



ENGENHARIA: SOLUÇÕES E INOVAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

VOLUME VI

Frederico Celestino Barbosa

Engenharia: soluções e inovações para o desenvolvimento

6ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

6ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238E Engenharia: soluções e inovações para o desenvolvimento
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2023

139 f.: il

DOI: 10.37423/2023.edcl814

ISBN: 978-65-5367-414-1

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. projeto 2. construção 3. melhorias I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 620

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl814>

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

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

MSc Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

CAPÍTULO 1	6
PROGRAMA CORPORATIVO DE COMBATE, REDUÇÃO E CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA NA DISTRIBUIÇÃO (COMPESA)	
Rodolfo Amorim Correia da Silva	
Igor Barreto Bandeira	
DOI 10.37423/231008300	
CAPÍTULO 2	19
REABILITAÇÃO DO TERMINAL RODOVIÁRIO DE IPIAÚ/BA: UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	
Ana Martha Carneiro Pires de Oliveira	
João Carlos Gonçalves Lanzinha	
DOI 10.37423/231008308	
CAPÍTULO 3	35
GARANTIA DA QUALIDADE NA AGROINDUSTRIALIZAÇÃO DO AÇAÍ EM MANACAPURU, AMAZONAS: O PAPEL DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO	
Robson da Silveira Espíndola	
Maria Regina Sarkis Peixoto Joele	
DOI 10.37423/231008314	
CAPÍTULO 4	50
UMA ANÁLISE INTRODUTÓRIA SOBRE AS CIDADES INTELIGENTES E A TELEFONIA MÓVEL NO CONTEXTO DE UM MUNICÍPIO DO SEMI-ÁRIDO BAIANO	
Rosangela Leal Santos	
Kelly Cristina Ribeiro Marques Cardoso	
Diego Evangelho Barbosa de Carvalho	
Luana Daniella Silva Almeida	
DOI 10.37423/231008319	
CAPÍTULO 5	69
PRODUÇÃO DE ALPHA-HIDROXIÁCIDOS E HIDROGÊNIO POR ELETRÓLISE DO GLICEROL	
Eduardo Dória Silva	
Nelson Medeiros de Lima Filho	
Humberto Dória Silva	
DOI 10.37423/231008324	

CAPÍTULO 6	81
PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM TUCURUÍ-PA	
Matheus Xavier Smielevski	
Grazielle Tigre de Souza	
Eduardo Barbosa Rodrigues	
Elivelton Damacena Cruz	
Vinicius de Oliveira Costa	
DOI 10.37423/231008337	
CAPÍTULO 7	92
SISTEMA WETLAND CONSTRUÍDO COMO ALTERNATIVA PARA O TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS NO MEIO RURAL BRASILEIRO - ARTIGO DE REVISÃO	
Fábio José de Matos Barbosa	
Helder Ribeiro Freitas	
Denes Dantas Vieira	
Míriam Cleide Cavalcante de Amorim	
Jose Getúlio Gomes Sousa	
DOI 10.37423/231008344	
CAPÍTULO 8	107
ENSINO DE POLÍMEROS NA PERSPECTIVA QUÍMICA E AMBIENTAL	
Talita Angelica dos Santos	
Ana Paula Mattos Arêas	
DOI 10.37423/231008349	

Capítulo 1



10.37423/231008300

PROGRAMA CORPORATIVO DE COMBATE, REDUÇÃO E CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA NA DISTRIBUIÇÃO (COMPESA)

Rodolfo Amorim Correia da Silva

Companhia Pernambucana de Saneamento

Igor Barreto Bandeira

Companhia Pernambucana de Saneamento



Resumo: A Lei Nacional de Saneamento Básico - Lei nº 11.445/2007 (LNSB) estipula que serviços públicos de saneamento básico serão prestados com eficiência e sustentabilidade econômica e, na parte relativa a contratos dos prestadores de serviços, determina "*a inclusão (...) das metas progressivas e graduais (...) de eficiência e de uso racional da água (...)*". A redação dada pela Lei nº 14.026, de 2020 (Art. 10-A) reforça que "*os contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão conter, expressamente, sob pena de nulidade (...) metas de (...), de redução de perdas na distribuição de água tratada*". É imperiosa a busca de eficiência operacional por parte das companhias operadoras, no entanto a busca de uma operação eficiente e eficaz precisa levar em consideração as repercussões na sustentabilidade econômica da empresa, na viabilidade ambiental e na modicidade das tarifas. Estabelecer quais são os limites de perdas de água aceitáveis, tanto em termos econômicos, quanto volumétricos é uma complexa missão técnica, que deve buscar sempre a adequada prestação do serviço. A questão que deve ser levantada então é, até que nível de perda de água uma operação deve chegar? Para o estabelecimento de metas de perdas de água na distribuição é necessário conhecer o limite do tecnicamente possível. No entanto, há de se entender que operar nesse nível de excelência técnica exige investimentos onerosos que poderiam comprometer a viabilidade econômica da prestação do serviço, prejudicando o princípio da modicidade tarifária, que busca garantir o serviço acessível a todos os usuários. Assim, o nível de perdas a ser considerado inicialmente poderia ser o econômico, onde o benefício de evitar perdas de água supera os custos de combatê-las. Sendo assim, o presente trabalho vem propor uma Estratégia Corporativa de Redução e Controle das Perdas de Água na Distribuição que utiliza o Nível Econômico de Perdas (NEP) como objetivo a ser alcançado.

Palavras-chave: Programa, Projetos, Perdas de Água, Nível Econômico de Perdas, NEP

INTRODUÇÃO

De acordo com TARDELLI (2016), as perdas de água não se apresentam apenas como um problema técnico e econômico, restrito à esfera de atuação de uma operadora local ou regional. A questão tem implicações mais amplas, com repercussões significativas em diversos aspectos, como político, econômico, social, tecnológico, legal e ambiental.

Ainda, gerenciar e reduzir perdas não é uma problemática nacional, tampouco de fácil solução. THORNTON (2008) destaca que “todo sistema de água no mundo tem um certo volume de perdas reais, e é bem conhecido entre os especialistas no setor que as perdas reais não podem ser eliminadas completamente, e mesmo em redes de distribuição recém comissionadas há um volume mínimo de perdas reais. Porém, também é sabido e comprovado que as perdas reais podem ser administradas de forma que fiquem dentro dos limites econômicos”.

Segundo MOLL (2019), os volumes de água perdidos em um sistema de abastecimento de água (SAA) também interagem em um contexto econômico, visto que se torna necessário dimensionar captações, adutoras, ETA, reservatórios e redes de distribuição para um volume superior ao demandado pelo consumo dos usuários.

Para TARDELLI (2016), o controle efetivo de perdas promove: redução do consumo de energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água; redução dos produtos químicos utilizados para o tratamento da água; diminuição da probabilidade de contaminação da água durante a distribuição; diminuição do custo de operação e manutenção; aumento do faturamento; postergação de investimento na capacidade e tratamento de água, contribuindo para modicidade tarifária. Consequentemente, os investimentos nessas infraestruturas poderão maiores. Portanto, a redução de perdas poderá prorrogar esses investimentos, redirecionando-os a obras de ampliação da cobertura do atendimento, seja em água ou em esgoto, trazendo um benefício social e ambiental para a sociedade (MOLL, 2019).

Estabelecer quais são os limites de perdas de água aceitáveis, tanto em termos econômicos, quanto volumétricos é uma complexa missão técnica, que deve buscar sempre a adequada prestação do serviço. A questão que deve ser levantada então é, até que nível de perda de água uma operação deve chegar? Para responder essa pergunta convém destacar que o combate às perdas de água possui dois níveis ou limites:

- **Limite Técnico** - aquele possível de se chegar utilizando todas as técnicas, tecnologias e recursos disponíveis (perdas inevitáveis);
- **Limite Econômico** - nível de perdas em que o custo para recuperar um determinado volume supera o custo de produção e distribuição desse volume. Normalmente este limite é atingido antes do limite técnico.

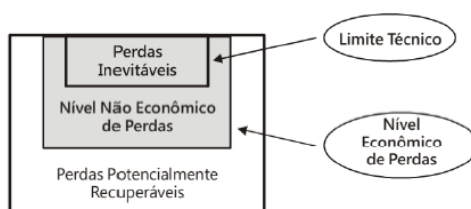


Figura 1: Limites das Perdas de Água

Portanto, no processo de estabelecimento das metas de perdas de água na distribuição é necessário conhecer o limite do tecnicamente possível. No entanto, há de se entender que operar nesse nível de excelência técnica exige investimentos onerosos que poderiam comprometer a viabilidade econômica da prestação do serviço, prejudicando o princípio da modicidade tarifária, que busca garantir o serviço acessível a todos os usuários. Assim, o nível de perdas a ser considerado inicialmente poderia ser o econômico, onde o benefício de evitar perdas de água supera os custos de combatê-las.

Nesse sentido, a Estratégia Corporativa de Redução e Controle de Perdas de Água busca:

- Determinar o nível econômico de perdas (NEP) para dimensionar metas racionais e progressivas de redução de perdas de água coerentes com o contexto local;
- Formular a estratégia corporativa de redução e controle de perdas/NRW, com diretrizes de execução;
- Elencar a carteira de projetos que precisam ser executados para atingimento do nível econômico de perdas (NEP) na companhia.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para estruturação do Programa Corporativo de Combate às Perdas de Água da COMPESA baseou-se em 07 (sete) passos apresentados na Figura 2:

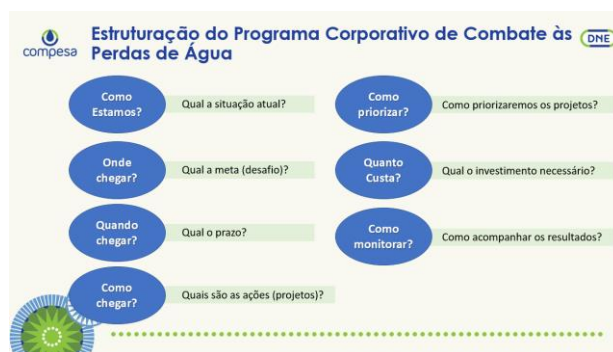


Figura 2: Estruturação do Programa

PRIMEIRA ETAPA: COMO ESTAMOS? QUAL A SITUAÇÃO ATUAL?

Captar a realidade para conhecê-la, é a essência do Diagnóstico das Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água. Para tanto, lançou-se mão da metodologia de Balanço Hídrico Top x Down - modelo IWA (Associação Internacional da Água), partindo-se de dados relativos ao ano de 2021.

SEGUNDA ETAPA: ONDE CHEGAR? QUAL A META (DESAFIO)?

Como dito anteriormente, utilizaremos o Nível Econômico de Perdas (NEP) como objetivo a ser alcançado. Conforme preconizado em GIZ (2020), o modelo utilizado para determinar o NEP no presente programa está embasado no trabalho "Non-Revenue Water: Financial Model for Optimal Management in Developing Countries" de Alan S. Wyatt 2010. O modelo evidencia um raciocínio financeiro, é extremamente simples e transparente, ponderando por um lado os custos de combate a perdas e por outro lado os custos evitados pela redução das perdas reais de água assim como as receitas geradas por reduzir perdas aparentes.

Para definir as metas progressivas e graduais na área de eficiência é necessário considerar o contexto do prestador de serviço, especialmente quanto à disponibilidade hídrica e aos custos da prestação do serviço. Esses e outros fatores permitirão determinar os níveis econômicos de perdas de água. O nível econômico ótimo de perdas é determinado maximizando o excedente financeiro do prestador de serviço em função de perdas, incluindo os aspectos de disponibilidade hídrica, custos de operação e manutenção da prestação do serviço.

Para que as perdas de água estejam em um nível econômico o benefício de evitá-las supera os custos de combater essas perdas de água. Distinguindo entre os vários tipos de perdas de água isso significa que:

- o nível ótimo de perdas por submedição é alcançado quando se maximiza o excedente financeiro que resulta da diferença entre a i) receita tarifária e ii) os custos de programas de substituição de hidrômetros são máximos;
- o nível ótimo de perdas por fraude é alcançado quando o custo de investigar uma fraude não compensa o ganho econômico de resulta dela;
- o nível ótimo de perdas por abastecimentos clandestinos é quando esse consumo é inexistente. Isto é, quando todos os domicílios estão com situação fundiária regularizada legalmente e têm um vínculo contratual com a companhia de água. O cálculo tem de ter considerações locais;
- o nível ótimo de perdas reais é alcançado quando se minimiza a soma dos i) custos de produção; ii) expansão do sistema e iii) pesquisa/reparo de vazamentos e conservação da rede e ramais;

Isso equivale a afirmar que o nível ótimo de perdas reais é alcançado quando o custo marginal de um programa de controle de perdas físicas tem a mesma magnitude que a soma dos custos de marginais de produção de água e de expansão futura; e o nível ótimo de perdas aparentes é alcançado quando a receita marginal é igual ao custo marginal de controle dessas perdas.

Nesse contexto, baseando-se no Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) da COMPESA (enviado para a Agência de Regulação de Pernambuco (ARPE) em 2021, que validou a capacidade econômico financeira da empresa para cumprir as metas descritas no Novo Marco Legal do Saneamento), em informações corporativas do ano de 2021, e utilizando a metodologia desenvolvida por Alan Wyatt e adaptada por Rita Cavaleiro, foram obtidos os seguintes Níveis Econômicos de Perdas (NEP) para a COMPESA:

Nível Ótimo			
COMPESA	Tipo de perda	Aparente	Real
(l / lig / dia)	Ótimo	49	176
	Nível Inferior	39	124
	Nível Superior	93	269
%	Ótimo	6,9%	19,8%
	Nível Inferior	5,4%	14,8%
	Nível Superior	13,0%	27,4%

Figura 3: NEP COMPESA

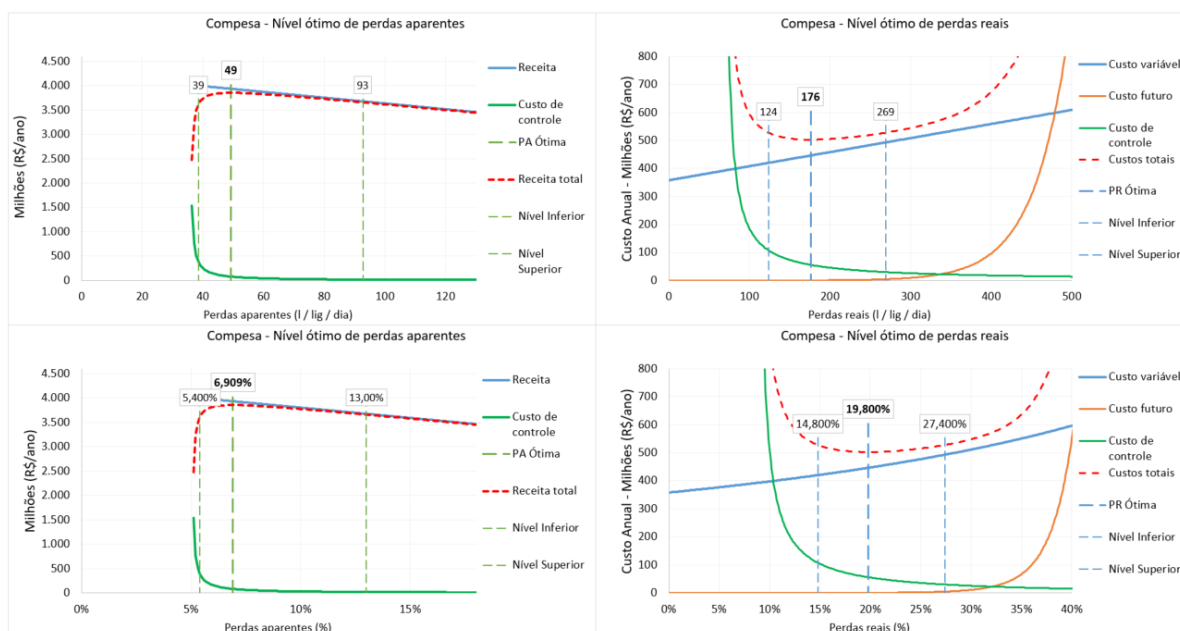


Figura 4: Gráficos - NEP COMPESA

TERCEIRA ETAPA: QUANDO CHEGAR? QUAL O PRAZO?

Para complementar a meta, cabe determinar o prazo no qual deve ser alcançado o nível econômico, lembrando que:

- prazos apertados suscitam picos de investimentos que a liquidez da empresa pode não suportar, e que
- prazos dilatados podem não superar a taxa natural de crescimento de perdas, fazendo com que o nível econômico nunca seja atingido.

Partindo-se de práticas de gestão da SABESP, a caracterização do problema das perdas se fundamenta na matriz a seguir:

IPDt atual (L / ramal x dia)	% de redução do IPDt em 1 ano	
	Mínima (sem orçamento)	Máxima (com orçamento)
Abaixo de 250	0%	5%
de 250 a 400	5%	10%
Acima de 400	10%	15%

Figura 5: Prática de estabelecimento de metas – SABESP (ROP)

QUARTA ETAPA: COMO CHEGAR? QUAIS SÃO AS AÇÕES (PROJETOS)

O detalhamento dos projetos necessários para atingimento do NEP será abordado por meio da estratificação em Ações Básicas, Ações de Suporte, Ações de Controle e Redução de Perdas Reais e Ações de Controle e Redução de Perdas Aparentes:

1. Ações Básicas:

- Projeto de Pitometria;
- Projeto de Macromedição;
- Projeto de Implantação de Sistemas de Gestão;
- Projeto MASP aplicado à Solução de Problema de Perdas;
- Projeto de Desenvolvimento dos Recursos Humanos;
- Projeto de Implantação da Setorização;
- Projeto de Atualização e Manutenção do Cadastro Técnico e de Integração com o Cadastro de Consumidores;

2. Ações de Suporte:

- Projeto de Sistema de Gestão Operacional;
- Projeto de Desenvolvimento da Operação;
- Projeto de Melhoria dos Projetos e Obras de Engenharia;
- Projeto de Telemetria e Telecomando (Operação e Comercial);
- Projeto de Manutenção Eletromecânica, Hidráulica e de Instrumentação;
- Projeto de Controle da Qualidade dos Materiais e Equipamentos;

3. Ações de Controle e Redução de Perdas Reais:

- Projeto de Controle Ativo de Vazamento;
- Projeto de Cadastro Técnico de Redes;
- Projeto de Controle de Pressão e de Nível de Reservatórios;
- Projeto de Agilidade e Qualidade na Eliminação de Vazamentos;
- Projeto de Gerenciamento da Infraestrutura;
- Projeto de Melhoria dos Ramais Prediais de Água;

4. Ações de Controle e Redução de Perdas Aparentes:

- Projeto de Melhoria do Sistema Comercial;
- Projeto de Micromedição;

- Projeto de Pesquisa e Retirada de Fraude;
- Projeto de Regularização de Ligações Clandestinas;
- Projeto de Vistoria em Ligações Inativas e Desligadas Definitivamente.

QUINTA ETAPA: COMO PRIORIZAR? COMO PRIORIZAREMOS OS PROJETOS?]

A matriz de avaliação abaixo descrita, extraída da metodologia *Six Sigma* (método do zero defeito), possibilita que se pontuem os diversos projetos, partindo-se dos seguintes pesos:

- Retorno financeiro do Projeto (maior que US\$ 80.000,00);
- Atendimento às metas de redução de perdas do Programa;
- Atendimento às necessidades do cliente (água na torneira e não intermitência);
- Facilidade de implantação (probabilidade de sucesso);
- Possibilidade de conclusão em 12 meses;
- Disponibilidade de dados para desenvolvimento dos projetos;
- Atendimento à disponibilidade de orçamento;
- Atendimento à regulação.

A associação dos pesos e notas (1, 3 ou 9) dará uma pontuação; os Projetos com maior pontuação serão prioritários. Os pesos foram estabelecidos de acordo com a seguinte classificação:

- Nota 1: baixa relação;
- Nota 3: média relação;
- Nota 9: alta relação.

Dando-se nota para cada projeto, o valor do peso multiplicado por esta nota, critério de avaliação a critério, dará a pontuação total do projeto. Projetos com maior pontuação serão prioritários. Como exemplo, a seguir se apresenta a matriz de avaliação com a primeira classificação de Projetos, em ordem de prioridade de implantação:

TRADE OFF DE PROJETOS DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS/NRW		CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO								Total
		Retorno financeiro do projeto (objetivo > US 80.000,00 no período)	Atende às metas de redução de perdas	Atende às necessidades do cliente (água na torneira / redução da intermitência)	Facilidade de Implantação (probabilidade de sucesso)	Possível conclusão em 12 meses	Dados disponíveis	Atende às limitações de orçamento	Risco Regulatório	
Ordem	Peso (importância) Projetos	7	10	10	7	8	6	7	9	
9	PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DA OPERAÇÃO	9	9	9	9	9	3	9	9	540
13	PROJETO DE CONTROLE ATIVO DE VAZAMENTO	9	9	9	9	9	3	9	9	540
16	PROJETO DE AGILIDADE E QUALIDADE NA ELIMINAÇÃO DE VAZAMENTOS	9	9	9	9	9	3	9	9	540
15	PROJETO DE CONTROLE DE PRESSÃO E DE NÍVEL DE RESERVATÓRIOS	3	9	9	9	9	3	9	9	498
20	PROJETO DE MICROMEDIDAÇÃO	9	9	3	9	9	9	9	3	462
12	PROJETO DE CONTROLE DA QUALIDADE DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	1	9	9	9	9	3	9	3	430
4	PROJETO MASP APLICADO À SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE PERDAS	9	9	3	9	9	3	9	3	426
21	PROJETO DE PESQUISA E RETIRADA DE FRAUDE	9	9	3	9	9	3	9	3	426
23	PROJETO DE VISTÓRIAS EM LIGAÇÕES INATIVAS E DESLIGADAS DEFINITIVAMENTE	9	9	3	9	9	3	9	3	426
1	PROJETO DE MACROMEDIDAÇÃO	1	9	3	9	9	3	9	9	424
2	PROJETO DE PITOMETRIA	1	9	3	9	9	3	9	9	424
8	PROJETO DE OPERAÇÃO COM QUALIDADE E SISTEMA NAVIA DE GESTÃO OPERACIONAL	1	3	9	9	9	3	9	9	424
11	PROJETO DE TELEMETRIA E TELECOMANDO (OPERAÇÃO E COMERCIAL)	1	9	9	9	9	3	3	3	388
6	PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA SETORIZAÇÃO	3	9	9	3	3	3	3	9	366
19	PROJETO DE MELHORIA DO SISTEMA COMERCIAL	9	1	1	9	9	9	9	3	362
5	PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HUMANOS	1	3	3	9	9	9	9	1	328
14	PROJETO DE CADASTRO TÉCNICO DE REDES	1	3	9	3	3	1	9	9	322
3	PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO	1	3	3	9	9	3	9	3	310
10	PROJETO DE MELHORIA DOS PROJETOS E OBRAS DE ENGENHARIA	1	3	3	9	9	3	9	3	310
22	PROJETO DE REGULARIZAÇÃO DE LIGAÇÕES CLANDESTINAS	3	3	3	3	9	3	9	3	282
17	PROJETO DE GERENCIAMENTO DA INFRA-ESTRUTURA	3	3	9	3	3	3	3	3	252
18	PROJETO DE MELHORIA DE RAMAIS PREDIAIS	3	3	9	3	3	1	3	3	240
7	PROJETO DE ATUALIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO E DE INTEGRAÇÃO COM O CADASTRO DE CONSUMIDORES	1	3	1	3	9	3	9	1	230

Figura 6: Trade off de projetos, em ordem decrescente de importância

Com a classificação contida na Figura 6, pode-se construir um Diagrama de Pareto para fins de definição de linha de corte para projetos prioritários. Por exemplo:

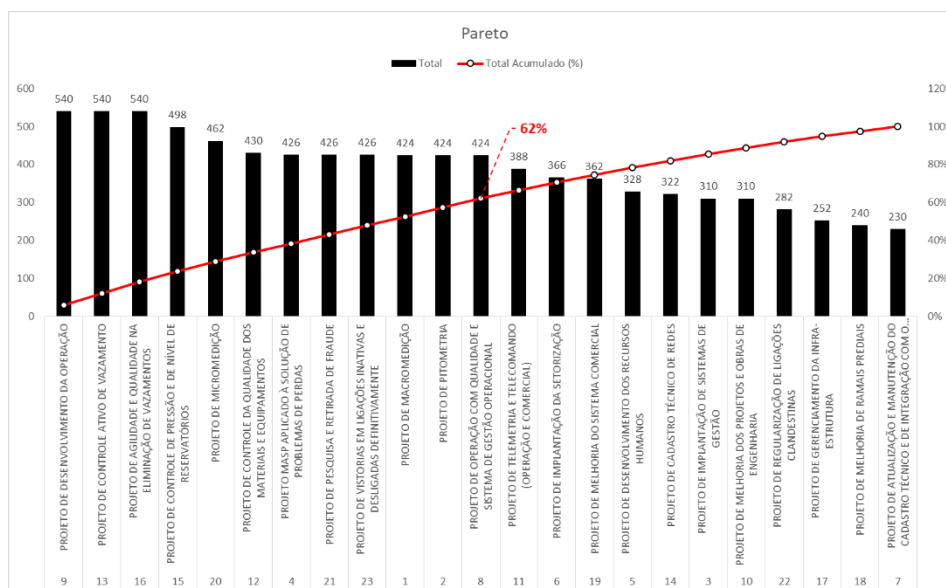


Figura 7: Análise do Diagrama de Pareto, associado a uma Curva ABC

Da análise da “Curva de Pareto/Curva ABC” observa-se que 12 (doze) projetos representam mais de 60% de IMPORTÂNCIA na consecução de resultados de redução e controle de perdas de maneira sustentável. Os demais projetos representam menos de 40% de IMPORTÂNCIA, tendo suas implantações postergadas para anos subsequentes, ou conforme disponibilidade de recursos, favorecendo a implantação.

SEXTA ETAPA: QUANTO CUSTA? QUAL O INVESTIMENTO NECESSÁRIO?

Após definição da priorização dos projetos, faz-se necessário o levantamento dos custos (OPEX x CAPEX) de cada ação, de modo a trazer uma previsibilidade de recursos financeiros de curto/médio/longo prazos para a empresa.

SÉTIMA ETAPA: COMO MONITORAR? COMO ACOMPANHAR OS RESULTADOS?

A presente Estratégia Corporativa deverá ser capitaneada por Comitê Estratégico de Redução e Controle de Perdas, anualmente, quando da revisão do PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO da empresa, em termos de:

- Consecução de metas anuais de redução de perdas/NRW (checagem de meta);
- Comparativo dos resultados anuais da COMPESA em relação às PERDAS, para checagem da lacuna;
- Cumprimento dos cronogramas dos vários projetos;
- Revisão do Nível Econômico de Perda*.

* Considerando que o modelo de cálculo do NEP tem um caráter estático e calcula o nível ótimo mantendo as condições atuais (por exemplo, pressão média de 50 mca), ao se operar o sistema com diferentes condições (uma outra pressão média, por exemplo) o valor ótimo é diferente. Para avaliar o sistema nos seus diferentes contextos (temporais), se recomenda calcular periodicamente o nível econômico de perdas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TARDELLI, J. Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água: posicionamento e contribuições técnicas da ABES. Rio de Janeiro: ABES, 2016.
2. THORNTON, J. et all. Water Loss Control. McGraw-Hill Education, 2nd edition, 2008.
3. WYATT, Alan S. Non-Revenue Water: Financial Model for Optimal Management in Developing Countries. Research Triangle Park, Nc: Rti International, 2010. Disponível em: <https://www.rti.org/sites/default/files/resources/mr-0018-1006-wyatt.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2020.
4. MOLL, Anna Carolina Bonilauri. Nível econômico de perdas em sistemas de abastecimento de água por distrito de medição e controle. Curitiba, 2019.
5. GIZ. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Perdas de água - Guia para determinar o nível econômico e metas progressivas de controle para municípios, reguladores e prestadores de serviço. Brasília, 2020. Versão Março de 2021
6. ARSESP. Nota Técnica NTF-0052-2020. Metodologia e Cálculo do Nível Econômico de Perdas - Determinação da Meta Regulatória de Perdas para a 3ª Revisão Tarifária Ordinária da SABESP.
7. IWA. Losses from Water Supply systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. The blue pages the IWA information source on drinking water issues. Oct 2000.
8. HWATER. Nível Econômico de Perdas - NEP: Conceitos, fundamentos e metodologias (versão 26/05/2021) - Produto elaborado no âmbito do contrato de capacitação entre a HWater/COMPESA - Programa Água Urbana Inteligente - BIRD/UK Prosperity Fund
9. HWATER. Formulação da Estratégia de Redução e Controle de Perdas/NRW com diretrizes de Execução em nível de Região Metropolitana da COMPESA (versão 04) - Produto elaborado no âmbito do Programa Água Urbana Inteligente - BIRD/UK Prosperity Fund
10. Lei Federal 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; e as alterações constantes na Lei Federal nº 14.026/2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico;
11. Portaria Nº 490 de 22 de MARÇO de 2021, do Ministério do Desenvolvimento Regional, que estabelece os procedimentos gerais para a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da União;
12. Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) da COMPESA;
13. NBR 12.586/92 - Norma que fixa as condições exigíveis para a elaboração de cadastro de sistema de abastecimento de água, com a finalidade de subsidiar a elaboração de estudos e projetos afins, auxiliar na operação e manutenção das unidades do sistema, possibilitar a centralização de informações do sistema, dentre outras diretrizes para facilitar a atualização do cadastro.

Capítulo 2



10.37423/231008308

REABILITAÇÃO DO TERMINAL RODOVIÁRIO DE IPIAÚ/BA: UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Ana Martha Carneiro Pires de Oliveira

Universidade da Beira Interior

João Carlos Gonçalves Lanzinha

Universidade da Beira Interior



Resumo: A reabilitação de edifícios é uma técnica e conceito associado com a qualidade da vida urbana. Possibilita compreender e promover o funcionamento dos ambientes socioecológicos existentes dentro do espaço urbano consolidado. É um tema atual, por sua relação com as questões de conservação e defesa do patrimônio arquitetônico, do aumento da vida útil das edificações, da sustentabilidade e da organização urbana. Os diferentes processos de intervenção urbanística não são suficientes para atender as novas demandas do ordenamento urbano moderno. O objetivo deste trabalho é explicar o conceito de reabilitação das edificações para depois propor a aplicação dos seus conceitos em um espaço real. O espaço escolhido é o Terminal Rodoviário de Ipiaú, Bahia, Brasil. Sua estrutura metálica tubular, que além de propiciar leveza e versatilidade ao conjunto arquitetônico, permite diferentes configurações em seu interior, a serem adaptadas para atender as demandas de cada era de sua vida útil. Este trabalho, propõe à luz das teorias e ferramentas propor um projeto de intervenção no espaço existente para proporcionar uma renovação do seu uso social e urbano para que ele venha a atender o crescimento da região em que se encontra.

Palavras-chave: Terminal Rodoviário. Requalificação Urbana. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A reabilitação de edificações é um conceito vinculado ao de qualidade de vida urbana. Auxilia os urbanistas a construir uma nova percepção a respeito da socio-ecologia urbana. É um tema atual, especialmente no tocante às questões de conservação e defesa do patrimônio arquitetônico urbano, do aumento da vida útil das edificações, do ordenamento urbanístico e da sustentabilidade. Sua compreensão evoluiu muito ao longo dos últimos cinquenta anos aprimorando os seus objetivos, princípios, metodologias e campo de atuação (Bezerra & Chaves, 2014). O objetivo deste trabalho é apresentar, em um primeiro momento, o conceito de reabilitação das edificações para em seguida realizar uma proposta para a sua aplicação em um espaço existente no município de Ipiaú/BA, Brasil, que vem a ser o terminal rodoviário. Construída com uma estrutura metálica tubular, que garante leveza, rapidez na construção e versatilidade ao conjunto arquitetônico, também permite, ao longo do tempo, diferentes configurações e desenhos para atender as diferentes demandas que surjam com o passar do tempo sem que haja grandes movimentações de material, e não sendo necessário derrubar a estrutura, uma vez que o aço tubular é resistente à ação do tempo, sua conservação é de baixo custo, e o aço não sofre desgaste significativo que afete a segurança estrutural (Gerken, 2003).

Figura

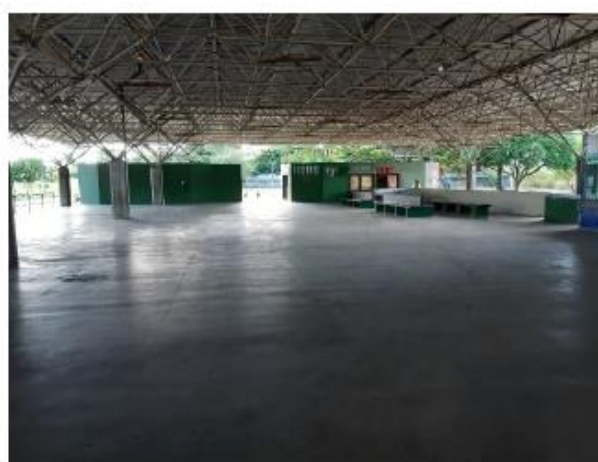


Figura 1: localização de Ipiaú, Bahia, Brasil

Fonte: wikipedia, 2023

Por meio de um bom planejamento é possível organizar as cidades conforme suas características físicas e considerando a simbologia que algumas estruturas possuem na construção do sentimento de pertencimento ao dar a elas significados afetivos que criam uma ligação entre o passado, o presente

e o futuro. É importante que muito mais do que uma ferramenta de planejamento urbano a função da reabilitação das edificações seja compreendida como o processo estruturado que procura valorizar as cidades, visando garantir a preservação dos elementos humanos e naturais que compõem a paisagem urbana e que são fundamentais para a construção da imagem de um município (Lopes, 2020). Essa imagem é uma abstração importante para que exista uma identidade individual e coletiva dos habitantes desta cidade. O presente trabalho, após análise criteriosa das condições da estrutura do terminal rodoviário de Ipiáú/BA (Figuras 3 e 4), que está localizado na entrada da cidade segundo o sentido Leste Oeste, para quem vem da BR 101 dirigindo-se para Jequié (maior município dessa macrorregião), objetiva propor uma intervenção que venha a adequar a estrutura do terminal rodoviário de Ipiáú/BA as necessidades atuais da população.



Figuras 3 e 4: Terminal Rodoviário de Ipiáú/BA

Fonte: Autora (2020)

O terminal rodoviário de Ipiáú/BA, em 2017, (SECOM-IPIAÚ, 2017) foi vistoriado pelo poder público local com a intenção de realizar projetos de recuperação e/ou requalificação devido a alguns problemas em sua conservação e por ser uma grande estrutura arquitetônica presente na vida da cidade. Entretanto até o ano 2023 nenhuma ação mais contundente com sua requalificação ou reabilitação foi efetivada. Dessa maneira, surge a oportunidade de 5 propor um projeto de reabilitação para este espaço urbano dentro de padrões que englobem as necessidades de acesso, organização urbanística, qualidade de vida e sustentabilidade.

2. O CONCEITO DE REABILITAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Durante os séculos XIX e XX, as cidades passaram por muitas mudanças nas suas estruturas e no seu design urbano. O crescimento e desenvolvimento natural da população e a da economia global foram

fenômenos que trouxeram várias consequências para a vida urbana (Lanzinha, 2013). Uma delas é o envelhecimento das áreas centrais e o surgimento de regiões ou bairros periféricos, que modificaram o desenho urbano, trazendo diferentes instalações que, com o tempo foram sujeitos de diferentes processos de degradação, devido à maior demanda da crescente população de usuários, bem como pela ausência das políticas públicas de conservação arquitetônica (Silva, 2011). A renovação urbana é um conceito que traz a ideia de demolição com a substituição das edificações por novas construções, atualizadas, mas que, muitas vezes possuem características diversas das construções que existiam naquele local. Isso se deve porque, muitas vezes, a renovação pretende atender a novas atividades e usos sociais e/ou econômicos da cidade e da população (Moreira, 2007; Moura, Guerra, Seixas, & Freitas, 2006). O conceito de reabilitação urbana, por sua vez, não envolve a demolição das edificações, mas sim a recuperação das edificações existentes com reformas e restaurações que melhoram a qualidade e o conforto e atendam as novas solicitações que surgem ao redor dos equipamentos urbanos (Lanzinha, 2013). Entre as muitas propostas e projetos de reabilitação, devem ser considerados os muitos problemas ligados a sustentabilidade e acessibilidade urbana. A acessibilidade urbana, no Brasil, está definida pela norma NBR 9050, como a "possibilidade e condição de escopo, percepção e entendimento para o uso seguro e autônomo de prédios, espaços ou equipamentos urbanos" (ABNT, 2015 p.2). Assim, a oferta de acessibilidade deve permitir a melhoria da circulação no interior dos edifícios e a conquista dos espaços urbanos para todos os cidadãos. Espaços, esses que devem ser livres de barreiras físicas. Segundo Arroyo (2004) quando um patrimônio recuperado se torna mais acessível para toda a população há uma melhoria da qualidade de vida urbana. Portanto, uma área que antes era considerada degradada, subutilizada ou utilizada apenas como espaço de trânsito, consegue se revitalizar e se tornar um espaço para reuniões e uso pelos mais variados grupos sociais, podendo se tornar um espaço de referência para toda a cidade. A política urbana introduziu nas cidades muitos equipamentos ao longo dos anos para solucionar os muitos problemas da vida urbana que surgiram durante o crescimento, desenvolvimento e expansão das cidades (Alves, 2019). O conceito de reabilitação não é novo, apesar de no princípio não receber essa denominação. No entanto, permanece presente entre os planejadores urbanos com outros nomes, desde que seja reconhecida a necessidade de melhorar a vida urbana com a melhor adaptação das estruturas e equipamentos existentes (Galeotti & Mazzilli, 2020). Dentro da metodologia de avaliação da situação existentes nas estruturas urbanas, são realizados estudos sobre o entorno, necessidades, oportunidades e condições dos equipamentos e, algumas vezes a demolição das estruturas existentes em uma área urbana degradada são recomendadas para a sua substituição por novas estruturas que

venham a atender a um novo padrão urbanístico, que acompanhe tanto a evolução da arquitetura urbana como também a evolução das tecnologias de engenharia e construção. Sendo assim essas intervenções acontecem sobre esse espaço urbano degradado e quando os estudos não reconhecem que exista algum valor para o patrimônio arquitetônico e histórico ali existente, realizando a substituição total dos equipamentos por novas estruturas (Bezerra & Chaves, 2014).

“(...) todo o processo que leva uma cidade, ou parte dela, a corresponder às expectativas de todos os estratos da população, incluindo os sócios culturalmente mais habilitados, de forma que esta utilize o espaço urbano de forma durável e agradável” (Moreira, 2007, 124).

Há um amplo espectro de intervenções que vão desde a recuperação de edifícios e espaços públicos, passando por estudos que objetivam atender as demandas sociais e urbanas de públicos específicos, entre eles os grupos marginalizados ou carentes de políticas públicas mais abrangentes, chegando nas ações com o objetivo de realizar uma revitalização urbana que atenda tanto funções sociais como econômicas (Serpa, Leite, & Machado, 2019).

3. A UTILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

A arquitetura contemporânea tem como característica destacar as soluções estruturais das edificações para reforçar a supremacia da técnica na obtenção de formas esbeltas e dinâmicas. Antes muitos engenheiros, projetistas e arquitetos tinham grande preocupação em esconder a estrutura por trás de paredes de concreto, alvenaria ou outros materiais de revestimento. Atualmente o aço enquanto material de construção permite um resultado arquitetônico que permite o equilíbrio entre a estética e a técnica e a população em geral entende que a aparência resultante está condizente com a vida moderna (Reis, Nascimento, & Bastos, 2019). As estruturas metálicas são uma alternativa construtiva aceita na atualidade, e a procura pelas melhores soluções técnicas, associadas a estruturas arrojadas, economicamente viáveis e executáveis tem inspirado inúmeros projetos inovadores. Estas estruturas formadas por perfis tubulares de seção transversal fechada oca, representam uma vantagem estrutural com relação aos perfis metálicos tradicionais além de obterem um melhor resultado estético (Figuras 5 e 6). Por conta da sua geometria os perfis tubulares possuem muitas vantagens. São resistentes à torção assim como apresentam ótima resistência à flexão. E são resistentes à flambagem em todas as direções, o que aumenta a segurança de sua aplicação nas mais diversas construções (Santos Junior & Silva, 2019).



Figuras 5 e 6: Estrutura Tubular oca que compõe o terminal rodoviário de Ipiáú/BA

Fonte: Autora (2020)

A construção de estruturas com grandes vãos livres, combinados com pilares esbeltos, que conduzem a ambientes mais leves e esteticamente agradáveis estão diretamente associadas com as principais características das estruturas em aço que são a maior resistência do material e facilidade de composição de peças com os mais variados desenhos. Desta forma os projetistas e engenheiros podem ter uma maior liberdade de criação em suas obras. Outra vantagem da possibilidade dos amplos espaços, livres de obstáculos interiores, é a facilidade para movimentar diferentes equipamentos associado com a possibilidade de diferentes desenhos do espaço interno, fazendo com que a estrutura possa ser adaptável para toda e qualquer solicitação de uso ou ocupação (Pires, 2020).

O terminal rodoviário de Ipiáú/BA, Brasil, foi construído com uma estrutura de aço tubular, que possui todas as características apontadas anteriormente e por isso tem todas as condições de ser reorganizada sem grande impacto, quando se pensa em termos de movimentação de pessoas e materiais. Essa estrutura foi inaugurada há 30 anos e já começa a apresentar a necessidade tanto de manutenção como de ajustes em seu desenho e distribuição de funções para os espaços existentes de forma a poder atender as necessidades da atualidade para melhor servir à cidade e sua população com o objetivo de promover uma melhor qualidade de vida para a população da cidade. Em 2017 a prefeitura do município realizou uma inspeção no local para avaliar a situação da estrutura e propor adequações e manutenção para melhor atender a população. Conforme nota publicada pela assessoria de imprensa do município na época havia a intenção de reformar o local diante de inúmeros problemas encontrados.

O secretário de Comércio e Turismo de Ipiaú, Etevaldo Júnior, acompanhado dos diretores de Obras e Serviços Públicos, Solon Gonçalves e Hilduardo Tavares, respectivamente, visitou nesta segunda-feira (09/01), o Terminal Rodoviário para realizar inspeção no local. A administração da rodoviária é de competência da Prefeitura Municipal, contudo, a situação encontrada demonstra o abandono e total depredação do patrimônio público. Falta iluminação adequada, problemas de infiltração, acessibilidade, parte elétrica e estrutural. Algumas torres de sustentação da estrutura metálica se encontram em situação crítica, colocando em risco a segurança dos usuários. Os problemas também são encontrados nos banheiros, com vasos sanitários, portas e fechaduras destruídas. No local, foram discutidas alternativas emergenciais que serão tomadas pela Prefeitura. (SECOM - IPIAÚ, 2017. on-line)

Por conta de, até hoje, em 2021, não ter sido realizada nenhuma ação por parte da administração municipal e pelas características do material empregado na construção do terminal rodoviário de Ipiaú/BA, surge a oportunidade de propor um projeto de reabilitação com uma visão economicamente viável, e que atenda as novas demandas espaciais que a cidade possui. Esse projeto, quando oportunamente apresentado para a administração do município pretende impactar positivamente nos projetos de melhorias para as estruturas urbanas sem demandar grandes recursos, havendo ainda a possibilidade de realizar parcerias com a iniciativa privada, como já acontece em outros municípios da Bahia e do Brasil.

4. MATERIAL E MÉTODO

Para a execução do trabalho proposto foi aplicada uma metodologia de intervenção urbanística (Mendes, 2013). Essa metodologia propõe etapas de avaliação da estrutura a ser reabilitada para que a intervenção proposta venha a contribuir para a resolução ou, pelo menos, para a diminuição das consequências da degradação do Terminal Rodoviário. Esta metodologia consiste em um mapeamento do espaço urbano no qual está inserido o Terminal Rodoviário, com a realização de fotografias (Figuras 7 e 8), tomada de coordenadas topográficas por meio de equipamento de GPS, realizadas no local para obter as dimensões da área e elaborar desenhos a partir da situação existente. As anotações surgidas da análise visual e situacional da estrutura do Terminal Rodoviário de Ipiaú/BA serviram para embasar as sugestões e propostas deste trabalho a partir da percepção dos usos e funções sociais e urbanas da estrutura analisada, conforme indica Moreira (2007).



Figuras 7 e 8 : Terminal Rodoviário de Ipiaú/BA

Fonte – Autora (2020)

5. PROCEDIMENTO ANALÍTICO

Também foi realizada uma observação do local, que segundo Gil (1999) é uma etapa da pesquisa em que os dados são obtidos no local utilizando os sentidos do pesquisador. No caso deste projeto, a observação foi sistematizada com a elaboração de uma lista de itens que foram observados e que após serem anotados serviram de base para análise das características atuais do terminal rodoviário e as potencialidades do espaço. Durante o momento de observação foram feitas novas fotografias de registro para conhecer as condições reais do estado de conservação do local, o que demonstrou a situação de ausência de espaços mais bem elaborados e outros espaços com necessidade de manutenção.

A observação é uma ferramenta que permite conhecer os tipos de usuários do espaço, bem como seus hábitos dentro dele. Para esta etapa do projeto foi elaborada uma lista de itens que foram observados:

- 1) Fluxo de entradas e saídas, com pontos de maior circulação;
- 2) Observação do movimento na frente do Terminal Rodoviário para verificar se é um ponto de atração de tráfego; e
- 3) Capacidade da área para receber aumento de fluxo de transeuntes e veículos.

Foram realizadas visitas ao Terminal Rodoviário de Ipiaú para tomada de coordenadas GPS para a elaboração de plantas do espaço. Para tal foi utilizado o equipamento GPS GEODÉSICO L1/L2 e o programa SIRGAS 2000. As plantas foram executadas no programa AutoCad para que o projeto de Reabilitação fosse aplicado.

6. DISCUSSÃO

CONFIGURAÇÃO DA EDIFICAÇÃO A SER REABILITADA

Um Terminal Rodoviário constitui-se como parte integrante do sistema de transportes e da malha urbana, sendo em alguns casos, uma edificação que faz parte da paisagem urbana, de tal maneira que não pode ser dissociado da vida social e cotidiana dos habitantes de uma cidade. Também pode ser entendido como um local ao qual as pessoas e /ou mercadorias afluem e no qual são reunidas por conta do seu deslocamento ou destinação. A utilização deste tipo de estrutura, seja por parte dos passageiros, seja pelas mercadorias, é caracterizado pelo conjunto de ações e equipamentos que o compõem e o fluxo de circulação de pessoas e mercadorias que fazem parte do seu funcionamento regular (Pinheiro, Melo, Ramos, Silva, & Cruz, 2011). Um dos fatores deste fluxo contínuo são as chegadas e partidas em que o Terminal Rodoviário é um ponto focal ao qual todos convergem não importando o meio de transporte que se utilizem (R. C. Lopes & Paula, 2020). Para a execução de um projeto de um Terminal de transporte devem ser considerados três itens: a) localização, que está relacionada em ser um espaço de convergência das vias da cidade e servir ao maior número de pessoas com eficiência; b) o acesso deve ser facilitado, o que significa que as vias de acesso devem comportar o fluxo de veículos sem grandes congestionamentos, garantindo a rapidez do deslocamento de pessoas e mercadorias (Vargas, 2020); c) necessidade de haver uma boa infraestrutura, que está relacionado com a estrutura arquitetônica e de engenharia que abriga os fluxos do Terminal Rodoviário. O Terminal Rodoviário de Ipiaú está situado na entrada da cidade, segundo o sentido Leste Oeste, vindo da BR 101 em direção a Jequié, maior município da região, e está em uma região que nos últimos anos faz parte de uma das zonas de expansão urbana do município (Figura 8). Esta localização, à beira da rodovia Tancredo Neves (BR 330) que também serve de acesso a zona central do município permite que o Terminal Rodoviário seja um ponto de referência e pela estrutura já existente de espaço para estacionamento e circulação de pessoas e mercadorias um local de concentração de serviços públicos e privados, bem como pode oferecer uma nova estrutura de lazer para os moradores da região.



Figura 8: Situação do Terminal Rodoviário de Ipiáú

Fonte: Autora (2020)

7. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Para este trabalho foi utilizado o conceito de reabilitação das edificações dentro de seu escopo de melhor aproveitamento do espaço construído com o menor custo e a menor movimentação de materiais. Isso significa uma maior economia de recursos e maior velocidade na entrega do espaço para a população. Uma vez que a estrutura do Terminal Rodoviário, após avaliação, necessita de reparos, mas não demolição, essa deve ser a primeira etapa do processo de reabilitação, com a recuperação das estruturas metálicas e com a construção de equipamentos internos que melhorem a qualidade do espaço objetivando o melhor atendimento às necessidades da população e usuários do Terminal Rodoviário. A proposta de intervenção urbanística está concentrada em uma ação que objetiva ampliar as funções urbanas que o Terminal já possui, isto é, agregar novas funções aproveitando a estrutura já existente com a recuperação estrutural dos pilares de sustentação da sua estrutura de aço tubular com a instalação de novos guichês para a venda de passagens, assim como a elaboração de um espaço para a instalação de uma galeria de boxes para a implantação de um centro comercial com praça de alimentação (Figura 9).



Figura 9 : Projeto proposto para o espaço interno

Fonte: Autora (2020)

As baias de acesso aos ônibus vão permanecer em seus locais centralizados para evitar uma grande intervenção que venha a causar transtornos e gastos que podem ser evitados durante a reconfiguração do espaço visando a manutenção e talvez ampliação do número de empresas de ônibus que se utilizam do Terminal Rodoviário, que atualmente são em quatro empresas com linhas regulares para o município que se destinam a diferentes cidades do Estado, em especial para Ilhéus, Salvador e Jequié. O centro comercial deve abrigar boxes e lojas de diferentes categorias do comércio local, possibilitando ao espaço uma nova modalidade de uso que será o de centro comercial, galeria de compras ou centro de artesanato local, visando atender o crescente aumento de turistas que visitam a cidade. Na parte externa propõe-se a construção de uma praça de lazer com academia ao ar livre e parque infantil (Figuras 10 e 11), criando uma área de convivência na região com opção de lazer para as mais diferentes faixas etárias, constituindo a agregação de novos mobiliários urbanos ao entorno da edificação.

O mobiliário urbano é instalado nos espaços públicos com o propósito de oferecer serviços específicos, possuindo usos e funções diferenciados que vão surgindo paralelamente, de acordo com as novas necessidades de seus cidadãos tais como o descanso, a comunicação, a limpeza, a limitação e ordenação dos espaços para pedestres, entre outros. Da mesma forma que outros produtos, o mobiliário urbano possui uma vida útil e precisa de manutenção. A verificação das condições de resistência, acabamento e qualidade dos elementos urbanos pelos usuários, podem determinar o nível de prestação de serviços oferecidos pelo poder público bem como o tipo de gestão pública praticada para as cidades. (Montenegro, 2005 p. 33)



Figuras 10 e 11: Academia ao ar livre e parque infantil

Fonte: Autora (2020)

Para Mendes (2009), a acessibilidade é o conjunto de características dentro de um espaço urbano que devem existir para que esse espaço possa ser utilizado com conforto, segurança, bem como promover a autonomia de todos, independentemente de suas habilidades e limitações. O governo brasileiro possui uma regulamentação sobre acessibilidade desde a década de 1980, com a promulgação da lei 7.853, de 24 de outubro de 1989, que trata da Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. Este trabalho segundo a norma NBR 9050 (ABNT, 2004), que trata da adequação de edificações e do mobiliário urbano acessível, propõe a elaboração de uma política construtiva acessível, como rampas de acesso para cadeirantes e a devida sinalização para os deficientes visuais.

Desta maneira o projeto deve atender às novas necessidades da população, bem como realizar um processo de inclusão de acordo com as políticas públicas existentes. Por possuir uma estrutura ampla na sua cobertura é possível, com baixo investimento a instalação de painéis de captação de energia solar que vão possibilitar o fornecimento de energia elétrica renovável e de baixo custo para toda a estrutura de quichês e lojas, gerando economia para todos os usuários da estrutura, sendo prestadores de serviço, clientes e moradores locais. Também propomos a utilização da estrutura do telhado para captação de água pluvial a ser utilizada no processo de limpeza da estrutura e manutenção dos jardins ao redor do terminal rodoviário, gerando economia de água.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de reabilitação das edificações está diretamente ligado ao conceito de qualidade de vida urbana e sua compreensão modifica a percepção que temos sobre os espaços sociais urbanos. Esperamos ter demonstrado que o uso adequado do conceito tem por objetivo a melhoria da qualidade do meio ambiente e da vida urbana. Também esperamos ter demonstrado que ele envolve a articulação e integração dos diferentes componentes da municipalidade e da estrutura urbana, como, por exemplo, as condições de habitação, os elementos da cultura local e regional, a busca de

uma melhor coesão social e o atendimento da mobilidade urbana. Ressaltamos que a adoção e a implementação de programas de reabilitação das edificações urbanas devem procurar privilegiar a reutilização da infraestrutura e dos equipamentos já existentes nas cidades ao invés da proposição de construção de novas estruturas, promovendo dessa forma o aumento da vida útil das edificações e contribuindo para a sustentabilidade. Esse pensamento procura gerar um processo salutar de reutilização/reconversão dos espaços urbanos abandonados ou degradados objetivando melhorar as condições de uso e fruição da cidade pelos seus habitantes. Os espaços públicos, o patrimônio arquitetônico e o meio ambiente devem ser privilegiados na promoção de um novo paradigma da construção civil e da vida nas cidades baseado no planejamento urbano e na sustentabilidade. Também deve existir da parte do poder público a procura por novos modelos de financiamento e de gestão urbana que atendam as novas necessidades da população e que causem o menor impacto em suas vidas bem como que propiciem às cidades novos espaços para a produção de riqueza, do exercício efetivo da cidadania e da qualidade de vida urbana. Esperamos, com este ensaio de intervenção urbanística, ter elaborado uma proposta adequada para a reabilitação do Terminal Rodoviário de Ipiaú, e com o atendimento da Norma 9050 (ABNT, 2004) sobre acessibilidade urbana, que o projeto proposto venha a adaptar o espaço à atualidade. E ao propor meios alternativos de captação de energia elétrica (L. de F. Silva, Vieira, & Sobrinho, 2020), esperamos que o empreendimento venha a atender aos novos conceitos de sustentabilidade para garantir uma melhor qualidade de vida para os usuários e moradores da região do entorno do Terminal Rodoviário de Ipiaú.

REFERÊNCIAS

- ABNT. (2015). NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT.
- Alves, J. E. N. de S. (2019). Minhocão: demolição ou parque? Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. São Paulo/SP
- Arroyo, M. A. (2004). Reabilitação urbana integrada e a centralidade da Praça da Estação. Pontífica Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte/MG
- Bezerra, A. M. M., & Chaves, C. R. . (2014). Revitalização Urbana: Entendendo o processo de requalificação da paisagem. REVISTA DO CEDS Periódico Do Centro de Estudos Em Desenvolvimento Sustentável Da UNDB, 1(2). São Luis/MA
- Galeotti, A. A. R., & Mazzilli, C. de T. S. (2020). Bases para desenvolvimento de um projeto cromático como intervenções de melhoria em áreas urbanas degeneradas usando tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada. DAT Journal (Design, Art and Technology, 5(1), 22–34. <https://doi.org/10.29147/dat.v5i1.167>.
- Gerken, F. S. (2003). Perfis tubulares: aspectos arquitetônicos e estruturais. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto/MG
- Lanzinha, J. C. G. (2013). Reabilitação de edifícios: Metodologia de diagnóstico e intervenção. Covilhã: Nova Europa.
- Lopes, A. I. (2020). Barba, Cabelo, Bigode e Patrimônio: A visão dos barbeiros a respeito do processo de requalificação do Mercado Público de Pelotas-RS. Revista Latino- Americana de Estudos Em Cultura e Sociedade, 6, 1–12.
- Lopes, R. C., & Paula, C. de F. N. Q. de. (2020). A predominância do perfil decisório de gestores: um estudo de caso em uma empresa de transporte de passageiros. Cosmopolita Em Ação, 6(1). <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11825259.v1>
- Moreira, G. (2007). Requalificação Urbana – Alguns Conceitos Básicos. Artitextos, (5).
- Moura, D., Guerra, I., Seixas, J., & Freitas, M. J. (2006). A Revitalização Urbana Contributos para a Definição de um Conceito Operativo. Cidades- Comunidades e Territórios, (12).
- Pinheiro, A. M. G. S., Melo, J. F. A. S., Ramos, L. N., Silva, P. M. da, & Cruz, A. C. (2011). Operação de terminais rodoviários de passageiros e conflitos com o tráfego local. 18º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Rio de Janeiro.
- Pires, N. (2020). *Flexibilidade: arquitetura em movimento*. Curitiba: Appris.
- Reis, E., Nascimento, M. de F. F. do, & Bastos, C. C. D. d'Oliveira. (2019). Projeto de uma Passarela de Estrutura Metálica. *Revista Tecnológica Da Universidade Santa Úrsula*, 2(2).
- Santos Junior, A. C. D. de V., & Silva, P. B. S. (2019). *Dimensionamento de edifícios de médio porte em aço*. UniEvangélica. Anápolis/GO

SECOM - IPIAÚ. (2017). Gestão Municipal Inspeção Rodoviária. Retrieved March 30, 2020, from Panorama Ipiáú website: <http://panoramaipiau.com.br/2017/01/ipiau-gestao-municipalinspeciona-rodoviaria-de-ipiau/>

Serpa, A., Leite, W., & Machado, J. (2019). Na praia e no centro: Comércio e serviços de rua frente a operações de requalificação urbana em Salvador-Bahia. *Caderno de Geografia*, 29(59).

Silva, A. M. R. (2011). *Requalificação Urbana: O exemplo da intervenção Polis em Leiria*. Universidade de Coimbra. Dissertação de Mestrado.

Silva, L. de F., Vieira, A. M., & Sobrinho, E. D. (2020). ENERGIA SOLAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL. VIII *Simpósio de Pesquisa e de Práticas Pedagógicas Do UGB/ERP*. Volta Redonda/RJ

Vargas, H. C. (2020). Comércio, Serviços e Cidade. Subsídios para Gestão Urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 22. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202010pt>

Capítulo 3



10.37423/231008314

GARANTIA DA QUALIDADE NA AGROINDUSTRIALIZAÇÃO DO AÇAÍ EM MANACAPURU, AMAZONAS: O PAPEL DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

Robson da Silveira Espíndola

Maria Regina Sarkis Peixoto Joele

*Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Estado do Pará - Campus
Castanhal*

*Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Estado do Pará - Campus
Castanhal*



Resumo: Este estudo propôs analisar as Boas Práticas de Fabricação em uma agroindústria de processamento de açaí localizada em Manacapuru, Amazonas. A implementação dessas práticas é essencial para garantir a segurança das polpas de frutas destinadas ao consumo. Foi utilizada uma lista de verificação baseada na (RDC 275/2002) e na Portaria nº 326 para avaliar as condições higiênico-sanitárias da pequena indústria de polpas de frutas. Os resultados foram classificados em três grupos, de acordo com a porcentagem de itens atendidos: Grupo I (76-100%), Grupo II (51-75%) e Grupo III (0-50%). A empresa avaliada foi classificada no Grupo I, com 80% de conformidade com a legislação. Embora alguns itens ainda precisem ser aprimorados, é importante ressaltar que esse processo deve ser gradual, até que todas as normas e procedimentos estabelecidos no manual se tornem rotineiros. Apesar do percentual de itens não conformes identificados na lista de verificação, o estabelecimento apresenta condições higiênico-sanitárias e organização satisfatórias.

Palavras-chave: Polpas de frutas; Qualidade; Diagnóstico

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas in natura, sendo o terceiro maior produtor mundial, com cerca de 43 milhões de toneladas/ano, ocupando uma área de mais de 2 milhões de hectares. Paralelamente a esse segmento, a produção de polpas de frutas naturais vem se notabilizando pelo forte crescimento do consumo (SEBRAE, 2011).

O processamento de frutas dá origem a vários subprodutos como: polpa, néctar e geleia. É uma alternativa para as frutas que não são vendidas in natura (frescas), pois a polpa pode se manter por longos períodos quando armazenada corretamente (ADAFAX, 2013).

No Brasil, a qualidade de polpas de fruta é regulamentada pela Instrução Normativa Nº 37, de 01 de outubro de 2018, que determina os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ). Esta resolução define polpa de fruta como sendo o produto não fermentado, não concentrado e não diluído, obtido de frutos polposos através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto (BRASIL, 2018).

Entretanto por ser perecível, maior parte dessas frutas degradam em poucos dias, prejudicando assim a sua comercialização, principalmente quando a mesma se encontra a longas distâncias da área de cultivo e não atendendo os procedimentos adequados após a sua colheita. A produção de polpas congeladas tem se sobressaído como uma alternativa considerável para o aproveitamento dos frutos durante a temporada de safra, consentindo com a estocagem fora de época de colheita e atendendo as demandas ao longo de todo ano. A indústria de polpas de frutas congeladas tem se ampliado bastante e buscando alternativas em termos de quantidade e produção (GONÇALVES, 2015).

Atender as exigências dos consumidores é o princípio básico para uma empresa se manter no mercado, além disso, é importante assegurar um produto de qualidade que não cause danos a esses consumidores. Levando em consideração esses informes, as empresas estão investindo cada vez mais em programas de gestão da qualidade que assessorem a manutenção do padrão de identidade e qualidade dos produtos, para que a empresa perdure em um mercado mais competitivo (ARAÚJO *et al.*, 2015).

Os padrões de qualidade na área alimentícia estão cada vez mais exigentes, pois os consumidores estão buscando produtos de qualidade e de confiabilidade, a qualidade é vista pelo consumidor através de características sensoriais, nutricionais e durabilidade e sem perigos para a saúde, (BERTI, 2016).

Atualmente cada empresa busca um diferencial para seus produtos no mercado. A qualidade tem sido o grande propósito a ser alcançado, o êxito está relacionado a cada decisão estratégica, assim, este cenário cada vez mais competitivo existe uma intensa corrida tecnológica e a procura de ferramentas cada vez mais eficientes no que diz respeito à produtividade e qualidade, que reproduzirá no produto final, melhorando a imagem da empresa perante a sociedade, que está cada vez mais bem instruída, e mais exigente. Favorecendo assim que estas empresas atendam também os requisitos legais cada vez mais exigentes (BARRETO *et al.*, 2013).

De maneira expressiva, o tema qualidade ganhou espaço na indústria de alimentos. A busca por produtos de qualidade fez progredir a criação e a utilização de ferramentas de gestão da qualidade na expectativa de acatar exigências de segurança em respeito ao consumidor, proporcionando um produto seguro ao mesmo tempo em que leva em conta as exigências do mercado interno e externo, além de diminuir os custos da produção pela redução de perdas e aperfeiçoamento da produção (DIAS *et al.*, 2010).

A qualidade dos alimentos por exigência, aumenta a procura das empresas e dos órgãos fiscalizadores por sistemas de controle desta qualidade. Das ferramentas disponíveis para atender esta demanda, podem ser citadas as Boas Práticas de Fabricação (BPF). As BPF são um conjunto de medidas que devem ser adotadas pelas indústrias de alimentos para garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as BPF são obrigatórias pela legislação brasileira para todas as indústrias e estabelecimentos de alimentos, e estão pautados nas Portarias nº. 1428/93, 326/97, 368/97, Portaria CVS nº. 6/99 e nas Resoluções da Direção Colegiada RDC nº. 275/2002 e 216/2004 (SEIXAS, *et al.*, 2008).

A legislação determina que qualquer indústria produtora e/ou manipuladora de alimentos tenha a implantação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e os Procedimentos Operacionais Padrão (POP), que objetivam adaptar os hábitos de trabalho e atividades padronizadas, de modo a conservar os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) das polpas e sua inocuidade, que pode ser também aliada a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), essas ferramentas são essenciais para indústrias, uma vez que está relacionado ao bem estar do consumidor e lucratividade do produtor, essas ferramentas trazem pontos positivos sugerindo melhorias e adequações no processo produtivo garantindo assim produtos de qualidade (SILVEIRA, 2016).

As Boas Práticas de Fabricação são os procedimentos e processos que garantem a segurança no processamento de alimentos, resultando em produto seguro para o consumidor e de qualidade uniforme (OPAS, 2001) e constitui o primeiro passo que uma indústria de alimentos deve seguir para assegurar a qualidade de seu produto. As Boas Práticas de Fabricação consistem em um conjunto de práticas simples e eficazes para a produção de alimentos

seguros, amparadas pela legislação, para melhorar a qualidade e a segurança do processo de fabricação de alimentos através da implantação de metodologias nos fluxos de produção, modificações estruturais quando necessárias e realização de cursos de capacitação aos manipuladores e proprietários, visando práticas higiênicas para a produção de alimentos (ABERC,1999; ALMEIDA,1998; ARRUDA,1997).

Preocupado com as ações de controle sanitário das áreas de alimentos com vistas à proteção da saúde da população, e por recomendação de uma coletânea de padrões, códigos de conduta, orientações e outras recomendações relativas a alimentos, produção de alimentos e segurança alimentar, reconhecido internacionalmente como *Codex Alimentarius*, o Ministério da Saúde aprovou a Portaria SVS/MS no 368 em 30 de julho de 1997 que instituiu o Regulamento Técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores / industrializadores de alimentos. As legislações vigentes dirigidas ao controle sanitário de alimentos tratam as Boas Práticas de Fabricação como requisitos básicos para a garantia da inocuidade dos produtos (AGUIAR e LOOS, 2018).

Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar através de um *checklist* as instalações da indústria de polpa de frutas para adequação das exigências em Boas Práticas de Fabricação, afim de minimizar o risco de contaminação dos alimentos e realizar um diagnóstico inicial para melhoria nas condições higiênico-sanitária da produção, sendo possível, assim, prover uma maior qualidade nos produtos da empresa para seus consumidores.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, pois objetiva realizar uma análise de uma empresa real, buscando compreender um determinado aspecto do objeto de estudo (YIN, 2001). A pesquisa ainda é classificada como aplicada, com abordagem quantitativa, por investigar com que frequência as características dos fatos ocorrem, já que visa entender o problema de uma organização específica (PRODANOV; FREITAS, 2013). O método de abordagem utilizado foi o analítico descritivo, uma vez que a análise dos dados obtidos foi através de um questionário aplicado no local de estudo (OLIVEIRA, 2017).

De forma a coletar informações e dados que fossem pertinentes à pesquisa, foi aplicado uma lista de verificação (*checklist*) *in loco*, para avaliação das condições higiênicas e sanitárias de uma indústria de polpas de frutas localizada no município de Manacapuru - AM, para diagnóstico das Boas Práticas de Fabricação com base em requisitos contidos nas Resoluções RDC 275/2002 e 216/2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Ministério da Saúde, para garantia da qualidade e segurança dos alimentos (BRASIL, 2002, 2004). Neste estudo de caso foram verificados os 166 itens da lista divididos em oito grandes itens, sendo eles: Edificação e Instalações (I); Equipamentos, Móveis e Utensílios (II); Controle Integrado de Pragas (III); Abastecimento de Água

(IV); Manipuladores (V); Produção e Armazenamento de Alimentos (VI); Transporte de Produto Final (VII) e Documentação (VIII).

Os dados foram tabulados e analisados com a ajuda do programa Microsoft Office Excel for Windows® versão 2010. As opções de respostas para o preenchimento da lista de verificação foram: “Conforme” (C) quando o estabelecimento atendeu ao item observado, “Não Conforme” (NC) quando o mesmo apresentou não conformidade. Os itens, cuja resposta foi “Não Aplicável”, não foram estatisticamente avaliados (DODORICO, 2018). A lista de verificação foi preenchida por meio de observações no próprio local e informações fornecidas pelo supervisor de produção e colaboradores da indústria. A classificação foi realizada baseada na RDC nº 275 (BRASIL, 2002), que classifica os estabelecimentos de acordo com o percentual de itens atendidos em três grupos, denominados respectivamente, como bom, regular e ruim. Pertencente ao Grupo I, quando 76 a 100% dos itens foram atendidos, ao Grupo II, quando 51 a 75% dos itens foram atendidos e, pertencente ao Grupo III se enquadrando na faixa de 0 a 50% de atendimento dos itens avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, avaliou-se o percentual de itens da lista de verificação que se aplicavam ao estabelecimento, assim como o percentual de não conformes e conformes de maneira generalizada. Na Figura 1, apresenta-se a distribuição das respostas aos itens da lista de verificação aplicada.

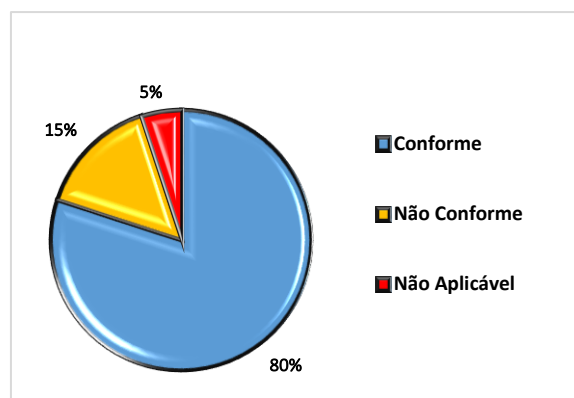


Figura 1. Distribuição das respostas aos itens da lista de verificação aplicada.

De maneira global, pode-se observar que o estabelecimento auditado atendeu aos itens no percentual de aproximadamente 85%, desconsiderando os itens ‘não-aplicáveis’, estando aprovado na produção de alimentos seguros, pois o percentual de não conformidades listadas foi inferior a 25%. No trabalho de Vitória et al., (2013), na valiação das adequações das condições higiênico-sanitárias no preparo de alimentos em Unidade de Alimentação e Nutrição escolar apresentou condições sanitárias adequadas

para o atendimento com 86% conformidade, classificando como (Bom) pertencente ao grupo I (quando 76 a 100% dos itens foram atendidos) promovendo a produção de alimentos seguros de acordo com os requisitos de Boas Práticas de Fabricação exigidos pela RDC 275/2002.

Em outro trabalho, realizado por Dodorico (2018), que se fez a avaliação das condições higiênico-sanitárias de uma pequena indústria de polpas de frutas constatou-se que a indústria foi classificada como (Regular), grupo II (de 51 a 75% dos itens atendidos), enquanto em estudos feitos por Arouche et al., (2020), na avaliação de estabelecimentos manipuladores de juçara no município de São Luiz no estado Maranhão, verificou-se em baixo percentual de não conformidade para todos os itens analisados classificado como (Ruim) pertencente ao grupo III (de 0 a 50% de conformidade).

Na Tabela 1, estão representados os resultados da auditoria em percentual de adequação dos pré-requisitos das BPFs. Na Figura 2, estão representados o percentual dos atributos (Não Conforme), divididos em oito atributos: Edificação e Instalações (I); Equipamentos, Móveis e Utensílios (II); Controle Integrado de Pragas (III); Abastecimento de Água (IV); Manipuladores (V); Produção e Armazenamento de Alimentos (VI); Transporte de Produto Final (VII) e Documentação (VIII).

Itens Avaliados	Total de Itens	Conformidades (n)	Conformidades (%)
Edificação e instalação	63	53	81,13
Higienização das instalações e equipamentos	16	16	100
Controle integrado de pragas	5	4	90
Abastecimento de água	13	13	100
Manipuladores	25	25	100
Produção e armazenamento de alimento	14	14	100
Transporte de produto final	5	5	100
Documentação	25	17	47
TOTAL	166	145	87,4%

Tabela 1. Percentual de adequação aos requisitos da lista em relação aos principais atributos.

A seguir (Figura 2), podemos constatar a distribuição das respostas em relação aos atributos não atendidos nesta análise.

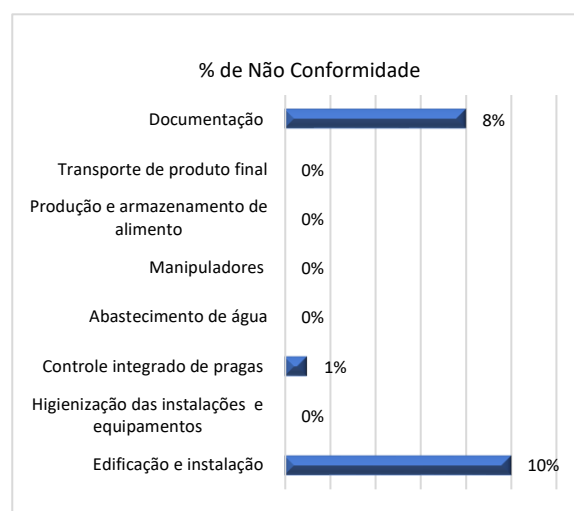


Figura 2. Percentual de Não Conformidades aos requisitos da lista em relação aos principais atributos.

A auditoria foi acompanhada pelo supervisor de qualidade e produção, que pode suscitar algumas das medidas aplicadas na gestão de qualidade do estabelecimento e também a respeito da documentação. Observou-se com relação ao atributo I (Edificação e instalação), que diz respeito à edificação e as instalações do estabelecimento, um dos principais problemas averiguados foi o acesso dos colaboradores da área externa para área de processamento, em que se faz necessário ajustes nas portas com fechamento automático (mola ou cortina de ar) ou seja, expostos as intempéries climáticas, ocasionando oportunidade de contaminação. Ainda nesse primeiro quesito, foi constatado que a indústria não faz uso de lavatórios com torneiras de acionamento automático dentro do setor de processamento, de sabonete líquido inodoro antisséptico, toalhas de papel não reciclado ou outro sistema higiênico e seguro de secagem, e coletor de papel acionados sem contato manual, sendo essencial para higienização das mãos dos manipuladores, na área externa, não foi encontrado vestiários com área compatível e armários individuais para os manipuladores, chuveiros com número insuficientes, o que representa um índice 10% das não conformidades.

Quanto ao atributo II (Equipamentos, móveis e utensílios), não só a manipulação dos alimentos como também o cuidado dos equipamentos e utensílios utilizados em todo o processo da manipulação, garantem a higiene e a inocuidade dos alimentos. Dos 16 itens avaliados quanto as condições de higiene de instalações, equipamentos, móveis e utensílios, todos apresentavam-se conformes, o que representa um índice de 100% de adequações. Os itens avaliados estavam relacionados às operações de higienização considerando sua frequência, materiais e produtos utilizados e registro. No estabelecimento as operações de higienização são realizadas com frequência para manter as

condições higiênico-sanitárias (durante e imediatamente após o término do trabalho). Funcionário capacitado para as atividades de higienização com utilização produtos químicos (hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio) devidamente diluídos por uma pessoa responsável e as atividades são executadas com equipamentos de proteção individual. Pisos e paredes são lavados, todos os lixos são recolhidos, a eficácia da higienização é validada pelo responsável da qualidade, conforme sugerido por Bartz (2008).

Em relação atributo III (Controle Integrado de Pragas), foram avaliados 5 itens abordando questões sobre prevenção e controle de pragas, dos quais 1 apresentou não conformidade, foi constatado a falta de iscas luminosas próximas as entradas do empreendimento, a ausência desse item pode comprometer a segurança do alimento, caso haja presença de insetos aos arredores de processamento, contendo apenas armadilhas para roedores nas áreas externas, apresentaram o índice com 90% de adequação, concordando com o estudo de Andrade et al., (2011), que encontrou 88% de adequação no item “controle de pragas”. O supervisor da produção confirmou que os requisitos referentes ao controle de pragas ainda não tinham sido considerados no processo de implementação das BPF.

Ao atributo IV (Abastecimento de água) foi verificada a conformidade de 13 itens, relacionados ao abastecimento de água, às condições de conservação e higienização do reservatório. A água do estabelecimento avaliado é fornecida por poços presentes aos arredores da fábrica e sua potabilidade é avaliada em laboratório externo. A água é armazenada em um reservatório localizado em área estratégica a facilitar o fluxo no abastecimento. A caixa da água está conservada, sem vazamentos, infiltrações ou descascamentos, e é constituída de material adequado e a sua higienização e manutenção são feitas por empresa terceirizada. Não foram encontradas não conformidades nesta área.

A avaliação do atributo V (Manipuladores) contou com 25 itens, dos quais contemplou 100% das conformidades das questões relacionadas à saúde e conduta dos manipuladores, uso de uniformes, capacitações anuais comprovadas e requisitos de higiene para visitantes. Os que possuem algum tipo de enfermidade são afastados da área de manipulação, apresentação de atestado médico. O estabelecimento disponibiliza três uniformes, diferenciados pela colocação de faixas coloridas em cada um deles.

Sendo que cada uniforme disponibilizado conta com uma calça, camisa, touca, máscara e bota, as cores dos uniformes são distribuídas por setores (área limpa e área suja) facilitando na identificação

dos colaboradores. A touca e máscara é fornecida pela empresa, porém não é descartável, sendo que a higienização desta, bem como dos uniformes é de responsabilidade do próprio colaborador. Os manipuladores são dotados de boa apresentação, não possuem o hábito de fumar e manipular dinheiro. A educação e o treinamento periódico dos manipuladores, em todas as fases do processamento, são importantes para a manutenção da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos, visto que a maioria das não conformidades tem alguma relação com a contaminação do alimento pelo manipulador. Através desse contexto, pode-se afirmar que as Boas Práticas são base para um efetivo controle de qualidade do processo (STOFFEL, 2013).

Ao quesito VI (Processamento e armazenamento de alimentos), a indústria apresenta área de recepção de frutos (Figura 3), considerada como “área suja”, em que o transporte do fruto até a fábrica é feito em caminhões aderidos em sacos de rafia ou caixas plásticas “basquetas”, ao chegar na indústria o caminhão é vistoriado pelo responsável do setor de recepção de frutos, informações como: nome do motorista, região do fruto, fornecedor do fruto, hora de chegada e placa do veículo e o responsável pelo recebimento da matéria-prima são devidamente checados.



Figura 3. Recebimento da matéria-prima.

O fruto, descarregado, pesado, e selecionado acompanhado pelo responsável da qualidade para que possa dar prosseguimento ao fluxo (Figura 4). O fruto é despejado em uma peneira rotativa para que seja retirada o excesso de resíduo, posteriormente é transportado por esteiras até o tanque de pré-lavagem e em seguida ao tanque lavagem e branqueamento. Monteiro (2019), destaca que técnicas de branqueamento é uma tecnologia utilizada em frutas e vegetais, que possui como objetivo o tratamento térmico para inibir as enzimas que causam alteração na coloração, diminui a carga

microbiana do alimento, conservação das propriedades sensoriais, durável por mais tempo e maior qualidade.



Figura 4. Eliminação de excesso de resíduo.

Foi verificado durante a avaliação que a área de processamento e armazenamento atendem aos critérios de conformidades, as polpas são acondicionadas em túneis de congelamento e câmaras frias com temperaturas ideais de conservação de alimentos. Os equipamentos, móveis e utensílios utilizados na área de processamento de alimento são devidamente higienizados, e guardados em local protegido, na própria área em armários fechados.

A avaliação do atributo VII (Transporte de produto final), conforme a lista de verificação, apresentou 100% de adequações. A indústria apresenta critérios de boas práticas de transporte de alimentos através de inspeção de embarque, averiguando temperatura do veículo, condições higiênicos-sanitárias, integridade das embalagens transportadas e se o veículo transporta carga que possa comprometer o produto.

Referente ao último item VIII (Documentos e registros), foram observados 17 itens apontada não conformidade entre os 25 avaliados, consistindo num percentual de 8% de não conformidades neste aspecto. Foi verificado a inexistência do Manual de Boas Práticas e do Procedimento Operacionais Padronizados para determinados setores. Para correção desta não conformidade, foi sugerida a implantação do Manual de Boas Práticas e atualização dos Procedimentos Operacionais Padronizados (POP), e a disposição deles para os funcionários envolvidos.

A implantação das Boas Práticas Fabricação em serviços de alimentação e em unidades industrializadoras de alimentos é um processo que deve ser realizado em etapas, envolvendo um

planejamento das ações necessárias para a adequação do estabelecimento. A indústria conta com treinamentos periódicos e melhoria contínua em suas instalações, desta forma, os proprietários dos estabelecimentos conseguem ter uma percepção mais clara do trabalho que está sendo desenvolvido, da quantidade de itens a ser melhorado, acompanhar as evoluções e fazer uma projeção dos investimentos necessários. É importante ressaltar que alguns itens ainda precisam melhorar, porém este deve ser um processo gradativo, até que todas as normas e regras estabelecidas no manual tornem-se procedimentos de rotina.

CONCLUSÃO

Através da análise dos resultados obtidos, conclui-se que as condições higiênicos-sanitárias da indústria de polpas de frutas encontram-se em 87,4% dos itens avaliados, atendendo as condições higiênico-sanitária exigida pelas normas de qualidade e segurança alimentar vigentes no Brasil, sendo satisfatório (Bom), classificada no Grupo I, de acordo com a RDC 275/2002, em que apresenta adequação às Boas Práticas de Fabricação.

A maior quantidade de não conformidades ocorreu nos aspectos “Edificação e Instalações”, “Documentações” e “Controle integrado de pragas”. Já os demais itens tiveram os índices mais altos de adequação, com 100% de aprovação. Apesar da quantidade de itens não conformes apontados na aplicação do checklist, o estabelecimento possui condições higiênico-sanitárias e organização satisfatória.

As BPF estão diretamente relacionadas com a garantia da qualidade e segurança do consumidor, esse estudo foi de extrema importância, pois o referente trabalho teve resultados satisfatórios para os responsáveis do estabelecimento quanto para os consumidores da polpa de frutas buscando melhorais e adequações de todos os itens de acordo com a leis vigentes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.; HENRIQUE, N.; SILVA, R.; SOUZA, S. Avaliação do manual de boas práticas de fabricação de alimentos das instituições de longa permanência de idosos fiscalizadas pela vigilância sanitária do município do Rio de Janeiro. *Ceres: Nutrição & Saúde*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, ago. 2011.

ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR DO ALTO XINGU – ADAFAX. BeneficiamentodePolpadeFrutas.Disponívelem:http://www.fundovale.org/wpcontent/uploads/2016/04/IEB_Polpa_Adafax_site.pdf. Acesso em: 03 jun. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA - ABIP. Performance do Setor de Panificação Brasileiro em 2009. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/>. Acesso em: 21 mar. 2022

ABERC. Manual ABERC de Práticas de Elaboração e Serviços de Refeição para Coletividade. 5. Ed. São Paulo, 1999.

AGUIAR, E. C.; LOOS, M. J. Metodologia de Aplicação do Checklist de verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores / Industrializadores de Alimentos utilizando a Matriz Gut. ISSN 1679-723X FFBusiness – Ano XVI – v. 16 – Nº 22 – Jan. a Jun. 2018

ALMEIDA, C.R. O sistema de HAPCCP como instrumento para garantir a inocuidade dos alimentos. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v.14, n.72, p. 35-46, maio, 1998.

ARAÚJO, A. L.; BITTENCOURT, J. V. M.; SANTOS, M. H. R. Implementação das ferramentas da qualidade em gelados comestíveis. *Revista científica online* v. 5, n. 1 (2015). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa (Paraná).

ARRUDA, G. A. Manual de Boas Práticas. São Paulo: Ponto Crítico, 1997.

BARRETO et al. Implantação a Análise de Perigos e Pontos Críticos e Controle (APPCC), Garantia da Qualidade e Segurança na Indústria de Alimentos. *Acta Biomedica Brasiliensia*. V. 4, n 2, dezembro de 2013. Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde.

BARTZ, S. Contaminação microbiológica e avaliação de métodos de higienização de panos de limpeza utilizados em serviços de alimentação. Dissertação (Mestrado). Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/13308>. Acesso em 10 de jun. 2022.

BERTI RC, SANTOS DC. Importância do controle de qualidade na indústria alimentícia: prováveis medidas para evitar contaminação por resíduos de limpeza em bebidas UHT. *Atas de ciências de saúde* 2016v.4,n.1,p.2328.Disponívelem:<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ACIS/article/view/1084>. Acesso em: 30 jun 2022.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 01 de outubro de 2018. Estabelece os parâmetros analíticos dos sucos e polpas. *Diário Oficial da União, Poder Executivo*, Brasília, DF, 01 out. 2018.

BRASIL. Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 06 de nov. de 2002, Seção 1, p. 4-21.

CARDOSO, A. B.; CANDIDO, G. F.; KOSAR, M.; BIEGUN, P. M.; SILVA, T. C.; SANTOS, V. C.; URBANO, M. R. D.; COELHO, H. D. S.; MARCHIONI, D. M. L. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de panificadoras. Higiene Alimentar, São Paulo, v. 19, n. 130, p. 45-49, 2005.

DIAS, S. S.; BARBOSA, V. C.; COSTA, S. R. R. Utilização do APPCC como Ferramenta da Qualidade em Indústrias de Alimentos. Instituto de Tecnologia Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Rev. de Ci. Vida. Seropédica v. 30 n. 2 99-111 julho/dezembro 2010

DODORICO, P. P.; TAVARES, I. M. C.; NOGUEIRA, A. P. S.; ROSSI, M. J. P.; VANZELA, E. S. L. Aplicação de Lista de Verificação de Boas Práticas de Fabricação (BPF) em Indústria de Polpa de Frutas. Disponível: <https://proceedings.science/seca/seca-2018/papers/aplicacao-de-lista-de-verificacao-de-boas-praticas-de-fabricacao--bpf--em-industria-de-polpa-de-frutas>. Acesso em: 26 jun. 2022

GONÇALVES, J. Gestão da qualidade em indústrias de polpas no estado de Pernambuco. Recife, 2015. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - UNIVERSIDADE RURAL DE PERNAMBUCO, 2015.

GUIMARÃES, S. L.; FIGUEIREDO, E. L. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de panificadoras localizadas no município de Santa Maria do Pará - PA. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 04, p. 198-206, 2010.

MACIEL, A.R. et al. Verificação das boas práticas de fabricação em panificadoras da cidade de Marabá, Scientia Plena, v. 12, n. 6, p. 1-5, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas de fabricação para os serviços de alimentação. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 16 set. 2004.

MONTEIRO, Vanessa Cristina De Oliveira. Branqueamento: técnica de conservação de frutas e hortaliças através do calor. Anais IV CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/56625>. Acesso em: 28 de jun. 2022.

OPAS-OMS. HACCP: Instrumento essencial para a inocuidade de alimentos. Buenos Aires, Argentina, 2001. 333p.

PIOVESAN, M. F.; PADRÃO, M. V. V.; DUMONT, M. U. Vigilância Sanitária: uma proposta de análise dos contextos locais. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 83-95, 2005.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUES, E. C. N.; RIBEIRO, S. C. A.; SILVA, F. L. Não padronização de procedimentos operacionais em agroindústria familiar de polpa de frutas e seus efeitos na renda e satisfação dos associados. Observatorio de la Economía Latinoamericana, v. 1, p. 1-19, 2015.

SACCOL, A. L. F.; HECKTHEUER, L. H.; RICHARDS, N. S.; STANGARLIN, L. Lista de Avaliação de Boas Práticas Para Serviços de Alimentação: RDC 216. São Paulo: Varela, 47 p., 2006.

SEIXAS, F. R. F., SEIXAS, J. R. F., REIS, J. A., HOFFMANN, F. L. Check-list para diagnóstico das Boas Práticas de Fabricação (BPF) em estabelecimentos produtores de alimentos da cidade de São José do Rio Preto (SP). Revista Analytica. 33, 36-41, 2008. Disponível em: <http://www.revistaanalytica.com.br>. Acesso em: 15 Jun. 2022.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Processamento de polpas de frutas. SEBRAEES, 2011. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebrae50mais50/?utm_source=google&utm_medium=institucional&utm_campaign=50&utm_term=sebrae50&utm_content=naugm500045&gclid=Cj0KCQjwz96WBhC8ARIsAATR250o8GV4MsUJhtREsNRCWKLmeamNM4F-zT54QMBWS005s9pTK4ESRGQaAs29EALw_wcB. Acesso em: 19 jun. 2022.

SILVEIRA, J. C. Atualização das boas práticas de fabricação (BPF) e procedimentos operacionais padrão (pop) em uma indústria de polpa de fruta. 2016. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://security.ufpb.br/ccea/contents/documentos/downloads-tcc/atualizacao-dasboas-praticas-de-fabricacao-bpf-e-procedimentos-operacionais-padrao-pop-em-umaindustria-de-polpa-de-frutas-julianna-cruz-silveira-2016.pdf/view>. Acesso em: 19 jun. 2022.

STOFFEL, F.; LOCATELLI, J.; SANDRI, I. G.; PIEMOLINI-BARRETO, L. T. Condições Higiênico-Sanitárias de uma panificadora de médio porte: Estudo de caso. Higiene Alimentar, v.27, n. 218/219, Março/Abril, 2013. Disponível em: https://higienealimentar.com.br/wpcontent/uploads/2019/08/Anais_Higienistas_2013_compressed.pdf. Acesso em: 28 jun. 22.

VITÓRIA, P. S.; NÖRNBERG, F. R.; PEREIRA, C.; CASTRO, L. S. B.; CARDOZO, G. H. HELBIG, E. Adequação das Boas Práticas em Unidade de Alimentação Escolar no Município do Capão do Leão/Rs. Higiene Alimentar, v.27, n. 218/219, Março/Abril, 2013. Disponível em: https://higienealimentar.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Anais_Higienistas_2013_compressed.pdf. Acesso em: 26 jun 2022.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Capítulo 4



10.37423/231008319

UMA ANÁLISE INTRODUTÓRIA SOBRE AS CIDADES INTELIGENTES E A TELEFONIA MÓVEL NO CONTEXTO DE UM MUNICÍPIO DO SEMI- ÁRIDO BAIANO

Rosangela Leal Santos

Universidade Estadual de Feira de Santana

Kelly Cristina Ribeiro Marques Cardoso

Universidade Estadual de Feira de Santana

Diego Evangelho Barbosa de Carvalho

Universidade Estadual de Feira de Santana

Luana Daniella Silva Almeida

Universidade Estadual de Feira de Santana



Resumo: Num mundo em que a tecnologia domina todas as esferas, contribuindo para que o virtual esteja presente na vida de todos, o telefone móvel celular tornou-se imprescindível na vida da população de várias faixas etárias e de renda. Contudo, ter acesso a um celular não garante uma comunicação eficaz por diversos fatores. Desta forma, este artigo discute sobre a telefonia móvel, no contexto das cidades inteligentes, avaliando o alcance e a distribuição desse sistema de telefonia, na área urbana do município de Feira de Santana.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes; Telefonia celular; Feira de Santana

INTRODUÇÃO

O conceito de cidades inteligentes evoluiu a partir do conceito de cidades digitais. Com melhoria de acesso, de velocidade e difusão da internet, que tem uma asserção cada vez maior em nossas vidas.

As cidades digitais surgiram, em decorrência do debate entre as novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) e o espaço urbano. O objetivo desse debate era criar uma infra-estrutura, digital eficiente, como forma de estímulo a processos inovadores nas estruturas de governo, nas empresas e no comércio (LEMOS, 2013). A intenção era reaquecer o ambiente público, ampliar os laços comunitários e a participação política. Nessa proposta, a inclusão social se daria pela democratização do acesso a equipamentos tecnológicos e redes digitais. Em relação à esfera política, os projetos visavam criar ferramentas de e-government, para promover a transparência por meio de ouvidorias, com a intenção de conferir maior poder de influência e de decisão ao cidadão (LEMOS, 2013).

Como consequência, ocorreu a crescente materialidade do virtual, da concretude do ciberespaço, pelo menos na imaginação e percepção das pessoas. A concepção de uma cidade digital ficou cada vez mais abrangente, mais real, mais palpável para a população em geral.

Essa nova “sociedade da informação” tenta integrar todas as culturas e comunidades de todo planeta (CASTELLS, 2013). A comunicação migrou da televisão para a internet. A informação se mistura ao entretenimento, educação, teorias esdrúxulas, propaganda, hipnose, fofoca, mentiras, enfim, tudo misturado numa linguagem multimidiática, através de fotos, imagens, filmes, sons, músicas, conversas. A multimídia hoje, ao contrário da televisão, tornou a informação segmentada, especializada, diversificada, com os “seguidores” cada vez maiores compartimentações, seja por ideológicas, valores, gostos e estilos de vida. Essa nova mídia, diversificada e descentralizada, que inicialmente se centrava nos computadores (desktop e notebook), encolheu, ficou portátil, e acompanhando a melhoria das velocidades de transmissão e melhoria dos equipamentos, hoje se manifesta fisicamente nos telefones móveis pessoais.

Assim, esse novo sistema virtual, baseado nos interesses sociais, políticas governamentais e estratégias de negócios acabou por criar toda uma cultura de virtualidade real (CASTELLS, 2013), na qual, através de seus telefones móveis, as pessoas carreguem consigo esse mundo virtual, navegando no ciberespaço, todo o tempo, em todos os lugares. O passo seguinte das cidades digitais foram as cidades inteligentes (smartcities).

Nesse novo sistema de comunicação, a mensagem é o meio, ou seja, as características da mensagem moldam as características do meio. E embora os usuários tenham sido segmentados e diversificados, sua abrangência ficou maior, atingindo nichos nunca antes alcançados, numa faixa etária que vai desde os anos iniciais até o final da pirâmide etária. A repetição desse largo espectro também se reflete nos estratos sociais. Basta ter um celular. Os sistemas de governos disponibilizam acesso gratuito a internet em diversos hot-spots pela cidade. É o novo pão-e-circo, muito mais abrangente e inclusivo da humanidade, imersa numa virtualidade real.

Assim, num mundo onde a virtualidade é tudo e seu instrumento é o celular, o presente trabalho tenta avaliar o alcance e distribuição do sistema de telefonia móvel na área urbana de Feira de Santana.

AS SMARTS-CITIES: ALGUMAS PONDERAÇÕES

Embora o conceito de “cidade inteligente” tenha surgido a partir de discussões conceituais sobre utopias tecnológicas urbanas e de como uma cidade deveria ser completamente integrada ao mercado e às inovações de forma estruturada e consistente, esse também difere de outras visões urbanas do mesmo escopo em alguns aspectos importantes. O que há de novo nesse conceito contemporâneo da cidade inteligente é a ênfase em lugares transformados pela aplicação de tecnologias em vez de desenvolvê-las per si.

As cidades inteligentes não são apenas onde as novas tecnologias podem nascer. São os receptáculos da tecnologia, o alvo de suas aplicações. Embora sejam o alvo constante como um mercado consumidor atrativo, as cidade continuam a se apresentarem como um locus de oportunidades para empresas que buscam mercados para tecnologias modernas de rastreamento, vigilância, previsão e gestão. Embora os formuladores de políticas públicas municipais da década de 1990 tenham procurado, através de várias ações de gestão e planejamento, aumentar a oferta de empregos em suas localidades, a atual situação produtiva no mundo é altamente dispensatória de mão-de-obra, o que cria um problema constante e com taxa de crescimento cada vez mais frequente, apesar , ou talvez mesmo por causa de, um ambiente inovador dos centros em busca da inserção de tecnologias urbanas para se converter em uma cidade inteligente, e conseguir atrair mais investidores. A corrida para entrar na onda e se tornar uma cidade inteligente encorajou os formuladores de políticas da cidade a buscar soluções regionais e locais no processo de crescimento liderado pela tecnologia, direcionando os orçamentos municipais para investimentos que conferem o status de cidade inteligente

O conhecimento sobre cidades inteligentes está crescendo rapidamente, embora seja extremamente fragmentado. Entretanto, é possível identificar duas interpretações dominantes quanto ao conceito da cidade inteligente (MORA et al., 2017). A primeira entende as cidades inteligentes de forma holística como a combinação de aspectos humanos, sociais, culturais, econômicos, ambientais e tecnológicos. O segundo tem uma visão puramente tecnocêntrica. Não é preciso se aprofundar para descobrir que a segunda se tornou a corrente dominante.

Segundo Kitchin (2015), estes estudos sobre as cidades inteligentes têm muito pouco aprofundamento, ou se concentra em apenas um único aspecto em sua abordagem. A maioria dos estudos se concentram na compreensão do próprio conceito de cidades inteligentes e seus possíveis impactos em algum setor específico, na maioria, baseados em estudos de caso ilustrativos, faltando, entretanto, estudos empíricos aprofundados e pesquisas comparativas para sustentar os diferentes argumentos.

O RANQUEAMENTO DAS CIDADES INTELIGENTES

Buscando avaliar o quanto uma cidade é inteligente, foi criado, no Brasil, o Ranking de Serviços de Cidades Inteligentes, elaborado pela Conexis Brasil Digital e pela Associação Brasileira de Infraestrutura para Telecomunicações (Abrintel). Esse grupo avalia, entre os 100 maiores municípios brasileiros em população, aqueles que estão ofertando serviços considerados inteligentes ao cidadão, utilizando os meios digitais. Este sistema é ligado ao Ranking ConnectedSmartCities, que é um estudo desenvolvido pela Urban Systems para o evento homônimo, idealizado pela Urban Systems e pela Necta e tem ocorrido anualmente desde 2015, criando uma plataforma de discussão e negócios sobre o de Cidades Inteligentes. Hoje conta com 7 edições, tendo a última ocorrido em setembro de 2021. Este ranqueamento busca gerar um entendimento e definição dos indicadores que apontem o estágio das cidades brasileiras para o seu desenvolvimento inteligente, sustentável e humano. Os indicadores de 2021 foram alterados, buscando seguir a ISO 37.122 –Sustainablecitiesandcommunities – indicators for smartcities, publicada em maio de 2019.

O Ranking de 2021 foi composto por 75 indicadores, divididos em 11 eixos temáticos: Mobilidade, Urbanismo, Meio Ambiente, Tecnologia e Inovação, Empreendedorismo, Educação, Saúde, Segurança, Energia, Governança e Economia.

Os eixos que compõem a ISO 37122: Sustainablecitiesandcommunities - Indicators for smartcities são:

Economia: 4 indicadores.

Educação: 3 indicadores.

Energia: 10 indicadores.

Meio ambiente e mudança climática: 3 indicadores.

Finanças: 2 indicadores.

Governança: 4 indicadores.

Saúde: 3 indicadores.

Habitação: 2 indicadores.

População e condições sociais: 4 indicadores.

Recreação: 1 indicador.

Segurança: 1 indicador.

Resíduos sólidos: 6 indicadores.

Esporte e Cultura: 4 indicadores.

Telecomunicação: 3 indicadores.

Transportes: 14 indicadores.

Agricultura urbana / local e segurança alimentar: 3 indicadores.

Planejamento urbano: 4 indicadores.

Águas residuais: 5 indicadores.

Água: 4 indicadores.

Para elaborar o ranqueamento das 100 cidades melhor pontuadas, no último levantamento (2021) foram coletados dados e informações de todos os municípios brasileiros com mais de 50 mil habitantes, totalizando 677 cidades, com o objetivo de apresentar as cidades mais inteligentes e conectadas de acordo com os 75 indicadores. As cidades foram divididas segundo faixas de população, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação das cidades em faixas de número de habitantes

Faixa de nº de habitantes	Número de cidades
50 a 100 mil	349
100 a 500 mil	247
mais de 500	8

Fonte: <https://metadados.na.gov.br/geonetwork>

Das cidades com mais de 500 mil habitantes, apenas 6 cidades do Nordeste, todas capitais, se classificaram (Tabela 2). Exceção foi para as cidades de Vitória da Conquista, na Bahia, que ficou em 60ª posição e Petrolina, em Pernambuco, que ficou em 87ª, ambas classificadas na categoria de 110 a 500 mil habitantes.

Tabela 2: Classificação das cidades do Nordeste com mais de 500.000 habitantes, no Ranking ConnectedSmartCities 2021

Cidade	Posição
Salvador	10
Fortaleza	22
Recife	26
João Pessoa	36
Terezina	49
Aracaju	82

Fonte: <https://metadados.na.gov.br/geonetwork>

De forma geral, o Ranking ConnectedSmartCities funciona como um instrumento de diagnóstico das cidades brasileiras. Pode também atuar como um indicador para a gestão pública municipal, para direcionar esforços na criação de estratégias para resolver problemas específicos de cada cidade, podendo usar, inclusive soluções inovadoras e um avanço coordenado de desenvolvimento urbano.

O RANQUEAMENTO DE FEIRA DE SANTANA

Cabe salientar que a participação e classificação da cidade de Feira de Santana foi bem mais significativa nas edições passadas, muito embora tenhamos que destacar que a metodologia (indicadores e ponderações) sofreu mudanças no decorrer das edições.

Em 2018, na primeira edição da classificação das cidades inteligentes, elaborado pela Telecon (TUDE, 2018), Feira de Santana foi classificada na 94ª posição. Já na segunda edição, que ocorreu em 2019,

Feira de Santana subiu no ranqueamento ocupando a 77ª posição. Entretanto, com a mudança dos indicadores, a adoção da ISO 37122 para o ranqueamento de 2020, Feira de Santana, não foi sequer ranqueada entre as 100 cidades.

Dessas alterações que podem ter impactado diretamente a classificação da cidade, podemos indicar: a malha da cobertura 4G, número de homicídios, e mortes no trânsito. Também a incorporação de novos indicadores, com destaque para:

- Percentual da força de trabalho ocupada em ocupações no setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC);
- Percentual da quantidade total de resíduos plásticos recuperados na cidade.
- Percentual de veículos matriculados na cidade que são veículos de baixa emissão

AS CIDADES INTELIGENTES E A TELEFONIA MÓVEL

Na clássica afirmação de Batty (1995), a própria cidade está se transformando em uma constelação de computadores. Mas esta constatação ainda não é o fim: pode-se argumentar que, hoje em dia, os computadores tornaram-se mobilizados e personalizados. Não importa quem ou como, todos esses estudos conceituais sobre “smartcities” compartilham esta idéia preconizada por Batty (1995, p. 155). Reforçando o que foi dito por Sheller (2004), as cidades contemporâneas em rede são constituídas por fluxos de pessoas, veículos e informações. E no ápice desse fluxo de dados e informações estão os telefones celulares.

As mudanças que a tecnologia digital – sendo o mais insertivo desses elementos o telefone móvel – introduziu nas cidades um novo ritmo e perspectiva do mundo mais rápido sobre o estilo de vida urbano e, em geral, em um novo e mais rápido sistema urbano.

Segundo o IBGE, a população brasileira está em torno de 214 milhões de pessoas, enquanto existem cerca de 242 milhões de celulares inteligentes em uso no país. Entretanto, se adicionarmos a esse valor os notebooks e tablets, essa quantidade alcança 352 milhões de dispositivos móveis no país, o que dá uma média de 1,6 dispositivos por pessoa, segundo o levantamento anual realizado pela Fundação Getúlio Vargas (2021). Nessa mesma pesquisa, para uma progressão estimando para junho de 2022, a FGV previu a existência de 447 milhões de dispositivos digitais (computador, notebook, tablet e smartphone) em uso no Brasil (corporativo e doméstico), perfazendo um total de mais de 2 dispositivos digitais por habitante para esse período.

Os resultados confirmam as tendências recentes no aumento do uso de smartphones, mas indicaram que apenas uma quantidade limitada desse aumento do uso é para fins de trabalho ou mesmo integrativo com os diferentes serviços disponíveis. Podemos ver as condições de trânsito, selecionar nosso almoço, marcar consultas médicas e receber os resultados ou ver o horário do transporte público. Mas, muito ainda falta fazer, principalmente por parte dos gestores e planejadores urbanos.

É necessário assegurar aos gestores públicos a enormidade da ferramenta disponível oferecida pelas tecnologias móveis, para que estes acabem por assumir as mudanças que esses possam trazer para os profissionais de planejamento urbano na forma como estes possam interagir com suas comunidades locais, de forma mais eficiente e produtiva.

Essa tecnologia alcança pessoas em todos os níveis de escolaridade e das diferentes faixas etárias. A telefonia móvel é uma das mais integradoras tecnologias lançada nos últimos 50 anos.

Entretanto, são os jovens, de faixa etária inferior aos 30 anos, os maiores usuários desse sistema e é a partir de seu acesso que as informações urbanas são moldadas (CALABRESE et al., 2013; SKELTON e GOUGH, 2013). Os dispositivos móveis influenciam a maneira como as pessoas se movem em suas comunidades e interagem umas com as outras. Eles foram observados como um símbolo do individualismo (HARKIN, 2003), e alguns argumentam que não apenas eles têm o potencial de isolar os indivíduos em sua própria “bolha” pessoal (BASSETT, 2005; GERGEN, 2000), mas também as pessoas tendem a desenvolver relações pessoais com esses dispositivos (KATZ, 1996, 1998). Alguns teóricos acreditam que a tecnologia móvel tem efeitos positivos e pode fortalecer conexões sociais anteriormente fracas (HAMPTON, 2003).

Em termos gerais, a tecnologia móvel está mudando as cidades de uma forma que apenas agora, se começou a vislumbrar. Tem-se dispositivos móveis habilitados para internet que incorporam GPS e permitem o conteúdo das redes sociais baseadas em localização, o que pode aumentar a conscientização da atividade, movimentos e comportamentos do usuário em condições de tempo real e contextos específicos (KWAK et al., 2010). Sem contar com o sistema consorciado de transporte de passageiros que é o Uber, e seu impacto na vida dos prestadores de serviços autônomos (taxistas), onde uma oferta de serviço compartilhado, estruturado, com menor preço e melhor qualidade, praticamente destruiu o sistema de taxis onde se implantou. Essas condições em tempo real criam uma paisagem urbana mais legível para o cidadão, criando padrões de mobilidade mais eficientes e sustentáveis em todo o ambiente urbano.

Mas ter acesso ao telefone celular não significa necessariamente ter acesso à comunicação. Temos aí o gargalo da disponibilidade de sinais, implementados pelas empresas licenciadas, para fornecer seus serviços.

Para ter acesso ao sinal de celular, a primeira coisa a ser definida é a operadora e o sinal dessa, e, em seguida, a área de cobertura, ou seja, a área geográfica que recebe o sinal emitido pela antena. Elas dependem das antenas das operadoras, as quais garantem a cobertura de telefonia e transmite o sinal para os usuários. Nas áreas urbanas, onde temos a maior concentração de antenas, estas garantem (em teoria) um melhor recebimento do sinal. Considerando o fluxo do sinal “celular – estação – celular”, este deveria ser fácil, mas podem acontecer vários tipos de obstáculos à propagação do sinal, muito embora as operadoras consigam cobrir mais de 80% do perímetro urbano.

Há obstáculos às transmissões que tornam difícil a propagação do sinal, sejam eles físico (edifícios, paredes, relevo), climáticos (chuvas, ventos, tempestades) ou mesmo a ação de outras ondas eletromagnéticas (sejam elas de outra frequência de celular ou alguma outra fonte de rádio). A presença destes obstáculos poderá tanto reduzir a qualidade do sinal como eliminá-lo completamente.

A localização das antenas é uma estratégia de localização, para gerar uma melhor cobertura aos usuários. As antenas em geral ficam em locais mais elevados, espalhados em redor da cidade.

Outro elemento chave é a frequência necessária para transmitir o sinal. A rede 4G transmite em 700MHz e consegue atingir locais onde frequências maiores (1800 MHz, 2100 MHz e 2600 MHz) não alcançam, como em locais fechados como elevadores ou estacionamentos subterrâneos de shoppings, estradas intermunicipais, entre outras. Por outro lado, essas frequências mais elevadas conseguem atender um maior número de usuários ao mesmo tempo, já que possuem maior capacidade de sinal. Daí o caso de encontrar-se sinais 4G em 2.600 MHz em aeroportos, shoppings, parques e grandes espaços de eventos, como estádios de futebol.

Inicialmente, o sistema 4G utilizava a frequência de 2,5GHz, que é maior que as utilizadas pela de 2G e 3G(a 3G utilizava 850MHz, 900MHz, 1,9GHz ou 2,1GHz), posto que, quanto maior for a frequência de uma onda, menor será o seu alcance. Em consequência disso, o número de antenas precisa ser maior e estar mais próximas entre si (MATTOS, 2017).

Após a desativação da TV analógica em 2015, que ocupava a faixa dos 700MHz, esta foi disponibilizada para o 4G, fazendo com que essa tivesse um maior alcance em distâncias e permitisse chamadas

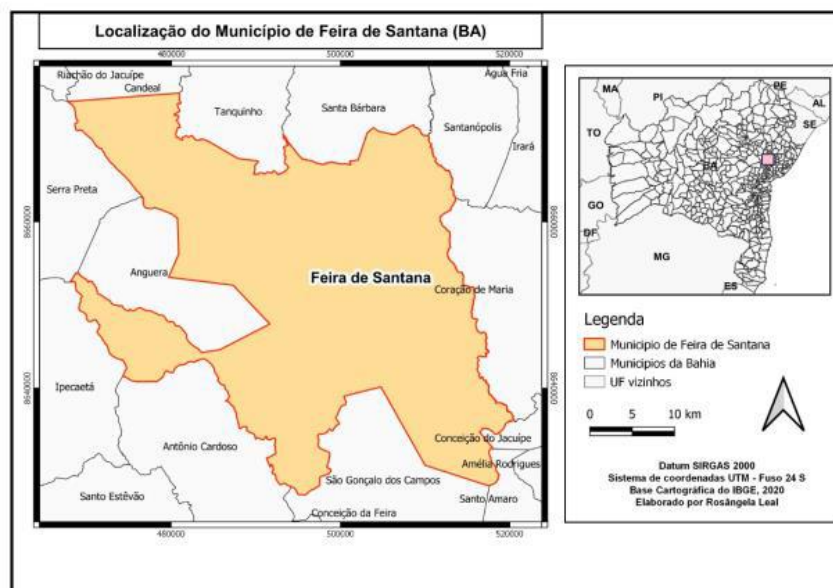
telefônicas em alta definição. Por outro lado, permitiu que as empresas fornecedoras de serviços telefônicos pudessem se expandir mais rápido, a um custo mais baixo, utilizando a infraestrutura pré-existente das TV's analógicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para esse trabalho resolveu-se avaliar o eixo Tecnologia e Inovação (TIC) para o município de Feira de Santana (Figura 1). Esse eixo se subdivide em 6 tópicos, a saber:

- Presença de Fibra Óptica;
- Densidade de banda larga fixa;
- Número de moradores com cobertura 4G no município;
- Percentual de empregos formais de nível superior;
- Velocidade média das conexões contratadas;
- Percentual de empregos no setor de TIC

Destes, concentrou-se na oferta dos serviços de telefonia móvel, a qual se materializou pela disposição das ERB's (Antenas) de distribuição do serviço, espalhadas pelo município. Para analisá-los, utilizou-se a técnica dos polígonos de Thiessen (também conhecido como método de Voronoi). Essa metodologia permite determinar o quão próximos os pontos a serem analisados estão entre si, bem como determinar a área de influência de cada um destes pontos. Usou-se como área de referência tanto o município como a área urbana. Mas a área urbana foi analisada utilizando-se diferentes limites históricos, em particular o de 2000 e o de 2014, os quais podem expressar resultados bem diferentes.



Fonte: Dados – IBGE; Elaborado pelos autores

Figura 1: Mapa de Localização do Município de Feira de Santana - Bahia

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ponto a destacar é que, apesar da cobertura da área geográfica, com a localização de uma ERB's, talvez o usuário não seja capaz de completar sua chamada.

Uma chamada descartada geralmente ocorre quando você está em movimento e há muito poucos (ou não) sites de células na área onde você está viajando, também pode resultar de um enfraquecimento do sinal do site celular que carrega sua chamada e / ou a falha da chamada em andamento para ser transferida para outro site celular.

Por exemplo, o sinal de comunicação entre o seu telefone celular e o site da célula pode desaparecer de forma significativa e encerrar sua chamada enquanto você dirige por um túnel ou entra em um prédio, a estrutura bloqueia o sinal.

Os locais onde você não pode fazer ou receber chamadas devido a essas limitações são às vezes referidos como "zonas mortas", "furos de cobertura", "manchas mortas" ou "áreas obstruídas".

Também, quando muitas pessoas utilizam a rede de uma operadora ao mesmo tempo, acaba por forçar a capacidade da rede, fazendo com que a ligação não seja completada.

FEIRA DE SANTANA E A TELEFONIA CELULAR

Em Feira de Santana, com seus um pouco mais de 600 mil habitantes, sua topografia plana, sem obstáculos significativos, poderia ser o paraíso do sinal da telefonia celular. Mas não é esse o caso. O sinal falha, a qualidade da comunicação é ruim e a existência de muitas áreas de sombra é uma constante (onde o sinal não acessa).

No ranking das cidades amigas da internet, outro ranqueamento com menos variáveis, baseadas apenas na disponibilidade de sinais de internet e compromisso dos governos municipais em facilitar a implantação de sistemas de telefonia móvel, a posição da cidade de Feira de Santana foi de 94ª posição em 2019, para 53ª em 2020, retratando o esforço do governo municipal de aparelhar a cidade em busca de financiamentos futuros com viés tecnológico (Tabela 3).

Tabela 3 – Disponibilização de ERB's, por operadora, em Feira de Santana (BA)

Operadora	Qtd. Antenas
Claro	75
OI	25
TIM	76
Vivo	39
TOTAL	215

Fonte: Telecon, 2022. Elaboração dos autores.

Em teoria, o alcance de uma torre de celular, seria proporcional ao sinal emitido em decibéis (Dbi). Em teoria, a maioria das antenas deveria alcançar até 50 km de distância. Uma antena de 12 Dbi deve funcionar para distâncias de até 10 km da torre da operadora, ainda na teoria, 24 Dbi deve funcionar para distâncias de até 20 km da torre da operadora, 30 Dbi para 27 km, 36 Dbi para 35 km, e assim sucessivamente (COSTA, 2016)

Outro elemento importante na disponibilização dos dados movies, é o tipo e o alcance do serviço de telefonia móvel oferecido e sua velocidade. Na Tabela 4, vemos os serviços oferecidos em Feira de Santana, por suas respectivas operadoras.

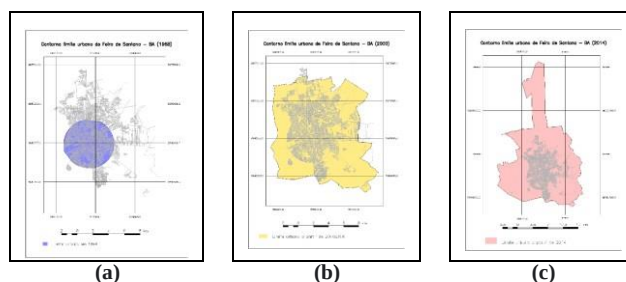
Tabela 4 – Disponibilização de ERB's, por operadora e serviços, em Feira de Santana (BA), 2022

Operadora	Qtd.	2G 3G 4G	2G 4G	2G 3G	3G 4G	2G	3G	4G
Antenas								
Claro	75	38	0	0	29	01	07	0
OI	25	16	05	01	0	03	0	0
TIM	76	27	0	0	13	0	01	35
Vivo	39	13	0	0	16	0	01	09
Total	215	94	05	01	58	04	09	

Fonte: Telecom de dados, 2022/Elaboração: Os autores

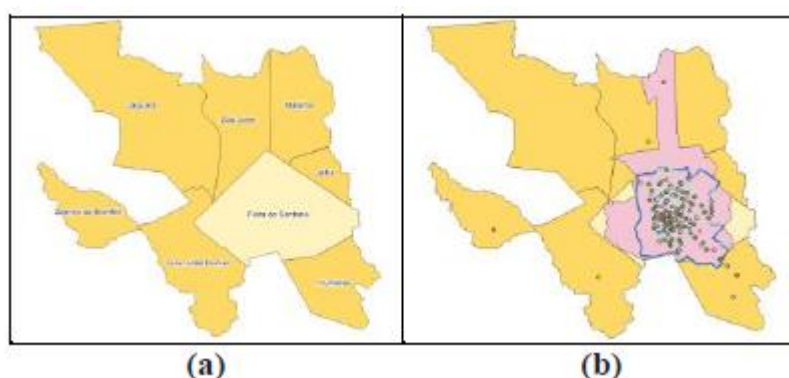
DISTRIBUIÇÃO DAS ERB'S EM FEIRA DE SANTANA

Cabe aqui descrever previamente o contexto da delimitação da área urbana de Feira de Santana. Na figura 1, são apresentados 3 mapas. Estes representam os tres principais designs oficiais da cidade. O primeiro foi o determinado em 1968 (Figura 2 (a)), com a implantação do Anel de Contorno o qual servia como delimitador da área urbana, sendo considerado urbano tudo que estivesse dentro do Anel, e rural tudo que estivesse fora. Essa configuração perdurou até o censo de 2000, onde foi verificado o grande crescimento pós Anel, mas ainda levou vários anos para que serviços diversos, como telefonia e internet fossem ofertadas para além da Avenida Eduardo Fróes da Mota (nome oficial do Anel de Contorno) o que fez a Prefeitura, juntamente com o IBGE, no período da determinação dos setores censitários, determinarem o novo perímetro urbano (Figura 2 (b)). Para além do ano 2000, a cidade viu nascer e se expandir novos bairros, muitos dos quais estimulados à sair para além do anel de Contorno, com a política de urbanização, conduzidas aqui pela URBIS, onde se deu a construção de várias condomínios de baixa e média renda e, pela demanda, aumentou a oferta de serviços locais e que acabou por atrair novos moradores. Em meados dos anos 2005, com uma forte ação do incentivo das políticas públicas, acabaram por gerar um novo boom imobiliário, só que dessa vez, através de condomínios fechados, e que, partindo em busca de outras áreas, acabaram por expandir mais ainda as áreas de ocupação extra-Anel. Em 2014, para abranger esses condomínios fora da área urbana, a prefeitura redimensionou suas fronteiras, como pode ser observado na Figura 2 (c). Mas ainda assim, a oferta de bens e serviços nessa área ainda é muito difícil.



Fonte: Dados do IBGE e PMFS; Elaborado pelos autores.

Figura 2 - As diferentes dimensões da área urbana de Feira de Santana



Fonte: Dados IBGE, PMFS, Telecon. elaboração: Os autores

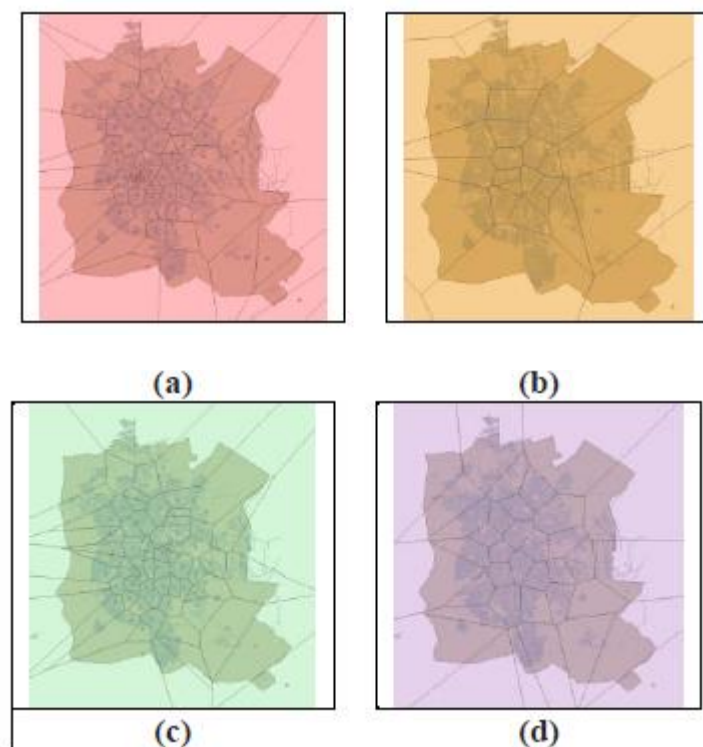
Figura 3 - Disposição das ERB's do município de Feira de Santana (Oi, Claro, TIM e Vivo). Em amarelo, os distritos de Feira de Santana, com o distrito sede, Feira de Santana, em cor mais clara (a). A linha azul demarca o limite administrativo da área urbana, determinada em 2000 (b). Verifica-se claramente a concentração das ERB's no antigo limite da área urbana, em detrimento da área demarcada em 2014 (rosa)

Ao todo, Feira de Santana possui 215 ERB's, dos quais 206 estão na área urbana de Feira de Santana e 9 espalhados pelos demais distritos do município (Figura 3). Desses, apenas 44 têm tecnologia 4G.

Na Tabela 3, temos a quantidade de ERB's das prestadoras de telefonia móvel em Feira de Santana. A Claro e a Tim são a que possuem maior quantidade de “antenas” (75 e 76, respectivamente), sendo que a Oi é a que possui um menor número (25), mas esses números não necessariamente indicam a oferta de melhor serviço e cobertura, sendo que a Tim e a Vivo, com 76 e 39 ERB's, respectivamente, são as únicas possuem ERB's exclusivas para o serviço 4G (Tabela 4), ou seja, um serviço mais rápido e de melhor qualidade na transmissão de dados. Cabe ressaltar que a Claro também possui serviço 4G, mas esse encontra-se compartilhado com o serviço 3G em 29 antenas. Esse mesmo serviço compartilhado também existe na Tim (13 antenas) e Vivo (16 antenas). A Oi possui esses sistemas apenas no modo

partilhados na mesma ERB's (2G, 3G e 4G) num total de 21 antenas. Enquanto as outras operadoras fazem compartilhamentos variados entre ERB's como pode ser observado na Tabela 4.

Para avaliar a espacialização e área de cobertura das respectivas ERB's, essas foram espacializadas no formato de pontos e, sobre eles, aplicou-se o método de Poligonação de Thissen. O resultado pode ser observado na Figura 4.



Fonte: ANATEL, 2022. Elaborado pelos autores

Figura 4 – Distribuição dos pontos de localização das ERB's e espacialização das áreas de influencia segundo os polígonos de Varonoi. (a) Claro; (b) Oi; (c) Tim; e (d) Vivo.

Observa-se claramente o predomínio das operadoras Claro e Tim, pelo número de antenas ocupadas. A Tim, nos últimos anos, através de propagandas de marketing agressivas, ganhou cada vez mais público, buscando a liderança no mercado. Entretanto, verifica-se que ainda, esse serviço tem predomínio da Claro, mesmo que o mesmo tenha um número inferior de antenas, quanto à oferta e qualidade do sinal. Por essa disposição na figura acima, poderia se concluir que o pior serviço seria da Oi, devido a reduzida quantidade de antenas. Entretanto, este fato é compensado pelo pequeno número de usuários do serviço, o qual não sobrecarrega a distribuição do sinal no sistema, garantindo a qualidade dessa operadora. O mesmo acontecendo com a Vivo. De qualquer forma, verifica-se uma concentração da disponibilização do serviço na área central da cidade, preferencialmente dentro do

anel de contorno e sua expansão preferencial para áreas periféricas onde predomina um elevado valor do solo urbano.

CONCLUSÃO

As cidades estão sendo abordadas por empresas de tecnologia na esperança de que as próprias cidades possam identificar os usos para intervenções tecnológicas de cidades inteligentes.

Mas isso constitui uma vida urbana melhor? Junto com as tecnologias que nos permitem atender nossas demandas imediatas, nos preocupa questões mais urgentes como de grupos da sociedade que provavelmente não serão consultados ou habilitados a usar as facetas sofisticadas de um telefone celular, mais especificamente os idosos, os deficientes, os isolados econômica e socialmente.

A população de baixa renda tem planos de acesso de dados restritos, e agora com a chegada do 5G, esses pacotes irão se esgotar rapidamente. Assim, nos bairros mais pobres o acesso à telefonia é restrita, não pelo aparelho ou sinal, mas pelo poder econômico (ausente) de adquirir dados.

Embora, em uma primeira visão o mundo parece que realmente se tornou um mundo integrado e virtual, é apenas isso: uma visão superficial. O mundo não é uma aldeia global, mas compartimentado em segmentos específicos, sob medida, globalmente produzidos e localmente distribuídos. Mesmo num sistema tão comum e disseminado como a telefonia celular, vemos a diferença da distribuição e das áreas servidas, concentradas em locais específicos da cidade.

Existem muitas e diferentes formas de abordar o assunto das cidades inteligentes, mas uma coisa podemos afirmar: as tecnologias de cidades inteligentes são inadequadas para resolver os problemas que estão no cerne da melhoria da qualidade de vida urbana. A pobreza não está na agenda dos planejadores de cidades inteligentes. Eles podem resolver os problemas de trânsito, mas não está claro como eles vão melhorar o ensino, dar melhor infraestrutura às escolas ou encontrar formas adequadas de saneamento e fornecimento de água aos bairros pobres e periféricos. Existe uma contradição inerente entre a promessa das cidades inteligentes e seu escopo limitado de políticas públicas voltadas a resolver os problemas sociais e ambientais, como a redução da pobreza ou da poluição ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABRINTEL. Vivo, Tim e Claro ativam o 5G puro em 3,5 GHz. Publicado em 06/07/2022. Acessado em 07/07/2022. <<https://www.telesintese.com.br/vivo-tim-e-claro-ativam-o-5g-puro-em-35-ghz/>>
- AGENCIA NACIONAL DE COMUNICAÇÕES. Gaispi autoriza 5G em Brasília. Publicado em 04/07/2022. Consultado em 07/07/2022 <<https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/releases/gaispi-autoriza-5g-em-brasilia>>
- BASSETT, C. Howmanymovements? Mobile telephonesandtransformations in urbanspace. Open. 2005. 9: 38–47.
- BATTY, M. .Virtualgeography. Futures, 29, 1997, pag. 337–352.
- BATTY, M. The computablecity. International Planning Studies, 2, 1995, pag. 155–173.
- BATTY, M. The pulse ofthecity. Environmentand Planning B: Planning and Design, 37, 2010, pag. 575–577.
- CALABRESE,F;DIAO,M.;DILORENZO,G.etal.Understandingindividualmobilitypatternsfromurbansensing data: A mobile phone trace example. TransportationResearchPart C: Emerging Technologies 26: 2013, pag. 301–313.
- CASTELLS, Manuel. A sociedade em Rede. Vol.1. 23ª. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2013, 630 pag.
- COSTA, Vinícius Oliveira Costa. Alocação de Antenas para Rede Celular de 4G utilizando Algoritmos Meméticos. Dissertação de Mestrado. Palmas: UFTO, 2016, 86 pag.
- FERRARI, Marco. Quais são as cidades mais inteligentes do Brasil? TECMUNDO.Publicado em 03/12/2021 Acessado em 05/05/2022. <<https://www.tecmundo.com.br/mercado/229779-cidades-inteligentesbrasil.htm#:~:text=Uberl%C3%A2ndia%20foi%20a%20primeira%20colocada,capital%20com%20a%20pior%20avalia%C3%A7%C3%A3o.>>>
- GERGEN, KJThe Saturated Self: DilemmasofIdentity in Contemporary Life. New York: Basic Books.2000
- GROSSI, G., PIANEZZI, D., 2017. Smartcities: utopia or neoliberal ideology? Cities 69, 2017, pag. 79–85
- HARKIN, J (2003) Life lines. New Statesman 17: 774, R3–R5.
- HARRIS, P. H. The technopolisphenomenon - smartcities, fast systems, global networks, Behavioral Science, 1992, 38: 2
- HOLLANDS,R.G.,Will the real smartcityplease stand up?.City 12 (3), 2008, pag. 303–320. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0265813515610337>
- KATZ, J.E. (1996) The social consequencesof wireless communications. In: The Emerging World of Wireless Communications. AnnualReviewoftheInstitute for InformationStudies. Nashville, TN:Institute for InformationStudies, 1996, pp. 91–199.
- KATZ, J.E. The social sideofinformation networking. Society 35: 402. 1998

KITCHIN, R. Making sense of smart cities: addressing present shortcomings, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2015, 8: 131–136.

KITCHIN, R., The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal* 79, 2015, pag. 1–14.

KWAK, H.; LEE, C.; PARK, H.; MOON, S. What is Twitter, a social network or a news media? In: *Proceedings of the 19th international conference on World wide web*, 2010. pp. 591–600. ACM. Available at: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1772751> Lindholm M and Sarjakoski T (1992) User model

LEMOS, Andre. Cidade digital. Portais, inclusão e redes no Brasil. Salvador: UFBA, 2007, 208 pag.

LEMOS, Andre. Cidades inteligentes. *GV executivo* • V 12 • N 2 • JUL / DEZ 2013, pag. 46-49

LOGAN, J., AND MOLOTCH, H. *The City and Growth Machine* "Urban Fortunes: The Political Economy of Place. Berkeley, CA: University of California, Berkeley. 1987

MATTOS, Andre. Qual a diferença na cobertura das rede 3G, 4G e 5G? Thales no Brasil. 11/09/2019. <<https://www.mobiletime.com.br/artigos/11/09/2019/qual-a-diferenca-na-cobertura-das-rede-3g-4g-e-5g/>> Acessado em Maio de 2022

MORA, L., BOLICI, R., DEAKIN, M., *The First Two Decades of Smart-City Research: a Bibliometric Analysis. Journal of Urban Technology* 24 (1), 2014. Pag. 3–27.

Múltipla Estratégia. Conheça o ranking das 100 cidades mais inteligentes e conectadas do Brasil. Publicado em 07/09/2021

Ranking Conecta Smart Cities. Acessado em 01/06/2022. <<https://ranking.connectedsmartcities.com.br/>>

SHELLER, M. (2004). Mobile publics: Beyond the network perspective. *Environment and Planning D: Society and Space*, 22, 2004. Pag. 39–52.

SKELTON, T. ; GOUGH, K.V. Introduction: Young people's mobile urban geographies. *Urban Studies* 50(3): 2013, pag. 455–466.

TEDE, Eduardo. Relatório de Serviços de cidades inteligentes, 1a. Edição. TELECO. Maio, 2018, 29 pag.

TEDE, Eduardo. Relatório de Serviços de cidades inteligentes, 2a. Edição. TELECO. Maio, 2019, 30 pag.

URBAN System. Ranking Connected Smart Cities. 2019, 122 pag. Acessado 15/05/2022 https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/48668/1568738869Ranking_CSC_Final.pdf

Capítulo 5



10.37423/231008324

PRODUÇÃO DE ALPHA-HIDROXIÁCIDOS E HIDROGÊNIO POR ELETRÓLISE DO GLICEROL

Eduardo Dória Silva

Universidade Federal de Pernambuco

Nelson Medeiros de Lima Filho

Universidade Federal de Pernambuco

Humberto Dória Silva

Universidade Federal de Pernambuco



Resumo: Este processo eletrolítico visa produzir ácidos orgânicos para indústria química, cosméticos e fármacos como um processo de tecnologia verde a partir da glicerina. Nos últimos anos tem havido crescimento inerente à síntese de novos produtos a partir desta, coproduto da produção de biodiesel, para agregar maior valor econômico à excedente produção da mesma. Assim, o trabalho visou à possibilidade do processo de eletro-oxidação do glicerol (forma pura da glicerina) utilizando eletrodos de titânio platinado e grafite em reator tipo batelada construído “ad hoc”. Estudou-se o efeito da razão molar hidróxido de sódio/glicerol com o objetivo de impor melhorias na conversão e rendimento com a seleção dos processos em ácido glicérico e tartrônico. A influência das variáveis operacionais como temperatura, densidade de corrente e agitação na orientação do curso da reação também são analisadas. Conseguiu-se delimitar estas variáveis obtendo-se valores para conversão a partir de 23%.

Palavras-chave: eletro-oxidação do glicerol, conversão por eletrólise, ácidos orgânicos, alfa-hidroxiácidos, hidrogênio

INTRODUÇÃO

O volume de glicerina no Brasil e no mundo tem crescido devido ao aumento em larga escala da produção de biodiesel. É obtida como coproduto de fontes bio sustentáveis da transesterificação de triglicerídeos naturais extraídos de óleos de sementes de girassol, gordura animal, da reciclagem de óleos (Galan et al., 2009). Esta reação representa até 14% do peso da produção de biodiesel (Garcia et al., 1995).

O glicerol é um composto orgânico utilizado, dentre outras aplicações, na manufatura de fórmulas farmacêuticas, cosméticos, como emulsificador, emoliente, estabilizador, agente de peso para panificadoras, sorveterias, tabaco, loção, limpeza bucal. A ampliação do seu uso tem crescido na indústria cosmética, farmacêutica, química ou como matéria prima para geração de outros produtos. A quantidade cada vez maior da produção do glicerol implica em saturação da produção e tem levado ao maior aproveitamento no sentido de agregar valor transformando-o em outros produtos (Carrettin et al., 2004)

Há vários trabalhos publicados destinando atenção para a utilização ou transformação deste triol em outros compostos químicos orgânicos de maior valor agregado como alternativa (O'Driscoll, 2007 apud Galan et al., 2009): "Atualmente, grandes produtores de biodiesel estão incinerando a glicerina".

Entre as vias de processamento existe a de sua oxidação em fase aquosa que o transforma em ácido glicérico, ácido tartrônico, ácido glicólico, ácido oxálico, dentre outros produtos, utilizando principalmente reatores tipo batelada. Procedimento semelhante foi realizado com um grupo maior de pesquisadores proporcionando resultados satisfatórios um ano mais tarde obtendo até 60% de conversão do glicerol (Dimitratos et al., 2005). Em outro processo de oxidação catalítica o ouro é utilizado em suporte de carbono e titânio. O oxigênio é usado em temperatura ambiente e os resultados são apresentados em função do tamanho das partículas. Como resultados do ensaio são produzidos ácidos glicérico e ácido glicólico. Neste caso as conversões variam entre 7% e 80% dependendo das características do suporte do catalisador (Ketchie et al., 2007).

O dióxido de titânio tem reações eletrolíticas em superfície sob ação de raios ultravioleta em estudos desenvolvidos para tratar poluentes NOx e constitui outra forma de oxidação com resultado de 25% de eficiência de conversão (Ohko et al., 2009). Portanto, este procedimento pode ser acrescentado ao trabalho de modo a se verificar seus efeitos adicionais no processo de conversão.

A eletroquímica estuda os efeitos relacionados aos fenômenos elétricos e químicos (Bard e Faulkner, 2001). Muitos dos estudos abordam transformar o trabalho útil elétrico a partir de reações químicas chamadas de oxirredução conhecidas da produção de células galvânicas. Outra abordagem da eletroquímica trata de sistemas nos quais este processo acontece ao receberem trabalho útil elétrico chamado de eletrólise. Esta pesquisa está orientada para a segunda abordagem onde se aplicará a oxirredução obtida do trabalho útil recebido para se produzir compostos orgânicos.

A oxidação eletroquímica foi investigada em alcoóis alifáticos, aldeídos e fenóis com eletrodos de platina e grafite nos meios ácido neutro e alcalino com relação molar até 100. Contemplou a análise das reações através de voltamogramas (Silva, 2004). Seu trabalho foi conduzido com aparelhagem semelhante à utilizada neste que tem em seus reagentes uma relação molar inferior. Os processos eletrolíticos são conduzidos em meio alcalino com eletrodo de titânio platinado que tem se mostrado eficiente em estudos de oxidação e eletro oxidação do glicerol conforme já citadas pesquisas (Gomes e Tremiliosi-Filho, 2011).

Neste trabalho a eletro-oxidação do glicerol visa gerar alfa-hidroxiácidos e hidrogênio como forma de uso de reações chamada de eco benigna ou como também chamada via totalmente verde (ZHOU e SHEN, 2018). Trata-se de processo renovável para congregar valor à excedente produção de glicerol deste coproduto consequente da produção biodiesel para o qual se encontra bem estabelecido como combustível verde largamente comercializado nos USA e América latina, especialmente no Brasil.

São tratadas as variáveis de temperatura, densidade de corrente e relação molar. A primeira tem sua equação empírica de Arrhenius que mostra a dependência exponencial entre a constante de velocidade e a temperatura (Souza e Farias, 2008). Esta ênfase é apresentada por Levenspiel (2000) sobre o efeito da temperatura em reatores tipo batelada, mesmo tipo de equipamento utilizado no trabalho. A densidade de corrente por sua vez tem importância na determinação da velocidade com que uma espécie química se reduz ou oxida nos processos eletroquímicos de resolução de problemas cinéticos (Atkins, 1999). A importância da relação molar é examinada como outra forma de se avaliar a condução da reação. Estudos pertinentes a esta variável foram realizados no ensaio da oxidação do glicerol em meio alcalino. Assim, estas variáveis são analisadas sob os aspectos qualitativos e quantitativos, experimento do qual se obteve conversão entre 5% e 17% após 3 horas de oxidação dependendo do suporte utilizado (Dimirel-Gulen et al., 2005).

MATERIAIS E MÉTODO

As soluções alcalinas foram preparadas utilizando-se hidróxido de sódio PA, dosagem 97% fornecido pela Dinâmica Química Contemporânea Ltda. A glicerina é bidestilada fornecida também pelo mesmo fabricante do hidróxido. O ácido sulfúrico PA dosagem 95- 99% é fornecido pela Vetec Química Fina Ltda. É utilizado no preparo da solução 5mM da fase móvel para análise cromatográfica por índice de refração. Cloreto de potássio PA dosagem 97% é fornecido pela Vetec Química Fina Ltda. Utilizado no preparo da solução 1M do eletrodo de referência. Ácido nítrico PA dosagem 65% fornecido pela F. Maia Indústria e Comércio Ltda. é usado em sua forma concentrada na limpeza dos eletrodos conforme procedimentos da literatura (Silva, 1994). Todas as soluções foram preparadas com água destilada e produzida com resistividade de 18,2 Mega Ohms/cm.

A separação dos produtos das amostras analisadas foi realizada em equipamento de cromatografia líquida por índice de refração de alto desempenho, utilizando-se de uma coluna Aminex operada a 328K e fluxo de 0,6cm³/min.

A literatura disponível relativo a processamento eletrolítico é escassa e por isto justificam-se diversos testes no sentido de se coletar dados relativos às diversas variáveis estudadas objetivando obter limites para cada uma delas. Assim tomou-se como ponto de partida os dados fornecidos em publicações de pesquisas referentes à oxidação catalítica em meio alcalino de hidróxido de sódio utilizando-se titânio e grafite como limite inferior (Garcia et al., 1993). O limite superior foi estabelecido da pesquisa sobre oxidação eletroquímica de alcoóis alifáticos com eletrodos de platina e grafite em meio alcalino de hidróxido de potássio (Silva, 1994).

Foi necessário realizar-se ensaios para diferentes concentrações, relações molares, densidade de corrente e temperaturas, a fim de se determinar inicialmente os melhores valores destas variáveis que estabelecessem as maiores conversões de reação.

Soluções de hidróxido de sódio nas concentrações molares de: 0,01, 0,04, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,75 1,0, 1,5 e 2,0 foram preparadas para se obter relações molares de: 1, 2, 3, 5, 10, 12,5, 15, 20, 25 entre hidróxido de sódio e glicerina. Este procedimento estabeleceu sua melhor relação e encontram-se dentro das faixas estabelecidas na literatura (Silva e Porta, 2004).

Neste experimento utilizou-se um reator tipo batelada. Este tipo de reator é indicado durante o processo de desenvolvimento porque sua cinética pode ser observada sobre uma grande faixa de concentração de reagentes e produtos e os estudos paramétricos podem ser conduzidos com um

mínimo de substâncias (Walsh, 1993). O reator projetado é controlado por temperatura. Trocou-se o compartimento interno de vidro por cerâmica porosa. A entrada de ar faz o trabalho de agitação e uma serpentina adicional com circulação de água mantém a temperatura estável (Silva, 1994).

Utilizou-se agitação da solução do meio para que todo o processo ocorresse apenas por diferença de potencial. Um eletrodo de titânio platinado é usado como ânodo e o de grafite como cátodo. O eletrodo de referência Ag/AgCl é fornecido por Lab. Solutions Com. Equipamentos Industriais Ltda. O potenciostato com capacidade de 2A completa o ambiente reacional utilizado inicialmente no método galvanostático (Forker, 1971). Um galvanostato é essencialmente um dispositivo com dois terminais, capaz de controlar a magnitude predeterminada de um fluxo de corrente em um circuito externo dentro de limites muito próximos. Foi adotado este método chamado de galvanostático. Já o método potenciostático é mais bem empregado na determinação seletiva de produtos (Fraunhoufer e Banks, 1972).

A reação total de desprendimento de oxigênio em um sistema eletrolítico em meio alcalino é dado pela Equação (1):



Uma proposta de mecanismo válida em função do material do experimento está apresentada como resultado da referida produção e exibe um conjunto de equações a seguir como uma possibilidade de reações intermediárias, onde M indica o material do eletrodo (Ticanielli e Gonzalez, 2006):



RESULTADOS

As análises realizadas tiveram como objetivo a determinação dos valores limites para temperatura, concentração alcalina, relação molar e densidade de corrente.

A densidade de corrente de 47,62 e a relação molar de 20 são mantidas para as amostras um e dois. O tempo de observação durou setenta e cinco minutos. As amostras foram recolhidas em intervalo de

quinze minutos. A última delas, coletada quando o meio reacional já se encontrava em repouso, na temperatura ambiente e sem ações externas.

É significativo o efeito da temperatura na conversão, conseqüente da mesma aumentar a solubilidade iônica, a condutividade iônica, bem como a difusão. O resultado do comportamento da conversão resultante das duas temperaturas de 40 e 50 graus centígrados é apresentado na Tabela 1. Comprova-se a existência de maior percentual de conversão para o ensaio de maior temperatura.

Tabela 1 – Conversão percentual em função da temperatura

Amostra	Temperatura final (°C)	Percentual de conversão (%)
1	40	74,12
2	50	82,17

A determinação da densidade de corrente é outra informação da cinética de reação no eletrodo. Foi obtida do valor exponencial do ponto de interseção do eixo contendo o logaritmo das correntes anódicas e a linha gerada através da interpolação dos valores correspondentes à sobretensão anódica do gráfico criado da equação de Tafel.

O procedimento experimental refere-se à dependência com a densidade de corrente no qual o termo independente é função do material do eletrodo e composição da solução (Kubasov e Zaretsky, 1987).

Adotou-se o método galvanostático que se aplica ao sistema uma corrente constante, permitindo deste modo impor sua constância em cada ensaio.

Os testes mostram que uma densidade de corrente maior aumenta a conversão da reação. Utilizou-se densidade de corrente 47,62 e 83,33 correspondendo aos percentuais de conversão de 48,96% e 79,22% respectivamente. A temperatura e a relação molar foram mantidas em 323K e 20 respectivamente.

Os resultados dos dois ensaios apresentam as velocidades de reação relativamente proporcionais às densidades de correntes aplicadas em concordância com a lei de Faraday: "a densidade de corrente i no eletrodo é proporcional à velocidade de reação" (Gemelli, 2001). Notam-se as proporcionalidades das conversões em relação às respectivas densidades de corrente, sendo aquelas indicadoras do

avanço da reação, outro modo de apresentar a velocidade de reação através da taxa de conversão vista na Tabela 2.

Tabela 2 – Conversão percentual em função da densidade de corrente

Amostra	Densidade de corrente (mA/cm ²)	Percentual de conversão (%)
1	47,62	48,96
2	83,33	79,22

As relações molares das concentrações alcalinas e de glicerina 5, 12,5 e 20 correspondem respectivamente aos percentuais de conversão de 23,13%, 48,96% e 63,92%. A relação molar de 20 apresentou melhor resultado constituindo um dos pontos de referência desta variável. As soluções preparadas com outras relações molares deram resultados inexpressivos.

O descarte de ensaios com outras relações molares comprova o emprego do tipo de reator escolhido.

Para relação molar a partir de 12,5 verifica-se significativo aumento da conversão como mostra a Tabela 3. Esta mesma figura apresenta os melhores resultados a partir da relação molar 12,5.

Tabela 3 – Conversão percentual em função da relação molar

Amostra	Relação molar (adimensional)	Percentual de conversão (%)
1	5,0	23,13
2	12,5	48,96
3	20,0	63,92

A Tabela 4 mostra o efeito da variável agitação onde se constata que a conversão de 29,13% da amostra 1 resultante de um sistema reacional sem agitação é menor que 34,16% da amostra 2 realizada com agitação, considerando-se está a única diferença entre os meios da reação.

Tabela 4 – Conversão em função da agitação

Amostra	Quantidade final de glicerol (g)	Percentual de conversão (%)
1	3,61	29,13
2	3,43	34,16

Conforme já mencionado, estes valores correspondem ao tempo de setenta e cinco minutos de duração, computado assim, o tempo para a coleta da amostra em estado estacionário quando todas as variáveis analisadas deixam de atuar no ambiente reacional. Portanto, as amostras para análise cromatográfica foram coletadas em intervalos de quinze minutos.

Figura 1 indica a primeira linha superior (Gli) o consumo em gramas por litro de glicerol. Na mesma ordem e unidade de medida encontra-se a produção do ácido tartrônico (Tar), o ácido glicérico (Gce). O outro ácido oxálico (Oxa) e glicólico (Gco) apresenta praticamente a mesma concentração produzida. As curvas da Figura 1 se aproximam das apresentadas na literatura relacionada com reatores tipo batelada e anteriormente citada.

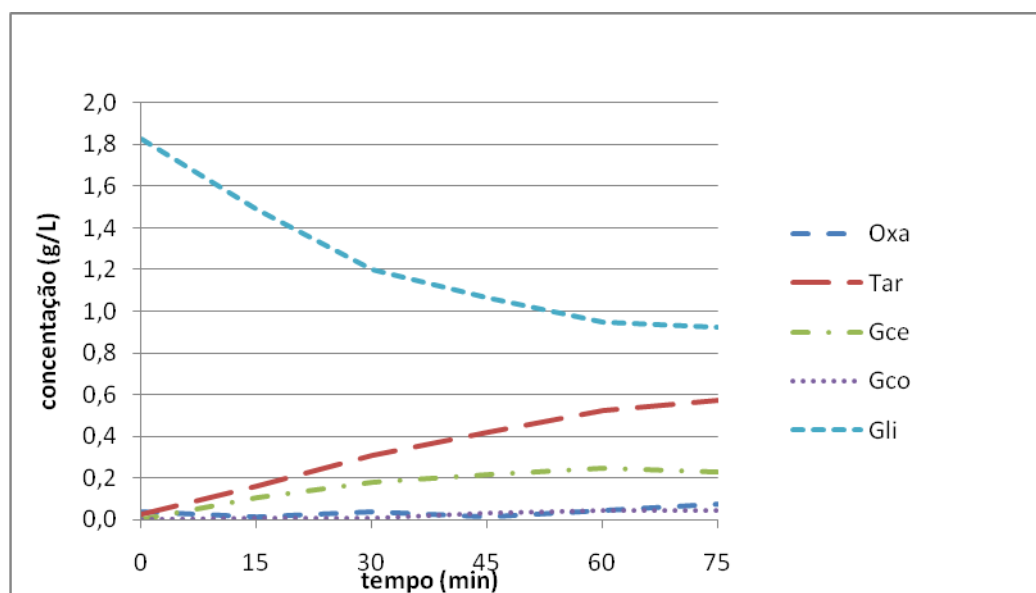


Figura 1 – Consumo de glicerol e geração de produtos da reação, temperatura 323K, densidade de corrente 83,33mA/cm², relação molar 20.

CONCLUSÃO

Pode-se deduzir que as variáveis analisadas temperatura, densidade de corrente e relação molar apresentam melhor conversão reacional para os seus maiores valores. O mesmo acontece quando o meio é agitado.

A concentração alcalina de melhor resultado foi 0,3M. Nestas condições a conversão racional atinge cerca de 50%. Desta conversão 60,17% contém ácido tartrônico, obtido de forma mais expressiva. O segundo maior rendimento chega a 24,87% de ácido glicérico. 5% e 4,27% para o ácido glicólico e ácido oxálico respectivamente representam os de menores rendimentos.

Conclui-se que a eletro-oxidação do glicerol para a produção de ácidos orgânicos mostrou-se viável, nas condições operacionais analisadas e os limites obtidos para as variáveis estudadas servirão de referência em outros estudos.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P. W. Físico-química. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro. 1999.
- BARD, A.J; FAULKNER L. R. Electrochemical methods: Fundamentals and applications. John Wiley & Sons, Inc. New York. 2001.
- BIANCHI, C. L; CANTON, P; DIMITRATOS, N; PORTA, F; PRATI, L. Selective oxidation of glycerol with oxygen using mono and bimetallic catalysts based on Au, Pd and Pt metals. Catal. Today, p. 203-212, 2005. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 10/01/2021.
- CARRETTIN, S; McMORN, P; JOHNSTON, P; GRIFFIN, K; KIELY, C. J; ATTARD, G. A; HUTCHINGS, G. J. Oxidation of glycerol using supports gold catalysts. Top. in Catal, v. 27, n. 1-4, p. 131-136, 2004.
- DIMIREL-GULEN, S; LUCAS, M; CLAUS, P. Liquid phase oxidation of glycerol over carbon supported gold catalysts. Catal. Today, p. 166-172, 2005.
- DIMITRATOS, N; PORTA, F; PRATI, L. Au, Pd (mono and bimetallic) catalysts supported on graphite using the immobilization method. Synthesis and catalytic testing for liquid phase oxidation of glycerol. Appl. Catal, p.210-214, 2005.
- DIMITRATOS, N; MESSI, C; PORTA, F; PRATI, L; VILLA, A. Investigation on the behavior of Pt(0)/carbon and Au(0)/carbon catalysts employed in the oxidation of glycerol with molecular oxygen in water. Jour. of Molec. Catal., p. 21-28, 2006.
- FRAUNHOFER, J. A; BANKS, C. H. Potentiostat and its applications. Butterworth & Co. Ltda. London, 1972.
- FORKER, W. Cinética eletroquímica. Editorial Universitária de Buenos Aires. 1971.
- GALAN, M; BONET, J; ROMAIN, S; RENEAUME, J; PLESU, A. E. From residual to useful oil: Revalorization of glycerine from the biodiesel synthesis. Bior. Tech., p. 3775-3778, 2009.
- GARCIA, R; BESSON M; GALLEZOT, P. Chemoselective catalytic oxidation of glycerol with air on platinum metals. Selective catalytic oxidation with air of glycerol and oxygenated derivatives on platinum metals. Appl. Catal., p. 165-176, 1995.
- GEMELLI, E. Corrosão de materiais metálicos e sua caracterização. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro. 2001.
- GOMES, J. F; TREMILOS-FILHO, G. Spectroscopic studies of the glycerol electro- oxidation on polycrystalline Au and Pt surfaces in acid and alkaline media. Electrocatal., 2011.
- KETCHIE, C. W; MURAYAMA, M; DAVIS, R. J. Promotional effect of hydroxyl on the aqueous phase oxidation of carbon monoxide and glycerol over supported Au catalysts. Topics in Catal., v. 44, n. 1-2, 2007.

KUBASOV, V; ZARETSKY, S. Introduction to electrochemistry. Mir Publishers Moscow. 1985.

LEVENSPIEL, O. Engenharia das reações químicas. Editora Edgar Blucher Ltda. São Paulo. 2000.

OHKO, Y; NAKAMURA, Y; NEGISHI, N; MATSUZAWA, S; TAKEUCHI, K. Unexpected

release of HNO₃ and related species from UV-illuminated TiO₂ surface into air in photocatalytic oxidation of NO₂. Environ. Chem. Lett., 2009.

PORTA, F; PRATI, L. Selective of glycerol to sodium glycerate with gold-on-carbon catalyst: an insight into reaction selectivity. Journal of Catal., p. 397-403, /2004.

SILVA, L. C. Investigação da oxidação eletroquímica de Alcoóis, aldeídos e fenóis, em eletrodos de ouro e platina e grafite vítreo, modificados por polianilina e átomos eletrodepositados. 06/1994. 220 f. Dissertação em Química Fundamental. Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE.

SOUZA, A. A; FARIAS, R. F. Cinética química teoria e prática. Editora Átomo. Campinas. SP. 2008.

TICIANELLI, E. A; GONZALEZ, E. R. Eletroquímica. Editora Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.

WALSH, F. C. A first course in electrochemical engineering. The Electrochemical Consultancy. London. 1993.

ZHOU, Y.; SHEN, Y. Selective electro-oxidation of glycerol over Pd and Pt@Pd nanocubes. Electrochemistry Communications. v. 90, p. 106-110. 2018.

Capítulo 6



10.37423/231008337

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM TUCURUÍ-PA

Matheus Xavier Smielevski

*Universidade Federal do Pará - Campus
Tucuruí*

Grazielle Tigre de Souza

*Universidade Federal do Pará - Campus
Tucuruí*

Eduardo Barbosa Rodrigues

*Universidade Federal do Pará - Campus
Tucuruí*

Elivelton Damacena Cruz

*Universidade Federal do Pará - Campus
Tucuruí*

Vinicius de Oliveira Costa

*Universidade Federal do Pará - Campus
Tucuruí*



Resumo: Considerando a reciclagem de resíduos da construção civil por meio de usinas de beneficiamento como uma importante alternativa para o alcance de benefícios ambientais e sociais, além de ser atrativa do ponto de vista econômico, tem-se o desenvolvimento do presente trabalho com o intuito de apresentar uma proposta para implantação de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil (RCC), no município de Tucuruí - PA.

Palavras-chave: Resíduo de Construção e Demolição; Usina de Reciclagem; Construção Civil.

INTRODUÇÃO

No cenário de uma economia altamente competitiva e globalizada, tem se observado um aumento populacional e a expansão das cidades refletindo no desenvolvimento do setor da construção civil. Neste contexto, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil – CBIC (2016) realça que a indústria da construção civil é um dos setores mais importantes para a economia do Brasil. Dessa forma, o desenvolvimento e a capacidade de produção do país estão relacionados diretamente com o crescimento do setor da construção civil, segundo Sistema Firjan (2014) nos últimos 10 anos o segmento passou por um período de expansão no Brasil, com o crescimento do Produto Interno Bruto – PIB do setor ultrapassando o do país.

Contudo, a indústria da construção civil, caracteriza-se como geradora potencial de expressiva quantidade de resíduos sólidos urbanos. Segundo Moraes (2016) o setor da construção civil destaca-se pelo consumo elevado de recursos naturais e a significativa geração de resíduos. Estes são responsáveis por diversos impactos ambientais quando recebem uma destinação final incorreta, sendo de extrema importância a elaboração de um plano de gestão para evitar a geração desordenada dos RCD e reduzir a quantidade de resíduos destinados para os aterros ou áreas de “bota-fora”, promovendo a reutilização e reciclagem.

De acordo com CONAMA, resolução 307, no artigo Art.2º, RCDs são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil. Destaca-se que a crescente problemática relacionada a geração e destinação desses resíduos teve notoriedade a partir da publicação da CONAMA 307/2002, em que, foram estabelecidos diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, por meio da qual os geradores passaram a ter responsabilidade sobre seus resíduos e, posteriormente, reforçado pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Nesse sentido, a legislação vigente determina que municípios implementem a gestão dos resíduos da construção civil através da elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Assim, os gestores municipais e as empresas construtoras necessitam adaptar seus processos de modo a garantir a destinação ambientalmente correta dos resíduos de construção civil. Assim, implantação de usinas de reciclagem de RCC passou a ter uma maior viabilidade, tanto econômica quanto ambiental, resultando no crescimento da taxa/ano de usinas instaladas no país.

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição (ABRECON), em 2015 já haviam sido instaladas cerca de 310 usinas em todo o país.

Diante do exposto, a presente pesquisa tem como objetivo apresentar a proposta de implantação de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil no município de Tucuruí – PA, como possível alternativa para prevenir e minimizar os impactos causados com a disposição inadequada deste tipo de resíduos.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Com a finalidade de atender os objetivos propostos na pesquisa, realizou-se inicialmente a pesquisa bibliográfica, sendo consultados artigos, livros, estudos de casos semelhantes, bem como leis, decretos e normas em âmbito federal, estadual e municipal.

Considerando a etapa de caracterização da área de estudo (o município de Tucuruí-PA) e o levantamento de informações sobre o gerenciamento de resíduos de construção e demolição no município foram desenvolvidas visitas na Secretaria de Obras e Urbanismo e na empresa responsável pela coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos.

Ainda nesse contexto, foi realizado o levantamento visual com registros fotográficos em pontos estratégicos da cidade, com a presença de obras em execução e reforma sendo analisadas, portanto as práticas de disposição dos vários tipos de resíduos produzidos nos canteiros de obras.

Com o objetivo de identificar as áreas de disposição final de resíduos sólidos do município, procedeu-se o levantamento de campo e visitas nestes locais.

Considerando as informações mapeadas encaminhou-se o desenvolvimento da proposta de implantação de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição, considerando o investimento inicial necessário, considerando a estimativa de custos para compra e instalação de equipamentos de britagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Tucuruí está situado às margens do rio Tocantins, na mesorregião do Sudeste do estado do Pará, com coordenadas geográficas 03°45'14" de latitude Sul e 49°40'35" longitude Oeste (conforme a Figura 1). Segundo dados do IBGE (2019), estima-se que o município atualmente possui 113.659 pessoas, com uma área de 2.084,289 km² e densidade demográfica de 46,56 hab./km².

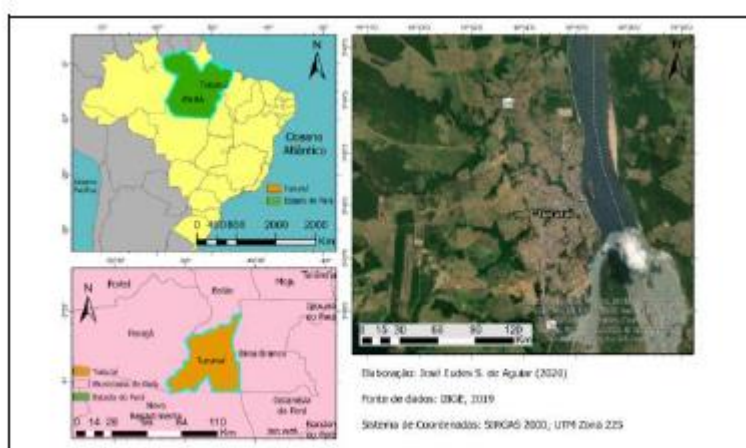


Figura 1. Mapa de localização do município de Tucuruí – PA (AGUIAR, 2020).

Durante o mapeamento em importantes vias públicas da cidade foi possível observar muitas incidências da disposição irregular de resíduos de construção no perímetro urbano, provocando assim o acúmulo de entulho nas vias públicas, terrenos baldios e em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Conforme pode ser observado na Figura 2.



Figura 2. Descarte irregular de RCD.

A problemática da destinação de RCD é enfatizada no PGRSU do município de Tucuruí. No diagnóstico apresentado verifica-se que, quando os resíduos não são abandonados em terrenos baldios ou em vias públicas a remoção é realizada pela Secretaria de Serviços Urbanos, por empresas particulares contratada por processo licitatório. Conforme dados repassados durante entrevista com o representante da empresa com contrato vigente, tem-se a composição de 4 caminhões basculantes e 4 carregadeiras para realização da coleta dos entulhos e ainda 4 coletores garantindo a coleta de lixo domiciliar diariamente.

Conforme observado, os resíduos coletados no perímetro urbano são compostos por diversos tipos de materiais, resíduos vegetais provenientes de supressão vegetal, eletrodomésticos, lixo domiciliar e os RCD's. Destaca-se, portanto, que a prática adotada pela grande maioria dos geradores de resíduos de construção refere-se à utilização de caçambas estacionárias para a disposição de todos os tipos de resíduos ou rejeitos. Sendo que não é realizada a segregação, assim como não há uma preocupação com a destinação adequada dos mesmos, conforme pode ser observado na Figura 3.



Figura 3. Disposição dos resíduos sólidos urbanos.

Com base nos dados coletados em campo, observou-se que são geradas grandes quantidades desses entulhos no município, sendo realizada uma estimativa com base no número de maquinários disponíveis para atividade de coleta, no número de viagens diárias realizada pelos caminhões, nos quais podem cada um pode transportar 5000 kg. Assim, estima-se que é gerado no município cerca de 20000 kg de RCC diariamente.

A destinação final é um agravante no município. Esta problemática é evidenciada, uma vez que os resíduos são enviados para áreas não regularizadas, as quais recebe todo tipo de material (orgânico, da construção civil e resíduos especiais), destacando que estes não recebem nenhum tipo de tratamento. No município foram identificadas duas áreas destinadas para essa finalidade, à primeira localizada na Vicinal Trans. Bom Jesus, Km 5, local designado para o descarte dos entulhos em geral - conhecidas como bota-foras (Figura 4), a segunda área escolhida para o descarte de resíduos diversos, situada no Km 11 (Figura 5), sendo está inserida em uma área de preservação ambiental.



Figura 4. “Bota-fora” na Trans. Bom Jesus.



Figura 5. Lixão no km 11.

A PNRS estabeleceu, dentre outras diretrizes, a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos e a erradicação dos lixões em todos os municípios do país até o ano de 2014 substituindo-os pela implantação de aterros sanitários. Diante do exposto a cidade de Tucuruí ainda mantém a utilização de lixões e botas foras e nunca dispôs de um local para destinação correta dos resíduos coletados, assim trazendo transtornos ambientais sociais e econômicos. Sendo assim, a implantação de uma usina de RCD, beneficiaria com a diminuição da destinação incorreta, bem como na proposição de alternativas de reutilização e reciclagem desses resíduos.

Considera-se que o município apresenta um significativo potencial para a instalação de uma usina de RCD, sendo esse um município de médio porte que apresenta significativa geração desses resíduos. Buscando assim minimizar os problemas relacionados ao descarte inadequado dos RCDs, além de contribuir com a inserção de novos empreendimentos que envolvam a reciclagem de resíduos propiciando um provável aquecimento econômico no setor.

A cidade de Tucuruí integra, simultaneamente com os municípios de Goianésia do Pará, Breu Branco, Jacundá, Nova Ipixuna, Itupiranga e Novo Repartimento. Logo, uma possível implantação de uma Usina Reaproveitamento dos RCD gerados na região poderia reduzir os impactos naturais existentes e beneficiar diretamente, também, as localidades mencionadas.

Para o investimento inicial, fez-se o levantamento do custo com a compra e instalação de equipamentos de britagem para a implantação da Usina de RDCs, considerando a proposta orçamentária de uma empresa da área denominada de EMPRESA A (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa de custos.

Item	Equipamento	QTD	Valor Total
1	Britador de Mandíbula – 10 a 30 T/h	1	R\$ 280.000,00
2	Separador Magnético (opcional)	1	R\$ 35.000,00
3	Sistema anti-poeira (opcional)	1	R\$ 16.000,00
4	<i>Escada de acesso com Guarda corpo -opcional</i>	1	R\$ 10.000,00
5	<i>Peneira Vibratória – 10 a 40 T/h</i>	1	R\$ 120.000,00
6	<i>Esteira transportadora 6 metros</i>	3	R\$ 60.000,00

7	<i>Painel elétrico de controle</i>	1	R\$ 20.000,00
8	<i>Instalação, startup, treinamento, garantia</i>	1	R\$ 20.000,00
<i>TOTAL com opcionais</i>		=	R\$ 561.000,00
<i>TOTAL sem opcionais</i>		=	R\$ 500.000,00

Analisando a proposta orçamentária da Tabela 1, não há taxas referentes instalação dos equipamentos por parte da empresa A. Com isso, o custo total com a compra e implantação do maquinário, é de R\$ 561.000,00 (com equipamentos opcionais) e de R\$ 500.000,00 (sem equipamentos opcionais).

Vale destacar que, apesar do alto investimento inicial na aquisição dos equipamentos, os benefícios gerados tornam-se atrativos, destacando ainda que a redestinação destes resíduos, além de possibilitar uma adequada destinação e reaproveitamento, possibilita a aplicação da economia circular aplicada a construção civil, agregando valor para esses materiais.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que tomando por base os dados coletados e expostos, remete-se que o município de Tucuruí dispõe de um modelo precário de gestão de resíduos, ineficiente para atender a sua atual

demanda populacional. Por esse motivo, a gestão dos RCC em Tucuruí apresentou diferentes carências como disposição final dos resíduos em uma área não licenciada; deficiência de áreas de transbordo para grandes geradores; inexistência de iniciativas públicas para implantação de usinas e reciclagem de RCC; falta de iniciativas de educação ambiental e; ausência de controle de transporte de resíduos. Estimou-se que são gerados cerca de 20000 kg/dia de RCC e cerca de 80% são RCC Classe A, materiais passíveis de reciclagem.

A implantação de uma usina de reciclagem de RCC em Tucuruí implica altos custos de implantação e operação, mas oferece um alto retorno do investimento, além de se beneficiar com a destinação adequada dos resíduos. A viabilidade do negócio mostra que a adoção da reciclagem dentro do município é interessante e aplicável. Além de inovações na construção civil, a implantação desse tipo de fábrica reduzirá o impacto ambiental gerado pelo setor.

Em virtude disso, propõe-se juntamente com a proposta da usina que o município atue com medidas mitigadoras para minimizar os impactos ambientais e sociais decorrentes da geração excessiva de resíduos e disposição inadequada dos RCC, essas ações podem ser: instalação de eco pontos na cidade; aumento de período de recolhimento de entulho nos bairros e; conscientização da população.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15114. Resíduos sólidos da construção civil: Área de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Junho, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (ABRECON). Relatório Pesquisa Setorial 2014/2015: A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil. Paraná, 2015.

BRASIL. CONAMA nº 307. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2002.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.

BRASILEIRO, L.L.et al. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Universidade Federal do Piauí- Teresina. Cerâmica 61.p. 178-189, 2015.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção- CBIC. Banco de dados, 2016. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

JADOVSKI, I. Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição. 2005. 167 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MORAIS, G. M. D. Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: Subsídios para uma gestão sustentável. Uberlândia. 2006. 201 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SEBRAE. Cenários e projeções estratégicas. 2016.

SISTEMA FIRJAN. Construção Civil: desafios 2020. Julho 2014.

Capítulo 7



10.37423/231008344

SISTEMA WETLAND CONSTRUÍDO COMO ALTERNATIVA PARA O TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS NO MEIO RURAL BRASILEIRO - ARTIGO DE REVISÃO

Fábio José de Matos Barbosa

Universidade Federal do Vale do São Francisco

Helder Ribeiro Freitas

Universidade Federal do Vale do São Francisco

Denes Dantas Vieira

Universidade Federal do Vale do São Francisco

Míriam Cleide Cavalcante de Amorim

Universidade Federal do Vale do São Francisco

Jose Getúlio Gomes Sousa

Universidade Federal do Vale do São Francisco



Resumo: A carência de serviços de saneamento básico é uma realidade para quase metade da população brasileira. No caso específico da coleta e tratamento do esgoto sanitário no espaço rural, esta realidade atinge mais de 90% desta população. Dessa maneira, torna-se urgente viabilizar a implantação de sistemas de tratamento alternativos de águas residuais no meio rural brasileiro. Neste contexto, os sistemas wetlands construídos surgem como uma solução técnica e economicamente viável, pois atendem as demandas de despoluição das águas residuais domésticas e agrícolas nas mais diferentes regiões do país. O presente trabalho é baseado na revisão da literatura de diversos trabalhos desenvolvidos no Brasil e no mundo, todos relacionados exclusivamente ao tema. A presente revisão foi realizada através da análise do material disponível nos bancos de dados internacionais SciELO, Science Direct, Springer Journal, Researchgate e Pubmed, além de dissertações e teses que foram desenvolvidas na área do uso de wetlands construídos para o tratamento de efluentes domésticos e agrícolas.

Palavras-chave: Despoluição; Fitorremediação; Reúso de águas residuais; Saneamento rural; Wetlands.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta características distintas no tocante à sua coleta e tratamento de esgotos sanitários (SNIS, 2021). Segundo a NBR 9648/86 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) esgoto sanitário é o "despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária". O esgoto doméstico por sua vez, é de acordo com a mesma norma o "despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas".

A população brasileira em 1º de julho de 2020 estava estimada em 211.755.692 milhões de habitantes (IBGE, 2020). Tendo em vista que o Censo Demográfico de 2020 não foi realizado e tomando apenas como parâmetro ilustrativo os dados do Censo Demográfico de 2010, onde consta que 15,6% da população total residiam em áreas rurais (IBGE, 2010), podemos estimar que em junho de 2020, aproximadamente 33.033.887 milhões de pessoas eram moradoras de áreas rurais. Baseado nestes dados estimados e tomando como referência os dados do SNIS (2021), que revelam que no ano de 2020, apenas 2.263.742 milhões de pessoas que residiam em áreas rurais possuíam esgotamento sanitário (menos de 6,83% da população rural), podemos perceber o quanto é urgente debater o tema tratamento de esgotos sanitários no meio rural.

Nas palavras de Souza et al. (2019) uma das maiores problemáticas do Brasil está no campo do saneamento básico, pois "estas podem afetar direta e indiretamente o ecossistema terrestre, aquático e a saúde humana". Os autores afirmam ainda que "os sistemas de tratamento individuais alternativos e de baixo custo são cada vez mais presentes em locais aonde população não possui acesso a estes serviços básicos, principalmente fora dos centros urbanos".

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR (2021), os "serviços de esgotamento sanitário na área rural, normalmente, são realizados por meio da aplicação de tecnologias alternativas de coleta e tratamento de esgoto", ainda de acordo com MDR, a "orientação é que as tecnologias adotadas busquem melhorar as condições de saúde e higiene das comunidades que vivem nessas áreas por meio de técnicas de baixo custo, que respeitem a cultura e os conhecimentos locais e que sejam ambientalmente sustentáveis".

O termo "Sistema Wetland Construído - SWC", faz referência a uma das possíveis tecnologias existentes para o tratamento de águas residuárias, este sistema foi utilizado pela primeira vez na Alemanha em meados de 1950 por Käthe Seidel do Instituto Max Planck, para a remoção de fenol e na redução da carga orgânica de efluente de laticínio (KADLEC & KNIGHT, 1996, apud SEZERINO et al.,

2015). O Sistema Wetland Construído também é chamado de Sistema Alagado Construído (SAC) ou Jardim Filtrante (JF). (ver Figura 1).



Figura 1: SWC – **Fonte:** Revista Ilha Bela Disponível em:<<https://revistailhabela.com.br/wetlands/>>.

Acesso em: Julho de 2022.

A eficiência do tratamento de águas residuárias através do SWC é reconhecida mundialmente. Na França são mais de 3.500 estações em operação para tratamento de esgoto doméstico de pequenas cidades e comunidades. A eficiência, a simplicidade operacional e construtiva, aliadas à beleza paisagística e à qualidade ambiental, faz do SWC uma solução robusta, segura e atrativa (WETLANDS CONTRUÍDOS, 2020).

Diante do exposto, a presente revisão tem por objetivo principal apresentar o uso do sistema wetland construído (SWC) como sendo uma das alternativas para o tratamento descentralizado de esgotos domésticos no meio rural, contribuindo desta forma para a melhoria contínua das condições de saúde desta população e também para a preservação do meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui uma revisão bibliográfica de caráter analítico a respeito do uso do sistema wetland construído como alternativa para o tratamento de esgotos domésticos no meio rural brasileiro.

A referida revisão bibliográfica foi desenvolvida a partir de produção científica indexada nas seguintes bases eletrônicas de dados: SciELO, ScienceDirect, Springer Journal, Researchgate e Pubmed, além de dissertações e teses que foram desenvolvidas na área da construção e operacionalização do sistema wetland construído, bem como a análise dos resultados obtidos após a sua utilização.

O recorte temporal abrangeu o período compreendido entre janeiro de 2008 a julho de 2022. Também foram utilizados livros-textos que apresentam uma base teórica para o entendimento do conceito e sua aplicação, ressalta-se ainda, uma vez que esse tema tomou impulso apenas na década de 90, que se trata de uma abordagem conceitual.

Outros critérios utilizados para análise foram: seleção dos artigos a partir da análise dos resumos, sendo incluídos apenas aqueles que tinham relação direta com a abordagem proposta, e a utilização das palavras-chaves: despoluição, fitorremediação, reúso de águas residuais, saneamento rural e wetlands.

Após a seleção dos artigos e textos conforme os critérios de inclusão previamente definidos, foram seguidos os seguintes passos: leitura exploratória e interpretativa e escolha do material que se relaciona com os objetivos e tema deste estudo, e pôr fim a redação do texto base.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos mais de 40 artigos e textos encontrados na busca inicial, foram selecionados 28 para leitura e fichamento. Todos os artigos/textos selecionados referiam-se ao tema Sistema Wetland Construído no contexto do saneamento relacionado à coleta e tratamento de esgotos. As publicações em português totalizaram desessete publicações e onze em inglês.

Conforme já mencionado, os SWC foram implementados a partir de meados da década de 50 do século passado, no entanto, o uso de wetlands naturais (pântanos, manguezais, banhados, etc.) para o tratamento de efluentes não é uma ideia nova. Milhares de anos atrás, os pântanos naturais eram usados pelos chineses e pelos egípcios para clarificar efluentes líquidos (ARMON; KIRZHNE; KURZBAUM, 2012). (ver Figura 2).



Figura 2: Wetland Natural - **Fonte:** CulturaMix - Disponível em: <<https://meioambiente.culturamix.com/natureza/Eutrofizacao>>Acesso em: Julho de 2022.

Para Salati (2012), os wetlands naturais possuem funções extremamente importantes dentro dos seus respectivos ecossistemas, pois possuem a capacidade de modificar e controlar a qualidade das águas, através de processos de depuração e de transformação de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes.

Sezerino et al. (2015), explicam que no Brasil. A primeira tentativa de utilização de SWC para purificação de águas, foi realizada pelos pesquisadores Salati e Rodrigues em 1982 e que nos anos 1990 as experiências foram ampliadas. Os autores afirmam ainda, que em 1992 os pesquisadores Conte, Leopoldo, Zuccari e Damasceno aplicaram a tecnologia por eles definida como processo fitopedológico no tratamento de águas residuárias no meio rural.

De acordo com Sezerino et al. (2015) foi somente a partir do ano 2000 que os SWC tiveram a sua implementação intensificada no Brasil, sendo aplicados diferentes tipos de wetlands para o tratamento de diferentes tipos de águas residuais, e utilizando “diferentes materiais filtrantes e macrófitas empregadas”. Existem diversos SWC no redor do mundo, e ao longo dos anos eles veem aperfeiçoados de acordo o efluente a ser tratado e com o nível de tratamento desejado. (ver Figura 3).

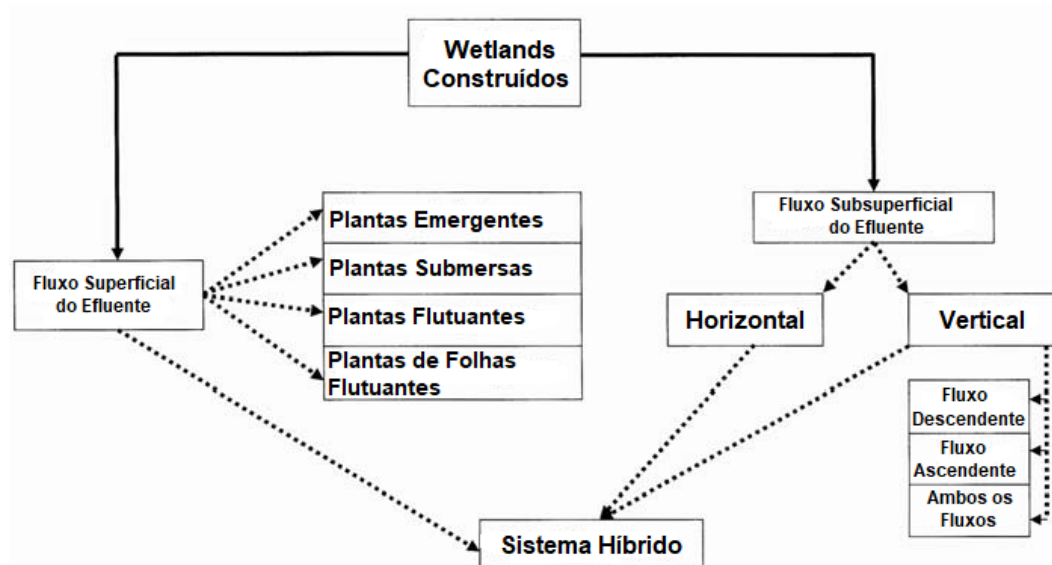


Figura 3: Tipos de wetlands construídos - **Fonte:** Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow - Classificação dos Sistemas de Wetlands Construídos para tratamento de águas residuais - Adaptado de VYMAZAL e KROEPFELOVÁ (2008) – Disponível em: <<https://www.springer.com/gp/book/9781402085796> Acesso em Julho de 2022

Uma dúvida que sempre surge com relação ao SWC, é sobre o papel das plantas no processo de tratamento de efluentes. Neste sentido, a empresa brasileira Wetlands Contruídos (2019), explica “que assim como nos demais sistemas biológicos de tratamento de efluentes, nos SWC a microbiota que se desenvolve no leito do sistema, aderida ao meio suporte, é a principal responsável pela degradação/digestão da matéria orgânica presente no esgoto”.

Varma et al. (2020), corroboram com o parágrafo acima ao afirmarem que “os mecanismos predominantes de remoção de contaminantes em SWC são degradação microbiana, fitodegradação, fitoextração, filtração, sedimentação e adsorção”.

Armon, Kirzhne, Kurzbaum (2012) afirmam que “a tecnologia de SWC são especialmente adequadas para comunidades pequenas e rurais em países em desenvolvimento”. Para estes autores, a “implementação de um SWC é bastante simples em comparação com a construção de uma estação de tratamento de esgotos... e quando construídos adequadamente são sistemas autossustentáveis”. Para eles, o SWC oferece uma tecnologia ecologicamente correta e econômica para o tratamento de águas residuais domésticas e agrícolas, reduzindo as concentrações de sólidos totais em suspensão (SST), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio (N), fósforo (P) e patógenos.

No que diz respeito a eficiência do tratamento de efluentes através do SWC, vários estudos no Brasil e no mundo já comprovaram os seus benefícios. Arantes (2020) declara que “um dos principais fatores que influenciam diretamente na eficiência de remoção de poluentes do SWC, é a metodologia de dimensionamento que é empregada ao implementar esse tipo de tecnologia de tratamento. (ver Figura 4).

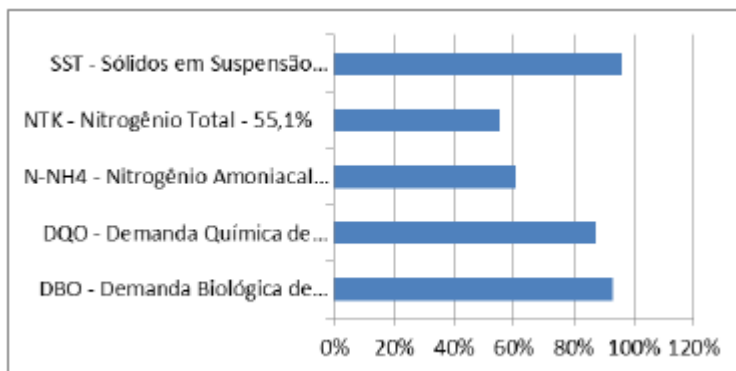


Figura 4: Eficiência do tratamento de efluentes através do SWC híbrido - Reduções em porcentagem
- **Fonte:** Wetlands Blog Disponível em: <<https://www.wetlands.com.br/ete-wetlands-tratamento-de-esgoto>>. Acesso em: Julho de 2022.

O nitrogênio é o principal poluente nas águas residuais domésticas rurais, principalmente na forma de amônia e de nitrogênio orgânico, podendo causar eutrofização do corpo d'água receptor (NIVALA et al., 2019, apud MA et al., 2019). Para Yang et al. (2021), a separação das águas cinzas das águas negras antes de utilizar os SWC, pode facilitar o tratamento da água residual doméstica favorecendo o seu reúso. Isso decorre do fato das águas negras conterem altas concentrações de nitrogênio amoniacal e da capacidade de desnitrificação dos SWC não ser totalmente eficaz.

Separar as fontes de águas residuais domésticas (água cinza e água negra) tem atraído cada vez mais a atenção dos estudiosos em SWC, pois o custo de operação do tratamento das águas cinzas é menor. Porém, nem sempre é possível fazer esta separação em virtude de fatores ambientais e logísticos, nestes casos “muitas estratégias podem ser usadas para aumentar a capacidade de remoção do nitrogênio, como por exemplo, a utilização de: micro aeração, pré-tratamento, fontes de carbono adicionais, aeração intermitente e substratos porosos” (YANG et al., 2021).

Vale ressaltar que é no meio filtrante e nas raízes das plantas que há o surgimento de um biofilme bacteriano, devido à proliferação das mais variadas espécies de bactérias, e é onde ocorrem os processos biológicos, químicos e físicos que tratam as águas residuárias (SOUZA et al., 2004, apud NASCIMENTO et al., 2019). Com este mesmo entendimento Paoli e Sperling, (2013) afirmam que

remoção de poluentes em SWC ocorre por meio de uma intensa diversidade de interações entre os sedimentos, o meio suporte, microrganismos, plantas, atmosfera e a água residuária que se move dentro do sistema. (ver Figura 5).

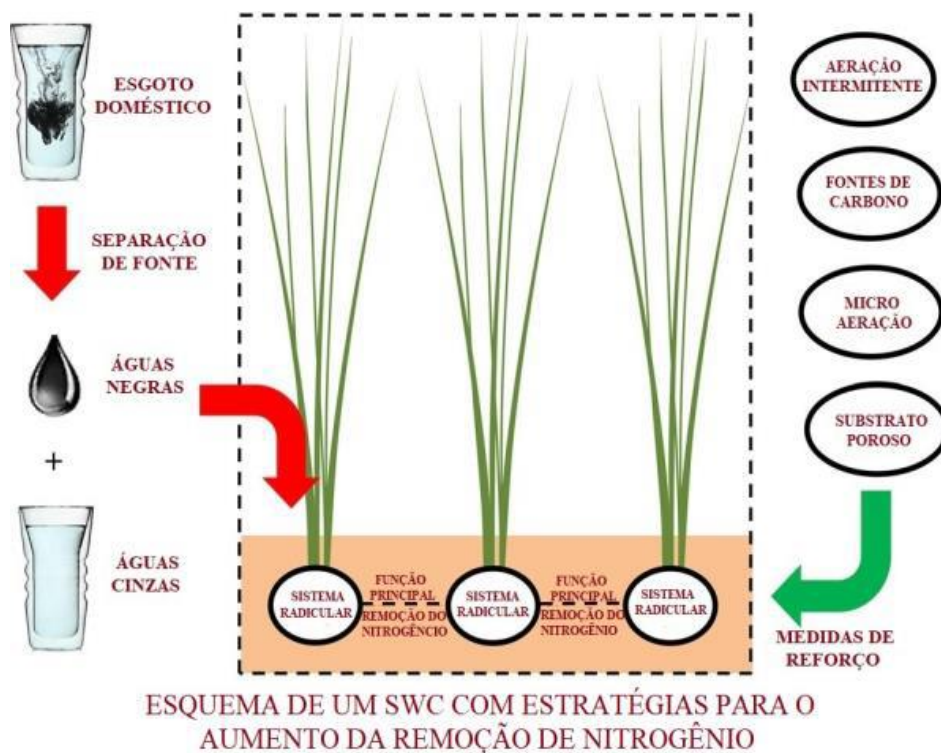


Figura 5: Esquema ilustrativo de um SWC - **Fonte:** Yang et al. (2021) – Adaptado de:

<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34278536/>> . Acesso em: Julho de 2022.

Os SWC estão entre as tecnologias comprovadamente eficientes para o tratamento de águas residuais e têm um forte potencial de aplicação em países em desenvolvimento (VYMAZAL E KRÖPFLOVÁ, 2009; HIJOSA-VALSERO et al., 2010, apud LUTTERBECK et al., 2018). Os citados autores reafirmam que “devido ao baixo consumo de energia e aos baixos custos de manutenção, esses sistemas podem constituir uma alternativa interessante para o tratamento descentralizado de efluentes em comunidades rurais”. Na mesma linha de entendimento, Moreira e Oliveira Dias (2020) afirmam que “as principais vantagens dos SWC incluem custos relativamente baixos para implantação, operação e manutenção de tais sistemas, dispensam de mão de obra qualificada, boa qualidade dos efluentes finais e produção de biomassa”.

Moreira e Oliveira Dias (2020) enfatizam ainda que o “SWC consiste em uma técnica com grande potencial para o tratamento de águas residuais domésticas em áreas rurais”, e que a maioria dos SWC pesquisados (Turquia, Polônia, Portugal, Espanha, Grécia, Ucrânia, China, Marrocos e República

Tcheca) são precedidos por fossas sépticas ou outro sistema de pré-tratamento a fim de melhorar a eficiência do tratamento.

Vale ressaltar que o esgoto rural tem características diferentes do esgoto urbano; em particular, tem concentrações mais baixas de poluentes. Além disso, é sempre amplamente distribuído, com até 90% das águas residuais não tratadas lançadas indiscriminadamente diretamente nas superfícies próximas (CHEN E YAO, 2015, apud MA et al., 2019). No tocante ao lançamento direto de águas residuais sobre as superfícies, Li et. al. (2019) afirmam que “esta descarga pode resultar em níveis excessivos de nitrogênio (N) e fósforo (P) em canais, valas e lagoas, o que pode levar à eutrofização do corpo d'água”.

Como aponta Varma et al. (2020), o desempenho dos SWC pode depender dentre outros fatores, do fator ambiental. Neste sentido, os autores citam a: Influência da temperatura, das macrófitas, dos microrganismos e também do meio suporte. No que diz respeito a influência da temperatura, os mesmos autores afirmam que os SWC “têm uma eficiência de tratamento considerável nas regiões mais quentes do mundo, ao contrário das regiões de clima frio, onde o seu nível de desempenho reduz drasticamente”.

Outro fator importante relacionado à utilização dos SWC está no cuidado com a sua vida útil. Os primeiros SWC da Turquia foram implantados em 1994 somente para efeito de estudos, mas foi somente após o ano 2000 que eles foram implantados em escala real. O intuito destas instalações foi o de tratar tanto as águas residuais domésticas quanto as águas residuais agrícolas, e neste cenário, observou-se que os maiores problemas encontrados nesses sistemas estão relacionados à operação e manutenção, pois não foi alocado pessoal suficiente por parte do governo para acompanhar tal processo de tratamento (KEMAL et al., 2021).

Ainda no que diz respeito à vida útil dos SWC, é importante salientar que até o momento, um pequeno número de estudos investigou a configuração mais sustentável desses sistemas em países em desenvolvimento. Ressaltando principalmente a falta de pesquisas sobre índices de impactos ambientais diretos e avaliações do seu ciclo de vida (LUTTERBECK et al., 2017).

CONCLUSÃO

Após a finalização da leitura exploratória e interpretativa dos textos previamente selecionados, conclui-se que os sistemas wetlands construídos são indiscutivelmente uma tecnologia alternativa de baixo custo de implantação e manutenção e que são extremamente indicadas para o tratamento de águas residuárias (doméstica e agrícola) no meio rural brasileiro. Esta conclusão baseia-se nos

inúmeros trabalhos pesquisados, onde são apresentados relatos sobre o emprego viável desta tecnologia ao redor do mundo e no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que de uma forma direta ou indireta contribuiu para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Jonathan Oliveira. Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto doméstico por meio de sistema adaptado de wetlands construídos. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Rio Verde, Rio Verde, 2020. Disponível em: <https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_14/20210827051527Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Jonathan.pdf>. Acesso em: Jul. 2022.

ARMON, Robert; KIRZHNER, Felix; KURZBAUM, Eyal. Improvement of water quality using constructed wetland systems. Reviews on Environmental Health. Boston, 2012. doi:10.1515/reveh-2012-0005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22755268/>>. Acesso em: Jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/e8s8v5>>. Acesso em: Jul. 2022.

FERREIRA, Julia de M. J.; ROSTON, Denis M.; BROTA, Giovani A. Avaliação da Eficiência de Tratamento de um Sistema de Wetlands Construídos de Fluxo Horizontal. XXIV Congresso de Iniciação Científica da UNICAMP. Campinas, 2016. Disponível em: <<https://proceedings.science/unicamp-pibic/pibic-2016/papers/avaliacao-da-eficiencia-de-tratamento-de-um-sistema-de-wetlands-construidos-de-fluxo-horizontal>>. Acesso em: jul. 2022.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf>. Acesso em: jul. 2022.

IBGE. Portaria nº PR-254, de 25 de Agosto de 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-pr-254-de-25-de-agosto-de-2020-274382852>>. Acesso em: jul. 2022.

KEMAL, Gunes; MASI, Fabio; AYAZ, Selma; TUNCSIPER, Bilal; BESIKTAS, Mehmet. Domestic wastewater and surface runoff treatment implementations by constructed wetlands for Turkey: 25 years of experience. Ecological Engineering, 2021. doi:10.1016/j.ecoleng.2021.106369. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092585742100224X>>. Acesso em: jul. 2022.

LI, Xi; LI Yuyuan; LV, Dianqing; LI, Yong; WU, Jinshui. Nitrogen and phosphorus removal performance and bacterial communities in a multistage surface flow constructed wetland treating rural domestic sewage. Science of The Total Environment. China, 2019. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.136235. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971936231X>>. Acesso em: jul. 2022.

LI, Yahui; ZHU, Shikun; ZHANG, Yu; LV, Minghuan; JO, Jean; KINHOUN, Joel R.; QIAN, Tingting; FAN, Big. Constructed wetland treatment of source separated washing wastewater in rural areas of southern China. Separation and Purification Technology. China, 2021. doi:10.1016/j.seppur.2021.118725. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586621004378>>. Acesso em: Jul. 2022.

LUTTERBECK, Carlos A.; KIST, Lourdes T.; LOPEZ, Diosnel R.; ZERWES, Filipe V.; MACHADO, Ênio L. Life cycle assessment of integrated wastewater treatment systems with constructed wetlands in rural areas. Journal of Cleaner Production, 2017. doi:10.1016/j.jclepro.2017.02.024. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617302287>>. Acesso em: Jul. 2022.

LUTTERBECK, C. A.; ZERWES, F. V.; RADTKE, J. F.; KÖHLER, A.; KIST, L. T.; MACHADO, Ê. L. Integrated system with constructed wetlands for the treatment of domestic wastewaters generated at a rural property – Evaluation of general parameters ecotoxicity and cytogenetics. *Ecological Engineering*. SantaCruzdoSul,2018.doi:10.1016/j.ecoleng.2018.01.004.Disponívelem:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857418300041>>. Acesso em: Jul. 2022.

MA, Y.; ZHAI, Y.; ZHENG, X.; HE, S.; ZHAO, M. Rural domestic wastewater treatment in constructed ditch wetlands: Effects of influent flow ratio distribution. *Journal of Cleaner Production*.China, 2019. doi:10.1016/j.jclepro.2019.03.235.Disponívelem:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619309448>>. Acesso em: Jul. 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021. Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília-DF. 2021.Disponívelem:<<http://www.snis.gov.br/panoramadosaneamento#:~:text=O%20Panorama%20do%20Saneamento%20B%C3%A1sico,os%20cidad%C3%A3os%20aos%20benef%C3%ADcios%20do>>. Acesso em: Jul. 2022.

MOREIRA, Fernanda. D.; OLIVEIRA DIAS, Edgard. H. Constructed wetlands applied in rural sanitation: a review. *Environmental Research*. Juiz de Fora, 2020. doi:10.1016/j.envres.2020.110016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32768473/>>. Acesso em: Jul. 2022.

NASCIMENTO, Lucas M. dos S.; ZABLONSKY, Joana R.; SILVA, Davi P. da; MARCONDES, Naiury da S.; SOUZA, Barbara L. P. de. Construção e caracterização microbiológica de dois sistemas wetlands em escala piloto aplicados ao tratamento de efluente doméstico. *Revista Mundi Saúde e Biológicas*. Curitiba,2019.Disponívelem:<https://www.researchgate.net/publication/355069675_construcao_e_caracterizacao_microbiologica_de_dois_sistemas_wetlands_em_escalapiloto_aplicados_ao_tratamento_de_efluente_domestico>. Acesso em: Jul. 2022.

PAOLI, André C. de; SPERLING, Marcos Von. Avaliação das condições hidrodinâmicas de wetlands de escoamento horizontal subsuperficial (unidades plantada e não plantada). *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*. Salvador, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/294738601_avaliacao_das_condicoes_hidrodinamicas_de_wetlands_de_escoamento_horizontal_subsuperficial_unidades_plantada_e_nao_plantada>. Acesso em: Jul. 2022.

SALATI, Eneas. Controle de Qualidade da Água Através de Sistemas de Wetlands Construídos. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, p.19, 2012. Disponível em:<<https://tratamentodeagua.com.br/wpcontent/uploads/2016/03/Controlededequalidadede%C3%A1gua-atrav%C3%A9s-de-sistemas-Wetlands-constru%C3%ADdos.pdf>>. Acesso em: Jul. 2022.

SARTOR, D.; MOTTA, J. A. M.; MEDEIROS, R. C.; DECEZARO, S. T. - Dimensionamento e avaliação de wetland construído utilizado para tratamento de efluente doméstico em área rural: um estudo de caso.*RevistaIberoAmericana deCiênciasAmbientais*.Aracaju,2021.doi:<http://doi.org/10.6008/CBPC21796858.2021.006.0024>.Disponívelem:<<https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/5769>>. Acesso em: Jul. 2022.

SEZERINO, Pablo H.; BENTO, Alessandra P.; DECEZARO, Samara T.; MAGRI, Maria E.; PHILIPPI, Luiz S. - Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/8zwy5WwwLZVxRk5btDHDMkG/?lang=pt>>. Acesso em: Jul. 2022.

SEZERINO, Pablo H.; VALENTE, Victor B. FILTRO PLANTADO COM TYPHA SPP DE FLUXO HORIZONTAL (CONSTRUCTED WETLAND) APLICADO COMO POLIMENTO DE EFLUENTE DE LAGOA FACULTATIVA. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266266580_ii348_filtro_plantado_com_typha_spp_de_fluxo_horizontal_constructed_wetland_aplicado_como_polimento_de_efluente_de_lagoa_facultativa/citation/download>. Acesso em: Jul. 2022.

SILVA JÚNIOR, Édio Damásio da. Influência climática em modelos cinético hidrodinâmicos para dimensionamento de wetlands construídas no tratamento de esgoto doméstico. TESE (Doutorado) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <http://ptarh.unb.br/wpcontent/uploads/2020/02/Tese_Edio_Damasio_Tese_final.pdf>. Acesso em: Jul. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS - Diagnóstico Anual de Água e Esgoto 2021 (anodereferência 2020). Brasília, 2021. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos/agua-e-esgotos>>. Acesso em: Jul. 2022.

SOUZA, Ligia da P.; XAVIER, Bárbara V. M. P.; BATISTA, Rafaella F.; SANTOS, Rômulo R. F. dos. Dimensionamento de um sistema wetlands construídos de fluxo horizontal para tratamento do efluente de uma residência rural. Anais do XVII Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e V Fórum Latino-Americano de Engenharia e Sustentabilidade. João Pessoa, 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/emeeamb/156634-dimensionamentodeumsistema-wetlands-construidos-de-fluxo-horizontal-para-tratamento-do-efluente-de-uma-residen>>. Acesso em: Jul. 2022.

WETLANDS CONSTRUÍDOS. Wetlands para tratamento de esgotos: uma solução para efluentes sanitários. Equipe Wetlands, 15 de Nov. de 2019. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <<https://www.wetlands.com.br/post/wetlands-para-tratamento-de-esgotos-uma-solucao-para-efluentessanitarios>>. Acesso em: Jul. 2022.

WETLANDS CONSTRUÍDOS. Desmistificando os wetlands construídos. Equipe Wetlands, 19 de Mar. de 2020. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <<https://www.wetlands.com.br/post/desmistificando-os-wetlandsconstru%C3%ADdos>>. Acesso em: Jul. 2022.

YANG, Longjian; LI, Xiangyu; XU, Kaiqin; BEI, Ke; ZHENG, Xiangyong; LU, Shiwen; NA, Ning; ZHAO, Jinshan; JIN, Zhan. Application of constructed wetlands in treating rural sewage from source separation with high influent nitrogen load: a review. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2021. doi:10.1007/s11274-021-03105-3. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34278536/>>. Acesso em: Jul. 2022.

VARMA, M.; GUPTA, A. K.; GHOSAL, P. S.; MAJUMDER, A. A review on performance of constructed wetlands in tropical and cold climate: Insights of mechanism, role of influencing factors, and system modification in low temperature. *Science of the Total Environment*, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142540>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720360691?via%3Dihub>>. Acesso em: Jul. 2022.

VYMAZAL, Jan; KROEPFLOVÁ, Lenka. Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal SubSurface Flow. *Environmental pollution*, v.14. Praga, p.566, 2008. Disponível em: <<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4020-8580-2>>. Acesso em: Jul. 2022.

Capítulo 8



10.37423/231008349

ENSINO DE POLÍMEROS NA PERSPECTIVA QUÍMICA E AMBIENTAL

Talita Angelica dos Santos

Universidade Federal do ABC

Ana Paula Mattos Arêas

Universidade Federal do ABC



Resumo: Dada a importância dos polímeros, os problemas decorrentes do seu descarte inadequado e as políticas ambientais em vigor, é fundamental conscientizar os alunos do ensino médio sobre esse tema. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre o ensino de polímeros, tanto sob a perspectiva química quanto ambiental. Com base nos resultados obtidos na revisão bibliográfica, foi elaborada uma proposta de atividade para o ensino de polímeros no ensino médio. A revisão bibliográfica demonstrou que o uso de atividades práticas, jogos, projetos e oficinas auxiliam no processo de ensino e aprendizado. Portanto, propusemos a realização do evento denominado “Feira de Polímeros” para o 3º ano do Ensino Médio. A proposta da “Feira de Polímeros” foi fundamentada em metodologias ativas, visando aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, e se mostrou promissora para uma educação contextualizada e cidadã.

Palavras-chave: ensino de polímeros; química; conscientização ambiental.

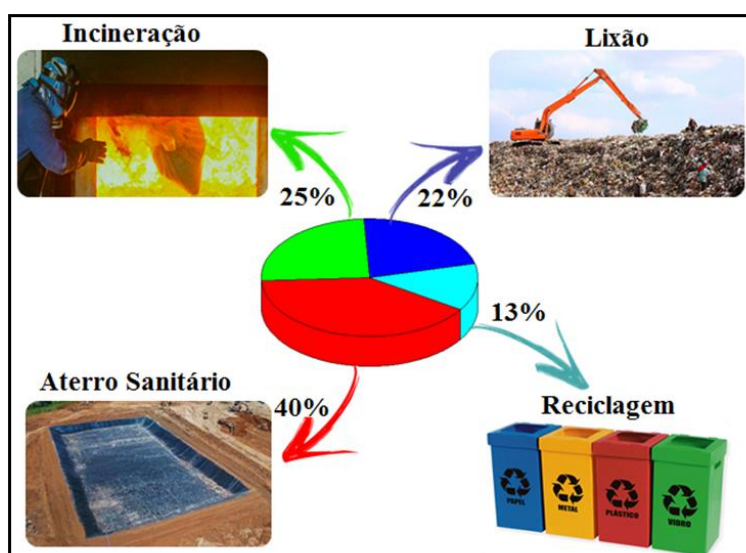
1 INTRODUÇÃO

Os polímeros, conhecidos popularmente como plásticos, atualmente são usados em nosso cotidiano e em diversas áreas, como na indústria têxtil, alimentícia, automobilística, farmacêutica e civil (ABIPLAST, 2017; RASMUSSEN, 2018). Esses materiais apresentam baixo custo de produção, alta durabilidade e resistência química, facilidade de produção e baixa densidade, o que os tornam materiais ideais para diversas aplicações cotidianas (MICHAELI et al., 2008; MARK, 1999). Devido às suas propriedades vantajosas, os polímeros são usados em larga escala, o que gera preocupações relacionadas à sua matéria prima e ao seu descarte pós-consumo (ABIPLAST, 2018).

O descarte pós-consumo dos polímeros, quando realizado de maneira errônea, pode causar problemas ambientais, porque, os polímeros levam entre 10 e 500 anos para se decompor. Os resíduos poliméricos descartados erroneamente acumulam-se em locais inadequados, provocando enchentes, amontoados de lixo e até mesmo contaminações de rios, mananciais e oceanos (GEYER, JAMBECK e LAW, 2017; SPINACÉ e DE PAOLI, 2005).

No Brasil, algumas alternativas para minimizar os danos causados pelos resíduos poliméricos são o descarte em aterros sanitários, reciclagem, reutilização, a incineração e o uso de polímeros biodegradáveis, como mostrado na Figura 1(YIN e YANG, 2020).

Figura 1: Destinação dos resíduos sólidos urbanos.



Fonte: adaptado de YIN e YANG, 2020.

Levando em consideração os aspectos ambientais citados, nota-se que é de extrema importância que haja conscientização sobre os benefícios e malefícios causados pelo uso dos polímeros no nosso cotidiano. Bem como, faz-se necessário que os cidadãos tenham conhecimentos das principais alternativas para minimizar os danos ambientais causados pelo descarte inadequado dos polímeros (SPERLING, 2013; ALCANTARA-GARCIA e PLOEGER, 2018). Dessa forma, considerando que o Ensino Médio possui como função formar cidadãos conscientes de suas ações e que vivemos na “Era dos plásticos”, é importantíssimo que ocorra o ensino de polímeros nas perspectivas ambiental e química para os alunos desse nível de educação formal (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018). No entanto, existem algumas limitações para o ensino de polímeros no ensino médio.

1.1 LIMITAÇÕES ENCONTRADAS NO ENSINO DE POLÍMEROS PARA O ENSINO MÉDIO

As principais limitações para o ensino de polímeros no ensino médio incluem a falta de tempo disponível para abordar o tema no planejamento do professor e a compreensão limitada de conceitos químicos e ambientais prévios. Em relação aos conceitos químicos, isso envolve dificuldades em compreender os aspectos macro, micro e sub microscópicos do conhecimento químico. Para superar essas dificuldades, são necessárias ferramentas pedagógicas que ajudem os alunos a relacionar os conceitos e fenômenos em diferentes níveis de conhecimento (ARRUDA E CATÃO, 2020).

No que diz respeito ao conhecimento ambiental prévio, as principais limitações se relacionam à falta de interdisciplinaridade e à dificuldade em entender conceitos ambientais, como os termos "reciclável" e "biodegradável" (ARRUDA E CATÃO, 2020).

Além dessas barreiras de natureza química e ambiental, o ensino de polímeros é prejudicado pelo desinteresse e falta de motivação dos alunos, muitas vezes devido a abordagens tradicionais de ensino. Isso é agravado pela falta de conexão entre os conceitos químicos e a vida cotidiana dos alunos, o que torna difícil perceber a relevância do conhecimento químico em suas vidas diárias (AZEVEDO e MOREIRA, 2020; GUERREIRO et al., 2015).

Levando em consideração essas limitações, existem diversas metodologias de ensino que facilitam a inserção e o estudo do tema polímeros no ensino médio. Alguns exemplos de teorias que podem ser aplicadas é a teoria da aprendizagem significativa, que foi proposta por David Ausubel e considera que o ensino do conteúdo deve ocorrer de maneira não arbitrária e não literal. Ausubel considera o conhecimento prévio dos alunos, a respeito dos temas que estão sendo estudados, como ponto de

partida para a aprendizagem significativa (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

Para Ausubel, os alunos não são páginas em branco e possuem conhecimentos prévios que são relativos às suas experiências de vida e que são denominados subsunçores. Dessa forma, os subsunçores são o ponto de partida para a aprendizagem, que se dá por meio da interação da nova informação com a estrutura cognitiva que o aluno já possui (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

Para que a aprendizagem significativa ocorra, Ausubel propõe a preparação de um material potencialmente significativo que não seja abordado de forma arbitrária, somada com a disposição do aprendiz em introjetar aquele conteúdo de maneira substancial, conectando com seus conhecimentos prévios. Portanto, Ausubel sugere que a aprendizagem se desenvolva por meio da descoberta, usando processos investigativos e interação entre aluno e professor, que geram uma ponte cognitiva entre o que o aprendiz já sabe, e o que ele precisa aprender (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

O material potencialmente significativo é retido pelo aluno, por meio da Teoria da Assimilação, na qual, os subsunçores atuam na transformação desse material para ele ser retido e o material atua na transformação dos subsunçores, possibilitando a assimilação de novos subsunçores. Nesse ponto, a teoria de Ausubel se entrelaça com a de Piaget, que denomina esse processo de acomodação, na qual, as novas acomodações levam à construção de novos esquemas de assimilação (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

Nesse contexto, o professor torna-se um facilitador do aprendizado, pois, insere mecanismos que provocam o interesse e a capacidade dos alunos de assimilarem, o que eles já sabem, com os novos conceitos ensinados. Para que isso ocorra, o professor precisa valorizar a estrutura cognitiva do aprendiz e desenvolver a percepção e a habilidade de planejar suas aulas de acordo com as necessidades da turma, levando em consideração o contexto social, político e econômico no qual os alunos estão inseridos (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

Nesse caso, o ensino de polímeros pode ocorrer por meio da aprendizagem significativa e dos conceitos que o aluno já sabe sobre polímeros. Inicialmente, os alunos não dominam os termos técnicos da área, porém, eles reconhecem a importância dos plásticos no seu dia a dia e conhecem alguns dos problemas ambientais gerados pelo seu descarte inadequado. Portanto, partindo desses

conhecimentos, torna-se mais fácil despertar o interesse dos alunos para que aprendam de maneira significativa sobre o tema (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

A fim de minimizar as limitações relacionadas ao ensino de polímeros utilizando a aprendizagem significativa, podem-se utilizar metodologias que visam facilitar o ensino e aumentar o interesse do aluno, dentre elas estão a experimentação, a contextualização por meio de temas geradores e CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), interdisciplinaridade, uso de analogias e modelos e o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC).

A contextualização é uma maneira muito eficaz de despertar o interesse dos alunos para ensino de química porque envolve diversos assuntos e aspectos do dia a dia. O ensino contextualizado, principalmente interdisciplinar, relaciona o conteúdo do currículo do aluno com aspectos sócio científicos, como questões ambientais, políticas, éticas e econômicas (AZEVEDO e MOREIRA, 2020; FUMAGALE, 2012; TAMIASSO-MARTINHON *et al.*, 2019).

A experimentação é uma das maneiras mais interativas e eficazes de auxiliar a aprendizagem significativa dos alunos, porque proporciona uma maior articulação entre o fenômeno e a teoria, conectando assim, o pensar ao saber fazer (AZEVEDO e MOREIRA, 2020; GOMES, CALEFI e MELO, 2017; MELO, GOMES e SILVA, 2019).

A experimentação, quando realizada de forma investigativa, facilita a aprendizagem significativa, pois, permite que os alunos construam o conhecimento por meio da tentativa-erro e da proposição de hipóteses. Caso sejam realizadas práticas que usam roteiros prontos ou práticas demonstrativas, deve haver uma discussão dos fenômenos e resultados observados, articulando os 3 níveis do conhecimento químico, para que a aprendizagem se dê de maneira significativa (ARRUDA e CATÃO, 2020).

Embora a experimentação seja altamente eficiente para a aprendizagem dos alunos, ela é limitada devido a fatores físicos e estruturais (MELO, GOMES e SILVA, 2019). Uma alternativa para minimizar os problemas relacionados à aplicação de atividades experimentais é o uso de experimentos demonstrativo-investigativos, realizados em sala ou por vídeo, desse modo, consegue-se articular melhor o conhecimento teórico com a prática sem a necessidade de uma infraestrutura complexa (MELO, GOMES e SILVA, 2019).

Para tornar a aprendizagem significativa e contextualizada a fim de motivar os alunos, pode-se inserir o tema química dos polímeros em uma abordagem CTSA.

A química dos polímeros em uma abordagem CTSA pode ser dividida em duas vertentes principais: os polímeros e a sociedade e ambiente, que envolve a dependência desses materiais *versus* problemas ambientais; e os polímeros na Ciência e tecnologia, que envolve processos produtivos, noções sobre química e desenvolvimento científico e propriedades desses materiais (SILVEIRA *et al.*, 2018).

O ensino de química dos polímeros, na perspectiva CTSA, pode ser um tema gerador quando abordado por meio da educação problematizadora, a qual foi estudada e proposta por Paulo Freire. A problematização a respeito do uso, descarte e desenvolvimento de produtos plásticos pode ser ensinada a fim do aluno exercer a ação transformadora da sua realidade. Nesse contexto, o diálogo proporciona a problematização das situações nas quais o estudante pode participar como um cidadão ativo, no qual o conhecimento é construído como uma via de mão dupla entre o professor e o aluno (OLIVEIRA e RECENA, 2014).

Para facilitar o ensino CTSA, pode-se fazer o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) que permitem ao aluno e ao professor utilizar simulações, realizar pesquisas e atividades que aumentem o fluxo de informações e que facilitem a pesquisa e entendimento dos novos conceitos (SOUZA, RECENA e JORGE, 2014). O uso das TICs permite que o conhecimento se dê de forma ativa e interativa, o que amplia ainda mais as possibilidades de alcançar uma aprendizagem significativa (SOUZA, RECENA e JORGE, 2014).

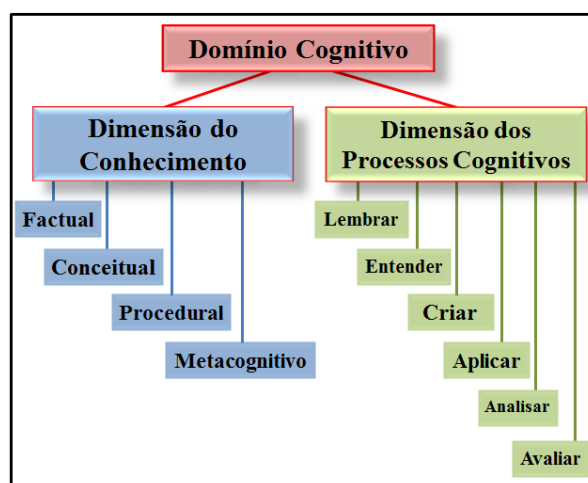
Um recurso interessante usando as TICs são as *webquests*, ou seja, o uso de sites da disciplina, que apresentam conteúdos (textos, vídeos, slides) e atividades (questionários, jogos) que são direcionados e filtradas pelo criador do recurso. Uma das maiores dificuldades do uso desse instrumento, principalmente em regiões periféricas, é a falta de computadores, internet e recursos audiovisuais, o que limita o seu uso a escolas ou alunos que possuem recursos necessários para o acesso (SOUZA, RECENA e JORGE, 2014).

Em conjunto com as diversas ferramentas já citadas para proporcionar uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem, pode-se utilizar também a taxonomia. Taxonomia, segundo o dicionário Michaelis, é “*Ciência ou estado dos princípios gerais da classificação científica*”, portanto, taxonomia na área da educação, trata da classificação dos domínios cognitivos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem e que são fundamentais para um melhor planejamento das atividades e das aulas (FERRAZ e BELHOT, 2014).

Na área da educação a taxonomia de Bloom, criada em 1956 e revisada a partir de 1995, é a mais usada para a classificação do domínio cognitivo que está envolvido no ensino. A Figura 2 mostra a classificação da dimensão do conhecimento e dos processos cognitivos envolvidos na Taxonomia de Bloom Revisada, onde é possível observar que a dimensão do conhecimento é dividida em factual, conceitual, procedural e metacognitivo; e a dimensão dos processos cognitivos é dividida em lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar (FERRAZ e BELHOT, 2014).

Na taxonomia de Bloom, as categorias ordenadas possuem certa hierarquia relacionada à complexidade e a abstração, sendo assim, para atingir uma categoria posterior há a necessidade de domínio completo ou parcial das antecessoras. Desse modo, levando em consideração a Taxonomia de Bloom e as diversas ferramentas que auxiliam o ensino de química dos polímeros, é possível realizar atividades que proporcionam um ensino contextualizado, interdisciplinar e que tem potencial para tornar a aprendizagem do aluno significativa, atuando também na formação do aluno como cidadão (FERRAZ e BELHOT, 2014).

Figura 2: Classificação da dimensão do conhecimento e dos processos cognitivos envolvidos na Taxonomia de Bloom Revisada.



Fonte: adaptado de GALHARDI e AZEVEDO, 2013.

Portanto, neste trabalho, objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica de artigos e trabalhos publicados em anais de congressos sobre o ensino de polímeros no ensino médio, e em seguida realizou-se uma proposta do evento “Feira de Polímeros” para os alunos do 3º ano do Ensino Médio com o auxílio do uso de uma *webquest*.

2 MÉTODOS

Inicialmente, realizou-se uma busca de artigos e de trabalhos brasileiros publicados em anais de congressos nos sites Scielo e Google Acadêmico, usando as palavras-chave “ensino de polímeros” entre os anos de 2010 e 2020.

Após a revisão bibliográfica, foi proposta a realização de um evento para o ensino de polímeros, que seria aplicado aos alunos do 3º ano do Ensino Médio. O evento foi proposto com base nas atividades sobre o ensino de polímeros, encontradas na revisão bibliográfica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE POLÍMEROS NO ENSINO MÉDIO

A seguir serão apresentados os principais resultados de uma revisão bibliográfica sobre diferentes metodologias e atividades para o ensino de polímeros em escolas públicas e particulares do Brasil.

Guerreiro *et al* (2015) aplicaram uma sequência didática, relacionada ao tema polímeros, para estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Maracanaú (Ceará). A primeira parte da sequência didática consistiu na aplicação de um questionário para avaliar a situação socioeconômica e os conhecimentos prévios dos alunos, em seguida realizou-se aula expositiva com apresentação de slides e experimentos químicos - Detecção de amido na maçã; dissolvendo o poliestireno expansível; o líquido que quer ser sólido; fabricando cola caseira a partir da proteína do leite. A segunda parte da sequência consistiu em aulas expositivas com apresentação de slides e aplicação de jogo lúdico, denominado “Polimerizando ideais”. A avaliação dos alunos foi realizada por meio de questões nos padrões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Os resultados da avaliação mostraram que a metodologia aplicada implicou em um maior acerto de questões do ENEM. A aplicação da sequência didática se mostrou eficaz para avaliar os efeitos da aplicação de atividades lúdicas, experimentais em conjunto com as aulas expositivas tradicionais e mostrou resultados satisfatórios, evidenciando assim, a importância da aplicação de novas metodologias que despertem o interesse dos alunos e torne o processo de ensino-aprendizagem dinâmico.

Guckert e Souza (2019) utilizaram o tema “Polímeros plásticos aplicados a construção civil” para realizar atividades para o 3º ano do Ensino Médio da E.E. Irmã Maria Teresa. Realizou-se um conjunto de aulas, cuja finalidade foi a identificação dos materiais plásticos utilizados na estrutura predial da escola. Na primeira aula, realizou-se uma prática investigativa de identificação dos plásticos usados na construção do prédio escolar. Entre a segunda e a quarta aulas, foram apresentados os conceitos a respeito dos materiais poliméricos, bem como as funções orgânicas, propriedades e reações de síntese. Na quinta e na sexta aula, os alunos realizaram um trabalho, no qual, deveriam procurar informações específicas sobre algum material polimérico usado na construção civil. Na sétima aula, realizou-se a explicação de propriedades sobre polímeros (densidade, propriedades mecânicas) e sua relação com os conceitos de interações intermoleculares e com a reciclagem desses materiais. Por fim, na oitava aula, os alunos compartilharam, por meio de uma apresentação oral, os dados pesquisados e realizou-se um portfólio no site da escola com o material teórico pesquisado pelos alunos levando em consideração os aspectos sociais, científicos e econômicos da pesquisa.

A metodologia usada, mesclando aulas teóricas com projetos práticos e pesquisa guiada, foi eficiente para o ensino voltado para a cidadania, em conjunto com a abordagem de conceitos químicos, e que, estimulou a construção do conhecimento dos alunos. Por meio da aplicação dessa atividade, foi possível realizar o estudo do tema polímeros, contextualizado com a realidade presente no ambiente escolar.

Costa e Silva (2013) aplicaram uma sequência de aulas para introduzir o assunto polímeros em um contexto CTSA para alunos do 3º ano do Ensino Médio. Na primeira aula (50 minutos), utilizou-se o *software Prezi* para explanar o tema da aula “Polímeros: solução ou poluição?”. Inicialmente, exibiram-se imagens da presença dos polímeros no cotidiano e do lixo acumulado devido ao descarte inadequado dos polímeros; em seguida, exibiu-se um vídeo que relaciona o descarte inadequado e o período de decomposição dos polímeros com as enchentes. Após analisarem as imagens e os vídeos, os alunos discutiram sobre a quantidade e o descarte do lixo que eles produzem.

Na segunda aula (150 min), articulou-se o contexto tecnológico com o químico. Foram apresentados vídeos mostrando o processo produtivo, os tipos de reações de polimerização e a classificação dos polímeros. Em seguida, os alunos assistiram a outro vídeo sobre o impacto ambiental dos plásticos no meio ambiente, e, foram divididos em grupos para propor alternativas para minimizar os problemas observados no vídeo. Por fim, foi apresentado o material teórico e os alunos resolveram alguns exercícios.

Na terceira aula da sequência didática (50 min), realizou-se a reflexão sobre questões socioambientais onde os grupos compartilharam as respostas e puderam realizar uma discussão crítica.

A abordagem CTSA, escolhida pelos autores, favorece a formação do aluno de maneira contextualizada, construtivista e interacionista, na qual, ele é estimulado a desenvolver o seu senso crítico baseado em aspectos científicos e sociais. A aplicação de vídeos se mostrou eficaz para despertar o interesse dos alunos e pode ser uma maneira simples e fácil de incentivá-los. Vale ressaltar que em período de pandemia, no qual as aulas foram realizadas parcialmente em casa, os vídeos tornaram-se uma ferramenta essencial para atingir os objetivos desejados.

Castro e Rosas (2018) realizaram a aplicação de uma sequência didática em uma escola da rede estadual de Manaus (AM), com 126 estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A sequência iniciou-se com a aplicação de um pré-teste sobre polímeros, seguido de uma aula teórica abordando os conceitos, a classificação dos polímeros (naturais e sintéticos) e as principais reações de polimerização - adição, condensação e rearranjo. Em seguida, realizaram-se duas práticas em sala de aula, a prática “Geleca 100% caseira” e a prática “Produção de um polímero biodegradável (amido termoplástico) usando biomassa da batata”. Por fim, a última aula da sequência, foi expositiva a fim de discutir a prática e realizou-se a aplicação de um pós-teste, envolvendo os conceitos estudados durante as aulas.

Por meio da avaliação do pré e do pós-teste, foi possível observar que as respostas obtidas no pós-teste, para todas as questões e em todas as turmas, apresentaram um maior número de acertos em relação ao pré-teste, o que indica que a metodologia usada foi eficaz para a compreensão dos assuntos estudados.

Job *et al* (2015) estudaram a aplicação de uma sequência didática, com o objetivo de debater o tema “Polímeros e reciclagem”, na Escola Estadual “Angélica de Oliveira”, em Álvares Machado (SP), para 80 alunos do 2º e 3º ano do Ensino Médio. Inicialmente, aplicou-se um questionário aberto, com a finalidade de analisar quais são os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema polímeros, lixo e reciclagem. Por meio das respostas, foi possível observar que os alunos fazem associações errôneas ou superficiais sobre o tema, o que é preocupante, levando-se em conta que os termos “reciclagem, lixo e polímeros” estão presentes no cotidiano desses alunos. Após analisar os resultados do questionário aberto, realizou-se um seminário a respeito do tema, onde foram destacadas a importância e os impactos dos materiais poliméricos na sociedade, objetivando ampliar o conhecimento dos alunos e mostrar a eles os polímeros em uma perspectiva científica e social.

Na terceira aula, realizou-se uma discussão com os alunos com a finalidade de propor projetos de conscientização que possam ser aplicados nas comunidades próximas à escola. Dentre as propostas, destacou-se um mutirão, que seria realizado pelos alunos, com a finalidade de conscientizar as pessoas sobre a importância da preservação ambiental, reciclagem e dos malefícios causados pelo descarte inadequado de polímeros. Os alunos também propuseram a criação de folders sobre a separação dos materiais poliméricos, palestras e gincanas educativas para a comunidade.

Por meio do estudo, foi possível observar que há a necessidade do ensino sobre polímeros, reciclagem e meio ambiente no Ensino Médio, e, que esse estudo precisa ser contextualizado. Por meio da proposta de atividade prática, foi possível perceber que os alunos conseguiram pensar em ações para mudar a realidade onde vivem, o que indica que a sequência didática aplicada contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento do senso crítico dos alunos. Destaca-se que a ação realizada na atividade foi pontual, e, que para a formação com o senso crítico em relação às questões ambientais ela deve ser abordada durante toda a formação do aluno e de maneira contínua e interdisciplinar.

Nunes et al (2012) realizaram a aplicação de uma oficina temática denominada “Mãe, onde eu joga a garrafa PET?”, a fim de contextualizar o tema polímeros com temáticas sociais (meio ambiente e reciclagem). A oficina foi aplicada para 40 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de duas cidades de Sergipe. Inicialmente, realizou-se a leitura de um texto sobre aplicações dos polímeros e os estudantes assistiram a um vídeo que abordava os principais conceitos químicos sobre o tema polímeros e seus aspectos ambientais e sociais. Em seguida, aplicou-se um questionário. Na segunda parte da oficina, realizaram-se as seguintes atividades experimentais: Meleca (brinquedo); Absorção de líquidos por fraldas descartáveis; Medida da densidade de plásticos em água e álcool e; Refração em esferas de aquário. Por fim, realizou-se uma atividade prática de separação e leitura de rótulos de diferentes polímeros para aprender a descartá-los corretamente.

Os resultados do questionário, aplicado aos alunos, mostrou que a maior parte dos estudantes conseguiram identificar os conceitos envolvidos. Observou-se que o uso da experimentação foi eficiente para chamar a atenção dos alunos, o que foi perceptível pelo maior interesse e curiosidade em buscar compreender os fenômenos observados na prática. Portanto, a aplicação da oficina proporcionou aos alunos a compreensão dos aspectos ambientais, sociais e científicos sobre polímeros e meio ambiente além de colaborar para a formação consciente dos alunos.

Damiance et al (2020) estudaram a aplicação de projetos experimentais de matemática, química e física, para 3 alunos do Ensino Médio de diferentes escolas. Nos projetos de química, foram desenvolvidos dois experimentos: Polímeros superabsorventes (fraldas descartáveis) e Biodegradação de polímeros (amido termoplástico).

A realização dos experimentos cumpriu com seu objetivo principal, que foi o desenvolvimento de experimentos químicos relacionados a polímeros. Por meio da análise e da discussão dos resultados entre os alunos e professores, foi possível observar que a prática auxiliou na compreensão dos fenômenos, porque através da observação em nível macro pode-se explicar a teoria e relacionar ao nível microscópico. As práticas realizadas foram de simples execução e podem ser realizadas em sala de aula para auxiliar na compreensão do tema. Porém, vale ressaltar, que a proposta foi realizada com apenas 3 alunos, o que gera um resultado específico para um pequeno grupo, de forma que para uma conclusão mais global, seria necessária a realização das atividades com um número maior de alunos.

Valentim (2020) realizou a aplicação de uma sequência didática sobre polímeros para 167 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, de escolas estaduais da região metropolitana do Rio de Janeiro. A sequência foi dividida em 3 etapas, na primeira, realizou-se duas semanas de aulas teóricas (discursivas dialogadas) sobre o tema polímeros. A segunda etapa consistiu na realização de um experimento prático demonstrativo de síntese de poliuretano, seguido da discussão sobre a prática (estrutura química e reação de polimerização). Por fim, a terceira etapa consistiu no instrumento avaliativo, que foi a elaboração de relatório sobre a prática.

Por meio da análise da aplicação da sequência didática, foi perceptível que a aula experimental facilita a compreensão dos alunos e desperta o seu interesse. A metodologia de avaliação por relatório colaborou para elevar a média bimestral dos alunos, o que indica que o uso desse instrumento avaliativo foi uma boa estratégia.

Coelho *et al* (2020) aplicaram uma sequência didática sobre o tema polímeros para 33 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública, usando 6 aulas de 50 minutos. Primeiro, aplicou-se um questionário para identificar as concepções prévias sobre polímeros, e, em seguida, uma aula expositiva dialogada, abordando os principais assuntos relacionados a polímeros (estrutura, reações, classificação). Na segunda aula, os alunos foram divididos em grupos e realizou-se uma dinâmica denominada “Reconhecendo polímeros no dia a dia”, na qual, os alunos deveriam associar as amostras de polímeros distribuídos aos grupos com a sua estrutura química e com a sua nomenclatura. Por fim,

foi aplicado o jogo denominado “Quiz dos polímeros”, no qual, perguntas eram projetadas e os alunos tinham 1 min para discutir e escolher como resposta uma das quatro alternativas projetadas pelo professor.

Os resultados dos questionários prévios mostraram que, embora os polímeros estejam inseridos no cotidiano dos alunos, eles ainda não estão habituados aos termos científicos, nomenclaturas ou conceitos químicos relacionados ao tema. Porém, os alunos conseguem reconhecer que a compreensão do tema é importante para o seu dia a dia, para a preservação do meio ambiente e para vestibulares. Portanto, a aplicação da sequência didática mostrou que os alunos necessitam de um ensino mais intenso sobre o tema polímeros, abordando as perspectivas químicas e ambientais. A aplicação de atividades práticas e jogos são eficientes para despertar o interesse dos alunos e favorecem o processo de ensino e aprendizagem sobre o tema.

Cruz, Sousa e Freitas (2020) realizaram a aplicação de uma sequência didática sobre polímeros e meio ambiente, para 45 alunos do 2º ano do Ensino Médio na Escola Estadual Vila Bela (RJ). Na primeira etapa, composta por sete encontros, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre polímeros e sobre a relevância da reutilização de garrafas PET. Na segunda etapa, foi proposto o desenvolvimento de uma feira de ciências sobre o reuso de garrafas PET. Nessa atividade, os alunos coletaram garrafas PET em torno da escola e propuseram algumas maneiras de reutilizá-las. Durante a feira de ciências, também foi realizada a prática da geleca e de polímeros superabsorventes (fraldas). A avaliação do evento foi realizada por meio da aplicação de um questionário antes da feira, sobre polímeros (conceito, aplicação, descarte e meio ambiente) e outro questionário após a feira, sobre garrafas PET (reciclagem, reutilização, conscientização sobre o descarte).

A análise das respostas dos questionários aplicados mostrou que grande parte dos alunos não havia visitado uma feira de ciências anteriormente e que os principais conceitos teóricos sobre polímeros eram desconhecidos pelos alunos. O questionário aplicado, após a feira, mostrou que a estratégia usada para conscientização dos alunos sobre reciclagem e reutilização foi eficiente, pois, os alunos mostraram maior desenvoltura em suas respostas.

A feira de ciências mostrou-se como uma ferramenta de potencialidade e utilidade para contextualizar o tema polímeros, porque foi possível trabalhar essa temática em um contexto científico/tecnológico que facilitou o aprendizado. Entretanto, a execução da feira exige muita organização e demanda

tempo, estudo e comprometimento dos alunos e, principalmente, do professor, o que pode torná-la de difícil execução.

Tamiasso-Martinhon *et al* (2019) realizaram a proposta de uma sequência didática, para alunos do Ensino Médio, sobre polímeros e meio ambiente, compreendendo seis momentos pedagógicos. O primeiro momento consistiu no levantamento de definições e concepções prévias dos alunos, e, realização de uma aula expositiva com apresentação de um vídeo sobre a produção de um plástico biodegradável a partir de batatas. No segundo momento, propôs-se a leitura de textos e reportagens sobre polímeros e a vida cotidiana/meio ambiente e debate com os alunos. No terceiro momento, o intuito foi a realização de uma atividade de coleta seletiva no entorno do colégio para conscientização dos alunos. O quarto momento compreenderia a aplicação de um jogo didático denominado “roleta polimérica”, que consiste em um jogo de roleta simples, no qual, há cartas com perguntas sobre o tema polímeros e reciclagem. No quinto momento, propôs-se a realização de uma atividade experimental usando uma matéria-prima presente em nosso cotidiano, o leite de vaca. Por fim, o sexto momento foi a avaliação, por meio de um questionário com quatro perguntas.

A sequência didática proposta envolveu aulas teóricas, debates, projetos, atividades práticas e lúdicas (jogo), o que se mostra uma estratégia ampla para o ensino de polímeros e meio ambiente. A vantagem em usar diversas metodologias para desenvolver um tema é que é possível realizar o ensino de forma contextualizada e ativa, colaborando para a formação crítica e científica do aluno, o que foi demonstrado por meio dos resultados positivos da avaliação. Outra vantagem em utilizar diversas abordagens pedagógicas é que é possível contemplar estudantes com necessidades distintas e com diversos estilos de aprendizagem.

Monteiro e Justi (2000) analisaram 11 coleções de livro-texto de química para o Ensino Médio, totalizando 28 volumes. Os resultados das análises mostraram que a presença de analogias com polímeros só representou 2,4% do total de analogias presentes nos livros didáticos. Analogias com polímeros estavam presentes apenas em uma das 11 coleções e em duas delas, o tema *polímeros* não era abordado. A presença de poucas analogias nos livros dificulta a aprendizagem do tema, e o professor deve procurar outros materiais ou atividades alternativas, caso deseje ensinar o tema com maior profundidade.

Santos, Ribeiro e Souza (2018) aplicaram uma sequência didática em duas turmas do 3º ano do Ensino Médio de escolas de Sergipe, da qual participaram 17 alunos da rede privada e 27 da rede estadual de

ensino. Na primeira fase da sequência didática, foram aplicados questionários com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos e, a partir das respostas obtidas, elaborou-se um segundo questionário para ser aplicado ao final. Na segunda fase, os alunos realizaram um seminário, que foi avaliado e discutido pelo professor em conjunto com a turma. Em seguida, foi aplicada uma sequência didática de 5 aulas expositivas e uma aula prática (experimento da geleca) com a discussão dos temas: conhecendo a história dos polímeros; polimerizando; e reciclagem e CTSA. No último encontro, realizou-se a aplicação de um questionário avaliativo.

Os resultados mostraram que a sequência didática usando seminários, questionário prévio, aulas teóricas e práticas e questionário avaliativo foi eficiente para a identificação e ampliação dos conhecimentos dos alunos, relacionados ao tema polímeros. Foi possível trabalhar o tema de maneira contextualizada e em uma perspectiva CTSA, além de permitir relacionar os aspectos químicos, de forma a assegurar ao aluno uma aprendizagem significativa e cidadã.

Araújo *et al* (2017) utilizaram um questionário semiestruturado com 15 questões (fechadas e abertas), aplicado a 5 professores de 3 escolas distintas, com o objetivo de obter informações sobre o objeto de estudo, utilizando a abordagem CTSA. Por meio da análise das respostas dos questionários, foi possível verificar que os professores conhecem a importância do ensino de polímeros, porém, nenhum deles obteve formação quanto à utilização do enfoque CTSA em suas aulas. Apenas um dos professores desenvolve projetos relacionados ao tema, o projeto desse docente é denominado “Plástico: Nosso bem ou nosso mal?”.

Nota-se que ainda há falta de formação do professor para ensinar sobre química dos polímeros. Para minimizar esse problema, é necessário que, durante a licenciatura ou na formação continuada do docente, seja incorporada a perspectiva, que requer a modificação no perfil de ensino tradicional e abertura para novas possibilidades e metodologias de ensino.

Gomes, Calefi e Melo (2017) aplicaram uma sequência didática de duas aulas para 140 alunos, de quatro turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual do norte do Espírito Santo. Na sequência didática, inicialmente, aplicou-se um questionário, com 4 perguntas, para identificar conhecimentos prévios dos alunos sobre os polímeros. Em seguida, realizou-se o experimento da ‘geleca’ e os resultados foram discutidos com a turma.

Por meio da análise das respostas, concluiu-se que os alunos possuem uma noção superficial do que é um polímero e apresentam dificuldades em distinguir as características e as classes dos polímeros

(termoplásticos e termofixos). Em relação ao experimento, os estudantes conseguiram propor hipóteses de como ocorreu a formação da ‘geleca’, porém, as respostas necessitam de um maior embasamento químico. Por fim, foi possível observar que o conteúdo sobre polímeros, caso seja trabalhado em conjunto com aulas experimentais, facilita a aprendizagem dos alunos, pois os alunos são capazes de fazer indagações, propor hipóteses e soluções para o fenômeno ocorrido, correlacionando à teoria e à prática. Destaca-se o papel primordial do professor na articulação dos conteúdos, uma vez que ele se torna responsável pela condução e orientação dos estudantes no experimento e nas discussões.

Silveira et al (2018) propuseram que os alunos avaliassem uma sequência didática aplicada sobre o tema polímeros. O estudo foi aplicado a 48 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Maringá (PR). Inicialmente, foi aplicada uma sequência didática que envolvia aulas teóricas e experimentais, com o tema polímeros na perspectiva CTSA. Em seguida, aplicou-se um questionário com questões discursivas, objetivando que os alunos avaliassem qual foi o momento da sequência didática que chamou mais a atenção.

A análise das respostas dos questionários mostrou uma boa aceitação da proposta de ensino pelos alunos, porque apenas um aluno descreveu que não havia nada que tivesse chamado a atenção nas atividades desenvolvidas. Os alunos descreveram que entenderam as atividades em duas principais categorias, a primeira delas envolve a compreensão de aspectos químicos relacionados à produção dos plásticos; e a segunda envolve a consciência social e ambiental sobre a presença dos plásticos na sociedade. Portanto, a aplicação da sequência didática em uma perspectiva CTSA contribuiu para a formação dos alunos de maneira cidadã com enfoques químicos, sociais e econômicos.

Pereira e Ferreira (2018) estudaram a aplicação dos três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) para o ensino de polímeros. As atividades foram realizadas, em 3 aulas, em uma escola pública da cidade de Dourados (MS), com alunos do Ensino Médio. O primeiro momento pedagógico consistiu na problematização do uso dos polímeros em relação à reciclagem e os danos ambientais causados pelo seu descarte inadequado no meio ambiente. No segundo momento pedagógico (organização do conhecimento), foi abordado o conteúdo teórico a respeito dos polímeros, com a finalidade de compreenderem melhor os aspectos relacionados à reciclagem. O terceiro momento pedagógico consistiu na atividade prática de identificação de polímeros, no qual os alunos utilizaram os conceitos científicos das aulas anteriores para realizar a identificação dos plásticos.

Por meio da aplicação da pesquisa, foi possível observar a importância do ensino de polímeros, visto que, muitas das vezes esse tema passa despercebido pelos alunos. O uso da metodologia dos três momentos pedagógicos foi eficaz, porque os alunos conseguiram pensar no tema a partir de uma problematização e contextualização do conteúdo, o que também contribui para a formação cidadã desses alunos.

Köhnlein (2016) realizou a aplicação de atividade sobre polímeros para 50 alunos do 2º e 3º ano dos períodos matutino e noturno, de uma escola pública da cidade de Santa Maria (RS). Para os alunos do 2º ano, inicialmente, realizou-se uma aula expositiva sobre o que são polímeros (classificação, reações de síntese) e as problemáticas ambientais envolvidas - reciclagem, reutilização, consequências do descarte errôneo no meio ambiente. Em seguida, foi realizada uma atividade prática de identificação de alguns plásticos e foi aplicado um questionário sobre a atividade.

Para os alunos do 3º ano, inicialmente, realizou-se uma aula expositiva usando slides, explicando os principais conceitos sobre polímeros. Em seguida, realizou-se a atividade prática de reconhecimento de alguns tipos de plásticos, porém, nesta etapa, foi utilizado um material teórico para ajudar na resolução do questionário, que continha questões sobre a prática e sobre química de polímeros.

Os questionários permitiram avaliar individualmente quais são as principais dificuldades encontradas pelos alunos nas atividades, entre elas, foi perceptível a dificuldade de argumentação, preguiça em descrever uma resposta completa e concisa e a cópia de conceitos que estavam disponibilizados nos livros didáticos. O questionário aplicado pode ser melhorado e direcionado para facilitar a resposta dos alunos com mais detalhes. A aplicação das atividades foi eficiente porque os alunos se mostraram receptivos com a atividade prática e conseguiram discutir em grupo sobre a separação dos materiais poliméricos.

Freitas e München (2020) estudaram a aplicação de uma sequência didática, sobre o tema polímeros, para 37 alunos de uma escola pública de Dourados (MS). Na primeira aula (uma hora), realizou-se uma problematização inicial usando um vídeo contextualizando o tema polímeros e meio ambiente e aplicou-se um questionário. A segunda aula (duas horas) foi expositiva dialogada, onde os alunos discutiram os conceitos químicos e propriedades de alguns polímeros, além de refletirem sobre o uso dos polímeros no contexto CTSA. Por fim, na terceira aula (duas horas), a turma foi dividida em dois grupos e realizou-se um júri simulado com o tema “Proibição do uso de sacolas plásticas em

supermercados”, após o júri, foi aplicado um questionário para avaliar se a sequência didática alcançou seus objetivos.

A aplicação do júri foi importante para o ensino contextualizado, porque durante o júri os alunos conseguiram aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores e desenvolveram a sua capacidade argumentativa e senso crítico. Foi perceptível que, nas discussões realizadas, os alunos não abordaram com profundidade algumas questões como, por exemplo, a diminuição do consumo. Portanto, o uso da estratégia de júri simulado é uma prática eficiente para o ensino sobre materiais poliméricos do ponto de vista ambiental e CTSA, desde que seja acompanhada e orientada pelo docente.

Fumagale (2012) realizou a proposta de aplicação de um projeto para o ensino de polímeros para alunos do 3º ano do Ensino Médio de escolas públicas do município de São João do Caiuá (PR). A proposta foi dividida em 8 etapas, a primeira consistiu na aplicação de um questionário sobre “Utilização de plásticos em quase tudo que nos dá conforto e bem-estar” onde há perguntas sobre a importância, o descarte, as alternativas e os problemas gerados pelo uso excessivo de polímeros. Na segunda etapa, realizou-se uma discussão em grupo (4 alunos) das respostas do questionário e pesquisas sobre códigos de reciclagem (separação de embalagens com códigos).

Na terceira etapa, realizou-se uma pesquisa orientada sobre como surgiram, quais as vantagens, durabilidade e danos ambientais dos plásticos além de uma atividade prática de separação de plásticos de acordo com a densidade (em água). A quarta etapa, foi a leitura de um texto (como o fio de aranha) e discussão sobre ele; seguida de exercícios de identificação de polímeros e fórmula química. Na quinta etapa, realizou-se as atividades experimentais “Síntetizando plásticos em laboratório” e “Identificação do PVC (teste de chama)”. A sexta etapa foi uma discussão sobre os plásticos no meio ambiente e uma proposta de visita técnica ao lixão. Na sétima etapa, ocorreu a realização de uma visita técnica a fábrica de refrigerante com o foco no uso das garrafas PET para o envase das bebidas. E por fim, na oitava etapa, uma visita técnica a um barracão de reciclagem para conhecer a separação dos plásticos, processos de reciclagem com suas vantagens e desvantagens além da reflexão sobre as nossas ações, mudando as rotinas e atitudes.

A proposta do projeto é muito interessante e completa, porém para executá-la, o docente deve dispor de muito tempo e colaboração dos alunos, da direção e da coordenação da escola, levando em conta

que, além de atividades teóricas e experimentais, há também visitas técnicas que envolvem custos e planejamento.

Silva *et al* (2012) realizaram uma atividade sobre polímeros para os alunos do 3º ano do Ensino Médio da rede estadual pública de ensino. A atividade foi um experimento que consistiu em mergulhar um pedaço de isopor em um recipiente com acetona. Após a realização do experimento, aplicou-se um questionário sobre polímeros e sobre o que foi observado na prática a nível macro e micro.

A análise dos questionários permitiu observar que os alunos apresentam dificuldades em relacionar a teoria com a prática, porém, esse fator pode ser solucionado ou minimizado com uma discussão mais profunda por parte do professor. A prática foi proveitosa para o ensino de polímeros porque chamou a atenção dos alunos e permitiu que, grande parte dos estudantes visitasse o laboratório pela primeira vez.

Oliveira e Recena (2014) realizaram uma pesquisa sobre polímeros em uma escola pública de Dourados (MS), com 32 alunos do 3º ano do Ensino Médio, com faixa etária entre 17 e 30 anos. A primeira fase foi o desenvolvimento da pesquisa, onde os alunos assistiram a um vídeo e responderam um questionário com questões discursivas abertas sobre reciclagem, descarte e polímeros e meio ambiente. A segunda fase foi o desenvolvimento do tema plásticos em 3 eixos: mídia e consumismo, meio ambiente e políticas públicas; onde foram abordados os aspectos históricos, os conceitos químicos e as principais questões CTSA de forma contextualizada e problematizada.

Por meio da pesquisa, foi possível observar a importância da educação problematizadora durante a construção do conhecimento dos alunos relacionado a esse tema. O estudo mostrou que uma postura crítica e cidadã dos alunos pode ser desenvolvida empreendendo um esforço permanente relacionado às questões CTSA, o que proporciona reflexões sobre as atitudes cotidianas dos alunos e que é capaz de alterar o curso de vida e a postura dos mesmos.

Azevedo e Moreira (2020) aplicaram um questionário para pessoas com diferentes graus de escolaridade e diferentes anos de formação, e mostrou que as maiores dificuldades encontradas para o ensino de química são a complexidade e abstração, fórmulas, estruturas e reações, falta de contextualização e falta de afinidade com o tema. Durante essa mesma pesquisa, foi identificado que 34% das pessoas não conhecem, 34% talvez conheçam e 32% não possuem conhecimentos sobre o tema polímeros. Embora a maior parte das pessoas não conheça ou não tenha estudado o tema, 77% dos pesquisados reconhecem que o tema de polímeros é importante e aplicável para a maioria dos

objetos cotidianos. Isso mostra que o ensino de polímeros não tem sido trabalhado nas escolas como deveria.

Esse estudo também possibilitou compreender que a falta de interesse dos alunos está relacionada, em geral, a falta de atividades experimentais e contextualizadas, que afasta os alunos, pois não conseguem estabelecer uma relação direta com o que observam no seu cotidiano e o que é estudado em química. Por isso, o uso de experimentação e metodologias alternativas, uso de espaços não formais e aulas que estimulem a participação dos alunos são fundamentais para aumentar o interesse e melhorar o processo de ensino-aprendizagem e construção do conhecimento dos alunos.

Souza, Recena e Jorge (2014) aplicaram uma sequência didática sobre polímeros em uma escola pública do estado do Mato Grosso do Sul, para 66 alunos do 3º ano do Ensino Médio. Inicialmente, realizou-se um pré-teste sobre materiais poliméricos e sobre questões ambientais relacionadas ao descarte desses materiais. Na segunda aula, fez-se o uso de uma *Webquest*, na forma de site, contendo a teoria sobre polímeros, onde, a partir do material disponibilizado, os alunos deveriam elaborar uma apresentação de slides discutindo o tema “Polímeros e as implicações de seu uso em nossa sociedade”. A terceira atividade foi uma amostra fotográfica, na qual, os alunos deveriam fotografar locais próximos de suas residências que contém acúmulo de polímeros e discutir com a turma as fotografias. Por fim, o pré-teste foi reaplicado na forma de pós-teste, com o objetivo de verificar se os alunos compreenderam os assuntos abordados.

Verificou-se que, após a aplicação da atividade, os alunos conseguiram compreender os conceitos sobre polímeros e os impactos ambientais destes materiais no meio ambiente. Percebeu-se que, mesmo após o uso da *webquest*, ainda houve a confusão de termos muito comuns da área, como por exemplo, os termos biodegradável e reciclável. Cerca de 80% dos alunos descreveram que a *webquest* foi útil para ajudá-los a elaborar a tarefa, e que o seu uso facilitou o ensino contextualizado. Portanto, o uso de sistemas *webquest* pode ser um aliado e um facilitador do ensino contextualizado de polímeros.

Mury e Cantanhede (2015) realizaram uma proposta de ensino de polímeros com 2 aulas (de 50 min) para o 3º ano do Ensino Médio. Na primeira aula, a proposta é trabalhar os conceitos relacionados a polímeros (classificação, síntese) de forma expositiva dialogada. Na segunda aula, os alunos devem ler o texto “Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos!” e responder um questionário avaliativo sobre os temas estudados. A proposta de ensino

envolvendo polímeros, em um contexto ambiental, abordando os temas lixo e reciclagem pode ser executada de maneira simples e rápida, e pode contribuir para que os alunos compreendam melhor sobre os polímeros e suas implicações no meio ambiente.

Arruda, Silva e Catão (2020) realizaram a elaboração de um material paradidático, com base em busca bibliográfica sobre o tema “*Polímeros: materiais que transformaram o mundo*”. O material objetivou proporcionar uma compilação circunstanciada e interdisciplinar, destacando o tema e sua relação com aspectos CTSA. Na elaboração do material, procurou-se utilizar muitas ilustrações e textos que busquem contextualizar o ensino. Portanto, caso haja disponibilidade do professor, ele pode elaborar apostilas e materiais didáticos com o conteúdo específico para o estudo de materiais poliméricos, fomentando discussões relevantes e aprendizagem significativa dos alunos.

Um tema atual, que pode ser abordado junto com o tema polímeros, é a nanotecnologia. Atualmente, faz-se o uso do tema nanomateriais constantemente. Nesse aspecto, pode-se relacionar a formação dos polímeros a partir dos monômeros, as ligações intermoleculares e os nanocompósitos poliméricos. Esse assunto pode chamar a atenção dos alunos, pois é um tema discutido em diversos noticiários, em textos científicos e de divulgação científica além de jornais e revistas (CASTRO, CAVALCANTE e PEDROSA, 2019).

O tema de polímeros também pode ser usado como incentivo à entrada de mulheres nas áreas de exatas e engenharias. Sabe-se que grande parte dos alunos ingressantes de muitos destes cursos são homens, por essa razão, pode-se fazer oficinas extraclasse para o estudo de polímeros, com a intenção de incentivar e encorajar as meninas a ocuparem seus espaços nessas áreas. Battirola *et al* (2019) estudaram oficinas práticas sobre materiais poliméricos direcionadas para alunas do Ensino Médio, e, foi perceptível que o interesse pela área de exatas aumentou quando em contato com experimentação (BATTIROLA *et al.*, 2019).

Por meio da revisão bibliográfica realizada, observou-se que há na literatura diversas metodologias para ensinar o tema de polímeros, bem como, observam-se quais são as maiores dificuldades para o desenvolvimento do tema. São relatadas diversas atividades que englobam o ensino contextualizado e CTSA, atividades práticas, projetos e oficinas. Portanto, observou-se que o uso de estratégias pedagógicas diversificadas contribui para um melhor rendimento no processo de ensino-aprendizado e resulta em um alcance maior da diversidade de alunos existente na sala de aula.

Por meio da revisão bibliográfica realizada, observou-se que há na literatura diversas metodologias para ensinar o tema de polímeros, bem como, observam-se quais são as maiores dificuldades para o desenvolvimento do tema. Portanto, observou-se que o uso de estratégias pedagógicas diversificadas contribui para um melhor rendimento no processo de ensino-aprendizado e resulta em um alcance maior da diversidade de alunos existente na sala de aula. Baseado na revisão bibliográfica, realizou-se uma proposta didática distinta da encontrada na literatura. Propõe-se uma “Feira de Polímeros” usando um site de referência (*webquest*).

O objetivo principal do evento é proporcionar um aprendizado baseado na problematização e na formação cidadã do aluno, utilizando temas relacionados à CTSA. Na feira, serão aplicadas atividades semelhantes à encontrada na literatura, como o júri simulado (FREITAS E MÜNCHEN, 2020), produção cinematográfica, *webquest* (SOUZA, RECENA e JORGE, 2014), oficina de reciclagem (NUNES *et al.*, 2012), desenvolvimento de projetos (JOB *et al.*, 2015) e experimentação (BATTIROLA *et al.*, 2019). Desse modo, este trabalho uniu algumas atividades que já foram aplicadas na literatura em um evento, o qual tem potencial para melhoria da aprendizagem significativa dos alunos.

3.2 CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA FEIRA DE POLÍMEROS

Uma das dificuldades, relatada na literatura, referente ao estudo de polímeros é que o tema é o último a ser estudado no 3º ano do Ensino Médio; esse fato dificulta o ensino porque nem sempre o professor tem tempo hábil para abordar o tema de maneira adequada. Portanto, a fim de minimizar esse problema, o evento deve ser realizado nas últimas semanas de aula do ano letivo, porém, o seu preparo ocorrerá majoritariamente fora da sala de aula com o acompanhamento do professor.

O cronograma de preparo da feira ocorrerá da seguinte maneira: na primeira semana de aula do segundo semestre, será abordado o tema de polímeros em duas aulas expositivas dialogadas. Nessas duas aulas, serão explanados os conceitos básicos sobre polímeros (estrutura química – meros, funções orgânicas principais) e sua classificação (naturais, sintéticos, termoplásticos e termorrígidos) e serão dadas noções sobre obtenção dos polímeros - extração direto da natureza, matéria-prima e síntese em empresas além do uso destes materiais.

Após a explicação dos conceitos básicos, o professor disponibilizará o site do projeto Feira de Polímeros aos alunos. A classe será dividida em grupos, o número de alunos por grupo será determinado de acordo com as diferentes atividades propostas para cada turma, porém, cada grupo

terá um líder que será responsável por liderar sua equipe de trabalho e se comunicar diretamente com o professor. As atividades a serem desenvolvidas serão descritas detalhadamente no item 3.3.

A cada período de 20-30 dias, o professor (mentor) se reunirá com os grupos de alunos (ao final das aulas) para saber o que está sendo desenvolvido a fim de auxiliá-los.

3.3 ESTRUTURA DA ESCOLA PARA O DESENVOLVIMENTO DA FEIRA DE POLÍMEROS

Para o desenvolvimento do projeto, serão necessárias, no mínimo, 4 turmas, logo, faz-se necessária a disponibilidade de 4 salas de aula, do pátio e de um período de aula completo. Portanto, será preciso contar com a colaboração dos demais professores para ceder suas aulas e, por essa razão, o projeto será desenvolvido no final do segundo semestre, onde a maioria dos professores já finalizou o conteúdo programático.

Para uma melhor organização da feira, seria necessária a presença de pelo menos um estagiário e de alguns voluntários no dia do evento. Os estagiários seriam alunos que estudam licenciatura em química e que precisam fazer estágio obrigatório não remunerado ou alunos do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência). Os voluntários seriam pais de alunos ou membros da comunidade, que poderiam ajudar na organização das salas e dos alunos durante o evento. Para conseguir esses voluntários, seria preciso divulgar a realização do evento na reunião de pais e em cartazes para a comunidade em torno da escola. Para incentivar a participação dos voluntários, eles receberão certificados de participação e/ou livros, revistas ou outros itens que não estão sendo usados pela escola e que podem ser doados.

3.4 DETALHAMENTO DA FEIRA - WEBQUEST

A Webquest criada foi um site, que pode ser acessada por meio do link: <https://tatyangel1717.wixsite.com/website-1>. Onde são encontradas as abas: Início; Grupos; Sobre; Programação do evento; Atividades; Equipe; Contato; Perguntas Frequentes; Colabore e Fórum. Nessas abas é possível saber todas as informações sobre a feira de polímeros, bem como a distribuição de grupos e as atividades a serem desenvolvidas.

A Figura 3 mostra a logomarca do evento, que é formada pelo nome do evento, nome da escola (fictício) e por figuras que relacionam os polímeros a tecnologia (celular, lâmpada), meio ambiente (globo terrestre, árvore, liberação de CO₂), sociedade e reciclagem (símbolo da reciclagem, garrafas e

seringa). O balão de fundo chato, destacado na Figura 2, representa a parte química de desenvolvimento dos polímeros.

Figura 3: Logomarca do evento Feira de Polímeros.



Fonte: figura original da pesquisa.

O objetivo e a descrição das atividades a serem realizadas no evento Feira de polímeros estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição e objetivos de cada uma das atividades que serão realizadas na feira de polímeros.

Oficina de reciclagem e reutilização (3º A)
Descrição: a turma será dividida em 4 grupos de 10 alunos, que serão responsáveis por desenvolver a oficina de reciclagem prática. Nessa oficina, os alunos deverão ensinar os visitantes a reciclar ou reutilizar algum objeto. Por exemplo, poderão propor uma oficina com o tema "Reutilização de garrafas PET para vasos de suculentas". Cada um dos 4 grupos deverá desenvolver uma atividade diferente, eles deverão conversar com o professor e estagiário para que no dia da atividade estejam disponíveis os materiais necessários para a execução do trabalho. Objetivos: aproximar a realidade dos alunos aos processos de reciclagem e reutilização. Nessa oficina, os alunos poderão perceber que é simples reutilizar alguns objetos do dia a dia

e que, fazendo isso já, podem contribuir para a preservação ambiental e menor geração de lixo plástico.

Amostra cinematográfica (3º B)

Descrição: A turma será dividida em grupos de 5 pessoas. Cada grupo deverá produzir um vídeo curto (3 a 5 min) com os temas:

- Reciclagem: visita à cooperativa de reciclagem ou programas de reutilização e reciclagem de materiais poliméricos;
- Meio ambiente: danos ambientais causados pelos polímeros ou dados estatísticos ou alternativas para diminuir os o descarte inadequado dos polímeros (limpeza, uso de materiais biodegradáveis);

Caso haja interesse dos alunos, eles poderão também, submeter vídeos curtos (máximo 60 s) para divulgação em mídias como Facebook, Instagram, Tiktok e Kwai.

Objetivos: Utilizar a tecnologia a favor do aprendizado. Os vídeos são uma maneira atual e simples de chamar a atenção da população para o assunto. Portanto, por meio da amostra, os alunos poderão trabalhar o tema de maneira mais interativa, contando também as suas experiências a respeito do tema.

Projetos (3º C)

Descrição: A classe será dividida em grupos de 5 alunos (total de 8 grupos). Os grupos serão divididos em 2 eixos:

Eixo 1 (4 grupos): os alunos deverão apresentar (vídeo, Power Point, cartazes etc.) projetos que visem solucionar algum problema relacionado ao descarte inadequado de materiais poliméricos na escola, na comunidade ou na cidade. Por exemplo, poderão verificar que, em determinado local, não há separação do lixo e poderão propor uma separação desse lixo e a conscientização das pessoas (por meio de diálogos, panfletos etc.).

Eixo 2 (4 grupos): realização de atividade experimental relacionada a polímeros, biopolímeros ou polímeros biodegradáveis.

Objetivos: o objetivo do desenvolvimento dos projetos (experimentais ou aplicáveis à sociedade) visa incentivar os alunos a proporem soluções para problemas ambientais existentes ou explicar fenômenos observados na prática (relação com a Química).

Júri simulado: “Polímeros: vilões ou mocinhos?” (3º D)

Descrição: A turma será dividida em 2 grupos:

Grupo 1: responsável pela defesa dos polímeros.

Grupo 2: responsável pela acusação dos polímeros

Cada um dos grupos deverá ter advogados, líderes e testemunhas. A plateia será o júri popular e os auxiliares do evento serão os juízes que darão a sentença final.

Objetivos: visa desenvolver a problematização e argumentação dos alunos a respeito do tema. Para esse júri, será necessário criar argumentos relacionados aos temas CTSA.

3.5 PÓS-REALIZAÇÃO DO EVENTO FEIRA DE POLÍMEROS

Ao fim do evento, os alunos receberão um questionário que deverão responder individualmente e que objetiva avaliar o aprendizado dos alunos a respeito do tema, a participação real dos alunos, além de identificar possíveis falhas no projeto.

Um questionário avaliativo final individual, versando sobre o conteúdo trabalhado na feira, será aplicado aos alunos e deverá ser entregue (no máximo) após 5 dias da realização da feira. A análise desse questionário será realizada pelo professor, que atribuirá uma nota para cada aluno. Essa nota também comporá o conceito final do aluno, além de sua participação e desempenho na Feira de polímeros, conforme os critérios definidos no item 3.6.

3.6 AVALIAÇÃO DO EVENTO FEIRA DE POLÍMEROS

A atribuição da nota ocorrerá da seguinte maneira: o evento valerá 40% da nota final do 4º bimestre.

A avaliação que irá compor os 40% será realizada de quatro maneiras distintas:

1º) Cada aluno (individualmente) deverá participar, comentar ou responder pelo menos um fórum no site (20%);

2º) Presença e participação no dia do evento (individual) – avaliação direta do professor e estagiários (20%);

3º) Projeto desenvolvido pelo grupo (30%) - desenvolvimento do projeto durante o semestre;

4º) Responder o questionário avaliativo final (individual) (30%) – o questionário final será entregue ao final da feira e deverá ser entregue no máximo uma semana após o evento.

Após a atribuição das notas e caso haja disponibilidade orçamentária, planeja-se também realizar uma premiação para os melhores trabalhos de cada categoria, ou seja, melhor trabalho da amostra cinematográfica, melhor trabalho da oficina de reciclagem, melhor projeto e grupo que argumentou

melhor no júri simulado. As premiações sugeridas poderiam ser livros, medalhas ou objetos plásticos feitos com materiais reciclados e biodegradáveis, tais como, canetas, copos, estojos entre outros.

4 CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica realizada sobre o ensino de polímeros mostrou que existem diversas atividades e metodologias pedagógicas distintas para o ensino de polímeros. É perceptível que o uso de atividades práticas, experimentais, projetos, oficinas e atividades lúdicas proporciona um melhor aproveitamento do processo de ensino-aprendizagem, pois desperta o interesse dos alunos e os faz trabalhar em níveis cognitivos mais elaborados, que exigem o uso do raciocínio, do pensamento crítico e da conscientização ambiental em relação aos aspectos CTSA. A proposta do evento “Feira de Polímeros” foi baseada na revisão bibliográfica realizada e incorporou propostas pedagógicas distintas, trabalhando em diversos níveis cognitivos. O uso de propostas pedagógicas diversificadas permite um melhor aproveitamento do ensino, pois atende a alunos com necessidades diferentes. Portanto, a implementação do evento mostra-se promissora para a obtenção de um ensino ativo, consciente e contextualizado sobre polímeros nas perspectivas químicas e ambientais.

5 AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do ABC (UFABC), à Coordenação do Curso de Especialização em Ensino de Química, Sistema UAB/CAPES-UFABC, onde este trabalho foi apresentado na forma de Trabalho de Conclusão de Curso.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPLAST – Indústria brasileira de transformação de material plástico – Perfil 2017. São Paulo; 2017. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/site/estatisticas>

ABIPLAST – Indústria brasileira de transformação de material plástico – Perfil 2018. São Paulo; 2018. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil2018/>

AGARWAL, Seema. Biodegradable Polymers: Present Opportunities and Challenges in Providing a Microplastic-Free Environment. *Macromolecular Chemistry and Physics*, ed. 2000017, 2020.

ALCANTARA-GARCIA, Jocelyn; PLOEGER, Rebecca. Teaching Polymer Chemistry through Cultural Heritage. *Journal of chemical education*, v. 95, p. 1118-1124, 2018.

ANDRIGHETTO, Rosália; MACIEL, M. Marilei. Polímeros na perspectiva da educação ambiental: atenções voltadas ao enem (1998-2018). *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 1, p. 1-21, 2019.

ARAÚJO, S. T. Cleide et al. Avaliação da utilização da abordagem CTS para o conteúdo de polímeros em escolas estaduais. *Pedagogia em Foco*, v.12, n. 8, p. 134-149, 2017.

ARRUDA, M. Adriana; SILVA, J. Deusanilde; CATÃO, Vinícius. Abordando a interdisciplinaridade e a contextualização no ensino de química por meio de uma proposta didática para discutir o conteúdo de polímeros no ensino médio. *Revista Ponto de Vista*, v. 3, n. 9, p. 1-19, 2020.

AZEVEDO, R. Amanda; MOREIRA, F. Vinicius. Capítulo 16 – Utilização de analogias e atividades contextualizadas: uma perspectiva de aprimoramento de competências para o ensino de polímeros. *A diversidade de debates na pesquisa em Química 2 – Atena Editora*, 2020, 1ª edição, p. 179-198.

BATTIROLA, C. Liliane et al. Estudo sobre materiais poliméricos como forma de incentivo a entrada e permanência de mulheres nas áreas de ciências exatas e engenharias. 2º SIEPE – Semana integrada de ensino e pesquisa. Universidade Federal da Integração Latino-Americana, 2019.

CASTRO, F. Rebecca; ROSAS, L. G. Alexandra. Prática experimental como estratégia de aprimorar a aprendizagem significativa sobre polímeros sintéticos utilizando materiais alternativos. *Scientia Amazonia*, v. 7, n. 2, E11-E22, 2018.

CASTRO, L. Denise; CAVALCANTE, P. Maxwell; PEDROSA, C. G. Maria. Nanotecnologia e polímeros: revisão dos temas visando a abordagem em aulas de Química. *Revista Thema*, v. 16, n. 2, p. 313-330, 2019.

COELHO, M A. Eduardo et al. Sequência didática em aulas de química: análise de percepções e aprendizagem sobre o tema polímeros. *Pesquisa em ensino*, v. 2, n. 5, p. 384-398, 2020.

COSTA, F. Yasmine; SILVA, H. Bruna. Polímeros: solução ou poluição: uma abordagem CTS no ensino de química orgânica para o ensino médio. *Jornada de ensino, pesquisa e extensão*, 2013.

CRUZ, S. M. Barbara; SOUSA, L. Michele; FREITAS, B. R. Andrea. Reutilização de plásticos: uma forma de articular a educação ambiental e o ensino de polímeros através de uma feira de ciências. *Perspectivas da Ciência e Tecn.*, v. 12, p. 103-121, 2020.

DAMIANCE, R. M. Patrícia et al. Capítulo 2 – Experimentação no ensino de polímeros: um relato de experiência no PIBIC-EM. A Educação como Diálogo Intercultural e sua Relação com as Políticas Públicas 2, p. 13-20, editora Atena, 2020.

FERRAZ, A. P. C., BELHOT, R, V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FREITAS, P. S. Wélida; MÜNCHEN, Sinara. A proibição das sacolas plásticas: uma problemática desenvolvida em um júri simulado no ensino médio. Ciências e Ideias, v. 11, n. , 2020.

FUMAGALE, V. F. Valdirene. Contextualizando conceitos químicos: os polímeros e o meio ambiente. Governo do Estado do Paraná – O professor e os desafios da escola pública paranaense, v. 2, 2012.

GEYER, Roland, JAMBECK, R. Jenna e LAW, L. Kara. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advanced, v. 3, ed 1700782, p. 1-5, 2017.

GOMES, V. Rodrigo; CALEFI, M. Roberta; MELO, N. Breno. Construindo o conhecimento sobre polímeros por meio da experimentação. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

GUICKERT, E. Fernando; SOUZA, D. Franciele. Polímeros plásticos aplicados à construção civil. Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID), n. 4, p. 143-158, 2019.

GUERREIRO, L. Inaiá et al. Polimerizando ideias: um recurso pedagógico no ensino da química dos polímeros. Conexão Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 4, p. 126-133, 2015.

JOB, E. Aldo et al. Promovendo a conscientização ambiental: resultados de uma pesquisa realizada com alunos do ensino médio sobre polímeros, plásticos e processos de reciclagem. Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 10, n. 2, p. 11-24, 2015.

JÚNIOR, S. Laerte. O lixo e a necessidade de reduzir, reutilizar, reciclar e repensar. São Paulo. 2012. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/506.pdf>

KÖHNLEIN, M. Mônica. Polímeros: definição e classificação por meio de uma abordagem prática. Revista de Extensão, v. 3, n. Ed. Especial, p. 1116-1121, 2016.

MARK, E. James Handbook OF POLYMERS. Oxford University Press, 1999, 1018 p.

MELO, S. Mayara; GOMES, B. Verenna; SILVA, R. Kalielly. Materiais nossos de cada dia: contribuições de uma oficina temática para a significação de conceitos científicos. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019.

MICHAELI, Walter et al. Tecnologia dos plásticos. Edgard Blucher editora: São Paulo, 2008, 216 p.

MONTEIRO, G. Ivone; JUSTI, S. Rosária. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. Aprendizagem significativa. São Paulo: Vetor, 2008.

MURY, F. T. Denise; CANTANHEDE, B. Leonardo; CANTANHEDE, C. S. Severina. Abordagem do conteúdo polímeros sintéticos a partir da temática lixo e reciclagem nas aulas de química do ensino médio: uma proposta didática. *Conexão Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 4, p. 37-47, 2015.

NUNES, T. S. Cléber et al. Realização de oficina temática: Contextualizando o ensino de polímeros. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia (Eduqui). Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

OLIVEIRA, M. Adriana; RECENA, C. P. Maria. O Ensino de Polímeros na Perspectiva da Educação Dialógica com enfoque em CTS. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, p. 103-126, 2014.

PEREIRA, S. Ademir; FERREIRA, A. Priscila. O ensino de polímeros por meio da estratégia dos três momentos pedagógicos. *Chemical Education in Point of View*, v. 2, n. 2, p. 87-98, 2018.

RASMUSSEN, C. Seth. Revisiting the Early History of Synthetic Polymers: Critiques and New Insights. *Society for the History of Alchemy and Chemistry*, v. 65, p. 1-17, 2018.

ROCHA, R. M. Luiz; MENDES, G. Eniceia; LACERDA, B. F. Cristina. Políticas de Educação Especial em disputa: uma análise do Decreto n 10.502/2020. *Práxis Educativa*, v. 16, n. 17585, p. 1-18.

ROSA, S. Derval; FILHO, P. Rubens. Biodegradação: um ensaio com polímeros. Editora São Francisco, São Paulo, 2003.

SANTOS, G. Graziane; RIBEIRO, N. Tiago; SOUZA, N. Divanizia. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 14, n. 30, p. 141-158, 2018.

SILVA, L. P. B. José et al. Experimento no ensino de química no ensino médio. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

SILVEIRA, P. Marcelo et al. Estudo dos polímeros em uma perspectiva CTSA: Desenvolvendo valores por meio do tema “Química dos plásticos”. *Revista Valores*, v. 3, n. Edição Especial, p. 14-25, 2018.

SOUZA, P. Oribes; RECENA, C. Maria; JORGE, F. Rodrigo. A metodologia *webquest* na contextualização da química para o ensino de polímeros. *Revista Uniabeu*, v. 7, n. 15, p. 179-194, 2014.

SPERLING, H. L. Why Should Anyone Want To Teach Polymers in a Chemistry Class? Howell; Introduction of Macromolecular Science/Polymeric Materials into the Foundational Course in Organic Chemistry, Chapter 12, 2013.

SPINACÉ, A.S. Márcia, DE PAOLI, A. Marco. A tecnologia da reciclagem de polímeros. *Química Nova*, v. 28, p. 65-72, 2005.

TAMIASO-MARTINHON, Priscila et al. Polímeros e meio ambiente: uma proposta de ensino interativo numa abordagem teórico-prática para alunos de química do ensino médio. *Scientia Naturalis*, v. 1, n. 4, p. 26-38, 2019.

TORGBO Selorm, SUKYAI, Prakt. Biodegradation and thermal stability of bacterial cellulose as biomaterial: the relevance in biomedical applications. *Polymer Degradation and Stability*, v. 179, p. 109-232, 2020.

VALENTIM, C. S. Ana. Estratégia didática para o ensino médio: síntese de poliuretano. *Visões sobre ensino e educação*, p. 664-670, 2020. Editora Pembroke Collins.

VERMA, Rinku et al. Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*, v. 35, p. 701-708, 2016.

YIN, Guang-Zhong e YANG, Xiao-Mei. Biodegradable polymers: a cure for the planet, but a long way to go. *Journal of Polymer Research*, v. 27, n. 2, p. 27-38, 2020.

 conhecimentolivre.org/home
 contato@conhecimentolivre.org
 [editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



ENGENHARIA: SOLUÇÕES E INOVAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

VOLUME VI