FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

VOLUME II

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Fundamentos da engenharia sanitária e ambiental

2ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

Copyright© 2021 por Editora Conhecimento Livre

2ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238F Fundamentos da engenharia sanitária e ambiental
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2021

445 f.: il
DOI: 10.37423/2021.edcl408
ISBN: 978-65-5367-057-0
Modo de acesso: World Wide Web
Incluir Bibliografia

1. recursos-hídricos 2. saneamento-básico 3. tratamento I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 628

https://doi.org/10.37423/2021.edcl408

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

Dr. João Luís Ribeiro Ulhôa

Dra. Eyde Cristianne Saraiva-Bonatto

MSc. Frederico Celestino Barbosa

MSc. Carlos Eduardo de Oliveira Gontijo

MSc. Plínio Ferreira Pires

Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO
2022

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 9
DIAGNOSTICO SOCIOAMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASA NA ILHA DO MARACUJÁ NO MUNICÍPIO DO ACARÁ NORDESTE PARAENSE /BR
Raimunda Josinete da Silva Loureiro Macola
Gilberto Loureiro Mácola
DOI 10.37423/220105214

CAPÍTULO 2 28
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA -BA
Tales Carvalho Oliveira
DOI 10.37423/220105251

CAPÍTULO 3 47
A IMPORTÂNCIA DA REESTRUTURAÇÃO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA MACAQUEIRA PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA BIODIVERSIDADE EM JACOBINA-BA.
Rosângela Souza da Silva Santos
Mônica Brito de Almeida
Adeid Rodrigues Santos Silva
Marina Aparecida Costa Lima
DOI 10.37423/220105264

CAPÍTULO 4 59
A FLECHA DO ESPAÇO-TEMPO, TOTALIZAÇÃO E A EVOLUÇÃO PLANETÁRIA
Luís Henrique Ramos de Camargo
DOI 10.37423/220105268

CAPÍTULO 5 71
USO DE MACRÓFITAS PARA O TRATAMENTO TERCIÁRIO EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
KAROLINE ALVES DA SILVA
Paulo Cezar Caliari
DOI 10.37423/220105275

CAPÍTULO 6 84
OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO
Guilherme Rodrigues Gomes
Nayanne Maria Gonçalves Leite
Millena Dayse Barbosa da Silva
Antonio Rondinelly da Silva Pinheiro
Maria Isabel Ferreira dos Santos
DOI 10.37423/220105279

CAPÍTULO 7 96
ENVIRONMENTAL EDUCATION: THE ROAD TO SUSTAINABILITY
Joziane Mendes do Nascimento
Tainá Pellegrino Martins
Josimar Ribeiro de Almeida
DOI 10.37423/220105280

CAPÍTULO 8 113
COMPOSTAGEM DOMÉSTICA EM TEMPOS DE PANDEMIA: EXPERIÊNCIAS DO PROJETO "COMPOSTEIRAS SOLIDÁRIAS"
Luciano Majolo
Gabrielle Custódio Melo
Maria Luiza Andrade de Farias Aires
Maria Clara de Andrade Paiva
Shirleyde Alves dos Santos
DOI 10.37423/220105282

CAPÍTULO 9 123
VAZÃO DE REFERÊNCIA: COMPARAÇÃO DE DUAS METODOLOGIAS USADAS EM MINAS GERAIS
Márcia Regina Batistela Moraes
Hudson de Paula Carvalho
Roberto Terumi Atarassi
Natalia Gonçalves Mendes
Pedro Corsino Durant
Liliana Batista Parreira Silveira
Ially Samilly Queiroz Entreportes
Pedro Henrique Batistela Moraes
DOI 10.37423/220105283

CAPÍTULO 10 135
PAGAMENTO PELO USO DA ÁGUA: IMPACTO DA COBRANÇA NA RECEITA DOS PRODUTORES DE CAFÉ DA BACIA DO RIO ARAGUARI EM MINAS GERAIS
Natália Gonçalves Mendes
Hudson de Paula Carvalho
Letícia Martins de Oliveira
Márcia Regina Batistela Moraes
Lisiane da Silva Mendes
Roberto Terumi Atarassi
DOI 10.37423/220105284

CAPÍTULO 11 145
CONTRIBUIÇÃO DAS RPPNS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE GERAÇÕES ATUAIS E FUTURAS
Maria Cristina Weyland Vieira
Andressa Novaes Lima
DOI 10.37423/220105286

CAPÍTULO 12 157
HABITAÇÃO SAUDÁVEL NA GESTÃO AMBIENTAL
Maria da Purificação Teixeira
DOI 10.37423/220105293

CAPÍTULO 13 171
MONITORAMENTO E RASTREABILIDADE DE ENXOVAL HOSPITALAR: O USO DO RFID, NO COMBATE A EVASÃO
Manoel Pereira de Andrade Filho
Eduardo Jorge Valadares de Oliveira
DOI 10.37423/220105295

CAPÍTULO 14 180
SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA) CONFORME A ISO 14001: ETAPA DE PLANEJAMENTO NA ASSOCIAÇÃO PROMOCIONAL DO ANCIÃO
ADEMIR DE SOUSA NETO
JOYCE ELANNE MATEUS CELESTINO
DOI 10.37423/220105296

CAPÍTULO 15 192
MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS BIOMAS BRASILEIROS E SUA INFLUÊNCIA EM EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA
Cleir Ferraz Freire
Paulo Augusto Zaitune Pamplin
Gabriel Alberto Trevizan
DOI 10.37423/220105297

CAPÍTULO 16 202
ESTRATÉGIAS PARA A REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE LODO EM PROCESSOS DE LODO ATIVADO.
Alexandre Nunes Ponezi
DOI 10.37423/220205316

CAPÍTULO 17 226
EDUCAÇÃO E PERCEPÇÃO AMBIENTAL: A ORNAMENTAÇÃO NATALINA DAS PRAÇAS PÚBLICAS DE IBIRATAIA - BA
Ramon Batista dos Santos
Carolina Gusmão Souza
DOI 10.37423/220205317

CAPÍTULO 18 236
BREVE DEBATE SOBRE PROPOSTAS DE LEI PARA MUDANÇAS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM NÍVEL NACIONAL
Carlos Eduardo da Silva Sacramento
DOI 10.37423/220205322

CAPÍTULO 19 244
QUALIDADE DE ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO EM PROPRIEDADES COM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICA
Marcela de Souza Silva
Fernanda Bernardes de Almeida
Sibele Augusta Ferreira Leite
Brenno Santos Leite
Camila Nair Batista Couto Villanoeva
DOI 10.37423/220205325

CAPÍTULO 20 256
AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES GASOSAS PROVENIENTES DO PROCESSO DE CALCINAÇÃO DE GESSO NA REGIÃO DO ARARIPE-PE
LENILDE MÉRGIA RIBEIRO LIMA
ALESSANDRA FARIAS FORMIGA QUEIROGA
LÍGIA MARIA RIBEIRO LIMA
DOI 10.37423/220205327

CAPÍTULO 21 267
RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – CAMPUS DE SÃO GABRIEL/RS: ESTIMANDO A GERAÇÃO PER CAPITA
Claudia Ruberg
Ângela Denise Hubert Neufeld Vieira
Rosangela Silva Gonçalves Nunes
Julio Cesar Bresolin Marinho
DOI 10.37423/220205331

CAPÍTULO 22 281
REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA EM PROCESSO DE LODO ATIVADO UTILIZANDO DESACOPLADOR METABÓLICO 3,3,4,5- TETRACLOROSALICILANIDA (TCS).
Alexandre Nunes Ponezi
Valéria Maia de Oliveira
DOI 10.37423/220205333

CAPÍTULO 23 316
MAPEAMENTO DA COBERTURA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM O USO DE INDICADORES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO REGINALDO EM MACEIÓ/AL
Jakson José Silva dos Santos
José Roberto Nunes dos Santos
José Aparecido da Silva Gama
Yrapuan Fonseca de Lima
Fábio Maurício do Bomfim Calazans
DOI 10.37423/220205334

CAPÍTULO 24 331
CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ ORIUNDAS DE ESTACAS ASSOCIADAS A FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES
Eliomara Carmo Pereira
Elaini Oliveira dos Santos Alves
Maryluce Albuquerque da Silva Campos
DOI 10.37423/220205339

CAPÍTULO 25 337
A CARACTERIZAÇÃO DE NASCENTES DA UNIDADE HIDROGRÁFICA DO RIACHO FUNDO COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO
Simone Jung Matos
Renata Machado Mongin
Patrícia Valls e Silva
Karine Karen Martins Santos Campos
Marina Lopes Ribeiro
DOI 10.37423/220205340

CAPÍTULO 26 356
UM ESTUDO COMPARATIVO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ENTRE OS ANOS DE 2012 A 2020 NO MUNICÍPIO DE ACRELÂNDIA – AC
Julio Cesar Pinho Mattos
Maria Silvina da Cruz Gonçalves
Nathocley Mendes Venancio
Antoniell Salvatierra Maia Pereira
Antúlio Lima de Sousa
Dejacir da Silva Lima
Camilo Lélis de Gouveia
Edvagno Paiva da Silva Oliveira
Josefran Batista do Nascimento
DOI 10.37423/220205341

CAPÍTULO 27 373
DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE DO HOSPITAL METROPOLITANO DE URGÊNCIA E EMERGÊNCIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM
MIROSLAWA LUCZYNSKI
Maria de Valdivia Costa Norat Gomes
Susan Ribeiro Alves
Vanessa Mesquita de Souza
Osmária Luiza da Silva Gonçalves
Manuela Rocha da Costa
DOI 10.37423/220205344

CAPÍTULO 28 387
AVALIAÇÃO DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE PORTO TROMBETAS-PA
ELIDIANE DO SOCORRO SOUZA DE ASSIS
Maria de Valdívia Costa Norat Gomes
Paulo Fernando Norat Carneiro
DOI 10.37423/220205345

CAPÍTULO 29 402
CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE ÁREAS E DIMENSIONAMENTO DE ATERRO SANITÁRIO PARA IMPLANTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JACUNDÁ - PARÁ
Elidiane do Socorro Souza de Assis
Erlen Assis de Almeida
Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira Silveira
Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira
DOI 10.37423/220205348

CAPÍTULO 30 418
AVALIAÇÃO DE MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO – MDL: ESTUDO DE CASO NO ATERRO DO AURÁ EM BELÉM/PA
Elidiane do Socorro Souza de Assis
Ana Carla faro Gomes
Françoise Helouise Costa de Miranda
Paulo Fernando Norat Carneiro
Arielle Marie Matos Monteiro
DOI 10.37423/220205349

CAPÍTULO 31 436
CARACTERIZAÇÃO DAS PROPIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA LAMA VERMELHA NATURAL E COM DIFERENTES ATIVAÇÕES
Mariana Scicia Gabriel da Silva
Fabiano Tomazini da Conceição
Maria Lucia Pereira Antunes
Rodrigo Braga Moruzzi
Guilhermo Rafael Beltran Navarro
DOI 10.37423/220205358

Capítulo 1

10.37423/220105214

DIAGNOSTICO SOCIOAMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASA NA ILHA DO MARACUJÁ NO MUNICÍPIO DO ACARÁ NORDESTE PARAENSE /BR

Raimunda Josinete da Silva Loureiro Macola *IESAM*

Gilberto Loureiro Mácola *IESAM*

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico socioambiental na ilha do Maracujá, localizada no município de Acará, nordeste Paraense. A importância desse trabalho é compor um conjunto de estudos sobre as ilhas localizadas ao sul de Belém, podendo ser usado como base para projeto de políticas públicas ambientais, voltado para moradores da região insular de Belém. Tendo como principal problemática, avaliar a qualidade de vida dos moradores que vivem na Ilha do Maracujá, com a realização de uma visita local, levantando os principais problemas que afetam o cotidiano dos moradores. Inicialmente, realizou-se um levantamento da realidade socioambiental do local por meio de observações visuais, entrevistas e aplicação de questionários junto à comunidade ribeirinha. Foi aplicado um questionário nas residências visitadas totalizando uma amostragem com 42 entrevistados. O diagnóstico sobre a ilha aponta as seguintes questões socioambientais: falta de água potável, de esgotamento sanitário, de saneamento básico, enfatizando-se o destino inadequado do lixo produzido pelos moradores ou mesmo trazido de Belém até à ilha pela força das marés. A pesquisa foi realizada durante o período de março/2015 a agosto/2016.

Palavras-Chave: Meio Ambiente, Problemas Ambientais, Políticas Públicas.

INTRODUÇÃO

Segundo Zancul (2006), a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano devido as doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreia. Assim, o saneamento básico compreendendo os serviços de abastecimento de água, esgoto sanitário, limpeza pública e coleta de lixo, desempenha importante papel tanto na conservação ambiental quanto no bem-estar social das comunidades humanas. Esses serviços, quando prestados com eficiência, contribuem para promover e garantir as condições ambientais necessárias à qualidade de vida e à saúde da população.

Como a incidência de pobreza é maior no meio rural, Echeverria (1998) comenta que o mesmo passou a ser considerado como potencial poluidor e causador da degradação do meio ambiente. A população rural utiliza recursos naturais para o seu sustento. Contudo, esses recursos possuem características de serem bens públicos, ou seja, de comum acesso e de direitos de propriedade não definidos.

Machado apud Campos (2009) ressalta que para muitos a pobreza é fator contribuinte para a poluição ambiental. Entretanto, na visão do autor deve-se inverter tal relação causa – consequência, pois, sob uma ótica da justiça social, é, antes, a poluição que contribui para a pobreza, condição que não condiz com o direito fundamental à sadia qualidade de vida.

Atualmente, as ilhas do nordeste paraense apresentam uma grande carência de serviços públicos que causam transtornos ambientais e sanitários a essa população carente. A sobrevivência econômica dessas ilhas é diretamente ligada às atividades comerciais como venda de produtos naturais na área do comércio do município de Belém do estado do Pará. Dessa forma, o problema da pesquisa visa levantar um diagnóstico informando, quais os principais problemas ambientais que afetam o cotidiano da população ribeirinha (MENDONÇA, p. 71, 1993).

Como forma de identificar as questões sociais, econômicas e ambientais, consisti em evidenciar a realidade dos moradores da Ilha em estudo.

A aceleração dos processos de degradação ambiental, as migrações populacionais da ilha para as cidades e a inviabilização econômica do padrão baseado no aumento da produtividade, através da busca contínua de inovações tecnológicas são alguns dos indicativos do esgotamento progressivo deste modelo atual de produção. Portanto, a aplicação e o planejamento de ações para o meio ambiental, devem procurar abordagens alternativas a este modelo de produção, contribuindo para a

sua transformação e para a busca de novas concepções e abordagens para o desenvolvimento da sociedade (GERHARDT, 2002).

A Ilha do Maracujá apresenta uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Apresenta, em sua maioria, uma população ribeirinha que sobrevive da coleta e da extração de produtos florestais não madeireiros como: o açaí, a principal fonte de renda; o cacau; a andiroba; a pupunha; etc. Esses produtos são vendidos em alguns portos de Belém como o Porto da Palha; Porto da Conceição; Feira do Açaí, no Ver-o-Peso, abastecendo a cidade de Belém (DERGAN 2006).

Sendo assim, para tal questionamento objetivou-se compreender a relação entre meio ambiente e saúde, interpretando, do ponto de vista sociológico, os aspectos epidemiológicos do ambiente ribeirinho e verificar a contribuição de indicadores no campo da saúde ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

O trabalho foi realizado na Ilha do Maracujá, localizada no município do Acará, nordeste paraense. Pertencente à microrregião de Tomé-Açu, da mesorregião do Nordeste Paraense, que se interligam às bacias dos rios Guamá, Mojú e Capim. Composta pelos municípios de Concórdia do Pará, Tomé Açu, Bujaru, Tailândia e Moju. Localiza-se a uma latitude 01º57'39" sul e a uma longitude 48º11'48" oeste, estando a uma altitude de 25 metros. Banhado pelo rio Acará, cuja foz deságua na baia de Guajará (frente da cidade de Belém do estado do Pará) e se estende margeado pela direita e esquerda por igarapés. Formando conjuntamente a bacia de água doce e, ao atingir a cidade de Acará, se divide em Rio Acará-Miri que vai para o município de Tomé Açu e Rio Miriti-pitanga que segue para o Alto Acará e tem sua nascente no território de Tailândia. Localizado próximo da Área de Proteção Ambiental (APA) na Região Metropolitana de Belém (IBGE 2010).

O Furo Grande da Ilha do Maracujá, por sua vez é afluente do rio Guamá e exerce forte influência sobre o rio São Benedito e o furo do meio. Além disso, o furo do meio traz todos os efluentes do Porto do Arapari (figura 1).

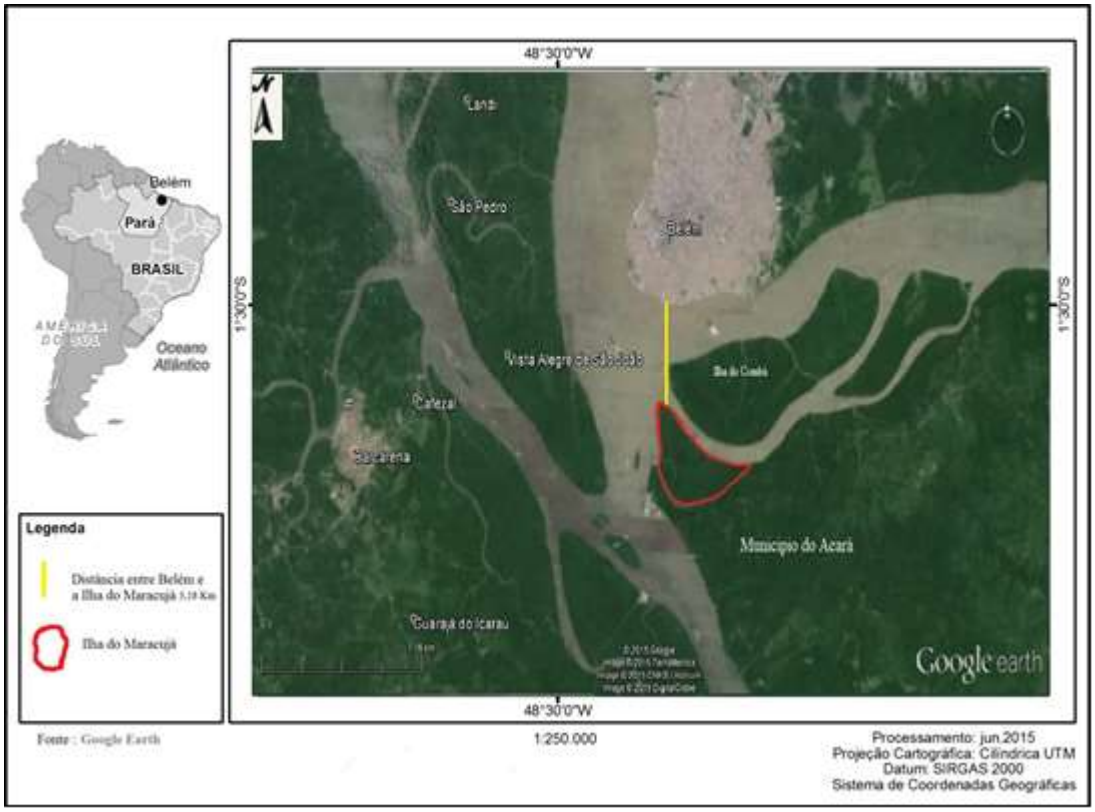


Figura 1 - Localização da Ilha do Maracujá, município do Acará

Fonte: Google Earth Pró-2016

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A localidade tem cerca de 135 residências, representando em torno de 495 habitantes. Não há registros de desmatamentos nessa área, uma vez que a atividade extrativista básica é a colheita de açaí, tendo, como suporte, a cobertura vegetal do tipo várzea, entretanto, a população dessa área está totalmente esquecida pelos Orgãos governamentais.

COLETA DE DADOS

A pesquisa de campo foi realizada através das coletas dos dados primários aos moradores da ilha, através da aplicação de questionário envolvendo cerca de 42 famílias.

As coletas de dados basearam-se em pesquisa experimental caracterizando-se por manipular diretamente as variáveis relacionadas ao artigo.

Foram realizadas três coletas de água, sendo a primeira foi em 10/03/2015, a segunda no dia 19/10/2015 nos horários de 09: 30h e 13:45h respectivamente e a terceira coleta no dia 26/08/2016 no horário das 10:00h. As amostras de águas foram coletadas em garrafas pet de 500ml em 7 pontos distribuídos entre as áreas pesquisadas. No Furo Grande foram realizadas as coletas em 3 pontos. No

rio São Benedito as coletas foram em 2 pontos. Já no Rio Guamá, a coleta foi realizada em 1 ponto entre a ilha do Cumbu e a ilha do Maracujá e no poço que serve aos moradores locais, na comunidade Santa Quitéria. Portanto, o primeiro ponto localiza-se no Rio Guamá entre as Ilhas (Cumbu e Maracujá), o segundo na entrada do Furo Grande, o terceiro na entrada do furo do meio que dá acesso ao Porto do Arapari, o quarto em frente à comunidade Nossa Senhora do Perpetuo Socorro, o quinto na saída do Furo Grande com acesso ao Rio São Benedito, o sexto na captação de água e o sétimo em frente à comunidade São Benedito (Figura 2).

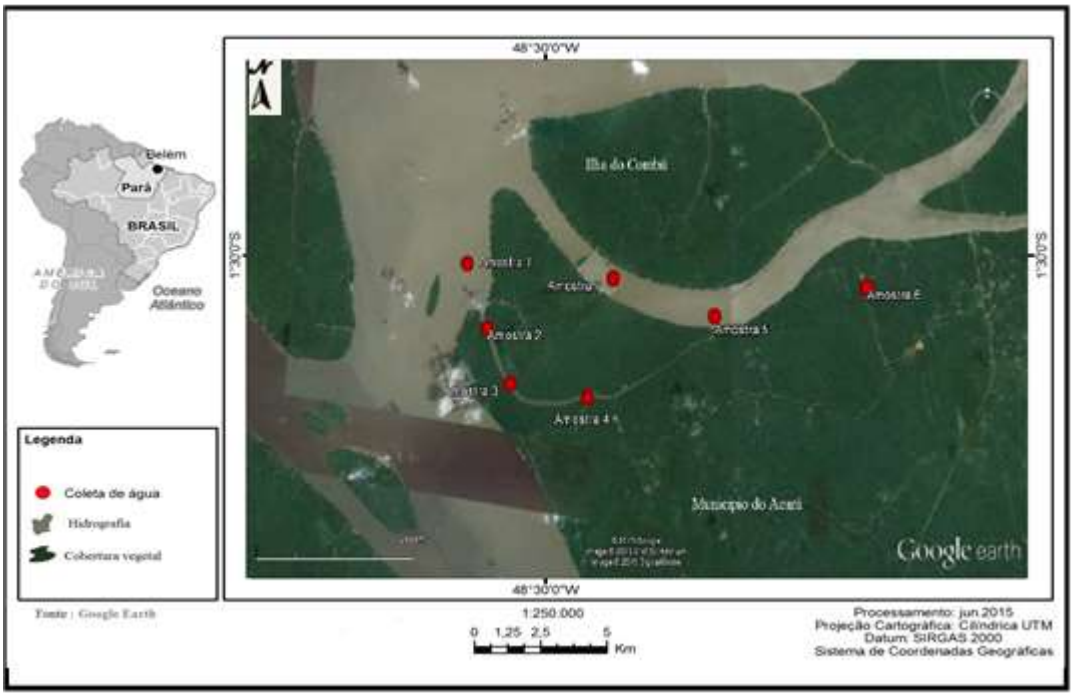


Figura 2 - Localização dos pontos de amostragem na área de estudo

Fonte: Google Earth Pró – 2014

A primeira coleta foi realizada no mês de março de 2015, um dos períodos mais chuvosos na região. As amostras de água foram coletadas em dois níveis, a 5% e 20% da profundidade, com exceção do ponto P4, sendo a coleta realizada na margem. A segunda foi no mês de outubro/2015 e terceira coleta foi no mês de agosto/2016, nos mesmos pontos, sendo que são meses menos chuvosos.

Em campo, foi observada a presença de materiais flutuantes (garrafas de polietileno, sacolas plásticas, cachorros mortos entre outros), espumas e odor em alguns pontos de coleta no Furo Grande, na segunda coleta observou também, que a água estava bastante esbranquiçada. Durante os dois dias da primeira coleta, as condições climáticas eram boas com céu parcialmente nublado, sem chuva no horário da coleta, porém é importante ressaltar que houve chuva 24 horas antes do primeiro dia de coleta, já na segunda e terceira coleta não houve chuva nos 4 dias anteriores. Após as coletas, as

amostras de água foram encaminhadas ao laboratório Multianálise, a fim de ser analisado os parâmetros da qualidade das águas. Posteriormente, os dados foram tabulados no programa Microsoft Excel.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FASE AQUOSA

Foram analisados os seguintes parâmetros: Temperatura da amostra, pH, Sólidos Totais, Turbidez, Coliformes, Alcalinidade, Cloreto, Dureza. Outros parâmetros também foram analisados: Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Salinidade e Dureza, com o objetivo de investigar possíveis alterações relacionadas diretamente com a influência antrópica. Durante a coleta, foi medida a turbidez, pelo Turbidímetro, que oscilou de 60,8 UNT, no Ponto 1 do rio Guamá, `a 59,7 UNT, no Ponto 7 do rio São Benedito. O limite de turbidez estabelecido pela legislação vigente para corpos d'água de Classe 2 é de até 100 UNT, para água doce (CONAMA n° 357/2005), portanto, nenhuma das amostras analisadas tiveram resultado excedido.

RESULTADOS OBITIDOS

A turbidez pode sofrer alterações, segundo ALBANEZ & MATOS (2007), devido à presença de materiais em suspensão como "partículas de solo e resíduos orgânicos, que geralmente entram no corpo hídrico em razão da ocorrência de processos erosivos no solo; material orgânico e inorgânico presente devido o lançamento de esgotos domésticos ou industriais na água e a presença de algas e pequenos animais". Dentre os valores de Turbidez, correlacionando a primeira coleta com a segunda, houve bastante discrepância. Entretanto, observa-se que na primeira e terceira coleta houve valores maiores que na segunda. As alterações dos valores registrados, atribuíram-se ao período de estiagem, seguido da estação de maior precipitação na cidade de Belém. A chuva arrastou para os rios, maiores quantidades de lixos deixados nas ruas, lançados e/ou acumulados no corpo d'água e, com isso, as águas dos rios vêm sofrendo alterações na sua qualidade.

A quantidade de sedimentos encontrados no fundo do rio, mais o sedimento dos barrancos e os sedimentos levados pela força das águas do rio Guamá para as Ilhas, faz com que haja a presença de partículas insolúveis do solo, com matéria orgânica, microrganismos e outros materiais diversos que provocam a dispersão e a absorção da luz, dando à água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável. Os resultados estão de acordo com a Resolução Nº 20/1986 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) para as águas de classe II o máximo de 100 (NTU), (figura 3).

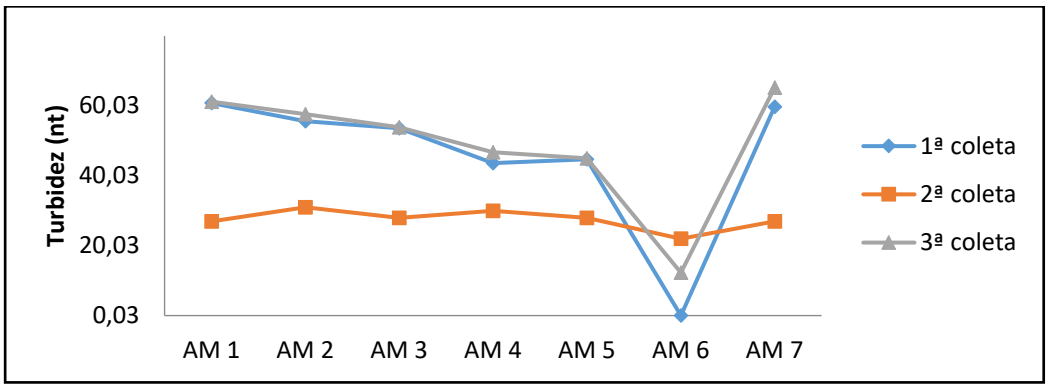


Figura 3 - Teor de Turbidez, nas amostras de água da Ilha Maracujá – Acará /PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015 e 2016

A temperatura da água apresentou nos meses coletado pequenas variações, com amplitude de 4,5 ºC. O valor mínimo foi de 23,5 ºC, no ponto 3 (mês de março) e o máximo de 32,6ºC, (mês de outubro), por tanto o valor máximo foi no período menos chuvoso. Estando de acordo com Paiva *et al*. (2006). Essas pequenas variações, de uma forma geral, não exercem controle sobre o crescimento e a abundância do fitoplâncton nem determinam um padrão anual em águas tropicais. Os valores de temperatura não estão acima do limite recomendado pela-CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) que é acima de 33°C.

Com relação aos valores da condutividade µs/cm, os resultados da primeira e segunda campanha mostram uma pequena variação entre 24,6 µs/cm no Ponto 7 do rio São Benedito até 40,1 µs/cm do poço artesiano Ponto 6. De acordo com FEITOSA & MANOEL FILHO (2000), a condutividade tende a aumentar por diversos fatores, como, elevação de temperatura e maior concentração de íons dissolvidos. Portanto, quanto maior a temperatura menor a condutividade dos corpos d'água e vice-versa. Em relação aos íons, ESTEVES (2000), afirma que, aqueles que mais influenciam nas variações da condutividade são os macronutrientes, por exemplo, Sódio (Na), Cálcio (Ca) e Potássio (K). No Ponto 7 do rio São Benedito, onde foi identificado o menor valor da primeira campanha de condutividade, também foi verificado os menores valores de Sólidos Totais Dissolvidos. Já no Ponto 6 do poço artesiano, onde o valor da condutividade foi elevado, foram obtidos os maiores valores da Dureza, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade e Coliformes Fecais (figura 4).

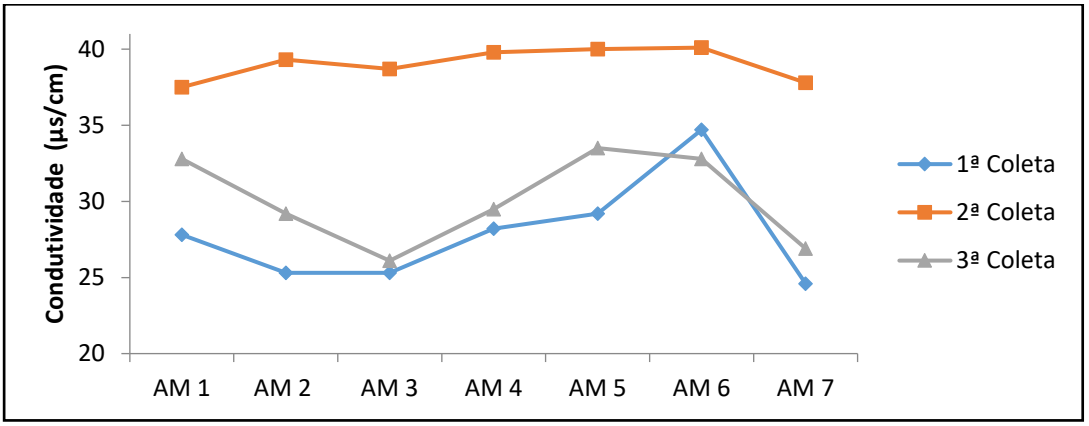


Figura 4 - Concentração de Condutividade (µs/cm) nas amostras de água da Ilha do Maracujá – Acará/PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015 e 2016

Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos, verificados, variaram significativamente nos diferentes pontos, por exemplo, no Ponto 7 do rio São Bendito, o valor encontrado foi 20,28 mg/l, enquanto que, no Ponto 6 do poço artesiano, foi de 24,8 mg/l, essa variação está diretamente ligada à condutividade, é importante ressaltar que, quanto maior a temperatura do corpo d'água menor a quantidade dos Sólidos Totais Dissolvidos. Contudo, os resultados estão de acordo com a legislação vigente, haja vista que a mesma determina um valor máximo para STD de 500 mg/l (CONAMA n° 357/2005), portanto, nenhuma das amostras teve resultados excedidos (figura 5).

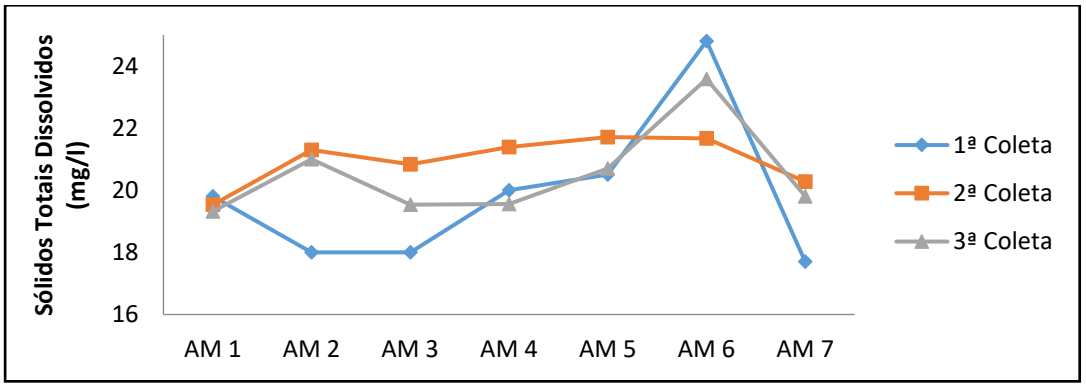


Figura 5 - Concentração Sólidos Totais Dissolvidos (mg/l) nas amostras de água da Ilha do Maracujá – Acará/PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015 e 2016

Os resultados das análises de Coliformes Fecais variaram de 23 nmp no Ponto 1 do rio Guamá a 4 nmp no Ponto 4 do Furo Grande. Foi constatada a ausência de coliformes fecais nos seguintes pontos: P1, P2, P3, P4, P5 e P7. Portanto, as concentrações se apresentaram em conformidade com os limites estabelecidos no CONAMA 357/2005 para águas doces de classe II, que determina o limite de até 1.000 nmp/100 ml. Já no Ponto 6 (poço artesiano), foi constatado a presença de coliformes fecais nas 1ª e

3ª campanhas. De acordo com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, a amostras analisadas na saída do tratamento devem apresentar ausência de Coliformes Totais em 100 ml de amostra; e no sistema de abastecimento 95% das amostras devem apresentar ausência em 100 ml da amostra. O consumo de água do poço artesiano proveniente da Comunidade de Santa Quitéria, localizada no município do Acará, apresenta risco à saúde pública, uma vez que a amostra estava em desacordo com a legislação vigente, não apresentando condições de potabilidade (figura 6).

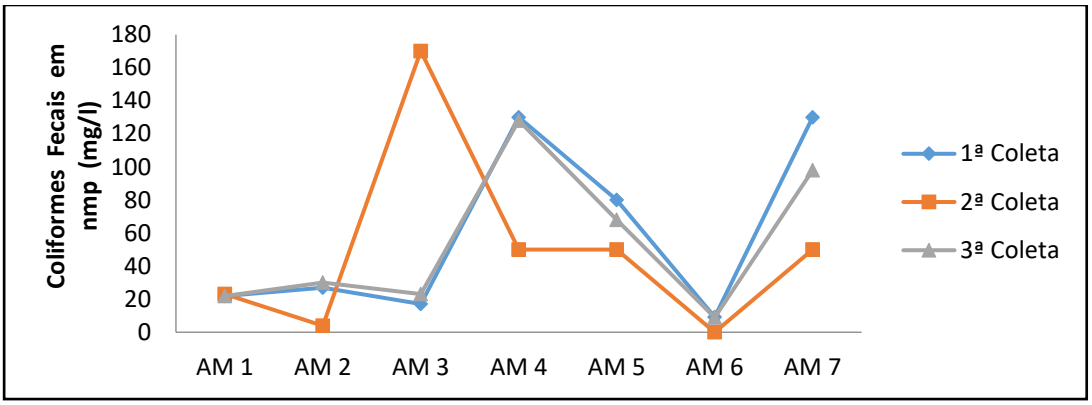


Figura 6 - Teor Coliformes fecais (mg/l) nas amostras de água da Ilha do Maracujá – Acará/PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015 e 2016

O pH da grande maioria dos corpos d'água varia entre 6 e 8. Ecossistemas que apresentam valores baixos de pH têm elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone. Nesses ecossistemas, são encontradas altas concentrações de ácido sulfúrico, nítrico, oxálico, acético, além de ácido carbônico. A resolução CONAMA 20 (Brasil, 2005) define para um rio classe II um pH variando de 6 a 9. Na primeira campanha, o menor valor do pH foi 6,26 no Ponto 4 e o maior pH 7,54 Ponto 7. Os valores de pH apresentam uma pequena variação, observando a distribuição da média por ponto. As oscilações do pH estão dentro do intervalo permitido pela CONAMA 357/2005, que recomenda para mananciais valores de pH em torno de 6,0 a 9,0. O máximo de 7,54 indica um pH da água levemente ácido. O pH é importante principalmente nas etapas de coagulação, filtração, desinfecção e controle de corrosão. Considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, o pH é ao mesmo tempo uma das mais difíceis de interpretar, o que se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo (Esteves, 1988). Sendo assim, em termos de águas residuárias o pH fora da neutralidade tende a afetar as taxas de crescimento dos microrganismos e, valores elevados podem estar associados à proliferação de algas em corpos d'água.

Na segunda campanha os valores de pH foram também ligeiramente ácidos, variando de 7,09 no Ponto 7, no mês de outubro, a pH de 6,93 no Ponto 6. O maior valor registrado ocorreu durante o período menos chuvoso, estando de acordo com Paiva et al. (2006) e Rawietsch (2006) (figura 7).

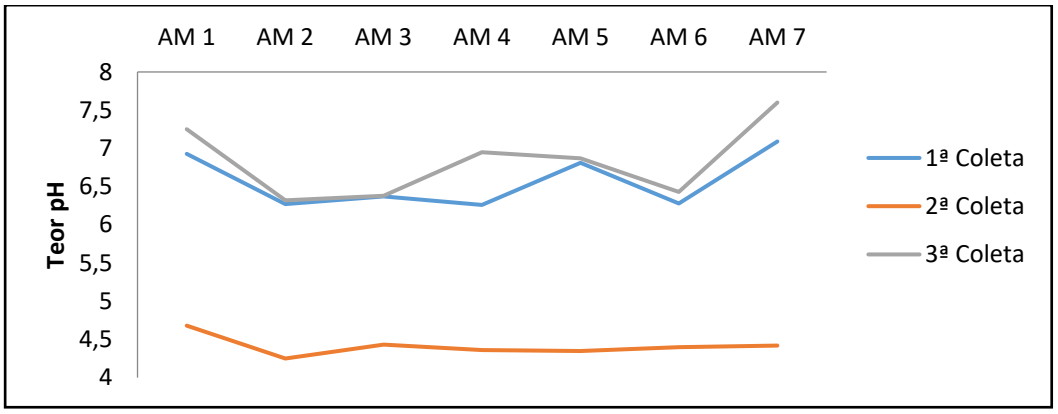


Figura 7 - Teor pH nas amostras de água da Ilha do Maracujá – Acará/PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015 e 2016

O teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas, porém os valores registrados estão dentro dos limites exigidos pela resolução Conama 357/2005 que é de 250 mg/l. O menor valor foi nos Pontos 2 e 5 do Furo Grande e no Ponto 6 (poço artesiano) de 0,8 mg/l e o maior valor foi de 1,1 mg/l nos Pontos 1 rio Guamá e Ponto 7 rios São Benedito (figura 8).

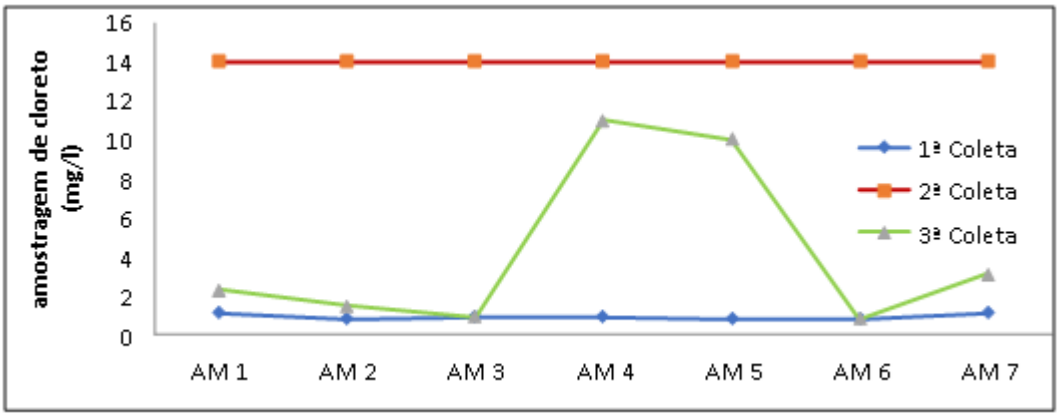


Figura 8 - Teor de Cloreto (mg/l) nas amostras de água da Ilha do Maracujá – Acará/PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015 e 2016

A alcalinidade das águas ocorre na presença de bicarbonatos produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre rochas calcárias. A alcalinidade não tem significado sanitário, a menos que seja devido a hidróxidos ou que contribua na qualidade de sólidos totais. Porém os valores registrados estão dentro dos limites exigidos pela CETESB que é de Baixa < 20 mg/l e Alta > 2000 mg/l. O menor

valor foi no Ponto 6 (poço artesiano) de 2 mg/l e o maior valor foi de 10 mg/l em todos os Pontos da 2ª campanha, (figura 9).

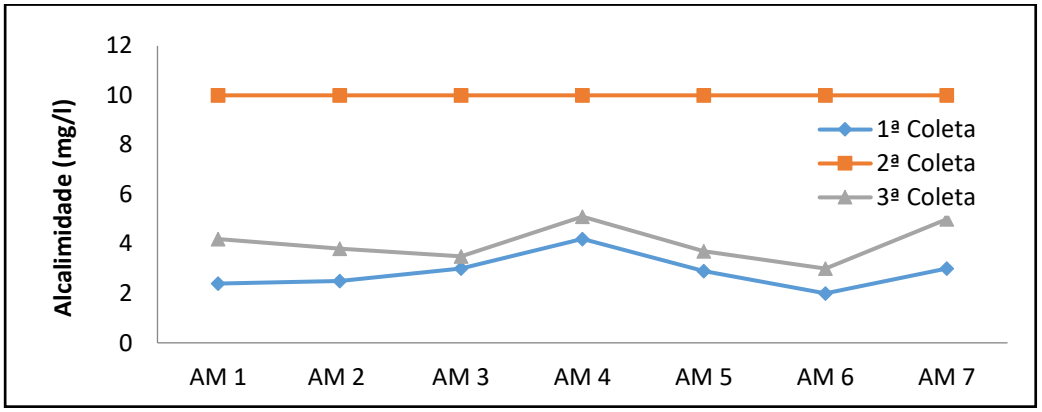


Figura 9 - Teor de Alcalinidade (mg/l de CaCO3) nas amostras de água da Ilha do Maracujá – Acará/PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015 e 2016

O valor máximo da dureza total registrada foi de 10 mg/l CaC03 no Ponto 7 do rio São Benedito e o mínimo de 0,2 mg/l CaC03 nos Pontos 1 rio Guamá e 4 Furo Grande. A dureza é caracterizada pela presença de sais de metais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ferro e manganês, ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados, causa sabor desagradável e efeitos laxantes. Os valores registrados foram menores que 50 mg/l, logo a água é classificada como, água mole. A precipitação química elimina uma parte da dureza e dos minerais dissolvidos (Fe e Mn) (figura 10).

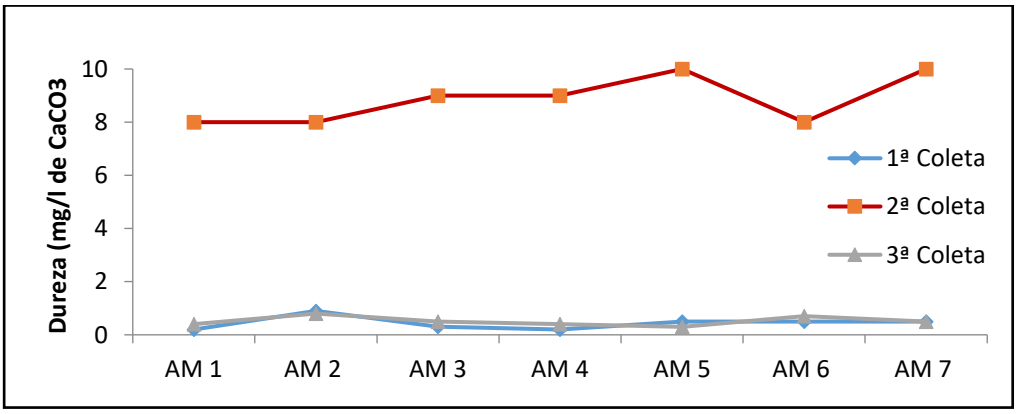


Figura 10 - Teor de Dureza (mg/l de CaCO3) nas amostras de água da Ilha do Maracujá – Acará/PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015

A salinidade apresentou baixos teores, estando dentro do esperado para os padrões dos estuários amazônicos, de 6 ppm e 7 ppm no mês de outubro, período menos chuvoso, Yamaguti (2006) e Paiva

et al. (2006) apresentaram valores maiores de salinidade 17,5 ppm e 19 ppm respectivamente, devido a maior influência das águas costeiras que chega a área de amostragem. A chegada da salinidade atinge também o lençol freático como podemos visualizar no resultado da coleta do Ponto 6 (poço artesiano) (figura 11).

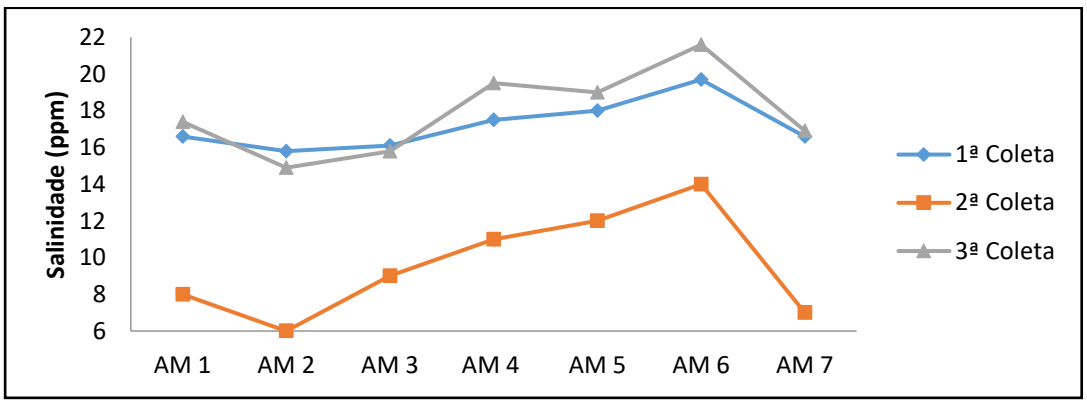


Figura 11 - Teor de Salinidade nas amostras de água da Ilha do Maracujá – Acará/PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015

Embora tenha sido realizada apenas três coletas para análise das águas superficiais da Ilha do Maracujá, e 21 amostras analisadas, os resultados analíticos dos parâmetros, permitem algumas considerações de caráter geral. A variação apresentada para Turbidez, Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos, pode refletir no fato das coletas ocorrerem no período de maior e menor pluviosidade, contribuindo para a maior ou menor diluição dos agentes contaminantes nas águas e consequentemente aumento ou diminuição nos valores dos parâmetros analisados.

Na Ilha do Maracujá um dos maiores problemas relacionados ao lixo se caracteriza pela "coleta irregular, o despejo em locais inapropriados, a falta de lixeiras, a queima, o enterro de resíduos na área e os que utilizam os resíduos orgânicos como adubo. O principal destino do lixo domiciliar é a queima, umas das práticas adotadas pela grande maioria dos moradores entrevistados. Para HÜFFNER (2013, p. 07), é visível que o lixo e a perda de vegetação, estão associados a moradores que vem de outras localidades que influencia a ocupação e urbanização desordenadas".

O poço não está enquadrado na Resolução do CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Os parâmetros de Turbidez, Condutividade, pH e Alcalinidade, não são estabelecidos pela resolução, que atribui aos órgãos competentes o monitoramento desses parâmetros no acompanhamento da condição de qualidade da água subterrânea.

Na visão da maioria dos moradores da ilha, a água que eles consomem do poço artesiano é considerada boa. Pelos menos no aspecto de aparência, por parecer uma água límpida a olho nu, porém mesmo considerando essa água como boa, grande parte utiliza processos de purificação antes de consumir.

Apesar das dificuldades de acesso aos serviços de abastecimento de água com qualidade, os ribeirinhos consideram a água como “potável”, para eles não é água poluída.

Infelizmente os moradores não tem uma água de qualidade na Ilha do Maracujá. Alguns compram água ou usam água do rio mesmo, o que deixa muitas crianças sofrendo com verminoses constantemente. Os moradores comentam indignados sobre a tecnologia SALTA-z que é um sistema de coleta da água do rio, esse sistema foi instalado na Ilha e a população não sabe o local da instalação do mesmo, e o que eles esperavam, que essa tecnologia, pudesse distanciá-los das doenças contaminadas pela água.

Incluindo outras condições do ambiente ribeirinho, podemos considerar ar puro, pouco barulho e destacando também o seu bem-estar individual e social.

Na Ilha Maracujá especialmente, como nas demais localidades e nos municípios brasileiros que passaram por esse processo de urbanização acelerado, a falta de saneamento afetou a balneabilidade em diversos pontos da ilha, resultando em transtornos para os moradores e visitantes. A falta de saneamento básico adequado, causa problemas de saúde pública, pois a poluição das águas pode gerar doenças tais como: disenteria basilar, dengue, febre amarela, leptospirose e outras (COSTA, 2005), problemas estes que se refletem na administração pública em especial na área de saúde, faz com que a demanda por serviços seja a maior implicação de sobrecarga na rede pública de saúde. Tendo em vista que 100% dos moradores entrevistados relatam que a última visita do agente de saúde as suas residências ocorreram há mais de 8 anos atrás.

Os pescadores e extratores das ilhas do sul de Belém reivindicam das Secretarias do Estado e do Município, medidas radicais para evitar a poluição da baia do Guajará e do rio Guamá que constituem o entorno das ilhas ao sul de Belém.

Projetos isolados ou individualizados do tipo sistemas de abastecimento de água para um grupo de famílias em uma ilha, não resolvem a poluição da massa de águas aqui descrita. Se Belém não parar de poluir a baia do Guajará e o rio Guamá eles não tem condições de sobrevivência material e social. Ainda, os pescadores e extratores das ilhas ao Sul de Belém observaram que este tipo de medida não

tem chegado até eles. Neste caso, a atenção tem sido voltada para a ilha do Combu (na frente de Belém e foi abandonada).

A Associação dos Ribeirinhos, Pescadores, Extrativistas da ilha do Maracujá tem feito diversos contatos nos órgãos públicos: Secretaria do Meio Ambiente, IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, CODEM – Campanha de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolita de Belém e Prefeitura do Municipal de Belém para expor esta situação lamentável e exigir ações. Nada tem sido feito. Os moradores estão indignados com o descaso do governo, se pode observar *in loco* a situação a que estão expostos e ainda para contemplar as margens dos furos, após a descida da maré, inundadas por plásticos, pneus e até cadáveres nesta parte do planeta apresentada como “Portal da Amazônia”.

Para os ribeirinhos, a noção de ambiente abrange um espaço físico e social, composto por elementos, como qualidade do ar e as formas de uso comum dos recursos naturais. Que apesar das carências de serviços públicos, ainda assim é capaz de oferecer uma qualidade de vida.

Dessa forma, este município transmite uma realidade de muitas necessidades, além de constituir como última opção para migrar, já que para os moradores, a ilha é menos poluída e menos violenta que o espaço urbano.

Valorização frequente no conjunto de reivindicações dos ribeirinhos, tais como implantação de posto de saúde, energia elétrica e educação formal seja preferencialmente disponibilizada para a comunidade localmente.

Com base nessas informações, identificamos as relações existentes em torno dos problemas sociais e ambientais. Evidenciando tais relações, pretendemos apontar áreas e lugares onde esses problemas estão mais evidentes, e propor alternativas viáveis para ajudá-los a minimizar esses problemas. Projetos socioambientais práticos que possibilitem maior visibilidade a essa comunidade tão carente de serviços essenciais à dignidade humana e esquecida pelo poder público (figura 12).

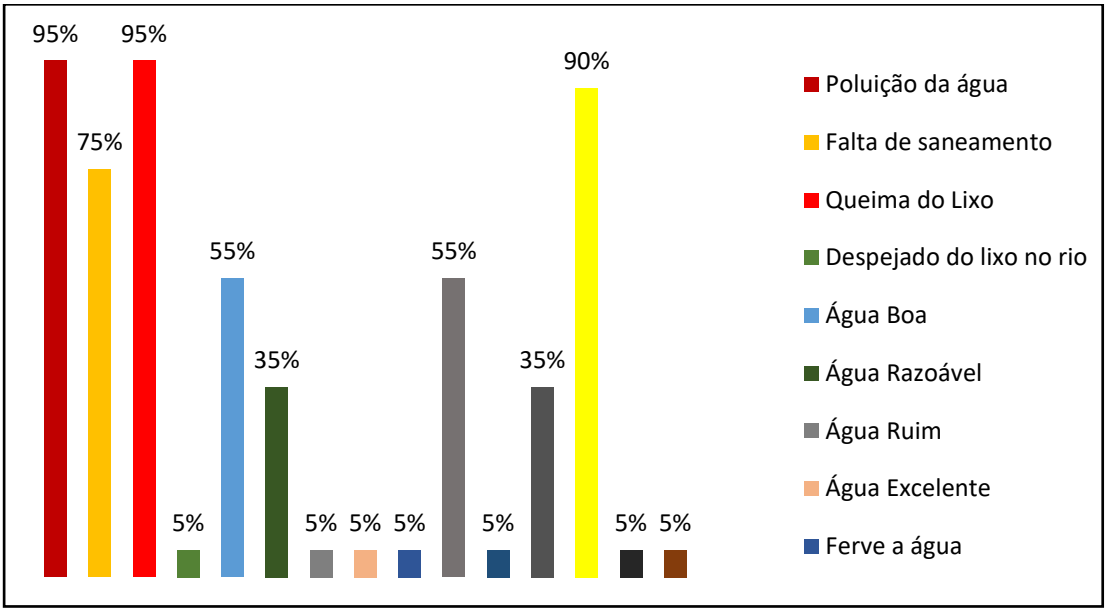


Figura 12 - Problemas Ambientais mais relevantes na Ilha Maracujá – Acará /PA.

Fonte: Dados da coleta de campo – 2015 a 2016

CONCLUSÕES

A região insular apresenta assim muitos problemas, dentre eles se destacam o lixo, a erosão do solo, o destino dos efluentes sanitários, devido às limitações que esses moradores enfrentam.

Propondo estratégias de gestão e ações de mitigação por meio de parcerias e incentivos à criação de políticas públicas que possam atenuar os problemas da comunidade, como a construção de novas formas de relação socioambientais para a comunidade da ilha do Maracujá, além de novas formas de interação da população ribeirinha com o meio ambiente.

Diante das várias possibilidades e questionamentos feitos pelas comunidades da Ilha do Maracujá, como a falta de infraestrutura na área da saúde, educação, implantação da energia elétrica, elaboraram-se as possibilidades no processo de gestão como a cessão do uso da terra. Ainda que tenham contradições inegáveis que aparecem no próprio processo de construção de gestão entre os diversos interesses, como os das comunidades, os das instituições, os legais e os científicos, começam a se delinear conquistas de dentro para as comunidades diante dos interesses dos de fora. O que se discutiu, aparentemente sobre a minúcia, o detalhe, através da história local da ilha do Maracujá é a lógica de compreensão do processo histórico sócio cultural global, na qual a sociedade tende a naturalizar relações sociais e a domesticar a natureza, na qual os conceitos civilização/natureza, rural/urbano, moderno/tradicional são usados dependendo das referências das ideias de natureza,

inseridas nas relações sociais, culturais, materiais e simbólicas, construídas historicamente no fazer-se cotidiano.

Constatasse um grande descaso com as questões ambientais. Isso ocorre, principalmente, por se tratarem de pessoas com situação econômica precária e sem acesso às informações básicas de como agir perante problemas de falta de saneamento, disposição adequada de resíduos sólidos e ocupação desordenada do solo. Logo, é importante a participação efetiva da comunidade na resolução dos problemas ambientais locais. Assim, pode-se obter uma maior sensibilização da comunidade, à medida que ela se sinta como parte integrante do meio, pois é ela a primeira a sofrer os danos que resultam da despreocupação com o meio ambiente.

Entre as principais características da Ilha está a dificuldade com o espaço entre as residências, que distam pelo menos 200 a 700m de uma para outra, exigindo como meio de transporte mais eficiente às canoas ou “cascos”, pilotados a remo ou a motor, além da evidente e recorrente carência de serviços de saúde e saneamento básico na área. Ressalva-se que essas carências são agravadas em casos de acidentes com ferimentos (cortes com facão, tiros com espingardas, escalpe lamentos) ou doenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBANEZ, J. R e MATOS, A. T. Aquicultura. In: MACEDO, J. A. B. Águas & Águas. Belo Horizonte – MG: CRQ – MG, 2007.

2. CAMPOS, I. C. E. de. Desenvolvimento sustentável: desafios e limitações. Disponível em: http://www.direito.ufmg.br/neda/arquivos/dessus.pdf. Acesso 02 de julho de 2009.

3. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Disponível em: http:// www.cetesb.sp.gov.br. Acesso em: 5 de janeiro de 2007.

4. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA – Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008.

5. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução Nº. 20/1986. Disponível em: http://www.lei.adv.br/20-86.htm. Acesso em: 10 de janeiro de 2006.

6. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução Nº. 357/2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

7. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução Nº. 357/2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

8. COSTA, D.C; COSTA, NR. Teoria do conhecimento e epidemiologia: um convite à leitura de John Snow, p 167-202. In: Costa, D.C. (Org.). Epidemiologia, teoria e objeto. São Paulo: Hucitec, 2005.

9. DERGAN, J. M. B.; Universidade Federal do Pará. História, memória e natureza: as comunidades da Ilha de Combu - Belém(PA) - Universidade Federal do Pará, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de História, Programa de Pós-Graduação em História Social da Amazônia, Belém, 2006.

10. ECHEVERRIA, R. G. Elementos estratégicos para la reducción de la pobreza rural em América Latina y el Caribe. Washington: BID, 1998. 48p. Disponível em: < http://www.iadb.org/sds/doc/env-112s.pdf>. Acesso em 01 de maio de 2009. FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA – FEE. www.fee.tche.br. Vários acessos.

11. ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 2000.

12. ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 1988.

13. FEITOSA, FERNANDO A. C.; MANOEL FILHO, JOAO. Hidrologia: Conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM: REFO, LABHID-UFPE, 2000.

14. GERHARDT, Cleyton Henrique. Agricultores Familiares, Mediadores Sociais e Meio Ambientes: a construção da 'problemática ambiental' em agro-ecosistemas. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural (PGDR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2002. 539f. (disponível em www.ufrgs.br/pgdr/dissertações).

15. Google Earth Pró – 2014.

16. HÜFFNER, J. G. P. Turismo e indicadores de sustentabilidade ambiental na Ilha de Cotijuba. Educação Ambiental em Ação, n. 46, 2013.

17. IBGE. Estimativas da população para 1º de julho de 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/população/estimativa2010/POP2014_DOU.pdf.. Acesso em: 22 set. 2016.

18. MENDONÇA, F. de A. Geografia e Meio Ambiente. São Paulo: Contexto, (Coleção Caminhos da Geografia), 1993.

19. MINISTÉRIO DA SAÚDE – Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011.

20. PAIVA, R. S.; et al.. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais. v. 1, n. 2, p. 133-146, 2006.

21. RAWIETSCH, A. K. Variação sazonal do microzooplâncton da região da foz do rio Guamá (Belém - Pará - Brasil). 2006. 120 f. (Mestrado em Ciência Animal) – Instituto Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, 2006.

22. YAMAGUTI, M. M. S. Comunidade zooplanctônica da baía do Guajará junto à parte Noroeste da cidade de Belém - PA. 2006. 32 f.

23. ZANCUL, M. de S. Água e Saúde. Revista Eletrônica de Ciências, São Carlos, n. 32, abril 2006. Disponível em: http://cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art32/atualidades. html. Acesso em: jun. 2008.

Capítulo 2

10.37423/220105251

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA -BA

Tales Carvalho Oliveira

Faculdade Santo Agostinho de Vitória da Conquista

Resumo: A construção civil é uma atividade de grande importância social e econômica, mas que pode causar grandes impactos ambientais. O município de Vitória da Conquista ainda apresenta grandes problemas quanto a gestão de resíduos da construção civil e demonstra uma necessidade de aplicação de medidas para que essa situação não seja agravada e que possa atender as diretrizes da Resolução CONAMA nº 307/2002. Esse estudo teve como objetivo identificar de que forma o reaproveitamento de RCC influencia no ambiente urbano através de caráter descritivo fazendo-se uma abordagem qualitativa, permitindo com a coleta de dados através de registro e análise de caçambas estacionárias e locais de concentração de RCC's um diagnóstico dos principais materiais gerados pela construção civil. Após isso as empresas de entulho foram contatadas que fazem o transporte e descarte dos resíduos coletados para que fosse possível analisar o manuseio dos RCC's feito por essas empresas. Por meio de levantamento bibliográfico foram descritas as possíveis destinações de reutilização e reciclagem para os principais tipos de materiais encontrados nos locais analisados. Os resultados da pesquisa evidenciam que grande parte dos resíduos gerados pela construção civil apresentam alguma forma de reaproveitamento ou reciclagem. Foi observado também que as empresas transportadoras dos resíduos se limitam apenas ao transporte e descarte dos materiais sem qualquer participação em processos de reciclagem ou reutilização dos resíduos. Através da análise dos resultados desse estudo foram apresentadas algumas recomendações que podem ser adotadas pelo município.

Palavras-chave: Canteiros de obra. Entulhos. Reciclagem. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil sempre foi uma atividade geradora de resíduos de diversas naturezas e apesar de sua importância ela causa grandes impactos ambientais. Segundo Karpinski (2009), a indústria da construção civil é responsável por impactos ambientais, sociais e econômicos consideráveis, em razão de possuir uma posição de destaque na economia brasileira. Portanto é necessário uma maior responsabilidade e consciência das empresas geradoras desses resíduos. O caminho para tornar a indústria da construção civil sustentável é longo, porém algumas medidas já foram tomadas, como a Resolução Conama nº 307/02, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que incentiva a reciclagem e a sustentabilidade.

A cidade de Vitória da Conquista vem se desenvolvendo gradativamente nas últimas décadas e se tornando um grande centro econômico no estado da Bahia. Consequentemente o ramo da construção civil também vem se elevando na cidade, e assim é necessário se atentar ao impacto ambiental que esse crescimento pode causar pois muitos entulhos podem ser descartados incorretamente. Além da preocupação em relação à poluição que os resíduos podem causar, também deve ser analisado os impactos econômicos que o reaproveitamento de materiais que seriam descartados pode causar, segundo Rocha (2010), a redução da quantidade de resíduos gerados tem como principais objetivos a redução de custo do material, já que com essa diminuição necessariamente, diminui-se a quantidade de material utilizado para executar a mesma tarefa. Quanto menos resíduo for gerado, menos trabalho será necessário para gerenciar e tratar o mesmo.

Esse trabalho tem como objetivo identificar de que forma o reaproveitamento de resíduos gerados na construção civil na cidade de Vitória da Conquista influencia na obra e no ambiente urbano, tendo como benefício evitar o desperdício e amenizar a ação nociva contra o meio ambiente, além de abordar as formas de reaproveitamento que vem ou que podem vir a ser utilizadas.

1.1 CONSTRUÇÃO CIVIL E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A construção civil sempre foi uma atividade humana que gera grande quantidade de resíduos. Muitos desses resíduos são de origem natural de fontes não-renováveis. Apesar da construção civil ser de grande importância para a evolução social e econômica, ela gera um grande impacto ambiental, segundo Brasileiro e Matos (2015) a cadeia produtiva da construção civil consome entre 20 e 50% dos recursos naturais de todo o planeta e as atividades de construção demandam uma notável quantidade

de materiais inertes, tais como areia e cascalho, que usualmente são fornecidos por meio da extração de sedimentos aluviais.

Estima-se que o setor da construção civil seja responsável por aproximadamente 40% dos resíduos gerados em toda economia, por 75% de todo o resíduo sólido, por consumir 2/3 da madeira natural extraída e por 20% a 50% do consumo dos recursos naturais totais extraídos no planeta (PIOVEZAN JÚNIOR; SILVA, 2007). De acordo com Porto e Silva (2008), o entulho muitas vezes é gerado por deficiências no processo da construção, como falhas ou omissões na elaboração dos projetos e na sua execução, má qualidade dos materiais empregados, perdas no transporte e armazenamento, má manipulação por parte da mão de obra, além da substituição de componentes pela reforma ou reconstrução.

A ABNT NBR 15112:2004 indica que a necessidade da gestão e manejo corretos dos resíduos da construção civil, de forma a tornar viáveis destinos mais nobres para os resíduos gerados nesta atividade, resultou no estabelecimento da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, pelo CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Para Karpinski (2009) a resolução do CONAMA nº 307/02, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil e cria a cadeia de responsabilidades: gerador - transportador – municípios, além de definir responsabilidades e deveres, justificando um novo sistema de gestão, o qual obriga os geradores a reduzir, reutilizar e reciclar, tratar e dispor os resíduos de construção e demolição. Dessa forma estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Mas Karpinski (2009) ressalva que a resolução do CONAMA é uma regulamentação muito abrangente, mas que é descumprida por grande parte dos municípios brasileiros. As limitações para implementação da gestão ambiental proposta são muito poucas e na maioria dos municípios não existe um código ambiental municipal.

Na ABNT NBR 15112:2004, aplicam-se as seguintes definições, respeitado o disposto na Resolução CONAMA nº 307:

- Resíduos da construção civil: Resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

- Resíduos volumosos: Resíduos constituídos basicamente por material volumoso não removido pela coleta pública municipal, como móveis e equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens e peças de madeira, podas e outros assemelhados, não provenientes de processos industriais.
- Áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT): Área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.
- Ponto de entrega de pequenos volumes: Área de transbordo e triagem de pequeno porte, destinada a entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção civil e resíduos volumosos, integrante do sistema público de limpeza urbana.
- Aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes: Área onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA nº 307, e resíduos inertes no solo, visando a reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.
- Reutilização: Processo de aproveitamento de um resíduo, sem sua transformação.
- Reciclagem: Processo de aproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido a transformação.
- Reservação de resíduos: Processo de disposição segregada de resíduos triados para reutilização ou reciclagem futura.
- Geradores: Pessoas físicas ou jurídicas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que geram os resíduos definidos nesta Norma.
- Transportadores: Pessoas físicas ou jurídicas, responsáveis pela coleta e pelo transporte dos resíduos da construção civil e volumosos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.
- Controle de transporte de resíduos (CTR): Documento emitido pelo transportador de resíduos que fornece informações sobre gerador, origem, quantidade e descrição dos resíduos e seu destino.

1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os resíduos da construção civil são classificados, para os efeitos da norma ABNT NBR 15112:2004 e em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307.

3.1.1 CLASSE A

Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

As empresas privadas de construção, que são grandes geradoras do resíduo Classe A, devem desenvolver projetos de gerenciamento específicos, por exemplo, triagem em canteiros de obras, incluindo o uso de transportadores cadastrados e área licenciadas para manejo e reciclagem. O poder público deve oferecer uma rede de coleta e destinação ambientalmente correta para os pequenos geradores, responsáveis por reformas e autoconstruções e incapazes de implementar a autogestão (BRASILEIRO E MATOS, 2015)

3.1.2 CLASSE B

Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

“Para os resíduos Classe B o procedimento é o mesmo que os resíduos Classe A, o que muda é o tratamento e destinação.” (KARPINSKI, 2009)

3.1.3 CLASSE C

Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.

3.1.4 CLASSE D

Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Diante dessas definições da Resolução CONAMA nº 307/02 é possível analisar que os resíduos de Classe C e Classe D não entram no grupo daqueles que não oferecem perigo no processo de reutilização e que possuem uma tecnologia ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação do resíduo. Então o foco do reaproveitamento dos resíduos deve ser

naqueles que se encaixam nas definições da Classe A e da Classe B e a partir dessa filtragem ter um maior controle sobre eles. Conforme Pinto (1992), o excesso de resíduos produzidos nas construções civis causa sérios problemas urbanos, sociais e econômicos, impactando diretamente na qualidade de vida urbana. E quanto maior for a quantidade produzida mais complicado é o gerenciamento desses resíduos.

O incentivo ao uso de materiais reutilizáveis ou reciclados é um respeito ao meio ambiente, além de propiciar vantagens econômicas na execução da reciclagem na própria obra. (Karpinski, 2009)

A ABNT NBR 15114:2004 fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A. Esta norma também institui que no projeto da área de reciclagem de resíduos da construção civil classe A deve ser constituído de memorial descritivo e projeto básico, além de indicar a responsabilidade e autoria do projeto.

E de acordo com a norma ABNT NBR 15114:2004 o projeto deve conter as qualificações da entidade responsável pela área de reciclagem e as do profissional, vinculado ao CREA, responsável pelo projeto.

Unindo força à Resolução nº 307 do CONAMA, no ano de 2010 o Brasil aprovou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por intermédio da Lei Federal nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010, a qual define a forma como o país deve dispor os seus resíduos, incentivando a reciclagem e a sustentabilidade. (L. L. Brasileiro et al. / Cerâmica 61 (2015) 178-189)

Segundo o Art. 9º da Lei 12.305 que dispõe sobre a PNRS, na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos.

Segundo Ângulo (2000), a reciclagem de resíduos da construção civil e provenientes de demolições é uma forma de amenizar a ação nociva contra o meio ambiente, gerando ainda mais produtos comercializáveis. Desta forma os agregados recicláveis do RCD (Resíduos de Construção e Demolição) podem ser utilizados em novos produtos como argamassas, concretos e bloco de construções. Esses resíduos não representam grandes riscos ambientais em razão de suas características químicas e minerais serem semelhantes aos agregados naturais e solos. Entretanto, podem apresentar outros tipos de resíduos como óleos de maquinários utilizados na construção, pinturas e asbestos de telhas de cimento amianto, e conforme é dito na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido

comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi definida como um caráter descritivo fazendo-se uma abordagem qualitativa utilizando de uma abordagem quantitativa, permitindo com a coleta de dados através de estudo de campo e levantamento bibliográfico a realização da pesquisa.

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas. A primeira consistiu-se na descrição e geração dos resíduos, a segunda em como a disposição desses resíduos impacta o ambiente urbano e a terceira etapa foi feita a análise de formas de reaproveitamento e reciclagem dos principais resíduos gerados pela construção civil.

Os resíduos de construção ou demolição geralmente são dispostos em caçambas de entulho ou em áreas próximas à obra. A partir dessa informação foram analisados entulhos de obras nos bairros Candeias, Alto Maron e Boa Vista na cidade de Vitória da Conquista e então caracterizados e listados os principais tipos de resíduos encontrados. Cada entulho foi registrado em fotos e anotações. Dando continuidade à pesquisa foi verificado como os resíduos são dispostos nos bairros em questão, verificando também sua posterior destinação através do contato com as empresas responsáveis pela coleta de RCC's no município. E então através de levantamentos bibliográficos foi descrito e analisado as formas de reaproveitamento e reciclagem possíveis para os tipos de resíduos.

3. RESULTADOS E DISCURSÕES

3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE RCC'S GERADOS NOS LOCAIS PESQUISADOS

Realizou-se registros fotográficos de resíduos dispostos em áreas abertas e em caçambas de entulho próximas às obras. Segundo a estimativa de PINTO (2005), as caçambas estacionárias costumam apresentar um volume de 4m³ e uma carga de 4,80 toneladas por viagem. A Figura 1 demonstra uma das caçambas estacionárias analisadas no bairro Candeias e pode-se perceber uma grande quantidade de solo e concreto de uma obra próxima.

Figura 1 – Caçamba estacionária localizada no bairro Candeias em Vitória da Conquista (2020)

FONTE: Elaborado pelo autor

Além de caçambas estacionárias também foram observadas áreas onde os resíduos de construção civil foram dispostos em terrenos abertos, calçadas e até em vias destinadas ao tráfego de veículos. Na Figura 2 demonstra um desses terrenos, localizado no bairro Boa Vista.

Figura 2 – Resíduos de Construção Civil dispostos em terreno no bairro Boa Vista em Vitória da Conquista (2020)

FONTE: Elaborado pelo autor

Foram analisados um total de 50 entulhos de resíduos de construção civil distribuídos nos bairros Alto Maron, Candeias e Boa Vista e na Figura 3 está representada as localizações de cada entulho, sendo os pontos vermelhos as caçambas estacionárias e os pontos azuis aqueles entulhos que não estavam em nenhum compartimento.

Figura 3 – Localização de entulhos de Resíduos de Construção Civil nos bairros Candeias, Alto Maron e Boa vista em Vitória da Conquista (2020)

FONTE: Elaborado pelo autor

É possível observar que nas regiões do bairro Boa Vista, em comparação com o Alto Maron e Candeias, o número de caçambas estacionárias é menor, em consequência disso existe muitas áreas em que os resíduos são dispostos sobre o solo de terrenos vazios. Essa diferença ocorre pelo fato de o bairro Boa Vista possuir um alto número de obras de grande porte e uma densidade residencial menor que os outros dois bairros analisados. Portanto algumas empresas optam pela disposição inadequada dos resíduos nos solos dos terrenos para uma possível posterior coleta.

Na Tabela 1 consta os principais tipos de materiais encontrados nos entulhos e sua estimativa percentual. Visto que as empresas responsáveis pelo transporte dos resíduos não realizam a caracterização dos materiais, esse processo foi feito através de anotações e com base em estimativa visual.

Tabela 1 – Principais materiais encontrados em entulhos em Vitória da Conquista (2020)

Entulhos	Principais tipos de materiais %								
	Solo	Concreto Argamassa	Madeira	Gesso	Alv./Rev. Cerâmico	Metais	Tintas/ Verniz	Emb.	Outro
1	10	30	-	5	50	-	-	5	-
2	85	5	5	-	-	-	-	-	5
3	30	40	10	-	-	-	-	5	5
4	60	20	5	-	10	-	-	-	5
5	50	10	10	10	5	-	5	5	5
6	70	10	5	-	5	-	-	5	5
7	50	40	-	-	-	-	-	5	5
8	-	100	-	-	-	-	-	-	-
9	10	80	-	-	-	-	-	5	5
10	20	-	-	-	10	5	-	35	30
11	95	5	-	-	-	-	-	-	-
12	60	-	-	-	-	-	-	30	10
13	30	50	5	-	-	-	-	15	-
14	45	20	10	-	-	-	-	15	10
15	45	-	-	-	-	-	-	35	20
16	25	35	5	10	10	10	-	5	-
17	-	10	20	-	-	-	10	50	10
18	75	10	-	-	10	-	-	5	-

Tabela 1 – Principais materiais encontrados em entulhos em Vitória da Conquista (2020) (continuação)

Entulhos	Principais tipos de materiais %								
	Solo	Concreto Argamassa	Madeira	Gesso	Alv./Rev. Cerâmico	Metais	Tintas/ Verniz	Emb.	Outro
19	70	5	5	5	-	5	-	5	5
20	80	-	20	-	-	-	-	-	-
21	70	15	5	-	5	-	-	5	-
22	5	-	10	-	-	5	5	70	5
23	30	35	-	-	30	-	-	5	-
24	70	30	-	-	-	-	-	-	-

25	60	10	-	-	10	-	-	15	5
26	20	50	-	15	10	-	-	5	-
27	-	-	-	90	-	-	-	5	5
28	80	10	-	-	10	-	-	-	-
29	95	-	-	-	5	-	-	-	-
30	55	45	-	-	-	-	-	-	-
31	40	40	5	-	5	5	-	5	-
32	40	55	-	-	5	-	-	-	-
33	5	70	-	5	5	-	-	10	5
34	-	30	5	-	55	-	-	10	-
35	-	60	-	5	30	-	-	-	5
36	75	20	-	-	5	-	-	-	-
37	80	15	-	5	-	-	-	-	-
38	10	30	-	50	-	-	-	5	5
39	75	20	-	-	-	-	-	5	-
40	10	70	-	-	-	5	5	5	5

Tabela 1 – Principais materiais encontrados em entulhos em Vitória da Conquista (2020) (conclusão)

Entulhos	Principais tipos de materiais %								
	Solo	Concreto Argamassa	Madeira	Gesso	Alv./Rev. Cerâmico	Metais	Tintas/ Verniz	Emb.	Outro
41	20	65	5	5	-	-	-	5	-
42	25	25	-	-	25	-	-	20	5
43	5	35	10	-	35	-	-	10	5
44	5	95	-	-	-	-	-	-	-
45	60	40	-	-	-	-	-	-	-
46	-	90	-	-	-	-	-	5	5
47	45	40	10	-	-	-	-	5	-

48	40	50	10	-	-	-	-	-	-
49	30	60	5	-	-	5	-	-	-
50	40	40	5	-	-	5	5	5	-

FONTE: Elaborado pelo autor

A maior quantidade de resíduos gerados a partir da analise dos entulhos é composta por restos de solo com percentual médio de 40,0% e concreto/argamassas 32,3%, seguido dos demais materiais que constituem os entulhos tais como embalagens (plástico e papelão) 8,4%, alvenaria/revestimentos cerâmicos 6,8%, gesso 4,2%, madeira 3,4%, metais 0,70%, tinas/verniz 0,70% e outros materiais 3,5%.

Assim como estabelece a Resolução 307 do CONAMA, os resíduos provenientes da construção civil devem ser enquadrados nas Classes A, B, C e D, e analisando os resultados da Tabela 1, 90,9% dos matérias se enquadram nas Classes A e B, que são aqueles que possuem tecnologias suficientes para reutilização e reciclagem. Segundo Lima e Lima (2009), a identificação prévia e caracterização dos resíduos a serem gerados no canteiro de obras são fundamentais no processo de reaproveitamento dos RCC, pois esse conhecimento leva a se pensar maneiras mais racionais de se reutilizar e/ou reciclar o material.

3.2 MANUSEIO DOS RCC'S FEITO PELAS EMPRESAS RESPONSÁVEIS PELA COLETA

Foram contatadas 5 empresas que fazem coletas de resíduos no município de Vitória da Conquista. O objetivo foi constatar a destinação dos resíduos realizada por cada empresa, se é feito alguma triagem dos materiais coletados e se as empresas participam ou auxiliam em algum processo de reaproveitamento e/ou reciclagem dos resíduos. No Quadro 1 é demonstrado o resultado do contato com essas empresas e como elas manuseiam os resíduos gerados na construção civil.

Quadro 1 – Manuseio de RCC feito pelas empresas coletoras no município de Vitória da Conquista, BA (2020).

Empresa	Destinação dos resíduos	Separação/triagem dos resíduos	Participação ou auxílio em processos de reutilização dos resíduos
A	Locais destinados e licenciados pela prefeitura.	Não realizam.	Comercializam os resíduos que apresentam apenas um tipo de material.
B	Lixo orgânico aos aterros sanitários. Entulhos de	Não realizam.	Realizam apenas o descarte.

	construção civil à locais especificados pela prefeitura (cascalheira).		
C	Lixo orgânico aos aterros sanitários. Entulhos de construção civil à locais especificados pela prefeitura (cascalheira).	Não realizam.	Não participam.
D	Aterro sanitários destinados e licenciados pela prefeitura.	Não realizam.	Não participam.
E	Locais destinados e licenciados pela prefeitura.	Não realizam.	Não participam.

FONTE: Elaborado pelo autor

Verifica-se que nenhuma das empresas contatadas realizam algum tipo de separação dos resíduos coletados para que seja facilitado a reciclagem ou reutilização dos materiais. Conforme Lima e Lima (2009), a fase da caracterização dos RCC é muito importante no sentido de se identificar e quantificar os resíduos e desta forma planejar qualitativa e quantitativamente a redução, reutilização, reciclagem e a destinação final dos mesmos. Algo que chamou atenção é que 4 das 5 empresas não auxiliam ou participam de alguma forma nos possíveis processos de reciclagem e reutilização dos materiais e todas elas alegam que empresas ou pessoas autônomas fazem a coleta, triagem e reciclagem dos materiais nos locais onde são destinados os resíduos. Além disso todas as empresas contatadas se limitam aos locais destinados e licenciados pela prefeitura, porém em Vitória da Conquista muitas empresas que trabalham com entulho não possuem licenciamento ambiental, em consequência disso muitos resíduos são descartados de forma incorreta que podem prejudicar o ambiente.

3.3 POSSÍVEIS DESTINAÇÕES PARA OS PRINCIPAIS TIPOS DE RCC ENCONTRADOS

Segundo a Resolução 307/2002 – CONAMA, a triagem ou segregação dos resíduos devem ser feitos preferencialmente pelo gerador ainda na origem, ou pelas empresas responsáveis pela coleta dos materiais nas áreas de destinação licenciadas pela Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista. Torres (2018) afirma que a separação na própria obra consegue um melhor resultado de segregação dos resíduos em comparação com os resíduos classificados fora da obra. Uma opção para a organização e destinação dos resíduos no canteiro de obras seria conforme a classe que o resíduo pertence, conforme Resolução nº 307/2002 do CONAMA.

Os resíduos de Classe A podem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a áreas de aterros de resíduos da construção civil, onde deverão ser dispostos de modo a permitir sua posterior reciclagem. Os resíduos que pertencem a Classe B podem ser comercializados com empresas coleta seletiva que comercializam ou reciclam esse tipo de resíduos. Já os resíduos enquadrados nas Classes C e D devem ser armazenados, transportados, reutilizados e receber destinação adequada em conformidade com a legislação e com normas técnicas específicas. Outra alternativa para a separação dos resíduos é de acordo com sua composição, e dessa forma a segregação e a coleta seletiva pode ser facilitada. Porém cada material exige um cuidado específico para que a sua reciclagem ou reutilização possa ser mais efetiva, como demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos de resíduos e os cuidados que devem ser tomados para sua posterior destinação

Resíduos	Cuidados	Destinação
Componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados	Privilegiar soluções de destinação que envolvam a reciclagem dos resíduos, de modo a permitir seu aproveitamento como agregado.	Reciclagem para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural.
Madeira	Garantir a separação da serragem dos demais restos de madeira.	Reciclagem, reutilização de peças ou uso como combustível em fornos ou caldeiras
Plásticos	Limpeza adequada das embalagens	Reciclagem e comercialização desses resíduos
Papelão (sacos e caixas de embalagens) e papéis (escritório)	Proteger das intempéries	Reciclagem e comercialização desses resíduos
Metais	Não há cuidados específicos	Reciclagem e comercialização desses resíduos
Gessos	Proteger das intempéries	Envio ao fabricante ou empresas de reciclagem

Solo	É necessário caracterizar o solo previamente para a definição da destinação	Quando não contaminados destinar à aterros de RCC's. Quando contaminados destinar à aterros de resíduos perigosos
Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos	Maximizar a utilização dos materiais para que a quantidade a descartar seja reduzida	Encaminhar para aterros licenciados para a devida recepção de resíduos perigosos.

Fonte: Adaptado de Lima e Lima (2009)

Para que o processo de reaproveitamento dos materiais dentro da obra que seriam descartados aconteça de uma forma correta e responsável deve-se atentar para as recomendações das normas regulamentadoras e observar seus procedimentos para que os materiais estejam enquadrados no padrão de qualidade por elas exigidos para a reutilização. Para tanto, as empresas podem fazer ensaios tecnológicos ou realizar análises, ensaios e determinações dos traços que serão empregados na reutilização dos RCC através do contato com instituições especializadas.

Segundo Oliveira (2016), poderiam ser realizadas ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos, além de programas e ações para a participação dos grupos interessados, como cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, que dessa forma possa gerar empregos e novos negócios.

As ações propostas para o gerenciamento de resíduos em um município de Vitória da Conquista, de acordo com Torres (2018) são:

- Aterro de RCC's – podem ser utilizados para a destinação final de RCC's de transportadores e geradores;
- PEV's – devem ser utilizados para a destinação por pequenos geradores, sendo que a destinação final fica, sob a responsabilidade da Prefeitura do município de Vitória da Conquista;
- Reutilização ou Reciclagem – realizada por empresas específicas licenciadas;
- Exigências Normativas específicas – alguns resíduos, tais como os resíduos de Classe D, devem seguir as normas específicas de destinação final, visto que podem apresentar características degradantes ao meio ambiente.

4. CONCLUSÕES

A partir dos dados coletados pode-se perceber que muitos resíduos são dispostos de forma incorreta e irresponsável em Vitória da Conquista por construtoras e empresas que fazem a coleta e o transporte dos resíduos. Muitas dessas áreas são concentradas em bairros que a densidade residencial é menor e por consequência existem muitos terrenos baldios que são utilizados como bota-fora. Observou-se que que grande parte dos resíduos gerados nas construções civis são compostos por materiais que possuem alguma forma de reciclagem e/ou reutilização (Classe A e B) dentro ou fora da própria obra.

Levando-se em consideração o fato de que dificilmente há segregação de resíduos nas obras, resíduos contaminados e considerados como perigosos (Classe D) são destinados para áreas licenciadas pela prefeitura e dessa forma prejudicando uma possível reciclagem e reutilização dos materiais. O ideal é que seja adotada uma dessas áreas para a construção do Aterro de Resíduos da Construção Civil, além da inserção de áreas de triagem de resíduos para que os mesmos possam ser reutilizados ou enviados para usinas de reciclagem. Além dos geradores dos resíduos as empresas responsáveis pelo manuseio dos entulhos também não contribuem diretamente para uma melhor gestão dos resíduos, se limitando apenas ao transporte e descarte que por muitas vezes não é o adequado. O recomendado seria aumentar a fiscalização em relação às empresas transportadoras de RCC's atuantes no município, fazendo uma identificação, cadastramento e registro de transporte. Um estudo indicado seria sobre melhores manuseios de resíduos considerados como perigosos (Classe D), e como diminuir o descartes desses resíduos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGULO. S.C. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos da construção e demolição reciclados. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Politécnica, São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL, Decreto-Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Política Nacional do Resíduos Sólidos. Brasília-DF, ago. 2010. Disponível em <http://cerneambientalsc.com.br/legislacao/Lei_Residuos_Solidos.pdf> Acesso em maio 2020.

BRASILEIRO E MATOS, Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. 2015. Centro de Tecnologia - CT, 2 Centro de Ciências da Natureza - CCN, Departamento de Química, LIMAv, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 307 de 5 de julho de 2002.

L. A. Karpinsk, A. Pandolfo, R. Reinehr, Ju. Kurek, L. Pandolfo, J. Guimarães, Gestão diferenciada de resíduos da construção civil uma abordagem ambiental EDIPUCRS, Porto Alegre (2009).

LIMA R.S. e LIMA R. R. R. Guia para elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Série de publicações temáticas do CREA-PR. Paraná, 2009.

OLIVEIRA, Mary A.A.L. A Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos Em Vitória Da Conquista, Bahia, Brasil. 2016. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Doutorado em Geografia, Planificação Territorial e Gestão Ambiental, Faculdade de Geografia e História da Universidade de Barcelona, 2016.

PINTO, T.P. Entulho de construção: problema urbano que pode gerar soluções. Construção, n. 2325, São Paulo, 1992.

PINTO, T.P.; GONZALES, J.L.R., (Coord.) Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios. Parceria Técnica entre o Ministério das Cidades, Ministérios do Meio Ambiente e Caixa Econômica Federal. Brasília: CAIXA, 2005.

PIOVEZAN JUNIOR, G. T. A.; SILVA, C. E. Investigação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria-RS: um passo importante para a gestão sustentável. In: 24° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. Anais do 24° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ,2007. v.1. p.1 – 8.

PORTO, M. E. R. C.; SILVA, S. V. Reaproveitamento dos entulhos de concreto na construção de casas populares. 2008. XXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Rio de Janeiro, 2008.

ROCHA NETO, HS. Avaliação dos índices de desperdícios de materiais: estudo de caso em uma obra de edificação na cidade de Feira de Santana-BA. 2010. Monografia apresentada ao Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana. Bahia, 2010.

TORRES, Franciele Santos. Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos da construção civil no município de Vitória da Conquista/BA. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA, Vitória da Conquista, 2018.

Capítulo 3

10.37423/220105264

A IMPORTÂNCIA DA REESTRUTURAÇÃO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA MACAQUEIRA PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA BIODIVERSIDADE EM JACOBINA-BA.

Rosângela Souza da Silva Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia- Campus Jacobina (IFBA)

Mônica Brito de Almeida
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia- Campus Jacobina (IFBA)

Adeid Rodrigues Santos Silva
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Marina Aparecida Costa Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia- Campus Jacobina (IFBA)

Resumo: Os parques urbanos são importantes elementos para o equilíbrio ambiental e o convívio social nos grandes centros urbanos. O Parque Natural Municipal da Macaqueira, situado na região norte do município de Jacobina- BA, criado em setembro de 2003, através da Lei Municipal n° 651 e integrado à Unidade de Conservação da Natureza do Município em 20 de dezembro de 2017 pela Lei nº 1.469, possui aspectos de grande relevância ambiental, cultural e histórico; caracterizando-se como instrumento de grande potencial para o desenvolvimento de ações de educação ambiental. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo compreender os impasses para a reestruturação e funcionamento do Parque Natural Municipal da Macaqueira. Para o desenvolvimento do presente estudo aplicou-se a metodologia baseada em levantamentos bibliográficos relativos ao assunto, pesquisa documental no órgão público ambiental local, visitas *in loco* e registros fotográficos para análise da atual situação da área em estudo. Diante das problemáticas encontradas em relação aos impasses na reestruturação do parque, foi possível identificar como umas das principais causas a falta de Políticas Públicas e intervenção da sociedade civil, que resultou no abandono da área. Foi verificado, também, muitos impactos ambientais adversos decorrentes das atividades antrópicas. Em vista disso, conclui-se que é imprescindível o envolvimento do poder público municipal na administração do parque, para a reestruturação do mesmo e desenvolvimento de ações de educação ambiental para sensibilização da população local, visando a preservação e conservação dos recursos naturais existentes.

Palavras-chave: Parque urbano; Manutenção; Diversidade Biológica; Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, a compreensão dos parques urbanos como elemento importante para o equilíbrio ambiental e o convívio social nos grandes centros urbanos tem sido algo consensual. Justino (2015) apud Silva et al. (2007) enfatizam a destinação desses espaços urbanos ao lazer contemplativo e à prática de esportes, aliada ao fornecimento de serviços ambientais como conforto térmico, manutenção dos recursos hídricos, conservação e conhecimento da biodiversidade, controle da poluição sonora e do ar, considerados proporcionais à densidade de árvores existentes nos locais.

O crescimento vertiginoso e sem planejamento das cidades tem despertado grandes preocupações quanto ao desenvolvimento de políticas públicas, que visem a criação mecanismos para a proteção e defesa do bem-estar dos habitantes; uma vez que, os impactos adversos provocados, principalmente, pelo uso indiscriminado dos recursos naturais e pelos crescentes índices de desmatamento acarreta sérios prejuízos para os seres vivos, sobretudo à humanidade.

Para Júnior (2012), os parques urbanos são áreas verdes caracterizadas com mais de 10 hectares, destinados ao lazer ativo ou passivo, à preservação da biodiversidade ou peculiaridades naturais que possam evidenciar a unidade de paisagem na qual o parque está situado, como também impulsiona qualidades necessárias para o conforto ambiental urbano.

Com a criação da Lei n. 9.985 em 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), o parque urbano passou a ser considerado um locus de preservação ambiental, contemplação e do bem-estar. A Resolução CONAMA nº 369 de 2006 define o parque urbano como o espaço de domínio público, dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização, que cumpra função ecológica, paisagística e recreativa, e possibilite uma melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade. Por suas características físicas e sociais, são considerados apropriados para a prática de atividade física ao ar livre e recreação. Segundo Szeremeta (2013) apud Barton e Pretty (2010), apenas cinco minutos de caminhada em áreas verdes, como por exemplo, em um parque público, já é suficiente para melhorar a saúde mental, com benefícios para o humor e autoestima.

Desse modo, os parques públicos são fundamentais nos espaços urbanos, pois além de promover a saúde e bem-estar das pessoas, possibilitam o contato direto com a natureza, atuando como indicadores de qualidade de vida, por estarem ligados ao lazer e a recreação (NUCCI, 2008), e por se constituírem em locais de convívio social e de manifestação da vida comunitária.

Sendo assim, considerando a importância ambiental, paisagística, social e econômica dos parques urbanos, a reestruturação do Parque Natural Municipal da Macaqueira, localizado na cidade de Jacobina-BA, que passou a ser integrado à Unidade de Conservação da Natureza do município pela lei nº 1.469 de 2017, poderá contribuir para o desenvolvimento socioambiental local, como unidade de fomento a ações de educação ambiental que visam a preservação das matas nativas, a diminuição das queimadas e o descarte adequado de resíduos sólidos.

A reestruturação do parque supracitado poderá, também, contribuir para a preservação dos corpos d'água e das nascentes de um dos afluentes da bacia hidrográfica do Rio Itapicuru Mirim, o Rio do Ouro, que tem uma relevância histórica regional (NOVAIS, 2009), bem como para a preservação da fauna e flora, influenciando positivamente o processo de evapotranspiração no ciclo hidrológico, principalmente no clima, trazendo equilíbrio e benefícios para o meio ambiente e impulsionando melhorias na qualidade de vida da população.

Além dos benefícios socioambientais e econômicos, cabe salientar que o Parque Natural Municipal da Macaqueira possui aspectos de grande relevância cultural e histórica, uma vez que ele abriga registros históricos importantes da cidade, como o local onde foi instalada a central hidrelétrica em 1928, época marcada pela chegada da energia elétrica no município e como também o abastecimento.

Diante do exposto, no intuito de demonstrar a importância da área para a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, o objetivo deste estudo foi buscar compreender as principais dificuldades e desafios para a reestruturação e funcionamento do Parque Natural Municipal da Macaqueira.

METODOLOGIA

A área utilizada para a realização do presente estudo localiza-se na região Norte da Bahia, no Piemonte da Chapada Diamantina, na cidade de Jacobina, situada nas coordenadas 11° 11' 14.97'' S e 40° 30' 44.68'' W (Figura 1). O município, cujo bioma predominante é a Caatinga e o clima é classificado como tropical semiúmido, é rodeado por várias serras, rico em recursos hídricos e biodiversidade, sua extensão territorial chega a 2.192,905 km², com uma população estimada em 80.635, de acordo com dados do IBGE (2020).

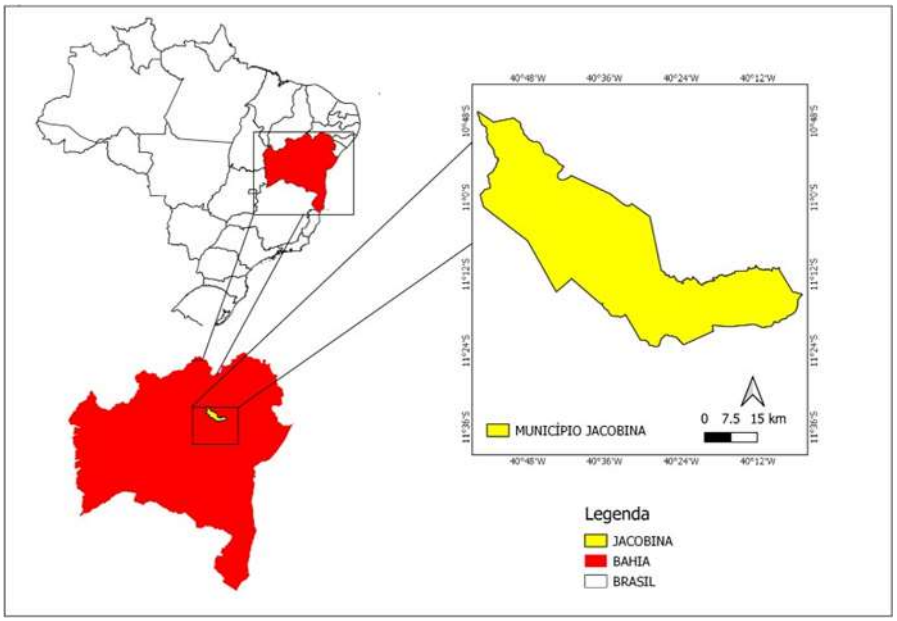


Figura 1: Delimitação geográfica de Jacobina-BA. Fonte: Adaptado de IBGE (2020).

estudo foi desenvolvido no Parque Natural Municipal da Macaqueira (criado em setembro de 2003 pela Lei Municipal n° 651 e integrado à Unidade de Conservação da Natureza do Município em dezembro de 2017 pela Lei nº 1.469), situado na região norte da cidade de Jacobina-BA, nas coordenadas 11° 09' 55.38" S e 40° 30' 24.81"W (Figura 2), com vegetação característica de Mata Atlântica e Cerrado (espécies de fauna e flora ainda serão catalogadas, de acordo com dados da secretaria municipal de Jacobina).

Figura 2: Ponto referencial do Parque da Macaqueira. Fonte: Google Earth.

No presente trabalho de pesquisa, iniciado em novembro de 2019 e findado em junho 2021, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema em questão, estruturado em artigos científicos, notícias, revistas e em análises de arquivos de documentos da Secretaria de Meio Ambiente do município, para um maior aprofundamento da condição atual da área do Parque Natural Municipal da

Macaqueira. Além disso, foram realizadas visitas "in loco" e registros fotográficos para análise da situação da área de estudo. Cabe ressaltar que os referidos métodos foram utilizados durante toda a pesquisa com o intuito de alicerçar os argumentos aqui expostos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Parque Natural Municipal da Macaqueira, criado em 2003, é um patrimônio natural de enorme importância para Jacobina, uma Unidade de Conservação que fica literalmente dentro da cidade; um cenário exuberante dentro do perímetro urbano (Figura 3).

Figura 3: Vegetação do Parque Natural Municipal da Macaqueira, Jacobina-BA. Fonte: Félix (2021).

Entretanto, durante visitação ao Parque, foram percebidos marcas e efeitos das atividades antropogênicas, que começou com a atividade do garimpo ilegal e com o crescimento urbano dentro da área, que induziu o desmatamento e a degradação dos recursos hídricos (Figura 4).

Figura 4: Rio do Ouro assoreado.

Foi verificado, também, como impacto negativo decorrente da atividade antrópica na área, o descarte inadequado. O acúmulo de resíduos em alguns pontos do Parque, principalmente nos arredores de corpos hídricos, como sacolas plásticas, bitucas de cigarro e garrafas PET, apesar da área dispor de algumas placas espalhadas com lembrete de sensibilização ambiental (Figura 5), são o reflexo da falta de políticas públicas que visem a conscientização da população local e dos turistas.

Figura 5: Placa de conscientização ambiental situada no Parque.

Os incêndios florestais ocorridos na área do Parque afetam diretamente a vida dos animais silvestres e do ser humano, gerando uma série de prejuízos tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana. De forma direta, as queimadas (Figura 6) geram destruição ambiental dos biomas e áreas que elas afetam, e também emitem gases poluentes e fumaça, que causam mal à saúde do ser humano.

Figura 6: Queimadas.

Entretanto, mesmo com os referidos problemas foi possível perceber que há um movimento significativo de pessoas (entre moradores e visitantes) que usufruem dos espaços do Parque para atividades de lazer, recreação e para um contato direto com a natureza. Entretanto, com o abandono das instalações do Parque (Figura 7A e 7B), há um fluxo de jovens, usuários de drogas ilícitas, que buscam por lugares mais reservados e com ausência de fiscalização. Cabe ressaltar que, durante o estudo, não foi notada a presença de guardas municipais no Parque, uns dos prováveis motivos para a ausência destes relacionam-se a falta de políticas públicas e o descompromisso da sociedade civil com o meio ambiente. Assim, a falta de um conselho administrativo tem contribuído para a ausência de ações concretas que implementem uma real reestruturação.

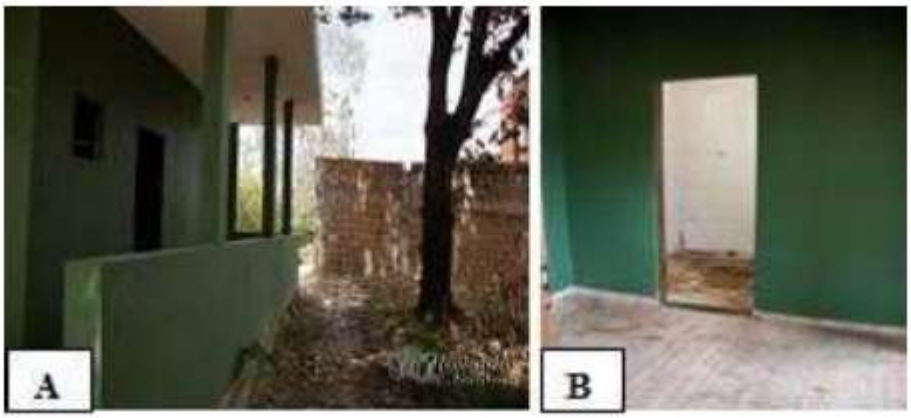


Figura 7(A e B): Instalações abandonadas situadas no Parque.

Para que estes ambientes possam estabelecer suas funções, a administração pública deve exercer e gerenciar de forma igualitária a elementos ecológicos, estéticos, de recreação e lazer (MARTINS, 2014; KLIASS, 1993; SOLECKI; WECH, 1995; SORENSEN et al.,

1998; ALVAREZ, 2004; OLIVEIRA, 2007). Todavia, certifica-se uma maior atenção para as funções estéticas e sociais.

Segundo Brito (2016) o Parque Natural Municipal da Macaqueira criado a fim de preservar o ecossistema do Vale do Rio Ouro, se encontra em situação de abandono. O autor destaca ainda que, de acordo com informações apuradas através de inquérito civil instaurado pelo Ministério Público, o Parque Municipal nunca atendeu a todos os requisitos da Lei Federal nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e nem o decreto nº 4.340/2002, que regulamenta o Sistema.

Mesmo depois de inúmeras tentativas de revitalizar o Parque, esse processo não se concretizou, e devido à continuação da degradação, o Ministério Público voltou com uma ação judicial contra a

prefeitura municipal de Jacobina, determinando à mesma a ação de concretizar a reestruturação da área, promovendo a criação de um grupamento ambiental da guarda municipal de Jacobina e o cercamento do terreno, para tanto o município receberia um recurso da empresa TEN - Torre Eólica do Nordeste e da empresa Jacobina Mineração e Comércio Ltda. e suas controladoras, integrantes do grupo Yamana Gold INC, em parceria com o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia (INEMA).

Além de ser uma área importante para manutenção da biodiversidade local, como também para a preservação dos recursos hídricos, que contribuem para um clima equilibrado, a Unidade de Conservação em estudo, muito diversa em termos de riquezas naturais, tem um potencial muito grande para a geração de emprego e renda, visto que no Parque Natural Municipal da Macaqueira estão localizadas muitas trilhas que, por serem acessíveis, se tornam um atrativo com muitas alternativas para o ecoturismo da região, impulsionando a economia local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, e tendo em vista tantos problemas oriundos da falta de infraestrutura, como também das atividades humanas que interferem negativamente na biodiversidade da Unidade de Conservação em estudo, urge a necessidade de um projeto de reestruturação da área.

Com a implementação de infraestruturas adequadas e a adoção de metodologias corretas para a revitalização e manejo da área, é possível dispor de um Parque bem conservado e com muitas funcionalidades para a comunidade local. A reestruturação da área para seu posterior funcionamento é de suma importância para preservação e conservação do ecossistema local, auxiliando na manutenção das matas e na proteção das nascentes.

Os benefícios sociais da reestruturação do Parque da Macaqueira podem ser atribuídos à criação de áreas de lazer, recreação e contemplação com acesso facilitado por todas as camadas da população além da interação social. Também pode ser atribuído o benefício de criação de espaços públicos que possibilitem a prática de exercícios físicos, proporcionando melhoria na saúde e qualidade de vida da população frequentadora. Além disso, espaços arborizados no ambiente urbano proporcionam maior conforto e qualidade de vida aos moradores das proximidades, evitando prejuízos à saúde da população ocasionados pela poluição atmosférica e ruídos das atividades urbanas.

Conclui-se que, a reestruturação do Parque trará inúmeros benefícios socioambientais, estimulando atividades recreativas, promovendo uma melhoria no bem-estar físico e mental das pessoas, e,

consequentemente uma melhoria significativa na qualidade de vida dos munícipes; além de impulsionar a economia local com o desenvolvimento de atividades de ecoturismo, que, por sua vez, influenciam positivamente na geração de emprego e renda para o município de Jacobina.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades. Ao professor Marcos Reis pelas orientações e incentivos e as nossas orientadoras Adeid Rodrigues e Marina Aparecida Costa, que nos deu todo suporte direcionando do artigo, as nossas famílias que nos apoiaram em todos os momentos nesta caminhada acadêmica, e a todos que de alguma forma nos ajudaram e acreditaram que este momento seria possível na nossa trajetória.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA.

BRITO, GEORGE. Ministério Público estadual Noticia. MP recomenda medidas de revitalização do Parque Municipal de Macaqueiras em Jacobina. 28/01/2016. Disponível em: http://cpu007782.ba.gov.br/noticia/30521. Acesso em: 20 de janeiro 2021.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP. Brasília, DF, 2006. Acesso em: 20 dez. 2019.

GOOGLE EART-MAPAS. Disponível em: Http://mapas.google.com. Acesso em 20 de maio de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE 2020. População estimada: Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2020. Disponível em:

https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/jacobina/panorama. Acesso em 26/05/2021.

JACOBINA. Lei Nº. 651 de 11 de setembro de 2003. Cria o Parque Natural das Macaqueiras. Diário Oficial do Município, Jacobina, BA. 11 /09/2003.

JACOBINA. Lei Nº. 1.469 de 20 de dezembro de 2017. Diário Oficial do Município, Jacobina, BA. 21/12/2017. Disponível em

www.diariooficial.org.br/sitesMunicipios/contasPublicasCategoriaSitesExternos.cfm?varCodigo=415&cboAno=2017. Acesso em 08 de fev.2020.

JÚNIOR, LAERTE SCANAVACA. Importância dos Parques Urbanos: O Exemplo do Parque Alfredo Volpi. Trabalho apresentado XVI Congresso Brasileiro de Arborização Urbana - Uberlândia-MG, 2012. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76079/1/2012AA002.pdf. Acesso em 28 de abril de 2021.

JUSTINO, ALESSIANE SILVA; NASCIMENTO, DIOGO COSTA. Os Desafios da Gestão de Parques Urbanos: Estudo de caso do Parque Municipal do Distrito Industrial, Uberlândia, MG. 2015. Disponível em:

https://pdfs.semanticscholar.org/3145/f21145c13ef849b2ba1501225d9f00fd1203.pdf. Acesso em 25 de Abril de 2021.

LIMA, Gervasio. Prefeitura de Jacobina, na Bahia, descumpre recomendações do MP para revitalizar o Parque da Macaqueira. Disponível: www.ecodebate.com.br/2016/04/11/prefeitura-de-jacobina-na-bahia-descumpre-recomendacoes- do-mp-para-revitalizar-o-parque-da-macaqueira/. Acesso em 01 maio 2021.

MARTINS, Larissa Fernanda Vieira. Monitoramento de parques urbanos em fundos de vale: análise das funções de conservação e uso público-estudos de casos múltiplos em Curitiba, Paraná. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NOVAIS, MARCOS PAULO SOUZA. Aspectos da Apropriação e Ocupação do Espaço na Microbacia Rio do Ouro, Jacobina – Bahia e suas Repercussões Socioambientais. Salvador – BA 2009. Disponível em: file:///C:/Users/Adm/Downloads/Marcos%20Paulo%20Souza%20Novaes%20(8).pdf. Acesso em 03 de fevereiro 2021.

NUCCI, J. C. Qualidade Ambiental e adensamento urbano. São Paulo: FAPESP, 2008.

FELIX, REIS. Disponível em: <https://www.facebook.com/alex.felix.16>. Acesso em 24 mar. 2021.

SZEREMETA, BANI E ZANNIN, PAULO HENRIQUE TROMBETTA. A Importância dos

Parques Urbanos e Áreas Verdes na Promoção da Qualidade de Vida em Cidades. R. Ra'e Ga - Curitiba, v.29, p. 177-193, dez/2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/269735224_a_importancia_dos_parques_urbanos_e_areas_verdes_na_promocao_da_qualidade_de_vida_em_cidades.

Capítulo 4

10.37423/220105268

A FLECHA DO ESPAÇO-TEMPO, TOTALIZAÇÃO E A EVOLUÇÃO PLANETÁRIA

Luís Henrique Ramos de Camargo

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Resumo: Este artigo, que nasce de uma revisão teórico-conceitual tem como objetivo apresentar a flecha do espaço-tempo como elemento fundamental para a compreensão analítica dos fluxos de energia e matéria que sistemicamente integram a sociedade com seu meio natural alterando a evolução planetária. Para escolha do método, rejeitamos o pensamento cartesiano-newtoniano, por entender a sua fragilidade conceitual que fragmenta o espaço em relação ao tempo e que se baseia em um universo máquina linear. Por isso, a pesquisa optou pela leitura da realidade sistêmica-quântica. No desenvolvimento da pesquisa e após um debate conceitual inicial, visando consolidar nossa hipótese, foi proposto um cotejamento entre solos agrícolas ecológicos e não ecológicos. Desta forma, foi demostrado que solos não ecológicos geram grande instabilidade nos sistemas naturais que o circundam, podendo criar processos irreversíveis aos mesmos. Esse mecanismo se deve a esse tipo de manejo se utilizar de grande quantidade de energia externa com maquinário, agrotóxicos, irrigação artificial, alteração do processo de produção, dentre outras questões. Por essas razões, as áreas de agricultura não ecológicas acabam emitindo grandes instabilidades para as outras esferas naturais que a circundam, podendo gerar processos irreversíveis e que agora, ao lado de outros processos, demonstram a evolução do planeta em um novo patamar de organização ecológico-geológico conhecido como Antropoceno. Por sua vez, solos ecológicos, que possuem sistemas em equilíbrio próximo ao natural, por não se vincularem a grandes fluxos energéticos, acabam mantendo antigos padrões de organização, não colaborando para efetivar grandes alterações no desenvolvimento da(s) flecha(s) do espaço-tempo do planeta.

Palavras-chave: Espaço geográfico; Irreversibilidade; Complexidade; Mutabilidade.

INTRODUÇÃO

Este artigo, que fez parte de um estágio pós-doutoral no LAGESOLOS-UFRJ, buscou compreender a evolução da flecha do espaço-tempo. Neste sentido, a pesquisa não se apoiou na leitura cartesiana-newtoniana-baconiana, tendo em vista que, neste paradigma, tanto o espaço como o tempo são elementos próprios, funcionando de forma separada. Sendo assim, se tornaria impossível alcançar nosso objetivo, por isso, optamos pela coerência da visão sistêmica-quântica. Nesta forma de se perceber a ciência, conceitos como interconectividade, imprevisibilidade, acaso, auto-organização, dentre outros, passam a representar uma realidade e não apenas uma especulação.

Procurou-se então um exemplo que explicasse essa demanda, e que permitisse a compreensão da dinâmica da(s) flecha(s) do espaço-tempo. Logo, foi escolhido um cotejamento entre solos agrícolas ecológicos e não ecológicos. Essa opção se deu devido a dinâmica agrícola ser a primeira manifestação humana que causou grande impacto no ambiente, surgida após o Pleistoceno e que se manifesta até hoje atravessando o Holoceno e chegando ao Antropoceno.

No caso, a pesquisa demonstrará que solos que possuem o manejo não ecológico, devido a seu aparato técnico e organizacional, dimensionam maiores trocas energéticas com as esferas naturais, trazendo assim maiores instabilidades e muitas vezes provocando processos irreversíveis ao conjunto sistêmico. Por sua vez, sistemas agrícolas ecológicos dimensionam estruturas mais próximas dos sistemas naturais, provocando pouca alteração na dinâmica que envolve as esferas naturais em seus processos de mudança.

Objetiva-se assim, a partir de uma revisão teórico-conceitual, trazer à comunidade científica o significado da flecha do espaço-tempo como elemento analítico fundamental na compreensão dos fluxos de energia e matéria que atravessam o planeta, e que trazem, por auto-organização, o que está por vir.

METODOLOGIA

Sendo uma pesquisa teórica e conceitual, a mesma foi desenvolvida a partir de levantamentos bibliográficos específicos. Nesse caso, percorremos autores da área da Geografia (humana e ambiental), da Filosofia, do pensamento sistêmico e da Física, dentre outras leituras, sempre visando sua transdisciplinaridade.

A busca de artigos foi feita em sites como researchgate.net e sci-hub.se. e na biblioteca virtual de algumas universidades federais nacionais. Devido a pandemia do COVID-19 (SARS-Cov-2), foram

pesquisados livros principalmente de acervo pessoal e outros foram adquiridos nas poucas livrarias abertas neste período. Mesmo assim, não puderam ficar ausentes clássicos como: Newton (1987), Kant (1999), Bertalanffy (1968), Khun (1970), Prigogine e Stengerls (1984), Atlan (1992), Hawking (2015), Santos (1997 e 2014), Whitehead (1978) e Morin (1977).

Buscando o estado da arte da questão da flecha do espaço-tempo, foram encontradas diferentes pesquisas que normalmente envolviam a questão do espaço-tempo sem se referir ao que estamos desenvolvendo nessa pesquisa. Em geral, as pesquisas que se aproximavam do nosso objetivo, se limitavam ao debate da flecha do tempo. Acreditamos que isso se deve, provavelmente, a maior parcela das pesquisas ter sido desenvolvida por físicos e não por geógrafos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

A Terra é um macro sistema constituído de diferentes subsistemas regidos pelas suas interações (SILVA, 2008). Essa característica norteia a interdependência das partes que formam o conjunto do planeta e que possuem conexão de forma direta ou tênue, sendo impossível compreender qualquer aspecto isolado sem referência a sua função como parte de um conjunto maior (DREW, 2002). Nessa dinâmica, cada subsistema, de forma singular, possui diferentes escalas de espaço-tempo e agem trocando energia e matéria entre si buscando sintropias constantes (CAMARGO, 2005 e 2020).

Neste macro mecanismo envolvendo a todo planeta em diferentes escalas, as quatro esferas naturais (hidrosfera, litosfera, atmosfera e biosfera) desenvolvem entre si fluxos de trocas constantes de energia e matéria, o que segundo Dutra-Gomes e Vitte (2017), sugere pela sua complexidade, uma dinâmica que está na gênese do movimento rompendo com a ideia tridimensional cartesiana-newtoniana, referenciando os processos como uma quarta dimensão do espaço-tempo (CAMARGO, 2012).

Esse movimento que envolve as esferas naturais, e integra às mesmas a influência do homem sobre o planeta, pode ser visualizado na dinâmica ordem – desordem - reorganização e reordenamento (MORIN, 1977). A ordem se associa ao estado de estabilidade momentânea; por sua vez, com as constantes trocas geradas pelos fluxos interno e externo, associado ao feedback existente entre os sistemas, os mesmos se interpenetram trazendo desordem, e assim o sistema caminha em busca de um novo estado de estabilidade. Neste novo padrão surge uma nova organização.

Esta dinâmica, segundo Morin (1977), faz parte da natureza da natureza, porém, a intervenção do homem na evolução da Terra faz defletir, em nível muito indefinível, a direção das correntes de energia trazendo assim lógicas complexas que fogem ao alcance humano. A evolução é constante propondo um movimento acrônico e descontínuo envolvendo diferentes elementos e escalas.

Com o fim do Pleistoceno (e da era glacial) e com a chegada do Holoceno e da possibilidade de sedentarismo, as áreas de plantio formaram as primeiras grandes descontinuidades relativas aos fluxos geossistêmicos.

Mendes (2020a) acredita que a transição do Holoceno para o Antropoceno representa uma radical descontinuidade nos fluxos naturais e demonstra o afastamento do planeta do comportamento natural esperado, pois a Terra não segue um processo sequencial linear e sim apresenta uma dinâmica acrônica, nascida da sua natureza sistêmica. Cearreta et.al. (2019) também acreditam que a partir do Antropoceno, a ação humana gerou mudanças irreversíveis no planeta alterando a dinâmica do meio ambiente, onde suas consequências serão percebidas por muitos séculos a frente.

Segundo Mendes (2020), a própria ideia do Antropoceno está enraizada na concepção da Terra como um sistema complexo, definido por diferentes ciclos físicos em interação com os grandes fluxos de energia que sustentam a vida no planeta. Para o autor, o Antropoceno implica a atividade geofísica da humanidade afetando uma grande escala que foge do local, alcançando a todo planeta e envolvendo as esferas naturais como a litosfera, a biosfera, a atmosfera e a criosfera.

PENSAMENTO QUÂNTICO, ESPAÇO-TEMPO E A DIALÉTICA DA TOTALIDADE EM TOTALIZAÇÃO

Khun (1970) ensina que, quando um paradigma científico não funciona mais para explicar a realidade ele deve ser substituído. Propomos aqui uma pequena análise da necessária ruptura com o paradigma clássico e a importante reflexão a partir de uma nova leitura da realidade.

Para Newton (1987), o tempo era absoluto, verdadeiro e matemático fluindo sempre por si mesmo sem relação com coisa externa alguma; bem como o espaço absoluto, também sem nenhuma relação externa permaneceria sempre imóvel e semelhante, portanto, repetitivo e preso a antigos padrões que garantem ao habitante da Terra a ideia de estabilidade (DAVIES, 1999).

Dando continuidade a essa visão que dimensionará o estruturalismo no século XX, Kant (1999) trazia a ideia de que o espaço é uma representação dada a priori, portanto, que decorreria da nossa percepção da realidade. A lógica em Newton e Kant, que remete a um espaço similar a uma caixa vazia

e de um tempo que segue linearmente sem sofrer influencias externas, traz a dimensão do universo tridimensional sem criatividade, aonde o tempo se isola do espaço.

Porém, apesar de Leibniz (1746-1716) em sua época ter desenvolvido a ideia de espaço relacional, somente a partir das pesquisas de Minkowski (1864-1909) em seu continum do espaço-tempo e da Teoria da Relatividade de Einstein (1879 -1955), o conceito de tempo e de espaço sofreram uma brusca alteração (SITE, 2010). Hawking (2015) ensina que a relatividade geral combina a dimensão temporal com as três dimensões do espaço para formar o espaço-tempo trazendo outra forma de se perceber a realidade.

Assim, a noção de totalização para Santos (1997 e 2014), em sua análise dos processos, fundamentada em Whitehead (1978), demonstra que os mesmos podem ser, assim como a interpretação de Copenhaguem, acrônicos envolvendo o espaço-tempo. O movimento descontínuo dos processos que envolvem a forma, a estrutura e suas respectivas funções liga a totalização do espaço a ser refletida nas quatro esferas naturais em um processo único evolutivo.

Importante compreender então, que essa totalidade construída representa um momento específico se tornando uma totalidade concreta e que se transforma em estrutura. A materialização do processo de uma totalidade concreta está na instantaneidade e universalidade a partir da integração sociedade-natureza que acaba desmantelando a organização geossistêmica anterior, gerando um novo padrão sistêmico evolutivo (SANTOS, 1997). Para Kosik (2002, p. 59) “a concepção genético-dinâmica da totalidade é pressuposto da compreensão racional do surgimento de uma nova qualidade”.

Mais como apreender essa dinâmica espacial-natural de forma a visualizar sua realidade concreta? Essa resposta se liga a própria essência existente nas características de cada forma-conteúdo, pois pensando na singularidade de cada lugar, podemos refletir sobre sua integração relacional com diferentes perfis geossistêmicos em evolução espiralada. Essa lógica demonstra que, um sistema em evolução possui diferentes caminhos descontínuos e que percorrem espaço-tempo próprio, aonde a não linearidade se associa às possibilidades futuras que nascem das diferentes probabilidades fruto da auto-organização conjunta (CHISTOFOLETTI, 1999).

Em Sotchava, um geossistema é uma dimensão do espaço terrestre aonde os diversos componentes naturais se encontram em conexões sistêmicas uns com os outros interagindo com a esfera cósmica e com a sociedade humana (CHRISTOPHERSON, 2017).

Tendo como base a aplicação da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1968) às quatro esferas naturais, Dutra-Gomes e Vitte (2017) trazem a ideia da complexidade gerando novas considerações para a compreensão dos fluxos geossistêmicos, que, neste sentido dialeticamente, evoluem por sintropia.

Como os geossistemas interagem com a espécie humana e pensando em sua complexidade, como propõe Dutra-Gomes e Vitte (2017), ao inserimos nos geossistemas complexos o conceito de totalidade em totalização, encontramos a integração sociedade-natureza necessária.

Assim, a dinâmica espaço-temporal geográfica se associa ao próprio movimento que a natureza propõe e está aqui a essência inicial da flecha do espaço-tempo. Ao integrarmos a totalização de um determinado espaço geográfico (local) à dinâmica da complexidade existente nas quatro esferas (ou cinco se contarmos com a criosfera) veremos a evolução conjunta por auto-organização.

E como se desenvolve (m) esse (s) processo (s)? Para Prigogine e Stengerls (1984 e 1996) e Prigogine (1978 e 2008), os sistemas naturais são abertos e estão na base do não-equilíbrio, sendo assim, a influência das ações da humanidade gera processos dissipativos energéticos específicos. Esses processos caracterizam as inter-relações sociedade-natureza, e, com isso, conferem uma nova significação à irreversibilidade e logicamente a flecha do espaço-tempo.

Cada combinação de variáveis suscita respostas relacionais às mesmas. As formas-conteúdo de cada lugar responderão de forma impar às quatro esferas que agem em busca da evolução por aumento de complexidade. Devemos lembrar que, em cada lugar, a interconectividade das esferas naturais é singular.

AGRICULTURA COM INTRODUÇÃO DE GRANDE ENERGIA EXTERNA

Drew (2002, p. 145) nos traz o conceito de agricultura que significa “a arte de perturbar o equilíbrio da natureza de modo mais seguro para nosso benefício”. Por isso a imputação de energia externa ao manejo agrícola com agrotóxicos, fertilizantes artificiais, maquinário pesado e irrigação acaba se relacionando a descontinuidade em relação a fluxos energéticos, podendo gerar grande instabilidade no sistema, interferindo negativamente em seu equilíbrio. Essa relação com subsistemas adjacentes, em geral, quando desenvolvidas a partir de grandes fluxos de energia, traz constantes desequilíbrios ao conjunto, podendo criar patamares irreversíveis. A esse respeito Araújo et.al. (2007) verificam que o mau uso dos solos leva a degradação, o que torna a recuperação do solo muito mais difícil.

Tendo sua gênese a partir de processos geomorfológicos e pedológicos, os solos comportam-se como sistemas abertos e dinâmicos. Segundo Guerra e Mendonça (2012), solos são sistemas abertos a medida em que ganham e perdem matéria e energia além de suas fronteiras. Sendo assim, a degradação dos mesmos a partir de práticas agrícolas incorretas, pode leva-los, muitas vezes, a processos irreversíveis.

Nesse sentido, o uso para áreas de pastagem, por exemplo, tendo em vista que os solos possuem relação intrínseca com os outros sistemas, acarretará em alteração também na dinâmica de trocas com o meio natural, gerando novos padrões de organização nos geossistemas, que, por aumento de complexidade, trazem novos mecanismos de sintropia evolutiva.

Mafra (1999, p. 307) denuncia que, o maior problema da erosão de terras agrícolas "consiste na eliminação da capa superficial do solo, aonde está sua matéria orgânica e frações de minerais finos, os quais garantem a nutrição indispensável ao crescimento dos vegetais". Neste sentido, ao ser eliminada a cobertura vegetal, todo equilíbrio natural representado pelo trinômio água-solo-planta se redimensiona.

Araújo, et.al (2007) verificam que o processo erosivo provoca diferentes alterações químicas e físicas no sistema solo. As alterações causadas pelo esgotamento dos solos, como consequência das práticas agrícolas em que ocorre grande penetração de energia externa, possui destaque no processo químico com a perda de nutrientes do solo. Outra questão relevante, está na aplicação excessiva de pesticidas e fertilizantes, que além de poder acidificar os solos, reduzindo drasticamente seu potencial agrícola, tendem a contaminar o lençol freático gerando diferentes problemas no equilíbrio ambiental local.

A irrigação, buscando maior umidade nos solos, pode acabar alterando o nível de lixiviação e a própria química dos solos levando a influências diretas e indiretas na vegetação e na fauna que a circundam. Nesse sentido, tanto o escoamento como a evaporação podem se associar também a geração da salinização, como também a cheia de rios por aumentar a sua carga em solução (ARAÚJO, et.al. 2007).

Sendo assim, desmatamento, pastoreio, remoção da cobertura vegetal para o cultivo, uso de máquinas, condução do gado, encurtamento do pousio, irrigação errada, entrada excessiva de água, drenagem insuficiente, excesso de fertilização ácida, uso excessivo de produtos químicos e outros, são fatores geradores de grandes instabilidades sistêmicas.

Christofoletti (1999) e Gomes (1999) trazem a afirmação de que o estado crítico de auto-organização, que se caracteriza por leis de escala temporal e espacial, é encontrado automaticamente após o

sistema em evolução ser minimamente perturbado. Atlan (1992) ainda reforça esta lógica, observando que o fenômeno da auto-organização se relaciona ao aumento de complexidade, que é simultaneamente estrutural (pois está atrelado às singularidades de cada lugar) e funcional (demonstrando que diferentes funções agrícolas, por exemplo, encontrarão respostas diferenciadas).

Ao alterar a dinâmica natural. imputando as variáveis relacionadas à energia externa para a lavoura, a principal característica da natureza desabrocha: a imprevisibilidade, demonstrando assim que a sintropia entre a sociedade e a natureza gera a evolução, tornando impossível fragmentar a humanidade do seu meio natural.

A diferença dos sistemas pertencentes à dinâmica linear e a termodinâmica, é que a irreversibilidade está contida na base da evolução descontínua. Pois para os sistemas termodinâmicos, longe do equilíbrio, não existe o controle, a previsibilidade linear e a coerência ulterior. A termodinâmica do equilíbrio, para Prigogine e Stengerls (1984 e 1996) foi a primeira resposta dada pela física ao problema da complexidade da natureza.

RESULTADOS

EVOLUÇÃO E A FLECHA DO ESPAÇO-TEMPO

Como se manifesta a evolução? Como ela é impulsionada? Este mecanismo pode ser compreendido a partir da lógica encontrada em Morin (1977) trazendo a Teoria dos Compartimentos, no qual um sistema consiste em subunidades com certas condições de fronteiras entre às quais pode ocorrer transporte de energia e matéria. Assim, grandes fluxos de energia externa imputados nos sistemas agrícolas, por exemplo, tendem a crescer exponencialmente em busca do aumento de sua complexidade.

A integração entre espaço e tempo de Einstein fica visível em solos que sofrem alteração de sua identidade por aumento de complexidade, pois tanto se modifica de forma integrada o espaço como o tempo de dissipação. Einstein sabia que a questão do espaço-tempo e da matéria estavam ligados. Hoje devemos entender que a estrutura do espaço-tempo está ligada a irreversibilidade e ao nascimento de novos padrões evolutivos de organização (PRIGOGINE, 1978 e 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, fruto de um estágio pós-doutoral, verifica que a partir das características de cada forma-conteúdo e das técnicas usadas neste local, respostas específicas ditarão também flechas do espaço-tempo singulares a esses mecanismos.

As ações da humanidade demandam fluxos energéticos que sintropicamente se harmonizam com o meio natural, onde o artificial se naturaliza em um só conjunto evolutivo. Por isso, a aplicação dessa compreensão à phisis da flecha do espaço-tempo, remete necessariamente a análise dialética da relação sociedade-natureza em diferentes escalas.

Espaço e tempo são elementos integrados e manifestam-se em uma dinâmica própria e singular, onde sistemas de ações e de objetos, se combinam ao meio natural para demonstrar o sentido de sua flecha do espaço-tempo, colaborando assim com o próprio movimento planetário. Por isso, o lugar assume sua postura frente a relação dialética.

A direção da flecha do espaço-tempo é fruto da manifestação da complexidade existente em cada lugar, tendo em vista que o mesmo, tem na ação da intencionalidade humana um mecanismo que integra dialeticamente às características geossistêmicas do lugar a cada forma-conteúdo.

O grave problema que se apresenta então é a consciência de como funciona sistemicamente o planeta Terra e que, graças a nossas ações, amplia exponencialmente o desequilíbrio em relação ao passado. Rumamos então exponencialmente para caminhos cada vez mais imprevisíveis.

É importante compreender que a dinâmica planetária necessita de um novo olhar não mais linear e simplista. É necessário que a ciência faça uma releitura da realidade ligando a mesma à complexidade e a singularidade de cada lugar, repensando, por isso, o próprio processo produtivo e principalmente quem somos à luz do que geramos na condição de habitantes do planeta Terra.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Antônio j. T. Guerra, aos meus filhos Paulo, Tainá e seu marido João, minha neta Alice, meus irmãos Carlos e Sérgio e a memória de maria, Paulo e Joaquim Camargo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G.H.S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A. J. T. Gestão de áreas degradadas. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

ATLAN, H. Entre o cristal e a fumaça: ensaios sobre a organização do ser vivo. Rio de Janeiro: Zahar ed., 1992.

BERTALANFFY, L. V. Teoria Geral dos Sistemas. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1968.

CAMARGO, L. H. R. A ruptura do meio ambiente. Conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção de ciência: a Geografia da Complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005.

_____ A geoestratégia da natureza: a Geografia da Complexidade e a resistência à possível mudança do padrão ambiental planetário. Rio de Janeiro: Bertrand, 2012.

_____ Modelo de projeto para gestão territorial em responsabilidade socioambiental quântica: a integração comunidade, universidade e sociedade civil. In: Revista brasileira de gestão ambiental e sustentabilidade. v. 7, n.17, 2020, pp. 1101-1114.

CEARRETA, A. El cambio climático durante el Antropoceno. EUSKONEWS, 739 ZENBAKIA. Espanha, 2019. Disponível em: <http://www.euskonews.eus/zbk/739/el-cambio-climatico-durante-el-antropoceno/ar-0739001001C/>. Acesso em 12/03/2021.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blunchen, 1999.

CHRISTOPHERSON R. W. Geossistemas: uma introdução à Geografia Física 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2017.

DAVIES, P. O Enigma do tempo: a revolução iniciada por Einstein. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

DREW, D. Processos interativos homem-meio ambiente. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

DUTRA-GOMES, R. e VITTE, A.C. Geossistema e complexidade: sobre hierarquias e diálogos entre os conhecimentos. In: Ra'ega: O espaço geográfico em análise. Curitiba: v.4, 2017, pp. 149-164.

GOMES, M. A. F. Criticalidade auto-organizada. In: NUSSENVEIG, M. et.al. Complexidade e caos. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA, 1999, pp. 94-110.

GUERRA, A.J.T. & MENDONÇA, J.K.S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. Reflexões sobre a geografia física do Brasil, 2012, pp. 225-251

HAWKING, S. Uma breve história do tempo. Rio de Janeiro: ed. Intrinseca, 2015.

KOSIK, K. A dialética do concreto. 2ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

KANT, I. Crítica da razão pura. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

KHUN, T. A estrutura das revoluções científicas. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1970.

MAFRA, N.M.C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A.J.T. et.al. (orgs). Erosão e conservação dos solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, pp.301-320.

MENDES, J.R. The Antropocene scientific meaning and philosophical significance. Antropocenica. Revista de estudos do Antropoceno e ecocrítica 1. Minho-Portugal, 2020, p. 71-89.

_____Tradução do artigo "Geology of Mankind" de paul Crutzan e Eugene Stormer. In: Anthropocene, Revista de estudo do Antropoceno e ecocrítica I, Minho-Portugal, 2020a, 117-119.

MORIN, E. O método I: a natureza da natureza. 3ª ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1977.

NEWTON, I. Princípios matemáticos da filosofia natural. Galileu-Newton. São Paulo: Nova cultural. 1987, pp.140-163.

PRIGOGINE, I. Time, Structure and Fluctuations. Science, New Series, v. 201, no 4358. Sep. 1, 1978, pp.777-785.

_____. O nascimento do tempo. 2ª ed. Lisboa/Portugal: Biblioteca 70, 2008.

PRIGOGINE, I. & STENGERLS, I. Order out of chaos: mans new dialogue with nature. 15ª ed. New York, Toronto, London, Sydney, Ackland: Bantam Books, 1984.

_____. O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

SANTOS, M. Espaço & Método. São Paulo: Nóbel, 1997.

_____. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. São Paulo: HUCITEC, 2014.

SILVA, C.R. Geodiversidade do Brasil: Conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SITE, P. C. Leibniz contra o vazio: a relação entre a teoria das substâncias e o conceito de espaço. São Carlos: UFSCAR, 2010 (Tese de Doutorado)

WHITEHEAD, A. Process and reality: an essay in cosmology. London-New York: Free Press, 1978.

Capítulo 5

10.37423/220105275

USO DE MACRÓFITAS PARA O TRATAMENTO TERCIÁRIO EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

KAROLINE ALVES DA SILVA

Companhia Espíritossantense de Saneamento - CESAN

Paulo Cezar Caliari

Instituto Federal do Esppirito Santo

Resumo: Foram estudadas duas espécies de macrófitas aquáticas emergentes de ampla distribuição e fácil obtenção, *Eichornia crassipes* e *Pistia. stratiotes*, coletadas em sistemas lacunares eutrofizados, para analisar comparativamente sua capacidade de remover nitrogênio e fósforo, nas formas de nitrato e fosfato, de efluentes domésticos tratados em nível secundário, como proposta de tratamento terciário de baixo custo de implantação e manutenção. Os parâmetros observados foram a capacidade de adaptação às condições do sistema e as concentrações destes nutrientes no efluente final dos tratamentos em relação ao afluente do sistema (esgoto tratado apenas em nível secundário). Também foram testados cinco tempos de detenção hidráulica, a fim de se observar a influência desse fator na eficiência do sistema. De forma geral, *E. crassipes* se sobressaiu em relação a *P. stratiotes* nos parâmetros avaliados, tendo se adaptado e desenvolvido consideravelmente durante o experimento, enquanto *P. stratiotes* demostrou grande dificuldade de adaptação ao sistema. Quanto à remoção de nutrientes, *E. crassipes* removeu mais nitrogênio do que *P. stratiotes*, apresentando melhor performance entre 12 e 14 dias de detenção hidráulica para a remoção de fosfato enquanto que *P. stratiotes* obteve seu melhor resultado com 7 dias de detenção hidráulica. Já em relação ao nitrogênio, as espécies demonstraram comportamento semelhante, especialmente até os 10 dias de detenção hidráulica, a partir do qual *E. crassipes* propiciou menores concentrações no efluente, enquanto que no tratamento com *P. stratiotes* essas concentrações tendem a aumentar.

Palavras-chave: Macrófitas Aquáticas, Tratamento Terciário, Nitrogênio, Fósforo, Tratamento de Esgotos.

INTRODUÇÃO

Tem-se observado nos últimos anos uma acelerada deterioração da qualidade das águas naturais, resultante entre outros motivos, da descarga em quantidades crescentes de efluentes nos cursos d'água. Na maioria dos países, o impacto do lançamento de efluentes originados de estações de tratamento de esgotos em mananciais é motivo de grande preocupação. Uma série de legislações ambientais, critérios, políticas e revisões procuram influenciar tanto na seleção dos locais de descarga quanto no nível de tratamento exigido para garantir que os impactos ambientais provocados pela disposição destes efluentes tratados sejam aceitáveis (OLIVEIRA e SOUZA, 2005).

A remoção efetiva de poluentes, particularmente os nutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) é de vital importância no controle da poluição cada vez maior dos mananciais. No Brasil, apenas 49% de todo o esgoto produzido é coletado através de rede, e apenas 10% do esgoto total recebe algum tipo de tratamento. Esta pequena parcela de esgotos é, em sua maioria, tratado em nível secundário, ou seja, têm removidos principalmente sólidos e matéria orgânica não sedimentável e, eventualmente, nutrientes como nitrogênio e fósforo (BORSOI et. al., 1997).

Os esgotos tratados em nível secundário apresentam quantidades consideráveis de nutrientes, capazes de promover a eutrofização do corpo hídrico receptor (OLIVEIRA E SOUZA, 2005). A eutrofização é um processo que ocorre naturalmente nos rios e lagos. Porém, quando intensificado pelas atividades antrópicas há a deterioração da qualidade das águas, o que acarreta prejuízos tanto ambientais quanto aos seus usos múltiplos (ODUM, 1988; SPERLING, 2005).

Este processo de fertilização em corpos hídricos estimula o crescimento de macro e microorganismos fotossintetizantes (FARIA et al., 2006), o que gera preocupação devido ao efeito da eutrofização sobre a concentração de oxigênio dissolvido (OD) nas águas receptoras (GENTILINI, 2007). Durante o dia, esses organismos produzem oxigênio como subproduto da fotossíntese, porém, no período noturno não realizam a fotossíntese, mas sim a respiração, consumindo oxigênio do meio, trazendo prejuízos à fauna aquática devido à redução do OD nesse período.

Contudo, os resultados obtidos no tratamento secundário podem ser melhorados empregando-se o tratamento terciário, ou polimento, que é o tratamento dos resíduos que permanecem no efluente final de um tratamento secundário, ou seja, tem a finalidade de clarificar o efluente e prepará-lo para o lançamento no corpo receptor ou para o reuso.

As crescentes exigências com relação ao lançamento de efluentes tratados estão viabilizando o estudo e a aplicação de diferentes tecnologias para aprimoramento dos sistemas de tratamento. As necessidades de remoção de nitrogênio e fósforo tornam a utilização de macrófitas aquáticas uma alternativa importante pela sua eficiência, baixo custo e condições climáticas favoráveis. No entanto, ainda existe uma carência de estudos quanto à aplicação no pós-tratamento de efluentes, conforme Naime e Garcia (2005) e Reidel et al. (2005).

A utilização do aguapé (Eichornia crassipes) tem apresentado bons resultados no tratamento de efluentes líquidos diversos, principalmente para esgotos sanitários e remoção de material particulado, sendo muitas vezes chamado de esponja ou filtro natural (BARRETO, 2005). Em contrapartida, não há muitos estudos acerca da utilização da espécie Pistia stratiotes , também conhecida por alface d'água, para a remoção de nutrientes em efluentes. Neste contexto, são definidos os objetivos deste trabalho.

OBJETIVO GERAL

Avaliar, comparativamente, a eficiência de duas espécies de plantas aquáticas, Eichornia crassipes e Pistia stratiotes, na remoção de nutrientes (N e P) de efluentes tratados em nível secundário em estações de tratamento de esgoto de pequenas vazões.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar quantitativamente a remoção dos nutrientes P e N pelas espécies estudadas.
2. Identificar a espécie com maior capacidade de adaptação às condições de operação do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

O sistema de pós-tratamento simplificado proposto por este projeto consistiu na utilização de tanques independentes, vegetados pelas espécies de plantas aquáticas, Eichornia crassipes e Pistia stratiotes, ilustradas na figura 1, os quais eram alimentados por uma pequena parcela do esgoto sanitário tratado em nível secundário por lagoa de estabilização aerada seguida por lagoa facultativa, sem diluições.

Os tanques eram constituídos de duas caixas circulares de fibra de vidro com volume de 500L cada, cujas dimensões são 0,58m de altura, 1,15m e 1,00m de diâmetro da borda e diâmetro do fundo, respectivamente, conforme pode ser visto na figura 2, que mostra o sistema adotado neste estudo.

O aparato experimental foi implantado na ETE de Jardim Camburi, no município de Vitória, ES, que opera atualmente uma vazão de 250 l/s. A vegetação se deu com plantas jovens que foram coletadas de sistemas lacunares eutrofizados onde há despejos de esgotos domésticos in natura, localizados na bacia hidrográfica do Rio Jacaraípe/ES.

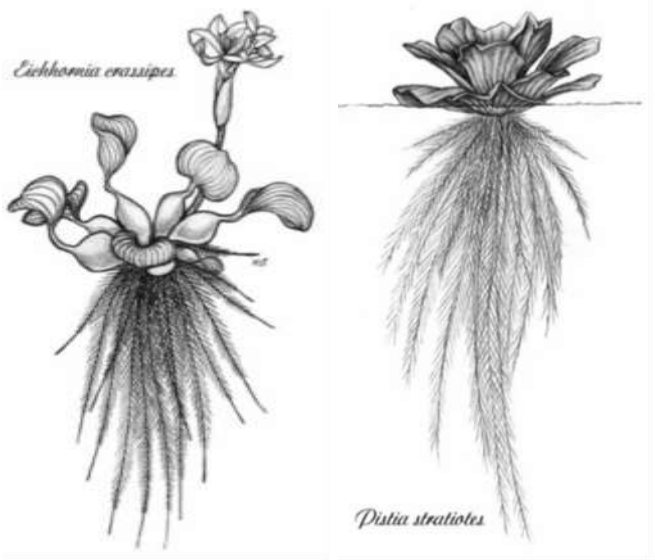


Figura 1: Espécies de macrófitas aquáticas utilizadas no presente estudo: Eichhornia crassipes, à esquerda, e Pistia stratiotes, à direita.

Figura 2: Sistema simplificado de tratamento terciário de esgotos com macrófitas aquáticas em operação – projeto piloto montado na ETE Camburi/Vitória-ES

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO

A avaliação da eficiência na remoção dos nutrientes pelas duas espécies de macrófitas se deu por comparação da concentração deles, pré e pós passagem pelos tanques. Buscou-se avaliar essa eficiência para diferentes tempos de detenção hidráulica (TDH), a fim de se verificar a influência desse parâmetro. Devido às dificuldades no controle da vazão, os testes foram conduzidos em batelada,

avaliando-se as concentrações de nitrogênio nitrato (N-NO31-) e fósforo fosfato (P-PO43-) nos tempos de detenção hidráulica de 5, 7, 10, 12 e 14 dias, respectivamente T5, T7, T10, T12 e T14.

As análises se iniciaram após um mês da introdução das plantas no sistema, período no qual ocorreu a aclimatação da vegetação e seu desenvolvimento, até a completa cobertura da superfície da lâmina d'água nos tanques.

ANÁLISES QUÍMICAS

As determinações das concentrações de nitrogênio e fósforo foram realizadas seguindo os procedimentos descritos em APHA (1995). Enquanto a concentração do N-NO31- foi determinada pelo método da coluna redutora de cádmio seguido pelo método colorimétrico, a do P-PO43- foi determinada por digestão ácida da amostra, seguida pela determinação por ácido ascórbico.

As coletas das amostras foram conduzidas sempre no período da manhã em recipientes de polietileno. Ressalta-se que não foram tomadas medidas para a preservação das mesmas, dado o fato de serem encaminhadas para análise imediatamente após a coleta.

RESULTADOS

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E ADAPTAÇÃO DAS ESPÉCIES

Observou-se que a E. crassipes se adaptou melhor às condições do sistema do que a P. stratiotes. Os parâmetros considerados para esta conclusão foram: o aspecto das folhas, crescimento, reprodução, e falência das plantas.

A E. crassipes apresentou maior produção de biomassa, e permaneceu com aspecto vistoso durante todo o período de análise, com grande taxa reprodutiva e ciclo de vida longo, tendo baixa senescência e morte de indivíduos, conforme pode ser visualizado na figura 3. Um maior desenvolvimento de E. crassipes em relação à P. stratiotes também foi observado por Henri-Silva e Camargo (2005) estudando as interações entre estas espécies.

Embora seja comumente observada a proliferação de P. stratiotes em corpos hídricos que recebem grandes cargas de nutrientes, como esgotos domésticos in natura, esta espécie mostrou grande dificuldade de adaptação no sistema, tendo demonstrado um ciclo de vida curto – com duração média de 50 dias - nas condições estudadas, com duas fases diferenciadas em seu período no sistema: a primeira (com curta duração), e grande desenvolvimento após a sua introdução, devido à grande

disponibilidade hídrica e nutrientes; a segunda, de grande stress, com clorose das folhas e rápida senescência e decomposição das plantas, com sedimentação dos detritos vegetais no fundo do tanque, como pode ser observado na figura 4.

O comportamento das espécies neste experimento também foi observado por Sookinah e Wilkie (2004) estudando a utilização dessas mesmas plantas para o polimento de efluente agrícola tratado anaerobicamente. De forma semelhante ao presente estudo, no tratamento sem diluição, as folhas da alface d'água começaram a amarelar (clorose) a partir do segundo dia de tratamento, e entraram em estado de necrose e morte dos indivíduos no final da primeira semana. Os sintomas iniciaram nas folhas mais velhas, progredindo para as mais jovens. Já o aguapé (E. crassipes) sobreviveu no efluente sem diluição, apresentando senescência apenas das folhas mais velhas. No entanto, aqueles mesmos autores relatam que o desenvolvimento das plantas no tratamento sem diluição foi menor comparado ao tratamento com diluição.

Figura 3: Adaptação de *E. crassipes* ao sistema. Do lado esquerdo, no momento da vegetação do tanque. À direita, após uma semana, com grande desenvolvimento e adaptação, apresentando inflorescências.

Figura 4: Adaptação de *P. stratiotes* ao sistema. Ao lado esquerdo, logo após a introdução, com grande desenvolvimento. À direita, no decorrer do experimento, apresentando sinais de stress e decréscimo populacional.

Em ambas as espécies, houve grande clarificação do efluente final com aumento gradativo conforme o aumento do tempo de detenção hidráulica. Contudo, esta clarificação foi mais evidente em E. crassipes. Sabe-se, porém, que isto também se deve ao processo de sedimentação dos sólidos suspensos.

REMOÇÃO DE FÓSFORO

Em relação à remoção de P-PO43-, as espécies mostraram comportamento diferenciado quanto à capacidade de remoção deste constituinte em função do tempo de detenção hidráulica, conforme pode ser observado na figura 5.

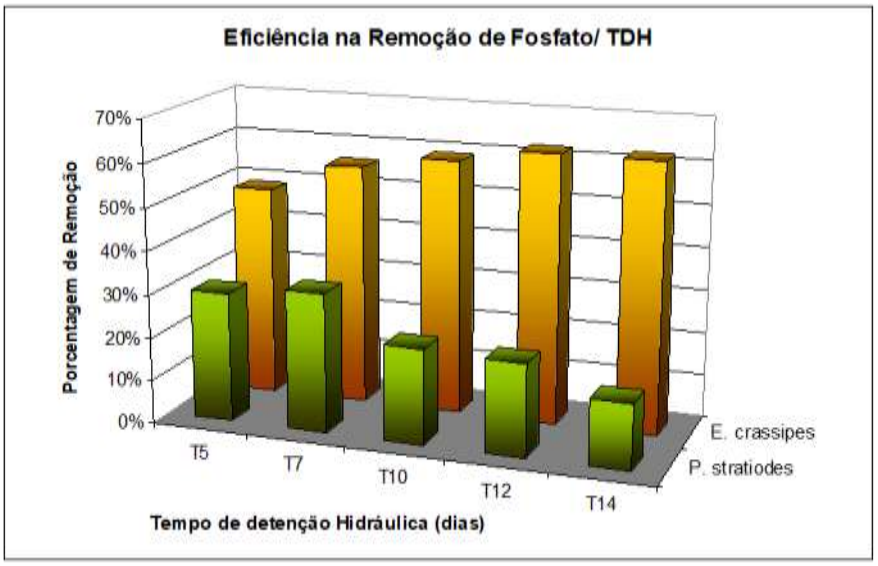


Figura 5: Influência do TDH sobre a eficiência na remoção de fosfato.

Esta figura mostra que, para *E. crassipes*, a eficiência na remoção de $P\text{-}PO_4^{3-}$ foi proporcional ao aumento do tempo de detenção hidráulica, apresentado sua maior eficiência entre os tempos de detenção hidráulica de 12 e 14 dias. Resultados similares foram encontrados por Reidel et al. (2005) para o pós tratamento do efluente proveniente da lagoa de polimento final de um frigorífico de abate de suínos e aves. Na situação citada, apuraram remoção máxima de 81% para um tempo de detenção hidráulica de dez dias.

Ao contrário de *E. crassipes*, *P. stratiotes* apresentou melhor eficiência com 7 dias de tempo de detenção hidráulica, a partir do qual percebeu-se redução na capacidade de eliminação do $P\text{-}PO_4^{3-}$, como pode ser observado na figura 5. Isto pode ser justificado devido à devolução do fósforo absorvido ao sistema, uma vez que quando os tecidos vegetais entram em senescência e

decomposição, os nutrientes presentes nestes tecidos são rapidamente transferidos para a coluna d'água, conforme Gentilini, (2007).

REMOÇÃO DE NITROGÊNIO

Em relação à remoção do nitrogênio, verificou-se que as espécies demonstraram um comportamento bastante parecido, em especial até T10, conforme como pode ser visto na figura 6, que exibe a concentração de $N\text{-}NO_3^{1-}$ em função do TDH. Entretanto, conforme pode ser visualizado na mesma figura 6, a aprtir do décimo dia, enquanto que a *E. crassipes* provoca reduções nos níveis de $N\text{-}NO_3^{1-}$ no efluente, a *P. stratiotes* gera aumento desses níveis. Avaliações posteriores parecem indicar que esse aumento está associado à saturação da capacidade de assimilação do nitrogênio e devolução do nitrogênio ao meio pela decomposição dos detritos vegetais no tanque.

Henri-Silva e Camargo (2005) estudando estas espécies, observaram que *E. crassipes* foi capaz de incorporar até 6 vezes mais nitrogênio em sua biomassa do que *P. stratiotes*, o que sugere que a maior remoção de nitrato observado no tratamento com *E. crassipes* nesse experimento possivelmente esteja relacionada sua maior capacidade de assimilação do nitrogênio.

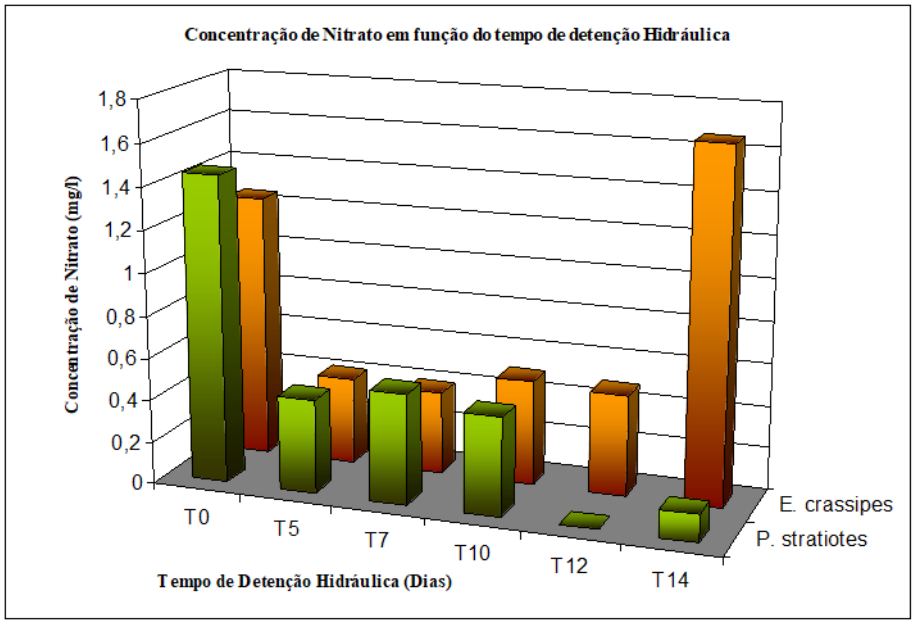


Figura 6: Influência do TDH sobre a concentração de nitrato no efluente final para cada macrófita analisada.

Os resultados dos experimentos desenvolvidos por Henri-Silva e Camargo (2005) mostraram que, ao final de seu experimento, o teor de nitrogênio em *P. stratiotes* não variou muito em relação ao início. De forma diferente, verificou-se nesse trabalho que, embora a concentração de nitrato no efluente do

tratamento com *P. stratiotes* seja levada, no TDH de 14 dias, a valores parecidos aos iniciais, sugerindo que o nitrato removido do sistema através de absorção retorne pela decomposição da biomassa devido à falência dos indivíduos, as duas plantas apresentaram comportamento similar até T10.

De forma semelhante ao observado neste estudo no tratamento com *E. crassipes* com 12 dias de detenção hidráulica, conforme pode ser observado nas figuras 7 e 8, Reidel et al. (2005) estudando estas espécies obtiveram 100% de remoção de nitrato no tempo de detenção de dez dias.

Ademais, estudos efetuados em regiões tropicais têm demonstrado que as macrófitas aquáticas desenvolvem-se ao longo de todo o ano, geralmente com um período de maior crescimento, ocorrendo mudanças no padrão de biomassa em função das taxas de crescimento. Assim, as variações nos estoques de nitrogênio e fósforo nessas plantas ocorre devido tanto às mudanças dos teores desses elementos nos tecidos da planta como também em função de alterações no estoque de biomassa, como observado por Pompêo (1999).

As considerações anteriores parecem explicar o perfil de assimilação de nitrogênio pelas espécies estudadas, pois enquanto uma, *E. crassipes*, estava em pleno desenvolvimento, a outra, *P. stratiotes,* estava em um contexto de grande stress, com decréscimo populacional. Assim, o TDH de 14 dias culmina no limite máximo de resistência de *P. stratiotes* nas condições do sistema, ocasionando no retorno das concentrações de nitrato próximas às anteriores ao tratamento com esta espécie.

De acordo com Esteves (1998), a produtividade das macrófitas aquáticas vai estar diretamente relacionada à quantidade de nutrientes disponível, a fatores climáticos e à intensidade luminosa que incide sobre elas. Embora tais fatores fossem amplamente favoráveis ao desenvolvimento de *E. crassipes*, para *P. stratiotes* a quantidade de nutrientes presente no esgoto tratado em nível secundário mostrou-se um fator limitante para o desenvolvimento desta espécie. Dessa forma, com um crescimento limitado, sua produtividade foi baixa, resultando assim num menor aproveitamento desses nutrientes pela planta, e consequentemente, numa menor absorção tanto de nitrogênio quanto de fósforo.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A *E. crassipes* apresenta melhor capacidade de adaptação às condições dos sistema proposto, frente a *P. stratiotes*, independente do tempo de detenção de hidráulico adotado.

A utilização de *E. crassipes* em sistemas de pós- tratamento mostrou-se mais eficiente que a *P. stratiotes* na remoção de $P\text{-}PO_4^{3-}$ e $N\text{-}NO_3^{1-}$, em especial com o aumento do tempo de detenção hidráulica.

Para o efluente tratado com *P. stratiotes*, o aumento do tempo de detenção hidráulico influenciou de forma negativa tanto a remoção do fósforo quanto do nitrogênio, tendo sido verificada perda da eficiência de remoção com o aumento do TDH.

Os melhores índices de redução das concentrações de $P\text{-}PO_4^{3-}$ e de $N\text{-}NO_3^{1-}$ foram obtidos para TDH entre 5 e 7 dias, no caso de tratamento terciário com emprego da *P. stratiotes*.

A grande produção de biomassa ocasionada pelo sistema requer um gerenciamento do resíduo gerado pelo excedente de biomassa que deve ser removido do sistema. Estudos relatam que há vantagens no aproveitamento desse material como adubo orgânico e na produção de ração animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. Ed. Washington, 1995.

2. BARRETO, C.O. Eficiência de Leito de Macrófitas como Unidade de Polimento de Efluente de Indústria de Aditivos para Ração. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2005.

3. BORSOI, Z.; CAMISÃO, M.L.; LANARI, N.; TORRES, S.; GOMES, S.M. Tratamento de Esgotos: Tecnologias Acessíveis. Informe Infra-Estrutura n. 16, novembro/97. 1997.

4. ESTEVES, F.A. (1998). Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 575p. Felde, K.von e Kunst, S. (1997). N- and COD- removal in vertical-flow systems. Wat.Sci.Tech., v.35, n.5, pp. 79-85. 1998.

5. FARIA, O.L.V.; KOERTZ, P.R.; SANTOS, M.S.; NUNES, W.A. Remoção de Fósforo de Efluentes da Parboilização de Arroz por Absorção Biológica Estimulada em Reator em Batelada Sequencial (RBS). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 26, n. 2, pag 309-317, 2006.

6. GENTILINI, A.L. Tratamento de Efluente de Piscicultura Orgânica Utilizando Macrófitas Aquáticas Eichhornia crassipes (Mart Solms) e Egeria densa (Planchon). Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Cascavel – PR, 2007.

7. HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M.: Interações ecológicas entre macrófitas aquáticas flutuantes. Hoehnea, N 32, Vol. 3, P. 445-452, 2005.

8. NAIME, R.; GARCIA, A.C. Utilização de Enraizadas no Tratamento de Efluentes Agroindustriais. Estudos tecnológicos - Vol. 1, n° 2, p.9-20 - jul/dez 2005.

9. ODUM, E.P. Ecologia. Rio de Janeiro: Editora Guanabara. 1988. 434 p.

10. OLIVEIRA, S.M.A.C.; SPERLING, M.V. Avaliação de 166 ETEs em Operação no País, Compreendendo Diversas Tecnologias. Parte 1 – Análise de Desempenho. Eng. sanit. ambient. Vol.10, Nº 4, P. 347-357, out/dez 2005.

11. POMPÊO, M.L.M.; MOSCHINI-CARLOS. Perspectivas da Limnologia no Brasil, São Luís: Gráfica e Editora União, 198 pg., 1999. Cap 7: POMPÊO, M. L. M. As Macrófitas Aquáticas em Reservatórios Tropicais: Aspectos Ecológicos e Propostas de Monitoramento e Manejo.

12. REIDEL, A.; DAMASCENO, S.; ZENATTI, D. C.; SAMPAIO, S. C.; FEIDEM, A.; QUEIROZ, M. M. F. Utilização de Efluente de Frigorífico, Tratado com Macrófita Aquática, no Cultivo de Tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG. Vol. 9, (Suplemento), p.181-185, 2005.

13. SOOKNAH, R.D.; WILKIE, A.C. Nutrient removal by floating aquatic macrophytes cultured in anaerobically digested flushed dairy manure wastewater. Ecological Engineering. N. 22, P. 27 – 42, 2004.

14. SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade de Minas Gerais, 2005. 452 p.

Capítulo 6

10.37423/220105279

OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Guilherme Rodrigues Gomes — *Universidade Federal de Campina Grande - campus Cajazeiras*

Nayanne Maria Gonçalves Leite — *Universidade Federal de Campina Grande/PROFÁGUA*

Millena Dayse Barbosa da Silva — *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba*

Antonio Rondinelly da Silva Pinheiro — *Universidade Federal de Campina Grande - campus Sumé*

Maria Isabel Ferreira dos Santos — *Universidade Federal de Pernambuco*

Resumo: O aumento do desmatamento, queimadas, poluição, agropecuária e urbanização, ocasiona a degradação de áreas, habitats e extingue espécies, desencadeando reações ao meio ambiente como as mudanças climáticas causadas pelo efeito estufa e aquecimento global, responsável por aumento de temperatura que influencia nos oceanos e sua biodiversidade, estações das chuvas, precipitações e desastres naturais, assim alteram as dinâmicas das regiões, como a redução do volume de chuvas em regiões semiáridas, as quais já são caracterizadas pelo o clima seco e com baixos índices pluviométricos. Dessa forma, tais mudanças climáticas podem transformar a região semiárida em árida, tornando-a mais seca e com dificuldade em manter a flora e fauna local. O presente artigo através de uma revisão sistemática busca solucionar a seguinte pergunta: "Quais as consequências das mudanças climáticas no Semiárido brasileiro?" por meio de pesquisas bibliográficas em artigos relacionados e que tentem responder tal questionamento, com a finalidade de identificar como tais alterações no clima modificam as perspectivas de uma região semiárida. Por meio de algumas etapas como a definição da pergunta de pesquisa, identificação da base de dados, definição de critérios de seleção, revisão e análise dos artigos e análises dos resultados, obtendo uma análise geral do tema. Foi obtido como resposta, que consequências assolam o meio ambiente e poderão prejudicar os seres vivos ali presentes, podendo citar: interferência no volume hídrico dos reservatórios de modo que também influenciam na sua composição química, alterando seu estado; previsões de maior intensidade dos impactos das alterações climáticas durante as próximas décadas, afetando a atividade agrícola e socioeconômica regional;

Palavras-chave: Seca. Meio Ambiente. Impactos.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais decorrentes do acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, dentre os quais se destacam o dióxido de carbono – CO2 , metano – CH4 e os óxidos nitrosos – NOx, representam um desafio sem precedentes para a humanidade. Tal característica se deve a dois fatores principais: pela velocidade com que se estão processando e por suas consequências para as atividades humanas, globalmente (NOBRE et al., 2011). Tais consequências estão relacionadas com os processos de urbanização, industrialização e degradação ambiental (COSTA et al., 2018).

Estudos detalhados sobre o clima do passado conduzidos nos polos indicam que as alterações dos gases de efeito estufa têm sido intensificadas. Isto tem contribuído para agravar as mudanças climáticas globais. O dióxido de carbono é adicionado à atmosfera pela queima de combustíveis fósseis e desmatamento, e removido pela utilização dos ecossistemas e oceanos. O metano, incrementando na atmosfera na taxa de 0,8% ao ano nos últimos 20 anos, é produzido pela queima do carvão, campos de arroz irrigado, criação de gado, e naturalmente em áreas de pântanos (MORAES, 2011).

Em 1988, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente Sinais de mudanças climáticas globais e regionais, projeções para o século XXI e as tendências observadas no Rio Grande do Sul: uma revisão (PNUMA) criaram um Fórum (Painel) para tratar das mudanças climáticas, o IPCC (Sigla em inglês de Intergovernmental Panel on Climate Change). Desde então, o IPCC vem divulgando relatórios científicos (em intervalo aproximado de seis anos) integrando resultados de pesquisas realizadas globalmente, que tem demonstrado o aquecimento do sistema climático do Planeta Terra e também têm mostrado fortes indicadores de mudanças nos extremos climáticos em diversos continentes, com grandes impactos econômicos e sociais (BERLATO & CORDEIRO, 2018).

Dessa forma, como consequência da instabilidade climática que vem ocorrendo no Brasil, muitas espécies animais poderão ser extintas e tufões e maremotos poderão ocorrer com mais frequência, além da alternância de enchentes e estiagens. De acordo com Marengo e Soares (2003), as recentes mudanças climáticas, em especialmente o aumento

da temperatura, já estão afetando sistemas físicos (hidrologia, recursos hídricos) e biológicos (ecossistemas, saúde humana, cidades, indústrias) e estarão afetando mais durantes as próximas décadas (MORAES, 2011).

O Semiárido brasileiro, por apresentar elevadas taxas de evaporação, temperaturas altas durante os meses mais quentes, regime de chuva escassa e acentuada irregularidade espaço-temporal desta, além de longos períodos de estiagem (BARBOSA et al., 2017), sofre de maneira mais intensa os efeitos das mudanças climáticas (PIMENTA, 2020). Também conhecido como o polígono das secas, tem grandes problemas de falta de água e irregularidades nas chuvas, dificultando ainda mais o desenvolvimento das atividades agropecuárias, atividade esta que é mais utilizada na região, tornando mais intensos e nocivos os efeitos sociais. Abrangendo quase todo o território Nordestino, está sujeito a diminuição de precipitação em 20% e aumento da temperatura em 1° C, tornando-se mais vulnerável às alterações do clima (LACERDA et al., 2016).

Diante disso, o presente trabalho objetiva realizar um estudo, através de uma revisão sistemática, utilizando produções científicas avaliadas e selecionadas frente a vários critérios de inclusão e exclusão, levando em conta principalmente sua relevância sobre o assunto. Com base na seguinte pergunta: “Quais as consequências das mudanças climáticas para o Semiárido brasileiro?”.

METODOLOGIA

A revisão sistemática é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema, disponibilizando um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, utilizando métodos sistematizados de busca, sendo bastante úteis para integrar informação de estudos realizados sobre alguma intervenção, deixando claro os resultados obtidos, que ao viabilizarem, de forma clara e explícita, um resumo de todos os estudos sobre determinada intervenção, as revisões sistemáticas nos permitem incorporar um espectro maior de resultados relevantes, ao invés de limitar as nossas conclusões à leitura de somente alguns artigos. (SAMPAIO & MANCINI, 2007).

A revisão sistemática é baseada na formulação de seu questionamento, pois é a partir da adequada formulação da pergunta que as estratégias, para seleção de estudos e dados necessários, serão formuladas para atender as etapas da revisão, caracterizadas por: definição da pergunta de pesquisa, identificação da base de dados, critérios para a seleção e fazer uma revisão e análise dos artigos (CORDEIRO et al., 2007). Como apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma metodológico

DEFINIÇÃO DA PERGUNTA DE PESQUISA:

Para atender ao tema proposto de modo que evidencie acontecimentos previstos, realce a verdadeira questão referente ao artigo e atenda a estrutura da metodologia, foi acordado que a pergunta do estudo deveria ser: “Quais as consequências das mudanças climáticas para o Semiárido brasileiro?”, onde a partir dela foi feita a revisão na literatura buscando atender as expectativas do quesito. 3

IDENTIFICAÇÃO DA BASE DE DADOS:

Na identificação foi realizada uma busca por estudos que atendam aos requisitos, para isso, é feito pesquisas em plataformas online utilizando filtros e indicadores booleanos que auxiliem na procura. Dessa forma, foram utilizadas plataformas de busca, como Capes Periódicos, Scielo e Google Acadêmico, filtrando o período de publicação entre os anos de 2016 a 2021, utilizando os indicadores

"and" e "or" e idioma português com as palavras chaves relacionadas ao tema: Mudanças climáticas; Semiárido; Caatinga; Consequências; Seca. Fazendo as seguintes pesquisas:

- Pesquisa 1: Mudanças climáticas; Semiárido.
- Pesquisa 2: Mudanças climáticas; Caatinga.
- Pesquisa 3: Mudanças climáticas; Seca; Semiárido.
- Pesquisa 4: Mudanças climáticas; Consequências; Semiárido.

As quais foram feitas em maio de 2021 e arquivadas no Google Documentos.

DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS TRABALHOS:

Nessa seção foi realizada a seleção dos estudos utilizados para a revisão sistemática, analisando-os através da leitura de seus resumos e usando critérios de exclusão para selecionar os artigos que atenda o consenso dos pesquisadores excluindo estudos considerados irrelevantes para o tema e para a pergunta de pesquisa como pode ser observado na Tabela 1. A análise da pesquisa foi baseada em padrões estabelecidos e dados extraídos para requisitos de verificação.

Tabela 1 - Critérios de Exclusão.

CRITÉRIOS	MOTIVO DA EXCLUSÃO
Não responder a pergunta de pesquisa	Não ser relevante a revisão sistemática
Não está relacionado ao Semiárido	Ser muito abrangente ou a outra região
Restrito	Não conter conteúdo suficiente
Perda de foco do tema	Ser direcionado a outro assunto

Após a exclusão dos artigos irrelevantes, de acordo com a seleção feita pelos critérios, os selecionados foram novamente estudados para que fosse retirado as informações importantes para o resumo dos estudos e para responder a pergunta de pesquisa.

REVISÃO E ANÁLISE DOS ARTIGOS

- Artigo 1: "Mudanças nas características da água decorrente da seca prolongada em reservatórios do semiárido brasileiro" publicado no II Congresso da Diversidade do Semiárido por Barbosa; Mendes e

Lucena Barbosa (2017), apresenta uma comparação entre os anos de 2009 a 2016 dos níveis quantitativos e qualitativos de águas de dois reservatórios da Paraíba, apontando o evento climático El Nino como o causador das secas intensas e da diminuição dos níveis dos reservatórios, havendo uma diminuição significativa correspondente a 81,4% de sua capacidade total no açude Epitácio Pessoa e de 72,2% na represa do Camalaú, consequentemente aumentando a quantidade de fósforo e permanecendo estável a parcela da clorofila. Dessa forma, concluiu-se que a redução do volume dos reservatórios como consequência da seca prolongada causada pelas mudanças climáticas, aumentou de forma gradativa as concentrações de fósforo total no sistema, sendo um fator climático que contribui para o enriquecimento das águas.

● Artigo 2: "Mudanças climáticas e seca no Brasil: uma análise espacial integrada a partir de modelos IEGC e monitoramento climático no Semiárido brasileiro" é uma dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em economia do departamento de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, desenvolvida por Pimenta (2020), esta apresenta as consequências das mudanças climáticas no Semiárido brasileiro, levando em consideração suas condições climáticas já existentes, prevendo frente a dados, os possíveis acontecimentos da localidade, usando como exemplo às temperaturas resultantes do processo climático, a qualidade do solo, regime de chuvas e produção agrícola. Utilizando o Índice Integrado de Secas e o Índice de Saúde da Vegetação, para projeções futuras. Dessa maneira, foi concluído que durante o decorrer do século, devido a condições climáticas, em específico 2040 e 2070, respectivamente, haverá secas extremas e excepcionais, que conforme apresenta tal artigo, afetará todo o Semiárido brasileiro, em especial a atividade agrícola e socioeconômica, variando sua proporção por sub-região.

● Artigo 3: "Tendência do clima do semiárido frente às perspectivas de mudanças climáticas globais; o caso de Araripina, Pernambuco" publicado na Revista do Departamento de Geografia da USP por Lacerda et al. (2016), este artigo apresenta os resultados de um estudo no Semiárido pernambucano, que utilizou séries temporais diárias de temperatura e precipitação dos últimos 40 anos, bem como cenários futuros de mudanças climáticas de 2010 a 2050. Utilizando tendências de mudanças climáticas, resultados de balanço hídrico e saídas do modelo atmosférico regional aninhado ETA, manuseando dos modelos climáticos HadCM3 e BESM. Dessa forma, o presente artigo infere, utilizando o CO2 como formador de tais condições futuras, que o ar da cidade estudada, Araripina-PE, têm tendência a aumentar de temperatura, essas propensões indicaram aridização, aumentando a temperatura máxima e diminuindo a temperatura mínima anual, foram constatadas diminuição da

precipitação total, diminuição da umidade do solo e aumento da evapotranspiração nas décadas de 1950-60 a 2010 e sendo projetado para o futuro um aquecimento de 1,96°C/século e 0,26°C/década.

● Artigo 4: "Reflexões sobre os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade da caatinga" publicado por Dos Santos et al. (2016) no Diversitas Journal, fala sobre a biodiversidade da Caatinga, destacando suas espécies endêmicas, não nativas, fatores climáticos e impactos antropólogos sobre ela, apresentando também as mudanças climáticas e como ela afeta a região. Assim foi possível concluir que devido a fatores já existentes, causados pelas atitudes humanas, frente a pressão climática, aumenta a dificuldade de se manter o equilíbrio fértio do solo, das temperaturas e das poucas e mal distribuídas chuvas e fontes d'água, tornando a zona Semiárida em totalmente árida.

● Artigo 5: "Mudanças climáticas e impactos nos municípios do Semiárido Nordestino: análise de indicadores socioeconômicos associados à um índice de vulnerabilidade à seca", artigo publicado no segundo congresso internacional de diversidade do Semiárido por Pinto; Araújo e Coelho Junior (2017), apresentou um estudo sobre um impacto das mudanças climáticas nos municípios do Semiárido brasileiro, evidenciando as áreas mais vulneráveis no intuito de subsidiar a adoção de políticas públicas que possam amenizar os seus impactos, utilizando também indicadores socioeconômicos com o índice de vulnerabilidades climática e seus dados coletados em INPE e IBGE para o mapeamento de municípios mais e menos vulneráveis. De acordo com o exposto, as mudanças climáticas afetam também fatores sociais, no mapeamento feito, observou-se que cidades com muito baixa vulnerabilidade a essas mudanças, são muito maiores, em relação a quantidade de cidadãos, que as com muito alta vulnerabilidade.

● Artigo 6: " Análise das atividades de combate e mitigação das mudanças climáticas e efeito estufa no Nordeste do Brasil " capítulo 11 de Reflexões sobre o semiárido: obra do encontro do pensamento geográfico publicado em 2017 publicada por Arruda et al. (2017), tal artigo trata das mudanças climáticas na busca por apresentar suas devidas causas e consequências de modo que apresenta soluções comprovadas e viáveis, especificando o Nordeste por ser um local semiárido e que comprovadamente sofre e sofrerá de maneira mais intensa as mudanças do clima. Assim, foi apontado na produção, que devido a evapotranspiração da água e altas temperaturas, decorrentes das mudanças climáticas, ocasionaram a distribuição irregular das chuvas e possíveis mazelas sociais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Diante das análises apresentadas anteriormente, observa-se quais estudos e soluções são mais viáveis, atendem e respondem melhor a pergunta motivadora: “Quais as consequências das mudanças climáticas no Semiárido Brasileiro? “.

Em quase todos os artigos analisados, períodos de seca mais intensa, comum na região Semiárida já se caracteriza por pouca promoção de chuvas e desertificação, foi apontada como principal consequência.

No artigo 1, na redução do volume de reservatórios da Paraíba, causado pela diminuição da quantidade de chuvas, foi considerado consequência das mudanças climáticas, utilizando análises de anos anteriores para tal conclusão.

O artigo 2 apresentou que tais mudanças no clima afetam e efetarão gradativamente atividades agrícolas e socioeconômicas no Semiárido, causadas pelas secas extremas.

No artigo 3 foi inferido que tais alterações climáticas causam aumento da temperatura, aridização, diminuição da precipitação e da umidade do solo e o aumento da evapotranspiração no Semiárido.

O artigo 4, que foi estudado com base na Caatinga, a qual predomina no Semiárido Nordestino, apresenta que tais eventos alteram a fertilidade do solo, causa erosão, altas temperaturas e poucas chuvas, tornando a região mais árida.

No artigo 5, foi discutido que o aumento da população nas cidades, causam diminuição das vulnerabilidades do município em relação às mudanças do clima, estando mais expostas a eventos violentos.

O último artigo, o 6, apontou que devido a consequências das mudanças do clima, como a evapotranspiração da água e altas temperaturas tem uma diminuição da quantidade de chuvas e maior nível de aridez.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da revisão sistemática foi possível observar os diversas casos de como as mudanças climáticas influenciam no Semiárido brasileiro, mudanças causadas pela poluição e degradação ambiental que interferem radicalmente no clima causando uma série de desastres naturais em especial no Semiárido,

que já apresenta baixos índices pluviométricos naturalmente, causando um maior impacto como apresentadas nos artigos discutidos anteriormente.

Assim, verifica-se diversas consequências das mudanças climáticas no Semiárido: redução dos reservatórios, inviabilizar as atividades agrícolas e socioeconômicas, aumento de temperatura, aridização, diminuição de precipitação e da umidade, aumento da evapotranspiração, erosão e exposição a eventos violentos. Dado o exposto, necessita-se de maior atenção com as questões climáticas globais, para que evite maiores problemas globais e regionais para com a população, fauna e flora local.

REFERÊNCIAS

Arruda[1], M. B. M. et al. (2017). Análise das atividades de combate e mitigação das mudanças climáticas e efeito estufa no nordeste do Brasil. Reflexões sobre o semiárido: obra do encontro do pensamento geográfico. Capítulo 11 (pp.99-103). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jadson-Silva2/publication/319272201_Analise_das_atividades_de_combate_e_mitigacao_das_mudancas_climaticas_e_efeito_estufa_no_Nordeste_do_Brasil/links/599fa0dda6fdccf5941f8d17/Analise-das-atividades-de-combate-e-mitigacao-das-mudancas-climaticas-e-efeito-estufa-no-Nordeste-do-Brasil.pdf.

Barbosa, V. V.; Mendes, C. F.; De Lucena Barbosa, J. E.. (2017). Mudanças nas características da água decorrente da seca prolongada em reservatórios do Semiárido brasileiro. II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Disponível em:

http://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD1_SA5_ID1954_02102017232111.pdf.

Berlato, M. A.; Cordeiro, A. P. A. (2018). Sinais de mudanças climáticas globais e regionais, projeções para o século XXI e as tendências observadas no Rio Grande do Sul: uma revisão. Agrometeoros, v. 25, n. 2. Disponível em: https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/25884.

Costa, B. S.; Diz, J. B. M.; De Oliveira, M. L.. (2018). Cultura de consumismo e geração de resíduos. Revista Brasileira de Estudos Políticos. Disponível em:

https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbep/article/view/17607.

Dos Santos, A. M. A. et al. (2016). Reflexões sobre os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade da caatinga. Diversitas Journal, v. 1, n. 1, p. 113-118. Disponível em: https://periodicos.ifal.edu.br/diversitas_journal/article/view/218.

Lacerda, F. F.; Nobre, P.; Sobral, M. do C. M.; Lopes, G. M. B.; Assad, E. D. (2016). Tendência do clima do Semiárido frente às perspectivas das mudanças climáticas globais; o caso de Araripina, Pernambuco. Revista do Departamento de Geografia, v. 31, p. 132-141. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/114843.

Marengo, J.A.; Soares, W.R. (2003). Impacto das mudanças climáticas no Brasil e possíveis futuros cenários climáticos: síntese do terceiro relatório do IPCC. In: TUCCI, C.E.M.; BRAGA, B. (Ed.). Clima e recursos hídricos no Brasil. Porto Alegre: ABRH,. p.209-242. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Mudan%C3%A7a%20de%20clima%20Brasil-IPCC_2001_2.pdf.

Moraes, W. B. (2011). Potenciais impactos das mudanças climáticas globais sobre a agricultura. Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas, v. 5, n. 2. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Cecilio/publication/268380529_Potenciais_impactos_das_mudancas_climaticas_globais_sobre_a_agricultura/links/54b98f3c0cf253b50e2a983d/Potenciais-impactos-das-mudancas-climaticas-globais-sobre-a-agricultura.pdf.

Nobre, P. et al. (2011) Mudanças climáticas e desertificação: os desafios para o Estado Brasileiro. Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA-PB, p. 25-36. Disponível em:

Pinto, P. A. L. de A.; Araújo, F. M. da C. S.; Coelho Junior, L. M.. (2017). Mudanças Climáticas e impactos nos municípios do Semiárido Nordestino: análise de indicadores socioeconômicos associados a um índice de vulnerabilidade à seca. II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Disponível em:

http://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD1_SA4_ID1806_02102017190931.pdf.

Pimenta, B. P. P.. (2020). Mudanças climáticas e secas no Brasil: uma análise espacial integrada a partir de modelos IEGC e monitoramento climático no semiárido brasileiro. Dissertação. Apresentada ao programa de Pós-graduação em economia do departamento de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. Digital Library: Theses and Dissertations. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12138/tde-15102020-101650/en.php.

Sampaio, R. F.; Mancini, M. C.. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. Brazilian Journal of Physical Therapy, v. 11, n. 1, p. 83-89. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbfis/a/79nG9Vk3syHhnSgY7VsB6jG/?lang=pt&format=htm

Capítulo 7

10.37423/220105280

ENVIRONMENTAL EDUCATION: THE ROAD TO SUSTAINABILITY

Joziane Mendes do Nascimento

Instituto de Pós-Graduação

Tainá Pellegrino Martins

Observatório Urbano Estado do Rio de Janeiro/UERJ

Josimar Ribeiro de Almeida

Observatório Urbano Estado do Rio de Janeiro/UERJ

Resumo: Tendo em vista a gravidade dos problemas ambientais que ameaçam a espécie humana no planeta, a necessidade de sustentabilidade é um dos imperativos da atualidade. Seu alcance constitui-se um desafio de todos e um dever do Estado, que através de políticas públicas, vem buscando desenvolver a consciência ecológica e a mudança de postura dos cidadãos diante dos recursos naturais existentes. Muitos são os projetos sócios ambientais existentes no país que tem a finalidade de melhorar a relação homem e natureza. Resta saber até que ponto os mesmos contribuem para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento social dos envolvidos. Nesse contexto, a presente pesquisa constatou que a Oficina Bairro Beleza, do Projeto Jovem Cidadão realizada pelo do Governo do Estado do Amazonas, tem se demonstrado eficiente. A Oficina apresenta-se como ferramenta no combate a degradação ambiental, por isso mesmo, merece uma melhor atenção e investimento do poder público.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Meio Ambiente; Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUCTION

Environmental education can be considered a key presupposed for the preservation of the environment and to develop a more responsible society. However, it can not achieve the desired sustainable development without considering man as the agent of transformation.

The scenario of environmental degradation such as water contamination, the large volume of waste generation, air pollution and global warming, highlights the seriousness of the problem and the size of the challenge which we all have to face to resolve such damage. Also, it was considering their international scopes, since environmental degradation does not obey geographical boundaries, such problems become even more relevant and troubling.

Given this context of pollution, we can not remain indifferent, on the contrary, there is an urgent need for engagement in combating environmental problems through environmental education that awakens an ecological conscience able to promote community development, creating conditions for the preservation of environment, sustainable development and improved quality of life.

And to begin this process, public policy, and social and environmental education projects are presented as an excellent alternative. It is already known that across the country, many studies of this nature have been developed in various nuclei of society.

Therefore, this research brings the discussion to reflect on the efficiency of these socio-environmental projects to change the current framework of environmental imbalance, taking as a case study of reusable materials “Bairro Beleza” Workshop, the “Jovem Cidadão” Project of the Government of the State of Amazonas.

The research was conducted between April and August, 2011, in fifteen public schools from State system located in six urban areas of Manaus. During the study, were interviewed by means of a form, students from ages twelve to fifteen years, as well as the instructors responsible for conducting the workshop through another form.

Among the aims of the research was sought, mainly, to evaluate the contributions of the workshop of environmental reuse for the environmental preservation and social development of students. And the specific aims, check the environmental awareness in students, to identify sustainable practices performed during participation in the workshop, identify changes in the behavior and attitude of the students after their participation in the activity, diagnose difficulties in conducting the workshop and check the professional qualifications of the staff involved in making the same.

The relevance of the study confirms the importance of environmental education as an agent of transformation of human, the community and the environment. Its consolidation is fundamental to preserving the ecosystem condition, and soon, to ensure the survival of the human species on this planet since, according to Telles (2004, p.37) "the use of nature for the benefit of human needs, is a existential imperative that dominates all forms of life, a determinism that threatens the livelihood of other species".

This present research is structured in the form of a scientific paper, containing eminent summary and introduction, that with a dissertative approach distributes seven topics, allowing the reader to conclude that the need to implement more social and environmental projects in the sense of changing the framework of ecological degradation experienced by society, and also to show that education is the most effective tool for that man, through a participatory process, is set as an agent of that change process.

IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The importance of environmental education has been recognized by the most experienced experts in the subject concerned from the understanding that his absence is a cause of degradation is perceived.

Education can be seen as the great hope for the world change. However, education is not an isolated process. It is a participatory process between educated and educating, being necessary to share with others the knowledge, experience and impression. And in this learning process, according to Telles (2004, p.70) "is required the interaction between the learner and the instructor, and that learning occurs in a totalizing way, it is necessary that the object of learning is known and comprehended by educated and it usually happens when he experiences and interacts with the object". Nevertheless, in a context which the environment is the object of study, we suggest that when the interaction between student and this medium occurs, the assimilation of knowledge becomes more effective.

As Pedrini (1997, p.268) "Environmental education is an individual and collective process." Already pacified between environmentalists and educators is essential that a great effort to arouse interest for individuals with the balance of the planet. And it's not big news to say that the school has an extremely important role in this fight.

The applicability of this long awaited education, however, is no simple task, because its implementation requires well qualified and committed professionals and their target audience is

usually the result of a generation devoid of ecological awareness. His practice is too complex and, once the economic model adopted revolves around exacerbated consumerism and enrichment at any price.

Environmental education should be developed in order to produce changes first in man, including his own conduct, in order to protect the natural assets. Because preserve the ecosystem is to preserve life, because all the natural resources that man needs stemming from it. As Barbieri (2007, p.8) says "natural resources are primary or unique assets and services that everyone else depends".

Given the lack of perception of human in relation to environmental issues, many movements have emerged in the past, rising the environmental debate. Among them, the Stockholm Conference, held in Sweden in 1972. At that time 19 countries have signed the UN Declaration on the Human Environment, whose principle 19 says:

> "It is an indispensable work of education on environmental issues, aimed at both the young generations, as adults, to pay due attention to the less privileged sectors, to lay the foundations of a well-informed public opinion and responsible conduct of individuals, companies and communities, inspired by the sense of responsibility relating to the protection and improvement of the environment in all its human dimension".

In 1975, the Belgrade Charter, came to establish goals and objectives to structure a program of environmental education at different levels, it declares that the goal of environmental education should be to develop a conscious and concerned global population with the environment, to act individually and collectively to find solutions to current problems and to prevent new problems. This goal seems to have more and more sense, considering so many environmental disasters that happen in all parts of the world.

The Declaration of the Tbilisi Conference, held in 1977, describes that environmental education should address both the formal and informal education to people of all ages. And also, awakening the individual to actively participate in solving environmental problems of their daily lives. This recommendation is shown, since the eighties, the need to include men in this transformation process of conduct facing ecological issues.

More and more, we realize that local action can actually generate a global impact, as these problems have a global dimension. Therefore, ecological awareness must be performed holistically, participation is required of all: government, business, family, school and society so that everyone take a new conduct faced on the risks that threaten the nature.

There are currently several environmental education projects being conducted throughout the country in order to combat the culture of consumerism and pollution that was rooted from generation to generation and to press the government, which in many places is still silent on this context. However, public policies developed for these purposes are scarce, although emergency and demand for preservation is much greater than the supply of environmental education. It is necessary the intervention of the government, since "the failure of environmental policies due in large part to the inability of their governments to set priorities for the various problems and interventions" (ALMEIDA, 2009, p.2).

Therefore, the State must exercise its role as representative of the collective interests through the instruments of their public policy, seeking to offer the citizen access to environmental quality education as a right already established by the Constitution of the country itself, as the art.225, § 1, VI, which declaring as one duties of the government to promote environmental education at all levels of education and public awareness of the preservation of the environment.

Everything must be done in order to attain sustainable development, which can be understood as development that respects the limits of nature and allows future generations to also progress. And among its many challenges, highlights the need to link economic development with environmental preservation. We know that this development will only be possible, since we regain the lost time and this race may not start for another starting point, but through environmental education, since it has been placed as one of the pillars for the realization of a sustainable model.

IDENTIFICATION, PURPOSE AND HISTORY OF THE "JOVEM CIDADÃO" PROJECT AND "BAIRRO BELEZA" WORKSHOP

The "Jovem Cidadão" Project created in 2007, and conducted by the Government of the State of Amazonas, is a violence prevention strategy that offers teens and youth activities after school, such as integrated art, culture, education, sport, leisure and qualification professional.

The project is coordinated by the Department of State and Social Care-SEAS and with the participation of several government agencies for their performance, benefiting 93.114 million students 12-20 years of 138 public schools in Manaus and other 75 municipalities of Manacapuru , Maués, Parintins, Tefé, Benjamin Constant, Atalaia do Norte, Itacoatiara and Tabatinga. How many districts are included, and how many students participate and how many people are employed?

The partner government agencies of the State Government acting in the execution of the “Jovem Cidadão” Project are the Secretary of State for Culture-SEC, the State and Youth Department, Sport and Leisure- SEJEL, which serving students aged twelve to fifteen years, and Educational and Technological Amazon Center - CETAM that caters to the age group of sixteen to twenty years.

The SEC offers workshops to students of the environment, theater, dance, music and musical instruments, photography, cinema, visual arts, and digitizing rare books and CETAM enables various types of vocational courses, both methods work on two weekly meetings, while the SEJEL offers sports activities in its various practices operates three times a week. Thus, the student is in school full time, because when he is not participating in the activities offered by the SEC and the CETAM, will be inserted in the sporting activities provided by SEJEL.

The main objective of the Project is to reduce the exposure of young adolescents to violent situations, and thereby contribute to the development of their potential. To achieve this, the project aims to raise school attendance and student achievement and participation in school activities responsible. The student adherence to the project is free and voluntary. And the State Government scholarship grants for money for those who intend to participate in the amount of $ 30.00 reais for families with a part of the project and $ 50.00 reais for families with two or more children. However, to receive the scholarship, the student must earn a minimum rate of 75%, both in school and in the project and approval at the end of each series.

The research explored the exposed workshop environment called “Bairro Beleza”, which is a recreational activity that promotes a participatory process, where the educated takes on the role of central element of the teaching and learning process required, working actively in the diagnosis of environmental problems and finding solutions. The workshop is conducted in 48 public schools in the state education system, covering the six urban areas of the city, with an average of approximately 42 thousand students of age group 12-15 years and is coordinated by the SEC.

The workshop aims to raise environmental awareness of the students about the importance of the contribution of each in sustainable development by promoting the interaction between education and environmental preservation with the use of recyclable materials. It also seeks to develop lines of learning leading to a harmonious relationship with the school environment and the environment, causing the student to have a critical analysis of what has caused the destruction of natural resources and various species.

The activities developed by the “Bairro Beleza” Workshop is practical classes with the use of alternative and used materials, lectures, cleaning and cultivating gardens and flower beds maintained in schools, planting seedlings, distributing baskets selective collection hits on environmental spaces such as zoos, reserves, parks, squares and institutes, ornamentation and decoration of the school environment during Environment Week and the Christmas month, conducting educational acts using distribution of pamphlets, brochures and posters and participation in exhibitions and existing cultural moments in school . During practical classes students use as pet bottle waste, newspapers, magazines, cans and cardboard are recycled and made into utensils and decorative objects. Thus “Bairro Beleza” acts in preserving the environment in a fun way, turning "Garbage in Art".

In addition, throughout the year, students work in various outdoor activities, including participation in government campaigns, cultural performances as Amazonas Film Festival in events like holidays and Christmas Concert, now having also participated in recordings for programs national television as the “Caldeirão do Huck”.

METHODOLOGY

The survey was conducted with the use of methods, and as Marconi and Lakatos (2002) points out, the method is a set of systematic and rational activities more safely and economy will achieve the goal, tracing the path to be followed by detecting errors and helping at decisions of the scientist.

Regarding the nature search characterized qualitative because sought to evaluate the benefits of the activity of environmental reuse the “Jovem Cidadão” Project to both the environment and for the individual. According to Gonsalves (2003), qualitative research is concerned with understanding and the interpretation of the phenomenon, considering the meaning that others give to their practices, which requires the researcher to a hermeneutic approach.

As for research purposes was characterized as exploratory, since at first sought to become familiar with the problem and finding information. As Gil (2010, p. 27), exploratory research aims to provide greater awareness of the problem in order to make it more explicit or build hypotheses.

As for the type, the research was characterized as research literature, documentary character and field. Bibliographic needed because systematic theoretical foundation based on material already published as books, journals, and electronic network, not limited to the single copy of ideas and opinions, but having the particularity research in locus, analysis and interpretation of the facts. And according to Vergara (2005, p. 48), the literature is a study developed based on materials published in

books, magazines, newspapers, electronic network, i.e. material accessible to the general public. Documentary, as electronic documents and files that provided information on the "Jovem Cidadão" Project and Environmental Reuse Workshop, thus giving a better understanding for the comprehension to work on project-related schools were used. According to Gil (2010, p. 31), is considered the source document when the material consulted is internal to the organization . Also characterized as field research, because data in schools where activities are performed were collected. And according to Vergara (2005, p. 48), field research consists on empirical investigations conducted at the site where it occurs or has occurred or a fact or phenomenon has explanatory material, including interviews, questionnaires, testing and participative observations or not.

The research population comprised the workshop of Environmental Reuse and "Jovem Cidadão" Project. According to Gonsalves (2003, p. 67) the population comprised where a study of a particular case, a meaningful unit, considered enough for the analysis of a phenomenon will take place. And the sample consisted of thirty per cent of schools engaged in the workshops. A total of forty-eight schools, within fifteen schools were visited in six urban areas of Manaus. In each school were interviewed thirty percent of the students present at the interview, which corresponded to a total of 71 students interviewed during the survey. During visits also thirteen instructors of the workshop were interviewed. The sample, as Marconi and Lakatos (2002) is a representative part of the population.

Data collection and the interview form were used as instruments. We developed two forms, one directed to professionals in the environmental workshop with five closed and two open questions and other questions directed to students with four closed questions and three open questions. Both were filled with the help of interviews, which were conducted by the author of this research. Based on Cervo, Bervian and Da Silva (2011, p.51-53), form is an informal list, for the collection of data derived either from observations or questions, and its filling is made by the investigator himself, and the interview is a directed to a defined target whereby a party collects, by means of interrogation data for the search conversation.

SEARCH RESULTS WITH STUDENTS FROM "BAIRRO BELEZA" WORKSHOP

During the development of the survey, respondents were seventy-one students who provided important information on various aspects. The contact with them allowed to realize that for many, the project provides an opportunity for citizenship and social inclusion, and more than that, it also represents the possibility of influencing and changing the reality of the context in which they are

inserted. The contribution of the workshop for the environment and the social development of those involved have been confirmed and will be reported in the next topics.

REASONS FOR THE PARTICIPATION IN THE WORKSHOP

When asked about the main reason that influenced to participate in the environment reuse "Bairro Beleza" workshop, it was observed that the interest in learning emerges as the main reason, correspond 54%. Is possible to perceive in many, the joy of having the opportunity to be part of the project, leaving the idle hand, developing skills, expanding the circle of friends in a dynamic way without paying anything for it and may even receive a scholarship that helps us costs with pleasure.

Table 1. Motif that led the students to participate in the Workshop

Answer	Amount	Percentage
Interest in learning	38	54%
Idle time	10	14%
Curiosity	9	13%
Interest in developing skill	7	10%
Need to expand the cycle of friendship/ interaction/ fun	6	8%
Other	1	1%
Total	**71**	**100%**

Source: Data produced by the survey (2011)

THE OCCUPATION BEFORE THE PARTICIPATION IN THE WORKSHOP

It was found that before attending the workshop, students occupied the time in many different forms, and 44% reported that they did helping with household chores and 18% who said that once occupied the time attending courses.

It was curious to note that the courses in which these 18% participated correspond to other types of activity offered by the "Jovem Cidadão" Project. At the time of the conversation the students justified the exchange of course saying that decided to migrate to reuse environmental "Bairro Beleza" workshop by affinity issues.

All demonstrated satisfaction in being able to occupy their time more fun and interesting way. This finding demonstrates the importance of implementing more projects of this nature throughout the

country, as well as greater coverage of public policies in this regard, it seems the need to involve adolescents and youth in the teaching-learning process.

Table 2. Occupation of students before attending theBairro Beleza Workshop

Answer	Amount	Percentage
Helped with household chores	31	44%
Watched TV	13	18%
Participated in course(s)	13	18%
Slept	6	9%
Played at home	4	6%
Played sports	3	4%
Played on the street	1	1%
Total	**71**	**100%**

Source: Data produced by the survey (2011)

STUDENT LEARNING IN RELATION TO THE ENVIRONMENT

We seek to raise what the students have learned in relation to the environment and occasion, all showed some type of knowledge acquired. Among the various answers, we highlight the learning reusing waste, which previously were discarded and turning them into useful objects and awareness to preserve the environment, not committing wrong acts such as littering and rivers. It was found in some students concern for the preservation and planting of tree seedlings, with the availability of teaching others to preserve and maintain the clean environment. There were some who recognized that before participating in the project committed no ecological acts such as littering. Others have shown concern about the need for preservation, emphasizing the dependence of man in relation to nature and its fruits.

SUGGESTIONS FROM STUDENTS TO BETTER PERFORMING ACTIVITIES

During the interviews , students had the opportunity to make suggestions for better progress of the workshop activities, among which we highlight the need for greater availability of consumables by the State Government, as sometimes students are idle or are driven to perform other work, due to lack of equipment necessary to the ongoing activities. The second most recurrent suggestion is related to the need for a more appropriate place for carrying out the activities: a room with refrigeration, decoration,

space, tables, chairs and sufficient to meet the demand of student's cabinets, since virtually none of the schools has a room with these characteristics. There are complaints about the noise, space, heat, considering that in almost all schools and centers visited, the space provided for the "Bairro Beleza" is usually the hallway or the cafeteria. There are factors that in one way or another affect the quality of learning. There was also a portion of respondents, not exceeding 5 %, which stated that everything is great and they had no suggestions to offer.

It was noticed that there are many structural setbacks to be overcome, so that the suggestions are met and that the conditions for carrying out the activity become more favorable.

THE PREFERENCE OF THE STUDENTS REGARDING THE ACTIVITIES PERFORMED IN THE WORKSHOP

Students of activity "Bairro Beleza" perform various theoretical and practical activities. However, the main activity is the manufacture of utensils and objects with reusable materials. And research has shown that of all the activities, this is also the favorite of 69% of the students interviewed.

Table 3. Preference students regarding the performed activities Office

Answer	Amount	Percentage
Reuse of materials	49	69%
Interaction with other students	14	20%
Planting seedlings / make gardens / garden clean up	4	6%
Develop and practice selective gathering	2	3%
Educational acts/flyers / brochures	1	1%
Know conservation areas	1	1%

Source: Data produced by the survey (2011)

CHANGES AND/ OR IMPROVEMENTS IN THE LIVES OF STUDENTS AFTER PARTICIPATION IN THE WORKSHOP

All students recognize changes and/ or improvements in their lives after they began participating in the Workshop. The majority emphasized the behavior and the best time employment as major

changes. They said they were previously too unruly, inattentive or shy and that in the course of activities adopted better behavior through treating people better, developed the patience, attention, creativity and interpersonal skills and confessed that before the workshop did not have such interesting things to do. Learning regarding the importance of preserving the environment was also mentioned quite as well as improvements related to studies, more specifically, to study the discipline of arts in school. Others spoke of the importance of the scholarship amount received monthly, explaining that the money many times help meet the basic needs like food and leisure. Some have said, including that gained new friends and that life has become more fun.

THE USE OF LEARNING

It was observed that all students are practicing beyond the workshop, which has been taught in class. Whereas 35% reported that they also make objects and utensils with reused materials at school or at home. It is interesting to find that 33% of students teach others to do the objects. In addition, a further 11% said they teach others to preserve the environment, which most often are family members, neighbors and colleagues of the school.

It appears that the knowledge gained has been perfected and passed on to others. The learning has been used for the purpose to which it is proposed, which is to transform students into agents of change. Many stated that the readymade objects attract the attention and curiosity of people around him and from that the students have the opportunity to disseminate that there are better ways to allocate certain types of waste.

Table 4. How students have practiced learning outside the workshop.

Answer	Amount	Percentage
Making objects reused in school or at home	25	35%
Teaching others to do the objects	23	33%
Presenting people with reused objects	15	21%
Teaching others to preserve the environment	8	11%

Source: Data produced by the survey (2011)

SEARCH RESULTS WITH THE PROFESSIONAL "BAIRRO BELEZA" WORKSHOP

Information obtained during the interviews with the responsible professionals for conducting the environmental reuse activities showed that there is professional training of those involved and that they have some kind of experience related to the environmental field. It was also observed that instructors perceive changes with regard to the social development of students. They had the chance to make suggestions for the best performance of activities of the workshop. All these data are reported below.

THE LEVEL OF EDUCATION

Of the professionals interviewed, 85% are hired as instructors and 15% still work as interns. And 54% have a university academic education, 31% have incomplete higher education and 15% are trainees who do not have higher academic education.

ACADEMIC TRAINING RELATED TO THE FIELD OF EDUCATION, ENVIRONMENTAL OR SOCIAL

Of the thirteen professionals surveyed, 85% have academic training courses related to educational, environmental and social areas. Emphasizing courses in Biology, Tourism, Pedagogy and Environmental Management. The other 15% is for trainees who have only a high school education.

PARTICIPATION IN COURSES, LECTURES AND SEMINARS RELATED TO THE ENVIRONMENTAL AREA

All reported having courses, lectures and/ or seminars related to environmental issues. Among which stand out environmental education courses and lectures about sustainable development.

It is noteworthy that before starting activities with students, instructors attend a two-day workshop receiving guidance related to the design and development of practice of reusing materials.

THE PROFESSIONAL EXPERIENCE RELATED TO THE EDUCATIONAL FIELD, ENVIRONMENTAL OR SOCIAL

Regarding professional experience, 46% work in the area for over a year, 31% of professionals for almost a year, and 23% worked for more than two years.

THE OPPORTUNITY TO HAVE BEEN A TRAINEE AT THE PROJECT BEFORE BECOMING INSTRUCTOR

It was found that 54% of the professionals have been hired as instructor was trainees environmental reuse workshop before they become employees. This information demonstrates the importance of

the project with regard to employment opportunities, considering that everyone has the opportunity to employability in the future.

CHANGES AND/ OR IMPROVEMENTS NOTED IN STUDENTS AFTER THEIR PARTICIPATION IN THE WORKSHOP.

When they were asked what they think has changed and/ or improved the lives of students after they began to participate in the activity "Bairro Beleza", instructors showed changes related to environmental awareness, learning to work with the production of objects from the use of reused and behavior, since most of the students had a very unruly or shy profile, which ended up changing the course of interaction with the workshop, since the activity develops interaction, concentration, discipline and creativity.

SUGGESTIONS FROM TEACHERS TO BETTER PERFORMING ACTIVITIES

The improvements suggested by instructors coincide with those made by students. It was confirmed the need for a more appropriate place for carrying out the activities and bigger and better availability of consumables, since there are delays in delivery of materials by the State Government, or, are not enough to attend the need of the activities, which leads to the lack of material, forcing teachers to make use of improvisation so that students are not left without class.

CONCLUSION

The contributions of environmental reuse workshop of the "Jovem Cidadão" Project for the environment and social development of the student are many and significant. The activity is an example of public policy that has benefited everyone involved.

For the environment we were able to verify contributions related to the change of posture to existing environmental problems and the learning and development of ecological awareness of students, many of whom already act as multipliers of knowledge acquired. It was also observed that the vast majority have pleasure in activities and various sustainable practices are held throughout the year. All students are putting into practice the learning, either through actions such as: teaching others to do the utensils and objects with reused material is gifting family and friends with them.

As for the social development of students, both in their vision for the teachers, it has been improvements in behavior, highlighting the development of patience, creativity, attention and discipline, loss of shyness and better social relationships with peers and family. It also observed

improvements related to best time employment and studies from the guidance received by the instructors of the project.

It was found that despite the instructors are qualified to work in the workshop and demonstrate environmental awareness necessary to education, there is a need for greater investment in recycling knowledge of these professionals in order to improve performance and enhance the pedagogical approach of the instructors ecological regarding. Despite, there is a need to expand the approach to environmental issues within the workshop in addition to making objects reused, given that many are facing ecological problems. It is worth taking advantage of the opportunity to connect with these teens for environmental education more critical and thorough discussing issues such as pollution and waste of water, the protection of fauna and flora and the efficient practice of selective gathering.

Regarding the suggestions, both in view of teachers as the students, the government should continue investing in infrastructure, since the absence of more appropriate place to practice the activities and gaps in the availability of consumer material constitute the biggest complaints of respondents.

The results confirm that education really is the way to any change. And this process should also give the school, since it also plays an important role in building knowledge.

Galbraith once said that with education and only with it, the improvement comes; without it there is no improvement. (Galbraith cited Barbosa 2008, p.28).

Environmental education of individuals is presented as a strategy to trigger the process of change that scenario.

But there is still a lot to do in the environmental education. Here is a fight that is just beginning.

REFERENCES

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. Gestão ambiental para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro:Thex, 2009.

BARBIERI, José Carlos. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. 2ª ed.São Paulo: Saraiva, 2007.

BARBOSA, Walmir de Albuquerque. Políticas Públicas e Educação.Manaus:UEA Edições/Editora Valer, 2008.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. Metodologia científica. 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

FURASTÉ, Pedro Augusto. Normas Técnicas para o Trabalho Científico, que todo mundo pode saber, inclusive você: Explicitaçãodas Normas da ABNT. 6ª ed . Porto Alegre:s.n., 1998.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONSALVES, Elisa Pereira. Iniciação à Pesquisa Cientifica. 3. Ed. São Paulo: Alínea, 2003.

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS.Disponível em http://www.amazonas.am.gov.br/noticia acessado em 22 de julho de 2011.

GUIMARÃES, Mauro. Educação Ambiental: No concenso um embate? Campinas, SP: Papirus, 2000.

PÁDUA, José Augusto,organizador.Desenvolvimento, justiça e meio ambiente. Belo Horizonte: Editora UFMG; São Paulo:Peirópolis, 2009.

PEDRINI, Alexandre de Gusmão, organizador. Educação Ambiental: reflexões e práticas contemporâneas. Petropólis, RJ: Vozez, 1997.

TELLES, Tenório; BRAGA, Celdo.Meio Ambiente: educação e qualidade de vida.Manaus:Edições Kintaw, 2004.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração .São Paulo: Atlas, 2005.

Capítulo 8

10.37423/220105282

COMPOSTAGEM DOMÉSTICA EM TEMPOS DE PANDEMIA: EXPERIÊNCIAS DO PROJETO “COMPOSTEIRAS SOLIDÁRIAS”

Luciano Majolo *UEPB*

Gabrielle Custódio Melo *UEPB*

Maria Luiza Andrade de Farias Aires *UEPB*

Maria Clara de Andrade Paiva *UEPB*

Shirleyde Alves dos Santos *UEPB*

Resumo: Cada vez mais tem se comprovado que os problemas enfrentados mundialmente, como a poluição do ar, o desmatamento, o aquecimento global, as mudanças climáticas e a alta geração de resíduos urbanos são consequências da cultura insustentável que vivemos. A pandemia provocada pelo novo coronavírus evidenciou ainda mais a necessidade do desenvolvimento de práticas sustentáveis que garantam a saúde planetária. A compostagem doméstica mostra-se como uma tecnologia capaz de resolver grande parte dos dilemas gerados pelos resíduos urbanos, ressignificando o lixo orgânico e reinserindo-o no ciclo produtivo. Nesse contexto, em busca da democratização desta prática e incentivando mudanças que colaborem para a transformação da sociedade, surge o projeto Composteiras Solidárias. Mesmo diante das limitações provocadas pela Covid-19, o presente trabalho apresenta os resultados positivos obtidos por essa experiência e objetiva servir de modelo para a elaboração de políticas públicas que promovam a compostagem doméstica no município de Lagoa Seca/PB.

Palavras-chave: Covid-19; Compostagem; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A pandemia mundial provocada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) deflagrou uma crise sanitária internacional com consequências na esfera social, econômica e política de praticamente todas as nações. Iniciada na cidade de Wuhan, China, em dezembro de 2019, a pandemia da Covid-19 logo se espalhou por todo o mundo, gerando reflexões que relacionam suas causas com as consequências das intervenções humanas no planeta, como a urbanização, a industrialização, a globalização, as mudanças climáticas, o desmatamento, a desigualdade social, entre outras (SILVA, 2020).

Essa crise na saúde evidenciou um problema por muitas vezes ignorado mundialmente, o nosso modelo de desenvolvimento baseado na degradação e na exploração do planeta. Ao mesmo tempo em que o avanço na ciência permitiu o surgimento surpreendente de tecnologias que melhoraram a nossa qualidade de vida, esse desenvolvimento também agravou problemas sociais e ambientais que comprometem a saúde planetária.

Entretanto, a problematização acerca do meio ambiente e a sua degradação não é uma pauta nova. Na década de setenta, representantes de mais de 113 países e 400 organizações governamentais e não governamentais, preocupados com a crise ambiental mundial se reuniram na chamada Conferência de Estocolmo, a primeira iniciativa de ordem internacional pela proteção ao meio ambiente, dando início aos debates sobre o que mais tarde viria a ser conhecido como Desenvolvimento Sustentável (PASSOS, 2009).

Esse novo modelo de desenvolvimento preocupava-se agora não somente com os interesses econômicos dos países, mas também com os seus aspectos sociais e ambientais. A essa conferência seguiram outras várias como o Relatório de Brundtland (1987), Cúpula da Terra (1992), Protocolo de Kyoto (1997), Cúpula do Milênio (2000), Rio+10 (2002), Rio+20 (2012) encerrando com a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, ocorrida no ano de 2015 em Nova York. Nesta cúpula foi definida a Agenda 2030, com os seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esta agenda foi assinada por mais de 193 países e determinou uma nova ordem mundial pautada pelos 17 ODS e suas 168 metas a serem atingidas até o ano de 2030 (ONU, 2020).

Em um mundo onde as organizações mundiais buscam amenizar as consequências das mudanças climáticas com formas de desenvolvimento sustentável, o lixo é um dos grandes problemas para este objetivo. Os resíduos que são gerados não recebem o destino correto, poluindo o ar, a água e o solo, contaminando com substâncias tóxicas o meio ambiente e a vida das pessoas (OLIVEIRA, 2015).

Desse modo, é de extrema importância que os resíduos produzidos tenham uma destinação que possibilite a reintegração sustentável destes ao ecossistema. Faz-se necessário estabelecer uma ordem de prioridade da destinação dos mesmos, de forma que sejam apresentadas alternativas concretas e acessíveis para a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, antes que seja considerada a ideia do descarte no meio ambiente (MASSUKADO, 2016).

Segundo Ribeiro (2019), os resíduos gerados podem ser fontes de matéria prima, através da reciclagem, reuso e reaproveitamento dos mesmos, entretanto, as medidas para solução da correta destinação dos resíduos ainda são insuficientes. Para Silva (2010), a perda dessa matéria é impulsionada pela falta de políticas públicas efetivas e de conscientização da sociedade acerca do problema e dos impactos gerados.

De acordo com o IBGE (2010), em média mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados são resíduos orgânicos. Isso nos permite concluir que sua utilização na compostagem evita que esses sejam destinados aos aterros urbanos, garantindo diversos benefícios, como o aumento da vida útil de aterros sanitários e evitando possíveis impactos ambientais negativos provenientes da produção de lixiviados e gases de efeito estufa.

O desperdício dos resíduos orgânicos, fontes de nutrientes, quebra o ciclo natural do substrato orgânico, que quando exposto aos processos biogeoquímicos resulta em um importante fator para a fertilização e preservação da vida nos solos (BRASIL, 2017).

Assim, a utilização de composteiras apresenta-se como uma solução eficaz para a problemática do descarte incorreto de restos orgânicos (SILVA et al., 2019). A compostagem é quando ocorre a transformação da matéria orgânica por microorganismos, resultando em um adubo qualitativo que pode ser usado em jardins e hortas urbanas (FERREIRA et al., 2013). A prática da compostagem é um processo simples de ser feito, prático, fácil e útil, proporcionando à população uma alternativa sustentável para o tratamento do seu lixo. Trata se de um processo biológico aeróbico, onde os microrganismos e enzimas presentes no solo promovem a degradação da matéria orgânica, fragmentando os detritos, eliminando as patologias presentes nos resíduos e formando um composto tratado e estabilizado (MELO; ZANTA, 2016).

Partindo dessas reflexões surgiu no início de 2020, o projeto Composteiras Solidárias, buscando promover a compostagem doméstica de forma solidária durante o período de pandemia. O projeto surgiu a partir do Coletivo Eco+, uma organização de discentes e docentes dos cursos de

Agroecologia/UEPB e Educomunicação/UFCG. O presente trabalho visa relatar os resultados obtidos pelo projeto, bem como apresentar as perspectivas futuras para a sua continuidade.

METODOLOGIA

O projeto Composteiras Solidárias, tem como objetivo popularizar e incentivar a compostagem doméstica, para isso buscou parceiros que financiassem composteiras para famílias de baixa renda ao mesmo tempo em que adquirissem um kit de compostagem para suas residências. Para esse fim, foram confeccionados modelos de composteiras com baldes, de preferência reutilizados, afim de que tivessem o menor custo possível de produção e conjuntamente uma boa eficiência.

Para a divulgação do projeto e como forma de lhe conferir visibilidade, foi criada uma conta no Instagram, rede social de compartilhamento de fotos e vídeos online, com o título do Coletivo Eco+ (@ecomaiscoletivo). Por meio desta plataforma foram divulgadas as composteiras, bem como materiais com instruções para sua utilização e conteúdos diversos com a temática da agroecologia e sustentabilidade (ECO+, 2020).

Até o mês de novembro de 2020, haviam 25 parceiros solidários que adquiriram um kit de compostagem, financiando assim 25 composteiras populares. Para mensurar suas experiências utilizou-se um questionário semi-estruturado, seguindo um roteiro composto por um conjunto de perguntas abertas e fechadas ordenadas de acordo com um critério pré-determinado (MARCONI; LAKATOS, 2017) e visando obter informações sobre os conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, comportamento presente ou passado, etc. (GIL, 2008) no atual contexto de pandemia.

Os questionários foram enviados no mês de dezembro de 2020, utilizando o aplicativo de gerenciamento de pesquisas Google Forms e os dados obtidos foram sistematizados e analisados segundo metodologia de conteúdo qualitativo (GERHARDT; SILVEIRA, 2009), expressos em porcentagens e apresentados de forma descritiva.

O projeto ficou divido em duas etapas, a primeira que consistiu na divulgação e venda das composteiras solidárias e que está sendo apresentada no presente trabalho e a segunda que consistirá na instalação das 25 composteiras em residências de moradores da comunidade Vila Florestal, no município de Lagoa Seca/PB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os questionários revelaram que 85% dos entrevistados eram do gênero feminino, com idades variando entre 20 a 63 anos. Os participantes desempenham profissões bem variadas como professores, contador, fisioterapeuta, paisagista, médica, confeiteira, socióloga, artesão, terapeuta holística, veterinária e estudantes. Estes resultados indicam, mesmo que em pequena escala, que a compostagem doméstica atinge o interesse de um grupo muito variado de pessoas, tanto em idade quanto em atuação profissional, demonstrando ser uma tecnologia com grande potencial de aceitação social. Resultados semelhantes foram destacados por Silva e Mendonça (2019), avaliando os resultados do projeto Composta São Paulo, onde não se verificou diferença em relação à aceitação da compostagem pela população devido a localização, faixa econômica ou escolaridade, sendo apontado como principal fator de adesão o cidadão se sentir parte de um movimento, apoiado por outros que aderiram à mesma prática.

Constatou-se que as composteiras atendem núcleos familiares com 1 a 5 pessoas e que todos os respondentes acreditam que a compostagem é uma boa solução para a reciclagem do lixo doméstico e a indicariam para seus amigos. Os motivos principais que os levaram a compostar foi a possibilidade de reciclar o seu lixo orgânico doméstico obtendo adubo para suas plantas e o desejo de contribuir para um mundo mais sustentável. Estes motivos são corroborados por Monteiro (2016), que elenca vários benefícios socioambientais trazidos pela compostagem doméstica, como a diminuição do custo operacional de coleta pública de resíduos, redução do desperdício de recursos, contribuição direta para o aumento do tempo de vida útil dos aterros sanitários, favorecimento da redução dos índices de poluição do solo, água e ar, promoção da reciclagem de nutrientes para o solo, transformação de resíduos em produtos úteis para outros segmentos e a revalorização do aproveitamento da matéria orgânica para o sucesso das hortas caseiras.

Quando questionados em relação ao contexto social provocado pelo novo coronavírus, 65% dos entrevistados afirmaram ter iniciado sua compostagem durante a pandemia, sendo que 95% afirmaram que o isolamento social não ocasionou dificuldade para manter sua prática. O confinamento imposto pela Covid-19, gerou grandes impactos à saúde mental da população mundial, não poupando praticamente nenhuma área da vida coletiva ou individual, provocando um mal-estar coletivo, devido à sensação de impotência, tédio, solidão, irritabilidade, tristeza e a medos diversos (de adoecer, morrer, perder os meios de subsistência, transmitir o vírus), levando a alterações de apetite e sono, a conflitos familiares, pensamentos ou conduta suicida, sintomas psicóticos ou abuso

recorrente de substâncias ou drogas ilícitas (LIMA, 2020). Nesse contexto, a compostagem doméstica pode ser encarada também como uma prática terapêutica, ao aproximar as pessoas da natureza, trazendo a dimensão ecológica para o contexto da saúde mental, como apresentada por Carvalho (2013, p.153) em uma das proposições da ecopsicologia:

> Quando em sintonia com o Inconsciente Ecológico, o descondicionamento do ego tem início e ele se reconhece como integrante e dependente da teia de vida que constitui o planeta. Desse modo, ele pode ter relações éticas com o planeta e com as outras espécies como as que atualmente têm com outros seres humanos.

Foram indicadas como formas de contribuição da compostagem doméstica para um mundo melhor a criação de uma cultura mais sustentável (100%), a produção de adubo para plantas mais saudáveis (100%), a diminuição da poluição (90%) e a aproximação das pessoas à natureza (85%), deixando claro entre os entrevistados o senso de contribuição desta prática para um contexto de bem estar social e ambiental. Barbosa (2018) afirma que além de necessária, a compostagem é recomendada, pois possibilita um gerenciamento eficiente dos resíduos gerando benefícios econômicos, ambientais e sociais que colaboram na construção de um desenvolvimento sustentável, esse que atualmente é base das políticas públicas que visam bem-estar e qualidade de vida para a sociedade.

Todos os respondentes concordaram sobre o potencial e importância das políticas públicas para o fomento da compostagem doméstica. Iniciativas como o IPTU Verde, implantada em várias cidades brasileiras, através do qual se concedem benefícios fiscais aos contribuintes que adotarem benfeitorias ambientais e sustentáveis em seus imóveis, foi apontada como uma eficiente solução. Segundo Carvalho e Amaral, (2020), este benefício apresenta-se como uma excelente ferramenta extrafiscal de implementação de sustentabilidade urbana pelos cidadãos e de concretização de políticas públicas ambientais urbanas. Além de uma oportunidade de contribuir para a melhoria do meio ambiente urbano, o IPTU Verde também é uma possibilidade de empoderar as classes mais vulneráveis com a construção de uma cultura ecológica de participação democrática, de responsabilidade coletiva e de exercício da cidadania, para a construção de um mundo melhor, mais ecológico, mais justo e mais humanizado (RASEIRA, 2020).

Outras iniciativas também podem ser citadas, como a do Composta São Paulo, projeto lançado em junho de 2014, pela Secretaria de Serviços da Prefeitura de São Paulo, para incentivar e estudar a viabilidade e os benefícios relacionados ao tratamento descentralizado de resíduos orgânicos através da compostagem com minhocas. O projeto foi enquadrado como uma das “ações de educação ambiental e de comunicação” previstas no contrato da concessão da coleta de lixo, o qual presumia o

uso de 0,5% do recurso destinado para este fim. Os resultados foram 2.006 domicílios contemplados e mais de 2.525 pessoas que começaram a compostar em seu domicílio, a partir da influência direta dos participantes do Composta São Paulo (SILVA; MENDONÇA, 2019).

Em virtude das medidas de distanciamento social preventivas à Covid-19, a segunda etapa do projeto Composteiras Solidárias que contemplará 25 famílias residentes da comunidade Vila Florestal, Lagoa Seca/PB, com um kit de compostagem doméstica não pôde ser iniciado. Os resultados aqui apresentados dizem respeito apenas a etapa de geração de recursos e representam um modelo experimental para uma futura expansão do projeto em parceria com a iniciativa pública municipal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compostagem doméstica se mostra cada vez mais como uma importante ferramenta de reciclagem do lixo orgânico urbano, promovendo inúmeros benefícios socioambientais e contribuindo para o desenvolvimento sustentável da sociedade. O projeto Composteiras Solidárias é uma tentativa de popularizar essa prática e servir de modelo para a elaboração de políticas públicas que a promovam no município de Lagoa Seca/PB.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Ismael Farias Martins. Desafios da compostagem coletiva e seus efeitos sobre as mudanças climáticas. 2018. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos: manual de orientação. Brasília, DF: MMA, 2017. 66 p.

CARVALHO, Marco Aurélio Bilibio. De frente para o espelho: ecopsicologia e sustentabilidade. 2013. 155 f. Tese (Doutorado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2013.

CARVALHO, Francisco Toniolo de; AMARAL, Claudia Tannus Gurgel do. A extrafiscalidade tributária como instrumento para a concretização de políticas públicas: a construção de cidades sustentáveis e o estudo de caso do IPTU verde. Revista de Direito da Cidade, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 514-555, 27 abr. 2020.

ECO+, Coletivo. Vamos compostar? Campina Grande, 11 jan. 2020. Instagram: @ecomaiscoletivo. Disponível em: https://www.instagram.com/p/B7MVdsaAW7/? utm_source=ig_web_copy_link. Acesso em: 26 jan. 2020.

FERREIRA, Aline Guterres; BORBA, Sílvia Naiara de Souza; WIZNIEWSKY, José Geraldo. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS.

Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, Santa Maria, v. 8, p. 307-317, 4 abr. 2013.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2009. 120 p. (Série Educação a Distância).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saneamento básico 2008. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2010. 219 p.

LIMA, Rossano Cabral. Distanciamento e isolamento sociais pela Covid-19 no Brasil: impactos na saúde mental. Physis: Revista de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 1-10, 2020.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 368 p.

MELO, Simara Lobo; ZANTA, Viviana Maria. Análise do uso de compostagem doméstica em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de São Domingos-Bahia. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais: GESTA, Bahia, v. 4, n. 2, p. 169-180, 2016.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. Compostagem: nada se cria, nada se perde; tudo se transforma. Brasília: Editora IFPB, 2016. 86 p.

MONTEIRO, José André Verneck. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. Educação Ambiental em Ação, Rio de Janeiro, v. 15, n. 56, p. 1-7, jun./ago. 2016. Disponível em: http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2310. Acesso em: 28 jan. 2020.

OLIVEIRA, Marlytana Costa de et al. Resíduos Sólidos Urbanos e impactos ambientais: legislação e educação ambiental. Revista Âmbito Jurídico, São Paulo, v. 20, n. 159, abr. 2017. Disponível em: https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/residuos-solidos-urbanos-e-impactos-ambientais-legislacao-e-educacao-ambiental/. Acesso em: 28 jan. 2020.

ONU, Organização das Nações Unidas. A ONU e o meio ambiente. 2020. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente. Acesso em: 17 nov. 2020.

PASSOS, Priscilla Nogueira Calmon de. A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. Revista Direitos Fundamentais & Democracia, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 1-25, jul. 2009. Disponível em:

https://revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/view/18/17. Acesso em: 10 nov. 2020.

RASEIRA, Etienne Judith. Redução do iptu para iniciativas verdes: o tributo à serviço do meio ambiente. 2020. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Direito, DECJS – Departamento de Ciências Jurídicas e Sociais., Unijuí, Ijuí, 2020.

RIBEIRO, Matheus Felipe Ferreira. Uso da vermicompostagem como forma de destinação de orgânico. 2019. 25 f. TCC - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Centro Universitário de Goiás - Uni-Anhanguera, Goiânia, 2019. Disponível em:

http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/217. Acesso em: 18 nov. 2020.

SILVA, Cesar Aparecido da; ANDREOLI, Cleverson Vitório. Compostagem como alternativa à disposição final dos resíduos sólidos gerados na Ceasa Curitiba/PR. Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p. 27-40, abr./jun. 2010.

SILVA, Nathalia Gomes Floresta da; MENDONÇA, Patrícia Maria Emerenciano de. Negócios de Impacto Social e a Interação com o Setor Público: A Experiência do Projeto Composta São Paulo. Revista Interdisciplinar de Gestão Social, Bahia, v. 8, n. 2, p. 59-84, maio/ago. 2019. Disponível

em: https://periodicos.ufba.br/index.php/rigs/article/view/26397. Acesso em: 15 dez. 2020.

SILVA, Paloma Daycy Mendes et al. O uso de compostagem doméstica na produção de adubo para hortas domiciliares. Revista Mix Sustentável, Florianópolis, v. 5, n. 4, p. 63-70, out. 2019.

SILVA, Cleyton Martins da et al. A Pandemia de COVID-19: vivendo no antropoceno. Revista Virtual de Química, Niterói, v. 12, n. 4, p. 1001-1016, jul./ago. 2020.

Capítulo 9

10.37423/220105283

VAZÃO DE REFERÊNCIA: COMPARAÇÃO DE DUAS METODOLOGIAS USADAS EM MINAS GERAIS

Márcia Regina Batistela Moraes	*Universidade Federal de Uberlândia*
Hudson de Paula Carvalho	*Universidade Federal de Uberlândia*
Roberto Terumi Atarassi	*Universidade Federal de Uberlândia*
Natalia Gonçalves Mendes	*Universidade Federal de Uberlândia*
Pedro Corsino Durant	*Universidade Federal de Uberlândia*
Liliana Batista Parreira Silveira	*Universidade Federal de Uberlândia*
Ially Samilly Queiroz Entreportes	*Universidade Federal de Uberlândia*
Pedro Henrique Batistela Moraes	*Universidade Federal de Uberlândia*

Resumo: Estudos de comportamento hidrológico são fundamentais ao planejamento e desenvolvimento de atividades em uma bacia hidrográfica, permitindo o uso sustentado e racional dos recursos hídricos. Sendo assim a vazão de um corpo d'água deve ser estudada e descrita com afinco, pois retrata a disponibilidade de água em um espaço físico por um determinado tempo. Este trabalho visou calcular valores de vazões mínimas de referência, Q7,10, Q90 e Q95 com base em dados da série histórica da Estação Fluviométrica Letreiro, Rio Uberabinha, MG, Brasil, comparando os valores obtidos com resultados das estimativas baseadas em metodologia das bibliografias Deflúvios Superficiais de Minas Gerais e Atlas Digital das Águas de Minas.Verificou-se uma discrepância muito alta nos valores de Q7,10, calculada com dados observados de vazão anual mínima de sete dias, em relação à estimativa por meio do Deflúvios Superficiais de Minas Gerais, havendo uma subestimativa média por parte deste em 68,86% em relação as metodologias Gumbel e Log Normal com 3 Parâmetros aqui empregadas. A estimativa baseada na metodologia de Atlas Digital das Águas de Minas apresentou menor discrepância, fornecendo vazões estimadas próximas dos valores calculados com base em dados observados, representando com mais veracidade a vazão real do corpo hídrico.

Palavras-chave: gestão hídrica, disponibilidade hídrica, estimativa de vazão mínima.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a maior demanda pelo uso da água, bem como a manutenção desse bem indispensável para os seres vivos em quantidade e qualidade satisfatórias, levanta questionamentos sobre a atual gestão de recursos hídricos e o nível de detalhamento da hidrologia de determinada região. Para o reconhecimento do comportamento hidrológico é necessário que todos os aspectos do sistema natural compreendidos na bacia hidrográfica sejam definidos e tratados em conjunto com os fatores antrópicos. Estudos de comportamento hidrológico são fundamentais ao planejamento e desenvolvimento de atividades em uma bacia hidrográfica, permitindo o uso sustentado e racional dos recursos hídricos. Sendo assim a vazão de um corpo d'água deve ser estudada e descrita com afinco, pois retrata a disponibilidade de água em um espaço físico por um determinado tempo.

Informações sobre vazão em cursos d'água são base para concessão de outorga de uso de recursos hídricos, nas esferas federal ou estadual, respectivamente por meio da Agência Nacional de Águas - ANA e órgãos estaduais brasileiros. A disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica é avaliada por meio das vazões de referência, as quais fundamentam o cálculo de volumes disponíveis aos usuários de recursos hídricos. Para usos consuntivos, esta disponibilidade é calculada através das vazões de referência. No Brasil, são utilizadas dentre essas vazões, a Q7,10, Q90 e Q95. Segundo ANA (2015) denomina-se Q90 e Q95 como a vazão determinada estatisticamente, para certo período de observação num posto fluviométrico, correspondente a uma probabilidade de que naquela seção do curso d'água as vazões serão, respectivamente, 90% e 95% do tempo maiores do que ela. No Estado de Minas Gerais, a legislação que trata de outorga de uso de recursos hídricos tem como referência a Q7,10, menor vazão média consecutiva de sete dias no período de dez anos.

Devido a diferenciações entre os meios físicos é vantajoso que as pesquisas no campo hidrológico sejam desenvolvidas havendo distinção entre grandes e pequenas bacias hidrográficas, sendo o meio natural e antrópico referenciado de acordo com sua realidade (TUCCI, 2005). Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo calcular as vazões mínimas de referência já citadas em função de valores obtidos de vazão mínima anual, vazão garantida em 90% do tempo e vazão garantida em 95% do tempo, com uso de dados diários de vazão da Estação Fluviométrica Letreiro, localizada no Rio Uberabinha, contribuinte da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari e importante fonte de abastecimento público para o município de Uberlândia, em Minas Gerais. Foi realizado também um comparativo entre os valores calculados com base em dados observados na citada estação hidrométrica com valores

estimados por meio das bibliografias Deflúvios Superficiais de Minas Gerais (SOUZA, 1993) e Atlas Digital das Águas de Minas (HIDROTEC, 2016).

MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Araguari está localizada entre as latitudes 18º21'S e 20º10'S e longitudes 46º00'O e 48º50'O, no Estado de Minas Gerais. Ela drena uma área de 22.091 km² e faz parte da mesorregião geográfica Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Um de seus principais afluentes é o Rio Uberabinha, onde se localiza a Estação Fluviométrica Letreiro, com área de drenagem de 777 km2. Os dados diários da série histórica de vazão da estação em estudo foram coletados no sistema Hidroweb (ANA, 2016), administrado pela ANA - código nº 60381000, latitude 18º59'18''S e longitude 48º11'25"O. A série histórica utilizada abrangeu um período de 36 anos, de 1979 a 2014, sendo excluídos os anos de 1987 e 1988 devido à inconsistência de dados, ficando a série final composta por 34 anos.

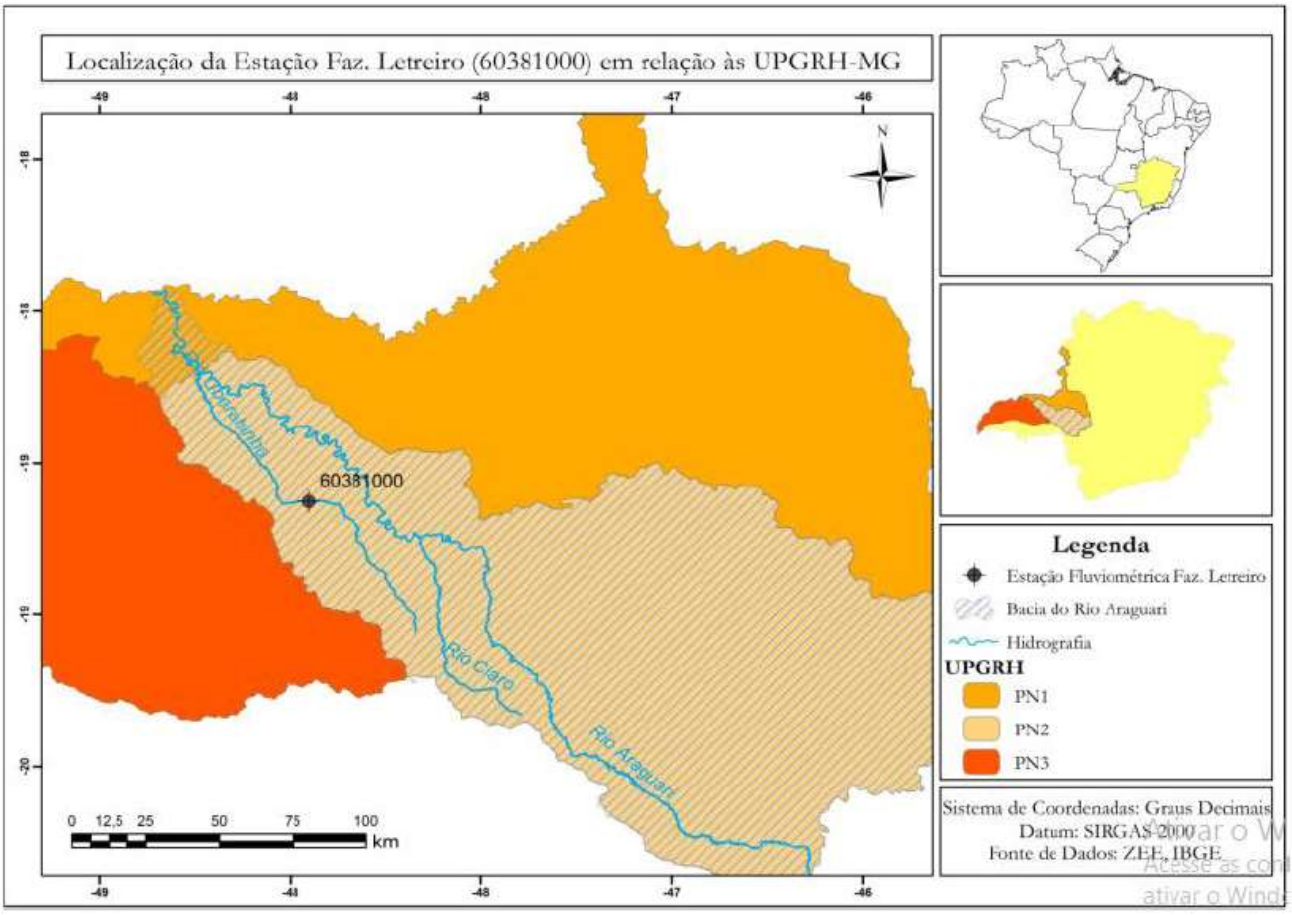


Figura 1: Inserção da Estação Fluviométrica Letreiro e localização do Rio Uberabinha na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari – MG

ESTIMATIVA DE Q7,10 POR GUMBEL E LOG-NORMAL 3P

Os valores de vazão diária foram base para o cálculo de mínima vazão anual. Os valores de Q7,10 foram estimados por meio das distribuições de probabilidades de Gumbel para mínimos (Equações 1 a 3) e por Log-Normal com 3 Parâmetros (Equações 4 a 10), segundo parametrização proposta por Mello e Silva (2013). Todos os parâmetros desses modelos de distribuição de probabilidade foram estimados pelo método dos momentos. Além disso, os modelos de distribuição de probabilidade também foram submetidos ao teste de adequacidade de Kolmogorov-Smirnov, com α = 0,05. A frequência observada foi estimada pela metodologia de Weibull, conforme descrito em Mello e Silva (2013).

$$Q_{7,10\,Gb} = \frac{LN\left[-LN\left(1-\frac{1}{TR}\right)\right]}{\sigma} + \mu \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{1,2826}{s} \quad (2)$$

$$\mu = \bar{Q}_{7Anual} + 0,45 \cdot s \quad (3)$$

$$Q_{7,10\,LN} = e^{\mu_n + z \cdot \sigma_n} + \beta \quad (4)$$

$$\mu_n = LN\left(\frac{s}{\eta_y}\right) - 0,5 \cdot LN \quad (5)$$

$$\eta_y = \frac{\left(1 - \Theta^{2/3}\right)}{\Theta^{1/3}} \quad (6)$$

$$\Theta = \frac{\left[-\gamma + \left(\gamma^2 + 4\right)^{0,5}\right]}{2} \quad (7)$$

$$y = \frac{n}{(n-1)\cdot(n-2)} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3}{s^3} \quad (8)$$

$$\sigma_n = \sqrt{LN\left(\eta_y{}^2 + 1\right)} \quad (9)$$

$$\beta = \bar{Q}_{7\,Anual} - \frac{s}{\eta_y} \quad (10)$$

Onde:

Q7,10 Gb = menor vazão média consecutiva de 7 dias, com tempo de retorno de 10 anos, estimada pelo método probabilístico de Gumbel para mínimos, em $m^3\ s^{-1}$;

TR = tempo de retorno de 10 anos;

σ e μ = Parâmetro da distribuição m para mínimos, em $m^3\ s^{-1}$;

s = desvio padrão amostral, em $m^3\ s^{-1}$;

$\bar{Q}_{7Anual}$ = vazão mínima anual de sete dias consecutivos, em $m^3 s^{-1}$;

$Q_{7,10\ LN}$ = menor vazão média consecutiva de 7 dias, com tempo de retorno de 10 anos, estimada pelo método probabilístico Log-Normal com 3 parâmetros, em $m^3 s^{-1}$;

μ_n, η_y, Θ, σ_n e β = parâmetros da distribuição Log-Normal com 3 parâmetros, adimensional;

y = coeficiente de assimetria corrigido, adimensional.

A vazão Q7,10 calculada por Gumbel e Log-normal com 3 parâmetros foi comparada com os resultados descritos nas publicações Deflúvios Superficiais de Minas Gerais (SOUZA, 1993) e Atlas Digital das Águas de Minas.

ESTIMATIVA DE Q7,10 PELA METODOLOGIA DEFLÚVIOS SUPERFICIAIS DE MINAS GERAIS

A obra Deflúvios Superficiais de Minas Gerais (SOUZA, 1993) indica os modelos para estimativa de vazão detalhados nas Equações 11 a 13. Segundo o autor, os parâmetros são determinados de acordo com a tipologia homogênea e rendimento específico da região de inserção da estação fluviométrica.

$$Q_{7,10} = F_{D,T} \cdot Q_{M,10} \quad (11)$$

$$F_{D,T} = (\alpha+\beta\cdot\gamma^{D})\cdot(\log T)^{-(r\cdot\log T+s)\cdot D^{(m+n\cdot\log^2 T)}} \quad (12)$$

$$Q_{M,10} = Re \cdot Ad \quad (13)$$

Onde:

$F_{D,T}$ = Fator de proporção, adimensional;

α, β, γ, r, s, m, n = Parâmetro d função de inferência de variáveis de acordo com a Tipologia Homogênea e Rendimento Específico (Tabela 1), adimensional;

D = Número de dias que compõem a média consecutiva, em dias;

T = Tempo de retorno, em anos;

$Q_{M,10}$ = Vazão mínima de duração mensal e tempo de retorno de 10 anos, em $m^3 s^{-1}$;

Re = Rendimento específico, em $m^3 s^{-1} km^{-2}$, descrito na Tabela 1.

Ad = Área de drenagem, delimitada a partir da seção de controle, em km^2.

Tabela 1- Parâmetros da função de inferência para cálculo da Q7,10 proposto na publicação Deflúvios Superficiais de Minas Gerais (Souza, 1993)

Estação Fluviométrica Letreiro								
Tipologia	Rendimento específico	Parâmetros da Tipologia						
		A	B	Y	R	S	M	N
332	1,0 < Re <=5,0	0,47559	0,40698	1,00656	0,18965	0,18027	-0,02649	-0,04310

ESTIMATIVA DE Q7,10, Q90 E Q95 PELA METODOLOGIA ATLAS DIGITAL DAS ÁGUAS DE MINAS

Calculou-se a magnitude da menor vazão média consecutiva de 7 dias com tempo de retorno de 10 anos (Q7,10), vazão garantida em 90% do tempo (Q90) e vazão garantida em 95% do tempo (Q95), todas em m3 s^{-1}, segundo modelagem proposta na publicação Atlas Digital das Águas de Minas (EUCLYDES, 1993). Esta obra propõe equações matemáticas que permitem calcular a Q7,10 (Equação 14), Q90 (Equação 15) e Q95 (Equação 16) tendo como variável somente a área de drenagem da bacia a partir da seção de controle (Ad, em km^2).

$$Q_{7,10} = 0,0038 \cdot Ad^{0,9450} \quad (14)$$

$$Q_{90} = 0,0055 \cdot Ad^{1,0078} \quad (15)$$

$$Q_{95} = 0,0039 \cdot Ad^{1,0241} \quad (16)$$

A estatística usada neste trabalho para medir a diferença entre as respostas dadas pelo Atlas Digital das Águas de Minas (HIDROTEC, 2016) e pelo Deflúvios Superficiais de Minas Gerais (SOUZA, 1993), em comparação com aqueles calculados a partir dos dados observados (considerados como padrão), foi o Erro Absoluto (Equação 17) e o Erro Relativo Percentual (Equação 18).

$$EA = Q_{est} - Q_{obs} \quad (17)$$

$$ERP = \frac{EA}{Q_{obs}} \cdot 100 \quad (18)$$

Onde:

EA = erro absoluto, em $m^3 s^{-1}$;

ERP = erro relativo percentual, em %;

Q_{obs} = vazão observada ou calculada com dados observados na estação fluviométrica, em $m^3 s^{-1}$;

Q_{est} = vazão estimada pelo Atlas Digital das Águas de Minas (EUCLYDES, 1993) e pelo Deflúvios Superficiais de Minas Gerais (SOUZA, 1993), em $m^3 s^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPARATIVO ENTRE VALORES DE Q7,10

Os dados observados de vazão foram considerados padrão e serviram de parâmetro de avaliação de erro entre as metodologias empregadas. Os valores de Q7,10 foram calculados, por meio dos modelos de distribuição de probabilidade Gumbel e Log-Normal a 3 parâmetros (LogNormal3P), a partir dos dados observados de Q7Anual, obtido diretamente nos dados das estações, dando origem aos padrões. Ressalta-se que o teste de Kolmogorov-Smirnov foi realizado com o intuito de verificar a aderência dos dados observados de Q7Anual às distribuições de probabilidades citadas anteriormente, e seu resultado encontra-se compilado na Tabela 2, considerando-se adequadas as distribuições de probabilidade aqui utilizadas.

Tabela 2: Resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov aplicado aos dados de mínima vazão anual média de sete dias de duração (Q7Anual), observados na Estação Fluviométrica Letreiro

N[1]	Δftabelado[2] (α = 0,05)	Distribuição de probabilidade	Δfmáximo[3]	Conclusão
34	0,238	Gumbel[4]	0,157	Aceita
		LogNormal3P[5]	0,098	Aceita

Nota: [1] tamanho da amostra; [2] valor crítico para a estatística do teste de Kolmogorov-Smirnov (tabelado); [3] maior diferença entre as frequências observadas e calculadas; [4] distribuição de probabilidade de Gumbel para mínimos (Assintótica de Valores Extremos do Tipo I); [5] distribuição de probabilidade Log-Normal com 3 parâmetros

Os valores de $Q_{7,10}$ calculados e estimados estão reunidos na Tabela 3, incluindo os valores obtidos por Distribuição Gumbel, Log-Normal com 3 parâmetros, estimado por meio das metodologias de Deflúvios Superficiais de Minas Gerais e Atlas Digital das Águas de Minas. Nessas tabelas estão compilados também as estimativas de Erro Absoluto e Erro Relativo Percentual.

Tabela 3: Valores de Q7,10, métodos empregados e erros de estimativa verificados na Estação Fluviométrica Letreiro

Método de Estimativa de $Q_{7,10}$	Valor de $Q_{7,10}$ ($m^3 s^{-1}$)	Erro de estimativa			
		Em relação a Gumbel		Em relação a LogNormal3P	
		Absoluto (m^3/s)	Relativo (%)	Absoluto (m^3/s)	Relativo (%)
Gumbel[1]	2,14	...	...	...	...
LogNormal3P[2]	2,37	...	...	...	...
Deflúvios[3]	0,70	1,44	-67,29	1,67	-70,43
Atlas Digital[4]	2,05	0,09	-4,21	0,32	-13,40

Nota: [1]estimativa de Q7,10 a partir dos dados observados de Q7Anual, usando a distribuição de probabilidade de Gumbel para mínimos; [2] estimativa de Q7,10 a partir dos dados observados de Q7Anual, usando a distribuição de probabilidade Log-Normal com 3 parâmetros; 3 Deflúvios Superficiais de Minas Gerais; 4 Atlas Digital das Águas de minas, a simbologia "..." significa que o valor numérico não está disponível.

Analisando os dados contidos na Tabela 3, nota-se que o valor de Q7,10 calculada por Gumbel e Log-Normal com 3 parâmetros, a partir dos dados medidos na estação, foram respectivamente de 2,14 e 2,37 $m^3 s^{-1}$. Quando se avalia o resultado obtido por meio da bibliografia Deflúvios Superficiais de Minas Gerais, referente a 0,70 $m^3 s^{-1}$, verifica-se diferença marcante no resultado, equivalendo ao erro absoluto de 1,44 $m^3 s^{-1}$ subestimado, relativo a 67,29% quando comparado com Gumbel, e 1,67 m3 s-1 subestimado, relativo a 70,43% em relação à Log-Normal com 3 parâmetros. Contrariamente para o Atlas Digital das Águas de Minas, com Q7,10 igual a 2,05 $m^3 s^{-1}$, a discrepância obtida na comparação entre valores de vazão se refletiu em menor proporção, sendo demonstrada pelos erros absoluto e relativo, os quais foram, respectivamente, de 0,09 m3 s-1 subestimados, referente a 4,21% quando comparado com Gumbel, e 0,32 $m^3 s^{-1}$ subestimados (13,40%) em relação à Log-Normal com 3 parâmetros.

COMPARATIVO ENTRE VALORES DE Q90 E Q95

Os dados observados foram considerados como padrão e serviram de parâmetro de avaliação de erro entre as metodologias. Os valores de Q90 e Q95 calculados e estimados por meio da bibliografia Atlas Digital das Águas de Minas estão reunidos na Tabela 4, onde também estão compiladas as estimativas de Erro Absoluto e Erro Relativo.

Analisando a citada tabela, nota-se que o Atlas Digital das Águas de Minas subestimou o valor de Q90 em 0,62 $m^3 s^{-1}$, quando comparado com o valor calculado por meio do comando percentil do Excel®

2010, relativo a 12,03%. Em relação à Q95, conforme demonstrado na Tabela 4, nota-se que a metodologia adotada em Atlas Digital das Águas de Minas subestimou o valor de Q95 quando comparado com valor calculado por meio do comando percentil do Excel® 2010. Além disso, verifica-se também, que os erros apresentados por essa bibliografia ficaram entre -14,22% e -12,03%.

TABELA 4: Valores médios anuais de Q95 e Q90 observados e estimados, com seus respectivos erros, verificados na Estação Fluviométrica Letreiro

Método de Estimativa de Vazão	Valor de Q_{90} ($m^3 s^{-1}$)	Erro		Valor de Q_{95} ($m^3 s^{-1}$)	Erro	
		Absoluto ($m^3 s^{-1}$)	Relativo (%)		Absoluto ($m^3 s^{-1}$)	Relativo (%)
Percentil[1]	5,12	...	...	4,15	...	...
Atlas Digital[2]	4,5	0,62	-12,03	3,56	0,59	-14,22

Nota: 1 denominação da ferramenta integrante do software Excel® 2010, a qual foi usada na obtenção dos valores observados da vazão garantida em 95% e 90% do tempo (Q95 e Q90, respectivamente); 2 Atlas Digital das Águas de Minas, a simbologia "..." significa que um valor numérico não está disponível

Os erros relativos da aplicação das metodologias Deflúvios Superficiais de Minas Gerais e Atlas Digital das Águas de Minas demonstrados neste trabalho, podem ser comparados aos descritos por Silva et al. (2006), em mesmo comparativo, resultando em intervalo de erro relativo de -4,17% a 46,34% obtidos pelo emprego de metodologia das bibliografias citadas.

CONCLUSÃO

Verificou-se alta discrepância nos valores de menor vazão média consecutiva de sete dias no período de dez anos (Q7,10), calculada com dados observados de Q7Anual, em relação à estimativa por meio da metodologia Deflúvios Superficiais de Minas Gerais. No comparativo à metodologia Gumbel a subestimativa se apresenta em 67,29%. Já no comparativo à Log Normal com 3 parâmetros a subestimativa foi de 70,43%. Essa diferença estimada em relação ao cálculo baseado nos dados observados é capaz de proteger o manancial de retiradas abusivas, assegurando a vazão mínima garantida para manutenção dos ciclos ecológicos. Contudo as estimativas de vazão pela metodologia Deflúvios Superficiais de Minas Gerais sendo base para cálculo de disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado, é empregada pelos órgãos competentes na concessão de outorgas de uso de recursos hídricos, podendo impedir a concessão de outorga perante a necessidade de usuários, afetando o desenvolvimento de atividades que necessitem deste insumo. Em relação ao comparativo de Q7,10 com a metodologia aplicada em Atlas Digital das Águas de Minas, foi constatado subestimativas de 4,21% comparado a Gumbel e 13,40% em subestimativa de vazão comparado a Log

Normal com 3 parâmetros, próximo dos valores calculados com base nos dados observados, representando com mais veracidade a vazão real do corpo hídrico.

Os valores estimados de Q90 e Q95 com base na metodologia Atlas Digital das Águas de Minas comparados aos valores calculados com base em dados observados, apresentaram subestimativa no intervalo de 12,03% a 14,22%, equivalente ao valor médio de 0,60 m3 s-1, simulando valores de vazão próximos dos observados em campo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Portaria nº 149 de 26 de março de 2015. Brasília: ANA/SGH, 2015. Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Hidroweb. Brasília: ANA/SGH, 2016. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>. Acesso em: 10 jan. 2016.

EUCLYDES, H. P. Atlas digital das águas de Minas: uma ferramenta para planejamento e gestão dos recursos hídricos. 3 ed. Viçosa: UFV, 1993. Disponível em

<http://www.atlasdasaguas.ufv.br/atlas_digital_das_aguas_de_minas_gerais.html>. Acesso em: 06 jan. 2016

HIDROTEC. Sí t do w t “ t t d Á d ”. Disponível em:

<http://www.hidrotec.ufv.br/download/Sintese_atlas.pdf>. Acesso em 08 ago. 2016

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. (2013). Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas. Editora UFLA - Lavras - MG. 455 p.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, P. M.; MELLO, C. R.; PIERANGELI, C. (2006). Vazões Mínimas e de Referência para Outorga na Região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 374 - 380.

SOUZA, S. M. T. (1993). Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais. Hidrossistemas - Belo Horizonte - MG. 264p.

TUCCI, C. E. M. (2005). Modelos hidrológicos. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFR - Porto Alegre - RS. 678p.

Capítulo 10

10.37423/220105284

PAGAMENTO PELO USO DA ÁGUA: IMPACTO DA COBRANÇA NA RECEITA DOS PRODUTORES DE CAFÉ DA BACIA DO RIO ARAGUARI EM MINAS GERAIS

Natália Gonçalves Mendes — *Universidade Federal de Uberlândia*

Hudson de Paula Carvalho — *Universidade Federal de Uberlândia*

Letícia Martins de Oliveira — *Prefeitura Municipal de Uberlândia*

Márcia Regina Batistela Moraes — *Universidade Federal de Uberlândia*

Lisiane da Silva Mendes — *Universidade Federal de Uberlândia*

Roberto Terumi Atarassi — *Universidade Federal de Uberlândia*

Resumo: A Bacia Hidrográfica do Rio Araguari concentra cerca de 7% da população do Estado de Minas Gerais, sendo a irrigação a principal utilização da água. Diante disto, torna-se viável a criação de um estudo correlacionando a cobrança da água e seu impacto na receita do produtor de café que usufrui deste recurso. Durante os anos de 2009 a 2014, foram coletados dados meteorológicos nas estações de Araxá, Patrocínio, Sacramento e Uberlândia, tornando possível a composição de cenários financeiros e de produção, que permitiramavaliar o impacto no custo de produção de produtores de café da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. Os menores impactos nos custos de produção do café foram nas regiões de Sacramento. Além disso, observou-se também que o maior impacto no custo de produção docafé ocorreu na região de Araxá.

Palavras-Chave: recursos hídricos, volume captado, preço público.

INTRODUÇÃO

A cobrança pelo uso da água é um instrumento econômico de gestão para os usuários utilizarem a água de maneira consciente, isto é, um preço público estabelecido a partir de um acordo entre os usuários de água, a sociedade civil e o Poder Público.

A Bacia Hidrográfica do Rio Araguari concentra cerca de 7% da população do Estado de Minas Gerais, com uma população com cerca de 1.362.650 habitantes, além de ocupar 3,41% do território mineiro (CBH ARAGUARI, 2014).

Sua economia é baseada nos setores agropecuário, industrial e de serviços (Abdalla,2012). O levantamento obtido em dezembro de 2008 pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) mostra que a Bacia do Rio Araguari possui 1.813 usos de água outorgados.

De acordo com o levantamento, desse montante, 1.037 referem-se às captações de águas superficiais e 776 às de águas subterrâneas. O trabalho mostra, ainda, que 72% do volume da água consumida na bacia são destinados à irrigação.A Bacia possui problemas ambientais decorrentes da contaminação do solo e água pelo uso intensivo de agrotóxicos e também do uso excessivo de água subterrânea para irrigação (Abdalla, 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da cobrança da água para irrigação no custo de produção de produtores de café, em quatro regiões da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, em Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em quatro regiões da Bacia Hidrográfica do rio Araguari (Figura 1), as quais contam com estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, de onde os dados meteorológicos para a realização desta pesquisa foram extraídos.

As referidas estações estão localizadas, geograficamente a: Araxá 19° 36’ 20”latitude Sul, 46° 56’ 58” longitude Oeste e altitude de 1018 metros; Patrocínio 18° 59' 48''latitude Sul, 46° 59' 9'' longitude Oeste e altitude de 978 metros; Sacramento 19° 52’ 30” latitude Sul, 47° 26’ 27” longitude Oeste e altitude de 913 metros e; Uberlândia18° 55' 1'' latitude Sul,48° 15' 20'' longitude Oeste e altitude de 875 metros.

Apesar da estação meteorológica Sacramento se situar fora dos limites da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (Figura 1), os dados por ela coletados foram utilizados neste trabalho devido ao tamanho da

série histórica, a qual foi compatível com aquele verificado nas demais estações (2009 a 2014). Neste trabalho, considerou-se que os cafezais foram irrigados por gotejamento,durante os anos de 2009 a 2014, com uma suspensão da irrigação no período pré e pós-colheita (julho e agosto).A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método de Penman-Monteith (Allen *et al*. 1998),conforme Equação 1,calculada em valores diários, para as regiões em estudo e para o mesmo período de obtenção dos dados meteorológicos.

$$ETo = \frac{0{,}408\Delta(Rn\text{-}G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0{,}34U_2)} \qquad (1)$$

Onde: ETo é a evapotranspiração de referência (mmdia-1); Rn é a radiação líquida (MJ $m^{-2}dia^{-1}$); G é a densidade do fluxo de calor do solo (MJ $m^{-2}dia^{-1}$); T é a temperatura média do ar (ºC); U2 é a velocidade média do vento à altura de 2 m (ms^{-1}); es é a pressão de saturação de vapor (kPa); ea é a pressão atual de vapor (kPa); γ é a constante psicrométrica ($kPaºC^{-1}$) e Δé o declive da curva de pressão de vapor ($kPaºC^{-1}$)

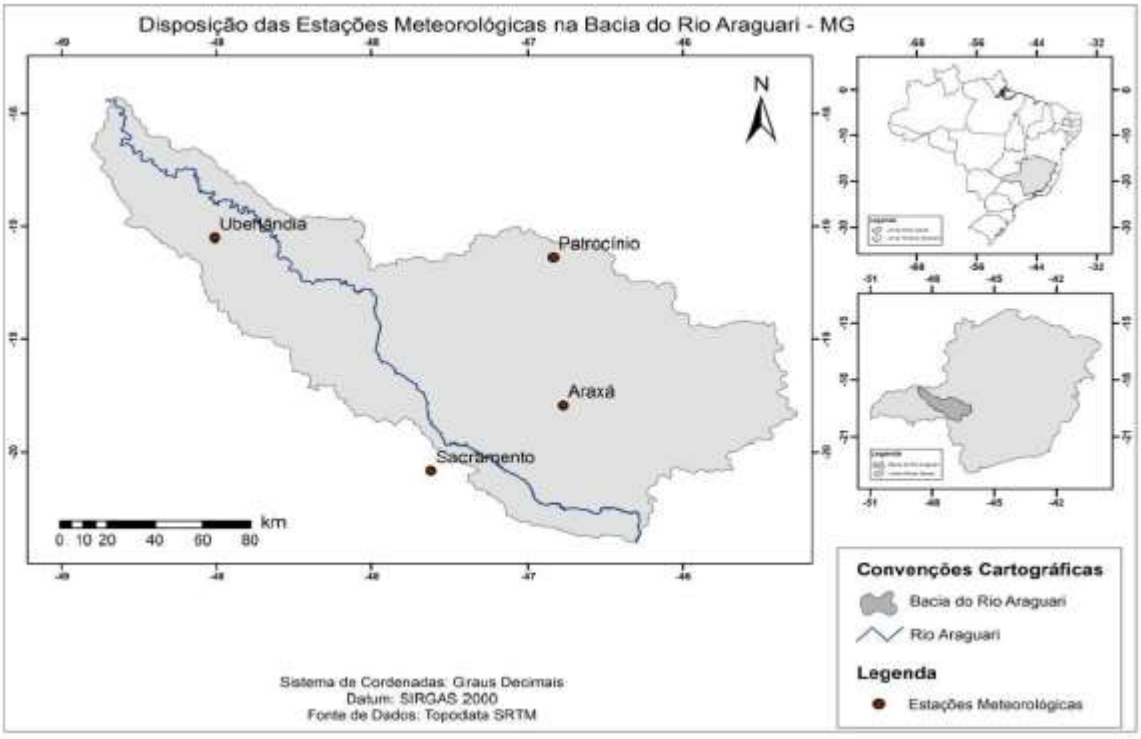


Figura 1-Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari com a localização das estações meteorológicas utilizadas neste trabalho.

A evapotranspiração de cultura (ETc) refere-se aos processos de transpiração pelas plantas e evaporação direta do solo, que ocorrem simultaneamente e foi obtida pelo produto entre o coeficiente de cultura (kc) e a evapotranspiração de referência (Equação 2).

$$ETc=ETo\,kc \qquad (2)$$

Em que: ETc é a evapotranspiração de cultura (mm dia^{-1}) e kc é o coeficiente de cultura (adimensional). Os valores de kc para o cafeeiro são recomendados por Camargo e Pereira (1990) estão compilados na Tabela 1. Como o balanço hídrico foi realizado diariamente e o valor de kc é mensal, o coeficiente foi repetido para cada dia até que se completasse o mês, onde então, o coeficiente foi mudado, adotando-se aquele do mês seguinte.

Tabela 1.Valores do coeficiente de cultura mensal do cafeeiro conforme Camargo e Pereira (1990)

Mês	Valor de kc	Mês	Valor de kc
Janeiro	0,89	Julho	0,73
Fevereiro	0,87	Agosto	0,73
Março	0,91	Setembro	0,74
Abril	0,79	Outubro	0,89
Maio	0,73	Novembro	0,90
Junho	0,73	Dezembro	0,95

O método de irrigação adotado para a cultura do cafeeiro neste estudo foi o de gotejamento. Nesse método a entrelinha de plantio não é irrigada, alterando os processos de perdas de água da lavoura e a evapotranspiração da cultura (Equação3). Diante disso, foi adotado um coeficiente de ajuste para a evapotranspiração de cultura, conforme detalhado na Equação 4.

$$Etg=ETc.kr \qquad (3)$$

$$kr= Tc+ \frac{1}{2}(1-Tc) \qquad (4)$$

Em que: ETg é a evapotranspiração de cultura ajustado para o sistema de irrigação localizada (mm dia^{-1}); kr é o coeficiente que depende da taxa de cobertura da cultura sobre o solo (adimensional);Tc é a

taxa de cobertura da cultura sobre o solo, aqui considerado como sendo 0,51 (adimensional). A capacidade de água disponível no solo (CAD) é a lâmina de água correspondente ao intervalo de umidade do solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, sendo um fator de grande importância no balanço hídrico. O valor considerado neste estudo foi de 100 mm, conforme Carvalho (2008). Após o cálculo do balanço hídrico, obteve-se o volume captado (Equação 5), o qual representa o volume de água necessário para irrigação dos cafezais, estritamente ligado aos casos em que houve déficit hídrico, visando repor a água que o cultivo (planta e solo) retirou do solo no processo de evapotranspiração.

$$Q_{cap\ med} = \sum_{i=1}^{365} 10 \cdot \frac{Def_i \cdot A}{Ea} \qquad (5)$$

Em que: Qcapmed é o volume anual de água captada da bacia hidrográfica (m3 ano^{-1}); Defi é o déficit hídrico diário, (mm dia^{-1}); A é a área a ser irrigada (1ha); Ea é a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (adimensional). O valor adotado para a eficiênciado sistema de irrigação por gotejamento neste trabalhofoi de 90%. Para o estudo do impacto da cobrança pelo uso da água de irrigação no custo de produção dos produtores (Equação 6), foram utilizados, inicialmente, valores de preço público unitário de captação (PPUcap) e preço público unitário de consumo (PPUcons) de acordo com a Resolução CBH ARAGUARI Nº11, de 14 de maio de 2009. Esta normativa aprovou a metodologia e os valores de cobrança pelos usos dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari e está em vigor até momento. Os valores cobrados para captação e consumo de água bruta superficial são, respectivamente, 0,01 R$ m-3 e 0,02 R$ m^{-3}.

$$ICP = \left(\frac{V_{rural}}{Cp}\right) \cdot 100 \qquad (6)$$

Onde: ICP é o impacto da cobrança da água de irrigação sobre o custo de produção (%); Vrural é o valor rural (R$), conforme proposto na Resolução Nº 11 do CBH Araguari (2009) e; Cp representa o custo de produção (R$), obtidos em SANTINATO (2015) para a cultura de café. O valor do custo de produção médio do cafétambém foi obtido em SANTINATO (2015).

Neste trabalho o ICP foi analisado por diferentes cenários, conforme ilustrado na Tabela 2.O valor de custo de produção médio foi obtido em SANTINATO (2015). Para a composição do custo de produção mínimo e máximo, o valor médio foi diminuído e majorado em 30%, respectivamente. Considerou-se como valor mínimo, médio e máximo, respectivamente, R$ 8.017,66, R$ 11.453,80 e R$ 14.889,94.

Tabela 2. Cenários construídos para o Impacto no Custo de Produção (ICP), em função de valores mínimos, médios e máximos de Vazão Captada Medida (Qcapmed) e do Custo de Produção (Cp).

Cenários	Q_{capmed}	Cp
	(m^3 ano^{-1})	(R$ ha^{-1})
1	Mínimo	Mínimo
2	Mínimo	Médio
3	Mínimo	Máximo
4	Médio	Mínimo
5	Médio	Médio
6	Médio	Máximo
7	Máximo	Mínimo
8	Máximo	Médio
9	Máximo	Máximo

Em relação à vazão captada medida na bacia hidrográfica (Qcapmed) conforme exposto na Tabela 3, os valores foram calculados para cada local (Uberlândia, Araxá, Patrocínio e Sacramento), por meio da Equação 5, nos anos de 2009 a 2014. Após isso, extraíram-se desse montante, o menor volume anual, o volume anual médio (média dos seis anos) e o maior volume anual, os quais foram considerados na composição dos cenários em, respectivamente, mínimo, médio e máximo. Por fim, cada cenário de ICP foi avaliado em função do aumento do preço da água, representado por PPUcap e PPUcons. Em relação ao primeiro, os preços (R$ m3) testados neste trabalho foram 0,01 (preço atual) e 0,03 (cenário de possível aumento de preço por parte do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari). Para o segundo, consideraram-se os preços (R$ m3) como sendo 0,02 (preço atual) e 0,06(cenário de possível aumento de preço).

Tabela 3. Composição dos valores de Vazão Captada Medida (Qcapmed) e do Custo de Produção (Cp) adotados neste trabalho, em cada região de estudo

Cidade	Condição	Q_{capmed}	Cp
Araxá	Mínimo	947	R$ 8.017,66
	Médio	1.921	R$11.453,80
	Máximo	3.066	R$ 14.889,94
Patrocínio	Mínimo	516	R$ 8.017,66
	Médio	1.661	R$11.453,80
	Máximo	3.027	R$ 14.889,94
Sacramento	Mínimo	421	R$ 8.017,66
	Médio	1.650	R$11.453,80
	Máximo	2.607	R$ 14.889,94
Uberlândia	Mínimo	826	R$ 8.017,66
	Médio	1.475	R$11.453,80
	Máximo	2.034	R$ 14.889,94

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de Impacto no Custo de Produção (ICP) estão compilados na Figura 2. Analisando-as, verifica-se que os preços públicos de captação e consumo influenciaram o valor rural pago pelos produtores de café, sendo os valores R$ 0,03 e R$ 0,06, respectivamente para PPUcap e PPUcons, aqueles que mais pesariam para os produtores rurais. Verifica-se também que o ICP não ultrapassaria 0,5%para o café, particularmente para os produtores localizados na região de Araxá, a qual apresentou a maior demanda por água. Essa condição tornou necessária a captação de um grande volume de água para irrigação do café na bacia devido às baixas precipitações, aumentando o valor rural e, consequentemente, impactando no custo de produção.

Em relação aos cenários, verificou-se que o de número 7, onde a vazão captada é máxima e o custo de produção é mínimo, impactaria mais o custo de produção dos produtores de café, independente da região da bacia e dos preços públicos praticados.

Além disso, observou-se que o mínimo ICP possível é de 0, 012%, valor este identificado na região de Sacramento, no cenário 3, na condição em que os preços públicos de captação menos influenciaram no valor rural, equivalendo a R$ 0,01 e R$ 0,02, respectivamente, para PPUcap e PPUcons.

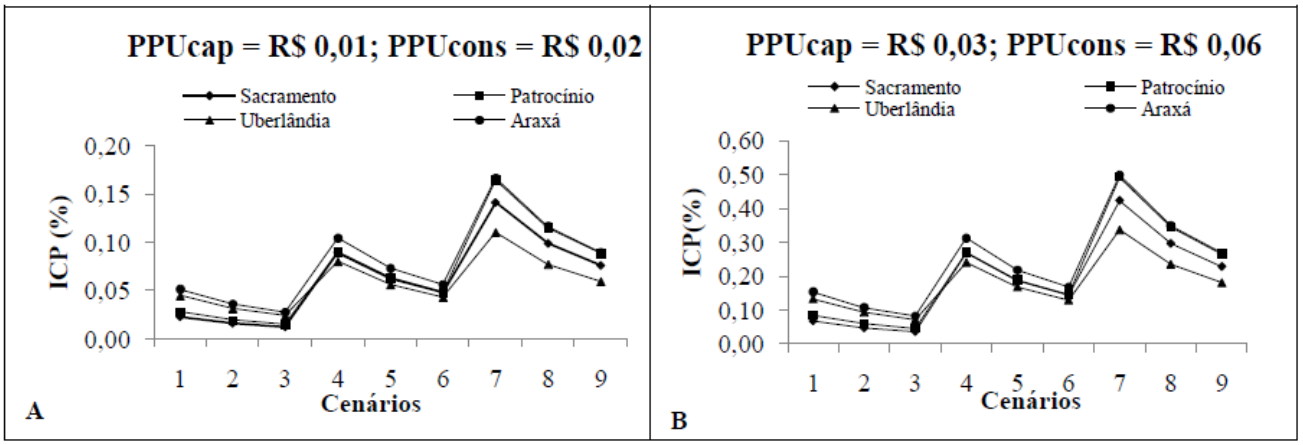


Figura 2-Gráfico dos resultados de ICP do café, nas quatro regiões. (A)comPPUcap e PPUcons iguais a R$ 0,01 e R$ 0,02; (B)PPUcap e PPUcons iguais a R$ 0,03 e R$ 0,06, respectivamente.

CONCLUSÃO

1. Os valores deImpacto no Custo de Produção (ICP) apresentaram maiores valores em Araxá, cenário 7 (0,499%), comPPUcap e PPUcons equivalentes a R$ 0,03 e R$ 0,06, respectivamente.

2. O menor ICP foi registrado na região de Sacramento para o café, no cenário 3(0,012%),comPPUcap e PPUcons iguais a R$ 0,01 e R$ 0,02, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, F. A. (2012). A Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos: Bacia Hidrográfica do Rio Araguari – ano 2009 / 2010. In: DI MAURO, C.A. et.al. (Org.). Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos: Exemplos Mineiros. Uberlândia: Assis Ed. ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56: Crop Evapotranspiration.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI. Resolução Nº 11, de 14 de maio de 2009. Disponível em

http://www.cbharaguari.org.br/uploads/1_o_comite/3_legislacao/4_deliberacoes_resolucoes_portarias/2_resolucoes/2009/Res_11_2009.pdf. Acesso em 02 dez. 2015.

COXUPÉ - Preço histórico do café.Disponível

emhttp://portalweb.cooxupe.com.br:8080/portal/precohistoricocafe.jsp. Acesso em 05 out. 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Senso Populacional 2010. Disponível em http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php. Acesso em 29 nov. 2015.

SANTINANTO -Custo de produção cafeeiro em lavouras mecanizáveis. Disponível em http://fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/publicacoes/pdf/CUSTO%20DE%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DO%20CAFEEIRO%20EM%20LAVOURAS%20MECANIZ%C3%81VEIS%20.pdf.Acesso em 16 set. 2015.

Capítulo 11

10.37423/220105286

CONTRIBUIÇÃO DAS RPPNS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE GERAÇÕES ATUAIS E FUTURAS

Maria Cristina Weyland Vieira

Confederação Nacional das RPPNs

Andressa Novaes Lima

Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Resumo: Esta pesquisa sobre Educação Ambiental em RPPN iniciou em 2004 quando da publicação do Caderno 28 da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, compondo o capítulo 6 e foi então retomada no ano de 2021 avaliando o Painel de Educação Ambiental do VI Congresso Brasileiro de RPPN, o Livro Virtual das RPPN e outras fontes. O objetivo é identificar as RPPNs que atuam com Educação Ambiental de modo a valorizar aquelas que se dedicam a atividades educativas. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória bibliográfica analisando bancos de dados de informações da internet, publicações realizadas e em elaboração e contatos com gestores de RPPNs. Nos resultados foi inicialmente apresentada uma síntese das RPPNs contempladas no Caderno 28 da RBMA. Foi também citado o livro da RPPN Fazenda Lagoa dos anos 2010 com um capítulo especialmente dedicado à Educação Ambiental. Em seguida foram considerados o Painel de Educação Ambiental no VI CBRPPN e o Livro Virtual das RPPNs, em elaboração, projetos estes dos anos 2020, assim como outras informações obtidas com gestores de RPPNs e banco de dados virtuais. Nas conclusões foram identificadas 49 RPPN de 14 estados e de todas as 5 regiões do Brasil que vem desenvolvendo atividades de educação ambiental ou já as realizaram e que a maioria desta são do Bioma Mata Atlântica. Ao longo da elaboração desta retrospectiva ficou bem evidente que há um vasto campo de pesquisa de modo a expandir o conhecimento sobre as RPPNs que atuam em Educação Ambiental.

Palavras Chave: Reservas Privadas, Conscientização, Presente e Futuro.

INTRODUÇÃO –

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) é uma unidade de conservação de domínio privado criada com o objetivo de conservar a diversidade biológica, e gravada com perpetuidade por meio de ato voluntário de seu proprietário. É a única categoria de unidade de conservação prevista no Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza (SNUC) que permite a participação direta da sociedade civil no processo de ampliação das áreas protegidas no país. A grande maioria dos proprietários de RPPN criaram suas reservas com o objetivo de preservarem suas áreas em caráter perpétuo, porém outros a criaram no intuito de buscar alternativas sustentáveis para o uso da propriedade. (Souza *et al.* 2015).

"As reservas naturais privadas costumam ser palco para as mais variadas atividades e programas de educação ambiental e ecoturismo, mesmo antes de serem reconhecidas como RPPN. Trata-se de espaços privilegiados, cenário ideal para estas iniciativas" (Mesquita & Vieira 2004). Assim, iniciou-se o texto pioneiro de Educação Ambiental nas RPPNs publicado em 2004 no capítulo 6 do Caderno 28 da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

Dezesseis anos após esta publicação, em 2020, no VI Congresso Brasileiro das RPPNs da Confederação Nacional das RPPNs, foi realizado um Painel exclusivamente para abordar a Educação Ambiental nas RPPNs.

Em 2021, novamente com apoio da CNRPPN foi iniciado o projeto do Livro Virtual das RPPNs por uma equipe composta de Rppnistas comprometidos, empenhados em valorizar esta categoria de áreas protegidas do Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Nos vários relatos o tema da Educação Ambiental era citado como um interesse ou compromisso já sendo realizado e foram relatadas várias ações, projetos e programas sendo realizados nas RPPNs.

Considerando a relevância do papel de conscientização das gerações atuais e futuras do qual podem ser protagonistas as RPPNs, foi encetada esta pesquisa a partir dos anos 2000. Pesquisa esta que culmina agora no 1º trabalho a ser publicado num Congresso Científico renomado como o Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas na sua 18ª edição.

Objetiva-se com esse artigo retratar a inestimável contribuição das RPPNs para a Educação Ambiental em prol da Conservação da Natureza em áreas protegidas privadas.

A pesquisa teria então como meta realizar um levantamento das RPPNs que atuam com Educação Ambiental retratando e avaliando sua importância como Cenários em ecossistemas naturais dos

biomas brasileiros para a realização de atividades, projetos e programas de Educação Ambiental e assim valorizando aquelas que desenvolveram atividades e projetos de educação ambiental.

METODOLOGIA –

A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória bibliográfica para analisar as práticas desenvolvidas. Foram analisadas publicações realizadas e em processo de elaboração tais como o Livro Virtual das RPPNs; apresentações sobre RPPNs em eventos; artigos publicados em revistas científicas e outras informações obtidas em bancos de dados pela internet. Informações relevantes para a pesquisa foram também obtidas através de contatos com os proprietários e gestores de RPPNs.

RESULTADOS E DISCUSSÃO –

Em 2004 no capítulo 6 do Caderno 28 da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica FAZENDA E NATUREZA DE MÃOS DADAS: PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ECOTURISMO EM RPPN foram contempladas as mais diversas RPPNs da Mata Atlântica nas quais eram realizados, na época, atividades, projetos e programas de Educação Ambiental:

Do Nordeste foi citado o Instituto para a Preservação da Mata Atlântica (IPMA) que desenvolvia um programa de Educação Ambiental envolvendo diversas RPPNs. Foram retratadas também as seguintes RPPNs: Bahia: Estação Veracruz, Reserva Natural da Serra do Teimoso e Ecoparque de Una. Ceará: Monte Alegre. Pernambuco: Fazenda Brejo e Fazenda Santa Beatriz de Carnijó.

A maioria das RPPNs descritas com ações de educação ambiental foram do Sudeste. No Espírito Santo a RPPN Cafundó. Em Minas Gerais várias RPPNs se fizeram representar: Miguel Feliciano Abdala, Alto da Boa Vista, Santuário do Caraça, Guilman-Amorim, Mata do Jambreiro, Comodato Reserva de Peti, Mata do Sossego, Fazenda Boa Esperança, Fazenda São Lourenço, Retiro Branco, Fazenda Boa Vista, Mitra do Bispo, Fazenda Lagoa. Do Rio de Janeiro participou a RPPN Fazenda Bom Retiro. De São Paulo se fizeram presentes algumas RPPNS: Fazenda Agro-Pastoril Gonçalves, Rizzieri, Reserva Ecológica Amadeu Botelho e Rio dos Pilões.

Do Sul participaram algumas RPPNs do Paraná: Reserva Natural Salto Morato, Reserva Ecológica Ita-y-tyba, e Morro da Mina.

Em 2014 foi publicado o Livro RPPN Fazenda Lagoa: Educação Pesquisa e Conservação da Natureza com o capítulo 2 destinado especialmente a Educação Ambiental: A RPPN Fazenda Lagoa como Ferramenta de Educação Ambiental e Formação Científica abordando os seguintes temas: Educação

Ambiental no Brasil – O Centro de Educação Ambiental do Instituto Sul Mineiro de Estudos e Conservação da Natureza - Grupos Ecológicos de jovens - Trilha Ecológica.

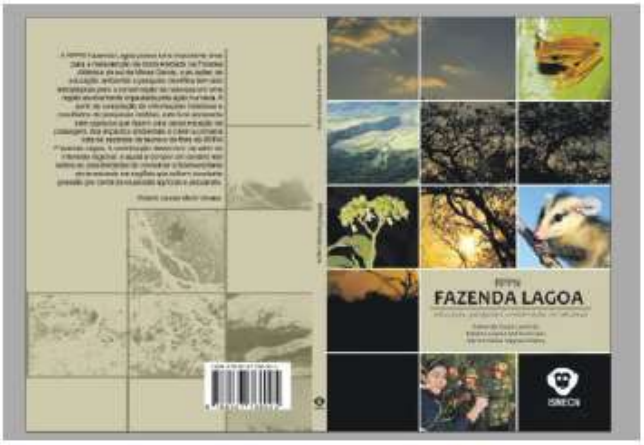


Fig. 1 - Livro RPPN Fazenda Lagoa

No VI Congresso Brasileiro das RPPNs - 2020 foi realizado um Painel de Educação Ambiental de RPPNs no qual foram apresentados em forma de vídeos e fotos estudos de casos de várias RPPNs. Os organizadores do Painel foram professores da UNICAMP e um representante do SESC SP. O Painel pode ser novamente assistido via Youtube no link: https://www.youtube.com/watch?v=Vc-QKCSUDaA. As RPPNs convidadas para o Painel foram: Airumã (PR); Agulhas Negras (RJ); Bosque de Canela (RS); Caetezal (SC); Cristalino (MT); Duas Cachoeiras (SP); Fazenda Bulcão (MG); Fazenda Lagoa (MG); Fazenda Morro de Sapucaia (RS); São Judas Tadeu (SP), Serra do Pitoco (SC); Reluz (ES); - Reserva Natural Pedra D'Anta (PE).

Fig. 2 - Videoconferência VI Congresso Brasileiro das RPPNs

Desde o lançamento online, em 24 de abril de 2021, do Roteiro de Elaboração do Livro Virtual – "**RPPNs para Sempre: Contos Encantos e Desafios** - Foram recebidos até o momento 60 relatos das mais variadas RPPNs no Brasil. Dentre as RPPNs que demonstraram no seu relato o compromisso com a educação ambiental de gerações atuais e futura foram selecionados alguns textos:

RPPN Águas Claras (RJ) – na qual são realizadas atividades de Educação Ambiental com os visitantes/ estudantes e é feito um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos resultantes da visitação nos limites de sua propriedade.

RPPN Airumã (PR) – A Reserva possui um Meliponário, espaço destinado aos cuidados de preservação e multiplicação de colmeias de abelhas nativas, também utilizado como ferramenta didática e prática para a educação ambiental.

Fig. 3 Integrantes da APAVE em torno da Vovó Airumã

RPPN Alto da Boa Vista (MG) – ".... é reconhecida pelo seu pioneirismo na região, notoriamente no estabelecimento da atividade do turismo ecológico aliado à educação ambiental."

RPPN Ambientalista Francy Nunes (CE) – "... eleita como RPPN piloto para um Plano de Manejo ..." devido ao grande interesse do proprietário e aos trabalhos de educação ambiental e desenvolvimento local sustentado desenvolvido pela RPPN em seu entorno." **Programa de Educação Ambiental (Escola Natureza),** onde disponibilizamos nossa área como laboratório vivo, para aulas de campo para

escolas" ...do entorno ...." "Nosso próximo desafio é envolver cada vez mais a comunidade nessa nova forma em olhar nossa "Mata Branca"

Fig. 4 - Programa de Educação Ambiental (Escola Natureza)

RPPN Campo Escoteiro Geraldo Nunes (RJ) – ".... a gestão da área e a Região Escoteira do Rio de Janeiro, buscam implementar nos jovens escoteiros, assim como na comunidade, uma consciência do dever e da responsabilidade de cuidar desse patrimônio que, afinal de contas, eles terão por herança.

Fig. 5 - Lobinhos em visita a RPPN Campo Escoteiro elaborando arte com folhas

RPPN Fazenda Lagoa (MG) – O Programa de Educação Ambiental nas florestas da atual RPPN iniciou com a fundação do ISMECN, já tendo envolvido mais de quatro mil estudantes e professores e contemplado instituições de ensino em um raio de 200 km, no sul de Minas Gerais.

Fig. 6 - Treinamento de Monitores RPPN Fazenda Lagoa

RPPN Iracambi (MG) – O Centro de Pesquisas Iracambi criou no ano 2000 o primeiro projeto de educação ambiental no município de Rosário da Limeira, antes mesmo da inclusão do tema no currículo estadual O programa contemplou mais de 1000 estudantes das escolas da rede escolar municipal e estadual, que, pontualmente faziam visitas a trilhas da RPPN.

Fig. 7 - Visitação Escolar na RPPN Iracambi

RPPN Campo Escoteiro Geraldo Nunes (RJ) – "…. a gestão da área e a Região Escoteira do Rio de Janeiro, buscam implementar nos jovens escoteiros, assim como na comunidade, uma consciência do dever e da responsabilidade de cuidar desse patrimônio que, afinal de contas, eles terão por herança

RPPN Morro Sapucaia (RS) – O Projeto de Educação Ambiental "Conhecer para Respeitar!" em 2001, com objetivo de esclarecer a comunidade estudantil sobre a biodiversidade da área, o conceito de unidade de conservação, seus usos e regras, bem como a atitude moral de respeito na contemplação da Natureza....

Fig. 8 - Projeto Conhecer - RPPN Morro Sapucaia

Reserva Ecológica do Carnijó (PE) – ...." Para fortalecer e evidenciar o processo de fortalecimento e sustentabilidade, os proprietários desenvolveram um projeto de ecoturismo com base na educação ambiental, pesquisa científica, anti-stress executivo e vários outros produtos".....

Através de contatos com proprietários (as) e gestores de RPPNs foram obtidas informações sobre atuação com educação ambiental como da RPPN Sítio Bons Amigos em Manaus (AM), Nesta RPPN de Manaus são desenvolvidas atividades de Educação Ambiental desde sua implantação com ênfase na Conservação de morcegos tendo chegado a realizar um Festival dos Morcegos na Reserva. Em função deste projeto foi outorgada como Área de Interesse para Conservação de Morcegos pela Rede Latino-americana e Caribe para a Conservação de Morcegos.

Fig. 9 - Crianças da Comunidade São João do Tupé posam com seus óculos morcegos

Em junho de 2021 foi realizada uma pesquisa preliminar nos bancos de dados de informações da internet, com o tema Educação Ambiental em RPPNs e foram identificados os seguintes eventos projetos, publicações científicas e outras informações abordando este tema:

Blengini et allii publicaram dois artigos sobre educação ambiental na RPPN do Caju em Sergipe na Revista Sergipana de Educação Ambiental focalizando instrumentos para pesquisa de campo na Revista Brasileira de Ecoturismo abordando um estudo de Trilha interpretativa .

Dentre os projetos divulgados:

1. Guia de Educação Ambiental "*Guardiãs da Natureza, como as RPPN Protegem os Rios e* a Biodiversidade" para o qual a Associação RPPN Catarinense recebeu o Prêmio Expressão de Ecologia.

2. No Plano de Manejo elaborado por Regina Helena Pessoa foi descrito o Projeto Curumim, desenvolvido na RPPN RPPN Reserva Ecológica Amadeus Botelho (SP), um programa de educação ambiental para crianças e adultos visando a preservação do meio ambiente, resgate cultural e aproximação da vida natural.

Dentre as pesquisas divulgadas:

1. A monografia de bacharelado em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar - Labomar da Universidade Federal do Ceará Ana karine Ribeiro Campelo: RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL SERRA DAS ALMAS: ANÁLISE DE PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL VISANDO A SUSTENTABILIDADE NO BIOMA CAATINGA.

2. O trabalho publicado por estudantes da Faculdade Católica do Tocantins do Curso de Tecnologia em gestão ambiental da disciplina manejo de Unidade de Conservação: EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL (RPPN) NO SITIO MONTE SANTO. PALMAS - TOCANTINS.

3. Na Revista Eletrônica Patrimônio: Lazer & Turismo da Universidade Católica de Santos – UNISANTOS foi publicada a pesquisa "A SUSTENTABILIDADE EM RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL - RPPN: Alternativa Aplicada no Litoral Norte do Estado de São Paulo" por C.P. Lopes et allii.

CONCLUSÃO –

Com a pesquisa realizada nas publicações do caderno da RBMA, do Livro RPPN Fazenda Lagoa e do Livro Virtual de RPPNs assim como no Painel de RPPNs no VI CBRPPN, contatos com proprietários (as) e gestores de RPPNs e na pesquisa preliminar efetuada em bancos de dados virtuais puderam ser identificadas as mais variadas RPPNs com atuação no campo da Educação Ambiental. A maioria das RPPNs citadas neste artigo são do Bioma Mata Atlântica em função não somente do Caderno RBMA contemplar especificamente este Bioma como também pelo fato de que as únicas associações ativas são das RPPNs de Mata Atlântica o que explica sua articulação com a Confederação Nacional de RPPNs que promoveu o VI CBRPPN e está realizando o Livro Virtual. No total foram citadas 49 RPPN de 14 estados e de todas as 5 regiões do Brasil. Ao longo da elaboração desta retrospectiva ficou bem evidente que há um vasto campo de pesquisa de modo a realizar um levantamento integral das RPPNs que atuam em Educação Ambiental seja com ações isoladas, projetos, programas de longo curso.

AGRADECIMENTO –

Agradecemos a todos os gestores das RPPNs que contribuíram encaminhando textos e fotografias. Agradecimento especial à Andrea Seixas Palma Montini, Pedagoga /UNB e, futura rppnista pela revisão do texto e a Olivia Junqueira Lustosa pelo apoio técnico na elaboração do texto.

REFERÊNCIAS

BLENGINI, I & RODRIGUES, C. - PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM RPPN: INSTRUMENTOS PARA A PESQUISA DE CAMPO - v. 6 n. 2 (2019): Revista Sergipana de Educação Ambiental

BLENGINI, I., LIMA, L. B., SILVA, I. S. de M., & RODRIGUES, C. Trilha interpretativa como proposta de Educação Ambiental: um estudo na RPPN do Caju (SE). Revista Brasileira De Ecoturismo (RBEcotur), 12(1). 2019.

BONNEY, T. PEREIRA, VINICIUS, E, PEREIRA ZACARIA. EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL (RPPN) NO SITIO MONTE SANTO. PALMAS - TOCANTINS. Faculdade Católica do Tocantins.http://ge.catolica-to.edu.br . 2009.

CAMPELO, A, K. R. RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL SERRA DAS ALMAS: ANÁLISE DE PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL VISANDO A SUSTENTABILIDADE NO BIOMA CAATINGA. Monografia de Bacharelado em Ciências Ambientais - Universidade Federal do Ceará, FORTALEZA 2016

CNRPPN (Confederação Nacional das RPPNs) - - Programação VI Congresso Brasileiro de RPPns - Painel Educação Ambiental em RPPNs - www.rppn.org.br ›programação 2020.

LAURINDO, R DE S; NOVAES, R. L; VIEIRA, M.C.W RPPN Fazenda Lagoa: Educação Pesquisa e Conservação da Natureza. Monte Belo. ISMECN. 2014

LOPES, C. P.; SIMPLICIO, C.U.; AKABANE, G. K. OLIVEIRA, M; C;; MARQUES, V. C. - Conceição Marques Patrimônio: Lazer & Turismo, v. 6, n. 8, out.-nov. Dez./2009, p.61-83. 2009

MESQUITA, C.A.B; VIEIRA, M.C.W - RPPN – Reservas particulares do patrimônio natural da mata atlântica /. – São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2004.

PESSOA, R.H. PLANO DE MANEJO DA RESERVA ECOLÓGICA AMADEU BOTELHO. Jaú Estado de São Paulo Brasil, abril 2013.

RPPN Catarinense - Guardiãs da Natureza, como as RPPN Protegem os Rios e a Biodiversidade. Lagoa Editora. Florianópolis. 2016.

Capítulo 12

10.37423/220105293

HABITAÇÃO SAUDÁVEL NA GESTÃO AMBIENTAL

Maria da Purificação Teixeira *Universidade Estadual de Campinas*

Resumo: Parte-se do entendimento de que a Declaração do Milênio dá um novo sentido de urgência ao enfrentamento das questões relacionadas à saúde coletiva e ao desenvolvimento humano e, estipula uma estrutura que transcende a esfera setorial individual. E neste contexto, o presente trabalho, converge para a compreensão de que a moradia e o local de trabalho das pessoas são seus ambientes mais importantes; e que as condições de moradia e de trabalho são tão essenciais para garantir uma boa saúde, quanto o meio ambiente em geral, incluindo toda a infraestrutura de saneamento ambiental.

Desta sorte, a partir da conceituação de habitação saudável, e da associação com alguns agravos ambientais, econômicos e sociais, identificados no ambiente urbano; caracteriza-se um cenário revelador, no que concerne ao entendimento de que a inadequada conformação do ambiente edilício tem legado ao ambiente urbano, grandes distorções para os sistemas de infraestrutura de saneamento ambiental. E, por conseqüência do raciocínio adotado, a importância do estudo da saúde da habitação, como imprescindível variável para a qualificação da qualidade de vida urbana e, imprescindível estratégia para a gestão ambiental municipal.

A adequação de moradia como indicador de sustentabilidade e os princípios estabelecidos na 1º Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, realizada em Ottawa em 1986; são utilizados nos estudos desenvolvidos, para reorientar a observação do quadro da saúde urbana no Brasil, tanto quanto, relevar algumas condicionantes ambientais evidenciadas na realidade brasileira, que facultam a apropriação do entendimento dos ambientes saudáveis como essencial estratégia para a promoção da saúde.

A pesquisa, assim desenvolvida, permitiu consolidar a Habitação Saudável como uma essencial estratégia de gerenciamento municipal para a promoção da saúde urbana; permitiu a ratificação de alguns fatores ambientais que qualificam a saúde na edificação; permitiu o desenvolvimento de algumas recomendações projectuais envolvendo a qualificação da Habitação Saudável; e, permitiu o encaminhamento do entendimento de que a concepção e o gerenciamento de sistemas de infraestrutura urbana seria otimizada, a partir de uma melhor apropriação da saúde edilícia.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Habitação Saudável, Saúde na Habitação, Qualidade de Vida Urbana, Ambientes Saudáveis, Promoção de Saúde Urbana.

INTRODUÇÃO

Em 1954, a secretaria da OPAS publicou o primeiro relatório sobre a situação da saúde nas Américas em separado, iniciando assim uma ininterrupta publicação quadri-anual, agora qüinqüenal, com informações sobre a saúde na região. A edição de 2007 de Saúde nas Américas, oferece um amplo panorama da situação na Região e em todos os países em relação à saúde e ao desenvolvimento humano, doenças específicas e fatores de risco, saúde ambiental e evolução dos sistemas e serviços de saúde.

Além disso, há o exame e a análise do progresso alcançado em relação ao compromisso mundial, expresso nos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM); estabelecidos pelas Nações Unidas, de encarar os problemas da pobreza externa, da fome, das doenças, da falta de água e saneamento, das moradias inadequadas e da exclusão social, e de promover a igualdade de gênero, a educação e a sustentação do meio-ambiente (OPAS, 2001).

Cabe relevar que, na América Latina e no Caribe, o grande desafio consiste na harmonização dos objetivos do desenvolvimento, da saúde e do ambiente com os da eqüidade social, o qual requererá, entre outras medidas, a formulação de políticas efetivas de desenvolvimento urbano.

Vale o exemplo da água e saneamento: ao crescer, as populações urbanas aumentam proporcionalmente as demandas de provisão de serviços de água potável, sistemas de rede de esgoto e disposição de refugos sólidos. Desigualdades entre o centro e a periferia das cidades e entre as áreas urbanas e rurais com relação ao acesso a esses serviços e à exposição a fatores de risco ambiental exacerbam a vulnerabilidade dos pobres.

Agora, dentro do contexto dos ODM, a educação, a saúde e o ambiente se amálgamam, como um pacote indivisível, como áreas de investimento fundamental para a redução da pobreza e para o desenvolvimento humano. Ao mesmo tempo, dado que três dos oito ODM se referem explicitamente à saúde e todos eles se relacionam de alguma maneira à saúde, a comunidade mundial pôs a manifesto seu reconhecimento coletivo da função crucial da saúde no centro do desenvolvimento econômico e social.

HIPÓTESE: A HABITAÇÃO SAUDÁVEL

Consiste, pois, em objetivo central deste trabalho, endossar a corrente de pesquisadores que entende e releva a saúde habitacional como um elemento indispensável ao sucesso da gestão ambiental municipal.

O entendimento da habitação como um espaço onde a função principal é ter a qualidade de ser habitável faz com que uma análise incorpore a visão das múltiplas dimensões que compõem a habitação: cultural, econômica, ecológica e de saúde humana.

A concepção integradora da habitação considera os usos que fazem da mesma os habitantes, incluindo os estilos de vida e condutas de risco; é, portanto, uma concepção sociológica, devendo o conceito de habitação saudável incluir o seu entorno, como ambiente, e agenda de saúde de seus moradores (OPAS, 2000).

Cabe ainda relevar que a melhor apropriação do entendimento da HABITAÇÃO SAUDÁVEL como importante elemento na tomada de decisão no âmbito da Gestão Municipal, consiste em encaminhamento inadiável; onde, tradicionalmente, os sistemas de infraestrutura urbana absorvem a maior preocupação dos gestores.

CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com Santos (1997), a transformação da natureza pelo trabalho humano, criou, ao longo dos séculos, novas formas ou objetos culturais, artificiais, históricos, que resultam numa sucessão de formas crescentemente complexas, num processo de “humanização” que atinge escala planetária e nos coloca diante da quase inexistência da “paisagem natural”.

Parece indispensável, pois, neste especial momento, observar-se que à medida que a espécie humana veio incorporando suas forças à natureza trabalhada, esta foi adquirindo novos contornos, novas silhuetas e foi, sobremaneira, se incorporando de uma nova qualidade social, refletindo a cada interferência, novos valores de uso do próprio espaço construído e do ambiente gerado, expressos na qualidade, quantidade e variedade dos recursos naturais disponíveis em uma determinada parte do espaço terrestre.

Está a sociedade, como um todo, conforme reflete Teixeira (2004), indiscutivelmente, refazendo e ampliando o entendimento de que ao atuar na natureza, o homem produz mudanças de todas as ordens na forma da matéria; mas também sofre um efeito paralelo, como decorrência direta desta atuação, ou seja, trata-se de uma via de mão dupla que, no caso particularíssimo da espécie humana, não se restringe apenas a um esquema de relacionamento entre uma espécie e o ambiente que ela ocupa.

Esta atuação refere-se também a um complexo sistema de trocas energéticas e transformações que vão desde as trocas materiais, passando pelas comportamentais e chegando até às econômico-culturais.

De acordo com entendimentos do IBGE (2004), da definição de saúde como completo estado de bem-estar, resulta a necessidade de contemplar outros fatores tais como: o aumento e densidade da população urbana, a expansão industrial e agrícola; que trouxeram em seu bojo a carência e a poluição dos recursos hídricos, assim como, os aspectos naturais da hidrografia e topografia do terreno, clima e vegetação, dentre outros.

Em seus estudos Teixeira (2004) enfatiza que, a impermeabilização do solo, as concentrações de edifícios, os desmatamentos em encostas ou margens de rios, o assoreamento e a retificação ou canalização de rios, a extração e a utilização de recursos naturais, são ações que afetam o ambiente natural de uma determinada maneira; onde, o ambiente natural certamente reage, trazendo efeitos inesperados para o ambiente construído e seus ocupantes: inundações, secas, micro-climas adversos, erosão, desabamentos, enchentes, voçorocas, ambientes insalubres, radiações e eletromagnetismo do solo.

O CENÁRIO INTERNACIONAL

A Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, realizada em Ottawa, Canadá, em novembro de 1986, apresenta neste documento sua Carta de Intenções, conhecida como Carta de Ottawa (1986), que seguramente tem contribuído para que se estabeleça uma ação coletiva no sentido de se atingir Saúde para Todos, a partir das iniciativas desencadeadas no ano 2000 e anos subseqüentes.

Esta Conferência foi, antes de tudo, uma resposta às crescentes expectativas por uma nova saúde pública, movimento que vem ocorrendo em todo o mundo. As discussões focalizaram principalmente as necessidades em saúde nos países industrializados, embora tenham levado em conta necessidades semelhantes de outras regiões do globo. As discussões foram baseadas nos progressos alcançados com a Declaração de Alma-Ata para os Cuidados Primários em Saúde, com o documento da OMS sobre Saúde Para Todos, assim como com o debate ocorrido na Assembléia Mundial da Saúde sobre as ações intersetoriais necessárias para o setor.

Deste importante acordo internacional, dois princípios são relevados no presente trabalho, como questões centrais para a abordagem da habitação saudável no contexto da gestão ambiental: a promoção da saúde e, a criação de ambientes favoráveis.

Promoção da Saúde é o nome dado ao processo de capacitação da comunidade para atuar na melhoria de sua qualidade de vida e saúde, incluindo uma maior participação no controle deste processo. A saúde deve ser vista como um recurso para a vida, e não como objetivo de viver. Nesse sentido, a saúde é um conceito positivo, que enfatiza os recursos sociais e pessoais, bem como as capacidades físicas. Assim, a promoção da saúde não é responsabilidade exclusiva do setor saúde, e vai para além de um estilo de vida saudável, na direção de um bem-estar global.

Com relação à **Criação de Ambientes Favoráveis**, o princípio geral orientador para o mundo, as nações, as regiões e até mesmo as comunidades é a necessidade de encorajar a ajuda recíproca – cada um a cuidar de si próprio, do outro, da comunidade e do meio-ambiente natural. O acompanhamento sistemático do impacto que as mudanças no meio-ambiente produzem sobre a saúde – particularmente, nas áreas de tecnologia, trabalho, produção de energia e urbanização – é essencial e deve ser seguido de ações que assegurem benefícios positivos para a saúde da população.

Neste sentido, a conservação dos recursos naturais do mundo deveria ser enfatizada como uma responsabilidade global. Mudar os modos de vida, de trabalho e de lazer tem um significativo impacto sobre a saúde. Trabalho e lazer deveriam ser fontes de saúde para as pessoas. A organização social do trabalho deveria contribuir para a constituição de uma sociedade mais saudável. A promoção da saúde gera condições de vida e trabalho seguras, estimulantes, satisfatórias e agradáveis.

O CENÁRIO NACIONAL

A vida urbana caracteriza-se pela disputa por emprego em torno de pólos industriais e de serviços a eles associados; pela dependência de transportes automotivos devido às distâncias entre os locais de moradia e de trabalho; e, pelo consumo de uma diversidade enorme de produtos que, em parte, viabilizam e facilitam o cotidiano nas cidades e, em parte, conformam as necessidades humanas às necessidades do mercado. É a dinâmica da reprodução do capital que condiciona o ritmo das necessidades humanas (OMS, 1996).

No Brasil, a situação ambiental está em contínuo processo de degradação, ocorrendo:

- a transição epidemiológica marcada pela prevalência das condições de morbi-mortalidade, verificadas em alguns setores;

- a permanência de certas doenças infecto-parasitárias devido à falta de infra-estrutura urbana básica;
- o crescimento de doenças crônicas não infecciosas;
- o aparecimento de novas doenças sexualmente transmissíveis;e,
- o crescimento da violência urbana devido ao uso de drogas e a outros fatores comportamentais, como o estresse da vida cotidiana.

Diante deste cenário, a questão do saneamento, consoante os entendimentos do IBGE (2004), não pode ser vista, assim, de forma homogênea e muito menos linear em todo o Território Nacional. Ao contrário, ela requer uma abordagem coerente com a diversidade ambiental e social, que interfere, dinamicamente, na própria compreensão dessa questão como resposta ajustada às inúmeras realidades demográficas, sociais, políticas e ambientais presentes no imenso território brasileiro.

E neste contexto, cabe pensar que o edifício no ambiente: realiza trocas térmicas com o ambiente, modela a paisagem urbana, transforma condições climáticas locais, produz resíduos e poluição ambiental, transforma a topografia e estrutura do solo, utiliza ou não recursos naturais e humanos e, desequilibra ecossistemas existentes. E neste sentido, interfere no ambiente urbano, legando grandes distorções para os sistemas de infraestrutura de saneamento ambiental.

Considerando alguns fatores ambientais que possibilitam a qualificação da saúde no ambiente construído, facultando condições adequadas de ventilação e iluminação, por exemplo, conforme ilustram as figuras 1 e 2; há que se contemplar as condicionantes ambientais que favorecem esta apropriação do ambiente construído, a partir do viés do saneamento ambiental.

Figura 1: fatores ambientais que qualificam a saúde na edificação

(relacionados à obtenção de iluminação e ventilação naturais – TEIXEIRA, 2004)

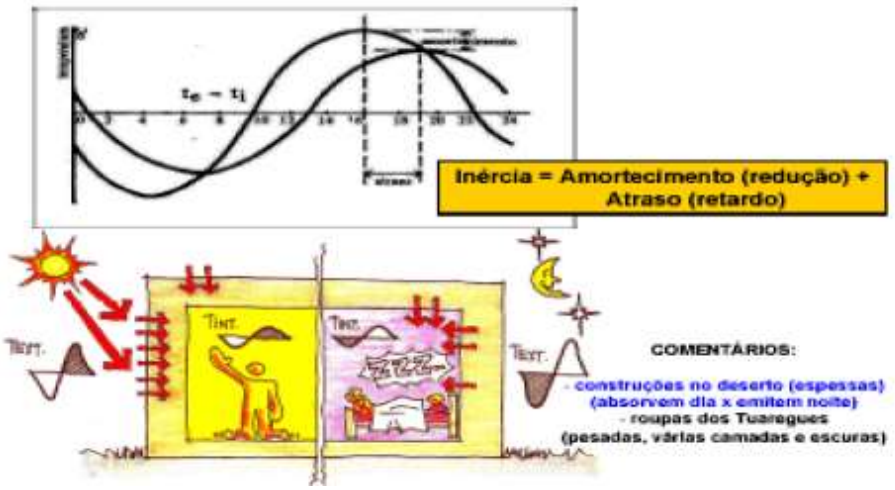


Figura 2: fatores ambientais que qualificam a saúde na edificação

(relacionados à obtenção de iluminação e ventilação naturais – TEIXEIRA, 2004)

Neste âmbito, de acordo com Gomes apud Cirrota, Porto e Teixeira (2003), em estudos recentes, curvas teóricas de insolação durante um ano, para latitudes de 0º a 45º, estabelecendo uma relação com a disponibilidade de energia solar incidente, demonstraram que os países que estão situados entre as latitudes de 32ºN e 32ºS conseguem aproveitar até cerca de 84% da energia solar incidente, quando considerados a) a orientação dos diferentes planos de incidência, e, b) a quantidade de radiação recebida no período.

Curiosamente, a faixa de latitude onde se encontram os chamados países dos trópicos, ou países do terceiro mundo, onde destacam-se o Brasil e o México no continente americano e grande parte do continente africano, correspondem a este intervalo. Esta localização faz do Brasil um país tipicamente dos trópicos, onde, numa abordagem genérica, ainda de acordo com os autores supracitados, uma boa parte do território (92%), situada acima do trópico de capricórnio, distribui-se entre os climas equatorial e tropical, caracterizando uma zona tropical. O restante do território compreende a região sul e o sul do estado de São Paulo, localizado na zona temperada.

Esta constatação, introduz a necessidade do resgate dos processos psicrométricos (figura 3) na modelagem da iluminação e ventilação naturais para a concepção da habitação saudável, aqui incluídos dentre os sistemas prediais relacionados com o saneamento ambiental.

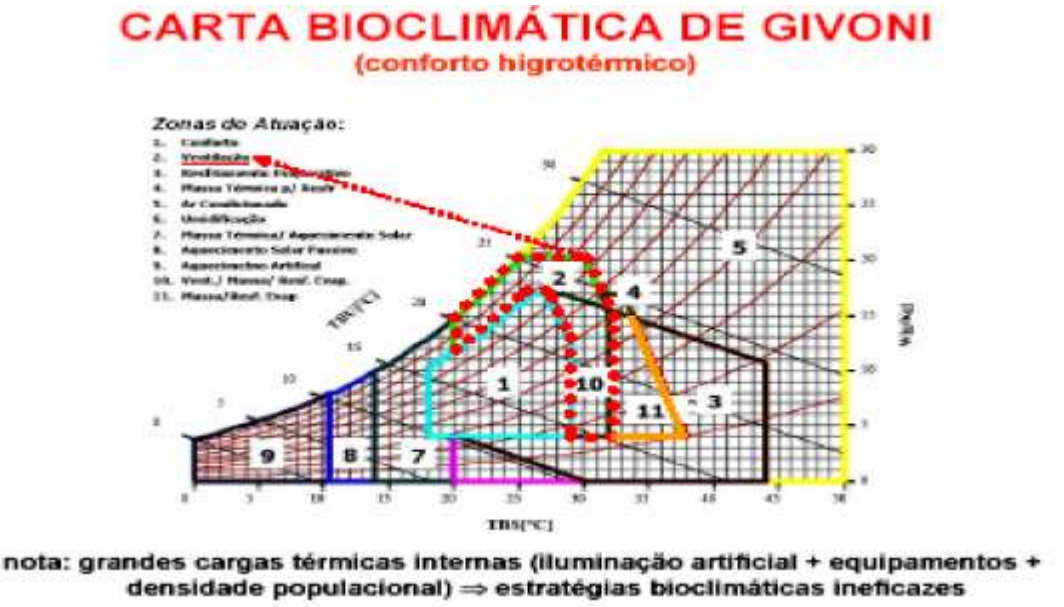
Associado a este entendimento, sobrevêm as estratégias bioclimáticas (figura 4), voltadas para a obtenção do conforto higrotérmico de um empreendimento, contempladas inicialmente nos estudos de Givoni e, de prática corrente nos profissionais adeptos e conscientes dos favorecimentos diretos na saúde coletiva, da adoção de estratégias bioclimáticas na concepção do ambiente construído.

Figura 3: concepção da habitação saudável

(relacionados à obtenção de iluminação e ventilação naturais – TEIXEIRA, 2004 adaptadas de Givoni)

Figura 4: estratégias bioclimáticas

(relacionados à obtenção de iluminação e ventilação naturais – TEIXEIRA, 2004 adaptadas de Givoni)



nota: grandes cargas térmicas internas (iluminação artificial + equipamentos + densidade populacional) ⇒ estratégias bioclimáticas ineficazes

E cabe, diante deste panorama, questionar o conceito de habitabilidade e habitação saudável; sendo esta, a dialética central da metodologia adotada, de modo a facilitar uma melhor apropriação do entendimento da habitação saudável como importante elemento na tomada de decisão dentro de aspectos da gestão ambiental municipal, onde tradicionalmente, os sistemas de infra-estrutura urbana absorvem uma grande, senão a maior, parte da preocupação dos gestores, no contexto do saneamento ambiental, deixando ao ambiente edilício, um papel de coadjuvante (quando chega a ser contemplado), no planejamento e na concepção das estratégias da qualidade ambiental urbana.

RESULTADOS FINAIS: HABITABILIDADE E HABITAÇÃO SAUDÁVEL

Assim, Habitabilidade trata-se de um termo de significado variado em função do contexto em que esteja inserido; porém, associado e entendido segundo aponta a Política Nacional de Habitação, publicada em 1996 pelo Ministério do Planejamento e Orçamento, fica exposto que a questão habitacional não deve se restringir ao edifício habitacional isoladamente, mas sim em seu contexto mais amplo, o do *habitat.*

Isto significa, alcançar condições satisfatórias de habitabilidade e de salubridade, ou seja: a)condições ambientais apropriadas, b)espaço suficiente, c)privacidade, d)segurança, d)durabilidade, e)iluminação e ventilação, f)abastecimento de água, g)esgotamento sanitário, h)disposição de resíduos sólidos, i)adequada localização com relação ao emprego, j)equipamentos e serviços urbanos adequados.

O conceito de **habitação saudável** se aplica desde o ato da elaboração de seu desenho, microlocalização e construção, estendendo-se até seu uso e manutenção. Está relacionado com:

- o território geográfico e social onde a habitação se assenta,
- os materiais usados para sua construção,
- a segurança e qualidade dos elementos combinados,
- o processo construtivo,
- a composição espacial,
- a qualidade de acabamentos,
- o contexto global do entorno (comunicações, energia, vizinhança), e
- educação em saúde ambiental de seus moradores sobre estilos e condições de vida saudável.

Assim, o conceito de ambiente e entorno saudável incorpora a necessidade de ter equipamentos urbanos básicos com saneamento, espaços físicos limpos e estruturalmente adequados e redes de apoio para se conseguir hábitos psicossociais sãos e seguros, isentos de violência (abuso físico, verbal e emocional).

É neste contexto que, considerando a recente história da urbanização e a produção arquitetônica a ela correspondente, tanto quanto, os efeitos desta atividade sobre o meio ambiente; deve-se refletir sobre a necessidade de ampliar os recursos de monitoramento do uso e ocupação do solo e, de uma melhor estruturação de padrões ambientais para a identificação das melhores estratégias de apropriação deste ambiente construído saudável.

Neste âmbito, cabem algumas considerações, reflexo dos estudos desenvolvidos pela autora, associando alguns aspectos do projeto arquitetônico e da infraestrutura de saneamento ambiental, e algumas premissas necessárias aos processo de uso e ocupação, de modo a melhor apropriar a concepção do ambiente construído pelo enfoque da edificação saudável, conforme ilustra o quadro 1.

Quadro 1: uso e ocupação e o foco na Habitação Saudável (TEIXEIRA, 2004)

ASPECTOS DO PROJETO ARQUITETÔNICO	**PREMISSAS PARA O USO E OCUPAÇÃO**
OTIMIZAÇÃO DO TAMANHO DO PROJETO	Identificação do Ecossistema e possíveis desequilíbrios; Atividades que resultem em erosão, Poluição de águas superficiais e águas subterrâneas, Despejos de resíduos líquidos e sólidos, Desmatamento e perda de cobertura vegetal protetora,Ocupação desordenada e densificação urbana
EDIFÍCIO ENERGETICAMENTE EFICIENTE	Alteração mínima da topografia natural, Prevenção de áreas de erosão antrópica, Prevenção de obstrução de cursos de água, Prevenção de carreamento de material de aterro, Paisagismo sustentável como elemento de drenagem, Hidrogeologia e Geologia como elementos de drenagem, Níveis de precipitação pluviométrica local, Manutenção e/ou correção da permeabilidade do solo, Prevenção da impermeabilização urbana, Direção e velocidade dos ventos (processos de erosão), Capacidade de evapo-transpiração do solo/clima local
ASPECTOS DO PROJETO ARQUITETÔNICO	**PREMISSAS PARA O USO E OCUPAÇÃO**
EDIFÍCIO QUE UTILIZE ENERGIAS RENOVÁVEIS	Identificação dos melhores usos para ocupação, Capacidade produtiva e/ou conservacionista do solo; Preservação de reservas hídricas comprometidas;
	Minimizar áreas pavimentadas; Respeitar permeabilidade do solo local; Sistemas de drenagem sustentáveis; Adequação do empreendimento à paisagem natural
OTIMIZAÇÃO DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS	Ecologicamente adequados às condicionantes do sítio e do ecossistema locais, Preservação de jazidas naturais, Redução de custos no transporte ao canteiro de obras, Aproveitamento de estruturas econômicas próximas ao canteiro de obras, Resultantes de processos produtivos sustentáveis, Utilização e especificação de matéria-prima de baixo consumo energético, Capacidade de auto-degradabilidade no ambiente, Reciclagem de materiais construtivos e de acabamento, Redução do entulho de obra, Fácil manutenção e durabilidade
BAIXO CONSUMO DE ENERGIA E MANUTENÇÃO DO ENTORNO	Disposição adequada de resíduos e efluentes, Remoção da cobertura vegetal protetora, Preservação do nível do lençol freático, Preservação de áreas de carga de águas superficiais, Preservação de áreas de recarga de águas superficiais, Exposição de horizontes e terraplenagem insustentável, Estética visual inadequada, Custos do terreno e implantação do empreendimento, Desvalorização/valorização da área urbana

FACILITAR AOS USUÁRIOS A RECICLAGEM	Sistemas Sustentáveis de Abastecimento de Água, Sistemas Sustentáveis de Esgotamento Sanitário, Sistemas Sustentáveis de Drenagem Pluvial, Sistemas Sustentáveis de Energia Elétrica e Solar; Sistemas Sustentáveis de coleta e reciclagem de lixo, Manutenção e proteção de sítios de valor cultural, paisagístico e ambiental, Técnicas sustentáveis de jardinagem e paisagismo, Aproveitamento de águas de chuva, Estimular variedade de usos e ocupação sustentável Especificações Ambientalmente Corretas e Sustentáveis
UTILIZAÇÃO DO SOLO LIMPO	Carreamento de materiais para corpos hídricos, Caracterização da composição dos agentes poluidores, Capacidade da adequada disposição final no solo, Prevenção do aumento de superfícies impermeáveis, Prevenção da redução do tempo de concentração do escoamentosuperficial
REUTILIZAÇÃO E/OU AMPLIAÇÃO	Privilegiar a ocupação em função da declividade do solo, Preservar áreas adjacentes a cursos de água, Preservar solos sujeitos à erosão, Privilegiar o escoamento natural das águas, Privilegiar a cobertura vegetal natural, Observar capacidade de absorção de resíduos, Observar capacidade de absorção de efluentes
ASPECTOS DO PROJETO ARQUITETÔNICO	**PREMISSAS PARA O USO E OCUPAÇÃO**
DURABILIDADE DA OBRA	Prevenção da remoção da cobertura vegetal, Prevenção detalhada da drenagem local, Prevenção da obstrução de cursos de água existentes, Aproveitamento da topografia natural, Adoção de terraplenagem sustentável, Adoção de materiais duráveis e de fácil manutenção, Adoção de materiais adequados ao uso da edificação, Adoção de materiais adequados ao ecossistema local, Adoção de materiais capazes de não gerar efeitos poluidores, com o tempo
QUALIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	Proteger áreas expostas à erosão antrópica, Proteger os ecossistemas naturais, Impermeabilizar a menor área de solo possível, Observar o fluxo natural das águas no terreno, Amortecer as águas de chuva no terreno, Privilegiar a ocupação acompanhando a topografia, Prover a disposição adequada de resíduos sólidos, Prover a disposição adequada de efluentes, Aproveitar as condições climáticas para valorizar e proteger as condições geológicas e hidrogeológicas

Neste âmbito de considerações, fácil depreender que a concepção da habitação saudável demanda a interação multidisciplinar de inúmeros profissionais, na complexa, mas inadiável tarefa de legar ao ambiente construído, a qualidade de um agente promotor de saúde; e, consequentemente, em insubstituível estratégia de saúde pública para gestão ambiental municipal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabem, pois, a título de conclusão, os seguintes entendimentos:

- de que a ação do homem sobre o meio ambiente, particularmente, na modelagem da paisagem urbana, interfere e transforma as condições climáticas do ambiente natural, desequilibrando, quase sempre, os ecossistemas existentes;
- de que a ação do homem sobre o meio ambiente, particularmente, na modelagem da paisagem urbana, interfere e transforma as condições de higienização natural do ambiente, desequilibrando, quase sempre, os ecossistemas existentes;
- de que a intervenção sustentável no meio ambiente implica em resgatar e atualizar a compreensão de como funcionam os ecossistemas naturais, através da Ecologia e das Ciências da Terra, a exemplo da Geologia e da Geomorfologia, associando-as às compreensões da Hidrologia e da Engenharia Sanitária;
- de que o Brasil é um país onde 92% do seu território está localizado dentro da faixa dos trópicos, o que implica em diferenciar a Climatologia, a Ecologia e as Ciências da Terra Brasileiras e, qualificar, adequadamente, as características dos solos tropicais, associando-as às compreensões da Hidrologia e da Engenharia Sanitária;
- de que o Brasil apresenta uma regionalidade bastante diversificada, compreendendo ecossistemas e biodiversidade distintos, o que já constitui, em si mesmo, um argumento bastante consistente para a prática de uma arquitetura e urbanismo ambientalmente corretos (a exemplo do que se encaminha no quadro 1), e de uma abordagem heterogênea para as ações do saneamento ambiental nacional;
- da necessidade de se estender a concepção e o planejamento dos sistemas de infraestrutura urbana à uma melhor apropriação do ambiente construído, na medida em que, a apropriação de algumas interfaces entre estes 02 universos, poderão produzir algumas estratégias para a implementação da qualidade ambiental urbana;
- de que a idéia de municípios/cidades saudáveis só é possível se houver uma política de habitação saudável.

Portanto, a estratégia de habitação saudável se insere através da colaboração interprogramática em municípios/cidades saudáveis, e, consequentemente, deveria integrar de forma mais robusta, os mecanismos de gestão ambiental municipal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CIRROTA, Paulo; PORTO, Maria Maia; TEIXEIRA, Maria da Purificação. A Integração de Cor e Luz no Projeto Arquitetônico Bioclimático. Rio de Janeiro, RJ. 2003. XVII Congresso Brasileiro de Arquitetos. Artigo técnico.

2. IBGE. Atlas de Saneamento. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro, 2004.

3. OMS. Report of the DGIS/UNDP/WHO Healthy Cities Project Workshop on Progress in Implementation. OMS. Genebra, 1996.

4. OPAS. Promoting Health in the Américas. Anual Reporto f the Director – 2001. Washington, DC: 2001 (Documento Oficial nº 302, disponível em inglês e espanhol).

5. OTTAWA, Carta de. Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde. Ottawa: OMS, 1986.

6. SANTOS, M. Metamorfoses do Espaço Habitado. São Paulo: Hucitec, 1997.

7. TEIXEIRA, Maria da Purificação. O Solo, como agente de Sustentabilidade para uma Arquitetura e Urbanismo Ambientalmente Corretos. Tese (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura – PROARQ, 2004.

Capítulo 13

10.37423/220105295

MONITORAMENTO E RASTREABILIDADE DE ENXOVAL HOSPITALAR: O USO DO RFID, NO COMBATE A EVASÃO

Manoel Pereira de Andrade Filho — *NUTES, UEPB*

Eduardo Jorge Valadares de Oliveira — *Universidade Estadual da Paraíba*

Resumo: Os avanços tecnológicos e tecnologias disponíveis na atualidade nem sempre são criações de uma nova tecnologia e sim a junção das tecnologias existentes formando algo que ainda não existe ou solucionando problemas ainda não solucionados. Assim, a rádio frequência *(RFID)* está fundamentada nas descobertas da indução mútua ou eletromagnética de Faraday e no advento das transmissões por rádio e por radar. Uma forma de garantir um bom monitoramento é introduzir a tecnologia utilizando ferramentas que permitam o seu controle. (Farias, 2010) especialista em gestão de Hotelaria alerta que a tecnologia promove a velocidade na coleta dos dados, mas não garante a qualidade da informação. E instalar artefatos sem a disciplina do controle é uma inadequação de qualidade e não deve ser praticada. No Brasil, para monitorar as peças, dois, são os modelos de tecnologia mais utilizados: o Barcode - código de barras - e o *RFID* – rádio frequência-. O Barcode é considerado o mais barato por unidade, porém tem como restrição o manuseio das peças sujas, que, segundo a Norma Regulamentadora - NR 32 deve ser mínimo. O *RFID* (chip) vem sendo atualmente o recurso mais adequado, de maior qualidade de registro, porém ainda é considerado de alto custo, embora esse custo e sua avaliação dependam do foco dado à gestão do enxoval. Portanto, o objetivo principal deste estudo é a sistematização da implantação da tecnologia *RFID* no controle de enxovais hospitalares, identificando informações sobre este recurso que poderá ser utilizado como base de melhoria do setor de gestão.

Palavras-chave: Enxoval, Rastreabilidade, Monitoramento, *RFID.*

INTRODUÇÃO

Nas unidades hospitalares, deve-se ter sempre a consciência, que a qualidade de tudo que entra e sai do interior dessas unidades deve ter necessariamente condições de higiene e conservação destes materiais, desta forma, neste sentido, um item importante que precisa ser manuseado com cuidado para evitar contaminações e infecções é o enxoval hospitalar. Na escolha do enxoval hospitalar, devem-se considerar os fatores de conforto, adequação técnica, vida útil contábil e segurança sanitária. Dependendo do tipo de aquisição do enxoval pelas unidades hospitalares, o valor gasto em média/mês gira em torno de R$ 22.000,00 a depender entre outros fatores, do porte e rotatividade da unidade hospitalar. Desta forma, a compra deve ser realizada pelo custo e retorno do investimento (médio e longo prazo) e não apenas pelos menores gastos no curto prazo. Segundo (MAIA, 2013). Se isso for levado em consideração, a qualidade e a rentabilidade da organização poderão ser afetadas.

O enxoval hospitalar é hoje considerado um dos grandes aliados no tocante a redução das infecções hospitalares, em contrapartida, também é considerado uma grande fonte de estudo, no que diz respeito aos custos hospitalares. Investir em tecnologia pode ser uma grande oportunidade, o problema ainda é o grande custo das tecnologias disponíveis hoje no mercado. Pesquisas revelam que para inserir o conjunto da tecnologia por *RFID- Transponder*, Antena, R*eader*, *Host*- é necessário desembolsar em média, U$ 20.000,00 a depender também da escolha e do tipo de parceria que venha a ser fechada pelas unidades de saúde.

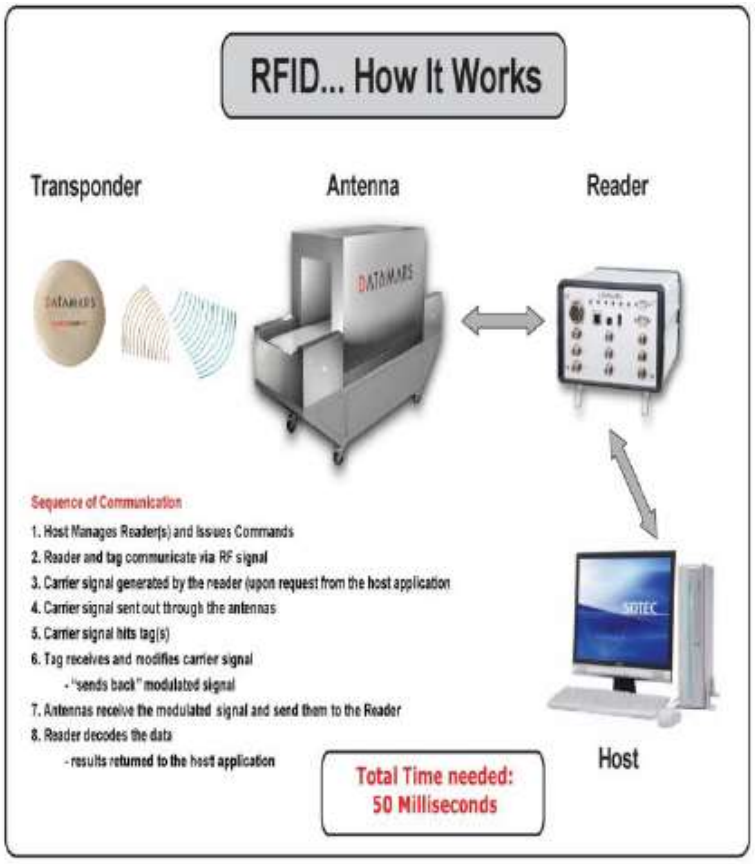


Figura 1:Funcionamento*RFID*

Fonte: Adaptado por: Martucci. C.F

No Brasil, para monitorar as peças, dois modelos de tecnologia podem ser utilizados: o Barcode - código de barras - e o *RFID* – radio frequência-. O Barcode é considerado o mais barato por unidade, porém tem como restrição o manuseio das peças sujas, que, segundo a Norma Regulamentadora - NR 32 deve ser mínimo. O *RFID* (chip) vem sendo atualmente o recurso mais adequado, de maior qualidade de registro, porém ainda é considerado de alto custo. A falta de controle de equipamentos e materiais pode afetar drasticamente a gestão hospitalar.

Portanto, o objetivo principal deste estudo é a sistematização da implantação da tecnologia *RFID* no controle de enxovais hospitalares, identificando informações sobre este recurso que poderá ser utilizado como base de melhoria do setor de gestão. Espera-se que essa aplicação diminua falhas humanas, resultando em ganhos logísticos, financeiro e aumento da confiança e satisfação das empresas hospitalares e consequentemente dos pacientes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A tecnologia *RFID* ainda não é uma realidade e unanimidade devido a sua complexidade e falta de históricos confiáveis de aplicação no ambiente hospitalar, especificadamente no enxoval hospitalar.

Esforços para garantir um bom funcionamento e introdução da tecnologia *RFID* vem sendo feitos quando o assunto é enxoval hospitalar. Neste projeto de pesquisa pretende-se consolidar essas informações para desmistificar os problemas e comprovar a validade do uso da tecnologia na gestão hospitalar utilizando uma sistematização do controle de ativos móveis, especificamente enxovais hospitalares.

Portanto, inicialmente foi realizadas revisões na literária que apesar da importância do tema, pouco se tem sobre o assunto, no âmbito ao monitoramente e rastreabilidade de enxoval hospitalar. Por conseguinte, foi apresentado, a uma unidade hospitalar, conceitos de funcionamento da tecnologia, desde sua definição até o detalhamento de cada componente e de como funciona a comunicação via rádio frequência, incluindo comparativo do *RFID*x Código de Barras, para a atividade em questão, através de indicadores definidos entre as partes.

Tabela 1:Comparativoentre *RFID* e Código de Barras.

Indicadores	***RFID***	**Código de Barras**
Alteração de dados	Sim	Não
Identificação simultânea	Várias de uma vez	Apenas uma só vez
Segurança dos dados	Andamento	Andamento
Precisão	Sem intervenção do profissional	Dependente do profissional
Possibilidade de erros	Andamento	Andamento
Capacidade de armazenamento	Andamento	Andamento
Custo Vida útil	Andamento	Andamento
Distância para leitura	Sem necessidade de contato	Linha de visão
Tipo Freqüência mais utilizada HF x UHF	Andamento	Andamento

Existindo com isso interesse para implantação da tecnologia. Para outro momento busca-se utilizar a tecnologia de forma prática estudando e introduzindo outros indicadores para implantação total da mesma na unidade hospitalar.

Desta forma, Finalmente com a aplicabilidade deste projeto será possível em uma unidade hospitalar controlar e aplicar a tecnologia *RFID* melhorando os processos hospitalares contribuindo no controle dos ativos móveis combatendo roubos, perdas ou gastos desnecessários, sistematizando o processo.

Embora nos últimos anos tenha havido avanços consideráveis na tecnologia utilizada para o *RFID*, diversos desafios ainda se mostram reais para uma ampla expansão desta tecnologia. Estes desafios se concentram muito na aplicação que é feita do dispositivo, sendo que para determinados usos a tecnologia está razoavelmente consolidada, enquanto que para outros ainda deve ser desenvolvida.

Há poucos hospitais no Brasil que utiliza o *RFID* para gestão do enxoval, a ideia é que todas as roupas de cama o que consideramos linhas brancas-, e cirúrgicas, uniforme se cobertores tenha um chip, que é colocado em um *pouch* (pequena bolsa) e costurado em locais estratégicos para leitura na antena de controle. Com essa tecnologia, é possível monitorar toda a logística de distribuição, recolhimento, envio para a lavanderia e entrega do material limpo novamente ao hospital. Além disso, fica disponível em um banco de dados a quantidade de peças, o peso total, para que setor foi enviado, a data e o horário. Também é monitorado o tempo de duração de cada peça, podendo dessa forma ser analisada a qualidade do tecido. Com esse chip, o hospital tem controle de furtos e extravios das peças catalogadas, dependendo de onde se queira alocar as antenas de identificação.

Uma forma de garantir controle sobre o enxoval é utilizar ferramentas que permitam o seu monitoramento a partir da contagem das peças, que pode ser convencional, mecânica ou com o auxílio da informática. No entanto, a tecnologia promove a velocidade na coleta dos dados, entretanto, ainda se investiga a garantia a qualidade da informação conforme tabela 1. Segundo Glover e Bhatt (2006), no futuro, o *RFID* será completo e marcado pela adoção disseminada da tecnologia, não apenas para grandes sistemas como também para pequenas aplicações, inclusive caseiras.

O futuro desta área é muito promissor, pois diversos fatores desta nova era digital, tais como: desenvolvimento de sistemas inteligentes, evolução dos meios de comunicação, dispositivos móveis, realidade virtual, ensino a distância, entre outros. Todos esses fatores são favoráveis para o crescimento e expansão das novas aplicações e soluções tecnológicas no intuito de aumentar a eficiência e eficácia dos processos e procedimentos em ambientes hospitalares.

Poder de processamento e fornecimento de energia: para dispositivos com *RFID* ativo, o tempo de vida da bateria ainda é um problema. A curta duração da carga das baterias atuais limita o desenvolvimento de novos dispositivos e aplicações, pois estes requerem mais poder de processamento, que por sua vez requer maior fornecimento de energia.

Para dispositivos com *RFID* passivo, embora eles sejam energizados no momento da utilização pelo leitor, a carga obtida por esta energização é proporcional à distância que este se encontra do leitor, de modo que quanto mais distante menor a carga obtida. Isto também limita o desenvolvimento de novas aplicações, obrigando as a ficarem mais próximas do leitor para receberem a carga apropriada para o processamento, o que pode fugir completamente do propósito da aplicação.

O custo destes dispositivos está atualmente competitivo apesar de em média ser necessário desembolsar

U$20.000,00 para implantar o RFID para a atividade fim, devido a necessidade de busca por fornecedores estrangeiros, deixando o custo relativamente alto . Este é apenas um exemplo dentre as aplicações imaginadas (e ainda não imaginadas) de onde o preço da tecnologia ainda deve cair.

Apesar de todo esforço que vem sendo gasto para apresentar estudo s sobre a tecnologia, seu funcionamento, seus componentes e as comparações com outro tipo de tecnologia disponível para a atividade em questão, nem sempre a teoria consegue prever todos os detalhes que ocorrem na prática, no caso da tecnologia RF ID , os problemas encontrados a tornam mais desafiadora do que propõe seu conceito teórico.

CONCLUSÃO

O valor real da tecnologia RFID é proveniente da percepção que continua a ser obtida da identificação, localização e subsequente controle de um determinado item a ser explorado, como também da aplicação de tal percepção nos negócios de mercado na atualidade Investir em estudos e concentrar esforço é de suma importância para implementação da mesma na atividade e no segmento em questão.

Entretanto, o mercado de trabalho ainda ouve falar em RFID e pensa em comercio de forma varejista.

Contudo, isto, por sinal é um engano que por sinal custa muito caro. O RFID não é específico de um segmento de mercado ou de uma atividade exclusiva, ele é específico do valor de negócio de cada empresa , como também de que maneira esta empresa queira utilizar, a depender também de que

pontos e de que indicadores queiram mensurar . O RFID é mais do que um indicador de localização e concentrador de informações. Ele é uma tecnologia que vem para iluminar a área em questão e o segmento proposto deste trabalho , como também ajudar nas rotinas diárias de cada negócio provenientes das unidade s de saúde oferecendo nova visibilidade nas áreas de suas operações, tanto nas instalações, nos processos ou nos parceiros de comercialização, para identificar problemas, bem como novas oportunidades que possam Ajuda-lo a fortalecer suas atividades .

O RFI D é uma ferramenta de ativação que não é apenas uma fonte de informações que se considera poderosa, mas uma fonte de inovação que queremos considerar de uma importância verdadeira de negócio

AGRADECIMENTOS

Ao professor e orientador Dr. Eduardo Jorge Valadares de Oliveira, primeiramente pela oportunidade, posteriormente pela atenção ao logo deste trabalho. Ao Núcleo de Tecnologia Estratégica da Saúde-NUTES. A Fiotec-Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde. As unidades de saúde parceiras. E a todos que direta e indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

[1]Roberto Maia Farias, mestre em Administração, Hospitalar e Hoteleiro. Disponível em http://www.revistahospitaisbrasil.com.br/noticias/especial-enxoval-gestao-adequada-diminui-gastos-e-garante-seguranca/. Acesso em : 23 Mai.13.

[2] VIERA, Angel Freddy Godoy ; VIERA, Sonia Dominga Godoy;VIERA, Lourdes Elizabeth. *Tecnologia de identificação por rádio freqüência: fundamentos e aplicações em Automação de bibliotecas*. Disponível em: http://www.periodicos.ufsc.br/. Acesso em: 04 Mar. 2013.

[3] A Rastreabilidade como Ferramenta para Dimensionamento e Controle de Evasão de Enxoval. Congresso Latino Americano de Hotelaria Hospitalar. Martucci. C.F- Set.2011

[4] GLOVER, B.; BHATT, H.. Fundamentos de RFID. Alta Books: Rio de Janeiro, 2007.

[5] GOMES, M. J.; REIS, A. M. Ciências Farmacêuticas: Uma abordagem em Farmácia hospitalar. ATHENEU-RIO. (2001).

Capítulo 14

10.37423/220105296

SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA) CONFORME A ISO 14001: ETAPA DE PLANEJAMENTO NA ASSOCIAÇÃO PROMOCIONAL DO ANCIÃO

ADEMIR DE SOUSA NETO — *UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*

JOYCE ELANNE MATEUS CELESTINO — *UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO*

Resumo: *O conceito de gestão está em ascensão mundialmente, sobretudo no que tange a minimização de impactos causados pela exaustão de recursos materiais, naturais e financeiros. Desta forma, a gestão ambiental cumpre o seu papel ao auxiliar os segmentos produtivos da sociedade que lidam diretamente com os recursos naturais e seus consequentes impactos ambientais ao mitigar e minimizar estes e perdas financeiras, e ainda assim, possibilitar formas de obtenção de capital. Para isso, utilizando a NBR ABNT ISO 14001 que dispõe sobre os requisitos de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), estudou-se a viabilidade da aplicação desta norma, em uma Instituição de Longa Permanência para Idosos (ILPI) localizada no município de João Pessoa – PB: a Associação Promocional do Ancião (ASPAN), que abriga idosos e possui um sistema de funcionamento filantrópico, sendo classificada pela Gerência de Vigilância Sanitária (GVS – JP) como uma empresa com alto potencial poluidor. Como principais resultados, tem-se que a identificação e a análise dos aspectos e impactos ambientais significativos concentrou-se sobre a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, para os quais são propostas ações mitigatórias a compor um SGA.*

Palavras-chave: sistema de gestão ambiental; NBR ISO 14001; planejamento ambiental.

INTRODUÇÃO

O segmento organizacional produtivo é considerado como o principal causador de impactos no meio ambiente. Atualmente, as organizações vêm trabalhando através de gestões e operações ambientalmente responsáveis até como forma de sobrevivência e competitividade (SCHENINI, LEMOS e SILVA, 2005).

Desta forma, surge o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) como instrumento de gestão empresarial e ambiental que possui um conjunto de elementos que se interagem dentro da organização e que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental. (ABNT, 2015).

Este trabalho foi desempenhado em uma Instituição de Longa Permanência para Idosos (ILPI) que, como empresa privada, é fiscalizada e deve cumprir os requisitos legais para a sua manutenção, visto que as ILPIs podem ser consideradas como empresas com potencial poluidor expressivo, principalmente devido à geração de rejeitos hospitalares (GOVERNO FEDERAL, 2010).

O ambiente utilizado por uma ILPI de caráter filantrópico, possuindo um grande fluxo de visitantes, o que contribui para atenuação do processo de geração de resíduos, além dos de rejeitos hospitalares e o impacto causado pela urbanização da grande área ocupada pelo empreendimento. O presente trabalho poderá contribuir para a melhora do seu planejamento e quiçá conter gastos desnecessários, tendo em vista que a ILPI sobrevive, em sua maioria, por doações da população em geral.

A adoção de medidas de gestão ambiental está demonstrando ser útil também em instituições sem fins lucrativos. Um estudo sobre a inserção do SGA em Ecovilas verificou a confluência de interesses entre os parâmetros normativos e legais mínimos, bem como concluiu a importância da sustentabilidade aplicada nos setores de serviços, sejam eles públicos ou privados, com ou sem fins lucrativos (SOUZA e FERREIRA, 2018).

Este trabalho se justifica através dos objetivos da ISO 14001 (que dispõe sobre o SGA) em ajudar a gerir o meio ambiente, auxiliando no processo de desenvolvimento sustentável empresarial, valendo-se do Sistema de Gestão Ambiental como instrumento base, de forma a não se limitar as legislações ambientais vigentes, mas também contribuir para um meio ambiente equilibrado e na melhoria da administração financeira.

Logo, o principal objetivo deste trabalho está em elaborar a fase de planejamento de um Sistema de Gestão Ambiental para a Associação Promocional do Ancião, onde será necessário compor uma matriz de aspectos e impactos ambientais e propor ações mitigatórias para seu potencial implantação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho está alicerçado em quatro etapas que correspondem as atividades realizadas para a obtenção dos resultados esperados que seguem abaixo, segundo as instruções de Seiffert (2017) e da NBR ABNT ISO 14001 (2015).

A NBR ABNT ISO 14001 prevê várias etapas para a implantação do SGA, entretanto, este trabalho aborda apenas a fase de planejamento, que corresponde ao item 6 desta norma, a descrição dos subitens desta fase está descrita a seguir.

IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

É necessário construir uma matriz de aspecto e impacto ambiental estabelecida por Seiffert (2017), detalhada através do quadro 1 abaixo, bem como ter o diagnóstico atual da situação e providenciar o prognóstico. Neste caso será o plano de ação voltado para a empresa, que engloba todos os aspectos e propõe soluções visando a mitigação e redução de impactos ambientais diagnosticados e a melhor aplicação financeira de recursos, diminuindo também o impacto financeiro negativo

Quadro 1 - Componentes da Matriz de Aspecto e Impacto Ambiental. (Fonte: Seiffert, 2017).

Componentes da Matriz de Aspecto e Impacto Ambiental		
Nome	**Descrição**	**Pontuação**
Atividade	Procedimento realizado pela empresa.	-
Aspectos	Elemento da atividade que pode gerar impacto.	-
Impactos	Interação com a natureza, podendo ser positivo ou negativo.	-
Magnitude (Severidade + Abrangência)	Escala que avalia a consequência e só pode ser aplicável a impactos que ocorrem em situações não planejadas.	Abrangência local, regional e global e severidade baixa, média e alta, respectivamente; Local - 20, 25, 30; Regional - 40, 45, 50; Global - 60, 65, 70.
Probabilidade/Frequência	Escala que define com que frequência o impacto ocorre.	Baixa - Ocorre 1x por mês - 10; Média - Mais de 1x por mês - 20; Alta - Diariamente - 30.
Área de Abrangência	Escala que avalia o nível de impacto quanto as esferas global, regional ou local.	-
Enquadramento do Impacto	Escala que deve considerar a ocorrência de repetividade e de acumulatividade, variando de desprezível a crítico.	Desprezível - < 50; Moderado: de 50 a 70; Crítico - >70

REQUISITOS LEGAIS

Deve-se haver o conhecimento sobre a legislação que rege as atividades e suas interações com meio ambiente para que se possa estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente o SGA (ABNT, 2015).

DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS E POLÍTICA AMBIENTAL

A instituição deve estabelecer os objetivos ambientais a serem alcançados mediante a inserção do SGA na dinâmica rotineira, levando em consideração os impactos significativos diagnosticados e os requisitos legais aplicáveis, bem como deve está em consonância com a política ambiental pré-estabelecida.

A política ambiental não está prevista nos requisitos da fase de planejamento, mas sim na fase de liderança (fase anterior a de planejamento), sendo assim, para o bom funcionamento dos objetivos, faz-se necessário.

PLANOS DE AÇÃO

Após o diagnóstico dos aspectos e impactos significativos, levantamento dos requisitos legais e estabelecimento dos objetivos ambientais, a instituição deve determinar o que será feito para mitigar, evitar e/ou minimizar os impactos, quais recursos serão utilizados, estabelecendo metas e responsáveis.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A empresa escolhida como objeto de estudo foi a Associação Promocional do Ancião Dr. João Meira de Menezes, ou simplesmente, ASPAN, localizada em João Pessoa – PB, instituição filantrópica inserida no rol das Instituições de Longa Permanência para Idosos – ILPI. A figura 1 mostra a localização da instituição que possui 5.180 m² de área total e 1.535 m² de área construída. Contando em 2019 com 88 usuários fixos, sendo 32 servidores e 56 idosos, além de cerca de 100 visitantes diários, sendo estes os usuários flutuantes.

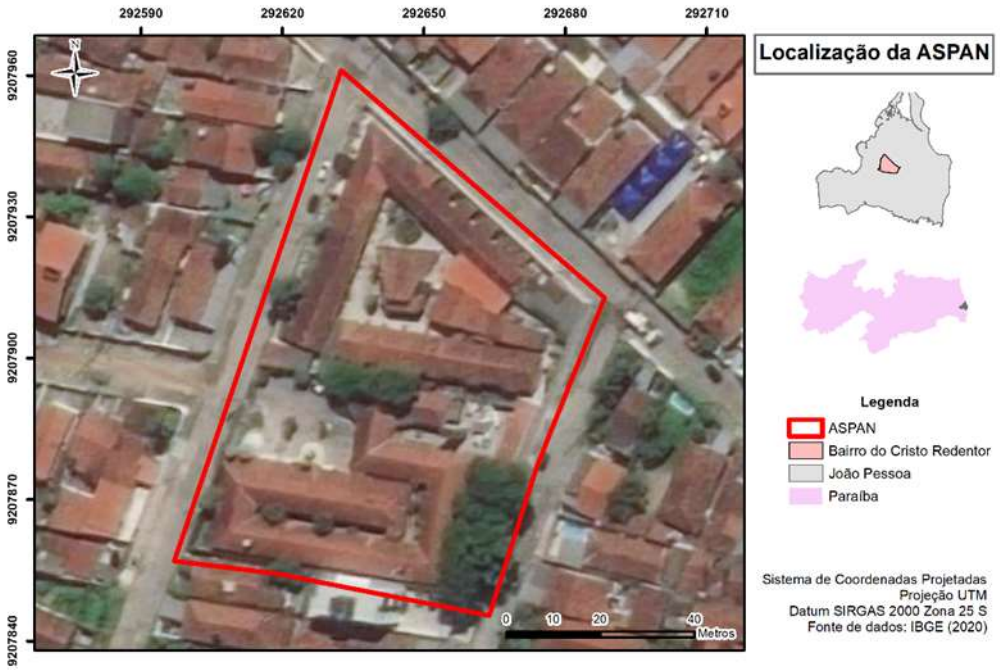


Figura 1 - Mapa de Localização da ASPAN. (Fonte: Autores, 2020).

O Ministério Público da Paraíba, através da Promotoria do Idoso, classifica a ASPAN como ILPI de médio porte por possuir até 60 idosos, mesmo possuindo tem capacidade de acolher 80 idosos, mas as alterações promovidas com a mudança do porte da instituição e despesas financeiras não permitem acolher mais idosos. Além disso, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) exige que o número de funcionários na categoria de cuidador de idosos seja determinado pelo grau de dependência, a ASPAN possui 17 com grau I, 19 com grau II e 20 com grau III. (ANVISA, 2005).

Fiscalizada anualmente pela Gerência de Vigilância Sanitária do município de João Pessoa (GVS-JP) perante as resoluções RDC n° 283/2005 (regulamento técnico de normas para ILPI) e nº 216/2004 (Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação) da ANVISA e o Estatuto do Idoso de 2003 do Ministério da Saúde. Assim, foi exigido à ASPAN a apresentação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), reconhecendo-a como usuário que possui um alto impacto na geração de resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste tópico será discutido alguns dos aspectos e impactos ambientais percebidos com duas visitas a instituição: nos dias 27 de novembro e 03 de dezembro de 2019. Todos os aspectos, impactos e demais classificações estão disponíveis no quadro 2.

Quadro 2 - Matriz de avaliação de aspectos e impactos ambientais. (Fonte: Autores, 2019).

Matriz de avaliação de aspectos e impactos ambientais da ASPAN										
Atividades	Aspecto	Impactos	Legislação Vigente	Magnitude		Frequência		Área de Influência	Significância	
				Pont.	Classif.	Pont.	Classif.		Pont.	Classif.
Limpeza/Refeições/Banho/Obras Civis/Enfermagem	Consumo de água	Redução da segurança hídrica;	Lei Federal N° 9.433/97	25	Baixa	30	Alta	Regional	55	Moderado
	Geração de resíduos sólidos recicláveis	Diminuição da vida útil dos aterros.	Lei Federal N° 12.305/10	45	Média	30	Alta	Regional	75	Crítico
	Geração de resíduos sólidos orgânicos	Contaminação do solo e da água;	Lei Federal N° 12.305/10	45	Média	30	Alta	Regional	75	Crítico
	Geração de efluentes	Doenças de veiculação hídrica.	CONAMA 357/05	45	Média	30	Alta	Regional	75	Crítico
	Geração de rejeitos: fraldas descartáveis	Diminuição da vida útil dos aterros.	Lei Federal N° 12.305/10	45	Média	30	Alta	Regional	75	Crítico
	Geração de resíduos sólidos: construção civil	Diminuição da vida útil dos aterros	Lei Federal N° 12.305/10	45	Média	30	Alta	Regional	75	Crítico
	Geração de resíduos de saúde	Contaminação do solo e da água;	RDC N° 222/18	40	Média	30	Alta	Local	70	Moderado

REQUISITOS LEGAIS

Para a implementação do SGA é necessário ter objetivos e propor ações que atendam também a legislação vigente. Mediante os aspectos e impactos levantados, deve-se atentar a legislação que dispõe principalmente sobre: os resíduos sólidos (Lei Federal n° 12.305 de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos); os recursos hídricos (Lei Federal n° 9.433 de 1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos) e Resolução CONAMA 357 de 2005 (classificação dos corpos d'água); a legislação sanitária (Lei Federal n° 9.782 de 1999); a política estadual de saneamento básico (Lei nº 9.260 de 2010) bem como sobre as normas técnicas para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde dispostos pela Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) da ANVISA n° 222 de 2018.

Do mesmo modo, é necessário apoiar-se também na legislação que rege a vida dos idosos que são os residentes da localidade. Destarte, atende-se a Política Nacional do Idoso, através da Lei Federal N° 8.842 de 1994 (Política Nacional do Idoso) e a RDC da ANVISA N° 283 de 2005 (regulamento de normas técnicas para ILPIs).

POLÍTICA AMBIENTAL

Após o diálogo e alinhamento com a direção da ILPI, de forma a alinhar os padrões da ASPAN aos objetivos ambientais e requisitos legais, propôs-se a política ambiental, conforme a figura 2.

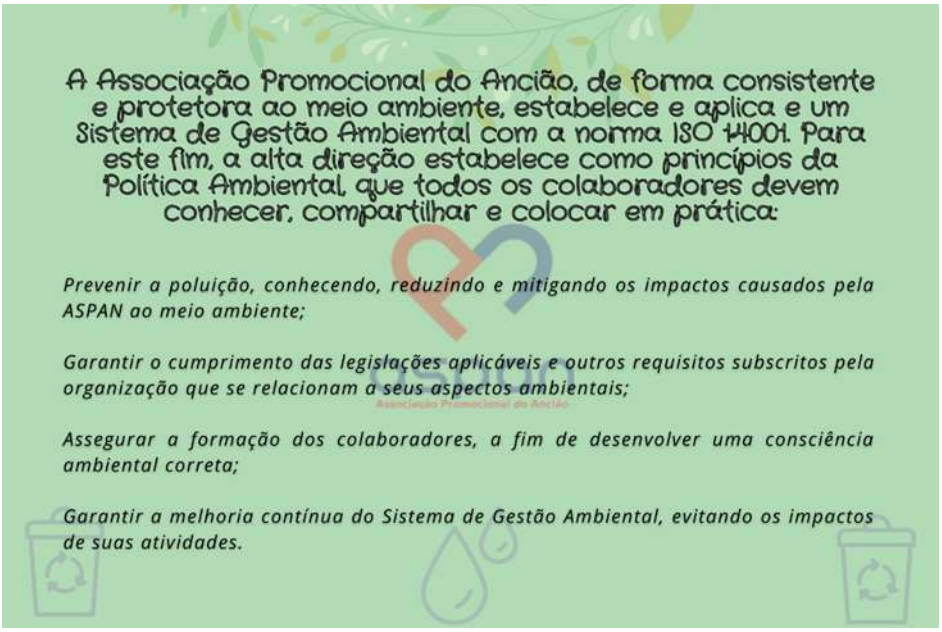


Figura 2 - Layout da Política Ambiental da ASPAN. (Fonte: Autores, 2019)

DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS

A instituição gera impacto ambiental significativo, principalmente na geração de resíduos sólidos. Desta forma, além de reduzir os impactos futuros e mitigar os existentes, propõe-se um planejamento estratégico, a partir de objetivos ambientais a serem cumpridos.

O objetivo da implantação da fase de planejamento do Sistema de Gestão Ambiental nesta instituição objetiva-se a torná-la ambientalmente correta e responsável, de forma a atender a política ambiental estabelecida, reduzindo os impactos futuros e mitigando os presentes. Sucintamente, tem-se como objetivos a serem executados no plano de ação:

- Redução do consumo de recursos naturais através da economia de água e energia elétrica;
- Redução da geração de resíduos sólidos, grande problema da instituição;
- Resolução de problemas quanto a destinação de efluentes e águas pluviais;
- Capacitação dos funcionários e idosos da instituição;
- Geração de renda extra com a venda de materiais recicláveis inertes;
- Disseminação de informativos de forma a propagar a educação ambiental a todos usuários, inclusive os visitantes.

PLANOS DE AÇÃO

Foram traçadas algumas ações e estabelecidas metas para mitigar e/ou minimizar os impactos gerados na instituição, para tanto se pode fazer uma leitura mais simplificada a partir da matriz demonstrada no quadro 3.

Quadro 3 - Matriz dos Planos de Ação. (Fonte: Autores, 2019)

Matriz dos Planos de Ação					
Aspectos Ambientais	**Requisitos Legais**	**Objetivos**	**Metas**	**Prazos**	**Ações**
Consumo de água	Lei Federal N° 9.433/97	Reduzir o uso dos recursos naturais	20%	6 meses	Reduzir o uso das máquinas de pressão e mangueiras.
Geração de efluentes	CONAMA 357	Reduzir riscos de contaminação	20%	6 meses	Abertura de valas e sistema de captação de água da chuva.
Geração de resíduos orgânicos	Lei Federal N° 12.305/10	Diminuição do volume de resíduos acumulados	30%	6 meses	Oficina de compostagem com os idosos
Geração de resíduos sólidos em geral	Lei Federal N° 12.305/10	Diminuição do volume de resíduos acumulados	30%	1 ano	Conscientização ambiental

De maneira mais detalhada, discute-se os seguintes parâmetros:

- Abertura de valas para escoamento de efluentes:

Percebeu-se que durante a lavagem dos corredores há a geração de efluentes que acabam escoando pelo pátio da instituição. Recomenda-se neste caso a abertura de pequenas valas paralelas às extremidades do piso do corredor para o escoamento do efluente e ao final do trecho da vala deve ser instalado um ralo escamoteável para que haja a destinação do efluente a rede de tratamento de esgotos local.

- Captação da água da chuva:

A abrupta impermeabilização do solo por toda a instituição, associada a falta de uma rede eficiente de microdrenagem e de um sistema de calhas pode ocasionar inundações na instituição. Para resolver tal problema, indica-se um sistema de captação de água da chuva e armazenamento por meio de cisternas verticais modulares.

- Oficina de compostagem:

Recomenda-se a abertura de uma oficina de compostagem com os idosos, a fim de aproveitar as cascas de frutas, verduras e legumes, e contribuir para a ocupação dos idosos, por meio da produção de

composto orgânico para a própria instituição. Tal atividade foi implantada no Centro de Convivência do Idoso Benedito Camargo Sobrinho em Londrina – PR, onde diagnosticou-se que tal prática resgata a energia do corpo e da mente, ar puro e doses necessárias do calor do sol, além de ser um exercício de complementação muscular. (LONDRINA, 2019).

- Conscientização ambiental:

O maior plano a ser adotado é o de conscientização ambiental. Esse plano prevê a conscientização dos funcionários, idosos e visitantes. Para os funcionários recomenda-se a aplicação de palestras sobre educação ambiental e minicursos sobre artigos de decoração feitos com material reciclado e/ou os benefícios da reutilização de materiais com geração de certificados de participação.

Para os idosos, recomenda-se a realização de oficinas socioeducativas, como foi feito pelo Grupo de Idosos Renascer, onde pode ser explorado as temáticas de: reciclagem, preciclagem, coleta seletiva, como selecionar o resíduo, os tipos de resíduos quanto a sua composição e suas formas de destinação final. (MIRANDA, MODENA e SCHALL, 2005).

- Destinação de material reciclável:

Recomenda-se a identificação das sacolas plásticas com etiquetas de orientação sobre o tipo de resíduo, para posterior acondicionamento em ambiente favorável, indica-se que se construa um reservatório destinado aos recicláveis. Recomenda-se o contato com a Associação dos Catadores de Recicláveis de João Pessoa (ASCARE) para tomar as medidas apropriadas a uma parceria para venda ou doação dos resíduos.

A instituição está passando por uma série de adaptações e reformas, assim gerando resíduos de construção civil (RCC) , recomenda-se o contato com a Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção Civil (Usiben) ou Usina de Beneficiamento da Atrevida (UBA), a fim de dar uma destinação final ambientalmente adequada aos RCC..

- Monitoramento das ações propostas:

Consiste em consultorias internas periódicas, objetivando analisar a política implantada, verificar não conformidades e corrigi-las. Sendo uma visita anual, para averiguação do planejamento do sistema de gestão ambiental implantado. Isto é, o monitoramento consiste em verificar se de fato está ocorrendo conforme o planejado e, caso não esteja, o que não está alinhado e propor soluções para corrigir o erro. Afinal o sistema de gestão ambiental atua com o sistema de melhoria contínua.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho desempenhou a fase de planejamento do Sistema de Gestão Ambiental para a Associação Promocional do Ancião, o qual mostrou-se útil para mitigar os aspectos significativos, alinhando as questões ambientais da instituição e atendo aos requisitos legais.

Com os resultados obtidos a partir da análise de aspectos e impactos ambientais foi possível entender a dinâmica da instituição e propor soluções por meio dos planos de ação norteados pela política ambiental e objetivos recomendados.

Vale ressaltar que todos os empreendimentos geram impactos e tais impactos podem e devem ser reduzidos e o SGA, através dos objetivos ambientais e seus planos de ação são peças chaves. Recomenda-se a atualização periódica do SGA, para identificar as não conformidades e adequar-se.

Por fim, mesmo que este trabalho trate apenas da fase de planejamento, atesta-se que é possível e pertinente a adoção do Sistema de Gestão Ambiental por completo pela ILPI, podendo ainda considerar a hipótese de adotar um Sistema de Gestão Integrado, unindo o SGA (ISO 14001) e o Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (ISO 45001) de forma a ampliar os benefícios a todos da instituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ABNT NBR ISO 14001. Rio de Janeiro: [s.n.], 2015.

ANVISA. RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 283, DE 26 DE SETEMBRO DE 2005. Portal Anvisa, 2005. Disponivel em:

<http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_283_2005_COMP.pdf/a38f2055-c23a-4eca-94ed-76fa43acb1df>. Acesso em: 03 dezembro 2019.

GOVERNO FEDERAL, I. D. P. E. A. (. Cuidados de Longa Duração para a População Idosa: um novo risco social a ser assumido? Rio de Janeiro, RJ: Ipea, 2010.

LONDRINA, P. M. D. Idosos fazem horta e compostagem. Prefeitura Municipal de Londrina, 2019. Disponivel em:

<http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=9880:idosos-fazem-horta-e-compostagem&catid=145:tempo-presente&Itemid=1364>. Acesso em: 09 dezembro 2019.

MIRANDA, É. S.; MODENA, C. M.; SCHALL, V. T. EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CONCEITOS E AÇÕES DE IDOSOS DO GRUPO RENASCER EM SÃO JOSÉ DE ALMEIDA, JABOTICATUBAS, MG. ATAS DO V ENPEC, v. 5, 2005. ISSN 1809-5100.

SCHENINI, P. C.; LEMOS, R. N.; SILVA, F. A. D. SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NO SEGMENTO HOTELEIRO. Revista Eletrônica Intr@ciência, p. 1-18, 2005.

SEIFFERT, M. E. B. ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental. 5. ed. São Paulo, SP: Atlas, v. 1, 2017.

SOUZA, L. L. D. D.; FERREIRA, R. L. O Sistema de Gestão Ambiental segundo a ISO 14.004 como roteiro à Gestão de Ecovilas Brasileiras para Atendimento da Agenda 21 da ONG. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, Curitiba - PR, v. 15, n. 7, p. 6-20, Dezembro 2018. ISSN Versão on-line ISSN 2319-2856.

Capítulo 15

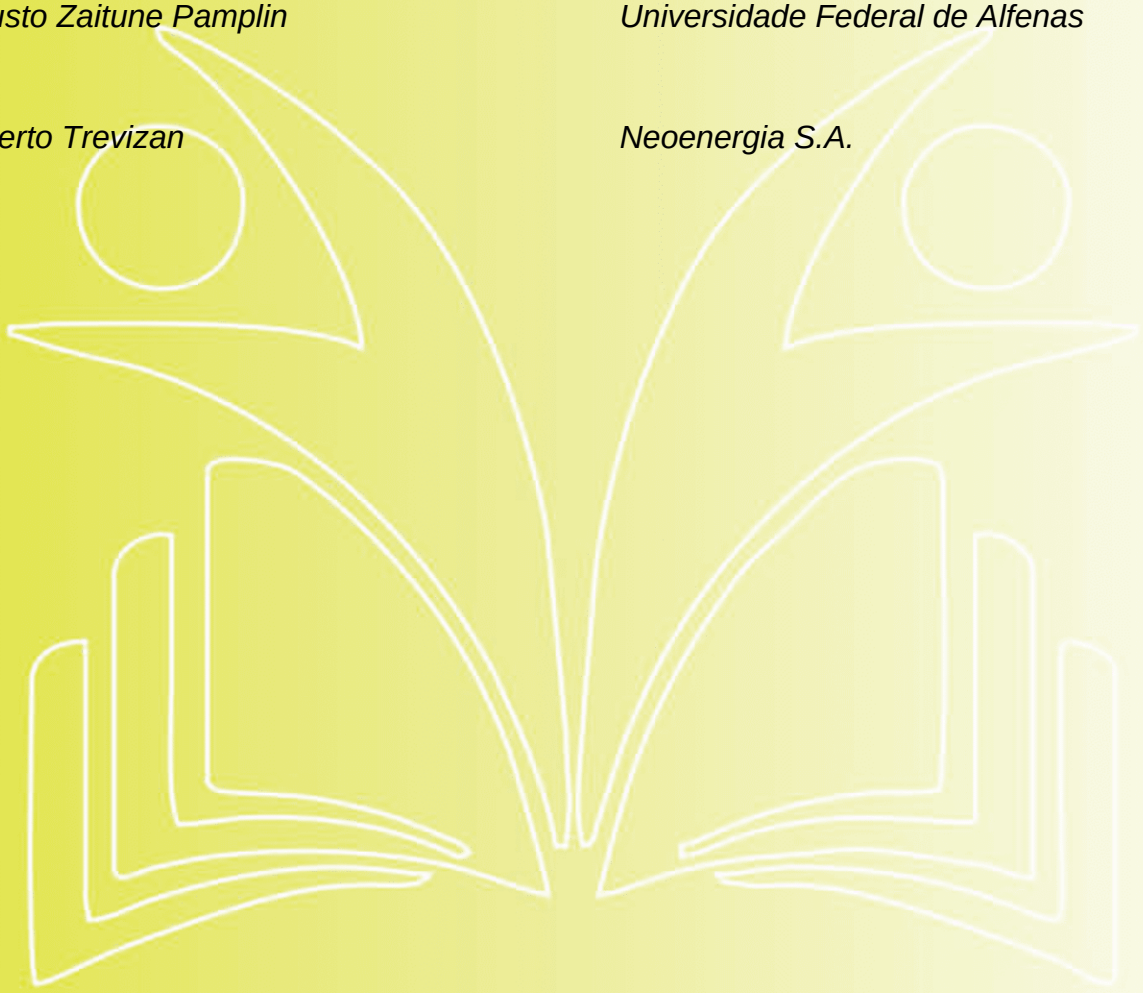
10.37423/220105297

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS BIOMAS BRASILEIROS E SUA INFLUÊNCIA EM EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Cleir Ferraz Freire — *Universidade Federal de Alfenas*

Paulo Augusto Zaitune Pamplin — *Universidade Federal de Alfenas*

Gabriel Alberto Trevizan — *Neoenergia S.A.*



Resumo: A aptidão dos biomas do país para implantação de geração de energia já é utilizada no planejamento energético, entretanto, com uma matriz altamente marcada por fontes dependentes do clima, estas aptidões podem ser modificadas em um cenário de mudanças climáticas. Neste estudo foram confrontadas as aptidões atuais com as projeções de mudanças climáticas para cada bioma e apontando possíveis modificações futuras. As projeções atuais apontam queda de produção em hidrelétricas na Amazônia, mas com possibilidade de considerar um potencial solar. A desertificação na caatinga deve levar ao crescimento de energia solar e eólica, mas deve prejudicar a produção de energia hidrelétrica. No cerrado as PCHs devem ter seu potencial reduzido. Para o Pantanal as projeções climáticas são ainda pouco confiáveis, mas regiões do alto pantanal podem ter potencial de produção de energia eólica e solar. A Mata Atlântica nordeste deve ter uma estabilidade, mantendo a boa produção eólica que já caracteriza a região. A região sul/sudeste deve favorecer empreendimentos hidrelétricos, mas nas interfaces com o Cerrado esta situação é inversa. No Pampa se aponta para uma boa produção de energia eólica. Embora as projeções de mudanças climáticas não apontam inviabilidade de empreendimentos de geração de energia, este fenômeno precisa ser considerado no planejamento, especialmente nos cálculos de produtividade e os órgão ambientais precisam considerar nas suas normativas a inclusão do fenômeno das mudanças climáticas nos licenciamentos e o modelo de investimento em geração no país precisa ter maior regulação no estabelecimento de modalidades e locais para construção de novas usinas.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; empreendimentos energéticos; planejamento.

INTRODUÇÃO

Em um país de dimensões continentais como o Brasil com variados biomas e condições climáticas e ambientais diversas o planejamento energético relacionado à modalidade de geração deve ter lugar de destaque no planejamento. A aptidão de cada região do país para implantação de geração de energia já é bem conhecida, e obviamente utilizada no planejamento, entretanto, com um cenário de mudanças climáticas em vista, estas aptidões podem ser modificadas, especialmente se considerarmos que a matriz energética brasileira é altamente marcada por fontes dependentes do clima.

As recentes modificações observadas na matriz demonstram a aposta no aumento de novas modalidades de geração, como solar e eólica, diminuindo o protagonismo de geração hidrelétrica, cujo potencial vem demonstrando um esgotamento, além deste potencial estar justamente no norte e centro oeste, regiões nas quais a implantação de grandes empreendimentos é bastante questionada (MME, 2007). Essas novas modalidades também encontram vantagem perante a sociedade, pois são vistas como ambientalmente corretas e não carregam estigmas que a geração hidrelétrica sofre, especialmente se considerarmos questões sociais, inclusive com grupos organizados que combatem a instalação destas usinas.

Mesmo considerando as novas modalidades de geração que ganham espaço a matriz continua com alto grau de dependência climática, e não raro é preciso acionar termelétricas, que são poluentes e produzem energia de alto custo. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em 2018 a potência instalada de geração de energia elétrica no Brasil ficou assim dividida: hidrelétrica, 60,33 %; termelétrica, 26,21%; eólica, 7,91%; nuclear, 1,26%; e solar, 0,71%, sendo que termelétricas que utilizam matéria prima de origem fóssil representam 17, 18% do total. Isso demonstra a necessidade de planejamento para produção de energia limpa e de baixo custo e neste planejamento a inclusão das projeções das mudanças climáticas é imprescindível.

Infelizmente grande parte das projeções de mudanças climáticas no país tem algum grau de incerteza, porém, as projeções indicam tendências importantes. As principais bases estão calcadas nos modelos climáticos ETA MIROC 5 e HadGEM2, os quais são utilizados para previsões climáticas e nas adaptações regionais feitas pelos pesquisadores brasileiros, muito bem colocadas em “Base científica das mudanças climáticas”, que indicam previsões de efeitos das mudanças climáticas nos biomas brasileiros, que por sua vez são base de publicações temáticas relativas aos efeitos das mudanças climáticas em setores da economia, produção, agricultura, diversidade biológica entre outros.

Para os Pampas, a Caatinga e Amazônia as projeções tem maior nível de certeza, porém, para os demais biomas, as projeções apontam incertezas, o que por si, também é um elemento importante a ser considerado em um planejamento de geração de energia.

Em relação à produção de energia os biomas brasileiros com suas características climáticas intrínsecas, possuem suas aptidões de geração.

A Amazônia é marcada pela geração hidrelétrica, devido a abundância de água neste bioma e atualmente o uso desta capacidade tem sido elemento de calorosas discussões. A alta nebulosidade da região reduz a capacidade de geração solar, mesmo com as altas temperaturas apresentadas durante todo o ano. O regime de ventos tampouco é promissor. A Caatinga brasileira está se destacando como produtora de energia eólica e mais recentemente vista como alto potencial para instalação de usinas solares. O Cerrado apresenta características para geração bastante semelhantes à Caatinga, com um diferencial importante, o alto número de Pequenas Centrais Hidrelétricas, devido especialmente aos desníveis apresentados nos cursos d'água. A Mata Atlântica nordeste já produz grande quantidade de energia eólica, sendo essa uma inegável aptidão da região, mas também apresenta grande potencial para produção solar. A outra porção da Mata Atlântica, sul/sudeste, possui razoável quantidade de Pequenas Centrais, devido também a sua dinâmica ocupacional e ocupação da terra, e a produção de energia solar distribuída é crescente neste local. O Pantanal possui especialmente PCHs em sua parte alta e os Pampas são marcados pela produção de energia eólica.

No país a questão das mudanças climáticas ainda é largamente tratada no âmbito da redução de emissões, estando a questão das adaptações ainda em seu início nos estudos, planejamentos e políticas públicas, por isso todas contribuições, ainda que em nível mais lato são importantes para moldar ações e delineamentos futuros.

Este estudo objetivou apontar futuras vulnerabilidades e novos caminhos para a geração de energia nos biomas brasileiros de acordo com as projeções climáticas.

METODOLOGIA

Tabela 1 – Mudanças climáticas esperadas para os diversos biomas brasileiros, em precipitação e temperatura, para os períodos 2011 a 2040, 2041 a 2070 e 2071 a 2100 durante o verão e inverno. (adaptado de: Base científica das mudanças climáticas, 2014)

Amazônia						
	Precipitação (mm)			Temperatura (Celsious)		
Verão	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 10	- 25	- 40	1	3	5
Inverno	Precipitação			Temperatura		
	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 10	- 30	- 45	1,5	3,5	6
Caatinga						
	Precipitação			Temperatura		
Verão	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 10	- 25	- 40	0,5	1,5	3,5
Inverno	Precipitação			Temperatura		
	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 20	- 35	- 50	1,0	2,5	4,5
Cerrado						
	Precipitação			Temperatura		
Verão	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 10	- 20	- 35	1,0	3,0	5,0
Inverno	Precipitação			Temperatura		
	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 10	- 20	- 35	1,0	3,5	5,5
Mata Atlântica NE						
	Precipitação			Temperatura		
Verão	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 10	- 20	- 30	0,5	2,0	3,0
Inverno	Precipitação			Temperatura		
	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 10	- 25	- 35	1,0	3,0	4,0
Mata Atlântica S/SE						
	Precipitação			Temperatura		
Verão	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	10	20	30	0,5	2,0	3,0
Inverno	Precipitação			Temperatura		
	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	05	15	25	1,0	2,0	3,0
Pampa						
	Precipitação			Temperatura		
Verão	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	10	20	40	0,5	1,0	2,5
Inverno	Precipitação			Temperatura		
	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	05	15	35	1,0	1,5	3,0
Pantanal						
	Precipitação			Temperatura		
Verão	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 05	- 10	- 20	1,0	2,5	3,5
Inverno	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100	2011 - 2040	2014 - 2070	2071 - 2100
	- 15	- 25	- 35	1,0	3,0	4,5

Neste estudo foi realizado uma análise das aptidões atuais de geração de energia para os biomas brasileiros e confrontadas com as projeções de mudanças climáticas para cada bioma e assim apontado como esta aptidão pode se modificar, no intuito de apontar a importância de inserir no

planejamento energético brasileiro essas modificações e também apontar a necessidade de inserir estas questões também nos processos de licenciamento ambiental.

Foram observadas as recentes projeções de mudanças climáticas para os biomas brasileiros, presentes na "Base científica das mudanças climáticas". As principais bases estão calcadas nos modelos climáticos ETA MIROC 5 e HadGEM2, os quais são utilizados como base para previsões climáticas e utilizados nas adaptações regionais feitas pelos pesquisadores brasileiros. Foram observadas as aptidões atuais de geração de energia para cada bioma e então confrontada esta aptidão com as projeções a fim de verificar mudanças relacionadas a eficiência e quantidade na geração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a região amazônica as projeções apontam queda na distribuição de chuvas, especialmente na parte oriental. Atualmente a Amazônia é a nova fronteira hidrelétrica do Brasil, com quatro das cinco maiores usinas em operação no país (Castillo, 2019). Estudos da Empresa Brasileira de Energia Elétrica apontam que a Bacia do Amazonas concentra 42,2% do potencial hidrelétrico do país, sendo que 70% já é inventariado. São dezenas de grandes empreendimentos e centenas de pequenas centrais hidrelétricas planejadas para construção na região (BRASIL, 2018).

Com isso, temos uma situação que coloca este potencial em risco. Uma redução no volume de chuvas deverá prejudicar empreendimentos hidrelétricos nesta região, inclusive reduzindo o potencial de geração das usinas já instaladas. Essa situação deve exigir que as hidrelétricas da região sejam de grande área alagada, com reservatórios capazes de grande armazenamento de água, para garantia de energia firme, o que gera problemas sociais e ambientais e grandes entraves em processos de licenciamento, como visto na hidrelétrica de Belo Monte, até os dias atuais controversa.

Em favor de algum potencial energético existe a possibilidade que com esta diminuição de chuvas o microclima possa ser alterado com queda na nebulosidade, podendo viabilizar geração de energia solar, atualmente pouco viável na região pela baixa insolação. Isso é particularmente importante no potencial de energia solar distribuída, que pode aliviar pressão nos centros urbanos. Ventos resultantes de diferenças térmicas entre massas de ar e de água podem ser melhor estudadas para determinar se este potencial pode ser também explotado.

Para a caatinga a projeção climática é de desertificação, inclusive em ritmo acelerado. Esta condição pode levar ao incremento da implantação de energia solar, já em grande ascensão na região. Apesar do grande potencial atual e futuro, a região ainda tem relativamente poucos empreendimentos, tanto

na modalidade comercial como em geração local ou distribuída. Esse potencial pode inclusive alavancar empreendimentos locais para qualquer fim, minimizando a dependência do sistema integrado. A desertificação da região deve demandar maior quantidade de sistemas de captação e irrigação, que podem ser total ou parcialmente atendidos com produção de energia solar.

A instabilidade do clima na caatinga causada pela desertificação também pode colaborar para incremento de ventos. No início instaladas mais próximas do litoral nordestino, agora estes empreendimentos dominam as diversas regiões do bioma caatinga, em especial em regiões com elevações, morros e serras. Vale lembrar que esta modalidade de geração vem batendo recordes de produção, devido tanto ao aumento da instalação de empreendimentos como também do fator de capacidade das usinas instaladas.

Também é preciso lembrar que existem hidrelétricas neste bioma, sendo quatro no rio São Francisco. Essas hidrelétricas já tem um vasto histórico de dificuldades de produção por baixa disponibilidade hídrica, e devem competir pelos recursos com outros usos, como lazer, irrigação e transposição. A instalação de painéis solares na lâmina d'água de reservatórios já é uma realidade e pode se intensificar ainda mais.

O cerrado também tem projeção de redução do número de chuvas, o que pode levar a um prejuízo na produtividade das hidrelétricas da região, desde as grandes hidrelétricas, como as dos rios Araguaia, Tocantins e até Jequitinhonha, mas principalmente pelas pequenas, as chamadas PCHs, pois a grande maioria delas funciona a fio d'água, ou seja, não possuem capacidade de acumulação de água, ficando a produção à mercê da vazão do corpo hídrico, tornam-se reféns da sazonalidade para sua produção. Por outro lado, espera-se uma maior produtividade para empreendimentos eólicos e solares, cujo já alto potencial deve aumentar.

A região do pantanal também tem projeção de diminuição de chuvas e aumento de temperaturas, entretanto, para esta região as projeções ainda são pouco confiáveis, pois se trata de uma configuração de paisagem bastante diferenciada e peculiar. As baixas declividades da região não a tornam muito atraente para empreendimentos hidrelétricos, mas nas regiões do chamado alto pantanal existem algumas, especialmente PCHs, que pelas razões citadas anteriormente são muito susceptíveis na sua produção devido a sazonalidade.

É preciso considerar potencial de produção de energia eólica e solar, embora para estas modalidades a região não apresente alto potencial, mas a sequência de secas anormais da região já demanda uma observação mais acurada para estes potenciais.

A mata atlântica brasileira pode ser dividida em duas porções: nordeste e sul/sudeste, sendo que as projeções são diferentes para as duas porções. Na porção nordeste as projeções apontam um leve aumento de temperaturas e menor decréscimo de precipitação que nas demais regiões, mantendo de certa forma uma estabilidade. A região apresenta bom potencial solar, tanto em usinas como em geração distribuída, muito importante em um local de crescente população urbana. O altíssimo potencial eólico natural, dado por ventos que não devem se modificar, continua a ser o mais promissor eixo de planejamento de geração na região.

A outra porção da Mata atlântica, sul/sudeste, também tem projeção de pouco aumento de temperatura, entretanto, é previsto nesta região um aumento nas precipitações, o que deve favorecer instalação de empreendimentos hidrelétricos, ou ao menos garantir a boa produção dos já instalados, o que é extremamente importante, considerando a quantidade de pequenas centrais presentes na região. Nas regiões de interface com o Cerrado, entretanto, a projeção de secas mais prolongadas já está causando redução significativa de produção de energia e planejar otimização nesta geração, com melhores turbinas, dentre outras possiblidades, é imperioso.

Neste bioma a produção de energia solar não deve ser menosprezada, especialmente pelo fato de que existe uma crescente busca por geração distribuída, pois o valor da terra nesta região pode inviabilizar grandes empreendimentos solares. Esta modalidade é importante como alívio para uma demanda urbana crescente, já que neste bioma se concentra a maior parte da população brasileira.

A energia eólica neste bioma está concentrada em locais específicos, onde já se conhece o potencial de ventos, como no estado do Rio Grande do Sul, mas a possibilidade de crescimento de ventos, especialmente no sul do país, mesmo que concentrada em determinadas épocas do ano não deve ser menosprezada.

Por último, nos pampas as projeções indicam leve aumento de temperatura e aumento das precipitações, favorecendo hidrelétricas, porém, o relevo da região não favorece tanto estes empreendimentos, especialmente de grande porte. Estas mudanças não devem prejudicar a já boa vocação da região para produção de energia eólica, a modalidade mais promissora para este bioma no momento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, entendemos que embora as projeções de mudanças climáticas não apontem inviabilidade de empreendimentos de geração de energia, prontos, em implantação ou futuros, este fenômeno precisa

ser considerado no planejamento energético do país de forma contundente, uma vez que devem influenciar muito diretamente na produtividade dos empreendimentos.

É de extrema importância que as regiões da Amazônia, caatinga e pampa recebam atenção imediata nos seus planejamentos de potencial de geração, inclusive nos empreendimentos em aprovação, pois as projeções de mudanças climáticas para estas regiões têm maior confiabilidade e devem ser utilizados como conhecimento. Nas demais regiões, cujas projeções ainda tem menor confiabilidade, deve-se usar precaução na aprovação de empreendimentos e inserir as projeções no planejamento futuro.

Também é de extrema importância que as instituições planejadoras atualizem as metodologias de cálculo de produtividade, fator de capacitação, inserindo as informações disponíveis coletadas pelas usinas atuais e inserindo as projeções futuras advindas destes dados, a fim de ter maior acuidade nos números para embasamento de projetos.

Os órgãos ambientais licenciadores devem inserir em suas normativas estas projeções climáticas, desde da requisição de inserção desta variável nos estudos ambientais para emissão de licenças como também capacitar as equipes nesta observação.

É recomendável que qualquer possibilidade de aumento de geração sem necessidade de construção de novas usinas seja sempre avaliada, como troca de turbinas ou qualquer modernização disponível que aumente a produção.

Por fim, também é preciso alertar para a fragilidade do modelo brasileiro de produção de energia com o capital privado realizando as escolhas para construção de usinas. Embora o modelo em si não seja prejudicial, ele requer forte regulamentação, pois os interesses de investimento e sustentabilidade ambiental podem estar muito desalinhados em um cenário de rápidas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, T., ANDERSSON, G., SÖDER, L., "Distributed generation: a definition", 2001.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Base Científica das Mudanças Climáticas. Vol. I. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp. 2014.

BRASIL. Anuário Estatístico de Energia Elétrica, ano base 2017. Ministério de Minas e Energia; Empresa de Pesquisa Energética, 2018. BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Mapa e Fichas. Brasília, 2003.

BRASIL. MME - Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília : MME : EPE, 2007.

BIG - Banco de Informações de Geração». www2.aneel.gov.br. Em 02 de março de 2021.

FREIRE, C. F. Conflitos ambientais e Áreas Prioritárias para Conservação em regiões de potencial para implantação de Usinas Solares Fotovoltaicas. IX Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Florianópolis, 2014.

PEREIRA, E. B; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos, 1º edição, 2006; 64 p.

Capítulo 16

10.37423/220205316

ESTRATÉGIAS PARA A REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE LODO EM PROCESSOS DE LODO ATIVADO.

Alexandre Nunes Ponezi

Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas CPQBA/UNICAMP

Resumo: Esta revisão bibliográfica tem como objetivo apresentar diferentes estratégias aplicáveis à redução da geração de biomassa microbiana (redução de lodo) em sistemas de tratamento de efluentes. As técnicas mais promissoras, com base em seu potencial real de aplicação no controle da produção de excesso de lodo em um ambiente industrial são apresentadas e discutidas, incluindo: cloração, tratamento térmico, adição de inibidores químicos e/ou metabólicos ao processo, ozonização, controle de populações de protozoários no sistema e controle de parâmetros de processo. Estas técnicas foram classificadas nas seguintes categorias, dependendo da abordagem global empregada: a) controle de parâmetros de processo, b) intervenção no metabolismo microbiano, c) tratamentos físico-químicos do lodo gerado e d) intervenção na ecologia microbiana do sistema. Não existe consenso entre pesquisadores sobre qual a melhor técnica a ser utilizada com o intuito de reduzir a geração de lodo em sistemas de tratamento de lodo ativado, sendo que resultados de literatura indicam uma variação de 10 a 90% de redução, dependendo da estratégia, tipo de sistema de tratamento, e/ou combinações destes.

Palavras-chaves: Processo de lodo ativado; excesso de lodo; minimização de lodo.

1. INTRODUÇÃO

A remoção de matéria orgânica através da oxidação biológica á uma tecnologia bastante conhecida no processo de tratamento de águas residuárias. Novas células (lodo), gás carbônico, produtos microbianos solúveis e água são os produtos resultantes do processo. A produção de excesso de lodo é estimada atualmente ao redor de 15-100 $kg.L^{-1}$ DBO, onde mais de 95% de sua composição é água [1- 2].

Em 1984, os excessos de lodo a serem tratados nos paises da União Européia alcançaram 5.56 milhões de quilos de material seco [3]. Com a expansão da população e indústrias, a produção de lodo aumentou, gerando um real desafio no campo da tecnologia de engenharia ambiental. As atuais regulamentações de segurança quanto à produção de produtos alimentícios, restringe a aplicação destes resíduos como biosólidos em campos agrícolas na maioria dos países, sendo cada vez mais utilizada a disposição deste material no mar, em aterros sanitários ou disposições indevidas [4].

Atualmente, a produção de excesso de lodo é um dos problemas mais sérios encontrados em plantas de tratamento aeróbio. O tratamento do lodo excedente pode responder por 25 - 65% do custo de operação total de uma planta gerando um desperdício secundário [5-6]. Pesquisadores e operadores tanto nas indústrias como em estações municipais de tratamento tem procurado modos alternativos apropriados para reutilizar o excesso de lodo produzido durante o processo [7-8]. Um modo ideal para resolver este problema seria reduzir a produção de lodo no processo (lodo-associado), ao invés de pós-tratamento do lodo gerado. Estratégias para minimização da produção do excesso de lodo estão se tomando um assunto bastante urgente, sendo necessário revisar as técnicas que possam ser aplicadas em plantas municipais e industriais para reduzir a produção de lodo do processo de lodo ativado, uma vez que este tipo de tratamento é o mais utilizado em todo o mundo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTROLE DE PROCESSOS

2.1.1 PROCESSO ANAERÓBIO COM SEDIMENTAÇÃO OXIDATIVA

O processo anaeróbio com sedimentação oxidativa é uma modificação da tecnologia de lodo ativado convencional onde é inserindo um reator anaeróbio na linha de retorno de lodo. Este processo tem sido bastante empregado para inibir o crescimento de organismos filamentosos. WESTGARTH [8a]1964, comentou que a inserção de um período de anaerobiose no processo de lodo ativado pode reduzir a

taxa de produção de excesso lodo quando comparado ao processo convencional sem a presença de reator anaeróbio. Desde então, vários autores utilizaram este processo como alternativa para minimização de lodo gerado no processo de lodos ativados [9-12].

Este processo baseado em ciclos de presença de oxigênio seguidos de anaerobiose sem a provisão de alimento, promove aos microrganismos aeróbios, condições de oxidação endógena onde estes são obrigados a utilizar suas reservas de ATP como fonte de energia. Ao se restabelecer as condições iniciais de processo, os microrganismos utilizam o substrato para reconstituir a energia necessária (ATP) utilizada no processo anaeróbio. Neste caso, o consumo de substrato é direcionado ao metabolismo catabólico para satisfazer as necessidades de energia da célula [13], com isto, os ciclos de aerobiose e anaerobiose de lodos ativados estimulam a atividade de metabolismo catabólico dissociado do anabolismo resultando em uma minimização da produção de lodo.

Estudos realizados com o intuito de comparar a produção de lodo em processo convencional e através dos ciclos óxido/anóxido mostraram que a produção específica de lodo foi reduzida em cerca de 20-65%. Por outro lado, foi observada uma sensível redução do IVL quando comparado com o processo convencional. Isso pode estar relacionado com a melhora da sedimentação do lodo conseguida através dos ciclos aeróbios/anaeróbios [3,13].

Através de um outro estudo comparativo de processos pôde-se observar que os rendimentos de lodo alcançados foram da ordem de 0.13 a 0.29 kg SSV/kg COD removido para o sistema óxido/anóxido, e de 0.28 a 0.47 kg SSV/kg COD removido para o sistema convencional [9,14].

GHIGLIZZA [10] 1996, e CHUDOBA & CAPDEVILLE [3] 1991 mencionam também que o ajuste do processo de oxidação anaeróbia é capaz de forçar a degradação de contaminantes orgânicos reduzindo os problemas de lodo associados. A aplicação do processo de oxidação anaeróbia tanto em escala Municipal como industrial é uma técnica promissora para reduzir lodo em plantas de tratamento convencional alem de melhorar a estabilidade de operação do processo.

2.1.2 PROCESSOS COM ALTAS TAXAS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Diferentes opiniões podem ser encontradas na literatura a respeito do efeito da concentração de oxigênio na produção de lodo [1-2, 15-17]. Geralmente, as aplicações de oxigênio dissolvido em processos de lodo ativado em escala industrial são limitadas, devido ao aumento do custo operacional do processo.

Resultados de aplicação de oxigênio puro em processos de lodo ativado mostraram que o crescimento e rendimento celular podem ser reduzidos em até 54% quando comparado com sistema de lodo convencional, até mesmo para lodos com altas taxas de carga [15]. Ensaios realizados com o objetivo de comparar a redução da produção de lodo aplicando oxigênio puro e ar atmosférico em reatores pilotos, com as mesmas condições operacionais, mostraram que a produção de lodo no sistema foi de 60% menor com a aplicação de oxigênio puro, que quando utilizado ar atmosférico [18]. Pesquisas recentes relataram que o excesso da produção de lodo diminuiu em 0.2 a 0.28 mg SSV/L DBO com a aplicação de um fluxo de ar de 1.8 a 6.0 $mg.L^{-1}$ em um reator de bancada de lodo ativado convencional [17].

Os mecanismos de redução da produção de lodo com altas taxas de OD ainda não estão completamente exclarecidos. Para explicar a redução de rendimento de lodo, MCWHIRTER [17a] 1978, postulou que a alta concentração de OD produziria um alto nível de biomassa ativa, e conseqüentemente, um nível mais baixo nível de lodo. ABBASSI [17] 2000 comenta que tal explicação não revela completamente a causa, porque mais baixas produções de lodo podem ser obtidas operando um reator com alta taxa de carga. Estes mesmos pesquisadores propuseram que o aumento da concentração de oxigênio em um líquido resulta em uma melhor difusão de oxigênio no mesmo e subseqüentemente conduzir a uma amplificação do volume aeróbio dentro dos flocos. Como resultado, a biomassa da matriz do floco é hidrolisada e pode ser então oxidada e reduzida à quantidade de lodo produzida. Os experimentos realizados por estes pesquisadores mostraram que os valores de rendimento obtidos foram duas vezes menores que os obtidos por outros pesquisadores que aplicaram oxigênio puro em reatores operando com 0.6 mg SSV/mg BOD[15,18].

De fato, há algumas evidências que comprovam que a hidrofobicidade da superfície celular, a atividade microbiana e a produção de exopolímeros estão associadas ao nível de oxigênio dissolvido no reator [16,19-21]. Estes pesquisadores comentam que, o oxigênio dissolvido poderia ter alguns impactos na energia metabólica do lodo ativado, que mais adiante determina o fluxo de carbono que flui entre anabolismo e catabolismo.

O intumescimento de lodo é um dos problemas de operação mais sérios encontrados em processo de lodos ativados. Foi demonstrado que baixos níveis de oxigênio dissolvido em tanque de aeração favorecem o crescimento de organismos filamentosos que causam o seu intumescimento [22-23]. Ao contrário, alta concentração de OD no processo pode reprimir o desenvolvimento de organismos filamentosos no tanque de aeração [2,15,17]. Quando se comparou a aeração convencional com o

processo de oxigênio puro, o oxigênio apresentou vantagem em manter uma concentração mais alta de SSV no tanque de aeração, melhor sedimentação, adensamento, menor produção de lodo, melhor eficiência de transferência de oxigênio e operação mais estável [24]. Por conseguinte, o processo usando oxigênio puro mostra grande potencial industrial para minimização do excesso de produção de lodo como também uma melhora de operação do sistema.

2.1.3 CONTROLE DE TEMPO DE RETENÇÃO DE LODO E BIODEGRADAÇÃO

Na teoria de lodos ativados, o tempo de retenção de lodo (θc) é definido como a média de tempo de uma unidade de biomassa remanescente no sistema de tratamento. Várias pesquisas mostraram que θc é o parâmetro operacional mais utilizado em processo de lodo ativado, onde o θc é inversamente relacionado à taxa de crescimento específica. Foi demonstrado que a relação entre rendimento de lodo (Y_{obs}) e tempo de retenção de lodo pode ser descrito pela seguinte expressão [25].

$$\frac{1}{Yobs} = \frac{1}{Y\max} + \frac{\theta cKd}{Y\max} \qquad \text{[Eq. 1]}$$

Onde: Y_{max} é rendimento de crescimento; Kd é taxa endógena especifica.

A Eq. 1 mostra que o rendimento do crescimento observado é inversamente proporcional ao tempo de retenção de lodo e a taxa endógena específica no processo de lodo ativado. Esta equação também prevê uma base teórica para a operação de plantas de tratamento pelos engenheiros para controlar a produção total de lodo ajustando o θc durante o tratamento biológico.

Vários trabalhos de pesquisa foram realizados para verificar a relação entre θc e Y_{obs} como apresentada pela Eq. 1 [26-28]. Os resultados destes trabalhos informaram que o excesso de produção de lodo foi reduzido em 60% quando o θc foi aumentado de 2 a 18 dias, mas não foi observado nenhum efeito na eficiência de remoção de carbono orgânico. Por outro lado, os resultados mostraram claramente que a utilização de oxigênio puro no processo de lodo ativado reduziu a produção de lodo em 0.28 a 0.38 mg SSV/mg^{-l} e o aumento do θc em 3,7 a 8,7 dias aumentou a eficiência de remoção de carbono orgânico. Os resultados mostram que a aplicação de oxigênio ao processo com o aumento do θc seria muito útil para a redução da produção de lodo.

2.2 METABOLISMO MICROBIANO

2.2.1 ALTA TAXA DE S_0/X_0

Um dos parâmetros mais importante em cultivo de um grupo de culturas misto é a relação da concentração de substrato inicial e a concentração de biomassa inicial (S_0/X_0 como COD/biomassa). Há uma forte evidência que o rendimento observado do crescimento bacteriano diminui significativamente com o aumento da relação S_0/X_0 [13, 29–31]. Tal fenômeno indica que com uma alta relação S_0/X_0 ocorre o desacoplamento energético entre anabolismo e catabolismo. Duas explicações para este fenômeno podem estar relacionadas, a primeira seria o mecanismo de perda de íons, como prótons ou K^+, pela membrana citoplasmática aumentando o potencial de desacoplamento da fosforilação oxidativa da célula. O segundo mecanismo seria a indução de um mecanismo alternativo de reação metabólica para conservação da glicose [32]. A alta relação S_0/X_0 ($\geq$ 5mg COD/mg SSV) pode agir como um redutor da produção de biomassa em sistemas de lodo ativados.

Liu [31] propôs um modelo cinético para descrever o efeito da relação S_0/X_0 no rendimento do crescimento bacteriano observado, baseado na reação de equilibro de substrato. Os resultados mostraram que quando a relação S_0/X_0 varia de 5 a 10mg COD/mg SSV, o coeficiente de energia-desacopladora alcança valores de 0.5 e 0.65, indicando uma dissociação no mecanismo de catabolismo e anabolismo. Estes modelos propostos descrevem satisfatoriamente dados da literatura experimental, e são capazes de dar uma base teórica para a interpretação das relações S_0/X_0 em culturas mistas.

Em sistemas de tratamento de esgoto doméstico as relações S_0/X_0 usualmente utilizadas são de 0.01 a 0.13mg COD/mg SSV, dependendo do sistema utilizado, mistura completa ou sistemas de pistão [29]. Uma baixa produção de lodo pode ser alcançada utilizando uma alta relação de S_0/X_0 por aumentar a relação alimento/ microrganismo, mas, entretanto, um tratamento adicional seria necessário para reduzir a concentração de contaminantes orgânicos no efluente a níveis aceitáveis. Sem nenhuma dúvida, tal estratégia pode ser utilizada em sistema de tratamento biológico tanto municipais como industriais.

2.2.2 INIBIÇÃO DA FOSFORILAÇÃO OXIDATIVA POR AGENTES DESACOPLADORES EM PROCESSOS DE LODO ATIVADO

A respiração aeróbia é um processo de obtenção de energia que tem um rendimento energético maior que a fermentação. Neste processo, uma molécula de glicose é decomposta em moléculas inorgânicas (CO_2 e H_2O) produzindo energia suficiente para a síntese de ATP. Este processo é realizado através de um complexo enzimático denominado de ATP sintetase, onde o ADP e transformado em ATP pela fosforilação oxidativa.

Determinadas substâncias químicas permitem que o transporte de elétrons na mitocôndria ocorra, mas impede a fosforilação do ADP a ATP, desacoplando a ligação essencial entre o transporte de elétrons e a síntese de ATP. Estas substâncias são conhecidas como ionóforos como 2,4-dinitrofenol (DNP), para-nitrofenol (pNP), pentaclorofenol e 3,3', 4',5 - tetraclorosalicilanida (TCS). Na presença de ionóforos orgânicos, a maior parte do substrato orgânico será oxidada a gás carbônico ao invés de ser utilizada na biossíntese de novas células. Como resultado, o crescimento é diminuído e a produção de lodo reduzida.

Vários pesquisadores utilizaram estes compostos químicos com o objetivo de verificar sua eficiência na redução de lodo com resultados satisfatórios [33-38]. Em um reator de laboratório de lodo ativado LOW [38] reportou que adicionando pNP ao reator a produção de biomassa foi reduzida em 49%. Em um outro trabalho foi utilizado uma concentração de pNP de 120 $mg.L^{-1}$, onde nenhuma produção de lodo foi observada [34]. Porém deveria ser mencionado que a maioria do ionóforos orgânicos é xenobiótico e potencialmente prejudicial ao ambiente. Dessa forma, a aplicação deles em tratamento de águas residuárias não seria prudente.

Dentre os desacopladores mencionados, o TCS parece ser mais recomendado para o propósito, pois este composto químico é freqüentemente utilizado como componente para formulação de sabões, xampus e outros produtos de limpeza [39]. Outros trabalhos foram realizados utilizando este composto e foi relatado que adicionando TCS a um reator, a maior parte do substrato orgânico foi oxidada a ATP e não em funções de biossíntese [40]. CHEN [36] aplicaram TCS em uma cultura de lodo ativado, a uma concentração de 0.8 mg/L^{-1} e observaram que o rendimento do crescimento celular foi reduzido em 78% comparado ao de uma cultura controle sem adição de TCS, mas não foi relatado nenhum efeito significativo na cinética de remoção de substrato.

A aplicação de ionóforos orgânicos em duas plantas industriais de lodos ativados em Chinês (Arizona, USA), mostraram que a presença destes compostos induziu um aumento da exigência de oxigênio nos reatores, mas com uma redução da produção de lodo satisfatória [33,35]. Parece certo que a dissipação de energia por desacopladores nos processos bioquímicos em reatores pode ser considerado uma técnica promissora para redução do excesso de produção de lodo. Assim, é esperado que a combinação de oxigênio puro e adição de desacopladores ao processo gerariam uma técnica moderna e eficiente para a minimização do excesso de produção de lodo.

2.3. TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO

2.3.1 CRESCIMENTO CRIPTICO

Outro modo para alcançar uma menor produção de lodo é aumentar o crescimento criptico celular. Há duas fases no crescimento criptico: lise e biodegradação. A estratégia utilizada no crescimento criptico celular vai determinar a eficiência da lise e conduzir a uma redução global da produção de lodo.

Vários métodos podem ser aplicados para desintegração do lodo: 1) tratamento térmico com temperaturas variando de 40°C a 180°C [41-42], 2) tratamento químico utilizando ácidos ou álcalis [43], 3) desintegração mecânica utilizando ultra-som, moinhos, e homogeneizadores [44-51], 4) processo de congelamento e descongelamento [52], 5) hidrólise biológica com adição de enzima [53], 6) processos de oxidação avançada utilizando H_2O_2 e ozônio [54-57], 7) combinação de tratamento termo-químico [58-60], combinação de tratamento alcalino e ultra-som [61], ozonização [62-69], cloração [70-71], combinação de tratamento térmico/ ultra-som e membrana [72], combinação de tratamento alcalino e tratamento por calor [73-75], e aumento de concentração de oxigênio [76].Neste trabalho não será comparada a eficiência dessas técnicas na lise de lodo.

Pesquisas mostraram que a lise das células microbianas pode ser amplificada pelo prolongamento do tempo de retenção hidráulico ou através de tratamentos físico-químicos do lodo como tratamento térmico, alcalino ou ácido [72, 74, 77-78]. YAMAMOTO et all, [78] mantiveram o lodo em um reator de lodo ativado por um período elevado e observaram que mais de 90% da matéria orgânica foi reduzida a CO_2 e a concentração de sólidos suspensos no reator permaneceu constante, sem perda de lodo. ROCHER et all, [74] desenvolveram uma técnica físico-química (térmica, alcalina e acida) com o intuito de aumentar a lise do lodo, e concluíram que o processo mais eficiente para provocar a lise celular foi à utilização de um tratamento térmico combinado com hidróxido de sódio. Mais recentemente,

GHYOOY & VERSTRAETE [79] propuseram o uso de um biorreator de duas fases para reduzir a produção de lodo. Na primeira fase foi utilizado um reator de mistura completa sem retenção de lodo para estimular o crescimento bacteriano. Na segunda fase foi utilizado um reator onde houve estímulo do crescimento de protozoários e metazoários, com subsequente separação sólido-líquido por filtração em membrana. Os resultados mostraram que este sistema apresentou uma redução da produção de lodo em 20 a 30% quando comparado com um reator convencional de lodo ativado, o que pode estar relacionado ao aparecimento de uma grande quantidade de predador na segunda fase do sistema.

2.3.2 OZONIZAÇÃO COMBINADA AO PROCESSO DE LODO ATIVADO

As disposições de excesso de lodo de processos biológicos de tratamento de água residuárias causam muitos problemas tanto econômicos como ambientais. O melhor modo para resolver os problemas de lodos-associados é minimizar a produção de lodo ao invés de um pós-tratamento depois da geração do mesmo.

Para alcançar tal propósito, um sistema combinado de processo de lodo ativado e ozonização intermediária foi desenvolvido [80-82]. Este processo é semelhante ao de oxidação anóxica, onde o lodo é submetido a ozonização na linha de circulação de lodo. Os resultados mostraram que a produção de lodo foi reduzida em 50% quando foi aplicada uma dose de ozônio de 10 $mg.g^{-1}$ SSV em um tanque de aeração por um período de 24 horas. Quando foi aplicada uma dose de ozônio mais elevada, 20 $mg.g^{-1}$ SSV, nenhum excesso de lodo foi produzido.

O princípio de funcionamento do processo de lodo ativado combinado com ozonização proposto por KAMIYA & HIROTSUJI [82], segue o seguinte principio: 1) uma parte de lodo ativado no tanque de aeração é ozonizada no reator, provocando a lise celular e gerando substâncias orgânicas de fácil oxidação; 2) essas substâncias orgânicas produzidas retornam ao tanque de aeração onde facilmente seriam degradadas durante o tratamento biológico. Este processo não apresentou modificação significativa em termos da qualidade do efluente na concentração de carbono orgânico, mas acarretou um aumento da sedimentabilidade do lodo quando comparado com reator teste sem ozonização.

O processo de lodo ativado combinado aparenta ser uma tecnologia útil para redução do excesso de produção de lodo além de aumentar a sedimentabilidade do lodo nos tanques de aeração. Entretanto, estudos de otimização da dosagem de ozônio aplicado na linha de retorno de lodo, e seus efeitos, necessitam ser melhor estudados.

2.4 ECOLOGIA MICROBIANA

A maioria dos processos de tratamento biológico de águas residuárias são sensíveis à mudanças de temperatura. O aumento da temperatura do processo contribui, de maneira efetiva, para a redução na produção de lodo. Por outro lado, baixas temperaturas podem conduzir ao aumento da produção de lodo. Experimentos mostraram que a produção de lodo em um processo de lodo ativado operado a 8°C foi aproximadamente 12–20% maior quando comparado com um outro processo operado à temperatura de 20°C [83]. Uma explicação possível para este fato é que, a baixas temperaturas há um aumento de acumulação de líquido no protoplasma da célula dentro do floco, na forma de COD, ocasionando um aumento da hidrólise dos organismos durante a fase da respiração endógena [84-85].

Um biorreator de membrana operado com uma cultura de *Pseudomonas fluorescens* no tratamento de água residuária sintética adaptado com um sistema de aquecimento de passagem (90°C por 3 h) apresentou uma redução da produção de lodo em 60% [86]. Outras técnicas combinadas podem também ser utilizadas visando a redução de lodo, como a elevação da temperatura combinada com tratamento ácido ou alcalino. Esta técnica de lise celular foi testada para uma cultura de *Alcaligenes eutrophuus* em sistema de lodos ativados [87-88], sendo que os resultados mostraram que o tratamento alcalino por adição de NaOH, combinado com tratamento térmico (pH 10, 60°C/ 20 min) foi o que apresentou maior eficiência na lise celular, com geração de um produto final biodegradável. A combinação desta técnica permitiu uma redução de 37% na produção de lodo, em um reator de tratamento biológico, quando comparado com um processo de tratamento convencional. Um dos problemas apresentado por esta técnica é a corrosão de tubulações e outros componentes, sendo necessário a utilização de materiais adequados. Uma outra desvantagem desta técnica é a geração de odor ocasionado pelo tratamento térmico [89].

Abbassi et al. [76] investigaram a redução da produção de lodo aperfeiçoando a técnica de aplicação de oxigênio principalmente nos flocos do lodo ativado. Os resultados da pesquisa mostraram que um aumento do oxigênio dissolvido (OD) em concentração de 2 a 6 mg/L promoveu uma redução de lodo em aproximadamente 25% com uma carga de lodo de 1.7 $mgBOD^5/mgSSV^{d-1}$. O aumento do OD no tanque de aeração causa uma amplificação do volume aeróbio dentro dos flocos, e como resultado, este pode ser degradado pelos microrganismos que hidrolisam a matriz do floco com redução da quantidade de lodo produzido. Em processos de lodos ativados, a transferência de oxigênio para o tanque de aeração consome de 0.6 a 4.2 kgO_2/kWh dependendo do método de aeração, onde a aeração tipicamente consome mais que 50% do consumo de energia total da planta [32].

A indução de lise do lodo requer custos adicionais de capital ao projeto, curiosamente nenhum processo foi comercializado utilizando o tratamento térmico ou tratamento termo-químico na hidrólise de lodo devido aos custos envolvidos e geração de produto de baixa qualidade [90-91]. Processos baseados na ozonização do lodo foram amplamente utilizados no tratamento de água residuária tanto em plantas industriais como municipais. No entanto, pesquisas adicionais são necessárias para a avaliação do gás de ozônio produzido pelo tratamento e o custo operacional envolvido. Um outro aspecto a ser abordado é a avaliação da eficiência de técnicas de lise de lodo através da relação do lançamento de COD solúvel pelo total de COD e a biodegradabilidade do lisado.

2.4.1 AÇÕES MICROBIANAS

Um processo de tratamento biológico de águas residuárias pode ser considerado como um ecossistema artificial, e o lodo ativado é um hábitat ideal para vários microrganismos diferentes. Um modo para reduzir a produção de lodo é explorar organismos como os protozoários e os metazoários nos processos de lodos ativados, que consomem as bactérias mantendo a composição do substrato inalterado.

Em um sistema de lodo ativado a fauna presente consiste principalmente de protozoários e ocasionalmente metazoários. Os protozoários representam cerca de 1% do peso-seco total da biomassa e onde cerca de 70% dos protozoários são ciliados [92]. Os protozoários podem ser divididos em quatro grupos: ciliados (livre-natantes, rastejantes e sésseis), flagelados, ameba, e heliozoários [92]. A grande maioria dos metazoários encontrados em lodo ativados é representada pelos rotíferos e nematóides. Outros tipos, como o *Aleosoma*, aparecem em baixo número ou ocasionalmente.

A presença de protozoários e metazoários em sistemas de tratamento de lodo ativado é bastante conhecida, graças ao papel desempenhado por esses organismos no consumo de bactérias dispersas. No passado, protozoários e metazoários eram normalmente usados como indicadores importantes de desempenho de processo e eficiência em processos de tratamento biológico de água residuária. Recentemente, muitos pesquisadores enfocaram o uso destes organismos como método de redução de lodo [93–110].

2.4.2 SISTEMA DE DUAS FASES

Em plantas de tratamento aeróbio convencional, a presença de predadores controla o crescimento de bactérias dispersas e favorece o crescimento do floco ou filme que são formados por bactérias, protegendo-as contra a sua depredação. Para superar este sistema de seleção, um sistema de duas

fases foi desenvolvido com o objetivo de reduzir o lodo [93-98]. Na primeira fase (fase bacteriana) o reator é operado sem retenção de biomassa e com um baixo tempo de detenção hidráulico, visando induzir o crescimento bacteriano dispersado. A segunda fase é projetada como uma fase de controle microbiológico (lodo ativado ou processo de biofilme) com um longo período de detenção hidráulica, favorecendo o crescimento de protozoários e metazoários. O tempo de detenção hidráulica é um dos parâmetros críticos para o sistema, pois, este deve ser adequado para o desenvolvimento de bactérias dispersas e prevenir o crescimento exagerado de organismos superiores. Ratsak [93], estudou a redução da biomassa produzida em um reator pelo ciliado *T. pyriformis* em um sistema de duas fases, e foi observada a redução de 12–43% da biomassa. A aplicação de um sistema de duas fases onde a segunda fase era um reator de biofilme foi estudada para a avaliação desta técnica na redução de lodo[94-95]. Os resultados apresentaram uma redução de 60–80% quando comparados com o sistema convencional bacteriano. O rendimento de lodo total foi de 0.05 g SST/g DQO removido.

Um estudo adicional foi realizado para investigar a redução de lodo em um sistema de indústria de papel operado com dois sistemas de duas fases, onde uma foi projetada como lodo ativado e a outra com reatores de biofilme [95]. Os resultados deste estudo mostraram que a redução de lodo foi de 0.01–0.23 g SST/g DQO removido em um sistema convencional e de 0.2–0.4 g SST/g DQO removido no segundo sistema. Também foi observado que a microfauna dominante na segunda fase era constituída de protozoários e metazoários [94-95]. Ghyoot [97-98] comparou o desempenho de um sistema de duas fases diferentes no tratamento de água residuária sintética (segunda fase um reator convencional de lodo ativado e um reator de membrana) operados com uma relação F/M semelhante. Os resultados mostraram que o rendimento de lodo no sistema de membrana foi 20–30% menor quer o sistema convencional. Este fenômeno foi atribuído a maior presença de predadores no sistema de membrana que no convencional. Porém, foi constatada uma baixa capacidade de remoção de nitrogênio e fósforo ocasionando um aumento destes componentes no efluente tratado. Geralmente, o crescimento da população de protozoários e metazoários está limitado principalmente pela quantidade de comida disponível, e aspectos particulares de cada espécie (tamanho da boca e faringe).

Em termos de redução de lodo, o sistema de duas fases foi mais eficiente que o processo convencional de tratamento, entretanto devido a padrões operacionais como a necessidade de longos períodos para promover o desenvolvimento de protozoários e metazoários, este sistema não é posto em prática.

2.4.3 OLIGOQUETAS

Os oligoquetas, mais comumente conhecidos como lombrigas são os organismos mais observados durante a investigação microscópica de lodo ativado [92]. Estes organismos podem apresentar um maior potencial em aplicação prática na redução de lodo que os protozoários, devido ao seu maior tamanho. O desempenho dos oligoquetas na redução de lodo em tratamento biológico foi recentemente observado. Os principais tipos encontrados em um sistema de lodo ativado e filtros de gotejamento são *Naididae*, *Aeolosomatidae* e *Tubificidae,* sendo os dois primeiros de vida livre. A terceira espécie geralmente é encontrada no lodo propriamente dito ou no fundo das bacias.

Dentro de condições normais, *Naididae* e *Aeolosomatidae* se propagam através de divisão binária comum destas espécies. Geralmente os oligoquetas são encontrados em ambientes moderadamente carregados (0.2 kg BOD/m^3d^{-1}). Lodos ativados que normalmente contém muitas lombrigas geralmente operam com uma carga de lodo de 0.1 kg BOD/kg SSV [100-102]. Um experimento foi realizado para comparar o desempenho destes organismos na redução de lodo em processos de tratamento biológico [102,105-106]. Os resultados mostraram uma redução de 10-50% de redução de lodo em sistema de gotejamento com a presença de oligoquetas. Estes mesmos pesquisadores testaram a eficiência destes organismos na redução de lodo em um sistema de lodo ativado de uma industria de plástico, os resultados mostraram uma diminuição de 0.40 g SSV/g COD removido sem oligoquetas e 0.15 g SSV/g COD removido com oligoquetas. Vários outros experimentos foram realizados com o mesmo objetivo e em todos eles os resultados mostraram redução da quantidade de lodo produzido nos mais diversos tipos de sistemas de tratamento [91-111].

Embora a presença de lombrigas possa conduzir a uma redução significativa de lodo, a técnica ainda não é aplicada, porque a relação entre os parâmetros de operação de uma planta de tratamento e o crescimento destes organismos ainda não está definida. Outro desafio encontrado é como controlar, manter estável, em alta densidade e por tempo prolongado o crescimento dos oligoquetas. Para redução de lodo induzida por depredação, pesquisas adicionais deveriam ser realizadas para definir melhor a relação da cadeia alimentar e a formação-desintegração de flocos do lodo.

3. CONCLUSÃO

O tratamento do excesso de lodo, e sua disposição representam um desafio ascendente para plantas de tratamento de águas residuárias devido tanto a fatores econômicos, ambientais como fatores de regulamentação. Há interesse considerável em tecnologias em desenvolvimento para reduzir a

produção de lodo em processos de tratamento biológicos de águas residuárias. Em um âmbito geral, existem várias estratégias para reduzir a produção de lodo em plantas de tratamento baseadas em mecanismos de crescimento criptico e desacopladores metabólicos, manutenção de metabolismo, depredação de bactérias, dentre outras. No entanto, as estratégias mencionadas nesta revisão para a redução de lodo deveriam ser escolhidas quanto a análises de custos e taxa de impacto ambiental antes de sua aplicação prática. A análise de custo inclui o capital adicional, custos operacionais envolvidos, benefícios para o tratamento de lodo e disposição. No aspecto impacto ambiental, as estratégias de minimização da produção de excesso de lodo deveriam ser avaliadas quanto: problemas de odor e lançamento de nutrientes e toxicidade (desacopladores no efluente tratado). Também deveriam ser consideradas as desvantagens de cada estratégia empregada e avaliados quanto aos benefícios almejados.

Até o momento, apenas duas técnicas foram utilizadas na prática, a ozonização do lodo e o reator de membrana. Outros métodos baseados em desacopladores, metabolismo e depredação de bactérias ainda estão em fase experimental de laboratório ou em escala piloto. Devido aos altos custos na produção de ozônio (mais que 50% dos custos de operação total), é importante adequar as quantidades de ozônio necessárias para a redução de lodo. O processo anaeróbio com sedimentação oxidativa (OSA) pode apresentar uma solução custo-benefício adequado para o problema, pois só seria necessária a adição de um tanque de anaerobiose à planta já existente. A principal desvantagem do sistema OSA é o erro operacional que pode aumentar a produção de lodo e o custo para sua disposição.

A redução de lodo induzida por oligoquetas seria uma maneira ecologicamente correta de tratamento. No entanto, ainda não está resolvido o problema do crescimento destes organismos. Um outro aspecto negativo desta técnica seria um controle mais rígido das dosagens de nutrientes como nitrogênio e fósforo, onde partes destes nutrientes seriam incorporadas à biomassa, e então retirados com o excesso de lodo. Do ponto de vista de mineralização do lodo, um aumento da quantidade de fósforo e nitrogênio ocasionaria problemas de eutrofisação do sistema de tratamento, aumentando a demanda de oxigênio do corpo receptor. Com isso seria necessária a suplementação da aeração no processo, o que aumentaria os custos operacionais.

O emprego de qualquer estratégia para redução de lodo que tenha um impacto na comunidade microbiana, pode influenciar na qualidade do lodo e do efluente tratado. A aplicação de métodos

analítica e investigativa, como técnicas moleculares modernas, pode conduzir a novas respostas sobre o impacto da comunidade microbiana nos reatores.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Metcalf, Eddy. Wastewater Engineering: Treatment Disposal and Reuse. 3rd Ed. New York, USA: McGraw-Hill, 1991.

2. Bitton, G. Wastewater Microbiology. New York: Willey-Liss, 1994.

3. Chudoba, P.; Capdeville, B. A possible way towards reduction of waste sludge production. Sixth IAWPRC Conference on Design and Operation of Large Wastewater Treatment Plants. Prague, 1991.

4. Chudoba, P. Etude et intereãt du deâcouplage e ânergetique dans les processus d'eâpuration des eaux par voie biologique proceâdeã OSA. Ph.D. thesis, Inst Natl des Sci Appl, Toulouse, France, 1991.

5. Horan, N.J. Biological Wastewater Treatment Systems. Chichester, UK: Wiley, 1990.

6. Zhao, Q.L.; Kugel, G. Thermophilic/mesophilic digestion of sewage sludge and organic waste. J. Environ. Sci. Health. 31:2211-31, 1997.

7. Tay, J.H.; Show, K.Y. Resource recovery of sludge as a building and construction material: a future trend in sludge management. Water Sci. Technol. 36:259 -66, 1997.

8. Tay, J.H.; Hong, S.Y.; Show, K.Y. Reuse of industrial sludge as pelletized aggregate for concrete. J. Environ. Eng.126: 279-87, 2000.

8ª. Westgarth, W.C.; Sulzer, F.T.; Okun, D.A. Anaerobiosis in the activated sludge process. Proceedings of the Second IAWPRC Conference. Tokyo, pp. 43-55,1964.

9. Chudoba, P.; Morel, A.; Capdeville, B. The case of both energetic uncoupling and metabolic selection of microorganisms in the OSA activated sludge system. Environ Technol. 13:761-70 1992.

10. Ghiglizza, R.; Lodi, A.; Converti, A.; Nicolella, C.; Rovatti, M. Influence of the ratio of the initial substrate concentration to biomass concentration on the performance of a sequencing batch reactor. Bioprocess Eng. 14: 131-7 1996.

11. Copp, J.B.; Dold, P.L. Comparing sludge production under aerobic and anoxic conditions. Water Sci. Technol. 38: 285-94 1998.

12. Chen, G.H.; Yip, W.K.; Mo, H.K.; Liu, Y. Effect of sludge fasting and feasting on growth of activated sludge cultures. Water Res. 2000. (in press).

13. Chudoba, P.; Chevalier, J.J.; Chang, J.; Capdeville, B. Effect of anaerobic stabilization of activated sludge on its production under batch conditions at various So/Xo ratios. Water Sci. Technol. 23:917-26, 1991.

14. Chudoba,, P.; Chudoba,, J.; Capdeville, B. The aspect of energetic uncoupling of microbial growth in the activated sludge process: OSA system. Water Sci. Technol. 26: (9-11), 2477-80, 1992.

15. McWhirter, J.R. Oxygen and activated sludge process. In: McWhirter JR, editor. The Use of High-Purity Oxygen in the Activated Sludge Process. vol. 1. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 25-62, 1978.

16. Roques, H.; Capdeville, B.; Seropian, J.C.; Grigoropoulou, H. Oxygenation by hydrogen peroxide of the fixed biomass used in biological water treatment. Water Res: 18:103-10, 1984.

17. Abbassi, B.; Dullstein, S.; Rabiger, N. Minimization of excess sludge production by increase of oxygen concentration in activated sludge flocks: experimental and theoretical approach. Water Res. 34:139-46, 2000.

17a. McWhirter, J.R. Oxygen and activated sludge process. In: McWhirter JR, editor. The Use of High-Purity Oxygen in the Activated Sludge Process. vol. 1. Boca Raton, FL: CRC Press, 1978. pp. 25-62.

18. Boon, A.G.; Burgess, D.R. Treatment of crude sewage in two high-rate activated sludge plants operated in series. Water Pollut Control.; 74:382, 1974.

19. Mishima, K.; Nakamura, M. Self-immobilization of aerobic activated sludge: a pilot study of the aerobic upflow sludge blanket process in municipal sewage treatment. Water Sci Technol., 23:981-90, 1991.

20. Palmegren, R.; Jorand, F.; Nielsen, P.H., Block, J.C. Influence of oxygen limitation on the cell surface properties of bacteria from activated sludge. Water Sci Technol.; 37:349-52, 1998.

21. Pena, C.; Trujillo-Roldan, M.A.; Galindo, E. Influence of dissolved oxygen tension and agitation speed on alginate production and its molecular weight in cultures of Azotobacter vinelandii. Enzyme Microb Technol., 27:390-8, 2000.

22. Nowak, G.; Brown, G.; Yee, A. Effects of feed pattern and dissolved oxygen on growth of filamentous bacteria. J Water Pollut Control Fed; 58:978-84, 1986.

23. Richard, M.; Hao, O.; Jenkins, D. Growth kinetics of Sphaerotilus species and their significance in activated sludge bulking. J Water Pollut Control Fed; 57:68-81,1985.

24. Benefield, L.D.; Randall, C.W. Biological Process Design for Wastewater Treatment. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.

25. Lawrence, A.W.; McCarty, P.L. Unified basis for biological treatment design and operation. J Sanit Eng., 96:757, 1970.

26. Sherrard, J.H.; Schroeder, E.D. Cell yield and growth rate in activated sludge. J Water Pollut Control Fed; 45:1889, 1973.

27. Stall, T.R.; Sherrard, J.H. Effect of wastewater composition and cell residence time on phosphorus removal in activated sludge. J Water Pollut Control Fed; 48:307-22, 1976.

28. Wunderlich, R.; Barry, J.; Greenwood, D.; Carry, C. Start-up of a high-purity, oxygen-activated sludge system at the Los Angeles County Sanitation Districts' Joint Water Pollution Control Plant. J Water Pollut Control Fed;57:101-28,1985.

29. Chudoba, P.; Capdeville, B.; Chudoba, J. Explanation of biological meaning of the S0/X0 ratio in batch cultivation. Water Sci Technol; 26(3–4):743–51, 1992.

30. Liu, Y. Bioenergetic interpretation on the S0/X0 in substrate-sufficient batch culture. Water Res; 30 (11): 2766–70, 1996.

31. Liu, Y.; Chen, G.H.; Paul, E. Effect of the S0/X0 ratio on energy uncoupling in substrate-sufficient batch culture of activated sludge. Water Res. 32(10):2833–88, 1998.

32. Low, E.W.; Chase, H.A. Reducing production of excess biomass during wastewater treatment. Water Res; 33(5):1119–32, 1999.

33. Okey, R.W.; Stensel, D.H. Uncouplers and activated sludge Ð the impact on synthesis and respiration. Toxicol Environ Chem;40:235-54, 1993.

34. Low, E.W.; Chase, H.A. The use of chemical uncouplers for reducing biomass production during biodegradation. Water Sci Technol; 37: 399-402, 1998.

35. Mayhew, M.; Stephenson, T. Biomass yield reduction: is biochemical manipulation possible without affecting activated sludge process efficiency? Water Sci Technol; 38:137-44, 1998.

36. Chen, G.H.; Mo, H.K.; Saby, S.; Yip, W.K.; Liu, Y. Minimization of activated sludge production by chemical stimulated energy spilling. Proceedings of Development of Innovative Water and Wastewater Treatment Technologies for the 21st Century. Hong Kong, pp. 221-35, 1999.

37. Liu, Y. Effect of chemical uncoupler on the observed growth yield in batch culture of activated sludge. Water Res; 34:2025-30, 2000.

38. Low, W.W.; Chase, H.A.; Milner, M.G.; Curtis, T.P. Uncoupling of metabolism to reduce biomass production in the activated sludge process. Water Res; 34:3204-12, 2000.

39. Budavari, S.; O'Neil, M.J.; Smith, A.; Heckelman, P.E. In: Budavari S, editor. The Merck Index. 11th ed. Rahway, NY: Merck, 1989.

40. Cook, G.M.; Russell, J.B. Energy-spilling reactions of Streptococcus bovis and resistance of its membrane to proton conductance. Appl Environ Microbiol; 60:1942-8, 1994.

41. Kepp, U.; Machenbach, I.; Weisz, N.; Solheim, O.E. Enhanced stabilisation of sewage sludge through thermal hydrolysis—three years of experience with a full scale plant. Water Sci Technol; 42(9): 89–96, 1999.

42. Barjenbruch, M.; Hoffmann, H.; Tranker, J. Minimizing of foaming in digesters by pre-treatment of the surplussludge. Water Sci Technol; 42(9): 235–42, 1999

43. Tanaka, S.; Kobayashi, T.; Kamiyama, K.; Bildan, M.L. Effects of thermochemical pre-treatment on the anaerobic digestion of waste activated sludge. Water Sci Technol; 36(8): 209–15, 1997.

44. Baier, U.; Schmidheiny, P. Enhanced anaerobic degradation of mechanically disintegrated sludge. Water Sci

Technol; 36(11):137–43, 1997.

45. Kopp, J.; Muller, J.; Dichtl, N.; Schwedes, J. Anaerobic digestion and dewatering characteristics of mechanically disintegrated excess sludge. Water Sci Technol; 36(11):129–36, 1997.

46. Camacho, P.; Geaugey, V.; Ginestet, P.; Paul, E. Feasibility study of mechanically disintegrated sludge and recycle in the activated-sludge process. Water Sci Technol; 46(10):97–104, 2002.

47. Nolasco, M.A; Campos, AL.O; Springer, AM.; Pires, E.C. Use of lysis and recycle to control excess sludge production in activated sludge treatment: bench scale study and effect of chlorinated organic compounds. Water Sci Technol; 46(10):55–61, 2002.

48. Tiehm, A.; Nickel, K.; Neis, U. The use of ultrasound to accelerate the anaerobic digestion of sewage sludge.

Water Sci Technol; 36(11):121–8, 1997.

49. Tiehm, A.; Nickel, K.; Zellhorn, Neis, U. Ultrasonic waste activated sludge disintegration for improving anaerobic stabilization. Water Res; 35(8):2003–9, 2001.

50. Chu, C.P.; Chang, B.V.; Liao, G.S.; Jean, D.S; Lee, D.J. Observation on changes in ultrasonically treated waste-activated sludge. Water Res;35(4): 1038–46, 2001.

51. Onyeche, T.I.; Schlafer, O.; Bormann, H.; Schroder, C.; Sievers, M. – Ultrasonic cell disruption of stabilized sludge with subsequent anaerobic digestion. Ultrasonics 40(1-8): 31-5, 2002.

52. Chu, C.P.; Feng, W.C.; Chang, B.V.; Chou, C.H.; Lee, D.J. Reduction of microbial density level in wastewater activated sludge via freezing and thawing. Water Res; 33(16):3532–5, 1999.

53. Guellil, A.; Boualam, M.; Quiquampoix, H.; Ginestet, P.; Audic, J.M.; Block, J.C. Hydrolysis of wastewater colloidal organic matter by extra-cellular enzymes extracted from activated sludge flocs. Water Sci Technol; 43(6):33–40, 2001.

54. Weemaes, M.; Grootaerd, H.; Simoens, F.; Huysmans, A.; Verstraete, W. Ozonation of sewage sludge prior to anaerobic digestion. Water Sci Technol; 42(9):175–8, 2000.

55. Weemaes, M.; Grootaerd, H.; Simoens, F.; Verstraete, W. Anaerobic digestion of ozonized biosolids. Water Res;34(8):2330–6, 2000.

56. Neyens, E.; Baeyens, J.; Weemaes, M.; De heyder, B. Pilotscale peroxidation (H2O2) of sewage sludge. J Hazard Mater; 98(1–3):91–106, 2003.

57. Shanableh, A. Production of useful organic matter from sludge using hydrothermal treatment. Water Res; 34(3):945–51, 2000.

58. Saiki, Y.; Imabayashi, S.; Iwabuchi, C.; Kitagawa, Y.; Okumura, Y.; Kawamura, H. Solubilization of excess activated sludge by self-digestion. Water Res; 33(8):1864–70, 1999.

59. Neyens, E.; Baeyens, J.; Weemaes, M.; De heyder, B. Hot acid hydrolysis as a potential treatment of thickened sewage sludge. J Hazard Mater; 98(1–3):275–93, 2003.

60. Neyens, E.; Baeyens, J.; Weemaes, M.; De heyder, B. – Alkaline thermal sludge hydrolysis. J. Hazard mater 97(1-3): 295-314, 2003.

61. Chiu, Y.C.; Chang, C.N.; Lin, J.G.; Huang, S.J. Alkaline and ultrasonic pretreatment of sludge before anaerobic digestion. Water Sci Technol; 36(11):155–62, 1997.

62. Yasui, H.; Shibata, M. An innovative approach to reduce excess sludge production in the activated sludge process. Water Sci Technol; 30(9):11–20, 1994.

63. Yasui, H.; Nakamura, K.; Sakuma, S.; Iwasaki, M.; Sakai, Y. A full-scale operation of a novel activated sludge process without excess sludge production. Water Sci Technol; 34(3-4):395–404, 1996.

64. Sakai Y, Fukase T, Yasui H, Shibata M. An activated sludge process without excess sludge production. Water Sci Technol 1997;36(11):163–70.

65. Kamiya, T.; Hirotsuji, J. New combined system of biological process and intermittent ozonation for advanced wastewater treatment. Water Sci Technol;38(8–9):145–53, 1998.

66. Egemen, E.; Corpening, J.; Padilla, J.; Brennan, R.; Nirmalakhandan, N. Evaluation of ozonation and cryptic growth for biosolids management in wastewater treatment. Water Sci Technol; 39(10–11):155–8, 1999.

67. Egemen, E.; Corpening, J.; Nirmalakhandan, N. Evaluation of an ozonation system for reduced waste sludge generation. Water Sci Technol; 44(2–3):445–52, 2001.

68. Deleris, S.; Geaugey, V.; Camacho, P.; Debellefontaine, H.; Paul, E. Minimization of sludge production in biological processes: an alternative solution for the problem of sludge disposal. Water Sci Technol;46(10):63–70, 2002.

69. Ahn, K.H.; Park, K.Y.; Maeng, S.K.; Hwang, J.H.; Lee, J.W.; Song, K.G.; Choi, S. Ozonation of wastewater sludge for reduction and recycling. Water Sci Technol; 46(10):71–7, 2002.

70. Chen, G.H.; Saby, S.; Djafer, M.; Mo, H.K. New approaches to minimize excess sludge in activated sludge systems. Water Sci Technol;44(10):203–8, 2001.

71. Saby, S.; Djafer, M.; Chen, G.H. Feasibility of using a chlorination stepto reduce excess sludge in activated sludge process. Water Res;36(3):656–66, 2002.

72. Canales, A.; Pareilleux, A.; Rols, J.; Goma, G.; Huyard, A. Decreased sludge production strategy for domestic wastewater treatment. Water Sci Technol;30(8):97–106, 1994.

73. Pasveer, A. Een vorm van slibvernietiging. Het oxylyseproces. H2O;4(25):580–8, 2001.

74. Rocher, M.; Goma, G.; Begue, AP.; Louvel, L.; Rols, J.L. Towards a reduction in excess sludge production in activated sludge processes: biomass physicochemical treatment and biodegradation. Appl Microbiol Biotechnol;51(6):883–90, 1999.

75. Rocher, M.; Roux, G.; Goma, G.; Begue, AP.; Louvel, L.; Rols, J.L. Excess sludge reduction in activated sludge processes by integrating biomass alkaline heat treatment. Water Sci Technol;44(2–3):437–44, 2001.

76. Abbassi, B.; Dullstein, S.; Rabiger, N. Minimization of excess sludge production by increase of oxygen concentration in activated sludge flocs: experimental and theoretical approach. Water Res;34(1):139–46, 2000.

77. Carrio, L.A.; Lopez, A.R.; Krasnoff, P.J.; Donnellon, J.J. Sludge reduction by in-plant process modification: New York City's experiences. J Water Pollut Control Fed;57:116-21, 1985.

78. Yamamoto, K.; Hiasa, M.; Mahmood, T.; Matsuo, T. Direct solid-liquid separation using hollow fibre membrane in an activated sludge aeration tank. Water Sci Technol;21:43-54, 1989.

79. Ghyooy, W.; Verstraete, W. Reduced sludge production in a two-stage membrane-assisted bioreactor. Water Res;34:205-15, 2000.

80. Yasui, H.; Shibata, M. An innovative approach to reduce excess sludge production in the activated sludge process.Water Sci Technol;30:11-20, 1994.

81. Sakai, Y.; Fukase, T.; Yasui, H.; Shibata, M. An activated sludge process without excess sludge production. Water Sci Technol;36:163-70, 1997.

82. Kamiya, T.; Hirotsuji, J. New combined system of biological process and intermittent ozonation for advanced wastewater treatment. Water Sci Technol;38:145-53, 1998.

83. Tian, S.; Lishman, L.; Murphy, K.L. Investigation into excess sludge activated sludge accumulation at low temperatures. Water Res;28(3):501–9, 1994.

84. Lishman, L.A.; Murphy, K.L. The significance of hydrolysis in microbial death and decay. Water Res;28:2417–9, 1994.

85. Lishman, L.A.; Legge, R.L.; Farquhar, G.J. Temperature effects on wastewater treatment under aerobic and anoxic conditions. Water Res;36(8):2263–76, 2000.

86. Canales, A.; Pareilleux, A.; Rols, J.; Goma, G.; Huyard, A. Decreased sludge production strategy for domestic wastewater treatment. Water Sci Technol;30(8):97–106, 1994.

87. Rocher, M.; Goma, G.; Begue, AP.; Louvel, L.; Rols, J.L. Towards a reduction in excess sludge production in activated sludge processes: biomass physicochemical treatment and biodegradation. Appl Microbiol Biotechnol;51(6):883–90, 1999.

88. Rocher, M.; Roux, G.; Goma, G.; Begue, AP.; Louvel, L.; Rols, J.L. Excess sludge reduction in activated sludge processes by integrating biomass alkaline heat treatment. Water Sci Technol;44(2–3):437–44, 2001.

89. Muller, J.A. Prospects and problems of sludge pretreatment processes. Water Sci Technol;44(10): 121–8, 2001.

90. Neyens, E.; Baeyens, J. A review of thermal sludge pretreatment processes to improve dewaterability. J Hazard Mater 2003;98(1–3):51–67.

91. Weemaes, M.P.J.; Verstraete, W. Evaluation of current wet sludge disintegration techniques. J Chem Technol Biotechnol 1998;73:83–92.

92. Ratsak, C.H.; Maarsen, K.A.; Kooijman, S.A.L. Effects of protozoa on carbon mineralization in activated sludge. Water Res 1996;30(1):1–12.

93. Ratsak, C.H.; Kooi, B.W.; van Verseveld, H.W. Biomass reduction and mineralization increase due to the ciliate Tetrahymena Pyriformis grazing on the bacterium Pseudomonas Fluorescens. Water Sci Technol 1994;29(7): 119–28.

94. Welander, T.; Lee, N.M. Minimization of sludge production in aerobic treatment by use of predators. The Second International Symposium on Environmental Biotechnology, 4–6 July 1994, Brighton, UK, 1994.

95. Lee, N.M.; Welander, T. Reducing sludge production in aerobic wastewater treatment through manipulation of the ecosystem. Water Res 1996;30(8):1781–90.

96. Lee, N.M.; Welander, T. Use of protozoa and metazoa for decreasing sludge production in aerobic wastewater treatment. Biotechnol Lett 1996;18(4):429–34.

97. Ghyoot, W. Membrane-assisted bioreactor for anaerobic sludge digestion and low sludge production in aerobic wastewater treatment. PhD thesis. Unversity of Gent, Belgium, 1998.

98. Ghyoot, W.; Verstraete, W. Reduced sludge production in a two-stage membrane-assisted bioreactor. Water Res 2000;34(1):205–15.

99. Lapinski, J.; Tunnacliffe, A. Reduction of suspended biomass in municipal wastewater using bdelloid rotifers. Water Res 2003;37(9):2027–34.

100. Ratsak, C.H.; Kooijman, S.A.L.M.; Kooi, B.W. Modelling the growth of an oligochaete on activated sludge. Water Res 1993;27(5):739–47.

101. Rensink, J.H.; Rulkens, W.H. Using metazoa to reduce sludge production. Water Sci Technol 1997;36(11): 171–9.

102. Learner, M.A. The distribution and ecology of the Naididae (Oligochaeta) which inhabit the filter-beds of

sewage-works in Britain. Water Res 1979;13:1291–9.

103. Ratsak, C.H. Grazer induced sludge reduction in wastewater treatment. PhD thesis, Vrije University, The

Netherlands, 1994.

104. Ratsak, C.H. Effects of Nais elinguis on the performance of an activated sludge plant. Hydrobiologia 2001; 463:217–22.

105. Rensink, J.H.; Corstanje, R.; van der Pal, J.H. A new approach to sludge reduction by metazoa. 10th European Sewage and Reuse Symposium, IFAT 1996, Munchen, 1996. p. 339–64.

106. Janssen, P.M.J.; Rulkens, W.H.; Rensink, J.H.; van der Poest, H.F. The potential for metazoa in biological wastewater treatment. WQI, September/October, 1998. p. 25–27.

107. Zhang, S. Polluted water treatment by the combining processes of membrane separation and biodegradation. PhD thesis, Research Centre for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, China, 2000.

108. Eikelboom, D.H.; Borger, A.R.; van Houten, R.T. Reductie zuiveringsslib door borstelwormen. Fase 1: Laboratoriumonderzoek. TNO-rapport, The Netherlands, 2001.

109. Wei, Y.S.; Van Houten, R.T.; Borger, A.R.; Eikelboom, D.H.; Fan, Y.B. Comparison performances of membrane bioreactor (MBR) and conventional activated sludge (CAS) processes on sludge reduction induced by Oligochaete. Environ Sci and Technol 2003;37(14):3171–80.

110. Lee, N.M.; Welander, T. Influence of predator in nitrification in aerobic biofilm. Water Sci Technol 1994;29(7): 355–63.

111. Luxmy, B.S.; Kubo, T.; Yamamoto, K. Sludge reduction potential of metazoa in membrane bioreactors. Water Sci Technol 2001;44(10):197–202.

Capítulo 17

10.37423/220205317

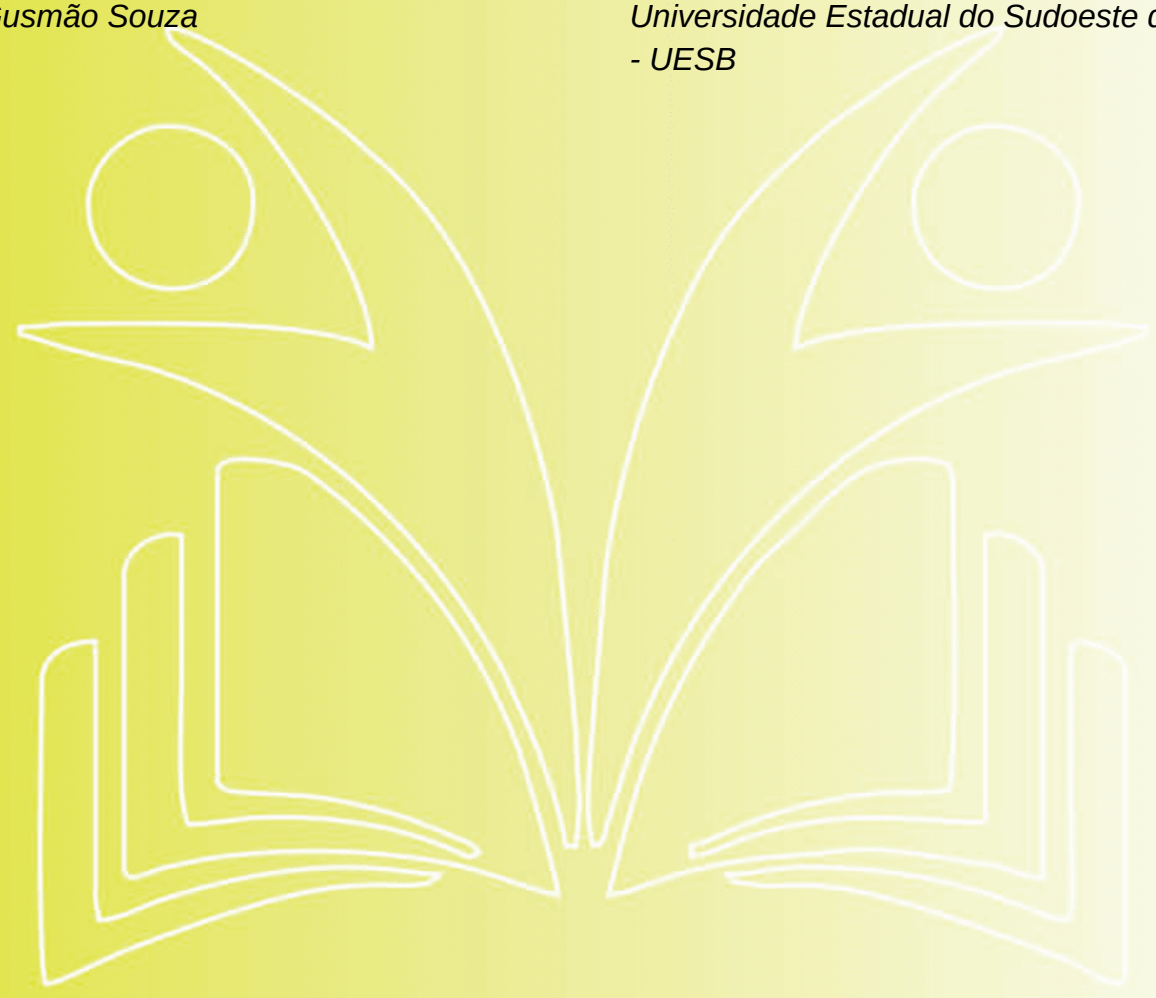
EDUCAÇÃO E PERCEPÇÃO AMBIENTAL: A ORNAMENTAÇÃO NATALINA DAS PRAÇAS PÚBLICAS DE IBIRATAIA - BA

Ramon Batista dos Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

Carolina Gusmão Souza

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB



Resumo: *Os problemas relacionados a geração de resíduos sólidos urbanos tornaram-se uma problemática que vai desde o volume, aos tipos gerados e a destinação final destes resíduos. Com isso a educação e a percepção ambiental surgem como uma ferramenta social fundamental para contornar essa problemática. O objetivo deste trabalho foi acompanhar a campanha de educação ambiental para ornamentação natalina com material reutilizável das praças públicas de Ibirataia-BA e analisar a percepção ambiental da população do município. Com o desenvolvimento das atividades com temáticas ambientais e com a campanha de coleta de material reciclável para a ornamentação foram reutilizadas 30 mil garrafas pets, as quais serviram para adornar 5 praças públicas. Com o resultado da análise da percepção ambiental determinou-se que a população local possui percepção ecológica. Logo a reutilização de resíduos sólidos na ornamentação das praças públicas se mostrou uma ferramenta de política pública eficaz, pois proporcionou a implementação dos princípios da Educação Ambiental aliada a Percepção Ambiental que conseguiu transmitir conhecimento e reflexão para os civis.*

Palavras-chave: Políticas públicas; Sustentabilidade; Resíduos sólidos; Planejamento socioambiental.

INTRODUÇÃO

A natureza se apresenta de forma dinâmica, no qual pode manter um ciclo constante em perfeita harmonia, pois em um sistema natural não há geração de resíduo: o que não é de proveito para um ser vivo é absorvido por outros de maneira contínua (GALBIATI, 2012). No entanto, nas sociedades humanas com os avanços e as inovações tecnológicas proporcionadas pelas revoluções industriais estimulou-se o aumento constante de produção e consumo que se dá até os dias de hoje de modo crescente e ininterrupto, negligenciando o impacto sobre a natureza e os custos secundários representados pelos efeitos colaterais, como a poluição e o acúmulo de lixo (ANDREASSA, 2008).

A geração de resíduos sólidos urbanos tornou-se uma preocupação para sociedade e estes problemas estão relacionados com o volume de resíduo gerado, com os tipos de materiais que são dispostos como resíduos e o local final de destinação. Esses fatores quando negligenciados ocasionam a poluição do solo, das águas e do ar com resíduos tóxicos, além de propiciar a proliferação de vetores de doenças (HESS, 2002). Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos descrita na LEI Nº 12.305 (BRASIL, 2010), resíduos sólidos pode ser definido como “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólido”.

A problemática da produção de resíduos sólidos está ligada ao modelo de desenvolvimento em que vivemos entrelaçado com o desenfreado consumismo, visto que tudo que consumimos acaba produzindo impactos ambientais. Nesse sentido cabe estabelecer instrumentos que proporcionem mudanças nos hábitos, como: O consumo sustentável, o incentivo para o aumento da reciclagem, a reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente correta desses materiais, sendo essas formas primordiais para reduzir as consequências da geração de resíduos e a consequente má disposição (COSTA, 2013).

O pouco planejamento socioambiental somado com as fracas políticas setoriais que priorizem ações integradas evidencia a necessidade de envolver os diversos setores da sociedade na resolução dos problemas relacionados com o meio ambiente. Nesse contexto, a educação ambiental surge como uma ferramenta social fundamental para dar início a mudanças nos hábitos cotidianos, pois exerce um importante papel na conscientização para práticas que minimizem os impactos ambientais negativos. De acordo com a Lei 9.795/99 de 27 de abril de 1999, art.1°:

> Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

A percepção ambiental pode ser definida como a tomada de consciência do ambiente pelo homem, em síntese, é o ato de perceber o ambiente que se está inserido (FERNANDES, 2004). Desta forma, para se iniciar mudanças de hábitos é necessário compreender como cada indivíduo percebe e reage diferentemente às ações sobre o ambiente em que vive, sendo as respostas e manifestações resultados das percepções individuais e coletivas, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada pessoa. Nesse contexto, o estudo da percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender melhor as inter-relações entre o homem e ambiente. Logo, um passo importante para contemplar os objetivos da educação ambiental é buscar a percepção e o engajamento do cidadão em relação à importância dos elementos naturais e aos problemas ambientais locais (MELAZO, 2005).

Loureiro (2011), inteira que desenvolver a consciência ambiental é uma questão que deve se originar dos setores privados e públicos diante disso, introduzir uma política de educação ambiental na sociedade é fazer com que as pessoas tenham noção de qualidade de vida. A educação ambiental com relação aos resíduos sólidos deve ser difundida tendo como foco a redução do consumo, a reutilização de materiais e a reciclagem dos resíduos, desta forma sensibilizando e informando, com o objetivo de aumentar a consciência ambiental da sociedade (CEMPRE, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo geral detalhar as atividades realizadas pela prefeitura municipal e secretaria de cultura e desenvolvimento social na ornamentação das praças públicas com reaproveitamento de resíduos sólidos de polietileno tereftalato, o *PET*. Afim de verificar a importância do incentivo das práticas de educação ambiental com a atuação da comunidade local, visando alcançar o desenvolvimento comunitário, por meio da educação ambiental não-formal e do respeito ao meio ambiente, sobretudo nos espaços públicos destinados ao esporte e lazer; E tendo como objetivos específicos: verificar a percepção ambiental por parte da população.

MATERIAIS E MÉTODOS

Visando acompanhar o processo de execução da ornamentação das praças públicas do município de Ibirataia-Ba com resíduos sólidos e conhecer mais detalhadamente as questões ambientais da população local, esta pesquisa se classifica como aplicada, quanto a sua tipologia e em relação à

abordagem enquadra-se como quali-quantitativa. Aos objetivos é uma pesquisa descritiva, pois apresenta as características de uma comunidade local.

Os dados acerca dos processos produtivos da ornamentação natalina com resíduo de PET foram obtidos utilizando-se de procedimentos básicos descritos por Marconi & Lakatos, (1999) como: Observação sistemática, análise de documentos; entrevistas e a história oral dos civis envolvidos.

Para identificar o grau de percepção da variável ambiental da população foi utilizando o questionário de pesquisa adaptado do modelo Vapercom (BRANDALISE, 2008), formado por questões relativas à conduta ambiental no cotidiano, considerando os elementos redução e conservação de recursos, reutilização e reciclabilidade, onde se busca verificar o grau de percepção e conduta considerando a variável ambiental. Com a quantidade total de assinalamentos, os pontos para multiplicação e a quantidade total de respostas no questionário é calculado o grau de percepção em relação às questões ambientais, que está dividido em cinco graus conforme mostrado no Quadro 1. O questionário para obtenção dos dados primários formado por perguntas fechadas de múltipla escolha com alternativas pré-estabelecidas foi disponibilizado online e fisicamente nas praças da cidade dos dias 02/01/2020 até 10/01/2020.

Quadro 1 – Graus de percepção ambiental (Fonte: BRANDALISE, 2008).

Grau de percepção em relação às questões ambientais	Valores
A) Possui alta percepção ecológica	Entre 3,3 e 4,0
B) Possui percepção ecológica	Entre 2,5 e 3,2
C) Possui potenciais traços de percepção ambiental	Entre 1,7 e 2,4
D) Possui poucos traços de percepção ambiental	Entre 0,9 e 1,6
E) Não possui percepção ecológica.	Até 0,8

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de confecção das ornamentações natalinas se iniciou em outubro de 2019 com a campanha de coleta de garrafas pets, realizada nas escolas, colégios e creches públicas do município, ao total 17 edifícios públicos eram ponto para o recebimento das garrafas trazidas por alunos e população em geral. A divulgação da campanha foi feita nas salas de aula e nas mídias digitais da cidade. Atrelada a divulgação dos pontos de coleta foi passada uma abordagem teórica acerca de temas pertinentes, como a situação dos resíduos sólidos, tratando da importância da correta gestão dos mesmos e a

implicação desta atividade sobre o meio ambiente, além de informações a respeito de conceitos como reciclagem, educação ambiental, percepção ambiental, consumo ecológico, entre outros.

O desenvolvimento de atividades com temáticas ambientais como a de coleta de garrafas realizada nos ambientes escolares quando associado com um embasamento teórico auxilia a comunidade na formação de alunos cidadãos conscientes e atuantes em relação às questões ambientais de seu lugar e espaço vivido. O contato com a campanha de ornamentação das praças públicas com material reciclado pode levar os alunos a repensarem seus valores e sua visão sobre temáticas relevantes como o lixo e problemas sociais, para que assim possa haver, a partir deles, uma mudança de atitude.

Durante a campanha foram arrecadadas no município uma quantidade estimada de 30 mil garrafas pets de refrigerante que após passar por higienização foram moldadas e confeccionadas na ornamentação natalina por um grupo de 40 pessoas entre eles: Artesãos, escultores, metalúrgicos e voluntários. Com o resultado do processo foi possível adornar três praças públicas na cidade de Ibirataia e duas praças públicas no distrito do município, Algodão. Onde estimasse que 15 mil pessoas tiveram contato direto ou indireto com a campanha (Figura 1).

Nota-se ainda que a participação da comunidade possibilitou uma valorização do trabalho coletivo: desde a coleta e organização dos materiais a serem reciclados na ornamentação, assim como, no investimento para trazer a problemática dos resíduos sólidos para a comunidade local usando como ferramenta as decorações natalinas das praças públicas. Estes aspectos são relevantes, pois estimulam a prática reflexiva como componente necessário para se torna ambientalmente educado.

Figura 1 – Ornamentação natalina com material reciclado nas praças públicas de Ibirataia-BA, dezembro, 2019. (Fonte: Próprio autor e Prefeitura Municipal).

O questionário para análise da Percepção ambiental foi respondido pelo total de 231 pessoas sendo 55,8% do sexo feminino e 44,2% do sexo masculino, onde 36,4% tem entre 21 e 30 anos, 31,2% tem até 20 anos e 24,7% mais de 41 anos. As setes perguntas trataram da conduta ambiental de acordo com a sua percepção quanto aos aspectos ambientais, a reciclagem, ao consumo consciente e o reaproveitamento dos recursos. O Quadro 2 apresenta a frequência de respostas das questões de coleta de dados, O total de resposta em cada alternativa foi: Sempre = 675, Frequentemente = 273, Algumas vezes = 336, Poucas vezes= 171, e Nunca = 162.

Quadro 2 – Identificação da percepção ambiental do município de Ibirataia-BA. (Fonte: Próprio autor).

PERCEPÇÃO AMBIENTAL	Sempre	Frequentemente	Algumas vezes	Poucas vezes	Nunca
Antes de jogar algo no lixo, você pensa em como poderia reutilizá-lo?	21	36	90	63	21
Você é adepto da reciclagem?	39	24	105	45	18
Você separa o lixo que pode ser reciclado (papel, plástico, alumínio, vidro, metais) e os dispõe para coleta?	15	15	51	42	108
Apaga as luzes, desliga TV, aparelho de som, ventilador / aquecedor quando sai do ambiente?	150	51	21	9	0
Procura não deixar a torneira aberta ao escovar os dentes ou ao fazer a barba?	171	33	21	3	3
Você utiliza os dois lados dos papéis, ou reutiliza rascunhos?	123	69	27	6	6
Você evita imprimir coisas desnecessárias?	156	45	21	3	6
Total de assinalamentos	**675**	**273**	**336**	**171**	**162**

Com os valores totais de resposta foi realizada a análise da pontuação obtida e o Quadro 3 apresenta as médias e o tratamento estatístico da pontuação utilizada para calcular o coeficiente com o grau de percepção ambiental. O resultado obtido foi de 2,6. Com esse valor nota-se, segundo a classificação de Brandalise (2008), que a população entrevistada se enquadra na categoria “possuem percepção ecológica”, evidenciando a preocupação com o meio ambiente em suas atividades diárias.

Quadro 3 - Elaboração do grau de percepção ambiental

A: quantidade total de assinalamentos	**675**	**273**	**336**	**171**	**162**
B: pontos para multiplicação	4	3	2	1	0
C: A x B	2700	819	672	171	0
D: Soma dos valores obtidos em C	4362				
E: quantidade total de respostas em A	1617				
F: D ÷ E = Coeficiente da percepção ambiental	**2,6**				

Esse coeficiente mostra a consciência do ambiente por parte da população local, no entanto o ato de perceber o ambiente que se está inserido, aprendendo a proteger e a cuidar do mesmo ainda pode

ser trabalhado e melhorado para se alcançar uma alta percepção ecológica no município. Logo campanhas como essa de educação ambiental que envolvem diretamente a comunidade local, principalmente jovens e adultos, mostram-se diretrizes políticas e administrativas eficientes para propagar a conservação de recursos ambientais. Por fim fica evidente que se fazer o planejamento socioambiental, por meio de políticas públicas de gestão social, pode criar forças motrizes de mudanças que poderão agir de forma positiva sobre os diversos segmentos da sociedade e do meio ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o resultado percebe-se que a reutilização de resíduos sólidos para a confecção dos adornos natalinos e assim ornamentação das praças públicas é uma ferramenta de política pública eficiente, já que com o envolvimento e contato da comunidade local com a campanha temos a implementação dos princípios da Educação ambiental no município, a qual aliada à Percepção ambiental conseguiu transmitir conhecimentos e compreensão dos problemas ambientais e consequentemente provocar uma sensibilização das pessoas a respeito da preservação dos recursos naturais e meio ambiente.

O processo de conscientização, de sensibilização e conhecimento que envolveu todo o processo desde a coleta dos resíduos sólidos até a ornamentação das praças públicas com esse material estimulou na sociedade ações positivas que sensibilizam os indivíduos e os educam para importância de se preservar o meio ambiente, contribuindo para uma diminuição de impacto ambiental e uma melhor qualidade de vida para a comunidade local como busca os princípios de percepção ambiental presente na educação ambiental.

Nesta perspectiva, o desenvolvimento dessa atividade ligada à estes dois conceitos proporcionou à comunidade uma maior sensibilização em relação ao meio ambiente, aos resíduos sólidos e a reciclagem/reaproveitamento de materiais, o que pode proporcionar e fortalecer o exercício da cidadania e as relações interpessoais com o espaço natural, favorecendo na população do município o desenvolvimento de novas atitudes e ações coerentes com a sustentabilidade ambiental, cultural, econômica, social e espacial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREASSA, Wagner Luís et al. O consumismo como um fator de relevância na degradação ambiental global-situação atual e análise das possíveis ações de mitigação. SP, 2008.

BRASIL. Lei n.º 9.795 de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, 1999.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos-Lei 12.305/2010. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> . Acesso em 05 mai. 2020.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Programa Bio Consciência. Lixo municipal – Manual de Gerenciamento Integrado. Brasília: CEMPRE, 2006.

COSTA, Leandro Floriano; JUNIOR, Moacir dos Santos Lima; PICOLI, Rosangela Laura. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA ANÁLISE SOBRE A DEMANDA DO SETOR HABITACIONAL NOROESTE, BRASÍLIA/DF. In: Salvador-BA: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2013.

FERNANDES, Roosevelt S. et al. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, v. 2, n. 1, p. 1-15, 2004.

GALBIATI, Adriana Farina. O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem. São Paulo, 2012.

HESS, S. Educação Ambiental: nós no mundo, 2ª ed. Campo Grande: Ed. UFMS, 2002, 192 p.

LOUREIRO, Frederico Bernardo. Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. 5 ed. São Paulo: Cortez 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas. Amostragens e técnicas de pesquisa. Elaboração, análise e interpretações de dados, v. 4, 1999.

MELAZO, Guilherme Coelho. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. Olhares & Trilhas, 2005.

Capítulo 18

10.37423/220205322

BREVE DEBATE SOBRE PROPOSTAS DE LEI PARA MUDANÇAS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM NÍVEL NACIONAL

Carlos Eduardo da Silva Sacramento *Serviço Geológico do Brasil/CPRM*

Resumo: O licenciamento ambiental é um instrumento normativo de prevenção contra possíveis danos ambientais causados por empreendimentos, instituído em 1981 pela Política Nacional de Meio Ambiente e com seu direito sacramentado na Constituição Federal de 1988. Considerado muito rígido por parte do empresariado, legisladores federais vem propondo mudanças para flexibilizar o processo de aquisição das licenças ambientais. O objetivo deste trabalho é debater a PEC 65/2012, o PL 3729/2004, o PLS 654/2015 e o PLS 168/2018 sobre questões a favor e contra as mudanças sobre o atual modelo a partir de materiais adquiridos em pesquisas bibliográficas e documentais realizadas pela internet. É visto que o interesse da flexibilização se passa não por melhorias, afinal nenhum projeto propõe suporte para os órgãos ambientais fiscalizadores, mas por interesses próprios de facilitação para os empreendimentos ocorrerem, ignorando a necessidade de prevenção de danos ambientais.

Palavras-chave: Licenças Ambientais; Legislação Ambiental; Prevenção; Fiscalização; Política Ambiental.

INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental é um instrumento processual administrativo público utilizado para autorizar empreendimentos que poderão gerar danos ambientais. Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 237/1997, o licenciamento ambiental é definido como:

> "Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso" (CONAMA, 1997).

É possível afirmar que o licenciamento ambiental é uma ferramenta normativa preventiva, não punitiva, estruturada em um modelo de três fases: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), podendo ter o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) como balizador da permissão inicial do licenciamento.

Além destas três fases principais, sob esfera federal ainda podem ser emitidas complementarmente a Licença de Pesquisa Sísmica (LPS), a Autorização de Supressão de Vegetação (ASV) e a Autorização para Coleta, Captura e Transporte de Material Biológico (Abio).

Essas licenças e autorizações são as licenças ambientais, descritas pela mesma Resolução Conama nº 237/1997 como:

> "...ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos re cursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental" (CONAMA, 1997).

A instituição responsável em âmbito federal pelo licenciamento ambiental é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), com cada unidade federativa possuindo sua própria instituição licenciadora.

Propostas de mudanças no processo de licenciamento ambiental vem sendo intensificadas com o passar dos anos desde a sua criação, a maioria em busca de uma flexibilização do instrumento normativo. Hoje, o único critério para a requisição do licenciamento ambiental é a potencialidade do dano ao meio ambiente, seja natural, seja artificial.

O motivo deste debate é que o Brasil é visto por certos grupos apoiadores de mudanças, normalmente empresários, como um país com uma legislação ambiental muito ampla e rígida, com um licenciamento burocrático e lento, tornando o processo de instalação do empreendimento mais caro (BRASIL, 2015), enquanto grupos que defendem o licenciamento ambiental argumentam que proteger o meio ambiente é responsabilidade pública e precisa administrar o meio natural para assegurar equilíbrio em seu uso, preservando-o, conforme previsto na Constituição Federal de 1988 (CF/88), documento supremo composto por um conjugado de leis que regem o país.

A legislação sobre a proteção ambiental e seus recursos naturais data anterior a CF/88, fragmentado em Codificações Jurídicas de específicas temáticas, como o código das Águas que passou a valer a partir do ano de 1934, dos códigos Florestais dos anos de 1943 e 1965, bem como do código de Mineração, o qual vigora desde o ano de 1967, e outros (FREIRIA, 2015).

A nível nacional — alguns Estados já estavam criando sistemas de regulação ambiental — o licenciamento ambiental foi estabelecido em 1981 com a promulgação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), introduzida pela Lei nº 6.938/1981 e respeitada como um marco legal e histórico para a proteção ambiental no país (LIMA; REI, 2017). Além delas, outras normatizações jurídicas federais que estruturam o licenciamento ambiental federal são a Resolução Conama nº 1/1986, a Resolução Conama nº 237/1997 e a Lei Complementar Federal nº 140/2011. Ou seja, não existe uma legislação específica sobre o assunto, as normas estão diluídas em diferentes legislações, porém são norteadas principalmente pela PNMA e pela Resolução Conama 237, havendo flexibilidade para seguir ou ampliar a regulamentação em cada Estado (MMA; UFMG, 2016), desde que não entre em conflito com as leis e normas federais. É precisamente nesta ausência de uma legislação federal peculiar que surgem as propostas de mudanças, argumentadas sob pretexto de gerar insegurança por cada lugar poder ter sua própria legislação sobre processo de licenciamento ambiental.

Este ensaio objetiva debater sobre algumas das propostas apresentadas de flexibilização do licenciamento ambiental a nível nacional. Especificamente a ideia é argumentar sobre questões a favor e contra as mudanças sobre o atual modelo. Se existe a necessidade de se buscar maior eficiência, também há o risco de ocorrer uma demasiada flexibilização em nome, oficialmente, da desburocratização.

METODOLOGIA

A criação e o desenvolvimento deste trabalho foram de natureza básica, sendo executado através de pesquisas bibliográficas (artigos, reportagens, opiniões jurídicas) e documentais (manuais e documentos oficiais) para finalizar com uma análise qualitativa do assunto ao realizar a interpretação dos dados aqui referenciados seguindo o método científico hipotético-dedutivo, considerado ideal para confrontar distintas hipóteses que valide, ou não, a visão deste autor.

As pesquisas se dividiram entre locais de pesquisas gerais (reportagens e opiniões jurídicas), documentais (sítios do Senado Federal e da Câmara dos Deputados) e de pesquisas científicas (periódicos como Capes, SciElo Brasil, Google Acadêmico e de repositórios).

As propostas de leis foram lidas nos sítios das atividades legislativas referentes ao Senado e a Câmara dos Deputados: Proposta de Emenda Constitucional (PEC) nº 65/2012,

Projeto de Lei (PL) nº 3729/2004 e Projetos de Leis do Senado (PLS) nº 654/2015 e nº 168/2018. A partir disso foram feitas comparações entre elas e depois com o atual cenário, assim chegando a uma visão mais aprofundada do debate.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propostas por mudanças nas normas referentes ao licenciamento ambiental são justificadas em afirmações de que os processos são burocráticos, como afirmam Lima e Rei (2017): “Por detrás de todas as proposições legislativas está a necessidade de celeridade na tramitação do procedimento de licenciamento ambiental, sob a justificativa da morosidade de análise do processo pelos órgãos ambientais e da própria sistemática atual”.

A PEC 65/2012 e o PLS 654/2015 possuem objetivos finais próximos por meios distintos. Enquanto a PEC 65/2012 condiciona todo o processo de licenciamento ambiental a simples apresentação do EIA para obras públicas (BRASIL, 2012), o PLS 654/2015 busca criar uma diferenciação ágil para empreendimentos de infraestrutura que sejam classificados como estratégicos pelo Poder Executivo da esfera governamental requerida, nomeando este processo como licenciamento ambiental especial (BRASIL, 2015). Em ambos o escopo é de remover possibilidades de audiências públicas, de impedimento jurídico e jogar toda a responsabilidade para o órgão ambiental regulador. No PLS 654/2015 este é obrigado num prazo especificado ou o empreendimento ganha automaticamente autorização; na PEC 65/2012 o empreendimento se torna “intocável” após a referida apresentação do

EIA ao órgão ambiental, tendo o direito ser finalizada sem nenhuma regulamentação posterior ao início das obras.

O PL 3729/2004 e o PLS 168/2018 se assemelham por ambicionarem criar um marco regulatório geral sobre o licenciamento ambiental em que a rigidez do processo de licenciamento é muito abaixo do atual modelo. Os projetos englobam características do citado PLS 654/2015, como a agilidade para empreendimentos estratégicos do governo, mas a proposta de 2018 é sucessora da proposta de vários textos transformaram o de 2004. E o modificado PL 3729/2004 foi muito influenciado pelo PLS 168/2018, podendo ser considerado o mais radical de todos os projetos apresentados até o momento. A lista dos empreendimentos estratégicos é longa, incluindo por exemplo obras de instalações de redes de água e esgoto, usinas de reciclagem de resíduos da construção civil, agricultura, pecuária extensiva entre outros (BRASIL, 2004). Para os empreendimentos considerados de baixo e médio impacto poderão ser realizados apenas processos autodeclaratórios, as Licenças de Adesão e Compromisso (LAC), sem que haja necessidade de prévia análise do órgão regulador competente (BRASIL, 2004), apenas o comprometimento ambiental do empreendedor. Alguns Estados e municípios já adotam o LAC, ou seja, este não é novidade.

Percebe-se que o PL 3729/2004 pretende fazer do que era exceção — atividades que não precisavam realizar o licenciamento ambiental — uma regra, no qual poucos empreendimentos passarão a requerer o licenciamento. Santos (2019) afirma que “a ausência total de exigência de submissão dessas atividades ao procedimento administrativo de licenciamento gera preocupação, principalmente, quando se relevam dois princípios basilares do Direito Ambiental, o da Prevenção e o da Precaução”.

Na justificação do PLS 654/2015 (servindo para todos os projetos aqui mencionados) são mencionados mais dois fatores para mudanças no licenciamento ambiental, “a falta de técnicos para analisarem estudos ambientais e a complexidade inerente ao processo de licenciamento ambiental”, afirmando, de modo dramático, que o licenciamento ambiental é o motivo do atraso dos investimentos no país (BRASIL, 2015). Assim, como dito por Lima e Rei (2017), “não se trata apenas de flexibilizar normas ambientais ou criticar o sistema atual, mas na verdade propor mudanças que resolvam a raiz do problema”. Ainda segundo os autores, eles concordam que o problema é consequência da própria conjuntura atual das instituições e órgãos ambientais brasileiros, interferindo o bom funcionamento administrativo.

Outro ponto a ser ressaltado é a exclusão da participação civil do processo. O licenciamento ambiental garante audiências públicas para debater os impactos do empreendimento. O PL 3729/2004 propõe regulamentar as audiências (BRASIL, 2004), contudo neste mesmo projeto é prevista a exclusão da necessidade de licenciamento ambiental de muitas atividades, logo essas obras não passariam por debate popular.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes problemas visto é relativo ao sucateamento dos órgãos ambientais — maior efetivo, melhor conhecimento técnico, mais verba e melhor infraestrutura — que permita melhores condições para analisar os EIAs e fiscalizar e autuar possíveis infrações, agilizando inúmeros processos. Reconhecido pelos legisladores, ignorado com a não-realização de novos concursos públicos e, quando ocorrem, o número de vagas frequentemente é abaixo do número solicitado pela instituição. O IBAMA vem sofrendo com este problema, porém os mesmos ocorrem em todas as esferas de governo.

Percebe-se em todas as propostas apresentadas que a questão da infraestrutura é levemente mencionada ou completamente ignorada. A solução apresentada é sempre de flexibilizar as normas ambientais sob o signo de “travar o desenvolvimento do país”. Este discurso é muito adotado por empresários ou políticos que veem o meio ambiente apenas como base para suprir a necessidade do ser humano.

Quanto maior o número de analistas e melhor a infraestrutura dos órgãos ambientais, mais célere tende a ficar o processo de aquisição da licença prévia, fase de maior insegurança por parte do empreendedor. Só que, como consequência, haverá uma fiscalização e cobrança posteriores maiores. Por este motivo o foco tem sido na exclusão de atividades que necessitam de licenciamento ambiental.

Além disso excluir a comunidade civil de um debate público ao não haver necessidade de licenciamento ambiental faz com que se ignore qualquer ideia ou reivindicação por parte de moradores do entorno, da academia universitária e ou técnicos.

Falta maior conscientização ambiental da sociedade de forma geral (não é um problema exclusivo nacional) para compreender que a natureza degradada não fornecerá os insumos e retorno econômico que tanto é visado por algumas pessoas.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 3709, de 2004, Brasília, DF, p. 1-23, 2021. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=257161. Acesso em: 25 jun. 2021.

BRASIL, Senado Federal. Proposta de Emenda Constitucional nº 65, de 2012, Brasília, DF, p. 1-8, 2016. Disponível em: https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/109736. Acesso em: 25 jun. 2021.

BRASIL, Senado Federal. Projeto de Lei do Senado nº 168, de 2018, Brasília, DF, p. 1-32, 2018. Disponível em: https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/132865. Acesso em: 25 jun. 2021.

CONAMA — Conselho Nacional do Meio Ambiente. 237/1997. Resolução no 237, de 19 de dezembro de 1997. Brasília, DF, 19 dez. 1997. Disponível em:

http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html. Acesso em: 22 jun. 2021.

FREIRIA, R. C. Aspectos Históricos da Legislação Ambiental no Brasil: Da ocupação e exploração territorial ao desafio da sustentabilidade. História e Cultura, v. 4, n. 3, p. 24, 2015.

LIMA, M. I. L. S.; REI, F. 40 anos de licenciamento ambiental: um reexame necessário. Revista de Direito Econômico e Socioambiental, v. 8, n. 2, p. 378, 1 nov. 2017.

MMA; UFMG. Procedimentos de Licenciamento Ambiental no Brasil. 2a ed. Brasília: MMA, 2016.

SANTOS, J. DE L. O controvertido projeto de lei que regulamenta o licenciamento ambiental: o dilema entre o progresso econômico e o retrocesso ambiental. Artigo de TCC—Mossoró/RN: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 19 mar. 2019.

Capítulo 19

10.37423/220205325

QUALIDADE DE ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO EM PROPRIEDADES COM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICA

Marcela de Souza Silva — *Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal*

Fernanda Bernardes de Almeida — *Universidade Federal de Viçosa*

Sibele Augusta Ferreira Leite — *Universidade Federal de Viçosa*

Brenno Santos Leite — *Universidade Federal de Viçosa*

Camila Nair Batista Couto Villanoeva — *Universidade Federal de Viçosa*

Resumo: Um dos desafios enfrentado pela produção de alimentos de forma orgânica é a obtenção da certificação, o qual é uma garantia sobre o processo e qualidade de produção. O produtor interessado em adquirir esse documento é submetido a um processo exigente de avaliação das condições ambientais do estabelecimento agrícola e de potencialidade para a produção. Um dos critérios avaliados é a qualidade da água utilizada para irrigação. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água utilizada para irrigação em propriedades que desejam obter o certificado, bem como avaliar práticas de gestão ambiental utilizadas pelos produtores para garantir a qualidade dos recursos hídricos. Neste trabalhou investigou-se dez propriedades produtoras de hortaliças, nos municípios de Florestal, Nova Lima e Juatuba, no estado de Minas Gerais. Foram realizadas análises dos parâmetros físico-químicos da água dos mananciais, bem como a constatação visual das áreas onde os mesmos estão localizados. Os parâmetros analisados foram nitrito/nitrato, pH, turbidez, coliformes totais e *E*.coli. Confirmou-se que grande parte dos parâmetros de qualidade da água, exigidos pela legislação são atendidos pelos produtores. O comprometimento que ocorreu de alguns parâmetros da qualidade da água nas propriedades avaliadas, acontecem em função da falta de práticas de gestão ambiental, as quais deveriam sem implementadas para garantir a qualidade dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Agricultura Orgânica; Parâmetros Microbiológicos; Produção sustentável.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios atuais à Alimentação Adequada e Saudável (AAS) é o estímulo e ampliação da produção orgânica e de base agroecológica. Para ser considerado orgânico, o produto tem que ser produzido em um ambiente com princípios agroecológicos, o qual possui como diferencial em relação a agricultura convencional a valorização das funções ecológicas que é a biodiversidade (planejada e associada), permitindo que a sanidade dos agroecossistemas sejam indefinidamente produtivas. Por meio da prática/estilo de vida proposto pela agroecologia, o uso de meios antrópicos como fertilizantes químicos e agrotóxicos, são trocados por práticas sustentáveis no meio de produção, como por exemplo o uso de predadores naturais ao combate de pragas. Neste sentido, a produção de produtos orgânicos vem sendo considerada uma importante alternativa para a redução da poluição dos solos e das águas, da proteção à biodiversidade, a desconcentração das terras produtivas, à criação de trabalho e valorização do pequeno produtor rural (ALTIERI, 2004; BRASIL, 2017a).

Os canais recentes de distribuição e comercialização deram capacidade para que os produtos orgânicos atingissem número maior de consumidores, tendo como consequência uma demanda regular. Todavia isso resultou num menor contato entre os produtores e consumidores, contribuindo para um terceiro elemento que garante ao consumidor e também o distribuidor a autenticidade das informações sobre o processo e qualidade de produção. Essa garantia se dá pela emissão de certificado por empresa ou organização habilitada, afirmando a adequação dos procedimentos do produtor e pelo emprego de um selo de confirmação na embalagem do produto (ORMOND *et al.*, 2002).

No estado de Minas Gerais, o órgão certificador é o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). O produtor interessado em adquirir a certificação por Auditoria deve passar por uma série de critérios em que o candidato é submetido a um processo exigente das condições ambientais do estabelecimento agrícola e de potencialidade para a produção (IMA 2019). Entre essas exigências se encontra: o não uso de adubos químicos e agrotóxicos nos últimos dois anos, controle da qualidade da água a ser utilizada na irrigação e na lavagem dos produtos, a existência de barreiras vegetais quando há vizinhos que praticam agricultura convencional, o comprimento da legislação sanitária, as condições de trabalho e de vida dos trabalhadores, a inexistência de lixo espalhado pelo estabelecimento, adoção de princípios como compostagem e transformação de resíduos vegetais em humos no solo, entre outros (SANTOS; MONTEIRO, 2004; CAMPANHOLA; VALARINI, 2001).

Apesar das exigências, a certificação é uma importante etapa para garantir a inclusão de pequenos produtores no contexto socioeconômico. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a

qualidade da água utilizada para irrigação, em propriedades de produção orgânica, bem como avaliar práticas de gestão ambiental utilizadas pelos produtores para garantir a qualidade dos recursos hídricos.

METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, dez propriedades produtoras de hortaliças e pertencentes ao Programa de Assistência Técnica e Gerencial (ATeG), do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR-MG), foram utilizadas para amostragem e análise da qualidade de água, utilizada para irrigação. As propriedades também foram avaliadas conforme o atendimento de práticas e critérios ambientais, geralmente solicitados para certificação de produtos orgânicos. Este trabalho foi executado durante as visitas nas propriedades dos produtores, sendo essas localizadas nos municípios de Florestal, Nova Lima e Juatuba, no estado de Minas Gerais.

Para investigar a qualidade da água dos mananciais foram selecionados alguns parâmetros utilizados como referência pelo IMA: nitrito/nitrato, coliformes totais e fecais e pH (IMA, 2019). A turbidez também foi avaliada, com a intenção de ajudar na interpretação dos demais resultados. A amostragem e a preservação seguiram os padrões do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017).

Após coletadas as amostras foram direcionadas para análise, em laboratório. O nitrito foi quantificado pelo método colorimétrico da Alfanaftilamina, em 520 nm (ALFAKIT, 2021a). O nitrato foi quantificado pelo método colorimétrico da Brucina, em 415 nm (ALFAKIT, 2021b). Os demais parâmetros, foram analisados conforme métodos estabelecidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017). Para *E*.coli e coliformes Totais, utilizou-se o Teste Enzimático (9223), para pH o método eletrométrico (4500 H+ B) e a turbidez foi realizada conforme o método nefelométrico (2130 B) .

Os resultados obtidos tiveram como objetivo avaliar se a água utilizada para fins de irrigação, estava atendendo aos requisitos da legislação. Desse modo, foram avaliados e comparados com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 01, de 05/2008 (devido o trabalho ter sido realizado no estado de Minas Gerais, ademais os valores de referência são compatíveis com a Resolução CONAMA 357/2005) e a Portaria de Consolidação 05/2017, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008; BRASIL, 2017b).

Durante as visitas nas propriedades, foi observado se práticas comuns da agricultura orgânica estavam sendo utilizadas e se critérios ambientais estavam sendo seguidos, a fim de garantir a qualidade das águas. Verificou-se se existia a presença de contaminação animal, presença de mata ciliar, se o corpo d'água era cercado para evitar aproximação de animais, o tipo de adubação utilizada, o uso e ocupação do solo, a cultura para revenda, se a água utilizada passa por algum tipo de tratamento e se o produtor possui outorga ou cadastro de Uso Insignificante da Água. Para estas observações, utilizou-se como referência, as normas de certificação de produtos de origem vegetal disponível pelo IMA (IMA, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a denominação utilizada para identificar as propriedades (P) e o ponto de coleta (p), dentro da propriedade. O nome das propriedades não foi apresentado, com propósito de manter preservada a identidade dos produtores. A Tabela 1 também apresenta a localização mediante coordenadas geográficas, município e o tipo de manancial utilizado para a amostragem. Pela Tabela 1, observa-se que a forma de captação varia de mananciais subterrâneos, como poços artesianos e também mananciais superficiais, como córregos.

As análises realizadas, a fim de avaliar a conformidade com as normas ambientais e de saúde, estão apresentadas na Tabela 2. As análises foram realizadas em triplicata, sendo reportados os valores médios. Na Tabela 2, também é possível observar os valores de referências normativas, utilizados para discussão.

Tabela 01: Identificação e localização das propriedades e mananciais

PROPRIEDADE	LOCALIZAÇÃO (COORDENADAS)	MUNICÍPIO	PONTO DE COLETA	TIPO DE MANANCIAL
P1	19°56'19.67"S 44°19'6.83"O	Juatuba	p1	Lagoa
P2	20° 3'18.05"S 43°55'13.89"O	Nova Lima	p1	Poço artesiano
P3	20° 2'37.46"S 43°54'55.22"O	Nova Lima	p1	Córrego
P3	20° 2'37.46"S 43°54'55.22"O	Nova Lima	p2	Córrego
P4	19°52'29.17"S 44°28'5.83"O	Florestal	p1	Poço artesiano
P4	19°52'29.17"S 44°28'5.83"O	Florestal	p2	Poço artesiano
P5	19°56'11.84"S 44°23'45.97"O	Juatuba	p1	Mina
P5	19°56'11.84"S 44°23'45.97"O	Juatuba	p2	Lagoa
P6	19°52'34.41"S 44°26'55.25"O	Florestal	p1	Cisterna
P7	19°51'12.91"S 44°27'6.00"O	Florestal	p1	Poço artesiano
P8	19°55'47.90"S 44°30'12.72"O	Florestal	p1	Poço artesiano
P9	19°55 9.874"S 44°27 21.993"O	Florestal	p1	Mina
P9	19°55 9.874"S 44°27 21.993"O	Florestal	p2	Mina
P10	20° 2'7.89"S 43°56'41.05"O	Nova Lima	p1	Poço artesiano

Pela avaliação geral da Tabela 2, observou-se que apenas o ponto 1, da propriedade P2 (P2p1) conseguiu atender os padrões da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 01, 05/2008 e da Portaria de Consolidação n° 5/2017, do Ministério da Saúde. Essa é uma água proveniente de um poço artesiano, que pode ser considerada mais protegidas, quando comparadas com águas superficiais (VITÓ *et al.*, 2016).

A turbidez foi o parâmetro que apresentou mais desvios comparados à Portaria 05/2017 do Ministério da Saúde. Ressalta-se que este parâmetro está associado a questões sanitárias, causada por matérias sólidas em suspensão, bem como argila, silte, matéria orgânica, coloides, entre outros (CORREIA *et al.*, 2008). Dentro do universo analisado, as águas provenientes de lagoas (P1p1 e P5p2) apresentaram valores elevados de turbidez e contaminação por coliformes. A ocupação agrícola e urbana no entorno de ambientes lênticos, como as lagoas, tendem a deterioração dos corpos hídricos. Isso pode acontecer pelo assoreamento ou mesmo pelo grande aporte de nutrientes, responsáveis pela

eutrofização. O aumento da turbidez e a presença de organismos patogênicos é consequência destes fatores de degradação (SPERLING,

2011). Os pontos P7p1 e P8p1 também apresentaram valores elevados de turbidez, porém essas são águas provenientes de poço artesiano. As principais causas de contaminação por esse parâmetro em águas de poço artesiano são por infiltração de águas de enxurradas de regiões próximas ao poço e atingindo-o pela permeabilidade de suas paredes (MOURA *et al*., 2009).

Tabela 02: Resultados das análises de água (valores médios e de referência).

AMOSTRAS	NITRITO (mg/L)	NITRATO (mg/L)	pH	TURBIDEZ (NTU)	C.T. (UFC/100mL)	*E.c.* (m/L)
P1p1	<0,08	<5,0	6,93	6,7	1.680	80
P2p1	<0,08	<5,0	6,57	0,1	< 80	< 80
P3p1	<0,08	<5,0	6,94	1,28	< 80	< 80
P3p2	<0,08	<5,0	6,25	1,7	< 80	< 80
P4p1	<0,08	7,34	5,22	1,79	< 80	< 80
P4p2	<0,08	<5,0	6,0	1,77	< 80	< 80
P5p1	<0,08	<5,0	5,41	<0,1	440	160
P5p2	<0,08	<5,0	5,93	8,0	1880	480
P6p1	<0,08	<5,0	5,36	2,95	< 80	< 80
P7p1	<0,08	<5,0	5,57	11,36	80	80
P8p1	<0,08	<5,0	6,29	15,7	160	< 80
P9p1	<0,08	<5,0	5,94	0,10	< 80	< 80
P9p2	<0,08	<5,0	5,56	1,28	80	< 80
P10p1	<0,08	<5,0	6,59	6,85	< 80	< 80
COPAM/CERH-MG 01/08	1,0	10,0	6,0 a 9,0	<40,0	-	<200/100 mL[1]
Portaria 05/17 MS	1,0	10,0	6,0 a 9,0	<1,0	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL

P: propriedade; p: ponto de coleta dentro da propriedade; C.T.: coliformes totais; E.c.: E. coli;

Ressalta-se que no ponto P5p1, a água analisada era muito límpida, com turbidez menor que 0,1. Porém, observou-se acima da mina, uma criação de aves, o que propiciou o elevado número de coliformes e *E.coli*. Essas bactérias podem ser encontradas no trato gastrointestinal de animais homeotérmicos (ALVES; ATAIDE; SILVA, 2018).

Ainda, conforme Tabela 1, a maioria das propriedades que apresentou o pH abaixo de 6 estão localizadas no município de Florestal. Esse fator pode ser devido às características do solo da região (CAMARGOS, 2005).

Todos os valores de nitrito e nitrato foram atendidos conforme as normas de referência. Esse foi um ponto positivo que demonstra haver pouca contaminação com fertilizantes inorgânicos ou por excrementos de animais (SPERLING, 2011).

A Tabela 03 apresenta uma visão geral das práticas comuns da agricultura orgânica e dos critérios ambientais, utilizados pelas propriedades em análise, que visam garantir a qualidade de águas e também a certificação de produtos orgânicos.

Tabela 03: Práticas de Gestão Ambiental utilizada pelos produtores.

Propriedade	CA	MC	CC	TA	UOS	CR	AT	PC
P1	não	sim	não	química e esterco	ferrovia próxima	hortaliças	não	sim
P2	não	não	não	composto	chacreamento	hortaliças	não	não
P3	não	sim	não	esterco e composto	chacreamento	hortaliças	não	não
P4	não	sim	não	esterco	pecuária	hortaliças	não	não
P5	sim	não	não	química e esterco	pecuária	hortaliças	não	não
P6	não	sim	não	esterco	tanques de piscicultura	hortaliças	não	não
P7	não	não	não	esterco	loteamento	plantas medicinais	não	não
P8	sim	sim	não	esterco	chacreamento	hortaliças	não	sim
P9	não	sim	sim	esterco e compostagem	plantio	hortaliças	não	sim
P10	não	sim	sim	esterco e composto	chacreamento	hortaliças	não	não

CA: presença de contaminação animal; MC: presença de Mata Ciliar; CC: corpo d'água cercado; TA: tipo de adubação: UOS: uso e ocupação do solo; CR: cultura para revenda; AT: água é tratada; PC: possui algum cadastro como Uso Insignificante da Água ou Outorga de uso da água.

A presença de contaminação animal (CA), foi detectada em duas das propriedades que na tabela 02 excederam no valor de coliformes totais: P8 e P5. Esta última ainda ultrapassou os valores do parâmetro *E*.coli (P5p1 e P5p2). Por este motivo é recomendado, neste tipo de produção, animais adequados a cada realidade ecológica, já que a contaminação animal é entendida como a presença de fezes, urina, parasitas e bactérias próximo ou dentro do corpo d'água (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001).

Pela Tabela 3 é possível observar que apenas 3 propriedades tiveram ausência da mata ciliar (MC). Destas, duas propriedades utilizam poço artesiano (P2 e P7) e apenas uma utiliza água de lagoa (P5p2).

Desse modo, é importante ressaltar que as propriedades que prezam pela mata ciliar podem manter a qualidade de seus mananciais. A mata ciliar possui importância por desenvolver a função de proteger as margens dos corpos d'águas, evitando o assoreamento, além de favorecer a regularização da vazão de córregos, rios, lagoas e nascentes (CASTRO; CASTRO; SOUZA, 2013).

Em relação ao corpo d'água cercado (CC), apenas P9 e P10 fazem o uso dessa prática. A Lei n° 20.922, de 16 de outubro de 2013 diz que para preservação dos recursos hídricos é necessário a utilização de faixas marginais (MINAS GERAIS, 2013).

Ademais, em relação ao tipo de adubação (TA) na agricultura orgânica, a técnica mais utilizada é a compostagem, que consiste na decomposição biológica da matéria orgânica presente em resíduos vegetais ou animais (SOTO, et al., 2017). Todavia, a maioria dos produtores fazem o uso apenas de esterco animal *in natura*, o que pode ser considerada uma prática de risco de contaminação e disseminação de patógenos (SOTO *et al*., 2017). Além disso, duas propriedades fazem (ou fizeram) uso de adubos químicos e agrotóxicos nos últimos dois anos, não atendendo critérios da produção orgânica (SANTOS; MONTEIRO, 2004).

O uso e ocupação do solo (UOS) influencia diretamente na qualidade e disponibilidade dos mananciais, pois alteram sensivelmente os processos biológicos e físico-químicos, seja pela supressão da vegetação ou uso agrícola como pode ser observado nas propriedades P1, P4, P5 e P7 (CORNELLI *et al*., 2016).

A cultura para revenda (CR) da maioria das propriedades é hortaliças, exceto em P7 que é plantas medicinais. As hortaliças são as que possuem maior demanda por produtos orgânicos, por partes dos consumidores, o que pode explicar o número de produtores que fazem a revenda (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014). Entretanto é a cultura mais exigente, do ponto de vista de qualidade de águas (BRASIL, 2005).

Em síntese, nota-se que nenhum dos mananciais utilizados pelos produtores recebem tratamento (AT) e que apenas 3 possuem cadastro (PC) de Uso Insignificante da Água. Entretanto, o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), exige no processo de certificação de orgânicos a comprovação da existência de certidão de Uso Insignificante da Água, ou protocolo, ou documento correspondente quando for o caso, ou outorga de uso da água (IMA 2017).

CONCLUSÕES

Concluiu-se que, grande parte dos parâmetros de qualidade da água, exigidos pela legislação são atendidos pelos produtores. Entretanto, o comprometimento de alguns parâmetros da qualidade da água nas propriedades avaliadas, acontecem em função da falta de práticas de gestão ambiental, as quais deveriam sem implementadas para garantir a qualidade dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ALFAKIT. Kit nitrito. Disponível em: https://alfakit.com.br/categoria/kits/kits-2/kits-nitrito/ Acesso em 23 de jun. de 2021a.

ALFAKIT. Kit nitrato. Disponível em: https://alfakit.com.br/categoria/kits/kits-2/kits-nitrato/ Acesso em 23 de jun. de 2021b.

ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004, 120 p.

ALVES S. G. S.; ATAIDE C. D. G.; SILVA J. X.. Microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. Rev. Cient. Sena Aires. 2018; 7(1): 12-7.

APHA - American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 23 ed. Washington, APHA, 2017. 1100 p.

BRASIL. Câmera Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional. Produtos orgânicos e de base agroecológica: onde encontrar?. 2017a. Disponível em: http://mds.gov.br/caisan-mds/educacao-alimentar-e-nutricional/produtos-organicos-e-de-base-agroecologica. Acesso em: 22 de jun. de 2021.

BRASIL. Portaria de Consolidação n° 5, de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde n° 5, de 28 de setembro de 2017b.

BRASIL. Resolução COMPAM/CERH n° 1, de 05 de maio de 2008. O Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei Delegada nº 178, de 29 de janeiro de 2007, regulamentada pelo Decreto nº 44.667, de 03 de dezembro de 2007, tendo em vista o disposto no seu regulamento interno e com base no art. 1º e §1º do art. 2º da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 e O Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – CERH-MG, no uso de suas atribuições, especialmente aquelas contidas no art. 41, inciso I da Lei n.º 13.199/99 e no Decreto n.º 41.578, de 08 de março de 2001.

BRASIL. Resolução nº 357, de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução Conama Nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF, 17 mar. 2005.

CAMARGOS, S. L. Acidez do Solo e Calagem (reação do solo). Universidade Federal do Mato Grosso – UFTM (Departamento de Solos e Engenharia Rural): Cuiabá – MT, 2005, 26 p.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A Agricultura Orgânica e seu Potencial para o Pequeno Agricultor. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília – DF, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001.

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; SOUZA, P. C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. UniAraguaia, Goiânia – GO, v. 4, n. 4, p. 230-241, 2013. Disponível em: http://www.faculdadearaguaia.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/172/156 Acesso em: 26 de jun. de 2021.

CORNELLI, R. et al. Análise da Influência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água de Duas Sub-Bacias Hidrográficas do Município de Caxias do Sul. Scientia Cum Industria (SCI. Cum IND.), v. 4, n. 1, p. 1-14, 2016.

CORREIA, A. et al. Análise da Turbidez da Água em Diferentes Estados de Tratamento. 8° Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, Natal – RN, 2008.

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária. Certifica Minas. 2019. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/certificacao/certifica-minas Acesso em: 25 de jun. de 2021.

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária. Certificação IMA/CGCRE – Inmetro. 2017. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/certificacao/certificacao-cachaca-ima-cgcre-inmetro#organico Acesso em: 25 de jun. de 2021.

MINAS GERAIS. Lei n° 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade do Estado. Belo Horizonte, MG, 16 out. 2013.

MOURA, M. H. G. et al. 2° Mostra de Trabalhos de Tecnologia Ambiental: Livro de Resumos. Pelotas: Instituto Federal Sul-Rio-grandense – IFSul, p. 10-12, 2009.

ORMOND, J. G. P. et al. Agricultura Orgânica: quando o passado é futuro. BNDES Setorial, Rio de Janeiro – RJ, n. 15, p. 3-34, 2002.

SANTOS, G. C.; MONTEIRO, M. Sistema Orgânico de Produção de Alimentos. Alimentos e Nutrição, Araraquara – SP, v. 15, n. 1, p. 73-86, 2004.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de Hortaliças no Sistema Orgânico. Rev. Ceres, Viçosa – MG, 2014.

SOTO, F. R. M., et al. Pesquisa de coliformes em compostagem de resíduos de hortaliças com a utilização de diferentes substratos. Rev. Agrogeoambiental, Pouso Alegre – MG, v. 9, n. 2, jun. 2017, ISSN: 2316-1817.

SPERLING, V, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 4° ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2011, 452 p.

VITÓ, C. V. G. et al. Avaliação da Qualidade da Água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região noroeste Fluminense. Acta Biomédica Brasiliensia, Itaperuana - RJ, v. 7, n. 2, 2016, ISSN: 2236-0867.

Capítulo 20

10.37423/220205327

AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES GASOSAS PROVENIENTES DO PROCESSO DE CALCINAÇÃO DE GESSO NA REGIÃO DO ARARIPE-PE

LENILDE MÉRGIA RIBEIRO LIMA — *UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE*

ALESSANDRA FARIAS FORMIGA QUEIROGA — *CONSULTORA TÉCNICA*

LÍGIA MARIA RIBEIRO LIMA — *UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA*

Resumo: A região do Araripe Pernambucano se destaca no mercado pelas jazidas de gipsita de alto teor de pureza, aproximadamente 95%. Essa região é conhecida como Polo Gesseiro não apenas pela extração da gipsita, mas também pelo beneficiamento da mesma. O processo de beneficiamento consiste na retirada de 1½ mol de H2O da rocha, através do aquecimento desse material em fornos que utilizam principalmente a lenha como matriz energética. O consumo deste combustível na região é bastante representativo, uma vez que há aproximadamente 152 calcinadoras. Sabendo disto, é importante a qualidade da queima deste combustível, tanto para um melhor rendimento do forno quanto com relação aos impactos ambientais gerados devido a uma queima incompleta. Percebendo a importância disto, foi analisada a combustão de 10 fornos de calcinação considerando as variáveis: dióxido de carbono (CO2), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O2). Essas variáveis foram comparadas com as referências de combustão ideal e entre si para a identificação de pontos de melhoria para este processo, tais como a instalação de inversores de freqüência na inserção do ar e utilizar lenha picada para melhorar a homogeneização da queima. Considerando que dois dos principais causadores do aumento das temperaturas são derivados da combustão da lenha (CO2 e CO), o desafio deste trabalho consiste em quantificar o gás carbônico e o monóxido de carbono e identificar possíveis oportunidades de redução desses indicadores.

Palavras-chave: Emissões Gasosas, Combustão, Calcinação, Polo Gesseiro.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano e industrial dos países em desenvolvimento, como o Brasil, tem provocado muitos efeitos no meio ambiente, tais como aquecimento global, poluição dos rios e mares e chuvas ácidas. Isto acontece devido à má utilização dos recursos disponíveis, por parte das empresas, bem como a utilização e consumo de produtos por parte dos consumidores (NORDESTE ENFRENTA..., 2008).

Segundo Braga (2002), a atual crise ambiental pode ser descrita considerando-se três aspectos básicos: crescimento populacional, demanda de energia e de matérias e geração de resíduos, ou seja, poluição.

De acordo com a Resolução 54/06 – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), a poluição atmosférica é a degradação da qualidade da atmosfera resultante de atividades que direta ou indiretamente: Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A poluição atmosférica caracteriza-se pela presença de materiais ou formas de energia no ar que impliquem risco, dano ou moléstia grave às pessoas e bens de qualquer natureza (ARÁNGUEZ et al, 2001).

O Brasil possui reservas abundantes de gipsita, estimadas em 1,2 milhões de toneladas, distribuídas principalmente nos estados da Bahia, Pará e Pernambuco. O estado de Pernambuco possui 18% das reservas, mas é responsável por 89% da produção nacional de gipsita (DNPM, 2003). Isto se deve às condições de aproveitamento econômico mais favoráveis das jazidas localizadas na região do Araripe. A região está localizada no epicentro do semi-árido brasileiro, no extremo oeste do estado, a cerca de 680 km da capital Recife, região nordeste do país (BALTAR, 2008).

A região do Araripe, sertão do estado de Pernambuco, possui abundantes reservas de gipsita as quais são consideradas como as de melhor qualidade no mundo, devido ao elevado teor de pureza do minério. O chamado Polo Gesseiro de Pernambuco é responsável pela produção de cerca de 1,45 milhões de toneladas de gipsita, representando 89% da produção brasileira. Cerca de 33% da produção de gipsita do polo gesseiro é destinada ao uso cimenteiro, abastecendo as fabricas da região nordeste do Brasil, responsáveis por 19,3% da produção nacional de cimento.

Segundo o Relatório do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM (2003), os percentuais dos produtos gerados a partir da gipsita estão quantificados da seguinte maneira: Gesso (53,56%),

Cimento (21,84%), Construção Civil (21,22%), Corretivo de Solo (0,69%), Ração Animal (0,15%) e Não Informado (2,54%). Baseado na oferta anual em 2005 de 1.489.825 toneladas de gipsita.

Dos produtos gerados pela gipsita o único que há necessidade de tratamento térmico é o gesso, uma vez que para gipsita se tornar gesso é necessário um processo de calcinação. Este processo atualmente é realizado em forno cuja matriz é energética pode ser lenha, CVP (Coque Verde de Petróleo) ou BPF (CEPIS, 2008).

A utilização da lenha de floresta e de madeira de transformação contribui para uma provisão durável de energia. A lenha tem se tornado cada vez mais importante como matriz energética renovável, como pode ser observado na figura 1, onde a biomassa aparece com quase 30% da oferta de energia no Brasil. (NUSSBAUMER, 1993).

Na região do Araripe, o produto mais utilizado como matriz energética é a lenha e o tipo de forno comumente encontrado é do tipo tubular barriga quente. A temperatura de calcinação é de aproximadamente 130 a 140°C e dentro do forno a temperatura chega 1000°C.

A maioria das fornalhas a lenha não dispõem de mecanismo de controle do processo de combustão. Essas fornalhas requerem supervisão constante do operador e, na maioria das vezes, são operadas inadequadamente. O manejo inadequado de fornalhas favorece a combustão incompleta, a contaminação do produto por resíduos da combustão presentes no ar de secagem e, dificuldades para a manutenção constante da temperatura do ar durante a secagem (LOPES, 2008).

Uma das principais fontes de geração das emissões de gás carbônico é a queima dos combustíveis utilizados durante o processo produtivo das empresas. Dentre estes combustíveis, pode-se destacar a lenha, Petróleo, Gás Natural e Coque Verde de Petróleo (CVP) (CEPIS, 2007). Além do gás carbônico, outros gases também contribuem para o aumento do efeito estufa, tais como: monóxido de carbono (CO) e metano (CH_4).

A partir da preocupação com a quantidade de emissões atmosféricas lançadas no meio ambiente através da calcinação para produção de gesso, este trabalho tem como objetivo principal identificar pontos críticos na combustão da lenha nos fornos de calcinação do tipo Barriga Quente, conforme mostra a Figura 1, na Região do Araripe- PE, considerando os níveis de dióxido de carbono (CO_2) e monóxido de carbono (CO) emitidos nos gases de combustão, comparados à bibliografia vigente.

Figura 1 – Forno Rotativo de queima indireta (barriga quente).

Fonte: CEPIS, 2008.

MATERIAIS E MÉTODO

SELEÇÃO DAS EMPRESAS

A seleção das empresas foi realizada pelo SEBRAE, através de um cadastro interno. Assim, as empresas ficaram divididas da seguinte forma: Araripina (02 Calcinadoras); Morais (02 Calcinadoras); Trindade (03 Calcinadoras); Ipubi (01 Calcinadora) e Ouricuri (02 Calcinadoras). Destas empresas, foram utilizados para medições 10 fornos.

MEDIÇÕES

As medições foram realizadas com o auxílio de um equipamento chamado analisador de gases da marca testo 335, o qual possui duas células de leitura de CO2, O2 e um termopar para medição da temperatura. Baseados nesses valores, o equipamento calcula os valores de gás carbônico (CO2) e lambda (variável de relação entre oxigênio e monóxido de carbono). Foram medidos, para este trabalho, os valores de CO (% em volume) e CO2 (% em volume) nas chaminés de 10 Fornos de Calcinação de Gesso. O tempo de duração para cada forno foi de aproximadamente 2 horas, contemplando todos os estágios do processo (carregamento, calcinação e descarregamento).

Foram medidos, para este trabalho, os valores de CO (%) e CO2 (%) nas chaminés de 10 Fornos de Calcinação de Gesso. O tempo de duração para cada forno foi de aproximadamente 2horas, contemplando todos os estágios da calcinação (carregamento, calcinação, descarregamento).

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados foram coletados atendendo ao mesmo padrão para todos os fornos. A altura do furo nas chaminés era em torno de 1 a 1,5m a partir do teto do forno, para garantir as mesmas condições em todas as empresas.

Considerando que valores obtidos foram medidos durante o processo de calcinação, em um intervalo de tempo de 10 a 15 min, foram calculadas médias de cada forno para efeito comparativo.

A Tabela 1 mostra os valores obtidos nos 10 fornos analisados, todos rotativos, tipo barriga quente.

Tabela 1: Valores de combustão da lenha em fornos de Calcinação no Polo Gesseiro do Araripe-PE.

Empresas	CO_2	CO	O_2
Forno 1	16.8	16.851	2
Forno 2	15.6	18.646	4
Forno 3	13.1	3.176	7.6
Forno 4	13.4	23.347	6.1
Forno 5	11	5.262	9
Forno 6	13	11.678	8
Forno 7	13	11.996	7.4
Forno 8	15.8	8.738	4.8
Forno 9	9.9	2.035	10.9
Forno 10	8.36	487	12,5

De uma forma geral, percebe-se que os valores obtidos apresentaram significativas diferenças de um forno para outro, apesar de utilizarem o mesmo combustível e possuírem o mesmo tipo de forno.

Essas diferenças de resultados podem ter sofrido influências de diversas naturezas, tais como: a forma de abastecimento da fornalha, potência da ventoinha (inserção de ar na fornalha), umidade e tipo de lenha utilizada.

Neste estudo não foram consideradas estas variáveis. Entretanto, é sabido que isto tem influência direta no consumo da lenha e na qualidade da combustão.

DIÓXIDO DE CARBONO E OXIGÊNIO

O dióxido de carbono é o principal gás gerado na combustão da lenha, uma vez que o carbono está na composição da mesma forma que e o oxigênio age como comburente nesta reação, o que torna inevitável a formação deste gás durante este processo. Quanto maior for o percentual de CO2 melhor será a qualidade da combustão e menores serão as perdas de calor.

No caso dos fornos analisados, percebe-se que estes valores apresentaram variações de 8,36 a 16,8%, o que demonstra que a análise da situação dos fornos deverá ser feita individualmente, já que suas médias não iriam representar a realidade das empresas, uma vez que a mesma estaria no parâmetro de uma combustão de boa qualidade.

Analisando pontualmente, pode-se dizer que segundo a bibliografia vigente, que dista um parâmetro de 12 a 13% de CO2 para uma combustão de boa qualidade, apenas 03 fornos se encontram abaixo do padrão e 07 fornos apresentaram uma queima de boa qualidade.

Entretanto, quando se compara os percentuais individuais de dióxido de carbono de cada forno com o excesso de oxigênio emitido durante a combustão, percebe-se que há uma relação entre o CO2 e o O2, isto porque quando o dióxido de carbono atingiu seu maior valor, obteve-se menor valor do oxigênio. O mesmo ocorreu quando o dióxido atingiu seu menor valor.

Este comportamento interfere na análise da combustão, já que os percentuais de excesso de oxigênio ideal está entre 6 e 7% (COMBUSTÃO, 2008) e 07 fornos apresentaram-se fora do padrão e 03 dentro do padrão, o que contradiz a análise feita somente considerando o dióxido de carbono.

Se forem consideradas as duas variáveis conjuntamente, pode-se concluir que apenas os fornos 03, 04 e 07 apresentaram bons resultados na combustão. Entretanto, não se podem descartar os fornos 01, 02 e 08, uma vez que quanto maior for o dióxido, menores serão as perdas e quanto menor for o excesso de ar, maior será a temperatura na combustão. Partindo desta lógica, pode-se também, considerar os três últimos fornos apresentando também boa qualidade na combustão.

Os demais fornos apresentaram baixa qualidade na combustão, podendo refletir isto no consumo de lenha necessário para a combustão.

MONÓXIDO DE CARBONO

O monóxido de carbono é um produto indesejado na combustão que sempre aparece quando a combustão é incompleta, no caso de fornalhas que utilizam como matriz energética a lenha não tem como fugir dele, uma vez que não é possível dosar a lenha em proporções adequadas ao ar inserido para a queima.

Em todos os fornos foram verificados elevados índices de CO, tendo apenas um forno com valor inferior a 1000ppm. Isto significa que a combustão está acontecendo de forma inadequada e que há perdas de temperatura no processo, acarretando assim provavelmente um aumento no consumo de lenha.

Essas perdas de temperatura podem afetar também o processo de calcinação do gesso, tanto no tempo de calcinação que pode se estender devido a baixa temperatura dentro do cilindro de calcinação, bem como a qualidade e/ou o tipo de gesso fabricado (lento ou rápido).

Quanto à nocividade do gás para o meio ambiente e a população que reside próximo ao local da fabricação é necessário haver bastante cuidado nas emissões. Segundo a Norma Regulamentadora 15 (NR 15) a concentração máxima de monóxido de carbono para uma exposição semanal de 48 horas é de 39ppm.

Apesar dos gases das chaminés não serem direcionados diretamente para o chão de fábrica, como o passar do tempo podem começar a afetar a saúde dos moradores e funcionários das empresas, haja vista que o Polo Gesseiro está composto por aproximadamente 152 empresas em torno de 05 cidades.

MONÓXIDO DE CARBONO E OXIGÊNIO

Como a formação do monóxido de carbono depende da homogeneidade da mistura do combustível com o comburente, pode-se comparar a emissão de CO com o excesso de ar inserido.

De acordo com a Tabela 1, pode-se perceber que os maiores índices de CO aconteceram quando a quantidade de oxigênio foi menor, o que leva a crer que o aumento desses gases ocorreu devido à pouca inserção de ar durante a combustão.

Apesar desta conclusão, o menor valor de O2 não representou maior emissão de CO. Esta diferença acontece porque o oxigênio foi medido em termos percentuais e o CO em ppm, considerando isto, não é possível traçar um panorama geral de todos fornos no tocante a essas duas variáveis.

DIÓXIDO DE CARBONO, MONÓXIDO DE CARBONO E OXIGÊNIO

Considerando-se as três variáveis separadamente, todos os fornos em algum momento apresentaram combustão de boa qualidade, seja ela em percentuais de dióxido de carbono e oxigênio ou ppm domonóxido de carbono, que quando comparamos um forno com outro, alguns apresentaram rendimentos melhores que outros.

Entretanto, quando se utilizaram as três variáveis para classificar uma boa combustão, nenhum dos fornos apresentou bons resultados, uma vez que o monóxido de carbono em nenhum forno obteve o valor de 39 ppm, que é a taxa permitida para inalação humana, mas se comparamos os fornos entre si, considerando também todas as variáveis analisadas, o forno 8 apresentou melhores resultados, uma vez que o percentual de CO2 foi superior e o O2 inferior as referências consideradas neste trabalho. Quanto ao CO, este forno apresentou valores medianos, quando comparados aos demais fornos.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados e a discussão sobre os gases de combustão da lenha nos fornos do Polo Gesseiro do Araripe, pode-se concluir que todos eles necessitam de algum tipo de melhoria, sejam elas na elevação do dióxido de carbono, na redução do monóxido de carbono ou na alteração da inserção de ar no processo.

É importante ressaltar que, apesar das variáveis mais representativas para a qualificação dos gases de combustão serem CO2 e CO, o ar inserido no processo afeta diretamente nas suas formações, ou seja, o controle do percentual de O2 na combustão determinará o os padrões ideais para cada forno.

No tocante às melhorias que poderão ser implementadas para a melhoria da situação atual, podem-se destacar:

1. Instalação de um inversor de freqüência no equipamento de inserção do ar no forno, para que possa controle a vazão de entrada;

2. Instalar registros na tubulação que leva o ar para a fornalha com o intuito de regular a pressão do ar;

3. Instalar registros nas saídas das chaminés para que possam regular a saídas dos gases e/ou conseguir manter por um tempo maior os gases dentro da câmara de combustão;

4. Alimentar o forno com lenha picada ou invés de lenha e toras.

Essas sugestões, quando acompanhadas de ajustes durante o processo de calcinação, poderão melhorar a queima através de uma melhor homogeneidade do combustível com o comburente, e conseqüentemente reduzir o consumo de lenha, uma vez que uma combustão de boa qualidade gera maiores temperaturas o que requer menor quantidade de combustível.

REFERÊNCIAS

1. ARÁNGUEZ, E. et al. Contaminantes Atmosféricos Y Sul Vigilância. Revista Española de Salude Pública, Madri, P.3, 2001. Disponível em: http://www.scielo.org.br. Acesso em: 15 de outubro de 2020.

2. BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ; A. B. Diagnóstico do Polo Gesseiro em Pernambuco (Brasil) com ênfase na produção de gipsita para a fabricação de cimento. Disponível em: www.minas.upm.es. Acesso: 10 de maio de 2020.

3. BRAGA, B. et al. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

4. CEPIS – CENTRO DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL SUSTENTÁVEL. Relatório de Avaliação Detalhada de Produção mais Limpa. Campina Grande, 2008, não publicado.

5. DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral. Sumário Mineral. Gipsita. 80-81, 2003.

6. LOPES, R. P.; OLIVEIRA FILHO, D.; DONZELES, S. M. L.; FERREIRA, W. P. M. Controle da combustão em fornalhas a lenha. Disponível em: www.proceedings.scielo.br. Acesso: 14 de outubro de 2020.

7. NORDESTE ENFRENTA ALTO RISCO DE DESERTIFICAÇÃO. Disponível em: http://g1.globo.com. Acesso: 04 de julho de 2008.

8. NUSSBAUMER, T., Wood combustion. Proceedings of the Conference Advances in Thermochemical Biomass Conversion, Blackie Academic & Professional, 1993.

Capítulo 21

10.37423/220205331

RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – CAMPUS DE SÃO GABRIEL/RS: ESTIMANDO A GERAÇÃO PER CAPITA

Claudia Ruberg — *Universidade Federal da Paraíba*

Ângela Denise Hubert Neufeld Vieira — *Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões*

Rosangela Silva Gonçalves Nunes — *Universidade Federal do Pampa*

Julio Cesar Bresolin Marinho — *Universidade Federal do Pampa*

Resumo: A partir da preocupação com a grande geração e os problemas na destinação dos resíduos sólidos urbanos, o grupo "Projeto Resíduos", criado no *Campus* São Gabriel da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, busca analisar a problemática e trazer propostas de soluções. A maior meta do grupo é elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos no *Campus* e com este objetivo concretizado, servir de exemplo para as autoridades do Município de São Gabriel, pois este atualmente ainda não possui programa institucional de coleta seletiva.

Como uma das etapas para atingir a meta proposta, a presente pesquisa realizou durante um mês a pesagem sistemática dos resíduos gerados diariamente no edifício da Sede, para conhecer a quantidade de resíduos atualmente descartados pelos docentes, discentes e técnico-administrativos dentro das instalações universitárias. Também objetivou estimar a quantidade *per capita* atual gerada diariamente e a quantidade mínima total futura de materiais descartados quando a Unipampa estiver em seus prédios definitivos, com todos os semestres em funcionamento e o corpo docente e de técnico-administrativos completos.

Utilizando uma balança tipo gancho, durante o período de quatro semanas, todos os sacos contendo os resíduos gerados foram pesados, num total de 46,470 kg de resíduos e o equivalente a 32 sacos, o que corresponde a uma média de 2,324 kg de resíduo e 1,6 saco de 50 litros por dia útil da semana.

Considerando um fluxo diário de 100 pessoas no edifício, estima-se que cada indivíduo descarta em média 23,24 g de resíduos por dia. Uma quantidade pequena, se comparada a uma residência, onde ocorrem muito mais atividades geradoras de resíduos. Além disso, não há no edifício, nem na vizinhança, estabelecimentos de comércio de alimentos, o que reduz a geração desse tipo de resíduo e suas embalagens.

Fazendo uma projeção para o futuro, considerando a geração *per capita* diária atual, com o novo universo de docentes, discentes e técnico-administrativos, serão gerados, no mínimo, 17,2 kg por dia, ou seja, cerca de 12 sacos diários de 50 litros resíduos confinados.

Conclui-se, então que no futuro próximo haverá um aumento significativo da quantidade e volume de resíduos descartados, se comparado com a atualidade, o que revela então a importância de se implantar agora um sistema de coleta seletiva.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Geração de resíduos, Resíduos *per capita*, Unipampa.

INTRODUÇÃO

SÃO GABRIEL

O Município de São Gabriel (figura 1), fundado em 1813 e conhecido como Terra dos Marechais, localiza-se na denominada Mesorregião da Metade Sul do Rio Grande do Sul, um território de aproximadamente 155 mil km2, com 105 municípios que fazem fronteira com o Uruguai e a Argentina. Nessa região, a principal atividade econômica é a primária, alicerçada na pecuária de corte, na criação de ovinos e eqüinos1. Especificamente no Município de São Gabriel também se destacam o cultivo do arroz e a produção de eucalipto para fabricação de celulose.

Com aproximadamente 60 mil habitantes em São Gabriel são coletadas na área urbana, atualmente, em média 25 toneladas/dia de resíduos sólidos. A coleta é realizada diariamente no centro e alternada nos demais bairros. O Município não possui programa institucional de coleta seletiva, mas há diversos catadores de rua, que atuam de forma independente por não estarem organizados em cooperativa.

Figura 1: Localização do Município de São Gabriel no Estado do Rio Grande do Sul

Todos os resíduos coletados pelo sistema público são confinados num aterro municipal localizado na área de um antigo “lixão” que passa por processo de recuperação desde 2006. O local de 20 hectares também recebe material proveniente de outros municípios próximos, Santana do Livramento e Dom Pedrito, num total de 270 toneladas semanais (figura 2).

Figura 2: Aterro municipal – São Gabriel/RS

UNIPAMPA

A Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA foi concebida pelo governo federal, como parte do programa de extensão das universidades federais no Brasil com objetivo principal de se tornar um dos alicerces promotores do desenvolvimento na região onde está localizada.

A UNIPAMPA possui uma atuação multicampi, com 10 *campi*, na metade sul do Rio Grande Sul, com sede e foro na cidade de Bagé e demais *campi* nas cidades: Alegrete, Caçapava do Sul, Dom Pedrito, Itaqui, Jaguarão, Santana do Livramento, São Borja, São Gabriel e Uruguaiana (figura 3).

Com as atividades iniciadas em outubro de 2006, e possuindo no ano de 2008 (ano da presente pesquisa) 30 cursos de graduação, a Universidade encontra-se ainda em expansão, sendo que as primeiras turmas se formarão em 2010.

Figura 3: Localização dos Municípios com *Campi* da UNIPAMPA

UNIPAMPA – *CAMPUS* SÃO GABRIEL

O *Campus* São Gabriel da UNIPAMPA possui um quadro docente de 19 professores, 11 técnicos administrativos e aproximadamente 390 alunos matriculados, em abril de 2008, nos três cursos de graduação existentes: Gestão Ambiental, Engenharia Florestal e Ciências Biológicas (licenciatura plena e bacharelado).

As aulas são realizadas nos turnos da manhã e da tarde e estão distribuídas em três edifícios distintos, sendo que dois deles apenas possuem salas de aula e laboratório. O terceiro edifício, alvo da presente análise, corresponde à Sede Administrativa do *Campus* de São Gabriel, que possui além das salas aulas toda a administração e ambiente docente.

Em março de 2009 deverá entrar em funcionamento um dos edifícios definitivos com laboratórios e salas de aula (figura 4), localizado no terreno do *Campus*, que está na fase final de sua construção.

Pelo fato da Universidade ser nova, ainda não estruturou seu sistema de gerenciamento de resíduos, também, como mencionado anteriormente, no Município de São Gabriel não há programa institucional de coleta seletiva. Entretanto, há um grupo de pesquisa, chamado “Projeto Resíduos”, que há mais de um ano pesquisa sobre os resíduos gerados na sede administrativa do *Campus* São Gabriel da Unipampa. As pesquisas científicas realizadas são consideradas de grande relevância porque a Unipampa, instituição de ensino superior, tem um papel importante dentro do município onde está inserida, e suas atitudes vem a ser exemplo para a população, administradores, além da própria comunidade universitária.

O presente artigo apresenta os resultados de uma das atividades desenvolvidas pelo grupo de pesquisa “Projeto Resíduos”.

Figura 4: um dos futuros edifícios definitivos da UNIPAMPA – São Gabriel

GRUPO DE PESQUISA "PROJETO RESÍDUOS"

O "Projeto Resíduos" surgiu no mês de Junho de 2007 com a iniciativa de um grupo de alunos que procurou uma professora especialista em resíduos sólidos, que se tornou a orientadora do projeto. Começou suas atividades fazendo um diagnóstico dos resíduos sólidos gerados na cidade de São Gabriel, onde buscou informações sobre como ocorre a coleta, onde e como os resíduos são armazenados, se existe alguma forma de tratamento para os mesmos e destinação final atual.

Num momento seguinte, mudou o foco da pesquisa para conhecer, analisar e propor idéias para o *Campus* São Gabriel. Portanto, as atividades sucedâneas têm por objetivo conhecer e diagnosticar a Instituição para elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da UNIPAMPA – *Campus* São Gabriel. O grupo tem realizado estudos quantitativos e qualitativos dos resíduos gerados, para que possam ser verificadas as melhores formas possíveis de tratamento e implantação da coleta seletiva no âmbito universitário.

Em Fevereiro de 2008 o grupo de pesquisa realizou a caracterização dos resíduos sólidos do *Campus*, fazendo a separação, por tipo de material, e pesagem dos resíduos gerados no período de uma semana (figura 5). A caracterização é uma importante ferramenta de trabalho que permite a obtenção de informações que possam ser aplicadas em estudos de modelos de gestão adequados e eficientes, transporte, valorização e tratamento dos resíduos produzidos. Ainda no primeiro semestre de 2008 foi elaborado e aplicado um questionário para conhecer a opinião e o interesse da comunidade universitária sobre coleta seletiva.

Figura 5: Caracterização dos resíduos sólidos do *Campus* São Gabriel

No presente artigo são apresentados os resultados de uma pesagem diária e sistemática dos resíduos gerados durante um mês no edifício da Sede Administrativa do *Campus*. A pesquisa objetivou também, além de conhecer a quantidade de resíduos gerados atualmente pelos docentes, discentes e técnico-administrativos dentro das instalações universitárias (edifício Sede), estimar a quantidade *per capita* atual gerada diariamente e a quantidade mínima total futura de materiais descartados quando a Unipampa estiver instalada em seus edifícios definitivos – atualmente em obras, com todos os semestres em funcionamento e o corpo docente e de técnico-administrativos completos.

Como continuidade das atividades serão realizadas: uma análise da ampliação da Instituição, a montagem do plano de gerenciamento de resíduos sólidos gerados, o treinamento de servidores e discentes e a implantação do plano dentro da Universidade.

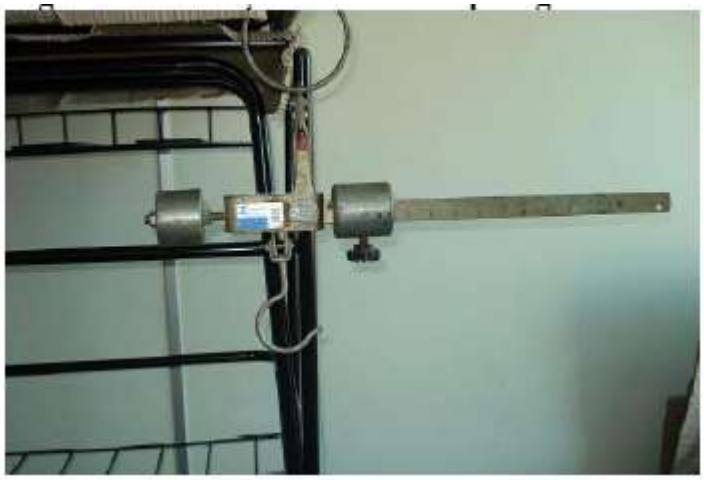
METODOLOGIA

Durante o período de 29 dias corridos– quatro semanas mais um dia – após as atividades de limpeza efetuadas pela funcionária contratada para este fim, os sacos contendo os resíduos sólidos coletados em todas as salas da Sede foram pesados e seus dados anotados em uma ficha de controle, contendo: data, local de origem do resíduo (quando especificado provir da biblioteca), quantidade de sacos, capacidade do saco (50 ou 100 litros), características dos sacos (cheio, quase cheio, semi-vazio), peso individual por saco, peso total do dia, peso total da semana.

Na equipe de trabalho participaram, além da professora coordenadora das pesquisas, três discentes do curso de Ciências Biológicas, membros do grupo “Projeto Resíduos”, sendo dois bolsistas da Instituição e um bolsista da FAPERGS, que portavam EPIs necessários para a atividade.

Para a realização das pesagens foi utilizada uma balança tipo gancho modelo C32 com capacidade mínima de 1 (um) kg e máxima de 30 kg, subdividida de 100 em 100 gramas, certificada pelo INMETRO (figura 6). Os procedimentos foram acompanhados de registro fotográfico.

Figura 6: Balança utilizada na pesagem



As pesagens foram realizadas nos dias úteis da semana, com exceção da quinta-feira, porque não havia limpeza do prédio naquele dia. Deste modo, os resíduos gerados no final de semana se acumulavam com o da segunda-feira, assim como os da quinta-feira com os resíduos da sexta-feira.

Dentre os resíduos descartados não estavam incluídas embalagens de materiais de limpeza utilizados pela faxineira, pois estas são devolvidas à firma responsável pela execução do serviço.

Para estimativa da geração per capita se considerou como universo os docentes, discentes e técnico-administrativos. Como população fixa estão os docentes e técnico-administrativos cuja permanência é constante ou quase constante nas instalações, e como população flutuante os discentes. Sabendo que a permanência do discente é pequena no edifício, fez-se um paralelo que a cada 8 horas de permanência, de um ou mais discente, equivaleria a um discente.

Na projeção da quantidade total mínima de resíduos descartados diariamente, quando a Unipampa estiver em plena atividade, considerou-se a atual estimativa projetada de pessoas, ou seja: 50 docentes, 40 técnico-administrativos e 650 discentes.

Para fazer uma projeção da quantidade total mínima de resíduos descartados diariamente, quando a Unipampa estiver em plena atividade, considerou-se que:

- o *Campus* de São Gabriel oferta 150 vagas por ano (50 vagas por curso);
- sendo assim, após 5 anos da implantação, haverá cerca de 650 alunos matriculados no *Campus*;
- o universo de servidores públicos será de 50 profissionais docentes e 40 técnico-administrativos, conforme definido na Lei de Criação da Instituição.

Na análise efetuada foram desconsideradas as futuras e prováveis ampliações de oferta de vagas discente, de criação de novos cursos, assim como a conseqüente ampliação no quadro de servidores.

RESULTADOS

O edifício da Sede Administrativa do *Campus* São Gabriel é composto por 14 salas com seu respectivo banheiro no pavimento superior, além da rampa de acesso e do corredor central e, no pavimento térreo com acesso independente, a biblioteca com banheiros masculino e feminino. No pavimento superior estão os seguintes ambientes: depósito, sala administrativa, sala de secretarias de cursos, sala de aula, sala de desenho técnico, dois laboratórios de informática, sala da direção, sala de coordenações de cursos, três salas de professores e duas salas com utilização apenas dos banheiros – masculino e feminino para os discentes (figura 7).

Figura 7: Edifício Sede Administrativa do *Campus* São Gabriel

A limpeza dos ambientes é realizada quatro vezes na semana, nos dias úteis com exceção da quinta-feira. Os resíduos recolhidos dispostos postos para a coleta pública, que ocorre em dias alternados por veículo compactador.

Entre os dias 04 de julho e 01 de agosto de 2008 – 21 dias úteis, o grupo de pesquisa realizou a pesagem dos materiais descartados na Sede Administrativa (figuras 8 a 12). Para fins de análise, se considerou o período de quatro semanas completas – de 07/07 a 01/08.

Figura 8: Material para pesagem – 09.jul

Figura 9: Material para pesagem – 30.jul

Os sacos utilizados para armazenar os materiais descartados tinham capacidade de 100 litros e/ou 50 litros, estes, na maioria dos dias, estavam cheios ou quase cheios. Considerando que cada saco de 100 litros equivale a dois de 50 litros, o total de sacos com resíduos descartados no mês, durante as quatro semanas analisadas, foi de 32 sacos, que corresponde a uma média diária de 1,6 sacos.

Tabela 1: Período de análise, total de sacos pesados e total de quilos encontrados:

Período	N° de sacos (50 litros)	Peso (kg)
Dia 04/08*	2	3,400
1ª semana (07 a 13/08)	9	14,425
2ª semana (14 a 20/08)	7	12,895
3ª semana (21 a 27/08)	8	11,550
4ª semana (28/08 a 01/09)	8	7,600
Total (4 semanas)	32	46,470
Média diária**	1,6	2,324

* valores desconsiderados para os cálculos. Realizado para fins de treinamento da equipe.

** total coletado dividido por 20 dias úteis.

Na primeira semana foram pesados 14,425 kg, na segunda semana 12,895 kg, na terceira semana a quantidade foi de 11,550kg de materiais descartados, e na última semana o total foi de 7,600 kg. No mês de análise foram gerados 46,470 kg de resíduos, dando uma média de 2,324 kg de materiais descartados por dia útil da semana.

Figuras 10 e 11: Pesagem do material descartado – 07.jul e 09.jul

Figura 12: Pesagem do material descartado – 25.jul

Observou-se durante as semanas analisadas uma diminuição progressiva na quantidade de resíduos gerados, possivelmente causada pela redução do fluxo de pessoas na Sede devido à proximidade das férias letivas, iniciadas em 01/09.

DISCUSSÃO

Ao verificar a quantidade total de resíduos descartados, e considerando que o fluxo diário médio na edificação é de 100 pessoas, sendo que 30 são considerados fixos, pois são técnicos administrativos ou docentes, e 70 são classificados como flutuantes, pôde-se estimar que cada indivíduo descarta, em média, 23,24 g de resíduos diariamente durante sua permanência no edifício da Sede do *Campus* São Gabriel.

Esta quantidade é considerada pequena, se comparada com uma residência, cuja faixa de geração *per capita* varia entre 500 e 1.000 gramas. Todavia, as atividades desenvolvidas no ambiente doméstico geram muito mais resíduos que no ambiente universitário. Além disso, não há no edifício analisado, nem na sua vizinhança, estabelecimentos de comércio de alimentos, o que reduz a geração desse tipo de resíduo e suas embalagens.

Fazendo uma projeção para o futuro, considerando a geração per capita diária atual, com o novo universo de docentes, discentes e técnico-administrativos, serão gerados, no mínimo, 17,2 kg por dia, ou seja, cerca de 12 sacos diários de 50 litros resíduos confinados, um volume de aproximadamente 0,6 m3. Para fins de estimativa de aquisição mensal de sacos, considerando 20 dias de coleta, serão utilizados no mínimo 240 sacos de 50 litros.

Caso não seja implantado um programa de coleta seletiva e se construa um abrigo de resíduos para comportar três dias de geração (estabelecido pela legislação de resíduo hospitalar), esse local de armazenagem temporária deverá comportar mais de 36 sacos de resíduos com capacidade de 50 litros. Nesta mesma situação, para fins de estimativa de aquisição mensal de sacos, considerando 20 dias de coleta, serão utilizados no mínimo 240 sacos de 50 litros.

Convém lembrar que as estimativas realizadas não consideraram que haja lanchonetes, restaurantes, copiadoras e laboratórios com seus resíduos não comuns, que, com certeza existirão e aumentarão os valores estimados de quantidade de resíduos gerados.

CONCLUSÃO

Sabe-se que a tendência de aumento da geração de resíduos está diretamente relacionada à população que geradora. Complementarmente, pode-se perceber, a partir das pesagens e estimativas de geração, que o aumento na quantidade e volume de resíduos descartados será significativo, se comparado com a atualidade. Revela-se então a importância de se implantar um sistema de coleta seletiva.

Como continuidade do trabalho do grupo de pesquisa realizará uma análise da instituição, a montagem do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, e, se possível, o treinamento e a implantação do Plano dentro da Universidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UNIPAMPA por permitir a realização da pesagem fornecendo o material (resíduos) e o espaço físico necessário e à FAPERGS pela bolsa de Iniciação Científica de um dos discentes do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. JARDIM, N. S. et al. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT: CEMPRE, 1995.
2. MONTEIRO, J. H. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
3. RUBERG, C. O gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares: o caso de João Pessoa. São Paulo. 1999. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, 1999.

Capítulo 22

10.37423/220205333

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA EM PROCESSO DE LODO ATIVADO UTILIZANDO DESACOPLADOR METABÓLICO 3,3,4,5- TETRACLOROSALICILANIDA (TCS).

Alexandre Nunes Ponezi

Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas CPQBA/UNICAMP

Valéria Maia de Oliveira

Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas CPQBA/UNICAMP

Resumo: A remoção de matéria orgânica através da oxidação biológica é uma tecnologia bastante conhecida no processo de tratamento de águas residuárias. Novas células (lodo), gás carbônico, produtos microbianos solúveis e água são os produtos resultantes do processo. A produção de excesso de lodo é estimada atualmente ao redor de 15-100 Kg./L-1 DBO, onde mais de 95% de sua composição é água. Com a expansão da população e aumento das estações de tratamento de esgoto a produção de lodo aumentou, gerando um real desafio no campo da tecnologia de engenharia ambiental. As atuais regulamentações de segurança quanto à aplicação destes resíduos como biosólidos em campos agrícolas limita sua disposição em aterros sanitários ou disposições indevidas. Atualmente, o tratamento do lodo excedente pode responder por 25 - 65% do custo de operação total de uma planta gerando um desperdício secundário. Estratégias para minimização da produção do excesso de lodo estão se tomando um assunto bastante urgente, sendo necessário revisar as técnicas que possam ser aplicadas em plantas municipais para reduzir a produção de lodo do processo de lodo ativado, uma vez que este tipo de tratamento é o mais utilizado em todo o mundo. A utilização do 3,3,4,5-tetraclorosalicilanida (TCS) como um desacoplador metabólico para redução do crescimento microbiano em processo piloto de lodo ativado foi avaliada. Os resultados mostram que concentrações de TCS superiores a 32 mg/L aplicados em reatores de fluxo intermitente e contínuo apresentaram problemas de desagregação dos flocos e má decantabilidade do lodo. Baixas concentrações de TCS (0,2 e 0,4 mg/L) não causaram reduções significativas na produção de lodo quando comparado ao controle. Os resultados mostraram que a melhor concentração de TCS aplicada nos reatores de fluxo intermitente foi de 16 mg/L como uma redução de SSV de 37%, IVL de 73% e UFC de 55%, e que para os reatores operados em regime de fluxo contínuo está concentração foi de 32 mg/L com reduções de SSV de 55%, IVL de 63% e UFC de 58%.

Palavras chaves: Lodo Ativado, 3,3,4,5-tetraclorosalicilanida (TCS), redução de lodo, metabolismo microbiano, PRC-DGGE.

1. INTRODUÇÃO

Processos de lodos ativados são amplamente utilizados no tratamento de águas residuárias municipais ou industriais gerando como subproduto uma grande quantidade de lodo. O tratamento e disposição do lodo excedente podem responder a 25 - 65% do custo de operação total de uma planta gerando um desperdício secundário (HORAN 1990). Além disso, as disposições finais do lodo realizadas através da incineração, co-processamento ou aterros acabam criando outros desafios ambientais devido à dificuldade de se localizar locais adequados para isso. Para resolver este problema, uma solução ideal seria a minimização da produção de lodo em processos de lodo ativados [1]. Vários trabalhos podem ser observados na literatura científica objetivando a redução do lodo em processos de tratamento de águas residuárias industriais e municipais. Estes tratamentos em sua grande maioria são realizados após sua geração na linha de retorno de lodo para o reator e na maioria das vezes com consumo adicional de energia. Dentre as técnicas utilizadas para esta redução podemos citar 1) crescimento críptico celular, 2) desacopladores metabólicos, 3) controle de processos e 4) ações microbianas (LIU 2003; LOW and CHASE 1999 a,b; WEI et al 2003). A seguir serão comentadas as diferentes técnicas utilizadas e alguns resultados obtidos.

O crescimento críptico celular,é caracterizado por ser realizado em duas fases: lise e biodegradação. As técnicas mais utilizadas são: a) tratamento térmico com temperaturas variando de 40°C a 180°C [1-2], b) tratamento químico utilizando ácidos ou álcalis [3], c) desintegração mecânica utilizando ultra-som, moinhos, e homogeneizadores [4-11], d) processo de congelamento e descongelamento [12], e) hidrólise biológica com adição de enzima [13], f) processos de oxidação avançada utilizando H2O2 e ozônio [14-17], g) combinações de tratamentos [18-36]. Em todas as técnicas mencionadas a redução de lodo pode variar de 30 a 90% exceto na utilização de ozônio onde podem ser alcançados 100% de redução.

O controle de processos em plantas de tratamento visa uma melhor biodegradação da matéria orgânica ou a eliminação de algum composto de interesse sanitário, e paralelamente ocorre uma diminuição da produção de lodo. Dentre os controles mais utilizados podemos citar: a) processo anaeróbio com sedimentação oxidativa [37-45]; b) processos com altas taxas de oxigênio dissolvido [46-54]; c) controle do tempo de detenção hidráulica [55-57]. A redução de lodo observada foi de 20-65% para processos dos ciclos óxido/anóxido; 60% para processos com alta taxa de oxigênio; e 60% no controle do tempo de detenção hidráulica.

Uma outra técnica que pode ser utilizada é o controle das ações microbianas durante o processo de tratamento de efluentes no entanto estes controles são bastante sensíveis podendo não ser alcançado os resultados esperados [58-76]. Em termos de redução de lodo, o sistema de duas fases é o mais eficiente que o processo convencional de tratamento, entretanto devido a padrões operacionais como a necessidade de longos períodos para promover o desenvolvimento de protozoários e metazoários, este sistema não é posto em prática. Este processo pode reduzir o lodo em até 60%.

Uma técnica bastante promissora a qual é objeto deste estudo na redução do crescimento microbiano em sistemas de lodos ativados é a utilização de substâncias químicas que atuam na fosforiliazação oxidativa das células. Para limitar o crescimento de lodo, CHEN [2], propôs a utilização de desacopladores metabólicos para reduzir produção de excesso lodo. Determinadas substâncias químicas permitem que o transporte de elétrons na mitocôndria ocorra, mas impede a fosforilação do ADP a ATP, desacoplando a ligação essencial entre o transporte de elétrons e a síntese de ATP. Estas substâncias são conhecidas como inóforos como 2,4-dinitrofenol (DNP), para-nitrofenol (pNP), pentaclorofenol e 3,3', 4',5 - tetraclorosalicilanida (TCS). Na presença de inóforos orgânicos, a maior parte do substrato orgânico será oxidada a gás carbônico ao invés de ser utilizada na biossíntese de novas células. Como resultado, o crescimento é diminuído e a produção de lodo reduzida [3-6]; [9-10].

O presente estudo visa obter resultados consistentes da aplicação do TCS em dois tipos comuns de tratamento de esgoto utilizados em plantas de tratamento municipais e/ou industriais capaz de serem utilizados nestas plantas reduzindo o custo de tratamento e disposição final do lodo reduzindo o impacto econômico e ambiental.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi investigar a aplicação do TCS em diferentes concentrações na redução da produção de excesso de lodo em dois sistemas de lodo ativado contínuo e batelada, avaliando os efeitos do TCS no desempenho dos processos de tratamento e seu efeito nas características da população microbiana do lodo através de técnicas clássicas e moleculares.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 PROCESSOS DE LODOS ATIVADOS

Neste trabalho foi avaliada a atividade do TCS em dois processos de lodos ativados fluxo contínuo (convencional) e fluxo intermitente.

3.2 DESCRIÇÃO E MONTAGEM DA UNIDADE PILOTO

3.2.1 REATORES DE LODO ATIVADO FLUXO INTERMITENTE E FLUXO CONTÍNUO.

Os dois reatores instalados nas dependências da Divisão de Microbiologia do CPQBA/UNICAMP foram fabricados em acrílico, apresentando tamanho e formas idênticas. Para ocorrer um maior tempo de contato entre o oxigênio atmosférico e o líquido, os reatores foram projetados de modo a possuírem uma pequena área transversal em relação à altura, com o fundo em forma de tronco de pirâmide invertido, o que auxilia na sedimentação, na operação de descarte de lodo e distribuição de oxigênio atmosférico. Cada reator possui capacidade para tratar 10,0 L de efluente por batelada, mais 2,0 L de lodo que permanece no reator para a partida em cada ciclo, totalizando um volume útil de 12,0 L com uma relação volume de efluente sob volume de lodo de 10:2.

Para se fazer à drenagem do efluente tratado e manutenção do nível de lodo para a realização do ciclo posterior, cada reator apresenta dois orifícios, sendo um na parte lateral e outro no fundo. No orifício do fundo foi adaptada uma rolha contendo duas tubulações, uma para descarte do lodo e outra para aplicação de ar comprimido.

Para se obter uma distribuição uniforme do ar no reator, sua aplicação foi feita através de um sistema difusor composto por pedra porosa, do tipo comercial, normalmente utilizado em aquários. O ar comprimido aplicado nos reatores será fornecido por um compressor tipo parafuso modelo S8-15LA (Chicago Pneumatic), com capacidade de produção de 1.84 m3/min., e pressão de trabalho constante de 7,0 kg/cm2. A vazão do ar comprimido encaminhado aos reatores será monitorada através de válvula reguladora de pressão e fluxômetro.

O resíduo a ser tratado será agitado permanentemente em recipiente com capacidade para 20 L, por meio de agitador constituído por motor, eixo e hélice, sendo então bombeado durante o período de enchimento para a parte superior dos reatores através de bomba peristáltica. O esquema de montagem dos reatores pode ser observado na Figura 1 e 2.

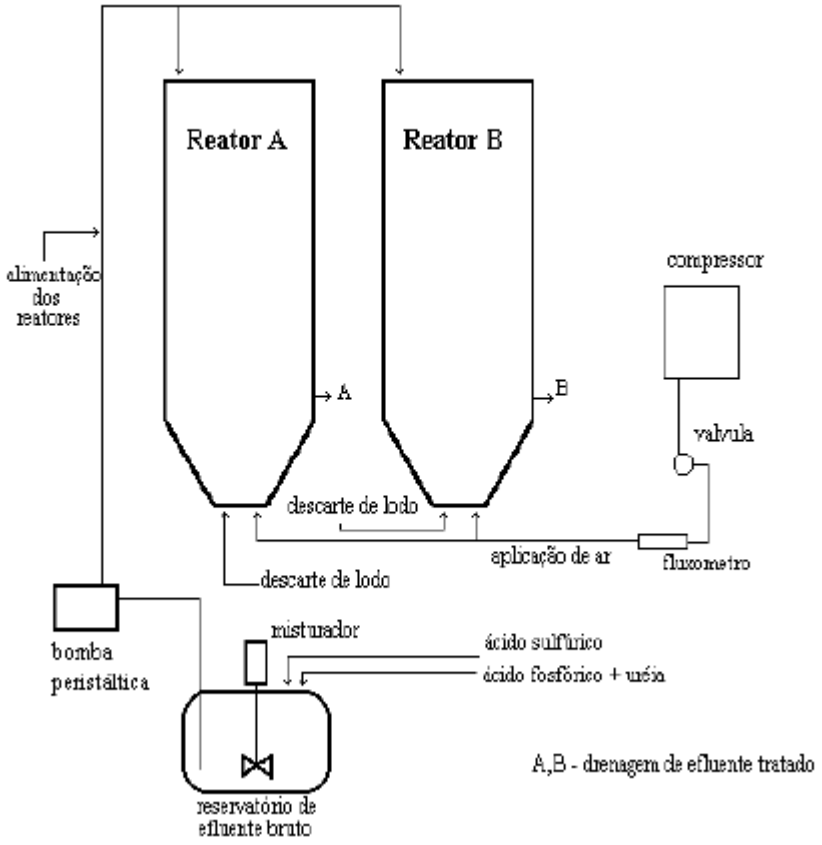


Figura 1 - Esquema de montagem dos reatores fluxo intermitente.

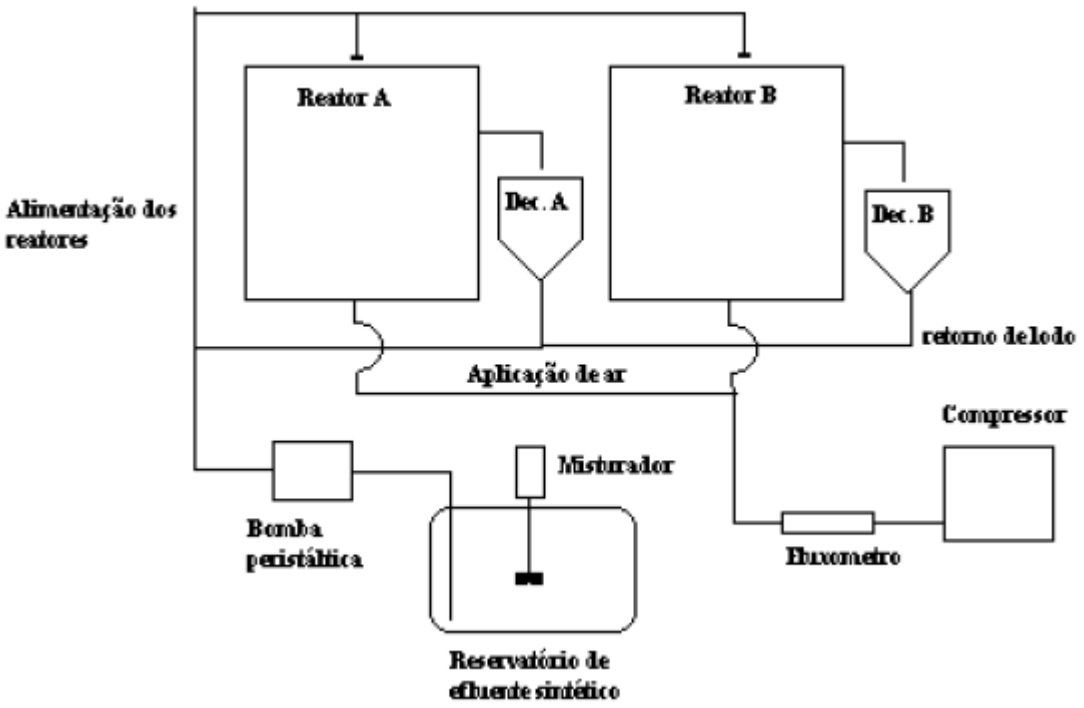


Figura 2 - Esquema de montagem dos reatores de lodo ativado convencional (fluxo contínuo).

3.3 OPERAÇÃO DO SISTEMA

A operação do sistema (fluxo intermitente) foi conduzida conforme descrito na Tabela 1. Sendo que um dos reatores foi utilizado como controle e no outro foram aplicadas concentrações crescentes de TCS. O sistema de fluxo contínuo convencional foi operado de maneira semelhante ao de fluxo intermitente, onde um dos reatores foi utilizado como controle e no outro foi aplicada concentração crescente de TCS. Os reatores de fluxo contínuo foram operados em ciclos de 24 horas. A partida dos reatores tanto para operação de fluxo contínuo como intermitente, foram realizadas mantendo os dois reatores operando sem a aplicação do TCS para a verificação da eficiência do sistema (ver planejamento experimental). A concentração inicial de sólidos suspensos voláteis nos reatores (SSV) foi em torno de 2.500 mg/L. A concentração de oxigênio dissolvido (OD) aplicada nos reatores foi de 4mg/L, e o pH mantidos próximos a 7,0 com a adição de bicarbonato de sódio. A avaliação do desempenho dos reatores foi avaliada quanto à remoção de DQO.

3.4 LODO ATIVADO

O lodo ativado utilizado para o início das operações dos reatores foi coletado em uma estação de tratamento de esgoto municipal ETE-Samambáia (fluxo contínuo) e ETE- Santa Rosa (fluxo intermitente) localizadas na Região Metropolitana de Campinas (RMC) próximas ao laboratório.

Tabela 1 - Tempo de duração em horas de cada ciclo na primeira etapa dos experimentos (fluxo intermitente).

Período	Tempo (h)	
	Reator A	Reator B
Enchimento	2,0	2,0
Reação	8,0	8,0
Sedimentação	0,5	0,5
Drenagem	0,5	0,5
Repouso	1,0	1,0
TOTAL	**12,0**	**12,0**

3.5 ÁGUA RESIDUÁRIAS

Neste trabalho foi utilizada água residuária sintética (550 mg/L DQO) elaborada conforme proposto por FEN & YING (2005) descrito na Tabela 2.

3.6 APLICAÇÃO DE TCS

O TCS foi aplicado nos reatores nas concentrações de 0,2 a 128mg/L do reator (0,2; 0,4, 0,8, 16; 32; 64; 128) e foi avaliado o seu efeito na redução da produção de lodo dos sistemas. Valores obtidos através de consulta em literatura científica.

Tabela 2 - Componentes e concentração da água residuária sintética.

Componente	**Concentração mg/L**
Amido	268
Glucose	200
Peptona	132
Extrato de levedura	68
Uréia	8
$NaHCO_3$	80
$MgSO_4$	66
$CaCl_2$	6
KH_2PO_4	48,8
$(NH_4)_2SO_4$	112
$FeSO_4$	0,3
$MnSO_4$	6

3.7. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos em etapas distintas onde numa primeira fase foram obtidos dados das melhores condições experimentais das concentrações de TCS aplicadas nos reatores.

Uma segunda fase foi iniciada utilizando as melhores condições experimentais da fase anterior e avaliado o comportamento do lodo por um período de 5 dias. As taxas de aplicação de TCS e ciclos de operação podem ser observadas nas Tabelas 3 e 4 nos reatores de fluxo intermitente e contínuo respectivamente.

Tabela 3 – Processo de lodo ativado com fluxo intermitente. Volume 10L.

Tratamento	Concentração TCS (mg/L)	N° de Ciclo de 12 horas
0	0	1
1	0,2	10
0	0	1
2	0,4	10
0	0	1
3	0,8	10
0	0	1
4	16	10
0	0	1
5	32	10
0	0	1
6	64	10
0	0	1
7	128	10

Tabela 4 – Processo de lodo ativado com fluxo contínuo. Volume 10L.

Tratamento	Concentração TCS (mg/L)	N° de aplicações por dia (24 horas)
0	0	0
1	0,2	5
0	0	0
2	0,4	5
0	0	0
3	0,8	5
0	0	0
4	16	5
0	0	0
5	32	5
0	0	0
6	64	5
0	0	0
7	128	5

3.8 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Os procedimentos analíticos realizados para o acompanhamento da influência do TCS no desempenho dos reatores foram: determinação da DQO método 5220 D, IVL método 2710 D, Série de sólidos métodos 2540 A, B, C, D, E, pH, temperatura método 2550 B e determinação de oxigênio dissolvido segundo metodologia proposta por Standard Methods for examination of water & wastewater 21st edition, 2005.

3.9 ESTUDO DA POPULAÇÃO MICROBIANA DO LODO.

As avaliações do comportamento da população microbiana do lodo durante a realização dos experimentos foram realizadas através de técnicas clássicas de cultivo microbiano e técnicas moleculares de análise de comunidade microbiana.

No primeiro caso, foi utilizada como metodologia de análise, a observação da comunidade microbiana em microscópio óptico, tendo como parâmetros representativos o tamanho e distribuição dos flocos, avaliação da diversidade de protozoários segundo proposto por VAZOLLER, (1989), e a contagem das

bactérias heterotróficas do lodo realizada diretamente por plaqueamento em meio PCA pela técnica de tubos múltiplos incubadas a 37 ± 1°C durante 3 a 7 dias. Os resultados serão expressos em unidades formadoras de colônia (UFC/mL).

A análise da comunidade bacteriana através da técnica de PCR-DGGE foi realizada na Divisão de Recursos Microbianos do CPQBA/UNICAMP sob orientação da Dra. Valéria Maia de Oliveira, onde foram utilizados primers (16S rRNA) com características gerais para o grupo de bactérias e α-proteobactérias, δ- proteobactérias, G+C gram positivas e actinobactérias os quais englobariam os principais grupos microbianos presentes neste sistema como. Os ensaios foram realizados segundo a técnica proposta por HIRAISHI et al (2000), onde amostras de 50 mL foram coletadas dos reatores (fluxo contínuo e intermitente) e mantidas em freezer (-20°C) até o seu processamento. As amostras foram submetidas à extração de DNA total e este submetido à amplificação através da técnica de PCR e posterior visualização dos fragmentos obtidos através do plaqueamento em gel de poliacrilamida desnaturante (DGGE). A Relação de marcadores moleculares necessários para a realização das análises da comunidade microbiana do lodo por PCR-DGGE podem ser observados na Tabela 5.

A extração do DNA genômico dos microrganismos do lodo foram realizados através da extração de ácidos nucléicos conforme proposto por Groβkopf et al. 1998, Neria-Gonzáles onde em um tudo de 2,0 mL, adiciona-se à amostra 1,2 mL de tampão PBS 120mM e agitado em vortex. Em seguida adiciona-se 100μL de lisozima (100mg/mL) e deixar em banho-maria 37°C por 30 minutos a 1 hora. Adicionar 8μL de proteinase K (solução estoque 10mg/mL) e 200μL de SDS (10%) e manter em banho-maria 60°C por 30 minutos. Fazer 3 ciclos de freeze-thaw (2 min a65°C e 2 min. No nitrogênio líquido).

Tabela 5 Sequência dos primers:

Primers	Posição da seqüência	Seqüência (5´- 3´)	Competidor	Organismo alvo
ALF-1 f	27-51	GARCGAACGCTGGCGGCAGGCCTAA	GAM	α-proteobactéria
ALF-2 f	27-51	GAACGAACGCTGGCGGCATGCTAA	GAM	α-proteobactéria
BET f	27-51	GATTGAACGCTGGCGGCATGCYTTA	GAM	β-proteobactéria
GAM f	27-51	GATTGAACGCTGGCGGCAGGCYTAA	ALF-1, BET	δ-proteobactéria
Primers	**Posição da sequência (a)**	**Seqüência (5´- 3´)**	**Competidor (b)**	**Organismo alvo**
LGC f	29-53	ACGAACGCTGGCGGCGTGCCTAATA	HGC	G+C gram +
HGC f	29-53	ACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAACA	LGC	Actinobactéria
907 r	926-907	CCGTCAATTCATTTGAGTTT		
907 r		GCGCGCGCGCGCGCGCGCG		

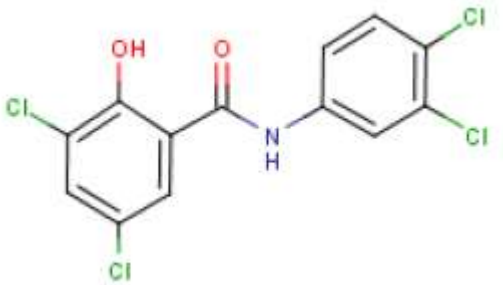
Adicionar uma pérola de vidro grande ao eppendorf e agitar em Bead beater em um ciclo de 90 segundos a 380 rpm. Acrescentar igual volume de fenol saturado (Tris-HCl pH 8,0) separar em dois tubos e agitar. Centrifugar a 12.000 rpm por 5 minutos. Trarferir a fase aquosa para um novo tubo de 1,5 mL acrescentar igual volume de clorofórmio-álccol isoamílico, agitar manualmente. Centrifugar a 13.000 rpm por 10 minutos a 10°C, tranferie a fase aquosa para novo tubo de 1,5 mL. Precipitar o DNA com 10% do volume de NACl 5M e o mesmo volume de etanol absoluto gelado. Inverte o tudo gentilmente e incubar a – 80°C por 10 minutos (ou deixar O/N a – 20°C). Centrifugar a 10.000 rpm por 20 minutos a 4°C. Descartar o sobrenadante. Acrescentar 800L de etanol 70% gelado, inverter o tubo gentilmente afim de lavar o pelette. Centrifugar a 13.000 rpm por 5 minutos e descartar o sobrenadante. Secar o DNA até a completa evaporação do etanol. Resuspender com cerca de 30L de água milli-Q estéril.

Após este processo de extração as amostras foram submetidas a análise em eletroforese em gel DGGE. Para a aplicação das amostras no gel foi utilizada uma micropipeta ajustada para um volume de 10L para as amostras da reação de PCR e 2L do padrão de peso molar. O gel foi preparado com uma concentração de gradiente de 45 – 65%. A corrida foi realizada com uma corrente de 50 V num período de 14 horas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO TCS.

ESTRUTURA QUÍMICA



Número de registro: CAS 1154-59-2

Classificação: Agrotóxico, inibidor enzimático, fungicida, bactericida.

Fórmula molar: C13-H7-Cl4-N-O2

Propriedades físico-químicas.

Parâmetro	Valor
Ponto de ebulição	161 °C
Log P	5.870
Constante de Henry	4,82E-011 atm-m^3/mole
Solubilidade em água	3,3296 mg/L
Constante atmosférica	2.97E-12 cm^3/molécula-seg.

4.2. AVALIAÇÃO MICROSCÓPICA DO LODO DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL.

A avaliação do comportamento do lodo ativado observado através de microscopia quanto às suas características, em reatores pilotos operados em fluxo intermitente e fluxo contínuo mostraram similaridade apesar da variação do lodo coletado na estação de tratamento de efluentes (ETE-Samambaia). O lodo inicial utilizado a cada partida dos reatores para cada concentração de TCS utilizada (planejamento experimental) apresentou um bom equilíbrio entre organismos filamentosos e formadores de floco, com predominância de ciliados, pedunculados e livres indicando boas condições de depuração (Figura 3). O lodo ativado também apresentou boa decantabilidade e adensabilidade.

A aplicação do TCS em reatores operados em fluxo intermitente mostrou que para as concentrações de até 0,8 mg/L o lodo não apresentou modificações significativas na estrutura dos flocos. Foi observado que para as concentrações acima deste valor o lodo apresentou variação em sua estrutura gerando flocos pequenos e fracos mostrando crescimento pulverizado (Figura 4). No entanto, estas características não ocasionaram problemas de decantabilidade durante o período de operação dos reatores em todos os tratamentos testados.

A aplicação de TCS em reatores operados em fluxo contínuo apresentou características similares ao de fluxo intermitente. Foi observado que para concentrações maiores que 0,8 mg/L houve um aumento da dispersão do lodo e um aumento de protozoários livres (Figura 4). Estas características causaram problemas de decantabilidade do lodo no decantador secundário.

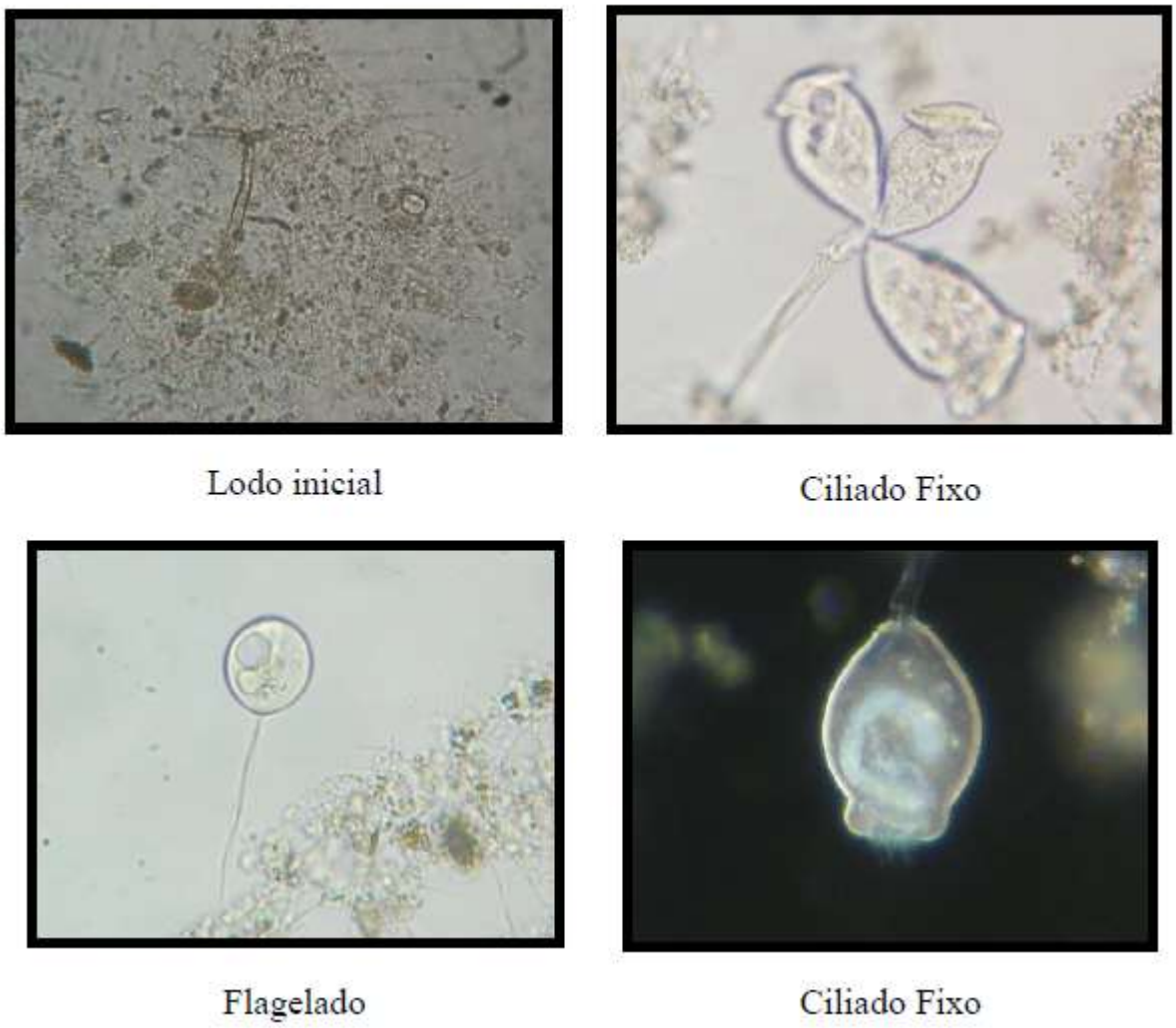


Figura 3 – Características do lodo (inicial).

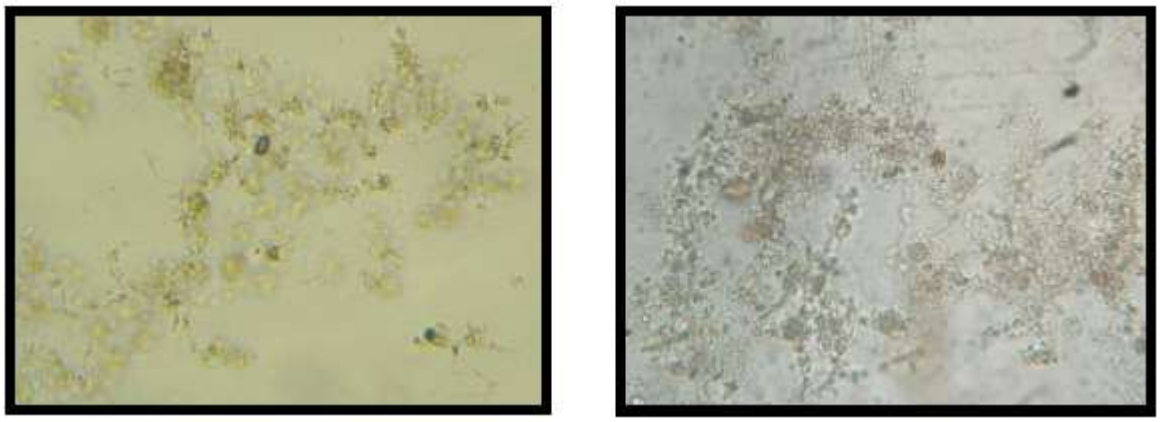


Figura 4 – Características do lodo, reator de fluxo intermitente (a), e fluxo contínuo (b) após tratamento com TCS em concentrações ≥ a 16 mg/L.

Foi observado durante os ensaios que tanto nos reatores operados em fluxo intermitente como contínuo ocorreram depósitos do TCS no fundo dos reatores quando foram aplicadas concentrações maiores que 32 mg/L. Este fato pode ser explicado devido à baixa solubilidade do TCS.

4.3. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS REATORES OPERADOS EM REGIME DE FLUXO INTERMITENTE COM APLICAÇÃO DO TCS.

Os reatores foram operados utilizando uma idade do lodo representando um sistema convencional com θc 5 dias a temperatura ambiente (20 a 25° C) obedecendo a um ciclo diário de 12 h com 5 etapas (Tabela 1). Para cada concentração utilizada de TCS (Tabela 3) foi utilizado um branco e os resultados comparados. Durante todo o período experimental foi observada uma pequena variação no pH e oxigênio dissolvido. O pH variou entre 6,0 a 5,5 e o oxigênio dissolvido entre 6,0 a 5,0 mg/L (valores médios).

A eficiência dos reatores na remoção de DQO foi de 87,3 % (valores médios) para todas as concentrações de TCS aplicadas. A análise dos dados mostra que não há diferença significativa na remoção da DQO entre as concentrações de TCS aplicada O controle apresentou uma remoção de DQO de 90,5 %. As concentrações ≥ a 16 mg/L foram as que apresentaram menores reduções com 85%. Os resultados indicam que a aplicação de TCS não apresenta influência na eficiência do processo quando os reatores foram operados em regime de fluxo intermitente. A Figura 5 apresenta os resultados obtidos durante os ensaios.

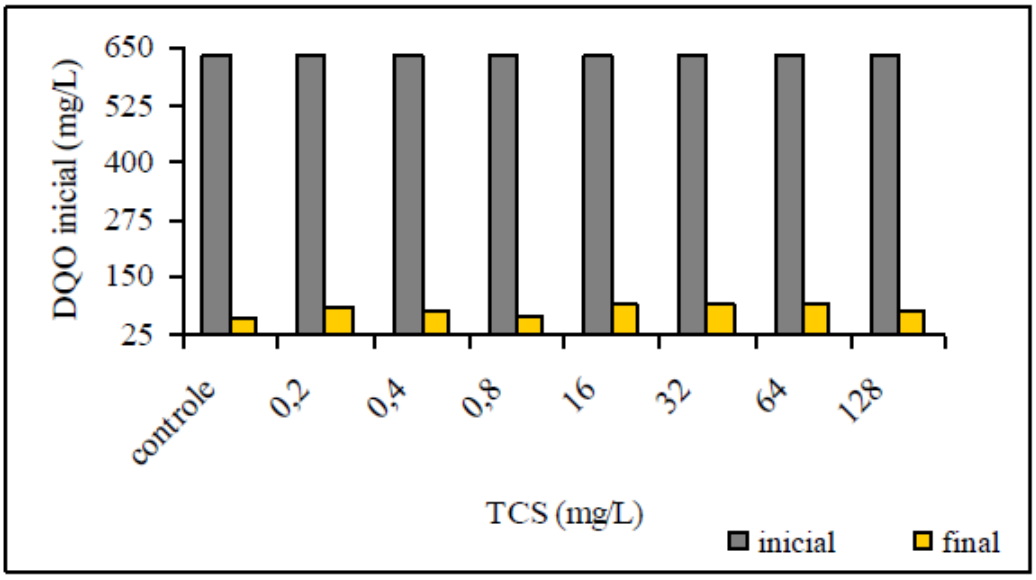


Figura 5 – Remoção de DQO nos reatores durante o período experimental. Concentração de TCS de 0,2 a 128 mg/L.

Em trabalhos anteriores (Chen et al., 2002; Ye & Li, 2005) utilizando TCS no controle do crescimento microbiano foi observada uma remoção de DQO na faixa de 95% com uma concentração de 0,5 mg/L e de 85% com uma concentração de 40 mg/L, respectivamente.

A Tabela 6 apresenta os dados referentes aos parâmetros estudados no comportamento do lodo ativado operados em reatores de fluxo intermitente em regime convencional (c5) com aplicação de TCS em várias concentrações.

Os resultados observados da concentração de sólidos totais (ST) nos reatores, com e sem aplicação de TCS, mostram que a concentração de TCS mais efetiva foi de 0,2 mg/L com uma redução de sólidos de 46,7 % durante o período experimental (c5). Esta redução representa cerca de 50 % dos sólidos verificados no ensaio controle. As concentrações 0,4 e 0,8mg/L apresentaram remoção média de 35 % de sólidos após 5 dias, o que representa uma redução de 10 % se comparada ao controle. Concentrações de TCS entre 16 e 32 mg/L, incorreram em reduções inferiores (16,8 e 14,2 %, respectivamente). O ensaio controle apresentou uma redução de sólidos totais de 26,7 %.

A análise dos resultados da concentração de sólidos suspensos (SS) nos reatores operados com e sem a aplicação de TCS (Tabela 6), mostraram que, para concentrações de até 16mg/L do TCS ocorreu redução na concentração dos sólidos suspensos nos reatores. As concentrações iniciais 0,2 e 0,4 foram a que apresentaram maiores valores de redução de SS sendo de 39,1 e 27,6 respectivamente. O controle apresentou uma redução de SS de 44,6% Foi observado que a concentrações de TCS de 0,8 mg/L foi a que menos sofreu interferência deste produto durante o período experimental. A concentração de sólidos suspensos nesta dosagem foi de 44 %. Foi observado também que, quando foi utilizado maiores concentrações de TCS (32 a 128mg/L) ocorreu um aumento na concentração de sólidos suspensos nos reatores. Isto pode ser explicado pelo fato de que quanto maior a aplicação do TCS nos reatores, maior a desagregação dos flocos, observado através de análise microscópica (Figura 3). Os dados referentes à redução dos sólidos voláteis totais (SVT) podem ser observados na Tabela 6. A menor redução de SVT (52,1 %) foi obtida quando aplicada uma concentração de TCS de 0,2 mg/L. No entanto, esta redução não foi significativa se comparado com o reator controle, onde foi observada uma redução de 49,6 %. As demais concentrações de TCS promoveram um aumento na concentração de sólidos suspensos voláteis de 37 % em média. O aumento de SVT pode ser explicado pelo aumento da dissociação dos flocos do lodo com o aumento da concentração de TCS.

O comportamento dos sólidos suspensos voláteis durante indicam que com o aumento da concentração de TCS nos reatores ocorreu uma diminuição dos sólidos suspensos voláteis, sendo que o melhor resultado foi observado na concentração de 0,8 mg/L com uma redução de 53,1 %.

Quando foi aplicado o TCS em concentrações ≥ a 16 mg/L, o comportamento do lodo apresentou-se instável com grandes variações entre as amostragens. Concentrações de TCS menores que 0,2 e 0,4 mg/L mostraram uma redução SSV na ordem de 37,5 e 25 %, respectivamente. O controle apresentou uma redução de sólidos suspensos voláteis de 10 %. Os resultados de sólidos suspensos voláteis indicam que o TCS possui interferência no crescimento microbiano.

Os resultados do índice volumétrico do lodo (IVL) confirmam esta tendência da redução do lodo, pois quando foi aplicado aos reatores concentração de TCS de 16 mg/L ocorreu a máxima redução do IVL (73,7 %). Os dados mostram que quando aplicado concentrações de TCS maiores que 16 mg/L ocorre uma estabilização na redução do IVL. Pode ser observado também, que concentrações de TCS variando de 0,2 a 0,8 mg/L não foram suficientes para reduzir o IVL, indicando crescimento microbiano durante o período de reação. O controle apresentou um aumento significativo do IVL durante o período experimental. Durante este período foi necessário realizar o descarte de lodo para atender a concentração de SSV estabelecida no planejamento experimental. O descarte de lodo ocorreu apenas no controle e nas menores concentrações de TCS (0,2 e 0,4 mg/L), quando o volume total de descarte foi de 300 mL para o controle e 200 mL para a concentração de 0,2 mg/L de TCS. Nas demais concentrações de TCS o descarte de lodo não foram necessários, e apenas foi retirado dos reatores o volume mínimo de 50 mL para a realização das análises.

Tabela 6. Resultados da série de sólidos dos reatores de fluxo intermitentes operados em regime convencional (c5) com aplicação de TCS nas concentrações de 0,2 a 128 mg/L. (I = Inicial; F = Final).

Parâmetro	Controle		0,2 mg/L		0,4 mg/L		0,8 mg/L		16 mg/L		32 mg/L		64 mg/L		128 mg/L	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
ST	3004	2204	3052	1627	3100	2045	3102	1882	2600	2345	2776	2432	2994	2123	3390	1903
SVT	2348	1183	2336	1119	2322	1483	2356	1453	2260	1565	2292	1342	2316	1598	2380	1234
SS	778	423	820	499	888	643	876	490	657	479	740	1031	734	689	1134	1123
SSV	122	110	104	65	110	82	130	61	30	17	42	45	62	23	128	21
IVL	321	827	243	601	225	233	228	204	432	114	337	96	340	145	220	89

ST= Sólidos Totais; **SVT**= Sólidos Voláteis Totais; **SS**= Sólidos Suspensos; **SSV**= Sólidos Suspensos Voláteis; **IVL**= Índice Volumétrico do Lodo.

4.4. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO CELULAR NOS REATORES DE FLUXO INTERMITENTE.

A avaliação do crescimento celular nos reatores operados em regime convencional (θ5), com e sem aplicação de TCS foi feita através de plaqueamento em meio PCA utilizando a técnica de tubos múltiplos. Os resultados observados podem se visualizados na Figura 6.

Os resultados da contagem das colônias em placas apresentam similaridade aos observados no IVL, onde pode ser observado que em concentrações de 0,2 a 0,6 mg/L de TCS ocorreu um aumento do número de células nos reatores. Concentrações de 0,8 a 128 mg/L de TCS causaram redução do número de microrganismos. Nestas concentrações, a redução de colônias quando comparadas ao controle foi de 30,5 % com 0,8 mg/L de TCS, 54,3 % com 16 mg/L, 55% com 32 mg/L, 58% com 64 mg/L e 73 % com 128 mg/L. Estes valores confirmam o efeito do TCS na atividade microbiana do lodo ativado.

Podemos concluir que para os reatores de fluxo intermitente operados de maneira convencional (θ5) as concentrações de TCS na faixa de 0,8 a 16 mg/L apresentaram de uma maneira geral os melhores resultados em relação à redução de lodo, sem o comprometimento do mesmo.

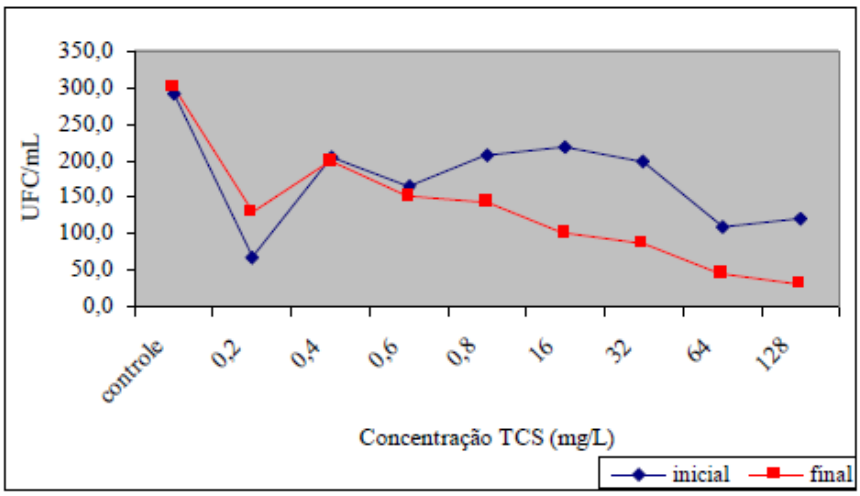


Figura 6 – Resultados da contagem de colônias (UFC/mL) nos reatores de fluxo intermitente operados em regime convencional (θ5), com e sem aplicação de TCS.

0,050,0100,0150,0200,0250,0300,0350,0controle0,20,40,6 0,8163264128Concentração TCS (mg/L)UFC/mLinicialfinal

4.5. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS REATORES OPERADOS EM REGIME DE FLUXO CONTÍNUO COM APLICAÇÃO DO TCS.

Os reatores foram operados utilizando uma idade do lodo representando um sistema convencional com θc 5 dias a temperatura ambiente (20 a 25 °C) em regime de trabalho de 24h. Para cada concentração utilizada de TCS (Tabela 4) foi utilizado um controle e os resultados comparados.

Durante todo o período experimental foi observada uma pequena variação no pH e oxigênio dissolvido. O pH variou entre 6,0 a 5,5 e o oxigênio dissolvido entre 6,0 a 5,0 (valores médios).

A eficiência de remoção média de DQO foi de 95 % para todas as concentrações de TCS aplicadas. O controle apresentou uma remoção de DQO de 91,6 %. A Figura 7 apresenta os resultados obtidos durante os ensaios. A Tabela 7 apresenta os dados referentes aos parâmetros estudados no comportamento do lodo ativado operados em reatores de fluxo contínuo em regime convencional (θc5) com aplicação de TCS em várias concentrações.

A análise dos resultados da concentração de sólidos suspensos nos reatores operados com e sem a aplicação de TCS (Tabela 7), mostrou que, para todas as concentrações do TCS utilizada ocorreu redução da concentração dos sólidos suspensos nos reatores. Foi observado que concentrações de TCS de 32 a 128 mg/L foram as que apresentaram melhores resultados com remoções maiores que 70% durante o período experimental. O reator controle apresentou uma remoção de sólidos suspensos de 13%. Embora tenha sido observada uma redução significativa de SS nos reatores quando foram utilizadas as maiores concentrações de TCS, o lodo apresentou maior dispersão de seus flocos dificultando sua sedimentação posterior. O mesmo fato pode ser observado com os reatores operados em fluxo intermitente.

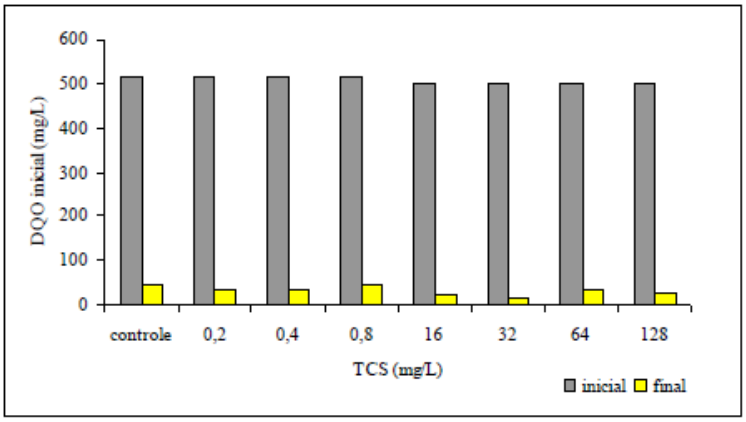


Figura 7. Remoção de DQO nos reatores durante o período experimental. Concentração de TCS variando de 0,2 a 128 mg/L.

O uso de concentrações de TCS entre 0,2 e 16 mg/L ocasionou menores reduções de SS, mas não foi observado problemas de sedimentação do lodo. As menores concentrações de TCS apresentaram uma redução de SS na ordem de 44 % quando comparadas ao controle.

Os resultados referentes à redução dos sólidos voláteis totais (SVT) podem ser observados na Tabela 7. A menor redução de SVT (52%) foi obtida quando aplicada uma concentração de TCS de 16 mg/L nos reatores. Concentrações inferiores a esta, não mostrou reduções significativas para este parâmetro, e concentrações maiores que 16 mg/L mostraram reduções médias de 32% quando comparado ao controle.

O comportamento dos sólidos suspensos voláteis durante o período experimental pode ser visualizado na Tabela 7. O gráfico indica que com o aumento da concentração de TCS nos reatores ocorreu uma diminuição dos sólidos suspensos voláteis, sendo que o melhor resultado foi observado na concentração de 128 mg/L com uma redução de 96%. Quando aplicado o TCS em concentrações ≥ 32 mg/L o comportamento do lodo foi instável, com grandes variações de sedimentabilidade.

O uso de concentrações entre 0,4 a 16 mg/L causaram uma redução média de SSV de 55% do lodo, sem causar interferência a este durante o período experimental. Os resultados de sólidos suspensos voláteis indicam que o TCS possui interferência no crescimento microbiano.

Os resultados do índice volumétrico do lodo (IVL) apresentados na Tabela 7 confirmam esta tendência, mostrando que concentrações ≥ 32 mg/L causaram uma redução média do índice volumétrico do lodo maior que 70%.

O gráfico mostra que nas concentrações 0,2 e 0,4 mg/L de TCS a redução do IVL não pode ser observada. Concentrações de 0,8 e 16 mg/L foram capazes de reduzir o IVL em 52 e 63%, respectivamente, sem causar interferência significativa na sedimentação do lodo. Podemos concluir que para os reatores de fluxo contínuo as concentrações de TCS na faixa de 0,8 a 16 mg/L apresentaram de uma maneira geral os melhores resultados em relação à redução de lodo.

Durante o período experimental foi necessário realizar o descarte de lodo para atender a concentração de SSV estabelecida no planejamento experimental. O descarte de lodo ocorreu no controle e nas menores concentrações de TCS (0,2 e 0,4 mg/L), e o volume total de descarte para ambas as situações foi de 200 mL. Para as demais concentrações de TCS não foi necessário o descarte de lodo, sendo apenas retirado dos reatores o volume mínimo de 50 mL para a realização das análises.

4.6. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO CELULAR NOS REATORES DE FLUXO CONTÍNUO.

A avaliação do crescimento celular nos reatores operados em regime de fluxo contínuo, com e sem aplicação de TCS foi avaliado através de plaqueamento em meio PCA utilizando a técnica de tubos múltiplos. Os resultados observados podem se visualizados na Figura 8.

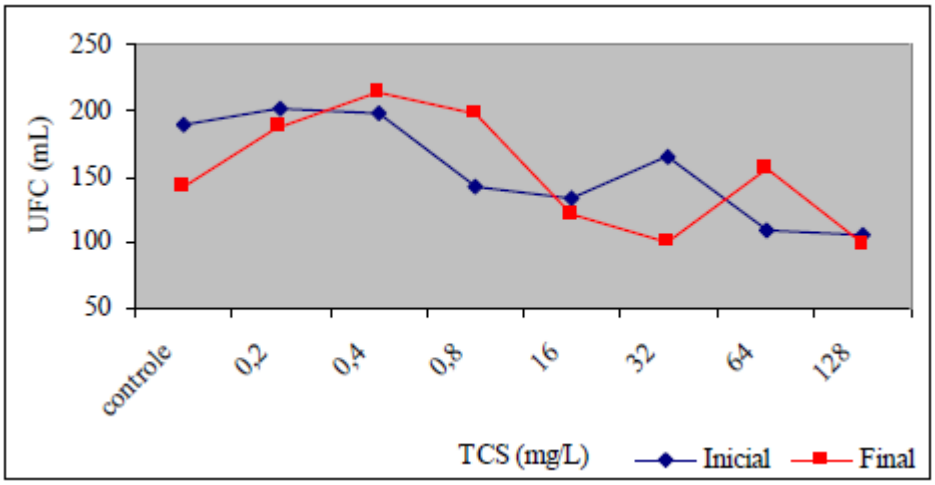


Figura 8 – Resultados da contagem de colônias (UFC/mL) nos reatores de fluxo contínuo, com e sem aplicação de TCS.

Os resultados da contagem celular estão de acordo com os resultados observados no IVL, onde em concentrações de 0,2 a 0,6 mg/L de TCS não foi observada redução da biomassa microbiana nos reatores. Com concentrações de 0,8 a 128 mg/L de TCS foram observadas reduções do lodo, que representaram 30,5 % quando utilizado 0,8 mg/L de TCS, 54,3 % com 16 mg/L, 55 % com 32 mg/L, 58% com 64 mg/L e 73% com 128 mg/L em relação ao controle.

Tabela 7. Resultados da série de sólidos dos reatores de fluxo intermitentes operados em regime convencional (□5) com aplicação de TCS nas concentrações de 0,2 a 128 mg/L. (I = Inicial; F = Final).

Parâmetro	Controle		0,2 mg/L		0,4 mg/L		0,8 mg/L		16 mg/L		32 mg/L		64 mg/L		128 mg/L	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
ST	2900	2790	2664	2445	2868	2595	2724	2435	2728	2344	3100	2213	3054	2100	1983	1345
SVT	2320	2294	2290	2134	2310	2268	2308	2123	2324	1112	2870	1972	2762	1768	1534	1100
SS	646	560	410	299	638	362	484	350	462	349	589	127	675	176	340	123
SSV	74	66	40	29	80	36	68	30	58	29	77	10	80	8	100	4
IVL	232	178	243	230	220	180	413	200	541	200	576	100	677	150	250	125

4.7 ANÁLISE DA COMUNIDADE MICROBIANA NOS REATORES DE FLUXO INTERMITENTE E CONTÍNUO POR TÉCNICA MOLECULAR (PCR-DGGE)

Para a análise da dinâmica da comunidade microbiana nos reatores foram selecionadas as melhores condições operacionais da aplicação de TCS.

Para a análise do efeito do TCS sobre a comunidade microbiana nos reatores de fluxo intermitente foi escolhida a concentração 16 mg/L, e nos reatores de fluxo contínuo a concentração de TCS foi de 32 mg/L. Os reatores foram operados nas mesmas condições dos ensaios anteriores. Para a avaliação das concentrações do TCS foi utilizado um reator sem aplicação de TCS (controle) para ambas as situações.

4.7.1. EXTRAÇÃO DO DNA GENÔMICO DAS AMOSTRAS DA COMUNIDADE MICROBIANA DOS REATORES DE FLUXO INTERMITENTE E CONTÍNUO.

A extração de DNA foi realizada como descrito no item 4.9.2 e quantificada em gel de agarose a 0,8%, 100V, 30 minutos. Os resultados desta análise podem ser visualizados na Figura 9. Também pode ser observado que o processo de extração de DNA mostrou-se eficiente tanto para o material genético extraído no início de operação como nas amostras finais de processo. Todas as extrações foram realizadas em triplicata.

4.8. ANALISE DA COMUNIDADE MICROBIANA NOS REATORES DE FLUXO INTERMITENTE E CONTÍNUO POR TÉCNICA MOLECULAR (PCR-DGGE)

O termo comunidade microbiana geralmente é utilizado para descrever o conjunto de espécies em um habitat. Em termos moleculares, está diversidade está relacionada com os diferentes tipos de seqüências de DNA encontradas no ambiente [77]. O objetivo do nosso experimento foi de avaliar a influência do TCS sobre a dinâmica da comunidade microbiana presente nos diferentes sistemas de tratamento (fluxo contínuo e intermitente) utilizando o gene RNAr 16S como marcador molecular, presente somente em células procarióticas. A escolha do RNAr 16S decorre do fato deste apresentar todas as características necessárias a um marcador molecular ideal: (i) distribuição universal, (ii) apresenta regiões conservadas assim como regiões variadas, o que torna possível o desenho de primers e sondas com diferentes níveis de especificidade, (iii) tem informação de sequência suficiente para inferência filogenética, (iv) está presente em grande número nas células, o que facilita sua detecção, e *(v)* estão disponíveis em grande número em bases de dados de livre acesso, permitindo análises comparativas robustas.

As análises da comunidade microbiana realizadas para os dois sistemas de tratamento podem ser visualizadas nas Figuras 10 e 11 a seguir.

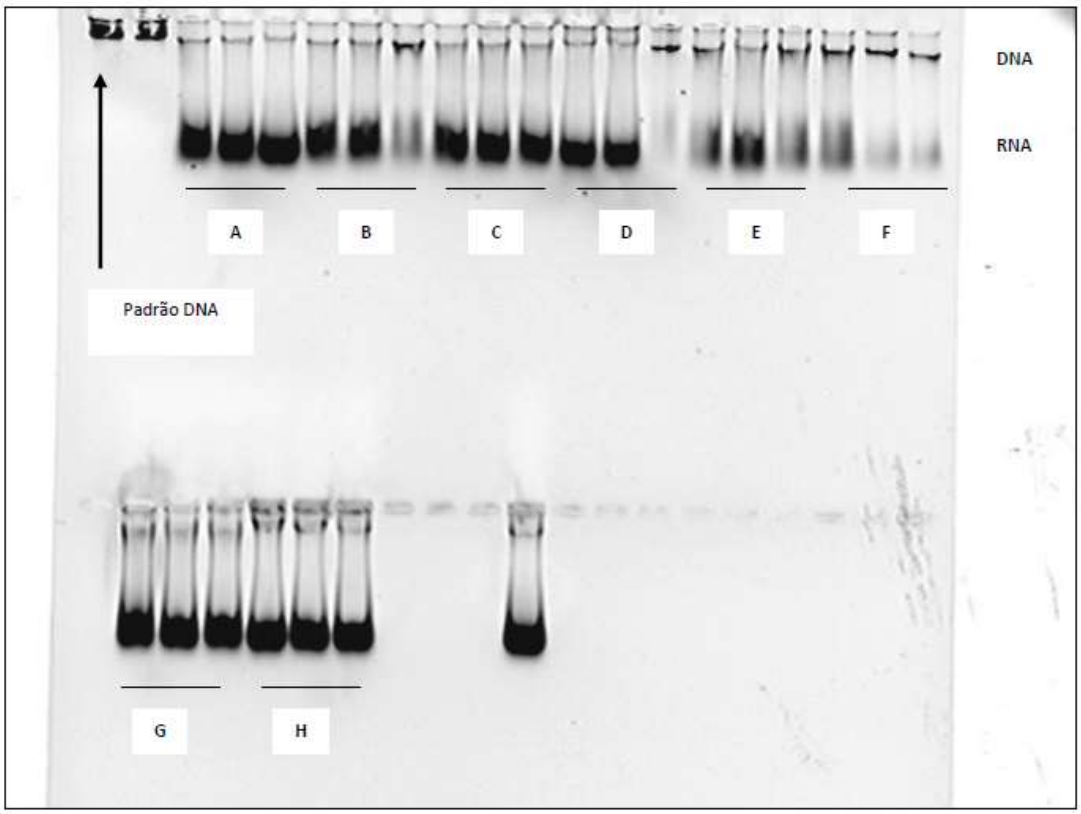


Figura 9. Gel de extração de DNA das amostras do lodo. A= Reator batelada inicio (TCS); B= Reator fluxo continuo inicio (TCS); C= Reator fluxo continuo final (TCS); D= Reator batelada controle final; E= Reator fluxo continuo controle inicial; F= Reator batelada controle inicial; G= Reator fluxo continuo controle final; H= Reator batelada final (TCS).

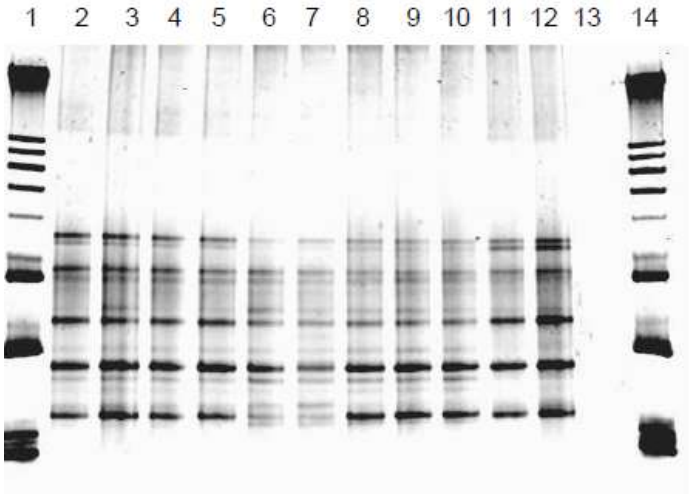


Figura 10 - Amostras de 1 a 4. Os números acima da placa correspondem 1 e 14 padrões, 2 a 4 amostras do reator de fluxo intermitente com aplicação de TCS inicial, 5 a 7 amostras do reator de fluxo contínuo com aplicação de TCS inicial, 8 a 10 são amostras do reator de fluxo contínuo com aplicação de TCS final, 11 a 13 são amostras do controle do reator de fluxo intermitente.

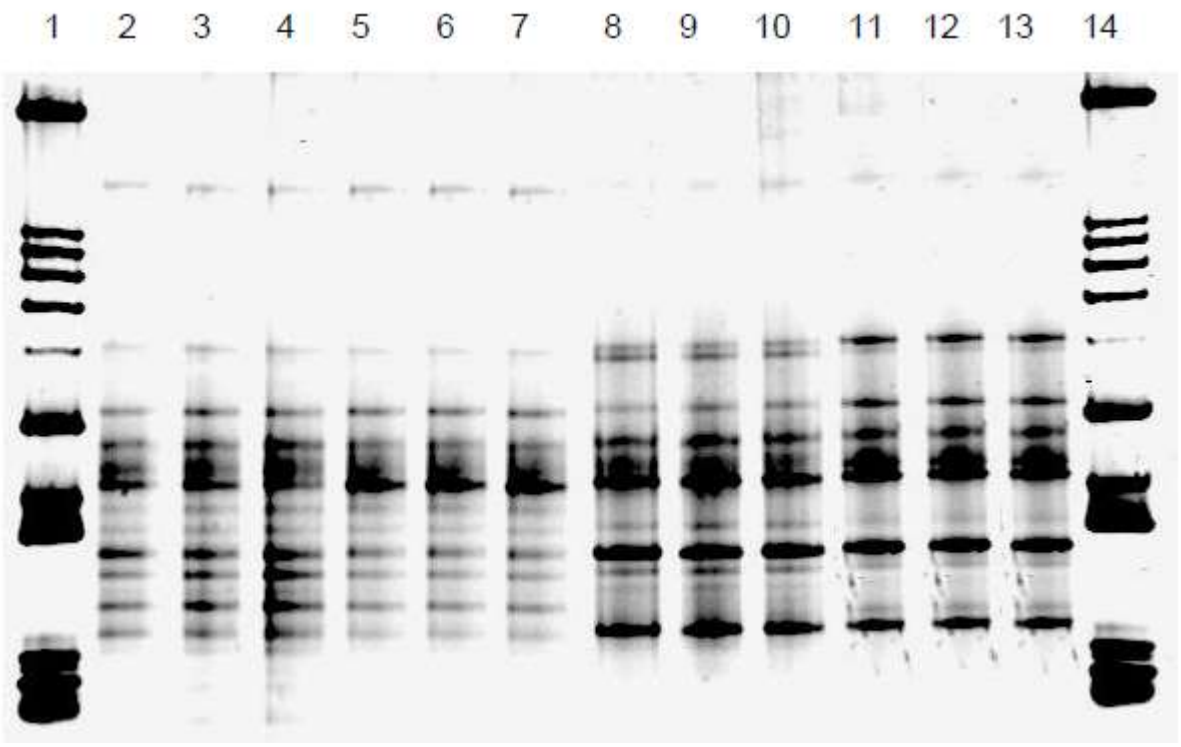


Figura 5 - Amostras de 5 a 8. Os números acima da placa correspondem 1 e 14 padrões, 2 a 4 amostras controle do reator de fluxo contínuo inicial, 5 a 7 amostras do reator de fluxo intermitente inicial, 8 a 10 amostras controle reator de fluxo contínuo final, 11 a 13 amostras reator de fluxo intermitente final com aplicação de TCS.

Para melhor visualização do efeito do tratamento utilizado o gel foi separado e organizado. As Figuras 12 a 15 ilustram este processo.

Figura 12 – Reator controle de fluxo intermitente. Inicial (6.1 a 6.3) e final (4.1 a 4.2).

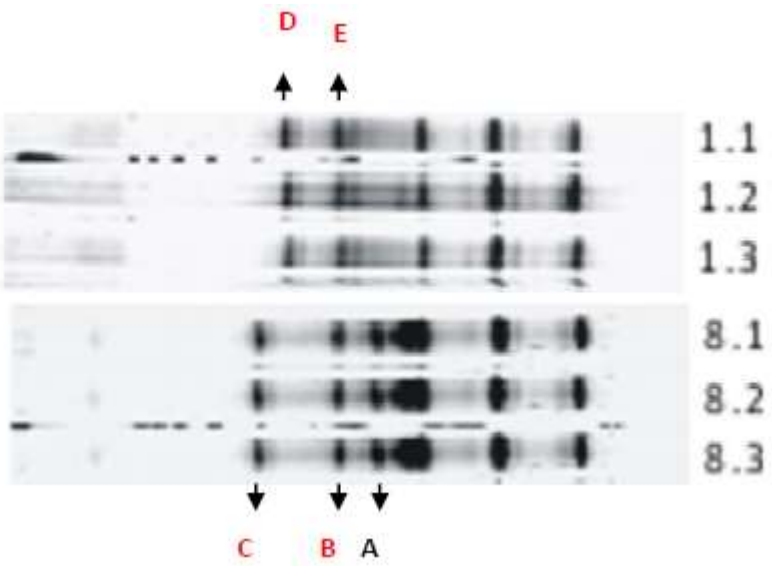


Figura 13 – Reator de fluxo intermitente com aplicação de TCS na concentração de 32 mg/L. Inicial (1.1 a 1.3), final (8.1 a 8.3).

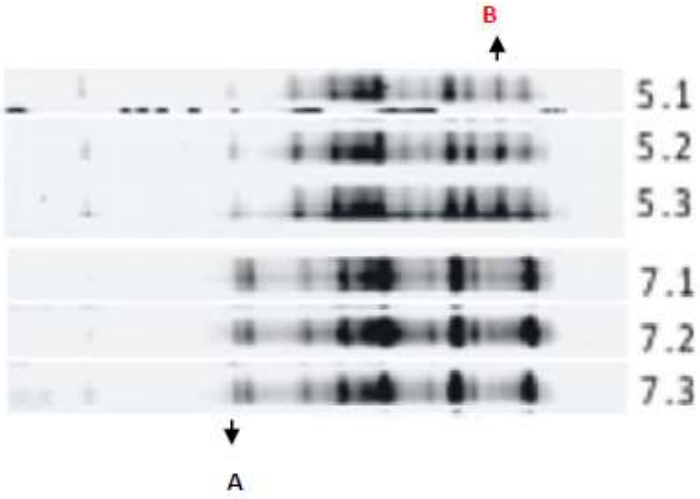


Figura 14 – Reator de fluxo contínuo controle. Inicial (5.1 a 5.3), final (7.1 a 7.3).

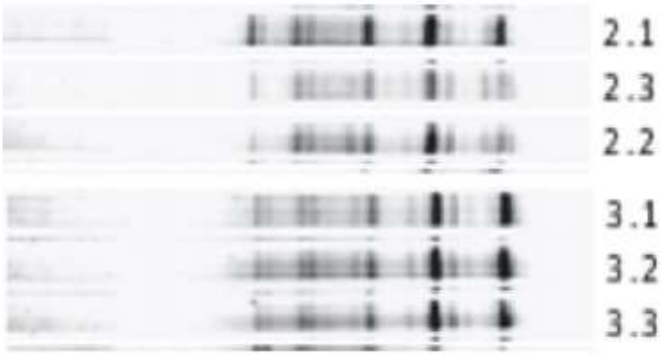


Figura 15 – Reator de fluxo contínuo com aplicação de TCS na concentração de 16 mg/L. Inicial (2.1 a 2.3), final (3.1 a 3.3).

Podemos observar pelas figuras acima que quando os reatores são operados com fluxo intermitente (Figura 12) sem aplicação de TCS, o próprio sistema induz uma redução do número de bactérias no processo. Quando estes reatores foram submetidos à operação com a adição de TCS foi verificado o aparecimento de algumas bandas (A, B e C, Figura 13) e o desaparecimento de outras (D e E, Figura 13) após 5 dias de operação do reator. Isto sugere que houve a seleção de alguns componentes da comunidade, que estavam anteriormente presentes na comunidade em uma baixa concentração, não detectável pelo DGGE, e que provavelmente são tolerantes às concentrações de TCS utilizadas e/ou capazes de utilizá-lo como fonte de energia.

Quando os reatores foram operados em regime de fluxo contínuo sem o TCS (controle) (Figura 14), novamente foi observado que o próprio sistema induziu uma alteração do perfil de bactérias no processo. Neste caso, pudemos observar o aparecimento de uma banda (A, Figura 14) e o desaparecimento de outra (B, Figura 15). Já no reator em que foi aplicado o TCS (Figura 15), não foram observadas diferenças na comunidade microbiana ao longo dos 5 dias de operação, indicando que neste processo o TCS não apresentou toxicidade aos microrganismos do lodo na concentração utilizada.

5. CONCLUSÕES

A aplicação do 3,3,4,5-tetraclorosalicilanida (TCS) como um desacoplador metabólico para redução do crescimento microbiano em processo piloto de lodo ativado mostram que concentrações de TCS superiores a 32 mg/L aplicados em reatores de fluxo intermitente e contínuo apresentaram problemas de desagregação dos flocos e má decantabilidade do lodo. Baixas concentrações de TCS (0,2 e 0,4 mg/L) não causaram reduções significativas na produção de lodo quando comparado ao controle. Os resultados mostraram que a melhor concentração de TCS aplicada nos reatores de fluxo intermitente foi de 16 mg/L como uma redução de SSV de 37%, IVL de 73% e UFC de 55%, e que para os reatores operados em regime de fluxo contínuo esta concentração foi de 32 mg/L com reduções de SSV de 55%, IVL de 63% e UFC de 58%.

Os resultados da avaliação do TCS através de técnicas moleculares indicam que para as concentrações utilizadas de TCS 32mg/L nos reatores de fluxo intermitente e 16mg/L nos reatores de fluxo contínuo não apresentaram mudanças na comunidade microbiana.

Embora o TCS mostre ser um produto promissor para a redução global de lodo (50%) em plantas de tratamento de efluentes este deve ser melhor avaliado quanto sua ecotoxicidade antes de sua efetiva aplicação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Standard Methods for examination of water & wastewater 21st edition, 2005

Horan, N.J. Biological Wastewater Treatment Systems. Chichester, UK: Wiley, 1990.

Liu, Y. Chemically reduced excess sludge production in the activated sludge process. Chemosphere 50:1–7,2003.

Low EW, Chase HA Reducing production of excess biomass during wastewater treatment. Water Res 33:1119–1132, 1999a

Low E.W., Chase H.A. The effect of maintenance energy requirements on biomass production during wastewater treatment. Water Res 33:847–853, 1999b.

Wei Y.S., Van Houten R.T., Borger A.R., Eikelboom D.H., Fan Y.B. Minimization of excess sludge production for biological wastewater treatment. Water Res 37:4453–4467,2003.

Vazoller, Rosana Filomena; garcia, m a r; garcia junior, a d; conceicao neto, J. Microbiologia de lodos ativados. [S.l: s.n.], 1989.

1. Kepp, U.; Machenbach, I.; Weisz, N.; Solheim, O.E. Enhanced stabilisation of sewage sludge through thermal hydrolysis—three years of experience with a full scale plant. Water Sci Technol; 42(9): 89–96, 1999.

2. Barjenbruch, M.; Hoffmann, H.; Tranker, J. Minimizing of foaming in digesters by pre-treatment of the surplussludge. Water Sci Technol; 42(9): 235–42, 1999

3. Tanaka, S.; Kobayashi, T.; Kamiyama, K.; Bildan, M.L. Effects of thermochemical pre-treatment on the anaerobic digestion of waste activated sludge. Water Sci Technol; 36(8): 209–15, 1997.

4. Baier, U.; Schmidheiny, P. Enhanced anaerobic degradation of mechanically disintegrated sludge. Water Sci

Technol; 36(11):137–43, 1997.

5. Kopp, J.; Muller, J.; Dichtl, N.; Schwedes, J. Anaerobic digestion and dewatering characteristics of mechanically disintegrated excess sludge. Water Sci Technol; 36(11):129–36, 1997.

6. Camacho, P.; Geaugey, V.; Ginestet, P.; Paul, E. Feasibility study of mechanically disintegrated sludge and recycle in the activated-sludge process. Water Sci Technol; 46(10):97–104, 2002.

7. Nolasco, M.A; Campos, AL.O; Springer, AM.; Pires, E.C. Use of lysis and recycle to control excess sludge production in activated sludge treatment: bench scale study and effect of chlorinated organic compounds. Water Sci Technol; 46(10):55–61, 2002.

8. Tiehm, A.; Nickel, K.; Neis, U. The use of ultrasound to accelerate the anaerobic digestion of sewage sludge.

Water Sci Technol; 36(11):121–8, 1997.

9. Tiehm, A.; Nickel, K.; Zellhorn, Neis, U. Ultrasonic waste activated sludge disintegration for improving anaerobic stabilization. Water Res; 35(8):2003–9, 2001.

10. Chu, C.P.; Chang, B.V.; Liao, G.S.; Jean, D.S; Lee, D.J. Observation on changes in ultrasonically treated waste-activated sludge. Water Res;35(4): 1038–46, 2001.

11. Onyeche, T.I.; Schlafer, O.; Bormann, H.; Schroder, C.; Sievers, M. – Ultrasonic cell disruption of stabilized sludge with subsequent anaerobic digestion. Ultrasonics 40(1-8): 31-5, 2002.

12. Chu, C.P.; Feng, W.C.; Chang, B.V.; Chou, C.H.; Lee, D.J. Reduction of microbial density level in wastewater activated sludge via freezing and thawing. Water Res; 33(16):3532–5, 1999.

13. Guellil, A.; Boualam, M.; Quiquampoix, H.; Ginestet, P.; Audic, J.M.; Block, J.C. Hydrolysis of wastewater colloidal organic matter by extra-cellular enzymes extracted from activated sludge flocs. Water Sci Technol; 43(6):33–40, 2001.

14. Weemaes, M.; Grootaerd, H.; Simoens, F.; Huysmans, A.; Verstraete, W. Ozonation of sewage sludge prior to anaerobic digestion. Water Sci Technol; 42(9):175–8, 2000.

15. Weemaes, M.; Grootaerd, H.; Simoens, F.; Verstraete, W. Anaerobic digestion of ozonized biosolids. Water Res;34(8):2330–6, 2000.

16. Neyens, E.; Baeyens, J.; Weemaes, M.; De heyder, B. Pilotscale peroxidation (H2O2) of sewage sludge. J Hazard Mater; 98(1–3):91–106, 2003.

17. Shanableh, A. Production of useful organic matter from sludge using hydrothermal treatment. Water Res; 34(3):945–51, 2000.

18. Saiki, Y.; Imabayashi, S.; Iwabuchi, C.; Kitagawa, Y.; Okumura, Y.; Kawamura, H. Solubilization of excess activated sludge by self-digestion. Water Res; 33(8):1864–70, 1999.

19. Neyens, E.; Baeyens, J.; Weemaes, M.; De heyder, B. Hot acid hydrolysis as a potential treatment of thickened sewage sludge. J Hazard Mater; 98(1–3):275–93, 2003.

20. Neyens, E.; Baeyens, J.; Weemaes, M.; De heyder, B. – Alkaline thermal sludge hydrolysis. J. Hazard mater 97(1-3): 295-314, 2003.

21. Chiu, Y.C.; Chang, C.N.; Lin, J.G.; Huang, S.J. Alkaline and ultrasonic pretreatment of sludge before anaerobic digestion. Water Sci Technol; 36(11):155–62, 1997.

22. Yasui, H.; Shibata, M. An innovative approach to reduce excess sludge production in the activated sludge process. Water Sci Technol; 30(9):11–20, 1994.

23. Yasui, H.; Nakamura, K.; Sakuma, S.; Iwasaki, M.; Sakai, Y. A full-scale operation of a novel activated sludge process without excess sludge production. Water Sci Technol; 34(3-4):395–404, 1996.

24. Sakai Y, Fukase T, Yasui H, Shibata M. An activated sludge process without excess sludge production. Water Sci Technol 1997;36(11):163–70.

25. Kamiya, T.; Hirotsuji, J. New combined system of biological process and intermittent ozonation for advanced wastewater treatment. Water Sci Technol;38(8–9):145–53, 1998.

26. Egemen, E.; Corpening, J.; Padilla, J.; Brennan, R.; Nirmalakhandan, N. Evaluation of ozonation and cryptic growth for biosolids management in wastewater treatment. Water Sci Technol; 39(10–11):155–8, 1999.

27. Egemen, E.; Corpening, J.; Nirmalakhandan, N. Evaluation of an ozonation system for reduced waste sludge generation. Water Sci Technol; 44(2–3):445–52, 2001.

28. Deleris, S.; Geaugey, V.; Camacho, P.; Debellefontaine, H.; Paul, E. Minimization of sludge production in biological processes: an alternative solution for the problem of sludge disposal. Water Sci Technol;46(10):63–70, 2002.

29. Ahn, K.H.; Park, K.Y.; Maeng, S.K.; Hwang, J.H.; Lee, J.W.; Song, K.G.; Choi, S. Ozonation of wastewater sludge for reduction and recycling. Water Sci Technol; 46(10):71–7, 2002.

30. Chen, G.H.; Saby, S.; Djafer, M.; Mo, H.K. New approaches to minimize excess sludge in activated sludge systems. Water Sci Technol;44(10):203–8, 2001.

31. Saby, S.; Djafer, M.; Chen, G.H. Feasibility of using a chlorination stepto reduce excess sludge in activated sludge process. Water Res;36(3):656–66, 2002.

32. Canales, A.; Pareilleux, A.; Rols, J.; Goma, G.; Huyard, A. Decreased sludge production strategy for domestic wastewater treatment. Water Sci Technol;30(8):97–106, 1994.

33. Pasveer, A. Een vorm van slibvernietiging. Het oxylyseproces. H2O;4(25):580–8, 2001.

34. Rocher, M.; Goma, G.; Begue, AP.; Louvel, L.; Rols, J.L. Towards a reduction in excess sludge production in activated sludge processes: biomass physicochemical treatment and biodegradation. Appl Microbiol Biotechnol;51(6):883–90, 1999.

35. Rocher, M.; Roux, G.; Goma, G.; Begue, AP.; Louvel, L.; Rols, J.L. Excess sludge reduction in activated sludge processes by integrating biomass alkaline heat treatment. Water Sci Technol;44(2–3):437–44, 2001.

36. Abbassi, B.; Dullstein, S.; Rabiger, N. Minimization of excess sludge production by increase of oxygen concentration in activated sludge flocs: experimental and theoretical approach. Water Res;34(1):139–46, 2000.

37. Westgarth, W.C.; Sulzer, F.T.; Okun, D.A. Anaerobiosis in the activated sludge process. Proceedings of the Second IAWPRC Conference. Tokyo, pp. 43-55,1964.

38. Chudoba, P.; Morel, A.; Capdeville, B. The case of both energetic uncoupling and metabolic selection of microorganisms in the OSA activated sludge system. Environ Technol. 13:761-70 1992.

39. Ghiglizza, R.; Lodi, A.; Converti, A.; Nicolella, C.; Rovatti, M. Influence of the ratio of the initial substrate concentration to biomass concentration on the performance of a sequencing batch reactor. Bioprocess Eng. 14: 131-7 1996.

40. Copp, J.B.; Dold, P.L. Comparing sludge production under aerobic and anoxic conditions. Water Sci. Technol. 38: 285-94 1998.

41. Chen, G.H.; Yip, W.K.; Mo, H.K.; Liu, Y. Effect of sludge fasting and feasting on growth of activated sludge cultures. Water Res. 2000. (in press).

42. Chudoba, P.; Capdeville, B. A possible way towards reduction of waste sludge production. Sixth IAWPRC Conference on Design and Operation of Large Wastewater Treatment Plants. Prague, 1991.

43. Chudoba, P.; Chevalier, J.J.; Chang, J.; Capdeville, B. Effect of anaerobic stabilization of activated sludge on its production under batch conditions at various So/Xo ratios. Water Sci. Technol. 23:917-26, 1991.

44. Chudoba,, P.; Chudoba,, J.; Capdeville, B. The aspect of energetic uncoupling of microbial growth in the activated sludge process: OSA system. Water Sci. Technol. 26: (9-11), 2477-80, 1992.

45. Chudoba, P.; Capdeville, B. A possibile way towards reduction of waste sludge production. Sixth IAWPRC Conference on design and operations of large wastewater treatment plants. Prague, 1991.

46. Metcalf, Eddy. Wastewater Engineering: Treatment Disposal and Reuse. 3rd Ed. New York, USA: McGraw-Hill, 1991.

47. Bitton, G. Wastewater Microbiology. New York: Willey-Liss, 1994.

48. McWhirter, J.R. Oxygen and activated sludge process. In: McWhirter JR, editor. The Use of High-Purity Oxygen in the Activated Sludge Process. vol. 1. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 25-62, 1978.

49. Roques, H.; Capdeville, B.; Seropian, J.C.; Grigoropoulou, H. Oxygenation by hydrogen peroxide of the fixed biomass used in biological water treatment. Water Res: 18:103-10, 1984.

50. Abbassi, B.; Dullstein, S.; Rabiger, N. Minimization of excess sludge production by increase of oxygen concentration in activated sludge flocks: experimental and theoretical approach. Water Res. 34:139-46, 2000.

51. Boon, A.G.; Burgess, D.R. Treatment of crude sewage in two high-rate activated sludge plants operated in series. Water Pollut Control.; 74:382, 1974.

52. Nowak, G.; Brown, G.; Yee, A. Effects of feed pattern and dissolved oxygen on growth of filamentous bacteria. J Water Pollut Control Fed; 58:978-84, 1986.

53. Richard, M.; Hao, O.; Jenkins, D. Growth kinetics of Sphaerotilus species and their significance in activated sludge bulking. J Water Pollut Control Fed; 57:68-81,1985.

54. Benefield, L.D.; Randall, C.W. Biological Process Design for Wastewater Treatment. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.

55. Sherrard, J.H.; Schroeder, E.D. Cell yield and growth rate in activated sludge. J Water Pollut Control Fed; 45:1889, 1973.

56. Stall, T.R.; Sherrard, J.H. Effect of wastewater composition and cell residence time on phosphorus removal in activated sludge. J Water Pollut Control Fed; 48:307-22, 1976.

57. Wunderlich, R.; Barry, J.; Greenwood, D.; Carry, C. Start-up of a high-purity, oxygen-activated sludge system at the Los Angeles County Sanitation Districts' Joint Water Pollution Control Plant. J Water Pollut Control Fed;57:101-28,1985.

58. Ratsak, C.H.; Maarsen, K.A.; Kooijman, S.A.L. Effects of protozoa on carbon mineralization in activated sludge. Water Res 1996;30(1):1–12.

59. Ratsak, C.H.; Kooi, B.W.; van Verseveld, H.W. Biomass reduction and mineralization increase due to the ciliate Tetrahymena Pyriformis grazing on the bacterium Pseudomonas Fluorescens. Water Sci Technol 1994;29(7): 119–28.

60. Welander, T.; Lee, N.M. Minimization of sludge production in aerobic treatment by use of predators. The Second International Symposium on Environmental Biotechnology, 4–6 July 1994, Brighton, UK, 1994.

61. Lee, N.M.; Welander, T. Reducing sludge production in aerobic wastewater treatment through manipulation of the ecosystem. Water Res 1996;30(8):1781–90.

62. Lee, N.M.; Welander, T. Use of protozoa and metazoa for decreasing sludge production in aerobic wastewater treatment. Biotechnol Lett 1996;18(4):429–34.

63. Ghyoot, W. Membrane-assisted bioreactor for anaerobic sludge digestion and low sludge production in aerobic wastewater treatment. PhD thesis. Unversity of Gent, Belgium, 1998.

64. Ghyoot, W.; Verstraete, W. Reduced sludge production in a two-stage membrane-assisted bioreactor. Water Res 2000;34(1):205–15.

65. Lapinski, J.; Tunnacliffe, A. Reduction of suspended biomass in municipal wastewater using bdelloid rotifers. Water Res 2003;37(9):2027–34.

66. Ratsak, C.H.; Kooijman, S.A.L.M.; Kooi, B.W. Modelling the growth of an oligochaete on activated sludge. Water Res 1993;27(5):739–47.

69. Rensink, J.H.; Rulkens, W.H. Using metazoa to reduce sludge production. Water Sci Technol 1997;36(11): 171–9.

70. Learner, M.A. The distribution and ecology of the Naididae (Oligochaeta) which inhabit the filter-beds of sewage-works in Britain. Water Res 1979;13:1291–9.

71. Ratsak, C.H. Grazer induced sludge reduction in wastewater treatment. PhD thesis, Vrije University, The Netherlands, 1994.

72. Ratsak, C.H. Effects of Nais elinguis on the performance of an activated sludge plant. Hydrobiologia 2001; 463:217–22.

73. Rensink, J.H.; Corstanje, R.; van der Pal, J.H. A new approach to sludge reduction by metazoa. 10th European Sewage and Reuse Symposium, IFAT 1996, Munchen, 1996. p. 339–64.

74. Janssen, P.M.J.; Rulkens, W.H.; Rensink, J.H.; van der Poest, H.F. The potential for metazoa in biological wastewater treatment. WQI, September/October, 1998. p. 25–27.

75. Zhang, S. Polluted water treatment by the combining processes of membrane separation and biodegradation. PhD thesis, Research Centre for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, China, 2000.

76. Eikelboom, D.H.; Borger, A.R.; van Houten, R.T. Reductie zuiveringsslib door borstelwormen. Fase 1: Laboratoriumonderzoek. TNO-rapport, The Netherlands, 2001.

77. Òvreas, L., Forney, L., Daae, F.L. and Torsvik, V. Distribution of bacterioplankton in meromictic lake Saelevannet, as determined by denaturing gradient gel electrophoresis of PCR-amplied gene fragments coding for 16S rRNA. Appl. Environ. Microbiol. 63, 3367-3373, 1997.

Capítulo 23

10.37423/220205334

MAPEAMENTO DA COBERTURA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM O USO DE INDICADORES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO REGINALDO EM MACEIÓ/AL

Jakson José Silva dos Santos — *Secretaria de Educação de Alagoas*

José Roberto Nunes dos Santos — *Instituto Federal de Alagoas*

José Aparecido da Silva Gama — *Instituto Federal de Alagoas*

Yrapuan Fonseca de Lima — *Instituto Federal de Alagoas*

Fábio Maurício do Bomfim Calazans — *Instituto Federal de Alagoas*

Resumo: As condições de salubridade ambiental podem ser avaliadas através de índices e indicadores relacionados à prestação dos serviços de saneamento básico. A obtenção dos índices e indicadores depende das informações sobre a prestação desses serviços, mas nem sempre há informações adequadas para sua avaliação. Este trabalho propõe o mapeamento do Índice de Cobertura de água (Ica) para a bacia do Riacho Reginaldo em Maceió/AL, adaptando metodologias e informações disponíveis. Para o caso em estudo, duas fontes de informação foram analisadas: IBGE (censo 2010) e informações dos prestadores de serviços de saneamento básico em Maceió. O mapeamento realizado do indicador de abastecimento de água, aponta que na área estudada há problemas na prestação do serviço, com setores censitários com menos de 70% de atendimento da rede geral, apesar de haver cobertura de 100%. Esse resultado mostra que há divergências entre as fontes de informação, o que pode comprometer a ação do poder público na gestão do serviço.

Palavras-Chave – Indicador, Índice e Cobertura de Água.

INTRODUÇÃO

Os fatores ambientais têm dado novo enfoque ao estudo da saúde pública, uma vez que quase todos os aspectos do meio ambiente afetam a saúde; ou seja, há uma forte interdependência da saúde com os fatores ambientais, o que fez surgir a saúde ambiental como disciplina (BRILHANTE, 1999).

Quando se trata da manutenção da saúde do indivíduo é comum relacionar-se a mesma à qualidade do ambiente, sendo isto justificado pelo fato de doenças infecto-parasitárias serem frequentemente observadas em ambientes favoráveis às rotas de contaminação dos indivíduos (SALES, 2001).

A história do Brasil tem demonstrado incapacidade do Estado em promover condições materiais e sociais para uma vida digna da maioria da população. As condições de salubridade do meio têm sido afetadas pela ausência ou ineficiência do Estado neste importante item de promoção da saúde pública podendo-se citar alguns fatores que contribuíram para a insalubridade ambiental como: o processo de urbanização acelerado causado pela migração campo-cidade gerado pela busca de melhores condições de vida, implicando na ocupação de áreas sem qualquer planejamento habitacional; o descaso do poder público na promoção de políticas que viessem a proporcionar qualidade de vida à população; prioridade na implantação dos serviços básicos necessários à expansão industrial; empobrecimento dos trabalhadores urbanos em face da crise da economia nacional; a concentração de renda, com privilégio para parcela da população urbana do Sudeste do Brasil (DIAS, 2003).

Os aspectos socioeconômico-culturais são de fato relevantes, uma vez que a renda, o grau de escolaridade e a cultura da população estão diretamente ligados à escolha do local para moradia e aos hábitos e costumes domésticos, bem como ao grau de exigência da população quanto à salubridade do ambiente.

O acesso aos serviços de saneamento básico é um direito humano essencial. No entanto, o cenário global quanto a cobertura desses serviços é bem mais dramática, cerca de 2,6 bilhões de pessoas não dispõem de coleta e tratamento de esgoto e 900 milhões vivem sem acesso a fontes confiáveis de água potável (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020). No tocante a realidade brasileira verifica-se que do total de 56,6 milhões de domicílios (em 2019), 9 milhões não tinham acesso à rede de distribuição de água e 27,8 milhões não tinham acesso a rede coletora de esgoto (BRASIL, 2020).

As deficiências de acesso aos serviços de saneamento básico atingem principalmente as áreas de ocupação irregular ocupados por indivíduos de baixa renda e, atinge não mais apenas grandes cidades, mas também cidades médias como é caso de Maceió/AL, alguns pequenos municípios brasileiros

também estão vivenciando essa realidade. Frente a essa situação o poder público não tem sido eficiente em amenizar os problemas da população residentes nas áreas de ocupações irregulares, quanto dos danos ambientais causados por tal situação.

As demandas destas áreas populacionais não planejadas, serviços de infraestrutura urbana e social, são tratadas como emergenciais e as decisões para a implantação de ações visando atender essas demandas nem sempre levam em conta critérios de prioridade. Essa realidade decorre da carência de informações sistematizadas.

De acordo com Aravéchia Júnior (2010), da necessidade de provisão de informação de qualidade para guiar a tomada de decisões, surgiram desde o final da década dos 80, várias iniciativas de construção de índices e indicadores, a maior parte delas aplicadas à escala nacional. Tais iniciativas possuíam em comum o objetivo de fornecer subsídios à formulação de políticas, bem como monitorar e orientar a tomada de decisão por atores públicos e privados. Entre as categorias de indicadores que surgiram destacam: Indicadores de Sustentabilidade, Indicadores Ambientais, Índices de Qualidade da Água e os Índices de Sustentabilidade Urbana. Os referidos indicadores influenciaram no surgimento do ISA - Indicador de Salubridade Ambiental do Estado de São Paulo, desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento Ambiental (CONESAM).

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar e mapear índices/indicadores de cobertura de água na bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió/AL.

REVISÃO DE LITERATURA

A palavra indicador é originário do Latim *indicare,* cujo significado é destacar, descobrir, revelar algo ou estimar. Os indicadores são informações de caráter quantitativo resultante do cruzamento de pelo menos duas variáveis, podendo estas ser informações espaciais, temporais ou ambientais. Sua função é comunicar ou informar sobre o progresso em direção a uma determinada meta, além de identificar uma tendência ou fenômeno que não seja imediatamente detectável, sendo, portanto, inserido em uma cadeia de informações cuja base é formada por dados primários, compreendendo os índices integrados (BELLEN, 2006).

A ilustração do processo de composição de indicadores pode ser observada na figura 1.

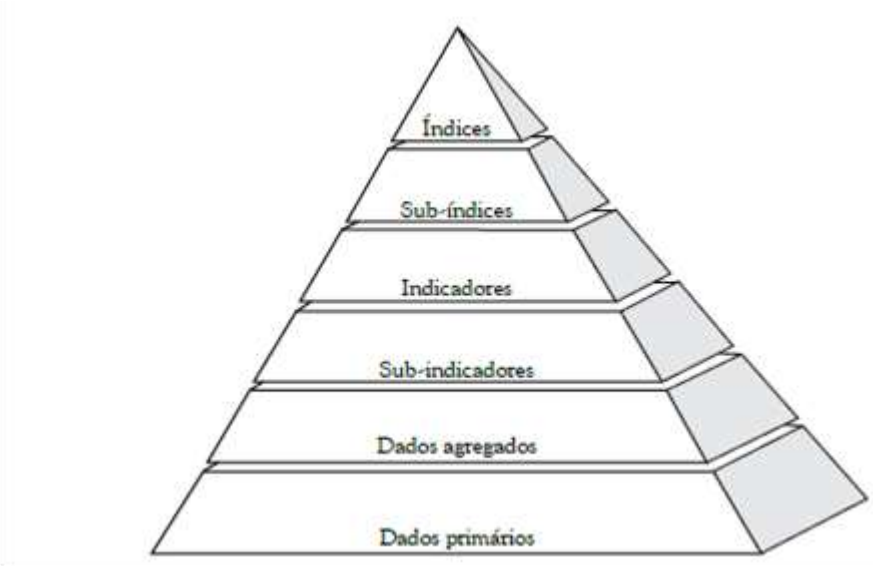


Figura 1 – Nível de agregação de dados para composição de indicadores. (Fonte: Siche, 2007 apud Shields et al 2002)

O fluxo da estrutura ou mudança de fenômeno é obtido por meio da integração das observações, dos dados e da estatística, os quais são responsáveis pelo surgimento e estruturação dos indicadores/índices em geral, representando o mais próximo possível da realidade estudada.

A escolha ou a utilização de indicadores exige a diferenciação de seus graus de importância ou a sua ponderação com o objetivo de sinalizar quais são aqueles prioritários para o alcance de metas definidas.

Segundo Hamilton (1996 apud Aravéchia Júnior, 2010), algumas questões devem ser observadas antes de se escolher os indicadores:

- Simplicidade: o indicador deve adotar uma metodologia simples, evitando que variáveis sejam confundidas ou que os resultados não sejam confiáveis;
- Nível de acessibilidade social: a base de dados deve estar aberta e acessível, evitando que utilização do indicador seja interrompida por falta de dados;
- Objetividade: o indicador necessita ser objetivo, fazendo com que seus resultados sejam eficazes;
- Flexibilidade: possibilidade de inclusão e retirada de varáveis sem que haja o comprometimento da metodologia do indicador;

- Relevância: o indicador visa atender e avaliar questões de interesse relevantes como saúde qualidade ambiental, entre outros;
- Base técnico-científica: deve ser objetiva;
- Mensurabilidade: seu resultado deve ser quantificável e objetivo;
- Qualidade dos dados: proveniente de fontes confiáveis e comprovadas;
- Comparabilidade com outros indicadores: os resultados devem constituir forma de comparação com resultados de outros indicadores.

Embora considerados modelos da realidade, os indicadores não podem ser confundidos com a própria realidade. Porém, devem ser analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia de mensuração. Eles são sinais referentes a eventos e sistemas complexos. São pedaços de informação que apontam para características dos sistemas, realçando o que está acontecendo. Os indicadores são utilizados para simplificar informações sobre fenômenos complexos e para tornar a comunicação sobre eles mais compreensível e quantificável (BELLEN, 2006).

Os indicadores foram desenvolvidos devido à necessidade de tratar a informação, na forma original ou "bruta", de modo a torná-la acessível, permitindo entender fenômenos complexos, tornando-os quantificáveis e compreensíveis de maneira que possam ser analisados, utilizados e transmitidos aos diversos níveis da sociedade, contribuindo com uma adequada planificação das políticas; e avançando na modernização institucional através da otimização do manejo das informações.

ÍNDICE E INDICADOR

Existe certa confusão sobre o significado de índice e indicador, onde muitas vezes são erroneamente utilizados como sinônimos. Segundo Bellen (2006), o indicador funciona como uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade. Esse mesmo autor também afirma que um indicador pode ser um dado individual ou um agregado de informações, sendo que um bom indicador deve conter os seguintes atributos: simples de entender; quantificação estatística e lógica coerente; e comunicar eficientemente o estado do fenômeno observado. Para Siche, (2007 apud Shields et al. 2002), um índice revela o estado de um sistema ou fenômeno, e o mesmo pode ser construído para analisar dados através da junção de elementos com relacionamentos estabelecidos.

Em uma análise superficial, índice e indicador possuem o mesmo significado. A diferença está em que um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive,

indicadores como variáveis que o compõem. Pode-se dizer também que um índice é simplesmente um indicador de alta categoria. É importante salientar que um índice pode se transformar num componente de outro índice.

Os indicadores devem ser os mais específicos possíveis à questão tratada; sensíveis a mudanças específicas nas condições de interesse; cientificamente confiáveis imparciais e representativos das condições de interesse, além de propiciar o máximo de benefício e utilidade. Em linhas gerais pode-se dizer que o índice expressa uma informação qualitativa, enquanto o indicador expressa informações quantitativa.

Os indicadores surgiram por volta de 1947, sendo os indicadores sociais os pioneiros e responsáveis pelo surgimento de outras categorias (Aravéchia Júnior 2010). Entre as categorias de indicadores que surgiram depois se destacam: Indicadores de Sustentabilidade, Indicadores Ambientais, Índices de Qualidade da Água e os Índices de Sustentabilidade Urbana. Os referidos indicadores influenciaram no surgimento do ISA - Indicador de Salubridade Ambiental, a metodologia ISA foi desenvolvida Piza & Gregori e a Câmara Técnica de Planejamento da Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo e aprovada pelo Conselho Estadual de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CONESAM) em 1999 visando estabelecer indicadores de salubridade ambiental para municípios daquele estado, com o objetivo geral de criar um mecanismo de mensuração eficiente para a definição de prioridades de investimentos em saneamento nos vários municípios paulistas.

PROCESSO METODOLÓGICO

A realidade estudada é a bacia hidrográfica urbana do Riacho do Reginaldo localizada na cidade de Maceió, capital de Alagoas, localidade semelhante a outras capitais brasileiras, que apresenta muitas carências para o atendimento da população com os serviços de saneamento básico.

No desenvolvimento do trabalho utilizou-se a pesquisa bibliográfica através de leituras de artigos, dissertações e teses relacionadas ao assunto indicador de salubridade ambiental, também foram utilizados os dados dos setores censitários do censo 2010 do IBGE sobre cobertura do abastecimento de água na área em estudo. Foram coletadas também informações sobre a cobertura do abastecimento de água junto a companhia de saneamento de Alagoas (CASAL), prestadora do referido serviço em Maceió, relativo aos anos de 2012 e 2013. De posse dos dados dessas duas fontes: IBGE e CASAL elaboraram-se mapas no software ArcGIS para representação e espacialização da cobertura de água na região estudada com os dados de cada fonte. O processo metodológico também seguiu como

base outros trabalhos sobre ISA desenvolvidos e aplicados em outras partes do País conforme descrição abaixo.

BASE METODOLÓGICA A SER ADAPTADA PARA O ISA-MACEIÓ

Antes da análise dos métodos de proposição dos ISA abordado sobre alguns conceitos a respeito de indicadores que estarão presentes no decorrer do trabalho, os quais são:

- **Índice ou indicador principal** - é o resultado da agregação dos indicadores secundários de natureza qualitativa;
- **Indicador secundário -** é um dos componentes do índice ou indicador principal e seu resultado é obtido a partir do cálculo das variáveis determinadas para representação do fenômeno abordado (por exemplo, Indicador de Abastecimento de Água);
- **Indicador terciário** - refere-se à variável que compõe o indicador secundário e é obtido por cálculo específico definido para o trabalho específico, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Exemplos dos diferentes tipos de indicador.

Índice/Indicador principal	Indicador secundário	Indicador terciário/variável
ISA/João Pessoa (ISA/JP)	Iab – indicador de abastecimento de água	Ica – indicador de cobertura de água
		Iqa – indicador de qualidade da água.

ÍNDICES E INDICADORES UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL

ISA/SP – Indicador de Salubridade Ambiental desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (CONESAN). Com a finalidade de atender os regulamentos da política estadual de saneamento no Estado de São Paulo o CONESAN desenvolveu o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), para verificar a eficácia do plano estadual de saneamento, o referido ISA é composto por seis indicadores relacionados ás áreas de saneamento ambiental, socio economia, saúde pública e recursos hídricos. O ISA/SP com seu conjunto de indicadores tem como objetivo verificar as condições de salubridade ambiental em nível municipal cuja composição se dá pelos indicadores de: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, riscos de recursos hídricos e indicador socioeconômico, os quais são calculados por meio de expressões com médias aritméticas ou ponderadas envolvendo as variáveis e a pontuação de cada indicador tem variação de 0 a100.

Essa experiência proposta pelo Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo foi pioneira na proposição de indicador de Salubridade Ambiental.

Esse indicador tem como finalidade quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário e seu cálculo é apresentado na equação (1).

$$Ica = Dua/Dut \times 100\%$$

No ISA/SP o indicador terciário de cobertura de abastecimento de água por domicílio (Ica) é obtido a partir de informações coletadas na prefeitura e na concessionária de abastecimento.

ISA/BH – Indicador de Salubridade Ambiental de Belo Horizonte proposto por Montenegro et al. (2001) para ser usado como a principal ferramenta para elaboração do diagnostico de salubridade ambiental no município de Belo Horizonte. O ISA/BH é composto por seis componentes ou índices setoriais, os quais são: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem, saúde e salubridade da habitação. O ISA/BH e seus indicadores agregados têm valores entre o e 100 e os coeficientes de ponderação devem ter obrigatoriamente soma unitária.

No ISA/BH o indicador terciário de atendimento de cobertura de água (Ica) é expresso pela porcentagem dos domicílios atendidos com ligação oficial de água da rede pública de distribuição em uma área considerada.

Os dados para composição desse indicador é obtido através da concessionária de água e da prefeitura. A formulação geral do ISA/BH é:

$$ISA = a.Iab + b.Ies + c.Irs + d.Idu + e.Iam + f.Ism \quad (1)$$

Onde: a, b, c, d, e, e f serão os pesos adotados para os indicadores componentes do ISA/BH que ficarão sob a responsabilidade dos membros de equipe multissetorial e multidisciplinar sobre a importância de cada componente na salubridade ambiental para a localidade.

ISA/JP – Indicador de Salubridade Ambiental para a cidade de João pessoa-PB, desenvolvido por Batista (2005) de acordo com o autor, o ISA/JP é uma adaptação do ISA/SP e tem como objetivo a análise intraurbana por setor censitário e bairros e servirá como uma contribuição para a gestão urbana com abordagem para o saneamento ambiental. Na formulação do ISA/JP Batista incorporou na formulação tradicional de ISA um novo indicador secundário o **Idu** – indicador de drenagem urbana que está presente no ISA/SP. Além da introdução do Idu Batista também desenvolveu um SIG (sistema de informação geográfica) para espacialização dos resultados.

O ISA/JP e seus indicadores agregados têm valores entre 0 (zero) e 100 e os coeficientes de ponderação tem soma unitária. A formulação do ISA/JP é:

$$ISA/JP = 0{,}25\ Iab + 0{,}20\ Ies + 0{,}20\ Irs + 0{,}10\ Icv + 0{,}10\ Irh + 0{,}10\ Idu + 0{,}05\ Ise \quad (3)$$

No ISA/JP abordado o indicador terciário de atendimento de cobertura de água (Ica) é expresso pela divisão dos domicílios atendidos com água da rede geral de distribuição pelo número de domicílios totais da área, multiplicado por 100 para encontrar o valor percentual.

$$Ica = Dua/Dut \times 100 \quad (4)$$

Os dados para composição desse indicador é obtido através dos setores censitários do censo 2000 IBGE.

INDICADOR DE COBERTURA DE ÁGUA PARA A BACIA DO RIACHO DO REGINALDO

De posse dos dados dos setores censitários contidos no censo 2010 (IBGE) procedeu-se aplicação deles na formulação baseada nos ISA estudados. A fórmula de cálculo é:

$$Ica = Dua/Dua \times 100 \quad (5)$$

Onde:

Dua = domicílios urbanos atendidos

Dut = domicílio urbanos totais

Os resultados obtidos de cada setor censitário foram especializados em mapa através de sistema de informação geográfica com utilização do software arcGIS**.**

LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO REGINALDO

A figura 02 apresentam o mapa do Estado de Alagoas e o mapa da cidade de Maceió (e em seguida é apresentado o mapa do zoneamento da área urbana de Maceió com a bacia do Riacho Reginaldo (figura 3).

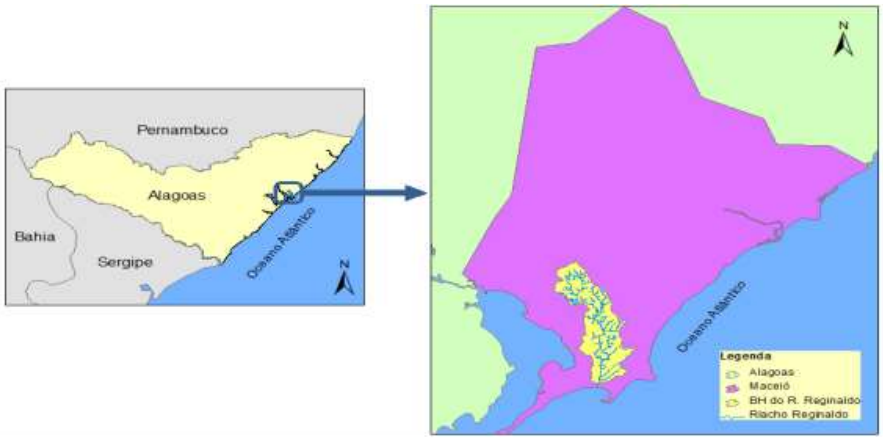


Figura 2 – Localização da bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo na cidade de Maceió (Fonte: Holz (2010)

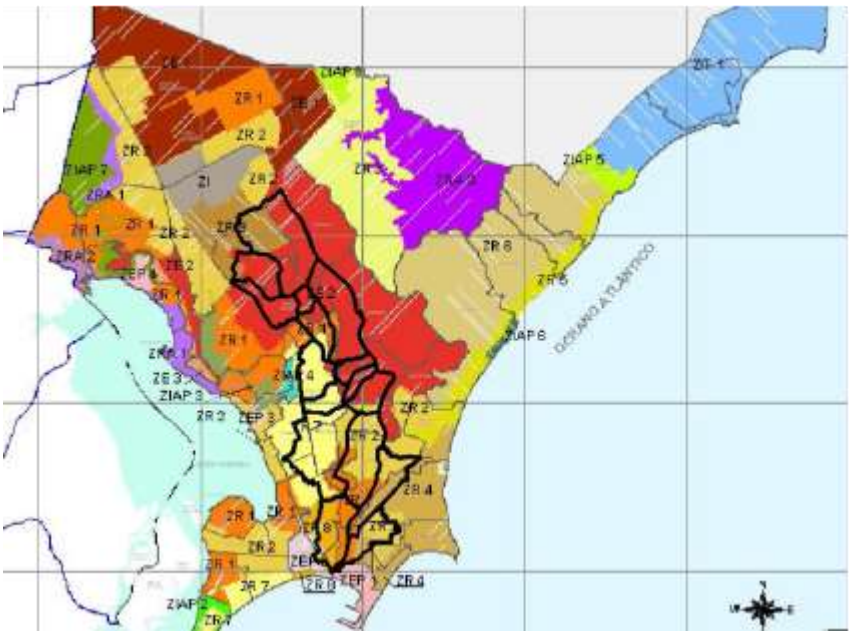


Figura 3 – Mapa do zoneamento da área urbana de Maceió com a bacia do Riacho reginaldo. (Fonte: Pedrosa - 2008)

ANÁLISES DOS RESULTADOS

Espacialização para o indicador de cobertura de água por rede geral para a bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo com dados do censo 2010 (IBGE), apresentada na figura 4.

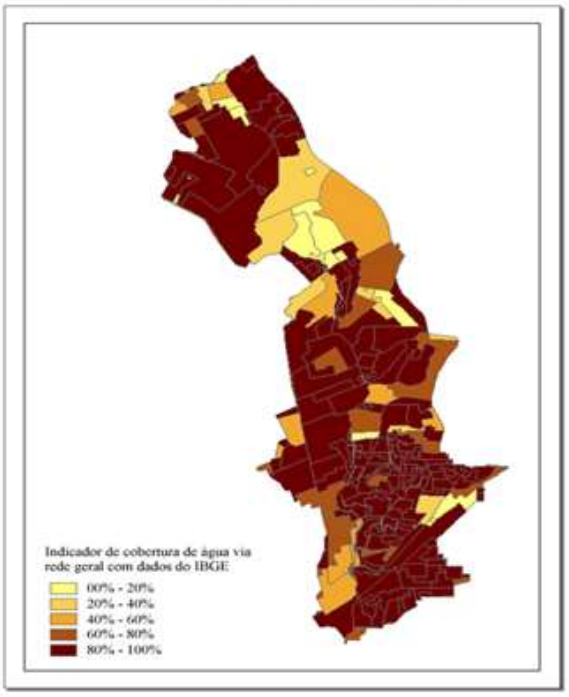


Figura 04 - Espacialização do indicador de cobertura de água na bacia do Reginaldo com dados do censo 2010 (IBGE

Na análise da referida figura pode-se observar que a maior parte da bacia tem cobertura entre 80 e 100%. Ao analisar os setores que apresentam cobertura entre 0 e 20%, verifica-se que são as áreas cujo domicílios não tem moradores e não apresentam dados no censo 2010 (IBGE). Os setores que apresentam resultados entre 20 a 40%, 40 a 60% e 60 a 80% se enquadram nesse percentual por utilizarem como fonte de abastecimento de água o poço artesiano. De acordo com relatos de alguns moradores que se enquadram nessa faixa, o motivo de opção por esse tipo de fonte de abastecimento de água é movido por razões econômicas, uma vez que a construção de poços artesianos barateia o consumo de água. No entanto o uso de água de fontes alternativas à rede geral não garante aos usuários parâmetros adequados de potabilidade, visto que os poços artesianos não apresentam o serviço de monitoramento de controle sanitário. Essa ausência de monitoramento da potabilidade dos poços pode colocar a saúde dos usuários em risco.

Conforme pode ser observado na figura 5 alguns setores da área em estudo apresentam deficiência em relação ao abastecimento de água quando considera-se o indicador terciário de cobertura de água, visto que nesses setores a acesso a água por parte dos moradores não está sendo feito de fontes com controle sanitário. O indicador terciário de cobertura de água é um dos itens para diagnosticar a salubridade ambiental por meio dos serviços de saneamento básico. Em função disso, a análise da saúde ambiental por meio desse indicador é uma análise parcial, mas que contribui para apresentação do estado de cobertura de água utilizado pelos moradores da região abordada e com base nessa informação pode-se relacionar essa situação com casos de morbidade na localidade.

Espacialização para a cobertura de água por rede geral para a bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo com dados do prestador de serviço, Companhia de Saneamento do estado de Alagoas (CASAL), apresentada na figura 5.

Figura 05 – Espacialização da cobertura de água na Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo

De acordo com a gerência de operação e produção da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) a cobertura de rede de distribuição de água na cidade de Maceió atinge aproximadamente 95%, na área da bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo, objeto de estudo, a cobertura de rede de distribuição de água é 100% atingindo inclusive as áreas de ocupação irregular da referida bacia. Assim, destaca-se que o uso de fontes de água alternativas por parte dos usuários é uma questão de opção (irregular, conforme a Lei 11.445/2007). Essa situação apresentada evidencia que os usuários de água da região em análise estão sujeitos a riscos relacionados ao uso da água, uma vez que não há controle efetivo de qualidade nessas fontes alternativas, em grande parte dos casos.

CONCLUSÃO

A aplicação do Ica – Indicador de Cobertura de água na área em estudo mostrou-se ser de grande utilidade para a avaliação parcial da salubridade ambiental, pois o acesso à água por rede geral permite maior controle de qualidade nos seus parâmetros de potabilidade. O acesso a abastecimento de água de outras fontes coloca em risco a saúde dos usuários, visto que elas não têm garantias de monitoramento e controle sanitário.

A aplicação do Ica demonstra também sua potencialidade como instrumento de conhecimento da realidade para a tomada de decisões pelo poder público e operacionalização de ações que conscientizem os usuários dos riscos que estão sujeitos quanto à salubridade por conta do acesso a abastecimento de água de fontes não adequadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAVÉCHIA JÚNIOR, J. C. Indicadores de Salubridade Ambiental (ISA) para a região Centro-Oeste: Um estudo de caso no Estado de Goiás. (Mestrado em planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, 2010.

BATISTA, M. E. M. SILVA, T. C. O Modelo ISA/JP – Indicador de Performance Para Diagnóstico do Saneamento Ambiental Urbano. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro/RJ, v. 11, nº 01, p. 62-71, jan./mar.2006.

CONESAN, Conselho Estadual de Saneamento - SP: Indicador de Salubridade Ambiental, ISA. Manual de Orientação Técnica, impresso e editado pela companhia de Saneamento básico do Estado de São Paulo (SABESP), 1999.

BELLEN, H. M. V. Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa. (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

DIAS, M. C. Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: Estudo em Salvador, Bahia. (Mestrado em Engenharia ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, 2003.

MONTENEGRO, M.H. F et al. ISA/BH: Uma proposta de diretrizes para construção de um Índice Municipal de Salubridade Ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA EAMBIENTAL, 21. João Pessoa, 2001. Anais, ABES,2001.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Disponível em: www.tratabrasi.org.br < Acesso em: 22 jun. de 2019.

Capítulo 24

10.37423/220205339

CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ ORIUNDAS DE ESTACAS ASSOCIADAS A FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Eliomara Carmo Pereira — *Universidade de Pernambuco Campus Petrolina*

Elaini Oliveira dos Santos Alves — *Universidade de Pernambuco Campus Petrolina*

Maryluce Albuquerque da Silva Campos — *Universidade de Pernambuco Campus Petrolina*

Resumo: A goiabeira vem sendo cultivada na área de fruticultura irrigada, no Vale do Submédio São Francisco. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) formam associação simbiótica mutualística com a maioria das plantas terrestres. Nesta associação o fungo cede nutrientes do solo para a planta, enquanto o vegetal disponibiliza fotossintatos para o fungo. Desta forma, estes fungos proporcionam maior crescimento para as plantas, sendo comprovado este benefício em goiabeiras, no entanto, não se sabe se esta melhoria no crescimento já se evidencia aos 45 dias, em mudas oriundas de estacas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, aos 45 dias, de mudas de goiabeira (*Psidium Guajava* L. cv. ‘Paluma’) micorrizadas, derivadas de estacas. O experimento foi conduzido no telado da UPE Campus Petrolina. Os tratamentos aplicados às estacas foram: tratamento controle, sem FMA, inoculados com *Acaulospora longula* ou inoculados com *Gigaspora albida*. O experimento foi dirigido com delineamento experimental inteiramente casualizado, em 12 repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. Foram avaliados aos 45 dias: altura, número de folhas e diâmetro do caule. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas por Tukey (5%). As variáveis de crescimento avaliados não diferiram entre os tratamentos, sendo similares entre os tratamentos inoculados com FMA e o controle. Aos 45 dias de cultivo, os fungos micorrízicos arbusculares não beneficiam o crescimento de mudas de goiabeira cultivar Paluma, oriundas de estaca.

Palavras-chave: Glomeromycota; goiabeira; Micorrizas.

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae, sendo originaria da América tropical (OLIVEIRA et al., 2012). Este vegetal produz fruto conhecido como goiaba. Segundo Pereira e Nachtigal (2003), do ponto de vista nutricional, a goiaba apresenta altos teores de vitaminas A e C e teores satisfatórios de vitaminas do complexo B, principalmente tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina, sendo, desta forma, considerada uma fruta com bons teores nutricionais.

No vale do Submédio São Francisco (Pernambuco e Bahia), a fruticultura irrigada se destaca na produção para o mercado nacional e internacional. Dentre as fruteiras cultivadas, encontra-se a goiabeira. Esta pode ser propagada por meio de sementes, micropropagação ou estacas, sendo esta última a forma mais utilizada na região.

As plantas conseguem estabelecer relações com determinados grupos de fungos presentes no solo, esse acontecimento é um fenômeno comum na natureza, chamado de micorrizas (MATOS et al., 1999). Existem vários tipos de micorrizas, com destaque para as micorrizas arbusculares, formadas pelos fungos micorrízicos arbusculares (FMA), que ocorre com a maioria das espécies vegetais. Na simbiose é possível obter diversos benefícios nutricionais, pois a hifa externa destes fungos podem fornecer 80% do fósforo, 25% do nitrogênio, 10% do potássio, 25% do zinco e 60% do cobre para as plantas que em troca cede nutrientes para o fungo (HOFFMANN; LUCENA, 2006).

De modo geral, a associação com FMA beneficia o crescimento das plantas, bem como a tolerância a estresses bióticos e abióticos. Estes benefícios podem ser observados em pouco tempo de inoculação (SILVA et al., 2004). Em goiabeira, os benefícios oriundos da associação com FMA são conhecidos, no entanto, em relação a estacas, não se sabe se com 45 dias estes benefícios já são evidentes (CAMPOS et al., 2013; SÁ et al., 2020). Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, aos 45 dias, de mudas de goiabeira (*Psidium Guajava L*. cv. 'Paluma') micorrizadas, derivadas de estacas.

METODOLOGIA

Preparo do substrato: o solo foi coletado em área de Caatinga e esterilizado em autoclave (121°C/30min/2dias consecutivos).

Condições experimentais: o experimento foi mantido em telado sob condições ambientais de luz, umidade e temperatura. As mudas foram irrigadas a cada dois dias com 100 mL de água.

Material vegetal: mudas de goiabeira, cultivar Paluma, provindas de estacas foram adquiridas na empresa São Francisco Mudas.

Preparo do inóculo de FMA: foram utilizados os isolados *Gigaspora albida* (UFPE 01) e *Acaulospora longula* (UFPE 21). Estes foram multiplicados utilizando *Panicum miliaceum* L. como hospedeiro.

Inoculação com FMA: as mudas foram inoculadas na região da raiz, com solo-inóculo contendo cerca de 200 esporos, no momento do transplantio destas mudas para sacos de polietileno preto, contendo 2 Kg do solo esterilizado.

Delineamento experimental: inteiramente casualizado em arranjo de 3 tratamentos de inoculação (inoculados com *G. albida* ou *A. longula* e controle, sem inoculação), em 12 repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

Avaliação do crescimento da planta: foram avaliados, aos 45 do transplantio, a altura, o número de folhas e o diâmetro do caule.

Análise estatística: Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Statistica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre os tratamentos (controle, *Gisgapora albida, Acaulospora longula*). A altura, o número de folhas e o diâmetro do caule foram similares entre os tratamentos, desta forma os tratamentos com FMA não diferiram do tratamento controle, sem FMA (Tabela 1). Segundo Souza et al. (2009), o método de propagação oriunda de estaca apresenta uniformidade genética, como visualizado no presente experimento.

Tabela 1. Variáveis de crescimento de goiabeiras oriundas de estacas, inoculadas ou não com fungos micorrízicos arbusculares, e mantidas durante 45 dias em telado

Tratamentos	Altura (cm)	N° de folhas	Diâmetro do caule (cm)
Controle	26,23 a	10 a	0,185 a
Acaulospora longula	27,86 a	11 a	0,173 a
Gigaspora albida	29,05 a	11 a	0,206 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey 5%

Campos et al. (2013) analisou a resposta de mudas de goiabeira inoculadas com diferentes espécies de FMA em solo infestado com nematoides, foram analisados os seguintes parâmetros: altura, número de folhas, diâmetro do caule, biomassa seca e fresca da parte aérea, biomassa fresca da raiz, área foliar. Os resultados obtidos mostraram que as plantas associadas a duas, das três espécies de FMA inoculadas, apresentaram maior crescimento.

Apesar de artigos mostrarem resultados positivos da inoculação de FMA em goiabeira (CAMPOS et al., 2013; SÁ et al., 2020), o presente trabalho não apresentou resultados significativos. O tempo de experimento, 45 dias, não foi suficiente para que as plantas associadas aos FMA tivessem maior crescimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aos 45 dias de cultivo, os fungos micorrízicos arbusculares não beneficiam o crescimento de mudas de goiabeira cultivar Paluma, oriundas de estaca.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento (edital SECTI/ PE 11/2018, processo APQ-0461-5.01/18). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio ao Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA), Universidade de Pernambuco, Brasil.

REFERÊNCIAS

CAMPOS M.A.S. et al. Responses of Guava plants to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi in soil infested with Meloidogyne enterolobii. Plant Pathology Journal, v. 29, n. 3, p. 242- 248, 2013.

HOFFMANN, L. V. & LUCENA, V. S. Para Entender Micorrizas Arbusculares. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 22 p.

MATOS, R.M.B.; SILVA, E.M.R.; LIMA, E. Fungos micorrízicos e nutrição de plantas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 1999, 36p.

OLIVEIRA, I. P. et al. Cultivo da goiabeira: do plantio ao manejo. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, v. 5, n. 4, 2012.

PEREIRA, F. M. & NACHTIGAL, J. C. Melhoramento da goiabeira. Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado. Viçosa: UFV, p. 53-78, 2003.

SÁ, C. S. B. & CAMPOS, M. A. S. Arbuscular mycorrhizal fungi decrease Meloidogyne enterolobii infection of guava seedlings. Journal of Helminthology, v. 94, p. 1- 5, 2020.

SILVA, M. A. et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro doce (Passiflora alata Curtis) associadas a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). Acta Botânica Brasílica, v. 18, n. 4, p. 981- 985, 2004.

SOUZA, O. P.; MANCIN, C. A.; MELO, B. Cultura da goiabeira. Núcleo de Estudo em Fruticultura no Cerrado, 2009.

Capítulo 25

10.37423/220205340

A CARACTERIZAÇÃO DE NASCENTES DA UNIDADE HIDROGRÁFICA DO RIACHO FUNDO COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO

Simone Jung Matos — *Brasília Ambiental*

Renata Machado Mongin — *Brasília Ambiental*

Patrícia Valls e Silva — *Brasília Ambiental*

Karine Karen Martins Santos Campos — *Brasília Ambiental*

Marina Lopes Ribeiro — *Brasília Ambiental*

Resumo: O levantamento e caracterização das nascentes localizadas na Unidade Hidrográfica do Riacho Fundo (UH- Riacho Fundo) foi um Projeto elaborado pelo órgão ambiental do DF, Brasília Ambiental, com o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal - FAP/DF e com a contribuição de professores do Instituto Federal de Brasília - Campus Riacho Fundo e alunas e professor do mestrado em regulação e gestão de Recursos Hídricos Profágua. O projeto visou contribuir com a gestão, preservação, conservação e monitoramento das nascentes da região, através da avaliação da qualidade das águas e classificação do grau de vulnerabilidade desses corpos d'água. As áreas de nascentes são regiões sensíveis que contribuem para formação e manutenção dos cursos d'água, geralmente associadas a solos hidromórficos que têm como características reter a umidade na área que será liberada lentamente ao longo do ciclo hidrológico. Ter o conhecimento da localização, características e grau de vulnerabilidade desses pontos, irá auxiliar no processo de gestão através da identificação de áreas que exigem maior cuidado e priorizar as ações do órgão gestor. O trabalho teve como metodologia a catalogação das nascentes através de fichas, onde foram avaliadas informações como: declividade, percentual de vegetação remanescente, uso do solo e qualidade das águas. O levantamento das características de 27 nascentes localizadas no interior e nas áreas de amortecimento das Unidades de Conservação inseridas nas UH - Riacho Fundo foi executado in loco por meio de 10 vistorias técnicas. As informações coletadas eram anotadas em planilhas com campos pré-estabelecidos. Dados como declividade e percentual de vegetação eram confirmados por geoprocessamento. Para avaliação da qualidade da água foram determinados o número mais provável por 100 ml (NMP/100ml) de Escherichia Coli e Fósforo total por meio de análises laboratoriais das amostras de água. As informações foram pontuadas de forma que se obteve como resultado final dez nascentes com maior grau de vulnerabilidade. Além do diagnóstico, as áreas identificadas foram contempladas com placas educativas e informativas, colaborando para conscientizar e informar a população local das ações necessárias para conservação das nascentes. Houve ainda o cercamento de uma nascente, além da ampliação do viveiro localizado no Parque Ecológico e Vivencial do Riacho Fundo, onde serão produzidas as mudas para recuperação das nascentes levantadas. O processo de melhorias do viveiro contou com o apoio da comunidade local. Todas essas iniciativas corroboram com um dos fundamentos da Política de Recursos Hídricos do Distrito Federal, Lei Distrital n.º 2.725/2001 que dispõe que a comunidade deve ser permanentemente informada da situação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos e alvo de ação permanente de educação ambiental e de conscientização sobre a importância da preservação, da conservação e do uso racional dos recursos hídricos e também com as diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de

Recursos Hídricos, instituída pela Lei n° 9.433/1997, em especial a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.

Palavras-chave: monitoramento; qualidade da água; vulnerabilidade ambiental.

INTRODUÇÃO

O Ribeirão Riacho Fundo tem extensão de aproximadamente 13 km e tem suas principais nascentes no Parque Ecológico e Vivencial do Riacho Fundo. Além disso, tem como principais tributários os córregos Açudinho e Coqueiros, em sua margem direita, e os córregos Vicente Pires e Guará, na margem esquerda. Sua localização em relação ao Plano Piloto de Brasília se dá a oeste, porção territorial de maior densidade populacional do Distrito Federal (figura 01).

Figura 01: Poligonal em vermelho da Unidade Hidrográfica do Riacho Fundo. Fonte: Trabalho Disciplina Hidrologia ProfÁgua, 2019.

A área da bacia do Riacho Fundo é bastante antropizada, considerando a ocupação urbana, a supressão da vegetação nativa, especialmente com relação aos ecossistemas ripários e as práticas agrícolas convencionais, os quais contribuem para a alteração da qualidade de água. Tais atividades antrópicas potencializam o carreamento de material com grande potencial de modificação da qualidade das águas e dos ecossistemas naturais diretamente associados, com impacto também na vida útil do Lago Paranoá, devido ao processo de assoreamento (MENEZES, 2010; AGUIAR, 2015;

AQUINO et al., 2018). A expressiva carga de poluentes e esgotos sem tratamento neste manancial têm provocado, por exemplo, a proliferação de cianobactérias, popularmente conhecidas como algas azuis, que comprometem a balneabilidade e alguns usos múltiplos da água na foz do Riacho Fundo e em boa parte do braço sul do Lago Paranoá.

Além do próprio Lago Paranoá, merecem destaque os ambientes ripários dependentes da dinâmica das águas na região, tais como os brejos, veredas e campos úmidos, onde se desenvolvem diversas espécies de plantas e animais. Uma dessas espécies é o Pirá-Brasília (*Simpsonichthys boitonei*), que é uma espécie de peixe endêmica do Distrito Federal, com ocorrência natural na bacia do Riacho Fundo e na APA Gama e Cabeça de Veado, sendo, atualmente, considerada em risco de extinção conforme consta na lista de risco da *International Union for Conservation of Nature (*IUCN, 2020). Essa situação reforça, ainda mais, a necessidade de conservação de áreas naturais e recuperação de passivos que possam afetar negativamente os habitats desta espécie em particular, cuja presença representa a saúde ambiental dos ecossistemas nativos na bacia do Riacho Fundo. De maneira geral, na bacia hidrográfica do Riacho Fundo, estes ambientes naturais estão localizados em Unidades de Conservação, que desempenham função fundamental na conservação dos recursos naturais, e demandam atenção especial na elaboração e implantação de planos de manejo e na destinação de recursos de compensação ambiental e florestal, cujos benefícios podem agregar melhorias à prestação de serviços ambientais e sociais que essas Unidades desempenham.

O Projeto “Como Pode um Peixe Vivo”, de onde partiu a iniciativa para a proposta do presente projeto junto à FAP-DF, é um projeto desenvolvido pelo Brasília ambiental (IBRAM), órgão executor da política de meio ambiente e de recursos hídricos do Distrito Federal. Foram norteadores deste trabalho a mobilização da sociedade e o governo para uma atuação integrada em busca da revitalização deste importante manancial e dos ecossistemas associados, que abrigam uma vasta e rara biodiversidade, e necessitam ações imediatas para reversão do atual quadro de degradação e ameaça. Assim, foram propostos os seguintes objetivos específicos para o projeto: 1) Identificação e priorização das áreas de estudo dentro da bacia; 2) Definições dos critérios a serem avaliados em cada afloramento de água conforme planilha estabelecida pelo IBRAM constando as informações básicas a partir da caracterização do meio físico, biótico e socioeconômico levantadas em vistorias de campo; 3) Levantamento das informações por meio de trabalho de campo e análises da qualidade da água; 4) Definição de acordo com o levantamento de campo dos parâmetros que irão subsidiar a classificação dos afloramentos de água de forma a obter um fator que irá representar o grau de vulnerabilidade; 5)

Análise e classificações dos afloramentos de água levantados; 6) Confecção e instalação das placas educativas. As dez nascentes com maior índice de vulnerabilidade foram sinalizadas para que a sociedade tenha conhecimento da sua existência e da relevância para preservação visando à manutenção dos recursos hídricos da região.

Ao final do projeto, foram acrescentados mais dois objetivos específicos, conforme segue: 1) Execução de melhorias e ampliação do Viveiro de plantas do Parque Ecológico e Vivencial do Riacho Fundo e 2) Execução de cercamento de nascente.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o cumprimento dos objetivos estipulados no presente projeto, foram vistoriadas 27 nascentes, com o preenchimento do formulário de caracterização da área. Foram realizadas, também, coletas e análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água. Foram seguidas 5 etapas:

Na primeira etapa foi realizada a identificação das áreas alvos localizadas em Unidades de Conservação, parques ecológicos e áreas de amortecimento dentro da Unidade Hidrográfica do Riacho Fundo. Foram selecionadas 27 nascentes, tendo suas coordenadas registradas com GPS de navegação Garmin modelo 76Csx. Dessas, nove se localizavam na Área de Relevante Interesse Ecológico Granja do Ipê (ARIE- Granja do Ipê); seis no Parque Ecológico e Vivencial do Riacho Fundo, nove na área da cavalaria a montante do Parque Riacho Fundo (parte integrante da área de amortecimento do parque), uma no Parque Vivencial de Águas Claras; uma no parque do Guará e uma no Park Way. Na figura 02 encontram-se as nascentes espacializadas na Unidade Hidrográfica do Riacho Fundo:

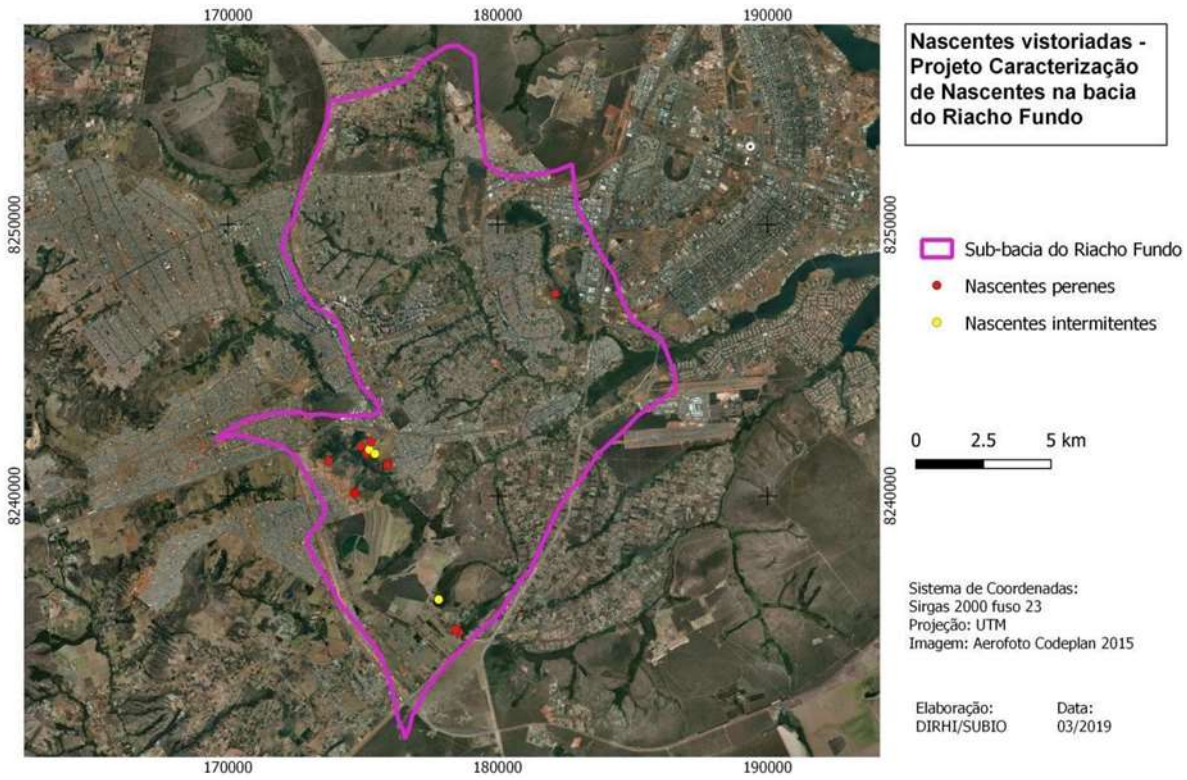


Figura 02: Nascentes na Unidade Hidrográfica do Riacho Fundo. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Após a definição das áreas os pesquisadores e profissionais envolvidos estabeleceram uma estratégia para avaliação dos fatores determinantes do grau de vulnerabilidade das nascentes.

A identificação da vulnerabilidade ainda não possui uma metodologia consagrada (CARRIJO,2005). Autores como Carrijo 2005 e Silva et.al. (2019) usaram como indicadores da vulnerabilidade ambiental os seguintes fatores: geologia, relevo, solo, declividade e uso e ocupação do solo para criar classes de vulnerabilidade. Já o estudo de GUIÇARDI, 2015 usou como metodologia para caracterização da vulnerabilidade ambiental os seguintes parâmetros: uso e ocupação do solo; declividade; solos; geologia e pluviosidade. Como se pode observar, os autores utilizam o uso e ocupação do solo e a declividade, associados a outros parâmetros, como fatores indicativos da fragilidade dos locais à degradação ambiental. Assim, para o presente projeto, optou-se por utilizar: declividade, uso e ocupação do solo, percentual de vegetação nativa e qualidade da água como forma de mensurar o grau de vulnerabilidade das nascentes.

Ao final desta segunda etapa foi elaborada uma tabela (tabela 1) com as principais informações que precisavam ser observadas nas vistorias de campo.

Na terceira etapa foram realizadas 10 vistorias técnicas, nas áreas selecionadas, para o levantamento das informações. A qualidade da água era aferida através de análises realizadas em loco e em laboratório. Os valores de turbidez, condutividade, cloreto, OD, pH e temperatura foram obtidos no local por meio da sonda multiparâmetros YSI, devidamente calibrada no laboratório antes das coletas de campo.

As informações sobre declividade, usos do solo, percentual de vegetação nativa eram observados em loco e preenchido em planilha a qual possuía campos com informações pré-estabelecidas para serem selecionadas. Conforme tabela 1:

Tabela 1: Informações pré-estabelecidas para caracterização das nascentes. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Caracterização do meio físico na APP da nascente e área de interferência direta – 100m (cem metros)	**Fator que irá representar o nível de preservação/ degradação da nascente, sendo classificada como: preservada; perturbada ou degradada**
Identificador:	
Coordenadas Geográficas/UTM em SIRGAS:	
Região Administrativa:	
Identificação do curso d'água contribuinte (bacia, unidade hidrográfica - Mapa Hidrográfico do DF 2016):	
Tipo de solo (montante):	
Sistema hidrológico poroso P1, P2 P3 P4	
Tipo de solo (local):	
Indicação das unidades de conservação e zoneamento de acordo com o Mapa Ambiental do DF (2014) e com o Plano de Manejo da unidade de conservação (caso já publicado):	
Indicação da zona do PDOT:	
Levantamento de principais espécies da fauna:	
Fitofisionomia	**OBSERVAÇÃO**
Levantamento das principais espécies nativas existentes	
Levantamento das espécies exóticas e invasoras:	
Indicação de regeneração natural	( ) presente ( ) ausente
Fitofisionomia predominante:	
Percentagem de vegetação nativa	( ) >50 ( )50 - 80 % ( )> 80%
Informações relevantes da área	**OBSERVAÇÃO**
Levantamento de processos erosivos ( ) sulcos ( ) ravinas ( ) voçorocas ( ) N/A	
Topografia: ( ) relevo plano ( ) suave ( ) ondulado	
Classificação dos afloramentos de água: ( ) perene ( ) intermitente ( ) pontual ( ) difusa	
( ) nascente ( ) olho d'água ( )vereda	
Indicação do perímetro encharcado no caso de veredas ou nascentes difusas	
Outra característica relevante:	
Caracterização socioeconômica e atividades antrópicas no raio de 50m (cinquenta metros) da nascente ou vereda e na área de interferência direta - 100m (cem metros):	**OBSERVAÇÃO**
Tipo de domínio: ( ) rural ( ) urbano ( ) Unidade de Conservação - Tipo:	

Usos do solo ( ) ocupação irregular ( )edificações ( ) plantio ( ) pecuária ( ) hortaliças ( ) Fruticultura ( )N/A	
Descrição das atividades que estão prejudicando o processo de preservação ou recuperação da nascente: ( ) resíduos sólidos ( ) mineração ( ) pisoteio de animais ( ) movimentação de solo ( ) captação da água ( ) Não ocorre ( ) Espécies invasoras ( ) Canalização	
Usos da água: ( ) consumo humano ( ) irrigação ( ) dessedentação de animais ( ) piscicultura ( ) lazer ( ) Não ocorre	
Existência de ( ) barramentos (estrada) ( ) poços na nascente ( ) bombeamento da água da nascente	
Existência de outorga da ADASA ( ) sim ( ) não	
Localização (montante, jusante da nascente) e tipo de fossa séptica:	
Outras atividades que estejam interferindo na preservação/recuperação da nascente:	

Na quarta etapa, foram realizadas em laboratório análises físico-químicas e microbiológicas, com determinação de fósforo total, nitrato, nitrogênio total e do quantitativo de coliformes totais e Escherichia coli. Os parâmetros físico-químicos avaliados refletem as características naturais e interferências antrópicas. As análises foram realizadas no laboratório do Centro Universitário de Brasília - UniCEUB, em parceria com o Brasília Ambiental - IBRAM.

Para a análise de coliformes o método aplicado - Colilert - consiste na quantificação dos coliformes totais e Escherichia coli presentes em uma dada amostra, através da mistura entre a amostra e o reagente patenteado, com posterior transferência da solução para uma cartela estéril (100 ml), a qual é selada e mantida incubada a 35±2ºC, durante 24h. Os resultados são obtidos pela relação de valores positivos entre os quadrados maiores e menores da cartela, com aqueles verificados na tabela padrão para o teste Colilert.

Para avaliação laboratorial dos parâmetros fósforo total, nitrato e nitrogênio total foram utilizadas métodos colorimétricos com a utilização do espectrofotômetro, na região de comprimentos de onda na região visível modelo DR2800, da marca HACH, com assistência de bloco digestor digital modelo DRB200, para abertura das amostras para análise de fósforo. A colorimetria consiste em um método quantitativo da química analítica baseada na Lei de Beer-Lambert. Trata-se de quantificar uma substância pela medida da absorção relativa de luz, referenciando-se na absorção de uma concentração conhecida. São métodos simples, que exigem uma quantidade reduzida de amostra.

Para a análise do nitrogênio total, foi aplicada a metodologia de Nessler. Para a análise de fósforo total foram utilizados conjuntos de reagente HACH TNT Plus. Já para nitrato, foram utilizados reagentes HACH Nitraver. Todos os reagentes estavam dentro da data de validade e, para cada ensaio, era realizado um ensaio em branco com água destilada.

Todas as amostras foram coletadas em campo, armazenadas em caixa térmica resfriada com gelo ou gelo reutilizável. As amostras para análises colorimétricas foram imediatamente encaminhadas ao laboratório e o ensaio era iniciado, as amostras para ensaios colorimétricos foram armazenadas em geladeira em temperatura de 6º C e analisadas no dia seguinte.

Na quinta etapa os dados foram lançados e os resultados calculados por meio de planilha eletrônica. Foi estabelecida uma nota para cada atributo conforme tabela 02. Quanto maior a nota, maior contribuição para a vulnerabilidade da nascente.

Para avaliação da qualidade da água foram escolhidos como indicadores os parâmetros Escherichia Coli e fósforo total. Estes parâmetros foram os que apresentaram maior variabilidade dos dados.

A detecção de bactérias do grupo Escherichia coli (E. coli) é um importante indicador de contaminação fecal nas águas, visto que bactérias Escherichia são comuns na microbiota intestinal do homem (SOUTO et.al, 2015). O fósforo total é um forte indicador de contaminação por resíduos orgânicos e fertilizantes. Os dois indicadores escolhidos representam alterações que podem ocorrer nas características das águas devido interferências do meio rural (fertilizantes) e urbano (efluentes domésticos).

Tabela 2: Fatores determinantes do grau de vulnerabilidade das nascentes. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

	NOTA 0	**NOTA 1**	**NOTA 2**
Declividade	Plano 0 - 8%	Ondulado 8 - 20%	Forte Ondulado > 20%
Cobertura total de vegetação	100 - 80%	80 - 50%	< 50%
Resíduos Sólidos	Ausente	poucos	Presente em quantidade
Classificação quanto ao tipo de Uso no raio de 50 metros (apenas vegetação nota 0)			
Nota 1		**Nota 2**	
Lazer		Ocupação Irregular (presença de fossas) e edificações	
Hortaliças		Plantio	
Presença de animais		Pisoteio intenso de animais (dessedentação de animais)	
Consumo humano		Espécies Invasoras	
Poços na nascente		Irrigação	
Bombeamento da água da nascente		Psicultura	
		Existência de barramentos	

Classificação quanto à qualidade da água nas nascentes			
Atributo	**Nota 0**	**Nota 1**	**Nota 2**
Escherichia Coli	<=200NMP	200> e <1000 NMP	>1000NMP
Fósforo Total	<0,1mg/l	0,1 a 0,15	>0,15

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram caracterizados vinte e sete afloramentos de água, entre nascentes perenes e olhos d'águas, conforme Tabela 3. As fontes de água encontram-se na Unidade Hidrográfica do Ribeirão Riacho Fundo e contribuem para fornecer água de boa qualidade que irá alimentar os cursos d'água que formam o Ribeirão Riacho Fundo. Este ribeirão é um dos principais afluentes do Lago Paranoá e o mais impactado. Desta forma a importância na preservação e manutenção das fontes de água torna-se primordial para a garantia de sua qualidade e quantidade.

Após compilação dos principais dados coletados, resumidos na planilha de resultados (tabela 3), foi utilizada como metodologia para classificação da nascente a pontuação das atividades antrópicas e naturais que afetam no estado de conservação e degradação das nascentes.

Foram avaliados aspectos do meio físico: declividade; meio biótico: percentual de remanescentes de vegetação nativa; aspectos sociais como: resíduos sólidos presentes na área (50 metros) e tipo de uso de solo nos arredores da nascente (100 metros). Para qualidade da água foram avaliados os parâmetros biológicos *Escherichia Coli* e nutrientes fósforo total. A pontuação foi dada para cada item no valor de 0 a 2, conforme Tabela 02.

A pontuação de qualidade da água obedeceu ao estabelecido na Tabela 02. Os resultados foram somados e divididos por 2 para manter os valores entre 0 a 2. Os resultados da qualidade da água foram adicionados à Tabela 03. Para obtenção do resultado final, foram somados todos os itens avaliados e obtido um valor que traduz o nível de degradação ou preservação da nascente.

Tabela 3: Resultados de cada afloramento de água conforme formulários e atributos. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

	Nascente	Declividade		Percentual da Vegetação		Resíduos Sólidos	Usos	Qualidade da água	TOTAL
		Faixa	Nota	Faixa	Nota				
1	Nascente ARIE GI-01	ondulado	1	> 80%	0	2	0	0	3
2	Nascente ARIE GI-02	ondulado	1	> 80%	0	2	0	0	3
3	Nascente ARIE GI-03	ondulado	1	> 80%	0	0	0	0	1
4	Nascente ARIE GI-04	ondulado	1	> 80%	0	0	0	0	1
5	Nascente ARIE GI-05	ondulado	1	> 80%	0	2	0	0	3
6	Nascente ARIE GI-06	ondulado	1	50 - 80%	1	0	2	1	5
7	Nascente ARIE GI-07	suave	1	50 - 80%	1	2	2	1	7
8	Nascente ARIE GI-08	suave	1	> 80%	0	0	2	1	4
9	Nascente ARIE GI-09	suave	1	> 80%	0	0	2	1	4
10	Nascente Águas Claras	suave	1	50-80%	1	1	1	1,5	5,5
11	Nascente Guará	plano	0	> 80%	0	0	2	0,5	2,5
12	Nascente Park Way	suave	1	< 50%	2	0	0	0	3
13	Nascente Cavalaria 1	plano	0	< 50%	2	0	2	2	6
14	Nascente Cavalaria 2	plano	0	< 50%	2	0	2	1	5
15	Nascente Cavalaria 3	suave	1	< 50%	2	0	2	1	6
16	Nascente Cavalaria 4	suave	1	< 50%	2	0	2	1	6
17	Nascente Cavalaria 5	suave	1	> 80%	0	0	2	1	4
18	Nascente Cavalaria 6	suave	1	>80%	0	0	2	1	4
19	Nascente Cavalaria 7	suave	1	>80%	0	0	2	1,5	4,5
20	Nascente Cavalaria 8	suave	1	>80%	0	0	2	1	4
21	Nascente Dourada	suave	1	< 50%	2	0	2	1	6
22	Nascente Riacho Fundo - Piscina Figueiredo 1	suave	1	50 - 80%	1	0	2	1	5
23	Nascente Riacho Fundo - Piscina Figueiredo 2	suave	1	50 - 80%	1	0	2	1,5	5,5
24	Nascente Riacho Fundo - Piscina Figueiredo 3	suave	1	50 - 80%	1	0	2	2	6
25	Nascente Riacho Fundo RF-03 Olho d'água	suave	1	< 50%	2	0	2	-	5
26	Nascente Riacho Fundo Ponto degradado 1	plano	0	< 50%	2	0	2	-	4
27	Nascente Riacho Fundo Ponto degradado 3	plano	0	< 50%	2	2	2	-	6

Como resultado final foi possível identificar as nascentes que apresentavam um maior nível de degradação (Tabela 04). Foram caracterizadas como degradadas as que apresentaram uma pontuação acima de 5.

As fontes da Cavalaria e do Parque Riacho Fundo foram as que obtiveram maior incidência de fontes de água degradadas, portanto, foi um dos locais escolhidos para instalação das placas educativas.

A área da cavalaria é uma região sensível com presença de solos que já foram hidromórficos, mas, devido às alterações na fitofisionomia original e o constante pisoteio dos animais, atualmente o solo tornou-se um paleoglei. Um solo que já foi muito úmido, porém, devido ao rebaixamento do lençol, está bem mais seco atualmente, mas mantém as características de gleissolos.

A detecção de bactérias do grupo Escherichia coli (E. coli) é fundamental para o monitoramento da qualidade da água, uma vez que tais bactérias são importantes indicadores de contaminação fecal nas águas, visto que bactérias Escherichia são comuns na microbiota intestinal do homem e outros animais de sangue quente (SOUTO et.al, 2015). Desta forma a E. coli é um indicador da contaminação urbana

A concentração de fósforo total exerce influência na qualidade das águas, tendo como fonte de contaminação tanto áreas agrícolas quanto urbanas (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Tabela 4: Resultado final das dez nascentes com maior nível de degradação e contempladas com as placas educativas.

	Nascente	Declividade		Percentual da Vegetação		Resíduos Sólidos	Usos	Qualidade da água	TOTAL	Coordenadas
		Faixa	Nota	Faixa	Nota					
1	Nascente ARIE GI-07	suave	1	50 - 80%	1	2	2	1	7	178408 8235076
2	Nascente Cavalaria 1	plano	0	< 50%	2	0	2	2	6	175295 8241987
3	Nascente Cavalaria 3	suave	1	< 50%	2	0	2	1	6	175240 8241710
4	Nascente Cavalaria 4	suave	1	< 50%	2	0	2	1	6	175135 8241568
5*[1]	Nascente Riacho Fundo - Piscina Figueiredo 1	suave	1	50 - 80%	1	0	2	1	5	174687 8240116
	Nascente Riacho Fundo - Piscina Figueiredo 3	suave	1	50 - 80%	1	0	2	2	6	174678 8240116
	Nascente Riacho Fundo - Piscina Figueiredo 2	suave	1	50 - 80%	1	0	2	1,5	5,5	174687 8240116
6	Nascente Águas Claras	suave	1	50-80%	1	1	1	1,5	5,5	158366560 80230980
7	Nascente ARIE GI-06	ondulado	1	50 - 80%	1	0	2	1	5	178560 8234985
8	Nascente Cavalaria 2	plano	0	< 50%	2	0	2	1	5	174934 8241834
9	Nascente Dourada	suave	1	< 50%	2	0	2	1	6	175576 8241456

10	Nascente Riacho Fundo RF-03 Olho d'água	suave	1	< 50%	2	0	2	-	5	173732 8241299

(*[1]) As nascentes nomeadas como Riacho Fundo - Piscina Figueiredo 1, 2 e 3, por constituírem três pontos de surgência localizados bem próximos, foram contempladas com uma única placa, para ampliar a oferta de placas a outras nascentes presentes em outros locais.

A Política de Recursos Hídricos do Distrito Federal, instituída pela Lei n° 2.725/2001 dispõe que a comunidade deve ser permanentemente informada da situação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos e alvo de ação permanente de educação ambiental e de conscientização sobre a importância da preservação, da conservação e do uso racional dos recursos hídricos. Nesse sentido o projeto contou com instalação de dez placas informativas e educativas (figura 03) das boas práticas nas nascentes com maior grau de vulnerabilidade. Tal iniciativa foi em consonância com o disposto na Política de Recursos Hídricos do DF, considerando que as informações presentes servem para alertar que aquela é uma área de preservação e protegida por lei, na qual no raio de 50 metros é proibido o descarte de resíduos, construções, criação de animais, cultivos de plantas exóticas e outras ações previstas na legislação vigente.

Figura 03: Placa instalada na área da nascente. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Neste contexto de conscientizar a sociedade e trazê-la à participação no cuidado com as nascentes, tem-se o Programa Adote uma Nascente, que é regulamentado pelo Decreto Distrital n.º 32.045/2010 que tem por finalidade incentivar e apoiar a adoção de medidas de preservação de nascentes no Distrito Federal, na qual um dos seus objetivos é promover ações com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades na preservação de nascentes.

Para Cassilha e Cassilha, 2009 p.12, “a participação da comunidade na gestão da cidade possui caráter extremamente importante, ainda que seja esta, na maior parte do tempo, uma atividade apenas para cumprir as determinações legais e regulamentações preestabelecidas.” Ainda destacam a existência de outras formas de manifestações públicas, como as de cunho reivindicatórias, que indiretamente produzem uma coparticipação na gestão da cidade, tornando a população em agente do desenvolvimento das políticas públicas (CASSILHA e CASSILHA, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto demonstrou que através de um protocolo de avaliação com características do meio físico, biótico e social, aliados a características da qualidade das águas é possível treinar uma equipe e conseguir determinar de forma sistemática e padronizada o grau de vulnerabilidade das áreas de nascentes.

Desta forma conseguiu caracterizar 27 nascentes e identificar as mais vulneráveis auxiliando aos gestores do Brasília Ambiental a priorizar ações de conservação e educação ambiental. Assim como orientar os agentes de parques e unidades de conservação quanto às melhores práticas para a preservação e recuperação das áreas visitadas.

Ao identificar características das nascentes foi possível esclarecer a comunidade e auxiliar na busca de parcerias para conservação e manutenção de áreas que contribuem na preservação da disponibilidade hídrica e qualidade da água da Unidade Hidrográfica do Riacho Fundo. Sendo factível estabelecer parcerias como, por exemplo, o Regimento Coronel Rabelo Riacho Fundo I e a Brigada de Incêndio do Riacho Fundo que colaboraram no projeto.

O Projeto possibilitou a articulação entre diferentes instituições em prol da preservação e recuperação das nascentes. Foi realizada a ampliação do viveiro de mudas localizado no Parque Ecológico e Vivencial do Riacho Fundo, que contou com a participação da população local para sua manutenção e plantio das mudas, além de orientações aos estudantes participantes do projeto Parque Educador.

Por meio do projeto foi possível aprimorar a planilha de caracterização de nascentes, que pode ser utilizada nas atividades do Brasília Ambiental. Além disso, foi possível treinar os participantes para a realização das análises de qualidade da água, de forma a melhorar a situação atual do laboratório do Brasília Ambiental, localizado no UniCEUB.

Tais resultados alcançados demonstram a execução prática do fundamento da Política de Recursos Hídricos do Distrito Federal, que estabelece que “a gestão dos recursos hídricos deve ser

descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades" (DISTRITO FEDERAL, 2001).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal - FAP/DF, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES), ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, ao Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/2015 e à todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, M. R. F.; 2015. Análise da descarga sólida em suspensão na Bacia do Riacho Fundo, Brasília - DF. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas). Universidade de Brasília. xi, 87 f., il. Disponível em https://repositorio.unb.br/handle/10482/20693. Acesso realizado em 11 de novembro de 2019.

Aquino, I. G.; Roig, H. L.; Oliveira, E. S.; Garnier, J.; Guimarães, E. M.; Koide, S.; 2018. Variação temporal da descarga sólida em suspensão e identificação de minerais a partir de aperfeiçoamento de método de amostragem automática no Córrego Riacho Fundo. Brasília, Distrito Federal. Geologia USP. Série Científica, 18(2), p.171-185.

Brasil. Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1 da Lei nº 8001 de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7990 de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 9 jan. 1997.

Carrijo, M. G. G.; 2005. Vulnerabilidade Ambiental: O Caso do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari - Ms. Dissertação de Mestrado. Departamento de Hidráulica e Transporte, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. p.97.

Cassilha, G. A.; Cassilha, S. A.; 2009. Planejamento urbano e meio ambiente. Disponível em https://docs.ufpr.br/~felipe/Livro%20Planejamento.pdf. Acesso realizado em 20 de março de 2020.

Distrito Federal. Decreto n.º 32.045, de 10 de agosto de 2010. Institui o Programa Adote uma Nascente, no âmbito do Distrito Federal, e dá outras providências. 2010.

Distrito Federal. Lei Distrital n.º 2.725, de 13 de junho de 2001. Institui a Política de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal. 2001.

Guiçardi, A. C. F.; 2015. Vulnerabilidade Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Córrego Estiva no Município de Alfenas - MG. trabalho de conclusão de curso. departamento de Geografia,Universidade Federal de Alfenas.

IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. Dísponível em https://www.iucnredlist.org. Acesso realizado em 10 de abril de 2020.

Menezes, P. H. B. J.; 2010. Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na bacia do Lago Paranoá. ix, 123 f., il. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Universidade de Brasília, Brasília.

Silva, M. G. Da; Silva, A. B. N. Da; Pontes, A. N.; Morales, G. P.; 2019. Caracterização da vulnerabilidade ambiental da reserva biológica nascentes da serra do cachimbo, estado do Pará. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.16, n. 29, p.464–477.

Souto, J. P.; Lira A. G. S.; Figueira, J. S.; Silva A. N.; Silva E. S.; 2015. Poluição fecal da água: microorganismos indicadores. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre. Disponível em https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VIII-009.pdf. Acesso realizado em 24 de fevereiro de 2020.

Toledo, L. G. De; Nicolella, I.; 2002. Índice de qualidade de água em microbacias sob uso agrícola e urbano. scientia Agricola, [s. l.], v. 59, p.181–186.

Capítulo 26

10.37423/220205341

UM ESTUDO COMPARATIVO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ENTRE OS ANOS DE 2012 A 2020 NO MUNICÍPIO DE ACRELÂNDIA – AC

Julio Cesar Pinho Mattos	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*
Maria Silvina da Cruz Gonçalves	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*
Nathocley Mendes Venancio	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*
Antoniell Salvatierra Maia Pereira	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*
Antúlio Lima de Sousa	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*
Dejacir da Silva Lima	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*
Camilo Lélis de Gouveia	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*
Edvagno Paiva da Silva Oliveira	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*
Josefran Batista do Nascimento	*ESTÁCIO - UNIMETA, Rio Branco – AC*

Resumo: A após a Lei Federal Nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a erradicação dos lixões, o incentivo a reutilização e a reciclagem dos resíduos sólidos urbanos (RSU's) tornaram-se metas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), Planos Estaduais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PEGIRS), planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS's)e Planos municipais de saneamento básico (PMSB's) porém após 10 anos do lançamento da PNRS a progressiva geração de resíduos sólidos urbanos continua um desafio para os municípios brasileiros, principalmente aos situados na região norte do país, aonde está inserida a área de estudo, o município de Acrelândia-AC. O presente estudo, teve por objetivo central, realizar a composição gravimétrica dos RSU's nas Zona Central e Bairros da sede municipal no ano de 2020 e verificar diferenças significativas entre a composição gravimétrica realizada em 2012. O ensaio realizado em 2020, apresentou diferenças de percentuais de massa de materiais recicláveis e matéria orgânica, tais diferenças podem ser explicadas em função dos aspectos socioeconômicos da população residente nos setores, a presença de comércios diversificados no setor centro, a redução de matéria orgânica em regiões com presença expressiva de comércios e a consequente elevação percentual de embalagens, a variação também pode ser atribuída aos fatores socioeconômicos naturalmente existentes entre as zonas dos bairros, bem como a flutuação populacional na zona central do município. As composições gravimétricas realizadas em 2012 e 2020,também contribuirão para o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e futuramente o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que após concluídos, irão subsidiar um futuro projeto técnico ou executivo de um aterro sanitário de pequeno porte, ou soluções regionalizadas, conforme incentivos da Lei Federal Nº 14.026/20, que possibilitarão novas estratégias para a captação de recursos e a superação das carências no saneamento básico, na temática Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos no município.

Palavras Chaves: Resíduos Sólidos Urbanos, Composição Gravimétrica, Acrelândia-AC

INTRODUÇÃO

Segundo as observações de Konrad et al. (2010), o aumento progressivo de resíduos sólidos tem se tornado um frequente problema para os municípios, levando em consideração que o agravo dos problemas ambientais urbanos, como também de saúde pública, é resultante do manejo inapropriado desses resíduos.

Os padrões de geração de RSU's, de acordo com Gallardo et al. (2015), dependem de fatores socioeconômicos e podem variar em diferentes áreas de uma mesma cidade de acordo com a renda, a densidade demográfica, a concentração de atividades econômicas, entre outros.

Conforme Naime (2005), o crescimento populacional, a industrialização, o agronegócio, a agricultura familiar, a expansão comercial e os fatores econômicos contribuem para a geração de RSU's em cidades de pequeno porte. Áreas de famílias com renda mais elevada e maior grau de instrução dispõem de serviços privados de coleta dos resíduos ao mesmo tempo em que famílias de baixa renda e menor grau de instrução pendem a fazer o descarte dos RSU's de maneira inadequada.

O estudo de composição gravimétrica é simples, mas de extrema importância para subsidiar a definição de estratégias locais e regionais que atendam à hierarquização de ações que atuem desde a "não geração", seguindo pela reutilização, reciclagem e tratamento, para que, assim, apenas a parcela de mais difícil recuperação, o "rejeito", seja enviada para a disposição final (GERMANO, 2019).

De acordo com Grippi (2001), o gerenciamento dos RSU's deve iniciar pela compreensão das suas características, uma vez que os fatores podem influenciar na qualidade e na quantidade, como por exemplo o número de habitantes, o poder de compra, o clima que predomina, os hábitos e costumes da população e o nível educacional.

Estudos realizados por Nucase (2007), apontam que as características qualitativas e quantitativas dos resíduos sólidos urbanos podem variar em função de vários aspectos como: os sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos.

A composição gravimétrica traduz o percentual de cada categoria de resíduos sólidos urbanos em uma amostra coletada, isso faz com que a gerência de resíduos sólidos conheça a composição dos seus resíduos sólidos e, além disso, perceba a variação de uma localidade para a outra em função de características sociais, econômicas, culturais, geográficas e climáticas. Assim, percebe-se que dentro de um município pode haver características gravimétricas distintas, (MONTEIRO et al.,2001).

O presente projeto de pesquisa avaliou a caracterização gravimétrica no município de Acrelândia - AC, entre os anos de 2012 e 2020, possibilitando compreensões sobre o potencial de reciclagem, e avaliou, também, possíveis alterações.

JUSTIFICATIVA

As pesquisas científicas são bases para ações de desenvolvimento de políticas públicas que objetivam a promoção da cidadania e da sustentabilidade na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU's).

O gerenciamento dos RSU's faz parte de uma problemática global que exige reflexões, uma vez que é um transtorno encarado por todos os países em desenvolvimento, na tentativa de promover avanços menos agressivos ao meio ambiente, porém, para que esse gerenciamento se concretize, é essencial o estudo da produção dos RSU's para que assim se elaborem políticas mais eficientes.

A composição gravimétrica se faz necessária no município em questão pois, Acrelândia encontra-se atualmente realizando o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) que, após concluídos, irão subsidiar um futuro projeto técnico ou executivo de aterro sanitário de pequeno porte, o que oportuniza abrir caminhos para a captação de recursos e superação de carências no saneamento básico.

Sabendo que o último estudo realizado por Mattos (2012), aconteceu há 08 (oito) anos atrás, porém desatualizado, se faz necessário realizar uma nova análise, visto que segundo Germano, (2019), o estudo gravimétrico descomplica o gerenciamento de resíduos, em razão de possibilitar um melhor entendimento da quantidade e qualidade dos resíduos produzidos nos municípios a partir da análise da composição gravimétrica, geração per capita e peso específico dos resíduos sólidos urbanos.

De acordo com Zanta et al. (2006), a caracterização gravimétrica é utilizada para avaliação de alternativas tecnológicas de tratamento, fornecendo juntamente com a taxa de geração uma estimativa da quantidade gerada por cada categoria avaliada. Alguns fatores influem na geração dos RSU's, como os econômicos, sociais, geográficos, educacionais, culturais e legais. E, também, em relação à quantidade gerada, como na composição gravimétrica apresentando grande variação e complexidade.

Segundo destaca Oliveira et al. (2007), é de extrema importância realizar o estudo das características dos resíduos sólidos, tendo em vista que a análise detalhada da composição física e química pende a contribuir com o planejamento e gerenciamento dos resíduos sólidos do município.

Segundo IBGE (2010) uma estimativa nacional foi realizada e tabelada para consulta pública, esta encontra-se na tabela 01 a seguir:

Materiais	**Participação**	**Quantidade**	
	%	2000	2008
		t/dia	t/dia
Material reciclável	31,9	47558,5	58527,4
Metais	2,9	4301,5	5293,5
Aço	2,3	3424,0	4213,7
Alumínio	0,6	877,5	1079,9
Papel, papelão e tetrapak	13,1	19499,9	23997,4
Plástico total	13,5	20191,1	24847,9
Plástico filme	8,9	12326,1	16399,6
Plástico rígido	4,6	6865,0	8448,3
Vidro	2,4	3566,1	4388,6
Matéria orgânica	51,4	76655,3	94335,1
Outros	16,7	24880,5	30618,9
Total	100,0	149094,3	183481,5

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de IBGE (2010)

Justifica-se esta pesquisa através do seu valor primordial tanto no gerenciamento dos RSU's em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), como na possibilidade de um projeto futuro de aterro sanitário no município. Essa contribuição se faz significativa, uma vez que, através do conhecimento de tal composição é possível compreender caminhos para a "não geração", e, também, para a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, finalmente, para a destinação final para o "rejeito".

OBJETIVOS

O presente estudo objetivou avaliar os ensaios gravimétricos dos RSU's realizados nos anos de 2012 e 2020, no município de Acrelândia – AC, como também, realizar um ensaio de composição gravimétrica com base na metodologia da FEAM 2019 no ano de 2020.

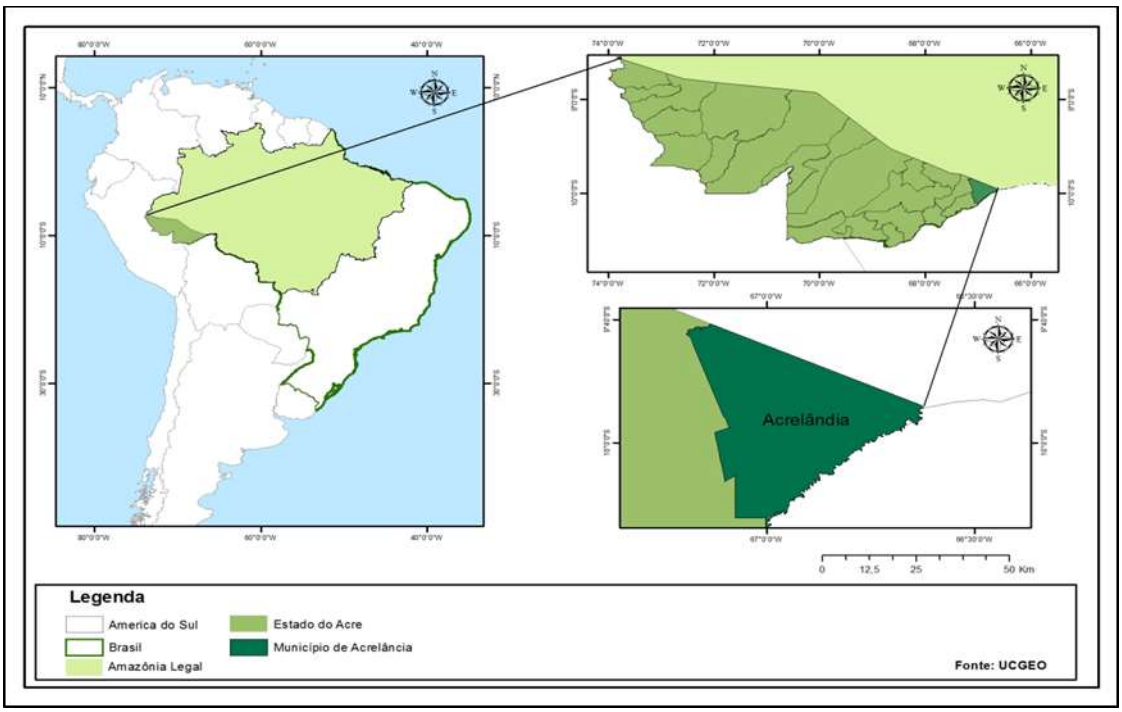
Os objetivos específicos está em compreender os percentuais de resíduos sólidos urbanos recicláveis no ensaio, verificar possíveis diferenças no ensaio gravimétrico realizados em 2012 e 2020, bem como, calcular o peso específico da massa de RSU's no ensaio realizado em 2020 e averiguar se existe diferenças significativas entre as composições gravimétricas realizadas em 2012 e 2020.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no município de Acrelândia, localizado na mesorregião do Vale do Acre, no estado do Acre, distante a 102km da capital, Rio Branco (Figura 1). Sua população estimada é de 15.538 mil habitantes, segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), sendo que seu IDH – Índice de Desenvolvimento Humano – possui o valor de 0, 604, número esse que confrontado com a média do estado está em oitavo lugar, ou seja, é um valor mediano.

Conforme o IBGE (2019), o município alcançou um maior desenvolvimento através da agricultura, quando obteve um aumento expressivo da população, em sua maioria originário de migrações do centro-sul e sul do Brasil. Até então é uma cidade que está alcançando etapas de desenvolvimento nas áreas de educação, saúde, agricultura e infraestrutura, como também o próprio estado do Acre.

Figura 01: Localização do município de Acrelândia-AC, situado na região do Vale do Acre.



Fonte: ZEE/Acre,2010).

Foram atendidos, ao todo, sete bairros da cidade: União (27 quarteirões), Cohab (19 quarteirões), Centro (12 quarteirões), 28 de abril (22 quarteirões), Cageacre (16 quarteirões, Nossa Senhora Rainha da Paz (36 quarteirões), Vila Redenção (10 quarteirões), mais informações sobre estes estão na tabela 1 a seguir:

Cód.	Bairro	Hab.	Res.	Com.	T.B.	P.E.	Out.	Total
131	União	1878	667	57	70	2	101	897
132	Cohab	1039	346	25	69	5	31	476
001	Centro	616	254	123	27	5	98	507
128	28 de abril	1635	586	19	113	3	42	763
129	Cageacre	864	313	13	104	1	54	485
130	N. Srª Rainha da paz	1549	539	16	232	1	47	835
133	Vila Redenção	163	61	4	17	0	18	100
Total de imóveis		7744	2766	257	632	17	391	4063

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde e Saneamento de Acrelândia

Segundo a FEAM (2019), a caracterização física expressa a quantidade, em porcentagem, de cada tipo de resíduo que se encontra na massa total dos (RSU's) da região analisada. Essa caracterização é feita por meio do ensaio da composição gravimétrica, recomenda-se o método do quarteamento, que tem como objetivo a obtenção de uma amostra representativa, ou seja, a coleta de uma parcela do resíduo a ser estudada que, quando analisada, apresente as mesmas características e propriedades de sua massa total.

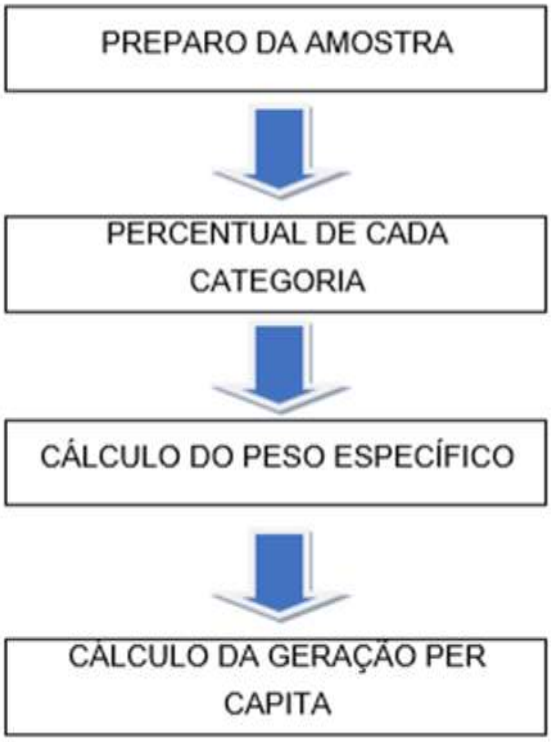
O método do quarteamento de acordo com a ABNT NBR 10007:2004, é o processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo assim tomadas duas partes opostas entre si para construir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até se obter o volume desejado.

MATERIAL UTILIZADOS:

- Equipamentos de proteção individual (EPI).
- Balança.
- Tambores de plástico de peso e volume conhecidos.
- Sacos plásticos para acondicionamento dos resíduos separados.
- Veículo para coleta do material.
- Lona de tamanho (5m x 5m), para despejar o material a ser triado.
- Papel e caneta para anotação dos resultados.
- Pás e enxadas.

O método realizado no estudo para a obtenção de um entendimento prévio dos RSU's gerados no município de Acrelândia-AC, seguiu o fluxograma de atividades apresentado a seguir, na Figura 02.

Figura 02: Fluxograma de realização da composição gravimétrica



(Adaptado: Mattos, 2006)

PREPARO DA AMOSTRA

A coleta dos resíduos da área/região foi realizada porta a porta, para evitar que houvesse extravio ou compactação dos resíduos pelo veículo coletor.

Após descarregar uma massa mínima, aproximada de 1.600 quilogramas, de resíduos coletados em uma lona num pátio, foram realizados os rompimentos dos sacos plásticos, caixas de papelão, caixotes e outros materiais utilizados no acondicionamento dos RSU's.

Posteriormente ao rompimento manual das frações para homogeneização dos resíduos com auxílio de pás e enxadas, deram início ao quarteamento e, em seguida, foram traçadas duas linhas imaginárias dividindo os resíduos em quatro montes, aparentemente iguais.

Após traçadas as duas linhas imaginárias separando os resíduos em quatro montes, aparentemente iguais, foram desprezadas duas dessas partes (vis-à-vis).

Logo depois de homogeneizar as duas partes restantes e dividir em quatro partes novamente, o processo foi repetido até se obter uma amostra com peso de aproximadamente 400 kg, definindo assim a amostra a ser analisada.

Concluído o quarteamento dos resíduos, realizou-se a pesagem do total das amostras. O quarteamento foi feito até o peso aproximado de 400kg.

Depois de realizado a pesagem do total das amostras triadas, os resíduos foram armazenados por tipologia em tambores identificados.

Após a separação, cada material classificado foi separadamente pesado, descontando-se as taras dos tambores.

PERCENTUAL DE CADA CATEGORIA

Para a verificação da porcentagem de cada material na amostra foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Percentual\ de\ cada\ categoria\ (\%) = \frac{peso\ de\ cada\ fração\ (kg)}{peso\ total\ da\ amostra} \times 100$$

Onde,

O Percentual de cada categoria = percentual de cada classe/tipologia de resíduo presente na amostra.

O Peso de cada fração = Peso dos resíduos de cada classe/tipologia triada.

E o Peso total da amostra = Peso do total da amostra obtido.

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO

Peso específico comentado pela FEAM (2019),é o peso dos resíduos em função do volume que ele ocupa. É um parâmetro quantitativo que reflete a densidade dos resíduos e que varia muito com a sua composição. Comumente é utilizado para dimensionar veículos coletores e equipamentos de compactação.

A determinação é feita promovendo-se à pesagem fracionada da amostra acondicionada em um recipiente de volume conhecido, sem realizar a sua compactação.

Assim sendo, o resultado encontrado é o peso dessa fração dividido pelo volume do recipiente. Depois de realizar todas as medidas é calculada uma média.

$$\text{Peso específico} = \frac{peso\ líquido\ da\ fração\ (kg)}{Volume\ da\ amostra\ (m^3)} \times 100$$

CÁLCULO DA GERAÇÃO PER CAPITA

A Geração per capita é a quantidade de resíduos gerada por habitante num determinado período de tempo. É a informação fundamental para subsidiar o planejamento de todo o sistema de gerenciamento dos resíduos, uma vez que possibilita projetar as quantidades de resíduos a coletar e a dispor, e até mesmo o dimensionamento dos veículos a serem utilizados na coleta (FEAM, 2019).

$$\text{Geração} = \frac{peso\ total\ de\ residuos\ de\ um\ dia\ \ (kg/dia)}{Número\ de\ habitantes\ (hab)} \times 100$$

ANALISES ESTATÍSTICAS

Foram realizadas análises estatísticas descritivas simples (valores máximos, médios e mínimos), as tabelas e gráficos foram realizados no software da empresa Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os elementos são caracterizados nas classes seguintes: matéria orgânica putrescível; plástico; papel/papelão; vidro; alumínio; pet; madeira; tecidos; borracha; tetrapak; medicamentos; eletrônicos e lâmpada. Deve-se sempre explicitar o teor de umidade presente, uma vez que o peso dos resíduos orgânicos é determinado em condição úmida.

De acordo com a (Figura 03), é possível notar a realização dos ensaios de composição gravimétrica desempenhada no município de Acrelândia-AC

Figura 03 - Ensaios de composição gravimétrica realizada no município de Acrelândia-AC.

A B

C D

(Fonte: Autoria própria, 2020)

Após a aplicação do método, os resultados obtidos são transcritos na (tabela 02), a qual expressa os resultados obtidos na região central de Acrelândia, como também o comparativo dos anos de 2012 e 2020.

Tabela 02: Composição Gravimétrica e Comparativo da região central do município de Acrelândia- AC.

Composição Gravimétrica 2020 e Comparativo Região Central (2012/2020)

Tipos de RSU's	Massa (Kg)	Volume do recipiente (m^3)	Peso Especifico (Kg/m^3)	Percentual (%) 2020	Percentual (%) 2012	Média entre as composições	Desvio Padrão
Alumínio	0,40	0,2	200	0	2	1,21	1,12
Papelão e Papel	4,90	0,2	2.450	5	9	7,02	2,79
Plástico	3,75	0,2	1.875	4	13	8,43	6,46
PET	1,15	0,2	575	1	5	3,09	2,70
Tecidos	9,30	0,2	4.650	10	11	10,29	1,00
Madeiras	7,70	0,2	3.850	8	0	3,97	5,61
Orgânicos	66,35	0,2	33.175	68	56	62,19	8,75
Eletrônicos	0,24	0,2	120	0	0	0,12	0,17
Vidro	2,60	0,2	1.300	3	0	1,34	1,89
Tetrapak	0,65	0,2	325	1	0	0,33	0,47
Medicamentos	0,00	0,2	0	0	0	0,00	0,00
Borracha (calçados)	0,00	0,2	0	0	0	0,00	0,00

Metais Ferrosos	0,00	0,2	0	0	4	2,00	2,83
Lâmpadas	0,00	0,2	0	0	0	0,00	0,00
Total	**97,04**		**48.520**	**100**	**100**		

(Fonte: Autoria própria, 2020)

Os resultados obtidos e transcritos na tabela 03 expressam os resultados obtidos na região dos bairros de Acrelândia, e mostram, também, o comparativo dos anos de 2012 e 2020.

Tabela 03: Composição Gravimétrica e Comparativo da região dos bairros da cidade de Acrelândia- AC.

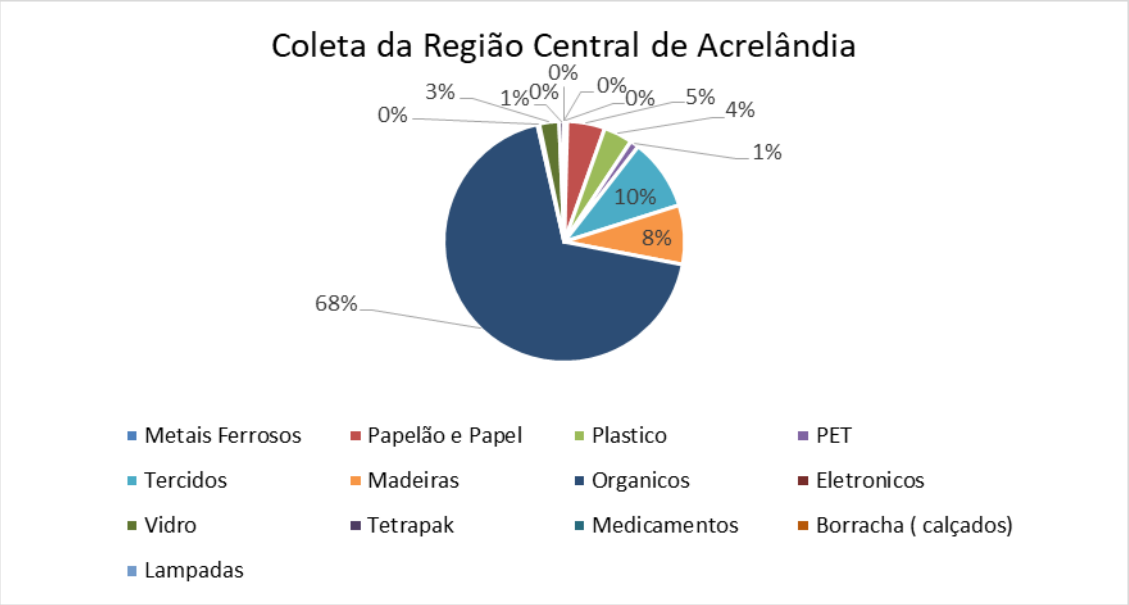
Composição Gravimétrica 2020 e Comparativo Região dos Bairros (2012/2020)

Tipos de RSU's	Massa (Kg)	Volume do recipiente (m^3)	Peso Especifico (Kg/m^3)	Percentual 2020 (%)	Percentual (%) 2012	Média entre as composições	Desvio Padrão
Alumínio	1,15	0,2	575	1	0	0,58	0,8
Papelão e Papel	5,65	0,2	2.825	6	3	4,36	1,9
Plástico	32,15	0,2	16.075	33	9	20,76	16,6
PET	1,80	0,2	900	2	3	2,41	0,8
Tecidos	4,35	0,2	2.175	4	8	6,20	2,5
Madeiras	0,75	0,2	375	1	0	0,38	0,5
Orgânicos	46,2	0,2	23.100	47	75	60,87	20,0
Eletrônicos	0,15	0,2	75	0	1	0,58	0,6
Vidro	5,30	0,2	2.650	5	0	2,68	3,8
Tetrapak	0,15	0,2	75	0	0	0,08	0,1
Medicamentos	0,20	0,2	100	0	0	0,10	0,1
Borracha (calçados)	0,90	0,2	450	1	0	0,46	0,6
Metais Ferrosos	0,00	0,2	0	0	1	0,50	0,7
Lâmpadas	0,10	0,2	50	0	0	0,05	0,1
Total	**98,85**		**49.425**	**100**	**100**		

(Fonte: Autoria própria, 2020)

Os resultados obtidos na região central de Acrelândia estão expressos na figura 04.

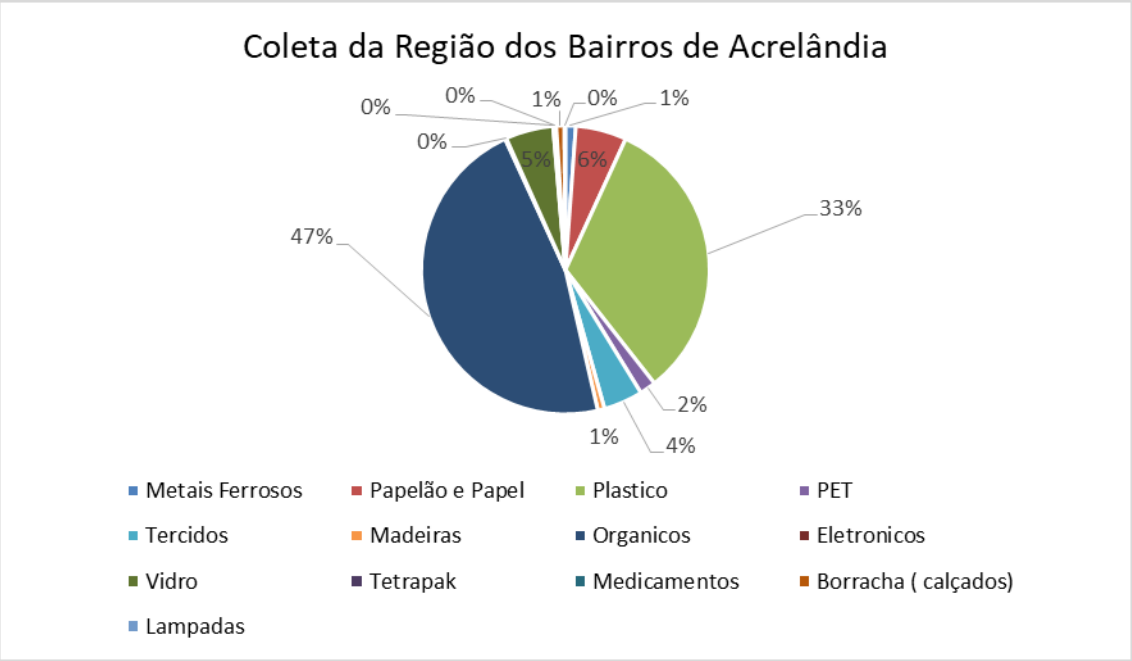
Figura 04:Composição gravimétrica na região central de Acrelândia



(Fonte: Autoria própria, 2020)

Os resultados obtidos na região dos bairros de Acrelândia estão expressos na figura 05.

Figura 05: Composição gravimétrica na região dos bairros de Acrelândia



(Fonte: Autoria própria, 2020)

Após aplicação da equação descrita na sessão de metodologia, chegou-se ao quantitativo de 2,70 $\frac{kg}{hab}/dia$.

Os estudos realizados por Mattos (2012) apontam a variável “papel e papelão” que, nas zonas centrais coletadas, apresentou o percentual médio inteiro de 9,0% dos RSU’s. As zonas dos bairros registraram o valor máximo de 3,0% dos RSU’s coletados, enquanto que a zona central, quando comparada com as demais zonas dos bairros de coletas, apresentou variações para a variável. As variações talvez possam ser atribuídas à concentração de dezenas de pequenos comércios gerando embalagens e órgãos públicos nas zonas centrais, com relação aos bairros.

A variável “plástico” apresentou o percentual médio de 9,0% dos RSU’s coletados nos bairros. A zona Central registrou o valor médio inteiro de 13 % dos RSU’s coletados, enquanto que a zona central, quando comparada com as demais zonas dos bairros de coletas, não apresentou variações significativas, (MATTOS, 2012).

De acordo com Mattos (2012), a variação pode ser atribuída aos fatores socioeconômicos existentes entre as zonas dos bairros e a flutuação populacional na zona central e coletas do acondicionamento dos resíduos gerados no final de semana nas residências decorrentes de feiras livres, compras e vida social.

A variável “Embalagens PET” apresentou o percentual médio inteiro de 5% dos RSU’s coletados na zona central. As zonas dos bairros registraram o valor médio inteiro de 3% dos RSU’s coletados. A zona central, quando comparada com a zona dos bairros não apresentou variações significativas, (MATTOS, 2012).

O estudo de Mattos (2012), apresentou a variável “Resíduos Orgânicos” com o percentual médio inteiro de 56% dos RSU’s coletados na zona central. A zona dos bairros registrou o valor médio inteiro de 75% dos RSU’s coletados, enquanto que zona central, quando comparada com as demais zonas urbanas de coletas, apresentou variações significativas.

Essa variação pode ser atribuída, também, aos fatores socioeconômicos naturalmente existentes entre as zonas dos bairros, bem como a flutuação populacional na zona central do município (MATTOS, 2012).

Segundo Mattos (2012), a variável alumínio, em todas as zonas de coletas, apresentou o realce de 0% atualmente, o mesmo pode ser atribuído a existência de catadores clandestinos no município de Acrelândia que aquecem as demandas do mercado de “ferro-velho”, justificando assim a queda no quantitativo desta variável na região central enquanto aumentou-se nas regiões adjacentes, possivelmente pela migração desses catadores em virtude da maior demanda no centro.

CONCLUSÃO

O estudo permitiu um aprofundamento na compreensão das características dos RSU's do município de Acrelândia, realizadas em 2012 e 2020.

As diferenças de percentuais de massa de materiais recicláveis e matéria orgânica podem ser explicadas sem função dos aspectos socioeconômicos da população residente nos setores, da presença de comércios diversificados no setor centro, da redução de matéria orgânica em regiões com presença expressiva de comércios e da consequente elevação percentual de embalagens, tendo em vista que as influências do momento econômico no período da pandemia Covid-19 no ano de 2020 não podem ser descartadas.

O Desvio Padrão entre os ensaios gravimétricos de 2012 e 2020, para as variáveis "orgânicos e plásticos" na região dos bairros apontaram que os resultados estão bem distribuídos em torno da média, no entanto, novos estudos devem ser realizados para verificação da viabilidade econômica de atividades empreendedoras utilizando o plástico reciclável.

Os ensaios de composição gravimétrica contribuirão para o PMSB Acrelândia-AC, em fase final de elaboração, como também, para a elaboração de projetos inéditos no município que envolvam os temas: reduzir, reutilizar e reciclar os RSU's gerados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: Moderna, 2004. 21 p.

Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. 2019.Cartilha de orientações: estudo gravimétrico de resíduos sólidos urbanos / Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte, 2019. 28 p.

GALLARDO, A.; CARLOS, M.; PERIS, M.; COLOMER, F. J. Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. Waste Management, v. 36, p. 1-9, fev. 2015.

GERMANO, Luiz Gomes Vieira. Cartilha de orientações: estudo gravimétrico de resíduos sólidos urbanos / Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2019, 28 p. Disponível em:http://www.feam.br/images/stories/2019/MINAS_SEM_LIXOES/CARTILHA_ESTUDO_GRAVIMETRICO.pdf. Acesso em 05 de abril de 2020.

GRIPPI, Sidney. Lixo: reciclagem e sua história. Rio de Janeiro: Interciência, 2001. 134 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama, 2019. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/acrelandia/panorama. Acesso em 06 de abril de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. História e Fotos, 2019. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/acrelandia/historico. Acesso em 21 de maio de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em : http://www.bme.ibge.gov.br. Acessado em 30 de Maio de 2021.

KONRAD, Oderico; CASARIL, Camila Elis; SCHMITZ, Michele. Estudo dos resíduos domésticos de Lajeados/RS pela caracterização gravimétrica. Revista destaques acadêmicos, Lajeados, n.4, 57 – 62, dez. 2010.

MATTOS, J. C. P. Poluição ambiental por resíduos sólidos em ecossistemas urbanos: estudo de caso do aterro controlado de Rio Branco – AC. 2006. 104p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais) – Departamento de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Acre, 2006.

MATTOS, J. C. P.; GOUVEIA, C. L.; ARAUJO, M.; OLIVEIRA, H. A.; SILVA, J. J. C.; Relatório Técnico de Composição Gravimétrica do Município de Acrelândia-AC. Acre: ABES, 2012. 5 p.

MATTOS, J. C. P.; Plano Municipal de Saneamento Básico de Acrelândia – Ac. Acre,2020.

MONTEIRO, José Henrique Penido; FIGUEIREDO, Carlos Egenio; MAGALHÃES, Antônio Fernando; MELO, Marco Antônio França de; BRITO, João Carlos Xavier de; ALMEIDA, Tarquínio Priaco Fernandes de; MANSUR, Gilson Leite. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p. Disponível em:

http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/manual_girs.pdf. Acesso em 05 de abril de 2020.

NAIME, Roberto. Gestão de resíduos sólidos: uma abordagem prática. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2005. 134 p.

NUCASE. Resíduos sólidos: plano de gestão de resíduos sólidos urbanos: guia do profissional e treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2007, 100 p. Disponível em:http://www.crea-mg.org.br/images/cartilhas/Plano-de-gestao-de-residuos-solidos-urbanos.pdf. Acesso em 05 de abril de 2020.

OLIVEIRA, N.M.S; et.al. Estudo Gravimétrico de Resíduos Vítreos domésticos do Lixão de Campina Grande – PB. In: 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2007. Salvador – BA.

ZANTA, V. M.; MARINHO, M. J. M. do R.; LANGE, L. C.; PESSIN, N. Resíduos Sólidos, Saúde e Meio Ambiente: Impactos associados aos lixiviados de aterro sanitário. In: CASTILHOS JUNIOR, Armando B. (Coord.). Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-15.

Capítulo 27

10.37423/220205344

DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE DO HOSPITAL METROPOLITANO DE URGÊNCIA E EMERGÊNCIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

MIROSLAWA LUCZYNSKI — *Faculdade UNINASSAU Belém*

Maria de Valdivia Costa Norat Gomes — *Universidade Federal do Pará _ UFPA*

Susan Ribeiro Alves — *Universidade Federal do Pará _ UFPA*

Vanessa Mesquita de Souza — *Faculdade UNINASSAU Belém*

Osmária Luiza da Silva Gonçalves — *Faculdade UNINASSAU Belém*

Manuela Rocha da Costa — *Faculdade UNINASSAU Belém*

Resumo: O Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) constitui um conjunto de procedimentos de gestão, planejado e implementado com bases científicas, técnicas, normativas e legais. Deve abranger todas as etapas de planejamento de recursos físicos, materiais e da capacitação de recursos humanos envolvidos no manejo (ANVISA, 2004). Com base na necessidade do gerenciamento dos RSS se tornou imprescindível para os geradores deste tipo de resíduo, um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), documento que se constitui em um conjunto de procedimentos de gestão para garantir o manuseio correto para os RSS, desde a sua geração até a destinação final, tão logo o atendimento à saúde pública e ao meio ambiente. Desenvolvido no Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência (HMUE), localizado na BR-316 (Figura 1), considerado hoje um hospital de referência e grande porte no estado, funcionando desde março de 2006, este trabalho tem como objetivo avaliar o gerenciamento e manuseio dos RSS do hospital, com base na Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC 306, de 07 de dezembro de 2004 e Resolução 358 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Palavras-chave: Resíduos dos Serviços de Saúde, Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, Manuseio, Gestão.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil mais de 75% da população vive em cidades, sendo que mais de 60% em regiões metropolitanas, resultando em um processo de urbanização acelerado. Logo, todas as questões ligadas ao meio ambiente devem ser priorizadas, já que a qualidade de vida da população está diretamente associada ao meio em que vive.

Em razão deste crescente aumento populacional, a geração de resíduos resultante de diversas atividades humanas também cresce de maneira proporcional, acentuando dificuldades como as de disposição final desses resíduos. As cidades produzem diferentes tipos de rejeitos: ruído, ar poluído, água poluída por esgotos domésticos e industriais, resíduos domésticos, industriais e os de serviço de saúde, sendo este último o foco deste trabalho. Os RSS favorecem um ambiente para o aparecimento de vetores, como insetos e roedores, podendo gerar perigo à saúde humana, ao meio ambiente e ainda ocasionar acidentes graves para os trabalhadores, como a contração de doenças adquiridas por infecção hospitalar, logo o gerenciamento adequado desses resíduos é relevante e fundamental.

Com base no necessário gerenciamento dos RSS, se tornou imprescindível para os geradores deste tipo de resíduo, um Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS), documento que se constitui em um conjunto de procedimentos de gestão para garantir o manuseio correto para os RSS, desde a sua geração até a destinação final, tão logo o atendimento a saúde pública e ao meio ambiente.

Este trabalho foi desenvolvido no Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência (HMUE), localizado na Rodovia BR-316 e visa avaliar como é feito o gerenciamento e manuseio dos RSS do hospital, com base na Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC 306 de 07 de dezembro de 2004, e Resolução 358/ 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

A pesquisa para este trabalho foi desenvolvida no período de setembro de 2009 a fevereiro de 2010. O trabalho inicia abordando sobre Resíduos Sólidos (RS), RSS e PGRSS, em seguida é apresentado o hospital, descrevendo-o e avaliando suas partes físicas e de pessoal (funcionários) envolvidos, e a partir disso é descrito como o hospital manuseia seus resíduos em todas as suas etapas até a disposição final. Após a descrição, alguns resultados são avaliados, a partir do que foi observado nas visitas realizadas ao hospital, portanto necessária à discussão.

2 METODOLOGIA

Para esta pesquisa foi realizado levantamento de dados no período de setembro de 2009 a fevereiro de 2010. As seguintes etapas foram realizadas:

- Pesquisas de referências em manuais técnicos, Normas Regulamentadoras da ABNT, resoluções RDC 306 da ANVISA e 358 do CONAMA, pesquisas na internet;
- Visitas periódicas ao hospital para coletar dados, especificamente nos setores:

a) Administração: entrevistas com funcionários, incluindo a gerente administrativa, que auxiliaram na procura das informações necessárias à pesquisa, além de fornecer documentos (Normas e Rotinas dos setores, responsabilidades ou atribuições dos funcionários, contratos com empresas prestadoras de serviços para o hospital) dos setores de relevância;

b) Manutenção: informações sobre a infraestrutura do estabelecimento, obtendo a planta baixa do hospital, projeto do Sistema de Abastecimento de água e Esgoto;

c) Central de equipamentos (Engenharia Clínica): informações de como o hospital faz a manutenção dos equipamentos médico-hospitalares, tão importantes no que se refere ao funcionamento regular do hospital;

d) Farmácia: informações sobre o Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde do setor, o qual serviu como base para ajudar na visualização do manejo dos RSS do HMUE;

e) Educação Continuada: informações com a enfermeira chefe sobre como o hospital promove campanhas e palestras educativas que auxiliam na divulgação de temas importantes;

f) Serviço de Engenharia Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT): informações das medidas de controle individuais e coletivas que auxiliam na prevenção de acidentes de trabalho;

g) Higienização: informações sobre as etapas de manejo dos RSS, já que esse setor está diretamente ligado a todos os cuidados referentes ao gerenciamento dos RSS do HMUE.

- Pesagem dos Resíduos Comuns durante uma semana, no período de 26 a 30 de novembro, para quantificar a geração desse tipo de resíduo e comparar com a geração dos resíduos infectantes;
- Registro fotográfico do ambiente hospitalar (fachada do hospital, ambiente interno e externo, setores, leitos, salas de trabalho); das equipes de trabalho (funcionários na execução de suas tarefas diárias); de equipamentos (Carrinhos de Transporte dos RSS, lixeiras, sacos para armazenagem de seus resíduos, equipamentos de limpeza, carros responsáveis pela destinação final dos RSS gerados pelo hospital) fornecidos pelo hospital para o manejo de seus RSS.

3 CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS RS

De acordo com a ABNT, NBR 10004/2004, os resíduos sólidos podem ser classificados quanto a periculosidade em:

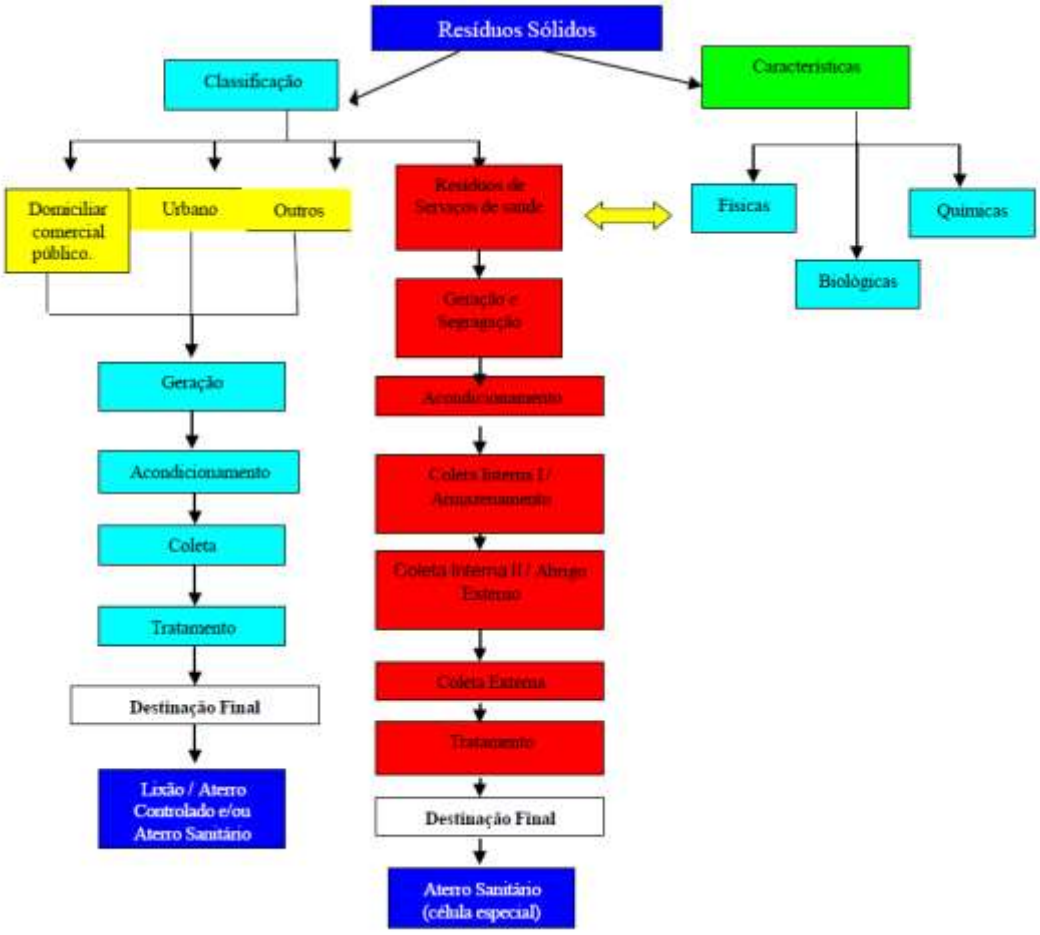
Classe I – perigosos: são aqueles que, em função de suas propriedades físicas químicas ou infecto-contagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ou ainda os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos.

Classe II-A – não-inertes: são aqueles que não se enquadram nas classes I e II-B, e que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água.

Classe II-B - inertes: são aqueles que ensaiados segundo teste de solubilização da ABNT, NBR 10006/2004, não apresentam qualquer de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de cor, turbidez e aspectos.

Existe uma série de outras classificações de resíduos sólidos que nos ajudam a comparar situações, a pensar nas formas de lidar com eles. Um determinado resíduo pode ser enquadrado em mais de uma forma de classificação. Na Figura 1 é mostrado um panorama geral dos RS. Figura 1.

Figura 1: Panorama Geral dos RS



Fonte: Luczynski, 2008

4 ÁREA DE ESTUDO

O Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência (HMUE) foi inaugurado no dia 17 de março de 2006. Localizado na Rodovia BR 316, Km 3, no município de Ananindeua/PA, atende a população da Região Metropolitana e inúmeros municípios do Nordeste do Pará, encaminhada pelo Sistema Único de Saúde (SUS), estando a regulação sob responsabilidade da Secretaria Estadual de Saúde do Pará (SESPA).

O Hospital destaca-se pela grandiosidade do conjunto arquitetônico. A área construída está dividida em cinco blocos. Há estacionamentos, jardins e áreas arborizadas, brinquedoteca, refeitório para os colaboradores e lanchonete para os visitantes. O HMUE é uma unidade de referência para trauma e queimados, de média e alta complexidade (Figura 2).

O HMUE possui sofisticado Centro de Diagnóstico por Imagem, dotado de equipamentos de última geração como: ressonância magnética, tomografia computadorizada, raios-x, ultra-sonografia e endoscopia para realização de diferentes tipos de exames. Os equipamentos são informatizados e os resultados e imagens digitalizadas podem ser acessados no centro cirúrgico, postos de enfermagem e pronto atendimento tão logo esteja disponibilizado. Dispõe de 236 leitos operacionais, dotado de um Centro de Tratamento de Queimados, com 20 leitos, o primeiro da Região Norte do País, que através de tratamentos específicos diminui o tempo dos pacientes internados vítimas de queimaduras. É um hospital público, porém é o primeiro no estado que tem sua administração terceirizada, feita pela *Associação Cultural e Educacional do Pará Organização Social em Saúde (ACEPA-OSS)*, que prioriza o atendimento humanizado com qualidade aos pacientes do SUS, buscando nível de excelência na prestação dos serviços oferecidos à população. Figura 2.

Figura 2: Localização via satélite do HMUE

Fonte: Google Earth, 2010

4.1 FUNÇÕES BÁSICAS

O Hospital Metropolitano acolhe e atende pacientes referenciados pela regulação da SESPA, pacientes conduzidos pelas ambulâncias de serviços de urgência e/ou resgate e por demanda espontânea. Essa assistência é dividida da seguinte forma:

- ✓ **NEURO-TRAUMA E TRAUMATOLOGIA**

Para esse trabalho assistencial o HMUE dispõe do Acolhimento com plantão médico permanente, do Serviço de Pronto Atendimento (PA), Internação Adulta (IA), Observação Clinica Médica (OCM), Observação do Trauma (OT), Semi-Intensiva, Centro Cirúrgico (CC) com 5 salas adequadamente equipadas, 2 Unidades de Terapia Intensiva (UTI's) Adulto e uma UTI Pediátrica e os setores de internação, onde são divididas em Clínicas Cirúrgicas I, II e II, Clínica Pediátrica, Clínica Neurológica e Policlínica (Quadro 1).

O HMUE também possui um espaço destinado especificamente ao trabalho de reabilitação, através da Fisioterapia, onde conta com profissionais capacitados para dar assistência aos pacientes internos assim como aqueles que necessitam deste serviço especifico. Figura 3.

Ainda dentro das assistências prestadas, o HMUE conta com o Ambulatório de Feridas, traumatologia e sala de gesso. Quadro 1.

Quadro 1: Divisão por andar dos serviços prestados do HMUE

SETOR	N.° DE LEITOS
EMERGÊNCIA	
COM	16
OT	16
OP	3
OTA e OTB	2
IA	16
UTI's	
UTI ADULTO I	10
UTI ADULTO II	10
UTI PEDIÁTRICA	5
CTQ	20
2° ANDAR	
CLÍNICA CIRURGICA I	26
CLINÍCA PEDIATRICA	20
3° ANDAR	
CLÍNICA CIRURGICA II E CLINÍCA CIRÚRGICAIII	46
4° ANDAR	
POLICLINICA	20
CLÍNICA NEUROLÓGICA	26
TOTAL	**236 LEITOS**

Fonte: Autor, 2010

Figura 3: Espaço destinado ao trabalho de Fisioterapia no HMUE

Fonte: Autor, 2010

- ✓ **CENTRO DE TRATAMENTO DE QUEIMADOS (CTQ)**

Planejado para ser referência no atendimento às vítimas de queimaduras, o CTQ do HMUE, é o primeiro na região Norte e atende a população da Região Metropolitana de Belém (RMB) e inúmeros municípios do Nordeste do Pará, encaminhados pelo SUS, através da Central de Regulação. No CTQ, o atendimento às vítimas de queimaduras tem sido destaque pelo cuidado diferenciado com esse tipo de paciente. Os pacientes queimados são atendidos em uma ala destinada somente a eles no HMUE, a qual é um bloco independente com toda a infra-estrutura necessária e equipes multidisciplinares, com profissionais treinados para a especialidade. Figura 4.

Figura 4: Ala especifica destinada ao tratamento de queimados no HMUE

Fonte: Autor, 2010

5 RESULTADOS

A estrutura física do HMUE pode ser observada na tabela

Tabela 1: Disposição do espaço físico do HMUE

Área Total	17.700 m²
Área Construída	8.024,27 m²
Quantidade de Prédios	1
Nº de Blocos	5
N° de Pavimentos	4
N° de Leitos	168

Fonte: Autor, 2010

Para a limpeza interna diária do HMUE são utilizados carrinhos específicos. A empresa Cidade Limpa é responsável pelo transporte externo, tratamento e destinação final dos Resíduos de Serviço de Saúde do HMUE. É uma empresa contratada para auxiliar o hospital a gerenciar seus RSS no âmbito externo, recolhendo-os do interior do hospital e transportando-os até o aterro do Aurá, antes fazendo a incineração dos resíduos infectantes.

Alguns setores tem importante relevância no que se refere a quantidade de resíduos gerados, os quais serão demonstrados na tabela 2, com suas respectivas pesagens. As pesagens do grupo D (Comum) foram realizadas no período de 23 a 30 de novembro de 2009, enquanto a pesagem do grupo A (Infectante) é realizada todos os meses pelo hospital. O hospital mantém práticas de manejo de seus RSS, seguindo condições específicas da RDC 306 da ANVISA.

Na pesquisa observou-se que o hospital mantém um excelente nível de organização no que se refere ao gerenciamento adequado dos RSS, já que em todas as etapas de manejo, o HMUE responde de maneira estável e responsável.

O hospital ainda não possuía o PGRSS, documento de comprovação da existência de gerenciamento, porém já realizava procedimentos adequados, desde a geração até a disposição final, realizada pela empresa contratada, além de possuir em sua organização propostas e programas que acompanham com mais assiduidade o melhor funcionamento dos procedimentos adequados, como programas de prevenção de acidentes e outros riscos iminentes com o manuseio incorreto dos RSS. As etapas de manejo são evidentes, seguindo as resoluções vigentes, o que proporcionou base para o desenvolvimento do PGRSS do HMUE, sendo este um hospital de referência com um PGRSS completo na região. Figura 5.

Tabela 2: Média mensal de resíduo produzido por setor

LOCAL	GRUPO D	GRUPO A
Bloco Cirúrgico	57,30 Kg/mês	499,10 Kg/mês
Central de Material e Esterelização (CME)	31,00 Kg/mês	121,70 Kg/mês
Farmácia	34,60 Kg/mês	20,90 Kg/mês
Pronto Atendimento (PA); Semi-Itensiva; Observação do Trauma (OT); OCM; Internação Adulta (IA); UTI Infantil.	464,90 Kg/mês	1.505,70 Kg/mês
Refeitório (UAN)	918,90 Kg/mês	-
UTI's	464,90 Kg/mês	1.368,90 Kg/mês
Ambulatório de Feridas	-	41,40 Kg/me
CTQ (Centro de Tratamento de Queimados)	181,90 Kg/mês	504,80 Kg/mês
CLÍNICAS (I, II, III, Policlínica e Neurológica)	733,70 Kg/mês	1.338,30 Kg/mês

Fonte: Autor, 2010

Figura 5: Armazenamento para coleta seletiva no Abrigo Externo

Fonte: Autor, 2010

6 PLANO DE MONITORAMENTO DO PGRSS

Compete a Comissão formada por membros do HMUE a monitorização, planejamento e principalmente o controle do PGRSS do HMUE. Esta comissão é composta pelos membros que exercerão esta função de consultoria, em assuntos relacionados aos RSS do HMUE, conforme item 2.2 e 2.2.1 da RDC Nº 306/2004 (ANVISA, 2004). No Quadro 2 é mostrada a comissão de monitoramento do PGRSS do HMUE e os setores ao quais cada membro pertence.

O objetivo da Comissão do PGRSS é desenvolver ações que visem à regulamentação das atividades relacionadas à geração e o manejo dos resíduos hospitalares, garantindo a segregação correta, a proteção do meio ambiente e da população.

Quadro 2: Composição da Comissão de monitoramento do PGRSS

PLANO DE MONITORAMENTO DO PGRSS
SETOR
CCIH
Gerente Administrativa
CCIH
CENTRO CIRÚRGICO
ENFERMAGEM
UTI
CTQ
EDUCAÇÃO CONTINUADA ENSINO E PESQUISA
FARMÁCIA
FARMÁCIA
SESMT
SESMT
SESMT
ALMOXARIFADO
HIGIENIZAÇÃO
LAVANDERIA
UAN

Fonte: Autor, 2010

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PGRSS visa contribuir para um correto gerenciamento de produção de resíduos sólidos de serviços de saúde. Na medida em que o volume produzido de RSS cresce, faz-se necessário controlar essa geração, realizando segregação eficiente e métodos de tratamento objetivando diminuir o volume de resíduos a serem depositados em solo, promovendo proteção à saúde e ao meio ambiente.

O HMUE montou uma equipe multidisciplinar, com tarefas definidas, trabalhando em grupo, que mantém a educação continuada entre os funcionários do estabelecimento com a finalidade de gerenciar a produção de resíduos sólidos de saúde.

Um dos indicadores importantes para o monitoramento do PGRSS realizado no HMUE está relacionado com a quantidade de resíduos perigosos gerados em relação ao total gerado. Com a implementação do gerenciamento, observou-se que a quantidade de resíduos comuns contaminados (por resíduos dos grupos A, B, C) devido à falha na segregação, diminuiu. Para tanto, foram

estabelecidos indicadores medindo o percentual dos resíduos dos diferentes grupos em relação ao total de resíduos gerados no estabelecimento. Outros indicadores foram a taxa de pessoal com capacitação, variação do percentual de reciclagem e a taxa de acidentes com perfuro cortantes.

A operacionalização de todo o PGRSS é realizada em parceria com a empresa contratada para realizar o destino final dos resíduos. É importante ressaltar que todos os itens constantes do PGRSS são colocados em prática e o mesmo é regularmente atualizado e constantemente aplicado, visando os grandes benefícios que um bom gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde oferece a todos que freqüentam o hospital.

A realização deste trabalho levou em conta a infra-estrutura, a operacionalização e o gerenciamento do sistema de resíduos. Quanto à infra-estrutura, o HMUE observa as normas de acondicionamento, pois possui lixeiras apropriadas para depósitos de resíduos, de locais para seu armazenamento temporário, de carrinhos para transporte até o abrigo externo; e de abrigo individualizado para segregação dos vários tipos de resíduos produzidos.

Finalizando, o PGRSS do HMUE está de acordo com a RDC 306/2004 da ANVISA, o que contribui para atingir o bem estar de todos que freqüentam o hospital.

8 RECOMENDAÇÕES

A ANVISA revogou a RDC 306/2004 e no dia 25/09/2018, entrando em vigor a RDC 222/2018, publicada no Diário Oficial da União (DOU) n.º 61, de 29 de março de 2018. A RDC 222/2018, regulamentaas boas práticas de gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. A Resolução ANVISA/RDC 222, de 28 de março de 2018, que Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências entrou em vigor no dia 25/09/2018. As alterações são relativas a uma gestão mais didática e mais objetiva que a Resolução ANVISA/RDC 306/04 desses resíduos, com menor citação de outros normativos. Foram excluídas menções a normas técnicas da ABNT e a diplomas legais. Tiveram mudanças textuais para facilitar a compreensão, alterações quanto à identificação, acondicionamento, coleta e transporte de RSS. Além disso, houve a inclusão das obrigações administrativas, modificações no Plano de Gerenciamento, classificação de RSS e na capacitação de pessoal. (ANVISA, 2020)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVISA - AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC 306, de 7 de Dezembro de 2004. Brasília, 2004;

- FIOCRUZ. Biossegurança em Laboratórios de Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde, 1998;

- HIRATA, Mario Hiroyuki; FILHO, Jorge Mancini. Manual de Biossegurança. São Paulo: Editora Manole, 2002;

- HMUE, Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência. Manual de Procedimentos e Processos Internos. Belém, 2009;

- LUCZYNSKI. M. Estudo da Viabilidade econômica para a utilização da semente da Euterpe olerácea Mart. (açaí) como recurso energético. Dissertação (Mestrado – Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia da UFPA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2008;

- SCHENEIDER, Vânia Elisabete et al. Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde. Caxias do Sul, RS: Educs, 2004;

- Portal ANVISA:

<: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3427425/RDC_222_2018_.pdf/c5d3081d-b331-4626-8448-c9aa426ec410>. Acesso em 3 de fevereiro de 2022.

Capítulo 28

10.37423/220205345

AVALIAÇÃO DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE PORTO TROMBETAS-PA

ELIDIANE DO SOCORRO SOUZA DE ASSIS *UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ*

Maria de Valdívia Costa Norat Gomes *UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ*

Paulo Fernando Norat Carneiro *UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ*

Resumo: A problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU) não está só relacionada a sua produção, mas principalmente ao seu descarte, que na maioria das vezes é realizado de maneira inadequada por quem os produz, e tendo como conseqüência profundos impactos no meio ambiente e na qualidade de vida da população. É diante desse cenário que este trabalho pretende apresentar uma avaliação da Usina de Triagem e Compostagem (UTC) de Porto Trombetas - Oriximiná/PA, com o objetivo de obter conhecimento referente ao funcionamento da UTC e identificar tendências para gestão desse processo no intuito de elaborar padrão operacional de execução do sistema, adequando-o a questões peculiares da região. A metodologia utilizada neste trabalho foi através do levantamento de dados e informações a respeito do funcionamento operacional da UTC, que se deu por meio do acompanhamento das atividades desenvolvidas no local, que a partir de então realizaram-se estudos referentes às informações obtidas no sentido de otimizar o sistema. O resultado deste estudo revela uma forma inadequada de funcionamento, pois o processo de compostagem tem o objetivo de diminuir o tempo em que a matéria orgânica fica exposta para a bioestabilização do composto e uma boa homogeneização, porém isso não ocorreu tornando o sistema ineficiente no que diz respeito aos parâmetros de projeto referentes aos dados obtidos. Apesar disso, a implantação da usina de compostagem em nossa região, é uma boa forma de tratamento e destino final dos resíduos sólidos devido ao seu baixo custo e adequação a pequenas cidades como Porto Trombetas.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Reciclagem. Compostagem. Matéria Orgânica.

INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos maiores problemas que a sociedade contemporânea enfrenta é a questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU), que vem tomando proporções crescente, decorrente de uma sociedade cada vez mais consumidora, sobretudo nos paises em desenvolvimento, a exemplo de Brasil. Esse fato ocorre em virtude do constante crescimento populacional, demandando dessa forma uma maior produção de alimentos e industrialização de matérias primas, que são transformados em produtos industrializados, contribuindo para a elevada geração de resíduos sólidos.

O problema dos RSU não está só relacionada a sua produção, mas principalmente ao seu descarte, que na maioria das vezes é realizado de maneira inadequada por quem os produz, e tendo como conseqüências profundos impactos no meio ambiente e na qualidade de vida da população. O gerenciamento dos RSU é de responsabilidade do poder público, porém não basta só coletar e afastar os resíduos dos domicílios, é preciso que este realize programas de educação sanitária e ambiental, a fim de conscientizar a sociedade do assunto em questão.

A nova abordagem técnica da questão dos resíduos sólidos urbanos preconiza a adoção de sistemas descentralizados, dentro de um planejamento integrado, e dá ênfase às ações de minimização para solucionar o problema. Uma dessas ações é a maximização da reciclagem e o reaproveitamento desses resíduos, que pode ser aplicada aos resíduos inertes (plásticos, vidros, metais, etc...) como aos resíduos orgânicos (restos de frutas, legumes e de alimentos em geral, folhas, gramas, etc.). A forma mais eficiente de reciclagem dos resíduos orgânicos é por intermédio de processos de compostagem. Cerca de 65% dos RSU domiciliares produzidos no país são constituídos de matéria orgânica. Toda essa massa heterogênea de resíduos orgânicos pode ser tratada (estabilizada) e transformada em composto orgânico (humificada) para uso agrícola, eliminando, dessa forma, os vários problemas ambientais sanitários associados a eles, contribuindo decisivamente para a melhoria da qualidade de vida da população (NETO, 1996).

Existe um consenso entre os pesquisadores e órgãos ambientais de que a melhor alternativa para a disposição dos resíduos sólidos urbanos, em municípios de pequeno porte, é a Usina de Triagem e Compostagem (UTC), mas a dificuldade de se manter esse sistema de tratamento é desafio das cidades Brasileiras, pois cada uma tem suas peculiaridades, que devem ser levadas em consideração. Portanto os sistemas devem ser tratados de maneiras diferenciados para cada região (NASCIMENTO e COLLARES, 2008).

É neste sentido que este trabalho pretende apresentar um Plano de Melhorias da Usina de Triagem e Compostagem de Porto Trombetas - Oriximiná - PA, com o objetivo de obter conhecimento referente ao funcionamento da UTC e identificar tendências para gestão desse processo no intuito de elaborar padrão operacional de execução do sistema, adequando-o as questões peculiares da região.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em duas etapas para se obter os objetivos propostos. Na primeira etapa deste estudo, ocorrida no período de 23/01/2008 a 19/02/2008, realizou-se o levantamento de dados e informações a respeito do funcionamento operacional da UTC, que se deu por meio do acompanhamento das atividades desenvolvidas no local. A segunda etapa consistiu na realização de estudos a partir das informações obtidas, no sentido de se entender a situação em que se encontra a UTC, a fim de elaborar um plano de medidas a serem tomadas visando à otimização do sistema.

ÁREA DE ESTUDO

O complexo de Porto Trombetas está localizado no município de Oriximiná, no oeste do Estado do Pará, a 880 quilômetros de Belém. É gerenciado pela empresa Mineração Rio do Norte S. A. (MRN). A economia da região é prioritariamente gerada a partir da extração e comercialização da bauxita, matéria-prima do alumínio, realizada pela MRN. Porto Trombetas foi criado para acomodar os empregados da MRN e seus familiares, congregando hoje uma população de aproximadamente 6 mil habitantes. As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a localização de Porto Trombetas e as condições pluviométricas da região, no ano de 2007.

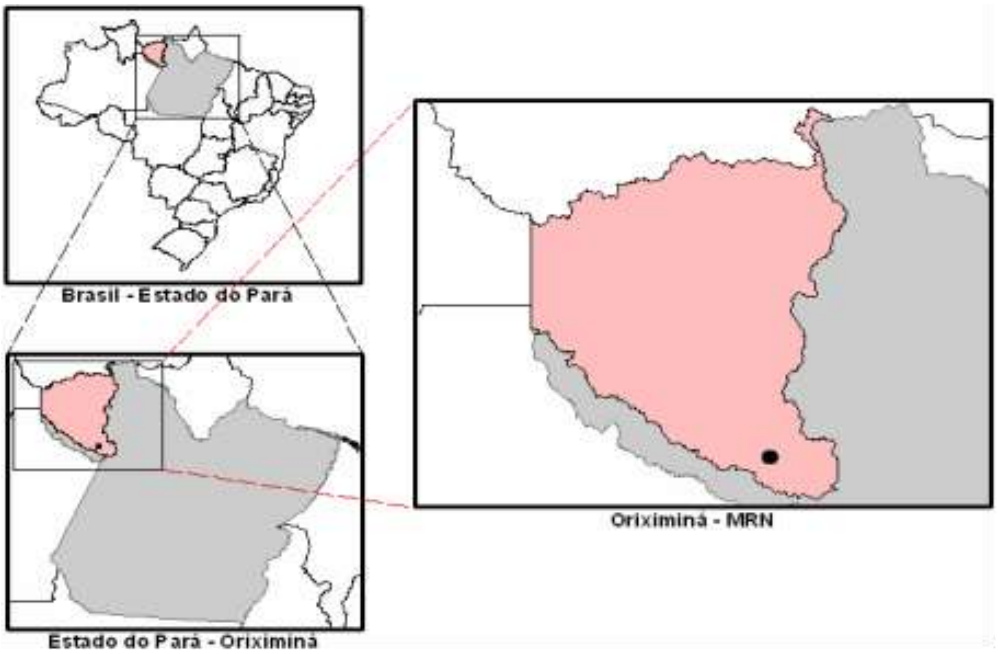


Figura 1: Localização de Porto Trombetas.

Fonte: Empresa Mineração Rio do Norte S. A. (2008).

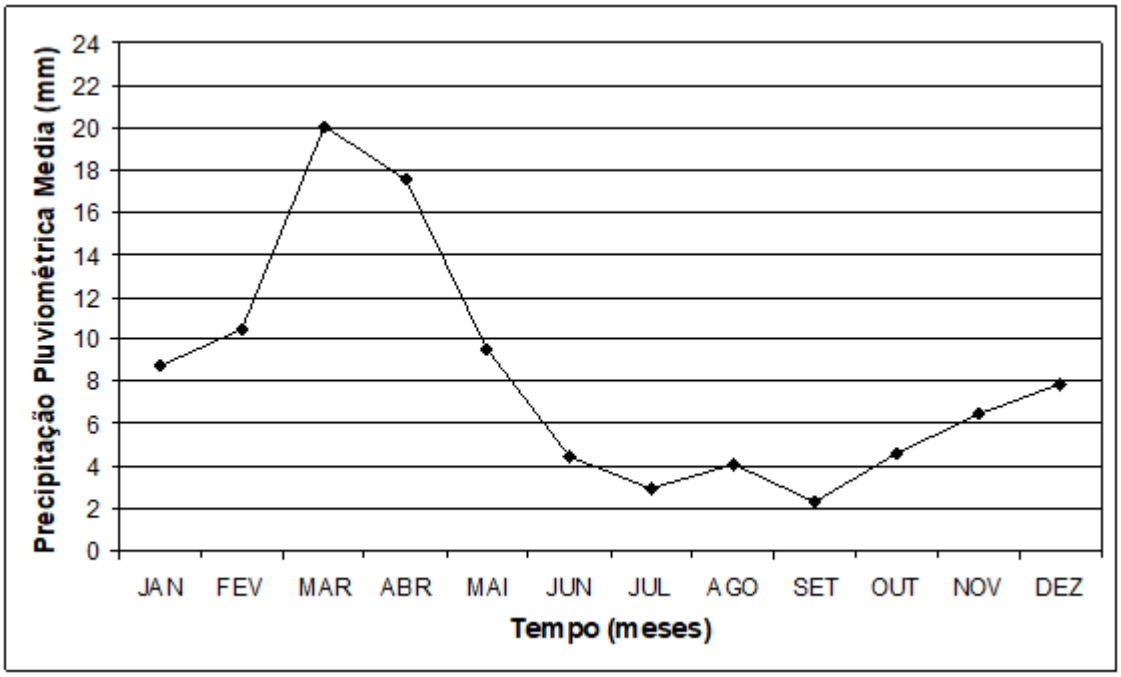


Figura 2: Precipitação Pluviométrica.

Fonte: Empresa Mineração Rio do Norte S. A. (2008).

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE PORTO TROMBETAS

O sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares de Porto Trombetas é realizado pela empresa Mineração Rio do Norte (MRN) através de sua Assessoria de Administração (TAA) e os

serviços são executados pela empresa terceirizada Grupo de Soluções em Alimentação (GRSA). A Figura 3 apresenta o fluxograma do sistema de gerenciamento de RSU de Porto Trombetas.

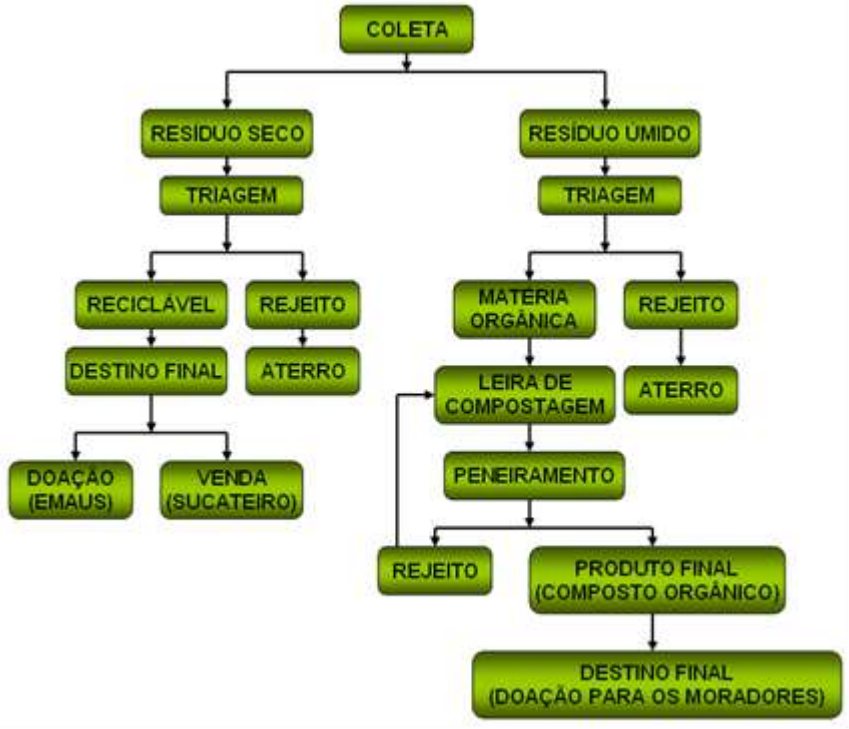


Figura 3: Fluxograma do sistema de gerenciamento de RSU de Porto Trombetas.

Fonte: Empresa Mineração Rio do Norte S. A. (2008).

COLETA

A coleta de resíduos sólidos realizada em Porto Trombetas se dá através dos aspectos físicos dos resíduos, em úmido e seco, como descrito no Quadro 1.

Dias de Coleta	Resíduo Úmido	Resíduo Seco
Segunda, Quarta e Sexta - Feira	x	
Terça e Quinta - Feira		x

Quadro 1: Dias da semana de coleta do resíduo úmido e seco.

Fonte: Empresa Mineração Rio do Norte S. A. (2008**).**

O resíduo úmido corresponde à fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos constituída, geralmente, por restos de comida e sobras de cozinha. Já o resíduo seco representa a fração dos resíduos sólidos urbanos, constituída, geralmente, por: jornais, papel, papelão, sacos plásticos, embalagens em geral, garrafas e etc.

Esse tipo de coleta se dá em virtude do sistema de coleta seletiva desenvolvida na cidade, o que facilita em parte o trabalho da triagem dos constituintes do resíduo para o tratamento dos mesmos, porém o sistema não é eficaz uma vez que parte da população não separa adequadamente o seu resíduo, pois se observou no momento da triagem a mistura de resíduo seco com úmido. Além da coleta seletiva, realizada porta a porta, existe também a coleta de capina e poda de árvores provenientes da limpeza de áreas públicas e vilas residenciais.

TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL

O tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos de Porto Trombetas são realizados através da Usina de Triagem e Compostagem (UTC) e pelo Aterro Controlado, existente na cidade.

Após a etapa de coleta os resíduos são transportados até a UTC, onde primeiramente ocorre a recepção dos mesmos, descarregados em silos metálicos, para posteriormente serem triados.

A quantificação dos resíduos sólidos é realizada no momento da recepção, quando estão no silo, com o auxilio de uma régua graduada é executada a medição estimada dos resíduos que chegam de cada veículo, utilizando-se como parâmetro de medição o volume (m^3). A operação da UTC ocorre de acordo com os dias de coleta de resíduos sólidos mostrado no Quadro 2.

Dias de Operação	Compostagem	Benefic. dos Materiais Recicláveis
Segunda, Quarta e Sexta - Feira	x	
Terça e Quinta - Feira		x

Quadro 2: Dias de operação da UTC.

Fonte: Empresa Mineração Rio do Norte S. A. (2008).

1) Beneficiamento dos Materiais Recicláveis

Os resíduos secos passam por um processo de beneficiamento, triagem dos constituintes dos resíduos, e pelo enfardamento, do material reciclável. O objetivo desse processo é tornar os materiais recicláveis adequados para destinação, que pode ser doação para ONG's ou venda para os sucateiros.

2) Processamento do Material Orgânico (Compostagem)

Os resíduos úmidos são transportados até a UTC, onde são tratados através da técnica de compostagem, processo biológico aeróbio e controlado de tratamento de resíduos orgânicos para a produção de composto orgânico, com duração aproximada de 120 dias.

a) Triagem do Resíduo Úmido: Os resíduos úmidos são levados ao o transportador de correia, onde é realizada a triagem de forma manual pelos operadores, do qual a parte orgânica do resíduo vai para o triturador e o material rejeitado (resíduos inertes) desse processo é direcionada para o aterro controlado;

b) Trituração da Matéria Orgânica: Após a triagem a parte orgânica é encaminhada ao triturador com o objetivo de promover uma homogeneização, melhorar a porosidade e proporcionar menor compactação da massa de resíduos. Aconselha-se que a granulometria das partículas do material orgânico estejam na faixa de 10 a 50 mm, porém neste processo não se verificou essas dimensões nos materiais triturados, podendo dar-se em virtude da falta de ajustamento das facas de corte do triturador;

c) Preparação da Matéria-Prima: Após a trituração o material orgânico é encaminhado ao pátio de compostagem onde inicialmente é realizada a separação de materiais inertes e grosseiros da massa orgânica (rica em nitrogênio), sendo esta posteriormente misturada com material palhoso (capim seco e poda, rico em carbono, proveniente do serviço de limpeza pública). Essa mistura é importante no balanço da composição de nutrientes, no caso a relação carbono/nitrogênio, que deve atender a faixa de 30:1 à 35:1. Verificou-se que na UTC de Porto Trombetas essa relação não é dada desta forma;

d) Montagem das Leiras ou Pilhas de Compostagem: A montagem da leira inicia-se com uma camada uniforme de material palhoso colocada em toda a área ocupada, com mais ou menos 25 cm de espessura e, em seguida, coloca-se o resíduo orgânico e material palhoso, que são misturados, depois a leira é coberta com material palhoso. Quando montada, a leira obtém uma configuração geométrica de dimensão média da ordem de 0,75 m de altura por 2,10 de largura, sendo que de acordo com Neto (1996), a leira deve estar com uma altura de 1,60 m e largura variando de 3,50 m a 4,00 m. Essas dimensões são importantes no processo de oxigenação da massa orgânica, pois se a altura for muito alta haverá uma compactação da base com isso reduzindo os poros impedindo assim a oxigenação, por outro lado se a altura for muito baixa perderá calor rapidamente para o meio e absorve umidade, com isso gerando muito chorume, que é o caso das leiras da UTC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos resultados foram estudadas duas leiras de compostagem, a leira nº 001 e a leira nº 007, constituídas por materiais diferentes, conforme Quadro 3. O estudo das leiras foi realizado a

partir dos resultados obtidos do monitoramento do processo realizado na UTC, por meio de anotações do controle de temperatura, umidade e ciclo de reviramento.

Leira	Data de Montagem	Tipo de Material
001	23/01/2008	Material Orgânico + Capim Cortado
007	11/02/2008	Material Orgânico + Capim Cortado + Serragem de Madeira

Quadro 3: Data de montagem e tipo de material utilizado nas leiras de estudo.

As Figuras 4 e 5 ilustram, respectivamente, o comportamento da temperatura das leiras estudadas, tomando-se como referência o topo, meio e base, observando-se que em certos trechos há uma descontinuidade da curva de temperatura, ocorrida devido a ausência do monitoramento que pode ter sido causado por parte do operador ou pelo problema apresentado no termômetro digital. Posteriormente descobriu-se que o operador não tinha habilidade com o equipamento.

Na Figura 4, nota-se que no 3° trecho do gráfico, correspondente ao 23°dia, a temperatura chega a atingir 34°C e no 4° trecho, entre o 37° ao 53° dia, a temperatura oscila de 25°C a 40°C. Esses valores de temperatura indicam que o monitoramento não está sendo realizado adequadamente, pois durante essa primeira fase do processo (degradação ativa) deveriam ocorrer temperaturas controladas entre 45°C a 65°C, para garantir a maximização da degradação da matéria orgânica e eliminação dos microorganismos patogênicos presentes na massa orgânica.

Na Figura 5, observa-se que nos primeiros dez dias de idade da leira a temperatura ainda não tinha atingido a faixa termofílica (45°C a 65°C) que caracteriza a primeira fase de compostagem (degradação ativa), isso pode ter ocorrido em virtude do elevado teor de umidade. Observa-se que no 2º trecho do gráfico, que se encontra entre o 18° ao 40º dia, a temperatura está numa faixa mais adequada, oscilando de 40°C a 60°C, porém esses valores não correspondem com a elevada umidade encontrada

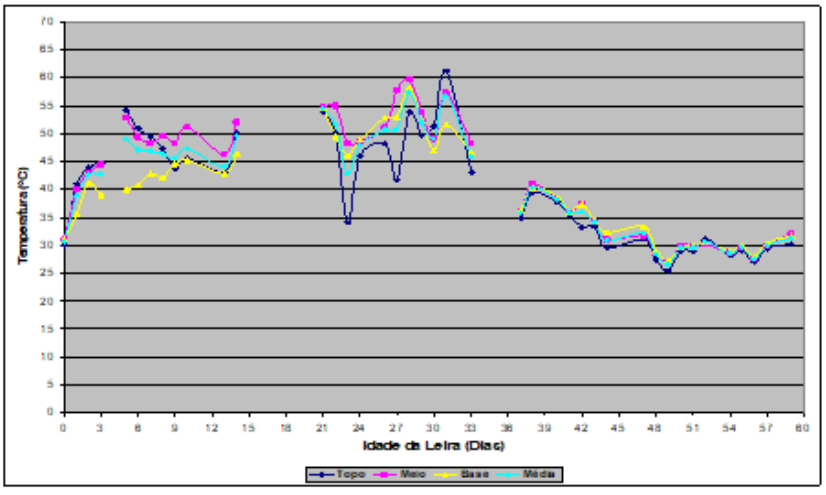


Figura 4: Comportamento da temperatura (Leira nº 001).

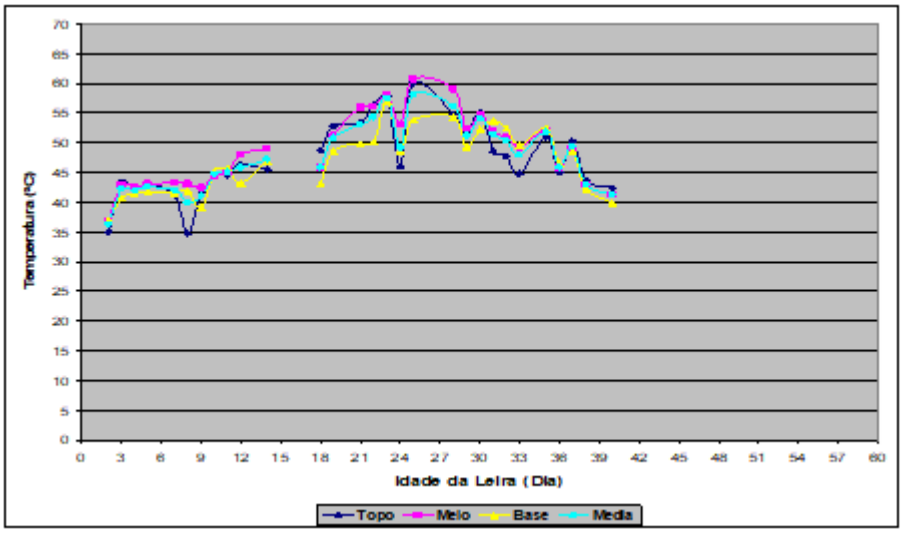


Figura 5: Comportamento da temperatura (Leira nº 007).

Nas Figuras 6 e 7 são apresentadas, respectivamente, o comportamento da umidade das referidas leiras. De acordo com estes pode-se observar que a umidade se manteve acima de 60%, fato que pode ter ocorrido devido à configuração geométrica da leira, que se dá de maneira aleatória, pois a altura média das mesmas é da ordem de 0,70 m, e com altura muito pequena a leira absorve rapidamente umidade do solo. Esse elevado teor de umidade indica que está ocorrendo anaerobiose no processo ocasionando dessa forma a produção considerada de chorume, exalação de fortes odores, com proliferação de larvas de moscas e atração de macro-vetores, como mostra a Figura 8.

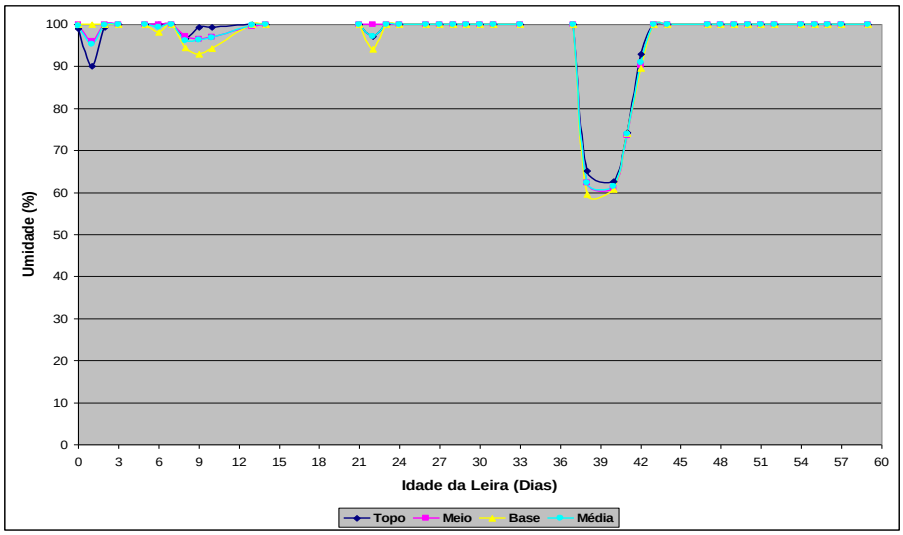


Figura 6: Comportamento da umidade (Leira nº 001).

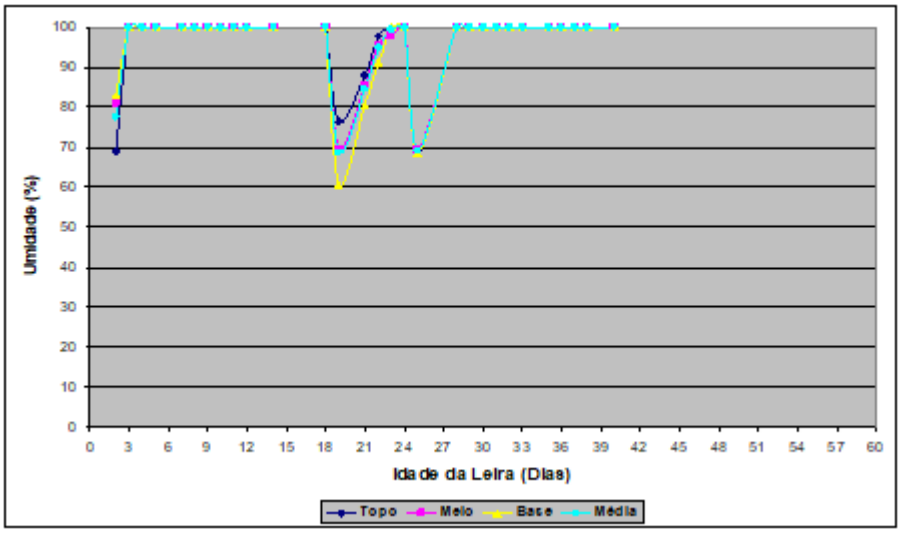


Figura 7: Comportamento da umidade (Leira nº 007).

Figura 8: Surgimento de larvas de moscas.

Fazendo um comparativo entre as duas leiras estudadas com o que foi observado in loco, pode-se dizer que os dados obtidos da ficha de controle são duvidosos, uma vez que as temperaturas demonstradas estão abaixo do que realmente se verificou, como mostra a Figura 9.

Figura 9: Emissão de vapor de uma leira.

A Figura 9 mostra a emissão de vapor em uma leira de compostagem, no momento em que a temperatura registrada era da ordem de 70°C e teor de umidade estava em 100%. Essas condições se dão devido a vários fatores ocorridos no inicio do processo de compostagem como os diâmetros das partículas, as dimensões geométricas da leira e relação carbono/nitrogênio estarem fora da faixa permitida.

Neste estudo não será comentada a fase de maturação, pois as leiras no período estudado, não chegaram a terminar a fase de degradação ativa.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

As cidades buscam soluções para resolver problema dos RSU, através de estudos que são realizados para o tipo de tratamento e destinação final de seus resíduos. Existe um consenso entre os pesquisadores e órgãos ambientais que a melhor alternativa para a disposição dos resíduos sólidos urbanos, em municípios de pequeno porte, é a Unidade de Triagem e Compostagem (UTC), uma vez que a matéria orgânica constitui em média 65 % da massa de resíduos sólidos urbanos, que tendo um tratamento adequado de compostagem resultará em um produto final, composto orgânico, que pode ser utilizado na agricultura e em outros fins.

Mas a dificuldade de se manter esse sistema de tratamento é desafio das cidades brasileiras, pois cada uma tem suas peculiaridades, que devem ser levadas em consideração. Portanto os sistemas devem ser tratados de maneiras diferenciadas para cada região.

No caso da UTC de Porto Trombetas - Oriximiná/PA, apesar de bem projetada e dimensionada, apresentou várias deficiências devido à falta de atenção na operação e no acompanhamento dos parâmetros que influenciam o processo de compostagem, que pode ter ocorrido em virtude da mão-de-obra não qualificada para tal processo. E nesse sentido recomenda-se a realização de curso de capacitação da mão-de-obra para obter-se uma melhor operação da usina.

Com relação às leiras houveram falhas no monitoramento dos parâmetros de temperatura e umidade, pois os dados obtidos do controle da UTC não condiziam com o que se verificou in locu,, em geral observando-se altos registros de temperatura e umidade, que ocasionou a anaerobiose, e como conseqüência disso a morte de microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica como é o caso dos microrganismos mineralizadores. Esses fatores afetaram no retardamento do processo e conseqüentemente na obtenção de um produto final sem boas características químicas para seu emprego.

A utilização do sistema de compostagem tem por finalidade obter o mais rápido possível as condições adequadas da estabilidade da matéria orgânica, o que faz necessário que seus parâmetros (umidade, aeração, temperatura, pH, relação C/N) estejam nas condições de projeto adequadas.

As elevadas temperaturas que foram analisadas podem ter sido causadas pela maneira como foi realizado o reviramento das leiras, que por mais que seja executado a cada três dias, como recomenda Pereira Neto (1996), deve ser feito de forma a homogeneizar toda a massa de compostagem, esse procedimento é preciso para atender a demanda mínima de oxigênio necessária para os microorganismos desenvolverem suas atividades microbiológicas e assim promover a estabilização da matéria orgânica.

Outro fator que está afetando a temperatura é o elevado teor de umidade ocorrido devido à configuração geométrica da leira, que se dá de maneira aleatória, provocando a anaerobiose no processo ocasionando dessa forma a produção considerada de chorume e a exalação de fortes odores. Uma medida que deve ser tomada para resolver este problema seria a mudança de configuração geométrica da leira, a partir do aumento da altura para não absorver com muita facilidade a umidade do ambiente.

A questão da granulometria das partículas encontra-se fora dos padrões recomendados, o que dificulta a degradação da matéria orgânica pelos microorganismos, provocando dessa forma a emissão de maus odores das leiras de compostagem. Para solucionar este problema precisa-se corrigir o diâmetro das partículas deixando na faixa recomendada, entre 10 a 50 mm. Essa medida promoverá

a melhor homogeneização, porosidade, menor compactação e maior capacidade de aeração da massa de compostagem.

Se o processo de compostagem for realizado de maneira adequada, dentro dos parâmetros de projeto, sem dúvida o resultado final será um composto de boa qualidade pronto para ser utilizado para diversos fins como: práticas de jardinagem, recuperação do solo causado pela erosão, práticas de agricultura, projetos paisagísticos, reflorestamento, hortos e produção de mudas, cobertura de aterros, etc.

O sistema de coleta seletiva desenvolvida na cidade apresentou ser ineficiente devido parte da população não separar adequadamente o seu resíduo, pois se observou no momento da triagem a mistura de resíduo seco com úmido. Essa situação ocorre devido ao intenso fluxo migratório de pessoas, com hábitos diferentes, que vem para a região com o objetivo de se empregar, em virtude da economia gerada nesta. Para a solução desse problema recomenda-se que sejam desenvolvidas na cidade campanhas de educação sanitária e ambiental, de forma contínua, com a finalidade de conscientizar a população sobre os impactos ambientais que podem ocorrer em decorrência da falta de destino adequado dos resíduos sólidos, causando danos à saúde humana.

REFERÊNCIAS

1. Empresa Mineração Rio do Norte S. A - MRN. Localização de Porto Trombetas. Disponível em: <http://www.mrn.com.br/index_1024.htm> Acessado em: 18/05/2005.

2. Empresa Mineração Rio do Norte S. A - MRN. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos - PGIRSU de Porto Trombetas/PA. Porto Trombetas, 2008.

3. FONSECA, Edmílson. Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana. 2ª edição. João Pessoa: JRC gráfica, 2001. 130p.

4. NASCIMENTO, Maria de Lourdes Amaral; COLLARES, Eduardo Goulart. Metodologia para Revitalização de Unidades de Triagem e Compostagem: Aplicação Prática em São João Batista do Glória - MG. In: SIMPÓSIO LUSO – BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, AMAZÔNIA: DESENVOLVER SEM DEGRADAR, 2008, Belém. Anais ... Belém: 2008, n. 13, 2008. 1 CD – ROM.

5. NETO, João Tinoco Pereira. Manual de Compostagem: processo de baixo custo. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p.

Capítulo 29

10.37423/220205348

CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE ÁREAS E DIMENSIONAMENTO DE ATERRO SANITÁRIO PARA IMPLANTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JACUNDÁ - PARÁ

Elidiane do Socorro Souza de Assis — *Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA*

Erlen Assis de Almeida — *Universidade Federal do Pará - UFPA*

Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira Silveira — *Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA*

Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira — *Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA*

Resumo: Esta pesquisa pretende apresentar uma proposta de Seleção de Áreas e Dimensionamento de Aterro Sanitário para Implantação no município de Jacundá - Pará, tendo como objetivo atender as legislações pertinentes brasileira e o cumprimento dos parâmetros técnicos de projeto, para auxiliar o gestor público na tomada de decisão. A metodologia utilizada foi, em primeiro lugar, o levantamento de dados e informações a respeito da área de estudo, em seguida realizou-se o cálculo da projeção populacional para atender o horizonte de 20 anos e finalmente o dimensionamento do aterro sanitário para a definição de área a ser buscada dentro dos parâmetros de projetos.

Palavras-chave: Mapeamento; Resíduos sólidos; Legislação ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível (NBR - 10.004 ABNT, 2004).

A Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, define gestão integrada de resíduos sólidos como um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Este estudo pretende apresentar uma proposta de Seleção de Áreas e Dimensionamento de Aterro Sanitário para Implantação no município de Jacundá - Pará, com o objetivo principal de selecionar áreas adequadas quanto aos critérios restritivos e de aptidão, atendendo as legislações pertinentes brasileira e o cumprimento dos parâmetros técnicos de projeto, para auxiliar o gestor público na tomada de decisão. Dessa forma garantindo a qualidade de vida da população e a sustentabilidade do meio ambiente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no município de Jacundá (Figura 01) pertence à mesorregião Sudeste Paraense e à microrregião Tucuruí, Estado do Pará. A sede municipal, tem as seguintes coordenadas geográficas: 04º 26’00” de latitude Sul e 49º 06’15” de longitude a Oeste de Greenwich. E limitando-se ao Norte (Município de Goianésia do Pará), a Leste (Município de Rondon do Pará), ao Sul (Município de Nova Ipixuna) e ao Oeste (Município de Novo Repartimento). Possui área de 2.015,9 km², altitude de 95m na sede municipal, entretanto, porções mais elevadas, ao Sul e a Oeste do Município, chegando aos 120m e população de 51.360 habitantes. Tem como vegetação predominante a Floresta de Submontana Aplainada. Seus principais cursos d’água são: os rios

Tocantins, Arataú, Pacajazinho, Lontra, Bacuri, Grande Valentim e os igarapés Jacaré, Castanheira, São Pedro, Jacundá, Piteira e Córrego da Saúde (IBGE, 2010).

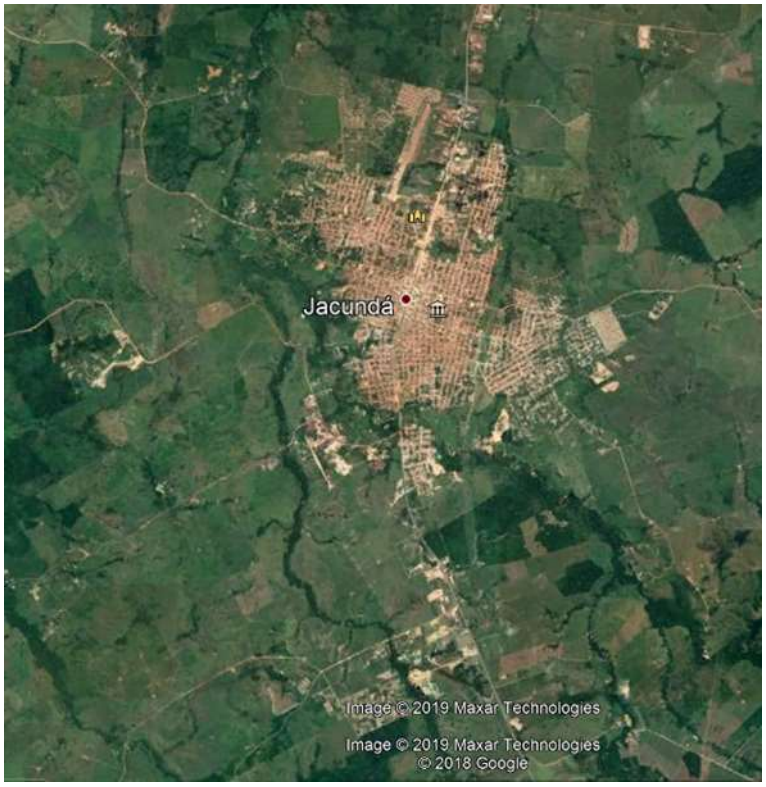


Figura 01: Localização do Município de Jacundá-Pa.

Fonte: Google Earth (2019).

2.2 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DAS ÁREAS DE ATERRO SANITÁRIO

Para análise das características ambientais utilizadas na seleção das áreas foram consideradas as recomendações previstas no Termo de Referência para Elaboração do Relatório de Controle Ambiental - RCA para Implantação de Projeto de Aterro Sanitário de Lixo Doméstico e/ou Hospitalar, da Resolução COEMA Nº 120, 28/10/2015, do Estado do Pará, que dispõe sobre as atividades de impacto ambiental local, de competência dos Municípios, e dá outras providências (Tabela 01), em Atendimento ao Parágrafo Único do Artigo 3º da Resolução CONAMA Nº237/97, 19/12/97.

Tabela 01: Tipologia de impacto ambiental local / Tipologia compartilhada entre Estado e Municípios

Tipologia	Porte do Empreendimento					Potencial Poluidor/ Degradador
	Unidade	Micro	Pequeno	Médio	Grande	
29 - Obras de Infraestrutura						
Aterro sanitário, sem fracionamento (População atendida)	PA	≤ 1. 000	> 1.000 = 14.000	> 14.000 = 27.000	> 27.000 = 50.000	II

Fonte: Autores (2019).

Os critérios técnicos analisados para a seleção de áreas foram considerados o que preconiza a ABNT - NBR 13.896, “Aterros de Resíduos Não Perigosos” – Critérios para Projeto, Implantação e Operação – Procedimento.

- Topografia - esta característica é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação. Recomendam-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%;
- Geologia e tipos de solos existentes - tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m;
- Recursos hídricos - deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água;
- Vegetação - o estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores;
- Acessos - fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizados durante toda a sua operação;
- Tamanho disponível e vida útil - em um projeto, estes fatores encontram-se inter-relacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos;
- Custos - os custos de um aterro têm grande variabilidade conforme o seu tamanho e o seu método construtivo. A elaboração de um cronograma físico-financeiro é necessária para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento;
- Distância mínima a núcleos populacionais – deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, recomendando-se que esta distância seja superior a 500 m.

2.3 DIMENSIONAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO

Considerando-se uma vida útil para o aterro sanitário de 20 anos do período de 2020 a 2040, e uma distância de no máximo de 20 km da zona urbana, foram realizados cálculos a fim de se obter a área mínima destinada à localização do aterro.

2.3.1 ESTIMATIVA DA PROJEÇÃO POPULACIONAL TOTAL, URBANA E RURAL

De acordo com o IBGE (2010), o município de Jacundá apresenta uma população total de 51.360 habitantes, sendo 45.683 na sede urbana e 5.677 habitantes na zona rural.

O Estudo Demográfico de Jacundá foi realizado para um horizonte de 20 anos no período de 2020 a 2040, para melhor entender a dinâmica populacional do município foram definidas três tipos de projeções populacionais com relação aos cenário pessimista, básico e otimista. Sendo adotadas taxas geométricas de crescimento de 2,39% a.a, estabelecida para o município de Jacundá conforme IBGE (2010), para o cenário básico, 1% a.a para o cenário pessimista e 3% a.a para o cenário otimista.

Segundo Santos e Girardi (2007), para estimar a população da cidade no ano de 2040, a Equação 1 é utilizada:

$$P\,(f) = P(i) + (1 + d)(1 + d)^{t} \quad (1)$$

Em que:

P(f) é a população de fim de projeto;

P(i) é a população de início de projeto;

d é a taxa de crescimento anual (supondo-se uma projeção aritmética); e

t é o tempo em anos.

Assim, tem-se a Equação 2.

$$P\,(2040) = 51.360 + (1 + 0{,}0239)^{(2040-2010)} \quad (2)$$

Na Tabela 02 e nas Figuras 02, 03 e 04 são apresentadas as projeções populacionais total, urbana e rural de Jacundá até o ano de 2040, sendo que o inicio de projeto começa a partir de 2020.

Tabela 02: Projeção Populacional Total, Urbana e Rural de Jacundá de 2010 a 2040.

Ano	População Total (Hab.)			População Urbana (Hab.)			População Rural (Hab.)		
	Cenário Pessimista	Cenário Básico	Cenário Otimista	Cenário Pessimista	Cenário Básico	Cenário Otimista	Cenário Pessimista	Cenário Básico	Cenário Otimista
2010	51.360	51.360	51.360	45.683	45.683	45.683	5.677	5.677	5.677
2011	51.874	52.588	52.901	46.140	46.775	47.053	5.734	5.813	5.847
2012	52.392	53.844	54.488	46.601	47.893	48.465	5.791	5.952	6.023
2013	52.916	55.131	56.122	47.067	49.037	49.919	5.849	6.094	6.203
2014	53.445	56.449	57.806	47.538	50.209	51.417	5.908	6.239	6.390
2015	53.980	57.798	59.540	48.013	51.409	52.959	5.967	6.389	6.581
2016	54.520	59.179	61.327	48.493	52.638	54.548	6.026	6.541	6.779
2017	55.065	60.594	63.166	48.978	53.896	56.184	6.087	6.698	6.982
2018	55.616	62.042	65.061	49.468	55.184	57.870	6.147	6.858	7.191
2019	56.172	63.525	67.013	49.963	56.503	59.606	6.209	7.022	7.407
2020	56.733	65.043	69.024	50.462	57.854	61.394	6.271	7.189	7.629
2021	57.301	66.598	71.094	50.967	59.236	63.236	6.334	7.361	7.858
2022	57.874	68.189	73.227	51.477	60.652	65.133	6.397	7.537	8.094
2023	58.452	69.819	75.424	51.992	62.102	67.087	6.461	7.717	8.337
2024	59.037	71.488	77.687	52.511	63.586	69.100	6.526	7.902	8.587
2025	59.627	73.196	80.017	53.037	65.106	71.173	6.591	8.091	8.845
2026	60.224	74.946	82.418	53.567	66.662	73.308	6.657	8.284	9.110
2027	60.826	76.737	84.890	54.103	68.255	75.507	6.723	8.482	9.383
2028	61.434	78.571	87.437	54.644	69.886	77.772	6.791	8.685	9.665
2029	62.048	80.449	90.060	55.190	71.556	80.105	6.858	8.892	9.955
2030	62.669	82.371	92.762	55.742	73.267	82.509	6.927	9.105	10.253
2031	63.296	84.340	95.545	56.299	75.018	84.984	6.996	9.322	10.561
2032	63.929	86.356	98.411	56.862	76.810	87.533	7.066	9.545	10.878
2033	64.568	88.420	101.363	57.431	78.646	90.159	7.137	9.773	11.204
2034	65.214	90.533	104.404	58.005	80.526	92.864	7.208	10.007	11.540
2035	65.866	92.697	107.536	58.585	82.450	95.650	7.280	10.246	11.886
2036	66.524	94.912	110.763	59.171	84.421	98.520	7.353	10.491	12.243
2037	67.190	97.180	114.085	59.763	86.439	101.475	7.427	10.742	12.610
2038	67.862	99.503	117.508	60.361	88.505	104.519	7.501	10.998	12.989
2039	68.540	101.881	121.033	60.964	90.620	107.655	7.576	11.261	13.378
2040	69.226	104.316	124.664	61.574	92.786	110.885	7.652	11.530	13.780

Fonte: Autores (2019).

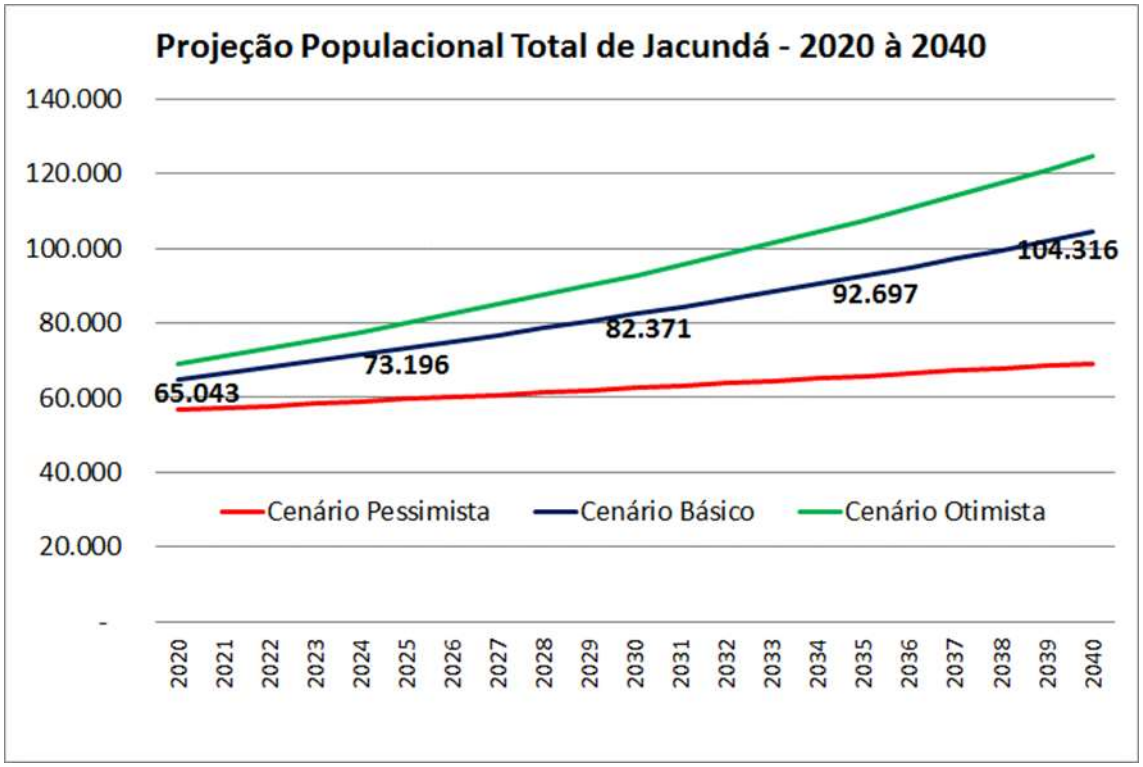


Figura 02: Gráfico da Projeção Populacional Total de Jacundá – 2020 a 2040.

Fonte: Autores (2019).

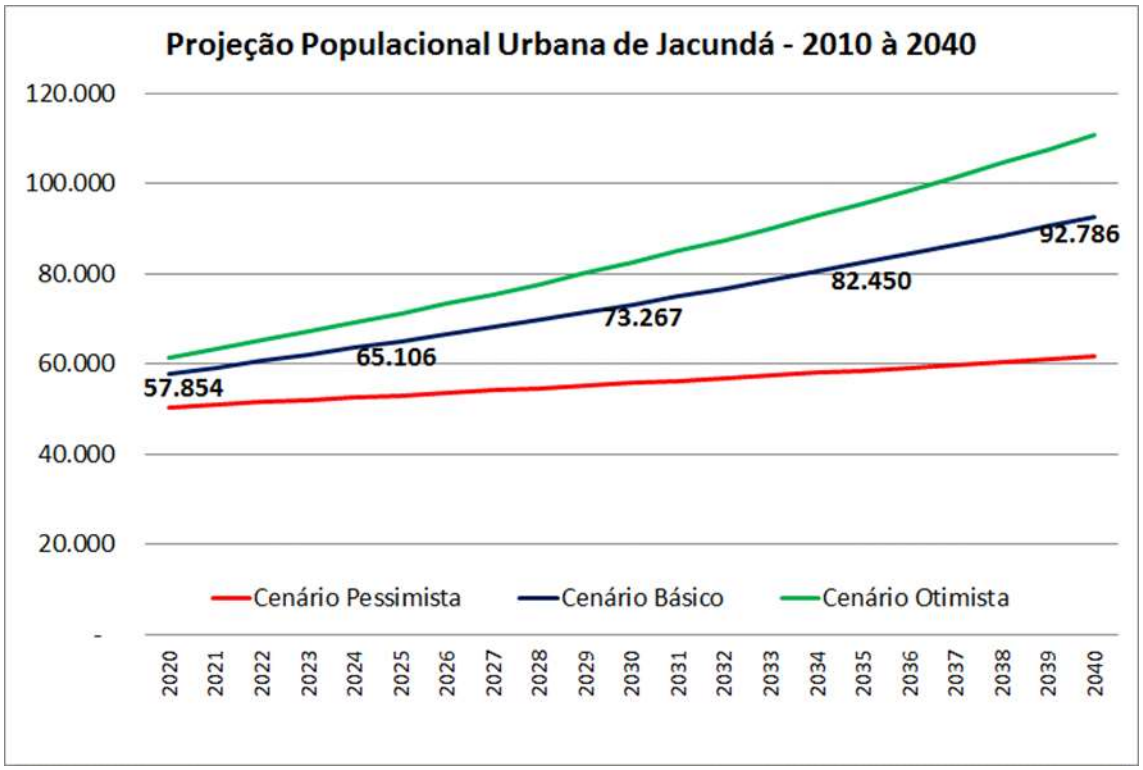


Figura 03: Gráfico da Projeção Populacional Urbana de Jacundá – 2020 a 2040.

Fonte: Autores (2019).

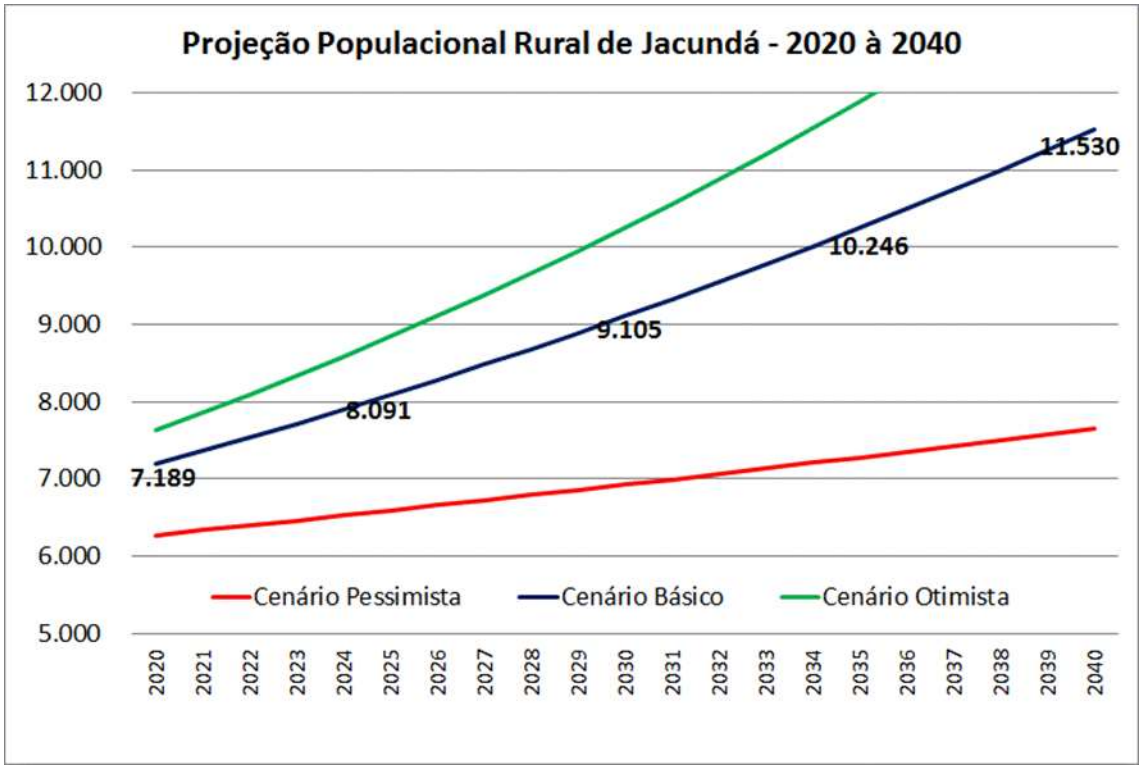


Figura 04: Gráfico da Projeção Populacional Rural de Jacundá - 2020 a 2040.

Fonte: Autores (2019).

O estudo demográfico para o munícipio é um referencial importante para avaliação da distribuição da terra, infraestrutura e serviços públicos e, consequentemente, dos impactos no meio natural e na qualidade de vida. Como também para melhor planejamento estratégico e auxilia o gestor na tomada de decisões.

2.3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

As características do resíduo variam em função de vários fatores, como por exemplo, aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos. Portanto, podem variar de acordo com cada comunidade ou cidade e variar, também, em segmentos dentro destas comunidades ou cidades. A análise do resíduo pode ser realizada segundo suas características físicas, químicas e biológicas, dependendo do objetivo do trabalho (PMSBJ, 2015).

2.3.2.1 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA

A composição gravimétrica é um dos métodos utilizados na caracterização física do resíduo e tem o objetivo de traduzir o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra analisada. Na Tabela 03 e Figura 05, apresentam a composição gravimétrica de Jacundá (PMSBJ, 2015).

Tabela 03: Composição Gravimétrica.

FRAÇÕES DE RESÍDUOS	Peso Médio (kg)	Percentagem Média (%)
Plástico Rígido	4,87	6,63%
Plástico Maleável	14,36	19,55%
Papel/Papelão/Tetapax	3,92	5,34%
Vidro	2,47	3,36%
Orgânico	26,51	36,10%
Metálico (Aluminio/Latas)	1,33	1,81%
Outros (trapos, pedra, madeira, fralda e etc)	19,98	27,20%
Total	**73,43**	**100%**

Fonte: PMSBJ (2015).

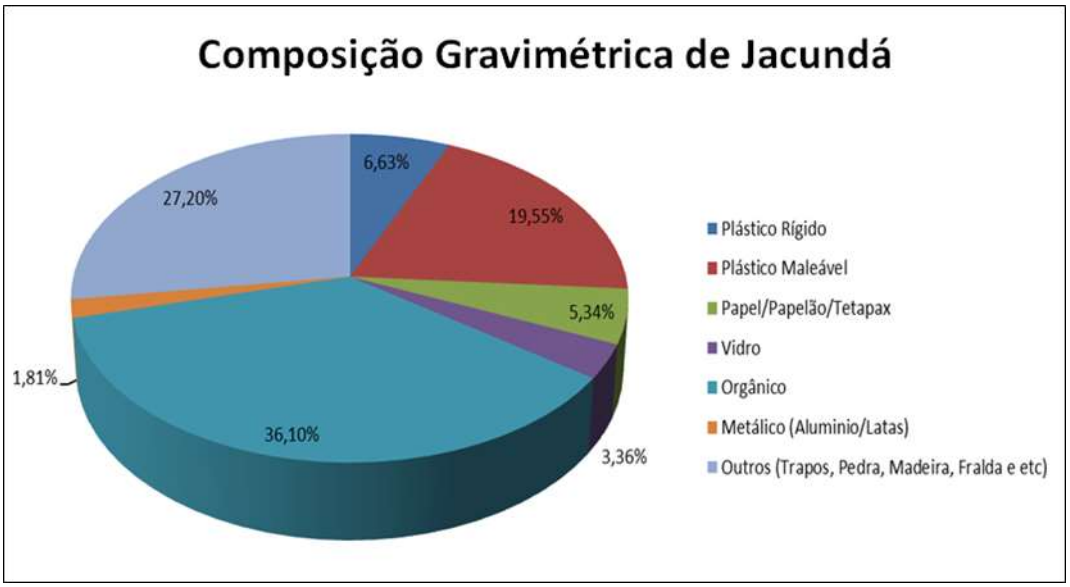


Figura 05: Gráfico da Composição Gravimétrica.

Fonte: PMSBJ (2015).

2.3.2.2 PESO ESPECÍFICO APARENTE

O peso específico é a relação entre a massa e o volume do resíduo, e é expressa em Kg/m³. O cálculo desta relação auxilia no dimensionamento da frota de coleta, bem como dos meios de transporte, tratamento e área necessária para a disposição final dos resíduos. Portanto, a Tabela 04 apresenta os resultados do peso específico dos resíduos de Jacundá (PMSBJ, 2015).

Tabela 04: Peso Específico Aparente dos resíduos de Jacundá.

FRAÇÕES DE RESÍDUOS	Peso Médio (kg)	Volume Médio (m³)	Peso Específico Aparente (kg/m³)
Plástico Rígido	4,87	0,07	73,62
Plástico Maleável	14,36	0,17	84,00

Papel/Papelão/Tetapax	3,92	0,06	71,11
Vidro	2,47	0,02	149,05
Orgânico	26,51	0,06	437,18
Metálico (Aluminio/Latas)	1,33	0,02	60,32
Outros (trapos, pedra, madeira, fralda e etc)	19,98	0,12	164,70
Total	**73,43**	**0,51**	**1.039,97**

Fonte: PMSBJ (2015).

2.3.2.3 CÁLCULO DA GERAÇÃO PER CAPITA

O cálculo da geração per capita expressa a quantidade de resíduo gerada por habitante em um período de tempo especificado, normalmente referenciado ao dia. É importante para o planejamento de todo o sistema de gerenciamento de resíduos, com notória influência na projeção de medidas ao longo do tempo. Através deste cálculo, projeta-se o dimensionamento de todos os equipamentos, instalações e unidades do sistema de Limpeza Urbana. Utilizaram-se, como premissas básicas para o cálculo da geração per capita de Jacundá, os dados obtidos a partir da pesagem média realizada em três dias para esse estudo, conforme Tabela 05 (PMSBJ, 2015).

Tabela 05: Pesagem média de resíduos de Jacundá.

Data	Coletor	Peso do Coletor Vazio (kg)	Peso do Coletor cheio (kg)	Peso de Resíduo (kg)	Nº de Viagens (Un)	Peso de Resíduo Diário (Kg)
20/05/2015	Azul	10.930,00	15.122,00	4.192,00	2,00	31.224,00
	012	8.310,00	11.585,00	3.275,00		
	011	8.340,00	12.500,00	4.160,00		
	Vermelho	9.500,00	13.485,00	3.985,00		
25/05/2015	Azul	10.930,00	15.480,00	4.550,00	2,00	32.780,00
	012	8.310,00	12.552,00	4.242,00		
	011	8.340,00	11.888,00	3.548,00		
	Vermelho	9.500,00	13.550,00	4.050,00		
02/06/2015	012	8.310,00	12.850,00	4.540,00	2,00	36.780,00
	Azul	10.930,00	14.450,00	3.520,00		
	011	8.340,00	13.450,00	5.110,00		
	Vermelho	9.500,00	14.720,00	5.220,00		
Peso de Resíduo Diário Médio (Kg)						**33.594,67**

Fonte: PMSBJ (2015).

A Tabela 06 a seguir demonstra os dados utilizados no cálculo da geração per capita de resíduos de Jacundá.

Tabela 06: Geração per capita em Jacundá.

Peso de Resíduo Diário (Kg)	População Urbana Estimada em 2015 (Hab)	Geração per Capita (kg/Hab.dia)
33.594,67	51.409	0,65

Fonte: Autores (2019).

Com base nos dados obtidos, tem-se uma geração per capita de resíduos sólidos domiciliares de Jacundá de 0,65 Kg/hab.dia. Nota-se que esta geração está coerente com os dados de geração de resíduos sólidos domiciliares no Brasil, onde é estimado 0,60 kg/hab.dia, segundo levantamentos do IBGE (2010).

2.3.3 DIMENSIONAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO

Para o dimensionamento do aterro sanitário, será considerado, neste trabalho, uma vida útil para o aterro de 20 anos (2020-2040), atendendo ao mínimo exigido pela NBR 13896/97, de 10 anos.

Assim, a contribuição diária (Q) para o ano de projeto é dada pela Equação 3:

$$Q_{2040} = População_{2040} \times Geração\ Per\ Capta \quad (3)$$

$$Q_{2040} = 124.664 \times 0{,}65 \ \therefore Q_{2040} = 81.031{,}60\ kg/dia$$

A partir desse cálculo pode-se agora medir o volume de resíduo produzido diariamente. Segundo Haddad (1994), citado por Ribeiro (2011), o peso específico do lixo compactado é P(e) = 500 a 700 kg/m³. Portanto, considerando o pior caso (Equação 3) em que V(diário) = Q (2040) / 700, o volume produzido em 2040 será o expresso pela Equação 4.

$$V_{2040} = \frac{Q_{2040}}{700} \times 365 \times 20 \quad (4)$$

$$V_{2040} = \frac{81.031{,}60}{700} \times 365 \times 20 \ \therefore V_{2040} = 845.043{,}83\ m^3$$

Neste trabalho, será considerada a pior situação, onde não haverá compostagem e nem reciclagem. Além disso, será considerada uma eficiência de compactação de 25%.

Para o dimensionamento da célula, é necessário determinar a quantidade de resíduos que serão dispostos na parte de baixo da célula e a quantidade que irá para a parte superior do aterro, ou seja, o capote, conforme Figuras 06 e 07. Neste trabalho, será adotado que 70% irá para a parte de baixo do aterro sanitário e 30% irá para o capote (SCHMIDT, 2016).

As Figuras 06 e 07, respectivamente, ilustra o layout célula do aterro sanitário, indicando as variáveis da equação mencionada acima, e portanto, o dimensionamento da célula.

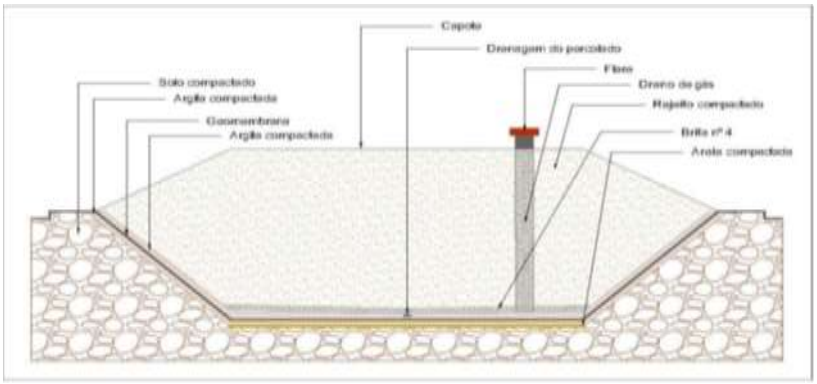
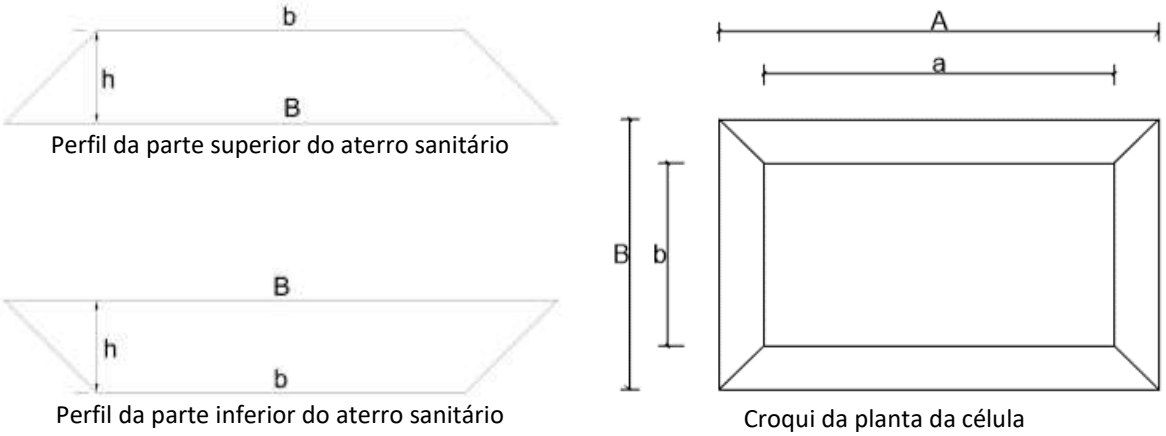


Figura 06: layout da célula do aterro sanitário.

Fonte: SCHMIDT (2016).



Perfil da parte superior do aterro sanitário

Perfil da parte inferior do aterro sanitário

Croqui da planta da célula

Figura 07: Dimensões da célula do aterro sanitário.
Fonte: SCHMIDT (2016).

Partindo desse pressuposto, serão aplicados os valores de largura, comprimento e altura na equação abaixo, para, assim, encontrar o volume total da célula. Esses valores poderão ser ajustados até a obtenção do volume necessário para a disposição dos resíduos.

$$Volume_{Célula}(m^3) = \frac{h}{6} + [(2\mathrm{A} + \mathrm{a})\mathrm{B} + (2\mathrm{a} + \mathrm{A})\mathrm{b}]$$

Onde:

h= Altura;

A= Comprimento da base maior;

a= Comprimento da base menor;

B= Largura da base maior;

b= Largura da base menor.

Na Tabela 07, apresenta o dimensionamento da célula do aterro sanitário a partir de dados e parâmetros definidos para o projeto.

Tabela 07: Dimensionamento da célula do aterro sanitário.

Dados e parâmetros de projeto	Quantidades
Valores adotados para disposição do resíduo:	
Camada de resíduo (%)	70,00
Camada de cobertura (%)	30,00
Valores adotados para fração do número de camadas:	
Hr = Altura da camada de resíduo (m)	3,50
Hc = Altura da camada de cobertura (m)	1,50
Ht = Altura total da célula = Hr+Hc (m)	5,00
Valores adotados para dimensões da célula:	
A= Comprimento da base maior (m)	750,00
a= Comprimento da base menor (m)	550,00
B= Largura da base maior (m)	450,00
b= Largura da base menor (m)	285,00
H = Altura da parte inferior da célula (m)	3,50
h = Altura da parte superior (Capote) da célula (m)	1,50
Valores calculados para volume da célula do aterro:	
Volume total de RSU (m³)	845.043,83
Volume total do aterro (m³)	1.207.205,47
Volume da parte inferior do célula com 70% do volume total do aterro (m³)	845.043,83
Volume da parte superior (Capote) da célula com 30% do volume total do aterro (m³)	362.161,64
Valores calculados para áreas da célula do aterro:	
Área maior (m²)	337.500,00
Área menor (m²)	156.750,00

Fonte: Autores (2019).

De posse do valor encontrado da área maior da célula do aterro sanitário que foi igual à 337.500,00m² ou 0,34km², será adotado este valor como critério de área mínima para seleção de área para implantação do aterro.

A Tabela 08, apresenta a classificação das categorias de adequação para a seleção de áreas adequadas para a implantação do aterro sanitário em Jacundá, quanto aos critérios restritivos e de aptidão, em relação as normas, legislações e parâmetros de projetos vigentes no Brasil.

Tabela 08: Classificação das categorias de adequação.

Critérios		Inadequado	Aceitável	Moderado	Adequado
		1	2	3	4
Restritivos	Distância de corpos hídricos	< 200m	200m a 500m	500m a 800m	800m a 1100m
	Profundidade do lençol freático	< 1,5m	1,5m a 50m	50m a 100m	100m a 150m
Aptidão	Declividade do terreno	< 1% ou > 30%	20% a 30%	10% a 20%	2% a 10%
	Tipo de solo	Gleissolos	Arenoso	Argilo/Arenoso	Argiloso
	Áreas de ocorrências de erosão (Erodibilidade – Fator K) *	Erodibilidade Extremamente Alta K superior a 0,0600 t.ha.h/ha.MJ.mm	Erodibilidade Alta K entre 0,0300 a 0,0600 t.ha.h/ha.MJ.mm	Erodibilidade Média K entre 0,090 e 0,0300 t.ha.h/ha.MJ.mm	Erodibilidade Baixa K inferior a 0,0090 t.ha.h/ha.MJ.mm
	Distância de rodovias	< 200m	200m a 300m	>500m	300m a 400m
	Tipologia de ocupação do solo	Residencial	Vegetação Nativa	Silvicultura	Áreas agropastoris
	Tamanho do terreno (para atender vida útil de 20 anos)	< 0,34km²	0,4km² a 0,5km²	0,5km² a 0,6km²	0,6km² a 0,7km²
	Distância de centros urbanos	< 500 m	>2000m	500m a 1000m	1000m 2000m

Fonte: Autores (2019).

3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se como resultado por meio da metodologia utilizada, selecionar áreas adequadas do município de Jacundá - PA, dentro dos critérios e parâmetros de projeto, através do geoprocessamento com confecção de mapas temáticos. Desta forma ainda espera-se obter resposta para auxiliar o gestor público na tomada de decisão, levando-se em consideração a importância do empreendimento para sustentabilidade ambiental no município.

4 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.896. Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. Resíduos Sólidos, Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.

PNUD. Atlas do Desenvolvimento Bruto no Brasil, 2013. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/jacunda_pa#educacao, acesso em: 04 de setembro de 2019.

PARÁ. Governo do Estado do Pará. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. Estatística Municipal De Jacundá. Belém, 2014.

JACUNDÁ. Prefeitura Municipal de Jacundá. Plano Diretor Participativo do Município de Jacundá. Jacundá, 2006.

JACUNDÁ. Prefeitura Municipal de Jacundá. Plano Municipal de Saneamento Básico. Jacundá, 2015.

Capítulo 30

10.37423/220205349

AVALIAÇÃO DE MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO – MDL: ESTUDO DE CASO NO ATERRO DO AURÁ EM BELÉM/PA

Elidiane do Socorro Souza de Assis — *Universidade Federal do Pará - UFPA*

Ana Carla faro Gomes — *Universidade Federal do Pará - UFPA*

Françoise Helouise Costa de Miranda — *Universidade Federal do Pará - UFPA*

Paulo Fernando Norat Carneiro — *Universidade Federal do Pará - UFPA*

Arielle Marie Matos Monteiro — *Universidade Federal do Pará - UFPA*

Resumo: O Efeito Estufa é um dos problemas que mais tem merecido a preocupação de cientistas e especialistas no mundo inteiro. Suas causas são as mais diversas possíveis, por este motivo, o presente trabalho vem avaliar a aplicação de um dos principais mecanismos utilizados para amenizar o problema: O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, no Aterro Aurá/PA, localizado em Belém. A partir do conhecimento de que o efeito estufa é provocado principalmente pela emissão de gases como o Metano (CH4) e o Dióxido de Carbono (CO2), neste caso, gerados pelos resíduos sólidos urbanos, e que o objetivo do projeto, consiste na captação e reutilização do biogás liberado pelos RSU's depositados no aterro, o trabalho vem apresentar uma avaliação desse sistema de captação realizada in loco. Para isso, usa-se a metodologia do IPCC no estudo do caso do Aurá/PA; onde, a partir dos levantamentos técnicos e de conhecimento realizados no aterro, utilizou-se a Equação para Emissões de Metano, para obter resultados, tendo assim uma visão ampla de como o sistema opera, bem como, sua real capacidade de desempenho, aferindo-se deste modo, seus números reais de contribuição para a redução dos efeitos sócio-ambientais provocados pelo aquecimento global. Espera-se que o aterro atinja sua capacidade máxima nos próximos anos, pois ainda não está explorando todo o seu potencial devido ao pouco tempo de implantação.

Palavras-chaves: Efeito Estufa, MDL, Resíduos Sólidos, Aterro, Biogás.

INTRODUÇÃO

Com o cenário global de desenvolvimento acelerado, iniciado com a Revolução Industrial do século XIX, o mundo notou que as conseqüências da utilização descontrolada dos recursos naturais são severas e os impactos causados podem ser irreversíveis. Diante dessa preocupante situação, foram organizados diversos encontros com a finalidade de buscar soluções para os problemas decorrentes do uso desordenado dos recursos naturais, surgindo assim resultados favoráveis, a fim de amenizar tal situação.

A partir de várias Conferências realizadas desde a década de 70, dentre as quais, destacam-se encontros como a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972, a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1983) e a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), esta última ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, conhecida também como ECO – 92 ou ainda RIO – 92.

Neste último encontro foram estabelecidas metas para a consolidação dos conceitos de Desenvolvimento Sustentável, para a conscientização dos problemas relacionados ao Meio Ambiente, o qual teve participação maciça de chefes de estado onde estes assinaram o compromisso de redução de emissão dos gases geradores do efeito estufa (dentre os quais o Metano – CH4), o que demonstrou preocupação com as questões sobre Mudanças Climáticas.

E ainda, a partir do qual, foi elaborado o Protocolo de Quioto no ano de 1997. Este documento vem apresentar como meta, a redução de emissão dos gases geradores do efeito estufa, e o período para que os países adequem-se aos padrões aceitáveis de emissões de tais gases. Fica ainda estabelecido com o Protocolo que os países desenvolvidos devem reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE's), e os países em desenvolvimento podem até aumentá-las, caso alcancem o desenvolvimento sustentável.

O Protocolo estabelece ainda três mecanismos de "flexibilidade" os quais permitem que os países desenvolvidos cumpram com as exigências de redução de emissão fora dos seus territórios: a Implementação Conjunta; o Comércio de

Emissões; e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), este último tem fundamental importância para o presente estudo.

É diante do cenário atual que este trabalho pretende apresentar uma avaliação de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): Estudo de Caso no Aterro do Aurá/PA, com a finalidade de se obter

conhecimentos referentes ao funcionamento deste local, onde o trabalho está sendo desenvolvido em duas etapas, para se alcançar os objetivos propostos. Na primeira etapa aplicada ao estudo, ocorreu o levantamento de dados e informações a respeito da infra-estrutura do aterro, da quantidade e qualidade dos resíduos depositados e que chegam diariamente a este local. Já a segunda etapa consistirá na realização de estudos a partir das informações obtidas na etapa anterior.

O intuito desta análise é compreender a realidade atual do empreendimento, desenvolvendo assim o estudo com o objetivo de verificar: Qual a eficiência e o custo de vida do aterro com a implantação do MDL? Qual será a redução de emissões de gases do efeito estufa, através da coleta do biogás gerado no aterro do Aurá/PA?

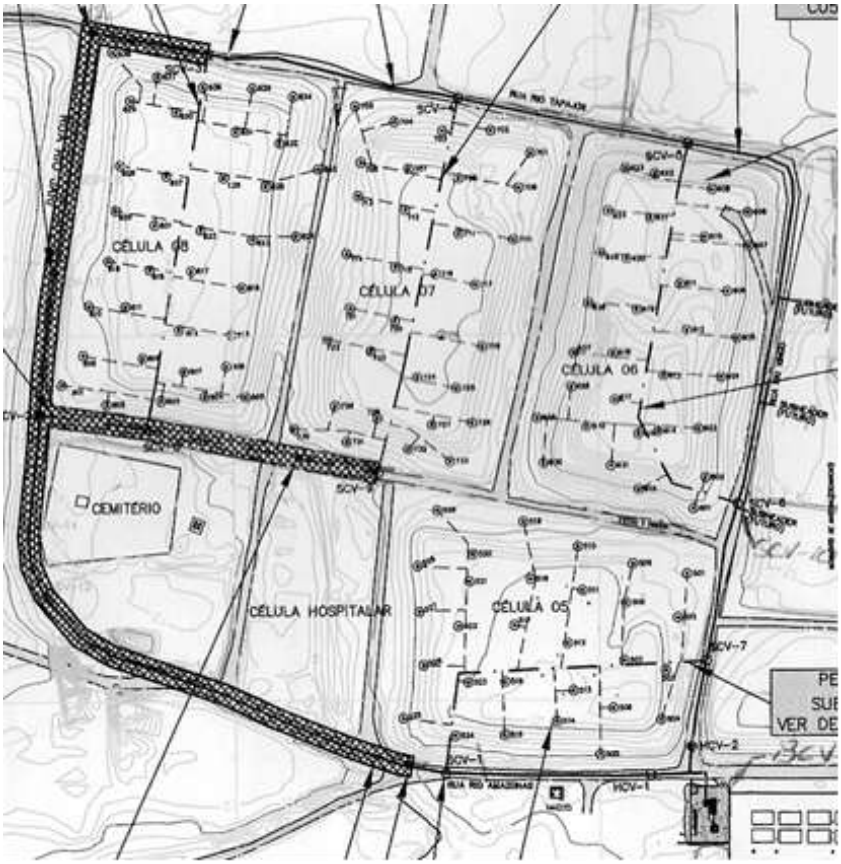
MATERIAIS E MÉTODOS

O IPCC (1996) descreve dois métodos para estimar as emissões de Metano procedentes de aterros: o método de decomposição de primeira ordem, este método gera um perfil de emissões que depende do tempo transcorrido e que reflete melhor as verdadeiras pautas do processo de degradação ao longo do tempo. E o método simplificado, que tem como base a suposição de que o total de metano potencial se libera durante o ano no qual se produz a disposição dos resíduos.

AREA DE ESTUDO

O aterro do Aurá, localizado no bairro de Águas Lindas (Belém - Pará) dista 19 quilômetros do centro de massa da capital, possuindo uma área aproximadamente de 120 hectares. Seu projeto foi concebido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e possui oito poços de monitoramento, sendo dois poços a montante e seis poços a jusante, da estação de captação e queima de biogás conforme mostra a figura 01.

Figura 01 – planta de captação de gás no sentido montante e jusante



A área está localizada próxima a APA/ Belém – Área de Proteção Ambiental – criada após o inicio de sua operação em 1990, com uma perspectiva de dezenove anos de operação. Embora o aterro seja de propriedade do município de Belém, recebe também resíduos dos municípios de Ananindeua e Marituba, arcando com todos os custos de operação do destino final dos resíduos. O aterro opera em tempo integral (diurno e noturno), todos os dias, inclusive domingos e feriados.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), a RMB apresentava 2.043.564 habitantes neste mesmo ano, distribuída em 5 municípios, numa área de 1.819 km², conforme mostrado na Tabela 01.

Tabela 01: Área e População da RMB.

Município	Área (km²)	População (hab)
Belém	1.065	**1.408.847**
Ananindeua	185	**484.278**
Marituba	103	**93.416**
Benevides	188	**43.282**
Santa Bárbara do Pará	278	**13.714**
RMB	**1.819**	**2.043.564**

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007)

Nos dias atuais, somente os municípios de Belém, Ananindeua e Marituba têm depositado seus resíduos no aterro controlado do Aurá/PA.

Segundo o relatório de validação da CONESTOGA – ROVERS E ASSOCIADOS ENGENHARIA AS (CRA, 2006), o aterro sanitário do Aurá recebeu resíduos sólidos não perigosos, municipais, industriais, comerciais, institucionais e alguns resíduos agrícolas durante aproximadamente 15 anos. O projeto envolverá a construção de um sistema de coleta de gás de aterro sanitário que consiste em uma rede de valas horizontais e poços verticais de extração de gás, sopradores centrífugos e todos os outros subsistemas elétricos e mecânicos de suporte necessários para coletar o Gás de Aterro Sanitário (LFG).

Para combustão do LFG coletado do local, uma unidade de queima (flare) enclausurada, com plenos controles do processo e instrumentação, também será construída e operada. A unidade de queima será capaz de fornecer temperatura e tempo de retenção suficientes do gás de aterro sanitário extraído de forma a obter a destruição completa dos hidrocarbonetos.

As reduções de emissão do aterro sanitário de Aurá serão obtidas através da queima do LFG coletado.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O processo de captação do gás produzido no aterro do Aurá/PA é obtido através de um sistema de monitoramento de extração automático de gases para queima, cuja concentração nesse sistema, no período de setembro a novembro de 2008, está apresentada na Tabela 02.

Tabela 02: Concentração de gás.

Gás	Concentração (%)
Metano (CH_4)	45,0
Gás Carbônico (CO_2)	35,0
Gás Oxigênio (O_2)	3,0
Balanço	17,0

Fonte: Azevedo (2008).

Para o sistema, a otimização é de até 3,0 % de O2, porém é permissível até 5% de O2 e acima deste valor o sistema é desligado automaticamente e a partir de então se faz a inspeção da rede para localização do problema.

Atualmente o aterro do Aurá/PA recebe por volta de 1600 a 1800ton/dia de resíduos sólidos domiciliar/urbano, com exceção de entulhos.

A área total do aterro corresponde a 120 hectares, sendo que disponíveis para o projeto de MDL há 70 hectares, que destes, apenas 30 hectares estão contemplados com o sistema de captação dos gases. Dentre os 30 hectares mencionados, cerca de 40% corresponde a parte capeada com argila e o restante encontra-se descoberto, ou seja, a céu aberto. No primeiro ano de operação, em 2006, do sistema observou-se que as células cobertas (capeadas) tinham uma maior produção do gás, e consequentemente era possível um aproveitamento na captação do gás de até 70%, enquanto nas células descobertas (a céu aberto) esse percentual é da ordem de 30 a 35%, isso se dá em decorrência do elevado nível de chorume presente no interior das células, tendo como causa principal a entrada de água da chuva e a ausência de drenos de chorume no interior da célula, e também devido à presença de oxigênio, que inibe os microorganismos anaeróbios responsáveis pela produção dos gases, especificamente o metano (CH4).

Existem 130 poços de captação de gás do tipo vertical distribuídos em 04 células, onde cada uma possui em média área de 150x200m, com cotas de 11,0 a 14,0m de altura, os poços têm uma profundidade média de 10,0m, sendo que deste somente de 1,5 a 3,0m são aproveitados o restante é desperdiçado devido se ter um elevado nível de chorume nas células.

Em virtude da grande ocupação do chorume nesses poços não há uma produção eficiente do gás. Contudo foi implantado um novo método de captação do gás, onde os drenos eram dispostos na horizontal, com a finalidade de drenar o chorume e captar o gás ao mesmo tempo, com isso elevou-se o desempenho do sistema em 4 vezes, ou seja, de 500 m^3/h para 2.000 m^3/h. Estes dados em algumas semanas foram superados fazendo com que a captação do gás chegasse 3.800 m^3/h até a última visita da nossa equipe ao aterro, ou seja, estes valores alteram-se constantemente com o desenvolver do projeto.

A vazão é medida através do aparelho Flowmeter, conforme a figura 02, a seguir:

Figura 02: Medidor de vazão (Flowmeter)

Fonte: Pesquisa Direta (2008).

MÉTODOS DE CÁLCULOS

O cálculo utilizado para as emissões de metano provenientes do aterro do Aurá/PA foi à metodologia do IPCC, pois este faz com que ocorra uma maior perspectiva de aproveitamento dos gases gerados no empreendimento, assim tornando uma possibilidade de geração de créditos de carbono e também se enquadrando nos critérios do protocolo de Quioto e do MDL.

Vale ressaltar que devemos levar em consideração as conversões de metano (CH4) para dióxido de carbono (CO2).

EQUAÇÃO DE EMISSÃO DE METANO

De acordo com IPCC a determinação de metano pode ser calculada pela seguinte equação:

$$(\text{Pop urb.} * \text{taxa RSD} * RSD_F * \text{FCM} * \text{COD} * COD_F * F * 16/12 - R) * (1 - OX)$$
$$=$$
$$\text{Emissão de Metano } [GgCH_4/\text{ano}]$$

Onde:

- Pop urb. : População urbana do local [habitantes];
  Taxa RSD: Taxa de geração de resíduos sólidos domésticos por habitante por ano;

- RSD_F: Fração de resíduos sólidos domésticos que é depositada em locais de disposição de resíduos sólidos [fração adimensional];
- FCM: Fator de correção de Metano [fração adimensional];
- COD: Carbono orgânico degradável no resíduo sólido doméstico [fração adimensional];
- COD_F: Fração de COD que realmente degrada [fração adimensional];
- F: Fração de CH_4 no gás de aterro [fração adimensional];
- 16/12: Taxa de conversão de carbono em Metano [fração adimensional];
- R: Quantidade de Metano recuperado [GgCH4/ano];
- OX: Fator de oxidação [fração adimensional]:

Estudos realizados mostram que os aterros sanitários possuem melhores resultados, apresentando oxidação mais alta em relação aos aterros não controlados, pois apresentam um material bastante compactado e pouco arejado, assim podem produzir grandes quantidades de gases originados da decomposição anaeróbia.

O fator de oxidação é a quantidade de metano procedente dos aterros, que se oxida no solo ou em outros materiais que cobrem as camadas dos desperdícios. Um fator de oxidação zero significa que não há oxidação, portanto esse valor irá ser equivalente a 1 (um), ou seja, a porcentagem de oxidação do metano de 100%. Devido seu valor não alterar o resultado final da equação neste trabalho, deve-se desconsiderar sua relevância.

Para o dimensionamento desta equação, foram utilizados cálculos de acordo com cada um dos parâmetros necessários.

RESULTADOS

De acordo com a equação do IPCC, podemos obter resultados satisfatórios dentro dos padrões do Protocolo de Quioto e também do MDL, assim tendo como propósito a redução de emissões de Gás de Efeito Estufa e gerando Reduções Certificadas de Emissões.

POPULAÇÃO ATENDIDA PELO ATERRO DO AURÁ

O aterro do Aurá recebe hoje os resíduos sólidos urbanos gerados pelas populações dos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba que totalizam 1.986.541 habitantes (IBGE,2008), segundo tabela 03.

Tabela 03: Cálculo da população estimada a partir dos valores disponíveis nos Censos do IBGE, para os anos estudados.

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO TOTAL
BELÉM	1.408.847
ANANINDEUA	484.278
MARITUBA	93.416
TOTAL	1.986.541

Fonte: IBGE (2008)

TAXA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS POR HABITANTE (PER CAPITA)

Na tabela 04 é apresentado o resultado do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares e de Serviços de Saúde (Prolixo). Neste trabalho foi estimada a geração de lixo por habitante de acordo com o número de habitantes do município. Esses dados foram obtidos em um número elevado de municípios do Estado de São Paulo, o que confere credibilidade aos valores médios de geração de resíduos.

Tabela 04: Geração média de resíduos sólidos por habitante por dia

POPULAÇÃO	TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS
Até 100.000 hab.	0,4 kg/hab./dia
De 100.001 a 500.000 hab.	0,5 kg/hab/dia
De 500.001 a 1.000.000 hab.	0,6 kg/hab./dia
Mais que 1.000.000 hab.	0,7 kg/hab./dia

Fonte: CETESB , 1992 Apud CETESB , 2006.

No caso especifico do aterro do Áura, que atende três municípios da RMB, estudos feitos por Carneiro (2006) obteve uma taxa de geração de RSU no aterro do Aurá/PA, segundo a discriminação a seguir:

Belém.....0,73 kg/hab. x dia
Ananindeua.....0,60 kg/hab. x dia
Marituba.....0,50 kg/hab. x dia

Levando-se em consideração um pequeno incremento, na faixa de 12,86%, ocorrido nos últimos dois anos utilizaremos para efeito de cálculo o valor médio de 0,70 kg/hab. x dia.

Taxa RSU por habitante = 0,70 kg/hab.dia

QUANTIDADE ANUAL DE RSU GERADOS (TAXA ANUAL)

A parti da taxa per capita por dia obtemos o valor anual de RSU gerado em Gigagrama.

$$RSU_{Gg} = \frac{\text{Pop 2008 x Taxa Per Capita x 365 dias}}{10^6}$$

$$RSU_{Gg} = \frac{1.986.541 \text{ x } 0{,}70 \text{ x } 365 \text{ dias}}{10^6}$$

FRAÇÃO DE RSU DEPOSITADOS NO ATERRO DO ÁURA

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), a fração de resíduos sólidos domésticos depositados em aterros ou lixões (rsdF) é de 97,9% (IBGE, 1992).

Dados mais recentes da Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD, 1996) indicam que a população atendida por serviços de coleta de lixo é de 85%. Supõe-se que o primeiro valor esteja superestimado, pois a PNSB é realizada junto às prefeituras e empresas de saneamento, abrangendo um universo restrito. Por outro lado, a PNAD, que é realizada em domicílios, abrange uma amostra que reflete mais adequadamente a realidade do país.

Segundo o IBGE (2008) a população atendida nas cidades de Belém, Ananindeua e Marituba atinge uma eficiência de 85%.

$$\mathbf{RSU_F = 0{,}85}$$

TOTAL ANUAL DE RSU DEPOSITADOS NO ATERRO DO AURÁ

Em função da eficiência da coleta, segundo o IBGE (2008) obtemos o total anual RSU efetivamente depositado no Aura.

$$RSU_{2008} = RSU_{Gg} \text{ x } RSU_F$$
$$RSU_{2008} = 507{,}56 \text{ x } 0{,}85$$
$$\mathbf{RSU_{2008} = 431{,}43\ Gg}$$

FATOR DE CORREÇÃO DO METANO (FCM)

Foi utilizado o valor do IPCC para locais sem classificação, igual a 60%, por não estarem disponíveis na literatura dados de profundidade dos locais de disposição dos resíduos sólidos no Brasil, e no caso em questão, o Aterro do Aurá/PA.

$$\mathbf{FMC = 0{,}60}$$

FRAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO DEGRADAVEL (COD)

O carbono orgânico degradável é a fração acessível para a decomposição bioquímica dos resíduos. O valor do carbono orgânico degradável (COD) foi o sugerido pelo IPCC, igual a 12%. Este valor refere-se a uma composição de resíduos que não leva em conta informações de hábitos do Brasil.

Os dados de composição de resíduos nas diferentes cidades brasileiras são escassos e trazem pouca contribuição ao levantamento das emissões de metano. Uma estimativa feita através de amostragem dos resíduos de algumas cidades representativas do perfil nacional daria uma melhor idéia desse valor (CETESB, 2006).

Preliminarmente, pode ser feita uma estimativa do COD, a ser utilizado para o Brasil, a partir de alguns dados disponíveis (Ibidem, 2006).

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, através de cálculos de estimativa de valores de COD para cidades brasileiras conhecidas, a média aritmética dessas porcentagens indica que o COD estaria entre 17,8% e 28,4%, contra os 12% recomendados pelo IPCC.

Desta forma utilizaremos o valor médio para cidades brasileiras.

COD = 0,231

FRAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO REALMENTE DEGRADAVEL (CODF)

O CODF corresponde à fração do carbono orgânico degradável que realmente se degrada. O carbono orgânico degradável não se decompõe totalmente e parte permanece no aterro inclusive durante longos períodos de tempo. Na ausência de dados o IPCC propõe um valor de 77% para o CODF. Não se encontra disponível no Brasil estudo semelhante ao realizado por BINGEMER e CRUTZEN (Apud IPCC, 1996). Portanto, o valor utilizado para CODF neste trabalho é 77%, como recomenda o IPCC.

COD_F = 0,77

FRAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO REALMENTE DEGRADAVEL (CODF)

O IPCC considera a fração de metano no gás de aterro igual a 50%, pois este é um estudo feito em aterros com potencial para recuperação energética do metano.

Um estudo sobre dados de composição de gás de aterro da região metropolitana da cidade de São Paulo confirma o valor utilizado para a concentração dos gases de aterro no Brasil, que é o mesmo recomendado pelo IPCC.

F = 0,5

TAXA DE CONVERSÃO DE CARBONO EM METANO (F)

Segundo os estudos do IPCC estima-se que a taxa de conversão é igual a razão de 16/12.

f = 1,3333

TAXA DE GERAÇÃO POTENCIAL DE METANO POR UNIDADE DE RSU

A taxa de geração potencial de metano é determinada em função dos seguintes valores:

COD (CETESB, 2006) = 0,31 (cidades brasileiras)

CODF (IPCC, 1996) = 0,77 (quando não à estudos)

F (IPCC, 1996) = 0,5 (Aterros com células cobertas)

f = 1,3333

Onde:

(Gg CH4/Gg RSU) = COD x CODF x F x f

(Gg CH4/Gg RSU) = 0,231x 0,77x 0,5x 1,3333

(Gg CH_4/Gg RSU) = 0,118

TAXA DE GERAÇÃO ESPECÍFICA DE METANO POR UNIDADE DE RSU NO ATERRO DO AURÁ

De posse da geração potencial de metano, aplicando o fator de correção do IPCC, temos:

$(Gg\ CH_4/Gg\ RSU)_{Aurá} = FCM \times (Gg\ CH_4/Gg\ RSU)$

$(Gg\ CH_4/Gg\ RSU)_{Aurá} = 0,60 \times 0,118$

$(Gg\ CH_4/Gg\ RSU)_{Aurá} = 0,0708$

GERAÇÃO ANUAL DE METANO (Gg CH4)

A geração anual é determinada pela aplicação da taxa especifica de geração na quantidade anual de RSU.

$Gg\ CH_{4Aurá} = (Gg\ CH_4/Gg\ RSU)_{Aurá} \times RSU_{Gg}$

$Gg\ CH_{4Aurá} = 0,0708 \times 507,56$

QUANTIDADE DE METANO RECUPERADO POR ANO (R)

Segundo informação do Engenheiro responsável pelo projeto, Jeancarlo Azevedo, o metano recuperado é de 3.800 m3/h.

$CH_{4Recuperado}$ = 3.800 m^3/h.

t = 8 horas (Tempo utilizado numa jornada normal de trabalho)

Ano= 365 dias

$$R = \frac{3.800 \times t \times dias}{10^6}$$

$$R = \frac{3800 \times 8 \times 365}{10^6}$$

R = 11,096 Gg

EMISSÃO DE METANO DO AURÁ PARA A ATMOSFERA

Após obtido os dados de geração de metano e aplicado sobre o mesmo o valor de metano recuperado segundo Azevedo (2008), temos que ainda é emitido para atmosfera cerca de 2/3 do metano gerado

$E_{CH4/ano}$ = Gg $CH_{4Aurá}$ – R

$E_{CH4/ano}$ = 35,94 – 11,096

$E_{CH4/ano}$ = 24,844 Gg

VOLUME CORRESPONDENTE DE METANO

Utilizando os valores de metano em Gg e de posse do peso especifico do metano encontramos os seus correspondentes volumes em m3.

- **VOLUME GERADO**

$V_{Gerado\ CH4} = \frac{35.940}{P_{CH4}}$

$V_{Gerado\ CH4} = \frac{35.940}{0,7167}$

$V_{Gerado\ CH4} = 50.146,50\ m^3$

VOLUME RECUPERADO

$V_{Recuperado\ CH4} = \frac{11.096}{P_{CH4}}$

$V_{Recuperado\ CH4} = \frac{11.096}{0,7167}$

VOLUME EMITIDO

$V_{Emitido\ CH4} = \frac{24,844}{P_{CH4}}$

$V_{Emitido\ CH4} = \frac{24,844}{0,7167}$

$$\mathbf{V_{Emitido\ CH4} = 34.664,34\ m^3}$$

A partir da análise realizada sobre os valores obtidos, observamos que o de metano emitido corresponde a 69% enquanto, o de metano recuperado é de aproximadamente 31%, o que demonstra que o projeto ainda não atingiu a sua eficiência plena. De acordo com a metodologia do IPCC, foi calculada a quantidade de metano recuperada por ano. Diante do estudo realizado no Aterro do Aurá, foi feita uma projeção da quantidade estimada do total de CRE's nos dez anos de validade do projeto.

Contudo, os créditos de carbono são contabilizados em emissões de CO2 equivalentes. Nesse sentido, faz-se necessária a conversão de metano para dióxido de carbono.

O metano foi calculado em Giga grama (Gg), e os créditos são calculados em toneladas. Para a conversão de Gg para tonelada, utilizou-se a regra de 3 (três): 1 tonelada equivale a 106; Sendo que, uma tonelada de Metano equivale a 21 toneladas de CO2; e o valor é estimado para 10 anos. Aplicando o método encontramos o valor em toneladas equivalentes de dióxido de carbono de 2.330.160 t CO2e.

De acordo com a CRA, a estimativa da quantidade total de reduções de emissão para o período de crédito (10 anos) é de 3.201.518,5 t CO2e.

O resultado encontrado nesta avaliação vai contra ao valor estimado pela empresa, isto ocorre possivelmente, devido o método do IPCC avaliar as maiores quantidades de metano, entretanto não deve ser utilizado para estimativas que exijam uma maior precisão.

Para efeito de comercialização dos créditos de carbono, baseados nos valores do Banco Mundial que variam de US$ 5 a US$15, foi encontrada uma receita de valores mínimos e máximos conforme a tabela 05:

Tabela 05: Estimativa da receita anual de CO2.

Produção de CO_2 (ton/ano)	Receita Estimada de CO_2 (US$/ano)	
	US$ 5,00	US$ 15,00
233.016	1.165.080,00	3.495.240,00

Fonte: Pesquisa Direta (2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos com a avaliação realizada no projeto de MDL do Aterro do Aurá/PA, notou-se que o mesmo não está explorando todo o seu potencial energético devido ao pouco tempo de implantação, e aos estudos que estão sendo realizados referentes à metodologia de locação da rede de captação de gases, para verificar a otimização do sistema.

Observou-se a ausência de cobertura (capeamento) na maioria das células, nas quais estão locadas as redes de captação de gases, o que reduz ainda mais a eficiência do sistema em aproximadamente 35%.

Para que o sistema alcance uma eficiência de 80%, recomenda-se o capeamento das células, com isso a produção de chorume aumentaria consideravelmente e diminuiria a entrada de oxigênio no interior das mesmas, aumentando assim a proliferação dos microorganismos anaeróbios, responsáveis pela produção de gases.

Outro fator que contribuiu para os números alcançados estarem em discordância com o esperado pela empresa, seria o atraso no processo da anaerobiose das bactérias, devido à aceleração de captação do biogás, que ocasionou a destruição de uma quantidade significativa da colônia de microorganismo existente no aterro, segundo informações do responsável técnico do projeto.

Uma maneira de lucrar apenas com a captação, estaria no aproveitamento energético do biogás, que já é muito utilizado no exterior, mas no Brasil constam apenas projetos teóricos. No aterro já existem especulações para a implantação de um projeto para produção de energia, a princípio para abastecer o próprio sistema de captação e queima que ocorre no Aurá/PA; ou até mesmo o refinamento do gás carbônico para comercialização.

O projeto tem tudo para ser bem sucedido em termos técnico e financeiro. Do ponto de vista ambiental essa iniciativa é de grande valia para a redução dos impactos causados no meio ambiente em decorrência da grande quantidade de emissão dos gases produzidos no aterro do Aurá/PA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Resíduos sólidos: classificação - NBR10004. São Paulo, 2004.
2. Brasil. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatório de Referência: Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos. – São Paulo: Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, 2006. 86p.
3. Brasil. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Programa de Modernização do Setor Saneamento: O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo nos Empreendimento de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e o Impacto do Projeto de Lei nº. 5296/2005. – Brasília: Ministério das Cidades, 2006. 78p. (Saneamento para Todos; 3º volume).
4. CARNEIRO, Paulo Fernando Norat. Caracterização física e avaliação econômica da potencialidade da coleta seletiva dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos municípios de Belém e Ananindeua – Pará. 2006. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.
5. CONESTOGA – ROVERS E ASSOCIADOS ENGENHARIA SA. Relatório de Validação. Projeto de Gás de Aterro Sanitário do Aurá. Disponível em: http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58116.html. Acesso em: set. 2008.
6. FONSECA, Edmilson. Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana. João Pessoa – PB: JRC Gráfica e Ed., 2ª Ed. 2001.
7. ENSINAS, A. V. Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas/SP.(Dissertação de Mestrado) Universidade de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2003.Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. National Greenhouse Gas Inventories Programme – NGGIP. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en lo inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 5: Desechos. 35 p. Disponível em http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp. Acesso em 16/12/2008.
8. LANDTEC Brazil. Disponível em: www.landtecbrazil.com.br. Acesso em 11/01/2009.
9. LIMA, José Dantas de. Sistema Integrado de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos. 1ª ed. Campina Grande: ABES, 2005. 280p.
10. MONTEIRO, José Henrique Penido. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM, 2001.
11. NEVES, Leonardo Araújo. CURSO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM) - Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão. 2007.
12. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: guia de orientação / Coordenação-geral Ignez Vidigal Lopes. – Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas - FGV, 2002.
13. SANTEC RESÍDUOS. Estudo e análises geológicas e geotécnicas. Disponível em http://www.santecresiduos.com.br. Acesso em 11/01/2009.
14. WILLUMSEN, H. C. “Energy Recovery from Landfill Gas in Denmark and Worldwide”. LG Consultant, 2001.

Capítulo 31

10.37423/220205358

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA LAMA VERMELHA NATURAL E COM DIFERENTES ATIVAÇÕES

Mariana Scicia Gabriel da Silva — *UNESP*

Fabiano Tomazini da Conceição — *UNESPUNESP*

Maria Lucia Pereira Antunes — *UNESP*

Rodrigo Braga Moruzzi — *UNESP*

Guilhermo Rafael Beltran Navarro — *UNESP*

Resumo: As atividades de mineração brasileiras contribuem significativamente para a produção mineral global, incluindo a terceira maior produção global de bauxita. O processo Bayer é utilizado para o refino da bauxita, sendo sua meta a produção de hidróxido de alumínio [$Al(OH)_3$] e alumina (Al_2O_3). Como sub-produto deste processo, há geração de um resíduo insolúvel denominado lama vermelha ou “red mud”. A lama vermelha é considerada um material perigoso devido à presença de diferentes óxidos e oligoelementos tóxicos, misturados em uma matriz altamente alcalina. A sua disposição geralmente ocorre em barragens de rejeitos, produzindo um alto custo financeiro e ambiental, acarretando problemas relacionados à contaminação do solo, águas subterrâneas e superficiais e potenciais danos à flora e fauna. Uma alternativa para os problemas causados pela enorme produção de lama vermelha é o desenvolvimento de tecnologias que visem a sua reutilização. Para isso, faz-se necessária sua neutralização e/ou ativação. Nas últimas décadas, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos nesse sentido de modo a reutilização venha a produzir diversos benefícios econômicos e ambientais. O primeiro passo é a caracterização das propriedades físicas e químicas da lama vermelha natural ou com diferentes ativações. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a lama vermelha natural e ativada por tratamento térmico a 400°C e químico, com ácido clorídrico (HCl 0,05N) e nitrato de cálcio [$Ca(NO_3)_2$ 0,1N]. Os resultados indicam que a lama vermelha natural e com diferentes ativações é um material argiloso, com mesoporos e com elevado teor alcalino, além de alta condutividade elétrica. A ativação térmica promoveu o aumento na área superficial específica quando a lama vermelha foi ativada termicamente à 400ºC, devido a uma transição mineral de goethita para hematita e gibbsita para alumina. A caracterização feita ao longo deste estudo permite indicar que a lama vermelha natural e com diferentes ativações tem potencial de uso para estudos da capacidade de adsorção de vários contaminantes/poluentes.

Palavras-Chave: Corante; Carvão ativado; Isotermas de adsorção; Reuso de rejeitos; Remediação ambiental; Tratamento de efluentes industriais.

INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, o alumínio é considerado um produto de grande importância econômica devido às inúmeras aplicações em diversos setores industriais. O minério utilizado para a obtenção do alumínio metálico é a bauxita, sendo ela constituída essencialmente por um ou vários dos hidróxidos de alumínio e algumas impurezas (ANTUNES et al., 2012). A lama da mineração de alumínio chamada de “red mud” é um resíduo gerado em grandes proporções pela extração do alumínio da bauxita via processo Bayer. Este resíduo é tratado de maneira a que se possa recuperar certa quantidade de NaOH e, posteriormente, o material é disposto em locais adequados denominados lagoas de disposição. As lagoas devem ser projetadas de forma adequada para a disposição desse resíduo, caso contrário, corre-se o risco de contaminação ambiental. A quantidade de lama vermelha gerada pode chegar ao dobro da quantidade de alumina produzida, com uma variação entre 0,3 e 2,5 toneladas de lama vermelha sendo geradas a cada tonelada de alumina produzida (FORTES et al., 2016).

Sendo assim, a quantidade de lama vermelha produzida é muito grande e a sua disposição deve prever uma grande área, contribuindo como custo adicional e permanente ao processo de produção do alumínio. A lama vermelha contém os óxidos de ferro, titânio e sílica presente na bauxita e também os hidróxidos de alumínio que não foram extraídos. Ainda, trata-se de um resíduo com elevado teor alcalino, podendo também conter elementos traços nocivos à saúde ambiental (WANG; ANG; TADÉ, 2008; CONCEIÇÃO et al., 2016, PICHINELLI, 2017). Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (United States Environmental Protecy Agency - USEPA), a lama vermelha não é classificada como um rejeito perigoso, mas com potencial para provocar contaminação de águas superficiais e de águas subterrâneas. A dispersão das partículas na atmosfera também pode causar chuvas cáusticas, atingindo a vegetação e os animais de regiões vizinhas (HIND et al, 1999).

Uma alternativa para os problemas causados pela enorme produção de lama vermelha é o desenvolvimento de tecnologias que visem a sua reutilização. Seu potencial de reutilização mais interessante ocorre na área ambiental, onde pode ser usada para remediação de áreas contaminadas com metais pesados, elementos químicos metálicos que, em determinadas concentrações, podem ser muito tóxicos (WANG; ANG; TADÉ, 2008). Conceição et al. (2021) propuseram o processo de precipitação de carbonatos como o principal mecanismo de remoção de Cd(II), Pb(II) e Zn(II) usando lama vermelha. A precipitação de carbonatos deve-se à presença de HCO_3^-, a qual reage com Cd(II), Pb(II) e Zn(II), precipitando otavita ($CdCO_3$), cerrusita ($PbCO_3$) e smithsonita ($ZnCO_3$). Consequentemente, o primeiro passo passa identificar o potencial uso da lama vermelha é a sua

caracterização, pois as propriedades físicas e químicas deste material dependem da composição química e mineralógica da bauxita e do processo de extração da alumina utilizado (KOMNITSAS et al., 2004). Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as principais propriedades físicas da lama vermelha produzida na cidade de Alumínio, estado de São Paulo, em seu estado natural e com diferentes processos de ativação, ou seja, por tratamento térmico a 400°C e químico, com ácido clorídrico (HCl) e nitrato de cálcio ($Ca(NO_3)_2$). Os resultados aqui apresentados possibilitam conhecer melhor a lama vermelha natural ou com diferentes ativações, proporcionado informações para seu potencial do uso, as quais podem ser utilizados como materiais de baixo custo no campo de remediação de solos contaminados e efluentes industriais.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de lama vermelha foram coletadas em uma empresa produtora de alumínio localizada na cidade de Alumínio, interior de São Paulo (Fig. 1).

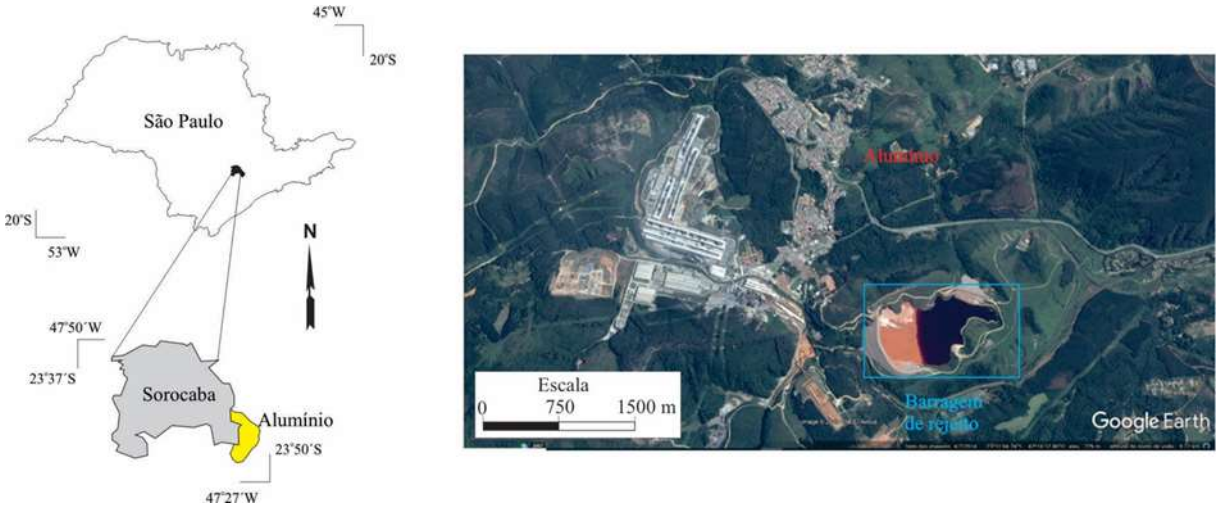


Figure 1 – Localização da cidade de Alumínio no estado de São Paulo, com destaque para a planta de beneficiamento de bauxita e sua barragem de rejeito (Google Earth Pro - 04/10/2020).

Após a coleta, as amostras de lama vermelha foram secas em estufa por 24 horas a 60°C. Para o início das ativações, todas as amostras foram destorroadas em cadinhos de porcelana e passadas em uma peneira com abertura de 150 µm. Para ativação com ácido clorídrico, amostras da lama vermelha foram misturadas com HCl 0,05 N na proporção de 1:25 (g de lama vermelha/mL de HCl 0,05N). Os béqueres com a mistura foram agitados por duas horas, com o sobrenadante retirado por centrifugação à 3.500 rpm por 30 minutos e a lama restante seca em estufa à 40°C. O tratamento com $Ca(NO_3)_2$ 0,1N seguiu os mesmos procedimentos da ativação com HCl 0,05N. Para o ativação térmica

da lama vermelha, as amostras de lama vermelha foram colocadas em cadinhos de porcelana e levadas à mufla a temperatura de 400°C por 2 horas.

A análise granulométrica das amostras de lama vermelha natural foi realizada de acordo com os procedimentos propostos pela EMBRAPA (1997). Para a quantificação dos principais óxidos (SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O e P_2O_5) presentes na lama vermelha e com diferentes ativações, foi utilizada a técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X (FRX), através do espectrômetro sequencial Philips, modelo PW 2400. Os elementos foram detectados em pastilhas fundidas preparadas a partir da fusão de 0,72 g de amostra misturados a 6,5 g de tetraborato de lítio.

A caracterização do pH e condutividade elétrica foi feita na proporção 1g de lama vermelha para 25 mL de água destilada e deionizada. Na determinação do pH e condutividade elétrica foram utilizados os equipamentos YSI 100 e YSI 85, respectivamente. Padrões de alta pureza foram utilizados para calibração de pH 4,00 (4,005 ⍰ 0,010 a 25ºC ⍰ 0,2ºC) e 7,00 (7,000 ⍰ 0,010 a 25ºC ⍰ 0,2ºC). O condutivímetro foi calibrado utilizando-se uma solução padrão de KCl (1,0 mmol/L) de condutividade conhecida, 147 µS/cm a 25ºC. A determinação da capacidade de troca catiônica (CTC) foi realizada de acordo com o procedimento de EMBRAPA (1997). Ainda, as amostras de lama vermelha natural e com diferentes ativações foram caracterizadas quanto a sua área específica superficial, a partir das curvas de adsorção de nitrogênio obtidas para essas amostras. As amostras foram degaseificadas à temperatura de 200ºC, durante a noite, antes de serem analisadas. Para obtenção das isotermas de adsorção de nitrogênio foi utilizando o equipamento Micromeritics – ASAP Tristar 3.000, à temperatura de -196ºC e faixa de vapor de 0,01 a 0,99.

As análises mineralógicas por difração de raios X (DRX) das lamas naturais e com diferentes ativações foram realizadas no difratômetro Siemens D5.000, medidas com radiação de Cu (WL= 1,542Å) e filtro de Ni. A velocidade do goniômetro foi definida com 3º por minuto e tempo de exposição de 1s por cada passo de 0,05º. Além disso, para caracterização morfológica dos grãos contidos nas das lamas naturais e com diferentes ativações, utilizou-se a microscopia eletrônica de varredura com um sistema de espectrometria de energia dispersiva acoplado (MEV-EDS) no microscópio modelo Field Emissiom Gun JSM 6.330 F, marca JEOL.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para frações granulométricas das amostras de lama vermelha natural e com diferentes ativações mostram 49% de fração argila, 42% silte e 9% areia, podendo ser classificada

como textura argila siltosa. Os resultados obtidos para a caracterização da lama vermelha natural e com diferentes ativações são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da caracterização das amostras de lama vermelha natural e com diferentes ativações.

Parâmetro\Lama	Natural	$Ca(NO_3)_2$	HCl	Térmica
pH	10,25	7,94	8,70	10,98
Condutividade (µS/cm)	3.700	137	247	1.600
CTC ($mmol_{(+)}/kg$)	109	110	112	101
Área superficial específica (m^2/g)	31	40	79	56
Tamanho dos poros (nm)	3 a 4	3 a 4	3 a 4	1 a 4

A lama vermelha natural possui um pH alcalino, com valor médio de 10,25, e alta condutividade elétrica (3.700 µS/cm). Após as ativações com HCl 0,05N e $Ca(NO_3)_2$ 0,1N, os valores de pH e condutividade elétrica abaixaram para 8,70 e 7,94 e 247 e 137 µS/cm, respectivamente. Já a ativação térmica elevou os valores de pH de 10,25 para 10,98 e diminuiu os valores de condutividade elétrica para 1.600 µS/cm. Em relação à capacidade de troca catiônica (CTC), o resultado mais elevado foi obtido para a lama ativada com HCl 0,05N, evidenciando uma maior combinação química e reversível com cátions e, consequentemente, uma maior competência em reter poluentes orgânicos, íons, bactérias, vírus, microrganismos por processos relacionado à adsorção. A lama ativada com $Ca(NO_3)_2$ 0,1N apresentou o segundo maior resultado, seguido da lama natural e da ativada termicamente. Os valores encontrados estão dentro do esperado, uma vez que valores próximos foram encontrados na literatura, como 106,5 mmol(+)/kg (SANTONA et al., 2006) e 120,6 mmol(+)/kg (COSTA et al., 2009) para a lama vermelha natural e 98,2 mmol(+)/kg (SANTONA et al., 2006) para a lama tratada com ácido clorídrico.

Os resultados referentes à caracterização da área superficial específica mostram que a amostra de lama tratada com HCl 0,05N apresenta maior área superficial específica (79 m^2/g), sendo o menor valor de área superficial específica (31 m^2/g) obtido para a lama natural. As áreas superficiais específicas para a lama vermelha ativada à 400°C e com $Ca(NO_3)_2$ 0,1N foram de 56 e 40 m^2/g, respectivamente. Em relação ao tamanho dos poros, o diâmetro dos poros para a lama vermelha natural e ativada quimicamente estão entre 3 a 4 nm e são classificadas como mesoporos. A amostra de lama vermelha ativada a 400ºC apresentou diâmetros que variam entre 1 a 4 nm, podendo ser classificados como micro a mesoporos. De acordo com Antunes et al. (2012), o surgimento de micro poros explica-se devido ao tratamento térmico da lama vermelha natural.

Para todos os tipos de lama vermelha analisados, as amostras não apresentaram diferenças em relação a composição química, havendo poucas variações em porcentagens (Tabela 2). As amostras apresentaram as maiores porcentagens nos teores de Fe_2O_3, entre 35,06 e 39,57%, Al_2O_3, entre 15,50 e 25,06% e SiO_2, entre 14,85 e 16,56%, devido à composição mineralógica da lama natural e com diferentes ativações, como por exemplo quantidades variáveis de hematita e/ou goethita, alumina e quartzo, respectivamente. Ainda, os teores de MnO, MgO, K_2O e P_2O_5 ficaram abaixo de 1%, enquanto os teores de TiO_2, CaO e Na_2O variram entre 2,31 e 11,20%.

Tabela 1 - Resultados para as análises químicas (%) das amostras de lama vermelha natural e com diferentes ativações.

Lama	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O	LOI
Natural	16,06	11,20	15,50	38,56	0,28	0,14	4,11	4,84	0,26	0,36	8,70
HCl	14,85	8,72	16,49	35,06	0,27	0,12	8,19	2,31	0,29	0,39	13,32
$Ca(NO_3)_2$	16,56	7,39	25,06	39,57	0,40	0,11	6,12	2,40	0,68	0,47	1,24
Térmica	16,29	8,66	17,50	35,77	0,24	0,10	3,55	4,45	0,37	0,37	12,70

Em relação à caracterização mineralógica (Fig. 1), a lama natural possui caulinita [$Al_2Si_2O_5(OH)_4$], fase mineral isoestrutura da sodalita [$Na_8Al_6Si_6O_{24}Cl_2$], gibbsita ($Al(OH)_3$), goethita [FeO(OH)], calcita ($CaCO_3$), além de pequena quantidade de quartzo (SiO_2). A lama ativada termicamente à 400°C apresentou sodalita, caulinita, calcita, quartzo e hematita (Fe_2O_3). Este resultado mostra que houve a formação de hematita devido a desidroxilação da goethita [$2FeO(OH) \rightarrow Fe_2O_3 + H_2O$), possivelmente a 243ºC, como indicado por Antunes et al. (2012). Além disso, o pico da sodalita apresenta-se mais evidente nesta ativação, onde o pico da gibbsita não foi identificado, evidenciando a transformação de gibbsita em boehmita ($Al(OH)_3 \rightarrow AlO(OH) + H_2O$) ou alumina ($AlO(OH) \rightarrow Al_2O_3 + H_2O$) entre 243 e 273ºC (Antunes et al., 2012). Os difratogramas das lamas ativadas com HCl 0,05 N e $Ca(NO_3)_2$ 0,1N apresentam-se bastante similaridade com o difratograma da lama natural. Além da mineralogia, a morfologia observada na lama vermelha natural e com diferentes ativações permitiu identificar partículas de diferentes tamanhos, com diâmetros de partículas entre < 1 µm a > 10 µm, formas e texturas (Fig. 2). O tratamento químico ou térmico não alterou a morfologia mineral, sendo que as menores partículas corresponderam aos óxidos de ferro e as maiores ao silício.

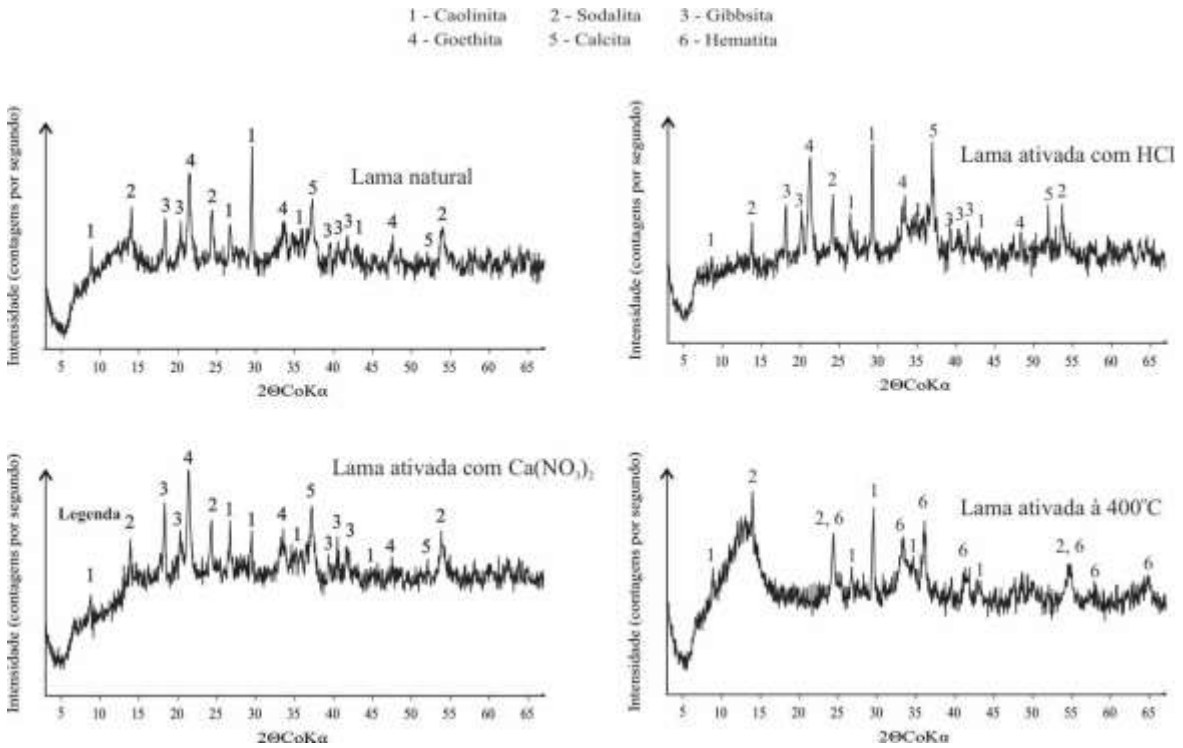


Figura 1 – Difratogramas obtidos para a lama vermelha natural e com diferentes ativações.

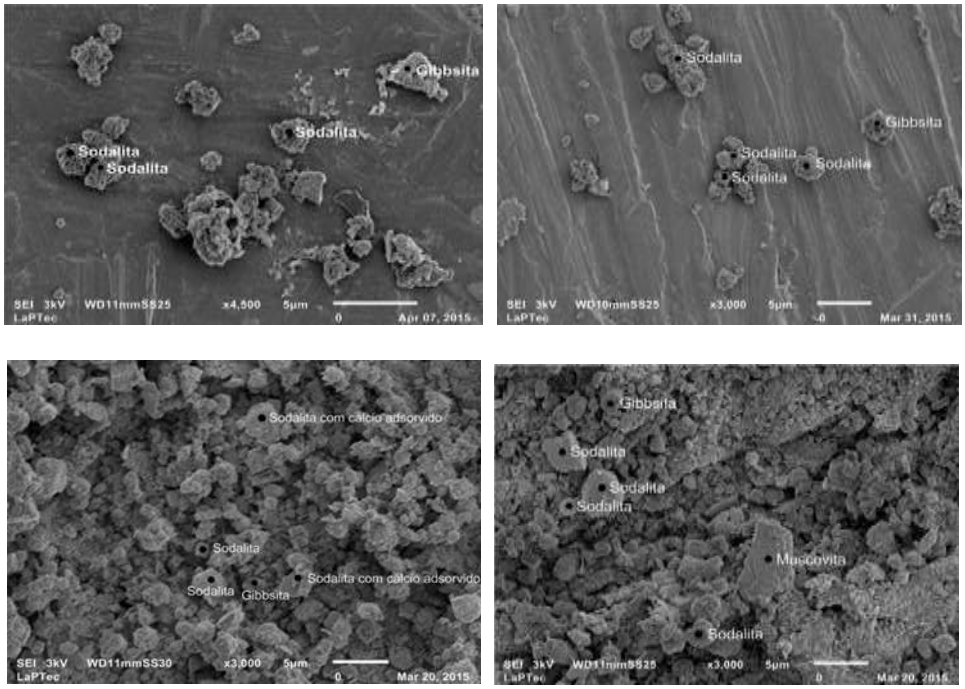


Figura 2 – Morfologia dos minerais na lama vermelha natural e com diferentes ativações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Feitas as caracterizações propostas para a lama vermelha natural (produzida na cidade de Alumínio) e com diferentes ativações, conclui-se que se trata de material argiloso, com mesoporos, com elevado

teor alcalino (pH de 10,25) e alta condutividade elétrica (3.700 µS/cm). Após as ativações com HCl 0,05N e $Ca(NO_3)_2$ 0,1N, os valores de pH e condutividade elétrica abaixaram para 8,70 e 7,94 e 247 e 137 µS/cm, respectivamente. Já a ativação térmica elevou os valores de pH de 10,25 para 10,98 e diminuiu os valores de condutividade elétrica para 1.600 µS/cm. Houve aumento na área superficial específica quando a lama vermelha foi ativada termicamente a 400ºC (56 m^2/g) em relação a lama natural (31 m^2/g), devido a uma transição mineral de goethita para hematita e gibbsita para alumina. A caracterização feita ao longo deste estudo permite indicar que a lama vermelha natural e com diferentes ativações tem potencial de uso para estudos da capacidade de remoção de vários contaminantes/poluentes. Além disso, a presença de óxidos de ferro é um importante aspecto na aplicação de ferro como coagulante em estações de tratamento de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, M. L. P.; COUPERTHWAITE, S. J.; CONCEIÇÃO, F. T.; JESUS, C. P. C.; KIYOHARA, P. K; COELHO, A. C. V.; FROST, R. L. Red Mud from Brazil: Thermal Behavior and Physical Properties. Industrial & Engineering Chemistry Research, v. 51, p. 775–779, 2012.

CONCEIÇÃO, F. T.; SILVA, M. S. G.; MENEGÁRIO, A. A.; ANTUNES, M. L. P.; NAVARRO, G. R.B.; FERNANDES, A. M.; DORIA, C.; MORUZZI, R. B. Precipitation as the main mechanism for Cd(II), Pb(II) and Zn(II) removal from aqueous solutions using natural and activated forms of red mud. Environmental Advances, v. 4, p. 100056, 2021.

CONCEIÇÃO, F. T.; PICHINELLI, B. C.; SILVA, M. S. G.; MORUZZI, R. B.; MENEGÁRIO, A. A.; ANTUNES, M. L. P. Cu(II) adsorption from aqueous solution using red mud activated by chemical and thermal treatment. Environmental Earth Science, v. 75, p. 362, 2016.

COSTA, E. T. S.; GUILHERME, L. R. G.; CURI, N.; LOPES, G.; VISOLI, E. L.; OLIVEIRA, L. C. A. Caracterização de subproduto da indústria de alumínio e seu uso na retenção de cádmio e chumbo em sistemas monoelementares. Química Nova, v. 32, p. 868-847, 2009.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. EMBRAPA, 2ed., 212 p., 1997.

FORTES, G. M., LOURENÇO, R. R., MONTINI, M., GALLO, J. B., RODRIGUES, J. A. Synthesis and mechanical characterization of iron oxide rich sulfobelite cements prepared using bauxite residue. Materials Research, v. 19, p. 276–284, 2016.

HIND, A. R., BHARGAVA, S. K., GROCOTT, S. C. The surface chemistry of Bayer process solids: a review. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, v. 146, p. 359–374, 1999.

KOMNITSAS,K; BARTZAS, G; PASPALIARIS, I. Efficiency of limestone and red mud barriers: laboratory column studies. Minerals Engineering, v. 17, p. 183- 194, 2004.

PICHINELLI, B. C., SILVA, M. S. G., CONCEIÇÃO, F. T., MENEGARIO, A. A., ANTUNES, M. L. P., NAVARRO, G. R. B., MORUZZI, R. B. Adsorption of Ni(II), Pb(II) and Zn(II) on Ca(NO3)2-neutralised red mud. Water Air and Soil Pollution, v. 228, p. 1–13, 2017.

SANTONA, L; CASTALDI, P; MELIS, P. Evaluation of the interaction mechanisms between red mud and heavy metals. Journal of Hazardous Materials, v. 136, p. 324-329, 2006.

WANG, S., ANG, H. M., TADÉ, M. O. Novel applications of red mud as coagulant, adsor- bent and catalyst for environmentally benign processes. Chemosphere, v. 72, p. 1621–1635, 2008.