



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

TÓPICOS EM RECURSOS HÍDRICOS

Frederico Celestino Barbosa

Tópicos em recursos hídricos

1ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

1ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238T Tópicos em recursos hídricos

/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2023

111 f.: il

DOI: 10.37423/2023.edcl745

ISBN: 978-65-5367-342-7

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. água 2. rios 3. lagos 4. aquíferos I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 620

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl745>

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
ANÁLISE CORRELACIONAL ENTRE INDICADORES E A TARIFA MÉDIA PRATICADA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA OPERANDO EM SITUAÇÃO DE SUPERAVIT FINANCEIRO	
Alberto Guilherme de Oliveira Bezerra	
Marcelo Libânio	
Mara Lucia Martins Lopes	
DOI 10.37423/230607868	
CAPÍTULO 2	20
A MICROBACIA COMO UNIDADE DE DESENVOLVIMENTO: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS POMBAS – PARANAGUÁ-PR	
Francisco Xavier da Silva de Souza	
Marcio do Rosário do Carmo	
Adriana Rainerte Serafin	
Marli Rainerte Bonaldi	
Michelly Zela Antonio Caetano	
Anderson da Silva Modrow	
Sharon Caroline Polucha	
Luiz Everson da Silva	
Helena Terumi Yoshitsuka	
Ivana Ramos da Silva	
DOI 10.37423/230607869	
CAPÍTULO 3	45
EXPANSÃO DA MICRODRENAGEM URBANA NA REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU NO PERÍODO DE 2017 A 2021	
Zacarias Caetano Vieira	
Carla Suellen Alves Santos	
Laline Cristine Gomes de Araújo	
Carla Mirele Souza dos Santos	
Alan Matheus dos Santos Mota	
Carlos Gomes da Silva Júnior	
Diego Fabricio Rodrigues Andrade	
DOI 10.37423/230607890	
CAPÍTULO 4	53
PROPOSTA DE UM INDICADOR DO GRAU DE CONSERVAÇÃO DE PEQUENOS AÇUDES	
Larissa Maria da Cunha Lima	
Alan Matheus dos Santos Mota	
Carlos Gomes da Silva Júnior	
Eliglesia Maria Caldas dos Santos	
Débora Fernanda Santos de Jesus	
Zacarias Caetano Vieira	
DOI 10.37423/230607891	

CAPÍTULO 5	60
SIMULAÇÃO DO USO DE ÁGUA PLUVIAL EM BACIAS SANITÁRIAS NO CEASA, ARACAJU/SE	
Alan Matheus dos Santos Mota	
Eliglesia Maria Caldas dos Santos	
Carlos Gomes da Silva Júnior	
Sarah Rolemberg da Silva Ramos	
Débora Fernanda Santos de Jesus	
Vitoria Elisabeth de Oliveira Santos	
Zacarias Caetano Vieira	
DOI 10.37423/230607892	
 CAPÍTULO 6	 68
ESTUDO DE CASO DO ELEVADO VOLUME DE PRECIPITAÇÃO COM VORTICIDADE RELATIVA NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO	
Heloísa Silva dos Santos	
Igor Cunha França do Amaral	
Jamyle Magalhães da Silva	
Gilmar Duarte Lima Furtado	
Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira	
DOI 10.37423/230607896	
 CAPÍTULO 7	 79
ANÁLISE SINÓTICA DE UM EPISÓDIO DE PRECIPITAÇÃO EXTREMA NO LITORAL DE SÃO PAULO E DO RIO DE JANEIRO	
Karine dos Santos Rodrigues	
Heloísa Silva dos Santos	
Igor Cunha França do Amaral	
Luiz Felipe Rodrigues do Carmo	
Jamyle Magalhães da Silva	
Luis Manoel Paiva Nunes	
Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira	
DOI 10.37423/230607901	

CAPÍTULO 8 90

MOVIMENTO DE MASSA COMPLEXO: ATUAÇÃO DA DEFESA CIVIL DE JUIZ DE FORA NO CASO DO BAIRRO GRAJAÚ

Wilson Rodrigues Lourinho Netto
Amanda Rodrigues da Silva Oliveira
Joviano Elias de Souza Assis
Aline Gasparoni dos Santos
Diego de Souza Costa
Tamara Duarte Ramos
Fábio Fonseca Oliveira
Camila Rosa Galvão da Costa
Luís Fernando Martins
Gabriel Felipe Iranço Martins da Silva

DOI 10.37423/230607921

CAPÍTULO 9 97

A LEI 9.264 DO ES SOBRE A POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E AS PRINCIPAIS AÇÕES DO PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Maria Bernardete Guimarães Maia

DOI 10.37423/230607955

Capítulo 1



10.37423/230607868

ANÁLISE CORRELACIONAL ENTRE INDICADORES E A TARIFA MÉDIA PRATICADA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA OPERANDO EM SITUAÇÃO DE SUPERAVIT FINANCEIRO

Alberto Guilherme de Oliveira Bezerra

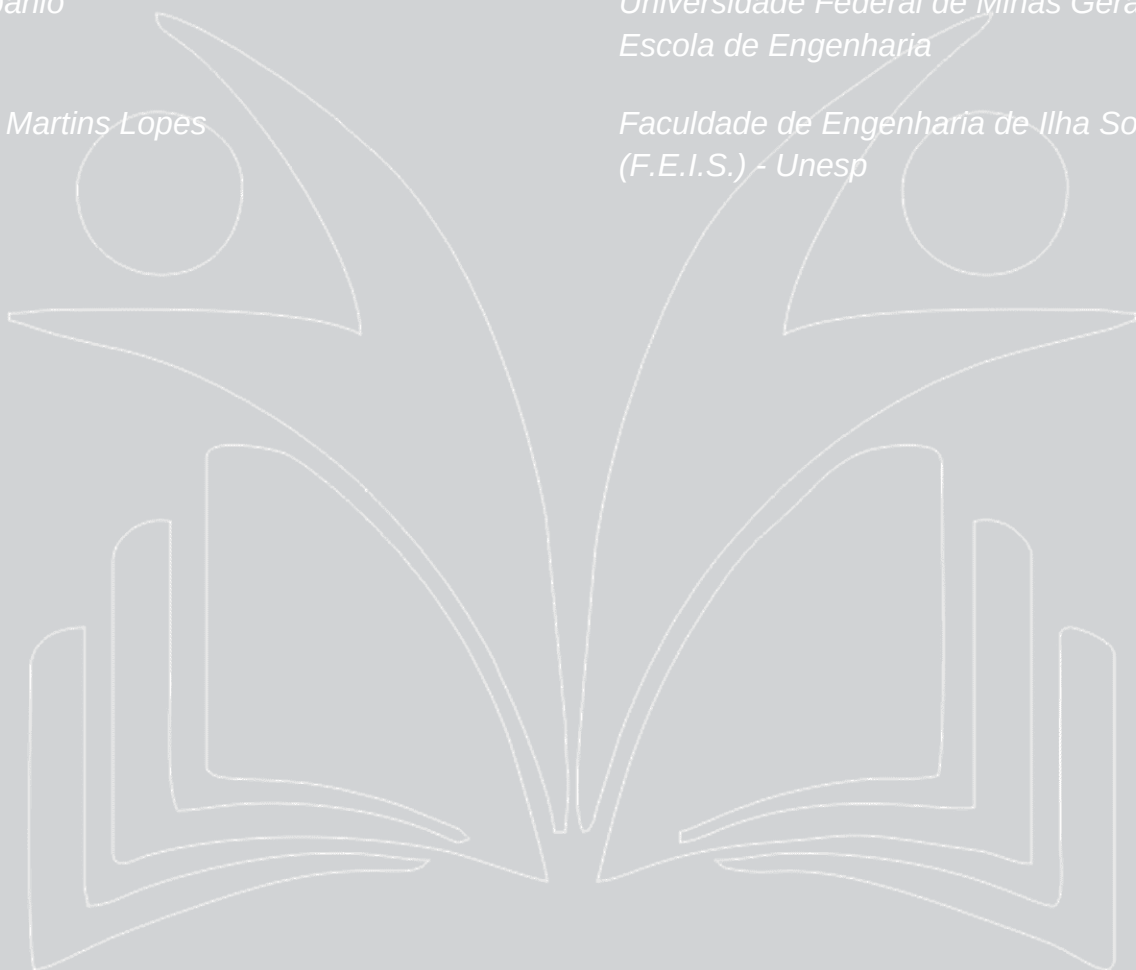
*Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira
(F.E.I.S.) - Unesp*

Marcelo Libânio

*Universidade Federal de Minas Gerais -
Escola de Engenharia*

Mara Lucia Martins Lopes

*Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira
(F.E.I.S.) - Unesp*



Resumo: A universalização do acesso aos serviços de água e esgoto é tida como um objetivo legítimo das políticas públicas, prevista na Lei nº 11.445/07, sobretudo quando observada a estimativa de economia gerada na saúde pública, na ordem de bilhões de reais. Para alcançar esta universalização, além da adoção de técnicas que sejam capazes de garantir o fornecimento adequado, faz-se necessário o conhecimento dos fatores intervenientes no processo operacional dos sistemas de abastecimento de água, para com isso definir a tarifa a ser implementada pelo seu operador. Este artigo trata da análise correlacional entre os indicadores, das empresas que operam os sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto, e a tarifa média praticada. Com dados obtidos a partir dos relatórios anuais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foi realizada uma verificação estatística afim de determinar quais os indicadores apresentavam maior impacto sobre a tarifa. Usando a análise de correlação é possível conhecer a direção de casualidade entre duas variáveis. Verificou-se uma maior ocorrência de correlações positivas, indicando de que os operadores, geralmente, estão mais propensos a repassar os custos para os consumidores, via tarifa, em detrimento de adotar uma abordagem mais operacionalmente otimizada.

Palavras-chave : Abastecimento; Tarifa; SNIS.

INTRODUÇÃO

Por muito tempo o conceito de que a água era um recurso natural, pode ser entendido como um dos fatores responsáveis pela má gestão deste recurso. Felizmente, segundo Tundisi (2003) reforça, o valor econômico da água agora começa a ser melhor reconhecido pelos economistas e pelos gestores e administradores. Tal iniciativa, é uma ferramenta para o controle de captação e incentivo ao uso racional da água. Ainda segundo este autor em 14 de março de 2002, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos aprovou a cobrança pela utilização da água do rio Paraíba do Sul. Esta nova legislação definiu que indústrias, e concessionárias de sistemas de abastecimento de água, passariam a pagar R\$0,002 por metro cúbico de água captada e devolvida sem tratamento e R\$0,0008 por metro cúbico de água tratada (Tundisi, 2003). Esta lei fixará também outros valores para irrigadores, termelétricas e hidroelétricas.

A Lei nº 11.445/2007 definiu, no país, o conceito de saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais. Entre outras coisas a referida lei definiu também que os serviços públicos de saneamento deveriam garantir, entre outras: a universalização do acesso; adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais; eficiência e sustentabilidade econômica. Para tanto, de acordo com Martins (2016), o cálculo das tarifas tem seguido o modelo de regulação por taxa de retorno. Entretanto, com o auxílio dos dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), através do Ministério das Cidades, a divulgação dos dados, feitas desde 1996, tem demonstrado que na prática muitos prestadores de serviço não conseguem manter seus custos operacionais dentro da margem de arrecadação, tornando assim o sistema insustentável.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS)

Criado em 1996 e administrado pelo Governo Federal, no âmbito da Secretária Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID), o SNIS constitui-se no maior e mais importante sistema de informação do setor de saneamento no Brasil. Sendo todos os dados de domínio público, estes são disponibilizados gratuitamente a qualquer interessado através do site oficial (<http://www.snis.gov.br>). Atualmente divide-se o sistema em Água e Esgoto (SNIS-AE), Resíduos Sólidos (SNIS-RS) e Águas Pluviais (SNIS-AP).

Trata-se de um banco de dados onde estão contidas informações de caráter institucional, administrativos, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade no que se refere a prestação dos serviços relacionados a água, esgoto, manejo de resíduos sólidos urbanos e drenagem e manejo de água pluviais urbanas.

No Glossário de Informações estão contidas as informações detalhadas de todos os indicadores, suas unidades de medida e suas formulas.

Os Relatórios Anuais de Diagnósticos dos Serviços são compostos por 225 informações e indicadores referentes à prestação dos serviços. Ressalta-se que o SNIS não coleta indicadores, mas sim as informações primárias com as quais o sistema calcula os indicadores, com base nestas informações coletadas e já tratadas. Ainda que divulgados anualmente, há uma defasagem de dois anos, isto é, no ano de 2018 serão disponibilizados os dados referentes ao ano de 2016. Os dados do SNIS-AE são publicados desde 1996. Os relativos ao SNIS-RS iniciaram-se as publicações em 2002. E, por fim, em 2015 teve início a divulgação dos dados do SNIS-AP.

Destacam-se como objetivos do referido sistema de informações: (i) planejamento e execução de políticas públicas, (ii) orientação da aplicação de recursos; (iii) conhecimento e avaliação do setor saneamento; (iv) avaliação de desempenho dos serviços; (v) aperfeiçoamento da gestão; (vi) orientação de atividades regulatórias e de fiscalização; e (vii) exercícios do controle social.

O Relatório de Diagnóstico de Água e Esgoto – 2016, ressalta que para cada formulário, correspondente a grupos homogêneos de informações, o sistema exige o preenchimento de, no mínimo, 75% dos campos categorizados, sendo que esse número chega a 100% nos casos dos formulários de informações gerais e de balanço. Tal política tem sido adotada a partir do ano de 2009 como um pré-requisito para que o acesso a recursos providos pelo Ministério das Cidades.

O CENÁRIO DA COBRANÇA NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL

De acordo com a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB – Lei Federal nº 11.445/2007), no Capítulo VI, “os serviços de saneamento serão remunerados pela cobrança dos mesmos.”

Desta forma, a tarifa é o instrumento cuja finalidade é garantir que os prestadores de serviço de saneamento obtenham uma remuneração, sendo assim uma receita, que cubra suas despesas. Pela ótica do consumidor, trata-se a tarifa como o valor pago pelo serviço. Porém, é importante que este instrumento não seja confundido com a cobrança pelo uso da água, que é definido, e visto

anteriormente, por outra política nacional (de recursos hídricos). De maneira resumida, tarifa refere-se ao valor pago pelo serviço, e não pelo bem natural, no caso, a água.

De acordo com as diretrizes definidas pelo decreto regulamentador da PNSB (Decreto Federal nº 7.217/2010) notam-se avanços ao estabelecer que as tarifas devem:

- I. Prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas a saúde pública,
- II. Ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa rendas aos serviços;
- III. Geração dos recursos necessários para a realização dos investimentos, visando o cumprimento das metas e objetivos do planejamento;
- IV. Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;
- V. Recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;
- VI. Remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços contratados;
- VII. Estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços; e
- VIII. Incentivo a eficiência dos prestadores dos serviços.

Tais ferramentas indicam que a tarifa está diretamente vinculada a melhoria do quadro nacional sobre saneamento.

Classificam-se as tarifas em dois grandes grupos, de acordo com Martins (2016), simples ou composta. Sendo que as simples são baseadas exclusivamente no consumo de água, subdivididas em uniforme ou de base variável (crescente ou decrescente). Para os casos onde o preço unitário é fixo, para o produto, tem-se a chamada tarifa uniforme. Segundo Pires (1999), conforme citado por Martins (2016), no estado de São Paulo ocorre a aplicação de tarifas compostas de duas ou mais quotas, sendo uma delas referente ao consumo e a outra fixada com base em um atributo de propriedade (juros ou amortização de despesas da construção).

MODELAGEM TARIFÁRIA

Para Pires e Piccinni (1999), apud Martins (2016), a regulação de preços é dividida em dois grandes grupos de modelagem: (a) taxa de retorno: cujas características promovem grande incentivo ao

investimento em detrimento do ganho da eficiência. (b) desempenho: menor estímulo a realização de investimento em detrimento do ganho de eficiência.

No primeiro grupo estão os modelos relacionados a taxas de remuneração e custo dos serviços. Já para o segundo grupo, temos os modelos de *price cap* (regulados pela tarifa máxima), *revenue cap* (regulados pela receita máxima), ou benchmarking (regulados por comparação).

MÉTODOS

O enfoque metodológico baseia-se em uma abordagem estatística, pautada pela análise da correlação entre as variações dos indicadores e da tarifa média praticada, dos prestadores de serviço nas regiões sul e sudeste do Brasil.

Os prestadores foram subdivididos de acordo com: a) a classe jurídica; b) tipo de serviço prestado; c) o porte populacional; d) saldo financeiro.

SELEÇÃO DO ESPAÇO AMOSTRAL

De posse dos dados obtidos do portal do SNIS, para o período entre os anos de 1995 e 2017, iniciou-se a etapa de refino das informações e verificação de dados disponíveis. Para tanto foi necessário o estabelecimento dos critérios de seleção dos prestadores.

Quanto as classes jurídicas, optou-se pela escolha dos prestadores pertencentes aos grupos: Autarquias, Empresas Públicas e Empresas Privadas. Muito embora a quantidade de prestadores pertencentes a classe Administração Pública Direta, seja expressiva, estes não foram considerados pois, em muitos dos casos, sua tarifação é pautada por premissas populistas em detrimento de critérios técnicos.

Também foram selecionados apenas os prestadores de serviço de abastecimento de água e coleta de esgoto, por entender que estes possuíam adicionalmente o impacto do sistema de esgotamento sanitário sobre a tarifa final.

Os estratos populacionais adotados foram: a) até 5.000 habitantes, b) de 5.001 e 10.000 habitantes, c) de 10.001 e 25.000 habitantes; d) de 25.001 a 50.000 habitantes, e) de 50.001 a 100.000 habitantes, f) mais de 100.000 habitantes.

Como sistema superavitário financeiramente, definiu-se que são “os sistemas cuja Receita Operacional Direta Total (FN001) é superior as Despesas Totais com o Serviço (FN017)”.

Segundo o Glossário de Indicadores – 2016, temos que a Receita Operacional Direta Total (FN001) é “valor faturado anual decorrente das atividades-fim do prestador de serviços, resultante da exclusiva aplicação de tarifas e/ou taxas”. Já as Despesas Totais com os Serviços (FN017) trata-se do “valor anual total do conjunto das despesas realizadas para a prestação dos serviços”. regulados pela receita máxima), ou benchmarking (regulados por comparação).

Tabela 1 - Espaço amostral final, para o ano de 2017, de acordo com os critérios estabelecidos.

(Fonte: Próprio autor, 2019)

População		5.000	10.000	25.000	50.000	100.000	>100.000	Total
Autarquia	ES	0	1	4	6	0	2	13
	MG	0	7	7	13	10	11	48
	RJ	0	0	0	0	1	1	2
	SP	0	3	5	12	11	21	52
	PR	1	3	1	2	2	0	9
	RS	0	0	0	0	0	4	4
	SC	0	2	5	6	2	3	18
Empresa pública	ES	0	0	0	0	0	0	0
	MG	4	7	7	0	0	1	19
	RJ	0	0	0	0	0	0	0
	SP	0	0	0	1	0	1	2
	PR	0	0	0	0	0	0	0
	RS	0	0	0	0	0	0	0
	SC	0	0	0	0	0	0	0
Empresa privada	ES	0	0	0	0	0	1	1
	MG	0	0	2	0	0	0	2
	RJ	0	0	1	3	2	5	11
	SP	1	0	5	2	3	3	14
	PR	0	0	0	0	0	0	0
	RS	0	0	0	0	0	0	0
	SC	0	0	0	0	1	0	1
Total		6	23	37	45	32	53	196

CORRELAÇÃO

DEVORE (2016) explica que há várias situações em que o objetivo de estudar o comportamento conjunto de duas variáveis é verificar se elas estão relacionadas, e não usar uma para prever o valor da outra.

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO AMOSTRAL R

Dados n pares numéricos $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, é natural falar de x e y como tendo uma relação positiva(negativa) se os x grandes(pequenos) são emparelhados com os y grandes(pequenos) (Devore, 2016). Considere a quantidade.

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n} \quad (1)$$

Logo, se a relação for fortemente positiva, um x_i acima da média $\bar{x}$ tenderá a estar pareado com um y_i acima da média $\bar{y}$, de modo que $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) > 0$, e esse produto será também positivo quando ambos, x_i e y_i , estiverem abaixo das respectivas médias (Devore, 2016). De modo que uma relação positiva (negativa), portanto, significa que S_{xy} será positiva (negativa).

Por definição então, o coeficiente de correlação amostral para os n pares $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ é

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{S_{xy}}{S_{xx} S_{yy}} \quad (2)$$

Ocorre então uma pergunta frequente: “Quando é possível dizer que existe uma correlação forte entre as variáveis e quando a correlação é fraca?”. Devore (2016) sugere a utilização de uma regra de ouro informal para caracterizar o valor de r :

Tabela 2 - Classificação de acordo com o coeficiente de Correlação (Fonte: Devore, 2016)

Fraco	Moderado	Forte
$-0,5 \leq r \leq 0,5$	Tanto $-0,8 \leq r \leq -0,5$ quanto $0,5 < r < 0,8$	Tanto $r \geq 0,8$ quanto $r \leq -0,8$

Posto isto, procedeu-se com o cálculo da correlação para os pares formados sempre pela tarifa média praticada e um dos demais indicadores disponíveis, do mesmo sistema. De forma a conhecer, de maneira direta, a relação entre todos os indicadores frente a tarifa média praticada. Tal cálculo foi feito com o auxílio da ferramenta Microsoft Excel® 2017, através da fórmula nativa de cálculo de correlação (CORREL). Conforme explicado anteriormente, os relatórios anuais não possuem 100% dos valores para todos os seus indicadores. Utilizou-se então uma condicional para o cálculo da correlação de tal forma que a correlação seria calculada apenas quando, para um sistema, os dados de no mínimo 3 anos estivessem disponibilizados dentro do espaço amostral.

Tal metodologia foi empregada para todos os sistemas contidos na Tabela 01. Por fim, calculou-se o valor médio das correlações encontradas, mantendo as subdivisões adotadas. Notou-se então que haviam para um mesmo indicador, de operadores distintos, pertencentes a mesma classe jurídica e a mesma faixa populacional, valores de correlação diametralmente opostos, isto é, valor de forte correlação positiva e negativa. Para minimizar os efeitos desta verificação, foram calculadas as médias positivas e negativa em separado, de obtendo assim o valor médio para ambas as situações.

De início os resultados apresentaram um número elevado de informações cuja correlação era classificada como forte. Obtivemos por exemplo, para autarquias, em cidades com população entre 5.001 e 10.000 habitantes, um total de 117 indicadores e informações que atendiam a classificação proposta. Sendo assim, optou-se por considerar variáveis com forte correlação comuns a todos os estratos populacionais, para uma mesma classe de prestadores. Obtendo, por fim, o resultado apresentado nas tabelas 03, 04 e 05 a seguir:

Tabela 3 - Total de Indicadores e Informações com forte correlação com a Tarifa Média Praticada para sistema operados por Autarquias. (**Fonte:** O Próprio Autor, 2019)

Autarquia					
5.000	10000	25000	50000	100000	>100000
AG004 - Quantidade de ligações ativas de água micromedidas					
AG014 - Quantidade de economias ativas de água micromedidas					
AG014A - Quantidade de economias ativas de água micromedidas no ano anterior ao de referência.					
ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgotos					
ES002A - Quantidade de ligações ativas de esgoto no ano anterior ao de referência.					
ES003 - Quantidade de economias ativas de esgotos					
ES003A - Quantidade de economias ativas de esgoto no ano anterior ao de referência.					
ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos					
ES008A - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto no ano anterior ao de referência.					
ES009 - Quantidade de ligações totais de esgotos					
FN001 - Receita operacional direta total					
FN002 - Receita operacional direta de água					
FN003 - Receita operacional direta de esgoto					
FN005 - Receita operacional total (direta + indireta)					
FN006 - Arrecadação total					
FN010 - Despesa com pessoal próprio					
FN015 - Despesas de Exploração (DEX)					
FN017 - Despesas totais com os serviços (DTS)					
FN021 - Despesas fiscais ou tributárias computadas na DEX					
IN003 - Despesa total com os serviços por m3 faturado					
IN005 - Tarifa média de água					
IN006 - Tarifa média de esgoto					
IN026 - Despesa de exploração por m3 faturado					
IN027 - Despesa de exploração por economia					

Tabela 4 - Total de Indicadores e Informações com forte correlação com a Tarifa Média Praticada para sistema operados por Empresas Públicas. (**Fonte:** O Próprio Autor, 2019)

Empresa Pública					
5.000	10000	25000	50000	100000	>100000
AG002 - Quantidade de ligações ativas de água					
AG014 - Quantidade de economias ativas de água micromedidas					
AG021 - Quantidade de ligações totais de água					
AG022 - Quantidade de economias residenciais ativas de água micromedidas					
AG022A - Quantidade de economias residenciais ativas de água micromedidas no ano anterior ao de referência.					
ES002A - Quantidade de ligações ativas de esgoto no ano anterior ao de referência.					
ES003A - Quantidade de economias ativas de esgoto no ano anterior ao de referência.					
ES008A - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto no ano anterior ao de referência.					
ES009A - Quantidade de ligações totais de esgoto no ano anterior ao de referência.					
FN013 - Despesa com energia elétrica					
FN035 - Despesas com juros e encargos do serviço da dívida, exceto variações monetária e cambial					
IN005 - Tarifa média de água					
IN074 - Duração média das intermitências					

Tabela 5 - Total de Indicadores e Informações com forte correlação com a Tarifa Média Praticada para sistema operados por Empresas Privadas. (**Fonte:** O Próprio Autor, 2019)

Empresa Privada					
5.000	10000	25000	50000	100000	>100000
AG022 - Quantidade de economias residenciais ativas de água micromedidas					
FN001 - Receita operacional direta total					
FN002 - Receita operacional direta de água					
FN005 - Receita operacional total (direta + indireta)					
FN006 - Arrecadação total					
FN015 - Despesas de Exploração (DEX)					
FN017 - Despesas totais com os serviços (DTS)					
IN005 - Tarifa média de água					
IN026 - Despesa de exploração por m3 faturado					

CONCLUSÃO

Há que se destacar que dos 196 sistemas avaliados 74,48% eram operados em regime de autarquia, contra 10,71% operados por empresas públicas e 14,79% operados por empresas privadas. Muito embora o senso comum tenda a associar a administração empresarial a eficiência, os dados indicam

que para os sistemas superavitários administrados por regime de autarquia, o número de variáveis com forte correlação com a tarifa média praticada é bastante superior (24) ante as empresas públicas (13) e as empresas privadas (09).

Observa-se também que o para as empresas públicas, os sistemas apresentam foco nos indicadores operacionais de água (designados pelo prefixo “AG”) e esgoto (prefixo “ES”). Já as empresas privadas, apresentam maior foco nos indicadores financeiros (prefixo “FN”).

Cabe ressaltar a ampla distribuição das variáveis, especificamente para os sistemas autárquicos. Exceto para uma única variável (AG022) todas as demais encontradas para as empresas privadas são comuns às autarquias. De tal forma que, podemos dizer que elas podem não adotar a mesma metodologia para a definição da tarifa, porém os parâmetros para esta definição, com base na correlação, são os mesmos. Isto pois, apesar de apresentarem forte correlação, o valor destas correlações não são exatamente os mesmos.

Neste sentido, nota-se que a redução de um universo de 225 indicadores e informações para um conjunto de 09 (empresas privadas), 13 (empresas públicas) e 27 (autarquias) representa um total de 4%, 5,7% e 12%, respectivamente, pode ser vista como indicativo de uma falta de padronização, na metodologia para a implementação de tarifas nos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto no Brasil.

REFERÊNCIAS

TUNDISI, J. G. (2003). Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. São Carlos: RiMa, IIE, 248p.

_____. Lei Federal nº 11.445/2007. Institui a Política Nacional de Saneamento Básico.

GOVERNO FEDERAL. Decreto nº 7.217/2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

MARTINS, K. E. L. (2016). Indicadores em Saneamento: Avaliação da Tarifa Média de Água, - Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Engenharia- Belo Horizonte-MG.

HAMDAN, O.H.C. (2016). Avaliação de Indicadores Aplicados à Sistemas de Abastecimento de Água em Minas Gerais Segundo Portes Populacionais. - Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Engenharia- Belo Horizonte-MG.

DEVORE, Jay L. (2016). Probabilidade e estatística para engenharia e ciências. [Tradução EZ2Translate; revisão técnica Marcos Tadeu Andrade Cordeiro]. São Paulo: Cengage Learning.

BRASIL. SNIS – Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Disponível em: www.snis.gov.br. Acesso entre: 25 mar. 2018 e 20 dez. 2018.

BRASIL. SNIS – Ministério das Cidades. Glossários de Informações-2016. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Disponível em: www.snis.gov.br. Acesso entre: 15 jun. 2018 e 22 set. 2018.

BRASIL. SNIS – Ministério das Cidades. Glossários de Indicadores-2016. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Disponível em: www.snis.gov.br. Acesso entre: 15 jun. 2018 e 22 set. 2018.

AGRADECIMENTOS

A minha família pelo apoio incondicional. Ao meu orientador Prof^o Marcelo Libânio, por ter aceitado este desafio. A minha co-orientadora Prof^a Mara Lúcia Martins Lopes, por ser a ponte entre a infinidade de informações e o mundo estatístico. A Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (F.E.I.S.) – Unesp pela estrutura educacional fornecida. A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo apoio ao projeto.

Capítulo 2



10.37423/230607869

A MICROBACIA COMO UNIDADE DE DESENVOLVIMENTO: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS POMBAS – PARANAGUÁ-PR

Francisco Xavier da Silva de Souza

Instituto Clima Urbano

Marcio do Rosário do Carmo

Instituto Clima Urbano

Adriana Rainerte Serafin

Secretaria de Educação de Paranaguá

Marli Rainerte Bonaldi

Secretaria de Educação de Paranaguá

Michelly Zela Antonio Caetano

Secretaria de Educação de Paranaguá

Anderson da Silva Modrow

Universidade Federal do Paraná

Sharon Caroline Polucha

Universidade Federal do Paraná

Luiz Everson da Silva

Universidade Federal do Paraná

Helena Terumi Yoshitsuka

Secretaria de Educação de Paranaguá

Ivana Ramos da Silva

Secretaria de Educação de Paranaguá

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se, que no Brasil, os cursos d'água vêm sofrendo constante e crescente contaminação devido à utilização e preservação inadequada dos recursos naturais. Frequentemente, essas águas transportam vestígios de solos que podem ter sido adubados e corrigidos a custos altíssimos para manter as áreas agrícolas. As águas superficiais, outrora límpidas, encontram-se poluídas, atingindo o lençol freático e, reduzindo a sua disponibilidade para irrigação e para abastecimento. Para modificar esse cenário é preciso que seja implantado um programa racional de utilização e manejo dos recursos naturais, principalmente, do solo e da água, com a participação direta das comunidades rurais com o auxílio da tecnologia (CAVALLARI et al. 2007).

O presente capítulo traz o estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio das Pombas no litoral do Estado do Paraná, onde estão estabelecidas Colônias Tradicionais com descendentes em sua maioria de italianos, alemães e poloneses.

O objetivo desse trabalho foi caracterizar a Microbacia do Rio das Pombas, como unidade de desenvolvimento, apresentando uma forma sustentável de captação e gerenciamento da água bem como as dificuldades encontradas pela comunidade pela ausência de apoio governamental nas atividades econômicas locais.

O texto está estruturado a partir do relato da história de ocupação local, vegetação, aspectos da hidrografia, clima, paisagem natural, saneamento ambiental, sistema de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e a relação com o desenvolvimento territorial sustentável. Essa pesquisa teve apoio financeiro do Instituto Mosaic, Edital Água 2022, em que a ASA- Associação dos Usuários do Sistema de Abastecimento de Água da Colônia Maria Luiza foi contemplada.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO

No final do século XIX, no sopé da Serra da Prata, surgiram colônias habitadas principalmente por imigrantes italianos, alemães e poloneses recém-chegados ao Paraná. Esses núcleos de povoamentos foram fundados com intuito de assentar imigrantes vindos de várias regiões da Europa, tendo como objetivo constituir força de trabalho para o desenvolvimento da agricultura local. O Ministério da Agricultura promoveu o assentamento criando as colônias: Colônia Santa Cruz, Mara Luiza, Quintilha, Taunay, Visconde de Nácar, Cândido de Abreu, Pereira e Alexandra, (TRAMUJAS, 1996).

Após a abertura da Ferrovia Curitiba-Paranaguá, Joaquim Cândido e Adriano Ribeiro, ambos comerciantes de Paranaguá, solicitaram autorização ao Presidente da Província para a construção de uma linha de bondes com tração a vapor, que ligaria a Vila de Guaratuba à Paranaguá, buscando a integração entre as Colônias, porém o projeto definitivamente ficou somente no papel.

A linha de bondes partiria de Cabaraquara e teria seu ponto final na atual Praça Pires Pardiniho (Paranaguá). Esse trajeto contemplaria as Colônias Pereira, Maria Luiza e Alexandra, (MAFRA, 1952).

As formas de ligação, para facilitar o deslocamento entre as regiões norte e sul do litoral do estado, tiveram grande importância, pois, de acordo com BIGARELLA (1991 p.96),

“A fim de tornar mais eficiente e rápida a ligação entre Paranaguá e Guaratuba, o Governo Estadual, em 1916, melhorou as condições da estrada carroçável que, da primeira cidade, demandava às Colônias Maria Luiza e Pereira na base da Serra da Prata, bem como prolongou em agosto de 1917, seu trajeto até o Porto de Parati e depois Porto Barreiro, na baía de Guaratuba [...] o acentuado gradiente da estrada na travessia da Serra da Prata, consistia um grande inconveniente para o tráfego das 'diligências' tracionadas por quatro cavalos [...] em razão dessas dificuldades o passo da serra ficou conhecido como 'Morro do Ai-Jesus.’” BIGARELLA (1991 p.96)

A seguir são apresentados os mapas das Colônias Santa Cruz, Quintilha e Maria Luiza, as quais são as maiores em extensão territorial na região (Figuras 1-3).

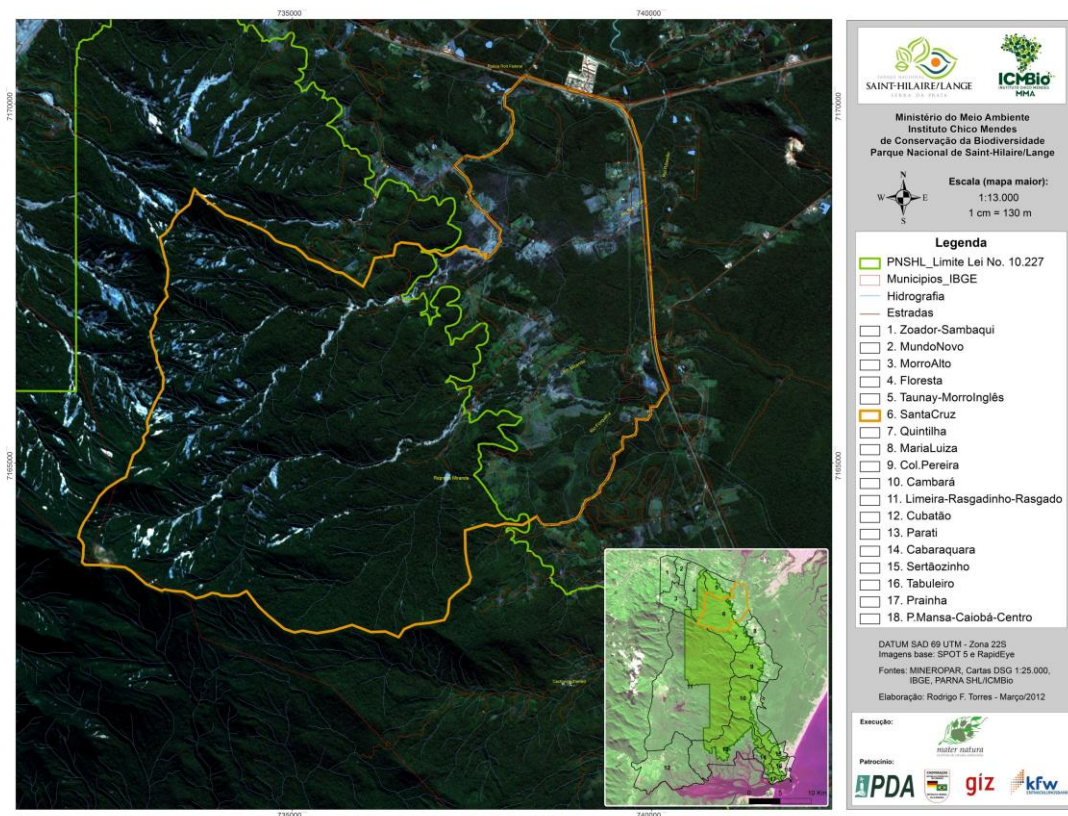
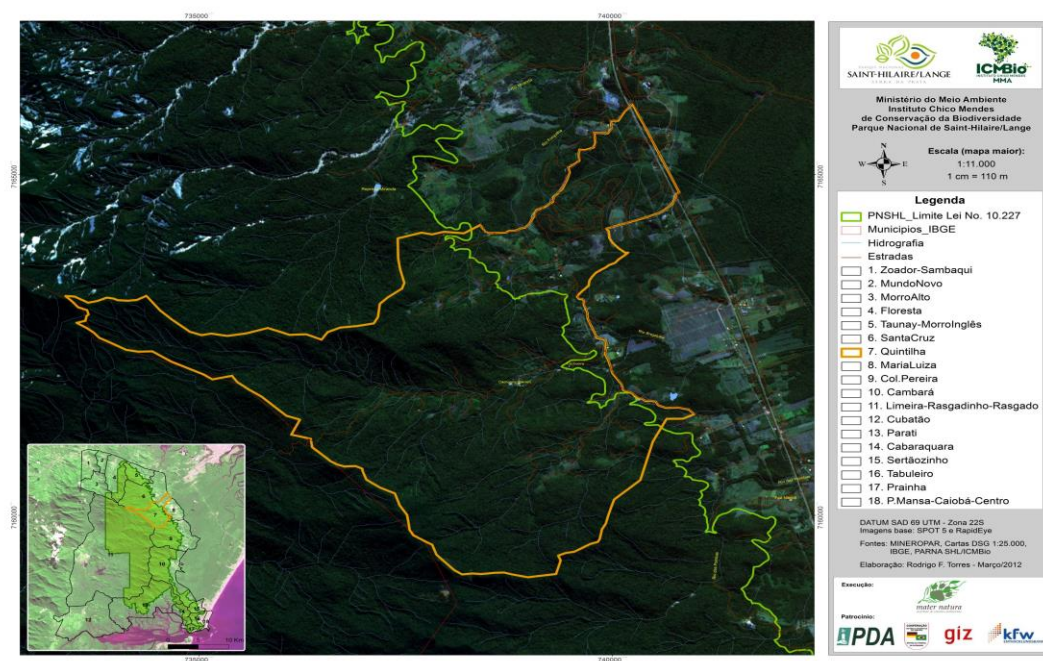
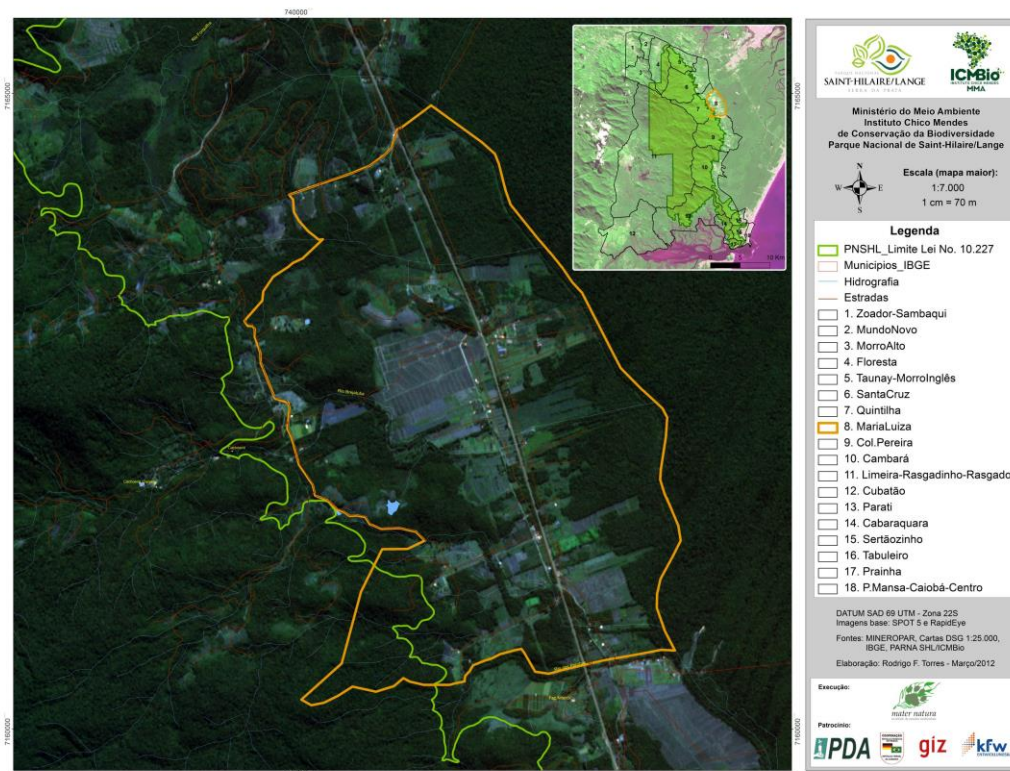
FIGURA 1 – MAPA DA COLÔNIA SANTA CRUZ**FONTE:** MMA, ICMBIO e PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE (2012).**FIGURA 2 – MAPA DA COLÔNIA QUINTILHA****FONTE:** MMA, ICMBIO e PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE (2012).

FIGURA 3 – MAPA DA COLÔNIA MARIA LUIZA

FONTE: MMA, ICMBIO e PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE (2012).

2.2 VEGETAÇÃO

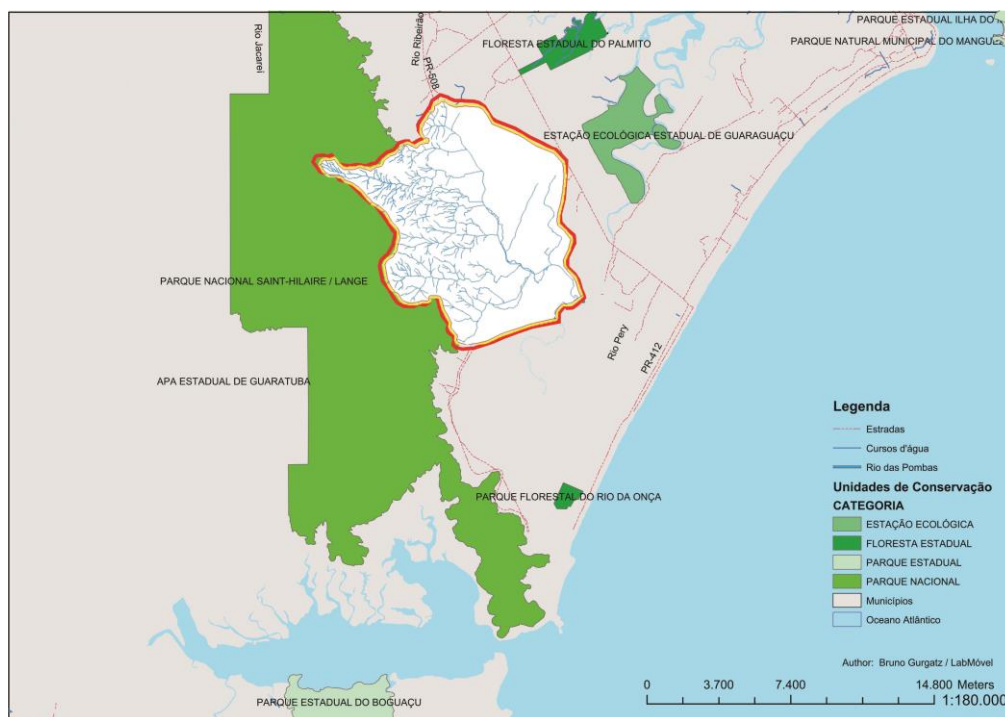
Na bacia Hidrográfica do Rio das Pombas de acordo com a classificação fitogeografia de RODERJAN (1994) são encontradas as seguintes subdivisões da formação vegetacional da Floresta Ombrófila Densa, são elas: das Terras Baixas, Submontana, Montana, Alto Montana. Esta formação vegetacional caracteriza-se por mostrar estratos superiores a 25 metros de alturas. Em virtude da diversificação ambiental a tipologia florestal apresenta diferentes características, com abrangência de espécies mais adaptadas. Neste contexto, RODERJAN, KUNIYOSHI e GALVÃO (1993 p.5) sugerem as seguintes subdivisões: Terras Baixas de 0 a 50 metros de altitude; Submontana de 50 a 600 metros; Montana de 600 a 1.200 metros; Altomontana acima dos 1.200 metros. Uma última formação é citada no que se refere às áreas sujeitas a alagamentos, como as formações ribeirinhas e as planícies aluviais. Esta formação é chamada de Floresta Ombrófila Densa Aluvial (IBGE, 1992).

2.3 ASPECTOS DA HIDROGRAFIA

O sistema hidrográfico da bacia Atlântica está inserido entre a Serra do Mar e a planície litorânea, drenando o leste do Estado do Paraná (BIGARELLA et.al., 1978). A bacia hidrográfica da planície litorânea pode ser subdividida em 6 sub-bacias: Ribeira, Baía das Laranjeiras, Baía de Antonina, Nhundiaquara, Baía de Paranaguá e Baía de Guaratuba. Das sub-bacias acima relacionadas à do Ribeira é a única que não tem sua rede de drenagem direcionada às bacias de Paranaguá ou Guaratuba, BIGARELLA et.al., (1978).

A rede hidrográfica do Rio das Pombas está localizada na estrada Alexandra-Matinhos entre o km 3 e o km 16, entre os municípios de Pontal do Sul, Paranaguá e Matinhos. Sua formação é resultante das condições climáticas, geológicas e de relevo. Está inserida na área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (PNSH) é de grande importância socioeconômica para a população do entorno, pois constitui o manancial que abastece as comunidades da Colônia Maria Luiza, Colônia Pereira, Colônia Quintilha e Colônia São Luiz pertencentes ao município de Paranaguá, portanto, a conservação da micro bacia se mostra essencial para a manutenção da qualidade de vida dessa população.

Os principais afluentes da microbacia são: Rio Vermelho, Rio Brejatuba afluente do rio Vermelho, Rio Branquinho afluente do rio Vermelho, Rio das Pombas, Rio Pereira afluente do rio das Pombas, Rio Pai Antonio e Rio Branco afluente do rio Pai Antonio, assim, tem sua rede de drenagem direcionada às bacias de Paranaguá. A Figura 4 apresenta o território da Microbacia do Rio das Pombas.

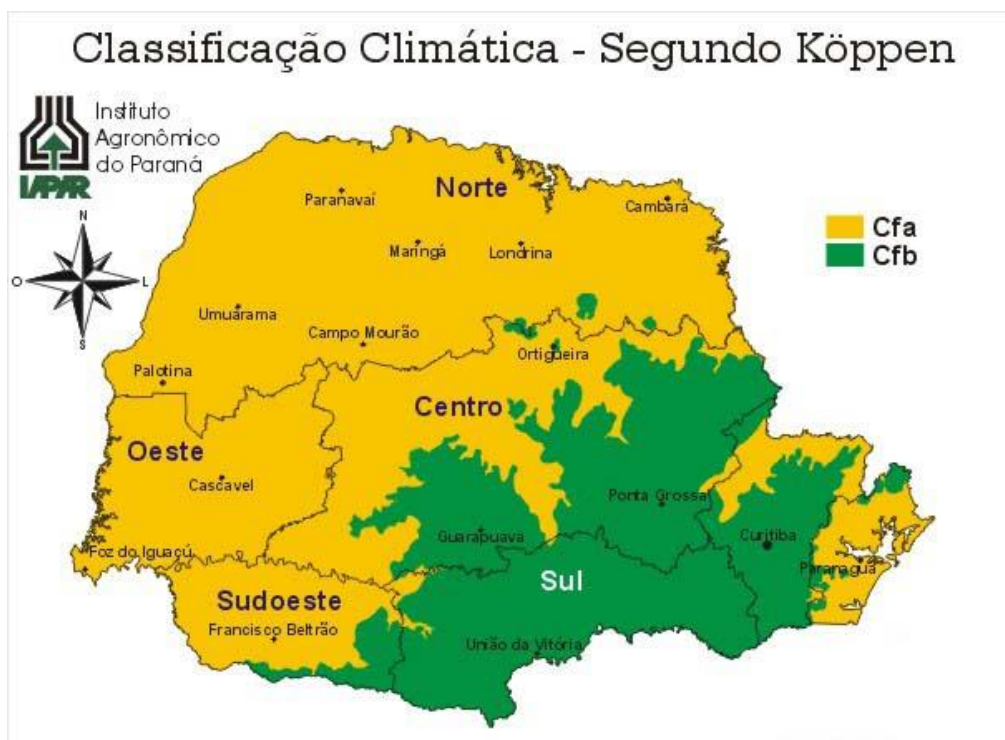
FIGURA 4 - MICROBACIA DO RIO DAS POMBAS

FONTE: PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE (2012).

2.4 CLIMA

O clima constitui um componente determinante do ambiente. O entendimento do clima regional proporciona compreender os processos erosivos, o conhecimento do balanço hídrico e o estudo das variações térmicas, fatores estes essenciais na regulação da dinâmica da microbacia e a biota BIGARELLA et. al. (1978).

De acordo com a localização geográfica da microbacia do rio das Pombas, as condições de relevo e proximidade oceânica, bem como a localização nas proximidades da Serra da Prata, segundo a classificação de Köppen, apresenta o tipo climático Cfb, em altitudes acima de 600 metros e Aft na planície, ou seja, nas regiões das altitudes abaixo de 600 metros. Por outro lado, de acordo com a mesma metodologia de classificação, em alguns pontos da colônia pode ser Cfa - clima subtropical quente, como pode ser visto na Figura 5 do Mapa abaixo:

FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA – SEGUNDO KÖPPEN**FONTE: IAPAR (2010).**

2.5 PAISAGEM NATURAL

A diversificação ambiental, resultante da interação dos múltiplos fatores, é um importante aspecto desta unidade fito ecológica, com ponderável influência sobre a dispersão e crescimento da flora e da fauna. Permite o desenvolvimento de várias formações, cada uma com inúmeras comunidades e associações, constituindo complexa e exuberante coleção de formas biológicas. Essa unidade é a mais pujante, heterogênea e complexa do Sul do país, de grande força vegetativa, capaz de produzir naturalmente de curto a médios prazos, incalculável volume de biomassa (LEITE, 1994).

Estima-se que a flora arbórea da Floresta Ombrófila Densa seja representada por mais de 700 espécies, sendo a maioria exclusiva, não ocorrendo em outras unidades vegetacionais (LEITE, 1994; REIS, 1995).

3. SANEAMENTO AMBIENTAL

O saneamento é definido como um conjunto de ações que visam controlar doenças, transmissíveis ou não, além de propiciar conforto e bem-estar da sociedade, evitar ou reduzir os impactos antrópicos em ecossistemas terrestres e aquáticos. Portanto, está vinculado diretamente às condições de saúde e vida da população, caracterizando-se como um direito do cidadão. Segundo MINISTÉRIO DAS CIDADES (2014),

“atua na área de saneamento básico com o objetivo de expandir a cobertura e melhorar a qualidade dos serviços públicos de saneamento em áreas urbanas, por meio da implantação, ampliação e melhorias estruturais e de gestão, além de promover ações destinadas à salubridade e habitabilidade da população localizada em áreas urbanas com carência de infraestrutura de saneamento por intermédio de ações integradas de saneamento e urbanização.”

As ações de saneamento compreendem:

- **Abastecimento de Água:** captação, adução, tratamento, reserva e distribuição;
- **Esgotamento Sanitário:** coleta, tratamento e disposição final;
- **Resíduos Sólidos:** coleta, transporte, reciclagem e disposição final;
- **Drenagem Urbana:** coleta de águas pluviais, manutenção de cursos de água de pequeno e médio porte e contenção de encostas; Outras Ações:
- **Controle de Vetores** e Reservatórios de Doenças Transmissíveis, Saneamento da Habitação, Educação Sanitária e Ambiental.

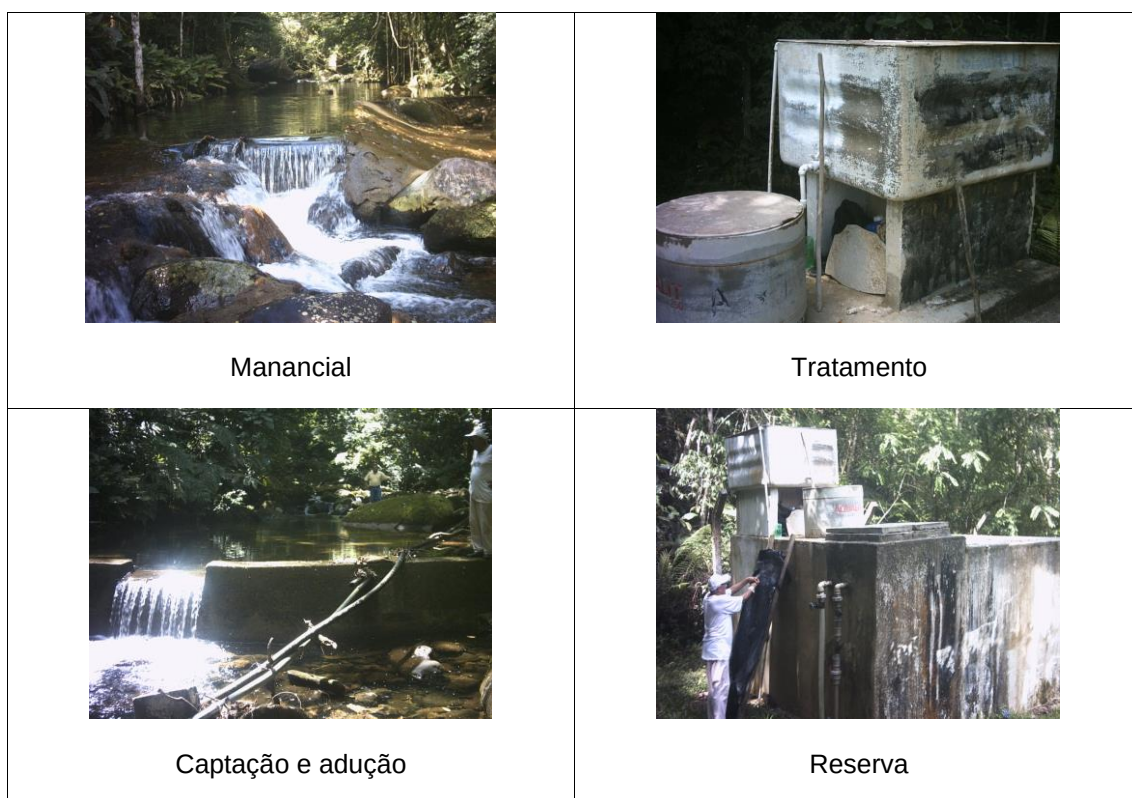
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ASSOCIAÇÃO DOS USUÁRIOS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA COLÔNIA MARIA LUÍZA – ASA – PARANAGUÁ, PARANÁ

Um sistema de abastecimento de água é composto por diversas unidades, como: manancial, captação, adução, tratamento, reserva e rede de distribuição.

Na comunidade da Colônia Maria Luiza o sistema de abastecimento de água coletivo foi implantado em 1993, para atender 76 famílias, por meio do convênio do Programa Paraná 12 meses do governo do Estado do Paraná em parceria com a Prefeitura Municipal de Paranaguá, EMATER-PR, CAGEPAR e Comunidade.

O sistema tem sua origem para abastecimento da Colônia Maria Luiza, também alcançando a Colônia São Luiz e parte da Colônia Quintilha que não são atendidas pelo sistema público. Os investimentos de manutenção e ampliação do sistema, quando necessário, são executados pela comunidade da Colônia Maria Luiza. A Figura 6 apresenta o sistema de captação da Colônia Maria Luiza no município de Paranaguá-PR, na década de 90.

FIGURA 6 – SISTEMA DE CAPATAÇÃO DE ÁGUA DA COLÔNIA MARIA LUIZA

FONTE: Os autores (2019).

O gerenciamento é executado por representantes da ASA-Associação dos Usuários do Sistema de Abastecimento de Água da Colônia Maria Luíza, eleitos pela comunidade, que abrange 228 famílias. A água distribuída tem finalidade residencial e comercial, a qual tem volume medido por hidrômetros gerando cobranças de acordo com o consumo de cada família.

Os hidrômetros foram cedidos de forma gratuita pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) em 2019, por meio de convênio firmado entre as partes. No entanto, a instalação dos hidrômetros foi executada pela ASA. A expectativa de substituição é de cinco anos devido ao desgaste natural do equipamento e verificação do percentual de perdas do sistema resultante deste desgaste.

A cobrança é realizada seguindo uma tabela decidida em assembléia por meio de consenso, a Tabela 1 apresenta esses parâmetros.

Tabela 1 – Tarifas de cobrança

Consumo	Valor por m ³	Observações
Até 15 m ³	R\$ 1,00	Tarifa mínima
Até 25 m ³	R\$ 1,40	A partir de 16 m ³
Acima de 25 m ³	R\$ 2,40	os primeiros 15 metros cúbicos o valor é de 1,00 real/m ³ , porém o excedente o valor passa para 2,40 reais/m ³ .

Fonte: ASA (2018)

Para efeito de exemplificação a Tabela 2 apresenta os dados de consumo e faturamento do sistema no mês de novembro de 2022.

Tabela 2 – Tabela de consumo e faturamento do mês novembro 2022

Faixa de consumo	Valor em R\$/m ³	Total em m ³	Valor em R\$/m ³
1 a 15m ³	1.00 R\$	833 m ³	833,00
16 a 25 m ³	1,40 R\$	737 m ³	1.031,08
Acima 26 m ³	2,40 R\$	1.498 m ³	3.595,20
TOTAL		3.068 m³	5.429,28

Fonte: ASA (2022)

Dentre as funções especificadas no gerenciamento do sistema estão o equilíbrio econômico-financeiro e análise periódica da qualidade da água. A ASA, por meio de convenio com o SENAI- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, faz a coleta e transporte das amostras para realizar análises laboratoriais bimestralmente. A Tabela 3 apresenta os resultados da análise realizada em janeiro de 2023.

Tabela 3 – Resultados de análise de água referente ao mês de janeiro 2023

Parâmetro	Resultado	VMP - Portaria	Unidade
pH	7,1	5,4 a 10	Um. pH
Cor	2,2	15	uH Um. Cor
Turbidez	0,56	5	NTU
Flúor Natural	0,1	1,5	mg/L
Manganês	0	0,1	mg/L
Ferro	0,02	0,3	mg/L
Alumínio	0	0,2	mg/L
Cloro	0,8	0,2 a 2,0	mg/L
Coliformes Totais	Ausente	Ausente	
<i>E. Coli</i>	Ausente	Ausente	

Fonte: SENAI (2023)

As análises foram executadas para atender os parâmetros coliformes Totais e *Escherichia Coli*, segundo a Portaria GM/MS nº 888/2021, Cap. V Padrão de Potabilidade da água destinada ao consumo

humano. As amostras foram coletadas no dia 27 de janeiro de 2023 na Comunidade Colônia Maria Luiza.

Os resultados ora apresentados no quadro acima, estão em conformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

Sendo assim, a água fornecida pela ASA pode ser utilizada para o consumo humano, e outras atividades que requerem a utilização de água potável tratada.

3.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Água residuárias ou esgoto é o líquido conduzido pelas canalizações de esgotamento das comunidades. Possui características variáveis, em função da sua origem, da hora de produção ou amostragem, da extensão da rede coletora e do seu estado de conservação.

De acordo com a origem, o esgoto pode ser:

- Sanitário, comum ou doméstico, proveniente da atividade doméstica (aparelhos sanitários, cozinhas, lavagem de roupa, etc.). É caracterizado pela de perenidade, embora sofrendo acentuada variação de fluxo em decorrência das atividades humanas, variação perceptível com mais facilidade nas redes de pequena extensão. Sua composição é essencialmente orgânica e relativamente constante, quando há controle do consumo domiciliar de água. Segundo REBELO (2011), as águas cinzas são aquelas “provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça”. Contudo alguns estudos consideram a água residual de cozinha, como água negra em função das elevadas concentrações de matéria orgânica, óleos e gorduras que podem estar presentes.
- Industrial ou comercial, provenientes de processos industriais; Pode ser perene, mas é função do trabalho da própria indústria, o que geralmente torna intermitente e com contribuição localizada de grande volume, ao contrário do sanitário. A composição e função da tecnologia e do produto, podendo variar de orgânico a mineral, seja a indústria do tipo alimentício, de processamento químico, de eletrodeposição, etc. Geralmente é mais rico em sólidos dissolvidos minerais.
- Pluvial, decorrente da coleta da precipitação atmosférica e da lavagem das ruas. É tipicamente intermitente e sazonal, de conformidade com a precipitação atmosférica. A composição é variável com a duração das chuvas, sendo mais semelhante ao sanitário nas primeiras águas, pois carreia o resultado da lavagem operada na atmosfera, nos telhados, nos quintais, nos pisos, sarjetas e na própria tubulação.

Na micro bacia em questão, as comunidades que utilizam dos seus recursos, bem como as do entorno, sofrem com os problemas resultantes da falta de planejamento e gestão, pois, além de o sistema de drenagem está comprometido, contribuindo para o assoreamento dos rios, verificou-se a necessidade de canalização nas travessias das ruas e manutenção nos córregos e curvas de níveis nas estradas e vias de acesso, e, além disso, não existe sistema de coleta e tratamento de esgoto. Nas comunidades, é comum a utilização de fossa séptica e poço morto, isso quando o esgoto não é lançado a céu aberto em córregos, canais e nos próprios rios pertencentes a bacia. Diante disso, o projeto “Nossa comunidade Sustentável” apresenta uma proposta para a comunidade de um sistema de tratamento de esgoto alternativo, utilizando a Fitorremediação, do tipo Zona de Raízes.

A Zona de raízes é o sistema de tratamento com plantas, que consiste em fazer o esgoto passar sob uma área de terreno previamente preparada com cultivo de determinada planta, denominada zona de raízes. O esgoto é despejado num extremo dessa área, com vazão controlada, saindo por outro extremo, possibilitando assim o contato do esgoto com as raízes das plantas.

As plantas pré-definidas devem ter a característica de liberar oxigênio por suas raízes, possibilitando o desenvolvimento de bactérias hospedeiras que fornecem nutrientes para vegetação, reduzindo a carga orgânica do efluente. Na figura 7 observa-se o passo a passo da montagem do sistema.

Figura 7 - Sistema de esgoto em estágio de montagem.



Fonte: Francisco Xavier, 2012.

O tratamento de efluentes é basicamente biológico, sem consumo de energia, agentes químicos ou equipamentos mecânicos e ainda, não produz o gás metano, característico de processos anaeróbios.

3.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos constituem hoje uma das grandes preocupações ambientais do mundo moderno. Os resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos) são produtos inevitáveis dos processos econômico-sociais de que dependemos. Assim como no metabolismo dos seres vivos, nossas sociedades transformam insumos em bens, em serviços e em alguns subprodutos que precisamos “eliminar”.

As sociedades de consumo avançam de forma a destruir os recursos naturais e, os bens em geral, têm vida útil limitada, transformando-se cedo ou tarde em lixo. As quantidades crescentes da produção de lixo, na grande maioria dos casos, são destinadas para lixões ou aterros clandestinos e, muitas vezes, se a separação correta. Segundo ONOFRE (2011, p.97), comparando a geração de resíduos domiciliares, constatou que “a taxa de geração per capita de RSD é maior (60% maior) em residências unifamiliares (casas) que edificações multifamiliares. Este fato pode estar relacionado à existência de jardins e quintais no primeiro tipo de residência, os quais não existem em apartamentos.”

Do ponto de vista sanitário e ambiental, a adoção de soluções inadequadas para o problema do lixo, faz com que seus efeitos indesejáveis se agravem, dentre eles destacamos os riscos de contaminação do solo, do ar e da água e a proliferação de vetores de doenças. Atualmente, a existência de lixões (vazadores), locais onde são descarregados os resíduos sem quaisquer cuidados, representa uma grave ameaça à saúde pública e ao meio ambiente.

Em conversa informal com moradores da microbacia, a coleta de resíduo ocorre periodicamente entre 1 ou 2 vezes por semana, e realizada pela Prefeitura Municipal de Paranaguá, porém depende da disponibilidade de veículos. Segundo relatos, já ocorreu período que a coleta foi executada a cada 15 dias. As práticas de coleta seletiva e separação são pontuais, nem todos os moradores adotam estas práticas. Os resíduos coletados nas comunidades no entorno da bacia são depositados no aterro sanitário controlado, de propriedade particular localizado no Rio das Pedras. Segundo PLANO DIRETOR, hoje recebe em média 200 toneladas de resíduos diários, sendo aproximadamente 100 toneladas de resíduos domiciliares e outras 100 toneladas de resíduos de construção civil, de poda, capina e roçagem.

Para a Coleta Seletiva o projeto “Nossa Comunidade Sustentável” segue a hierarquia dos sete erres: Reciclar, Reduzir, Reutilizar, Reeducar, Respeitar, Refletir e Recusar, que tem como princípio causar o menor impacto, evitando a geração de lixo, e assim reciclar os materiais após o descarte.

A reciclagem tem um impacto menor ao Meio Ambiente, impacta menos os recursos naturais e é a última alternativa dos sete erres. Os resíduos são separados de acordo com suas propriedades recicláveis e não recicláveis. A coleta é feita porta a porta pelos carrinheiros e os materiais serão transportados para uma unidade central.

3.4 A RELAÇÃO DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E REALIDADE LOCAL

A agricultura na área de estudo é expressiva. De acordo com STOPINSKI et. al. (2012), no litoral do Paraná, as principais fontes econômicas são as atividades portuárias, praiano-turísticas, agricultura e pesca. O modelo de agricultura do litoral, ou mais específico na região, a agricultura familiar, sofre com uma série de entraves organizacionais, seja em questões de infraestrutura de beneficiamento ou distribuição, em relação ao distanciamento dos centros consumidores, impactando no desenvolvimento local, alterando a dinâmica social e econômica com uma maior circulação de renda, serviços e produtos. Além disso, os agricultores enfrentam grandes dificuldades com relação as questões que envolvem as legislações ambientais, devido à unidade de conservação, PNSHL, pois, em alguns casos, uma parte da área da propriedade fica no interior do parque e a outra parte fora, no entorno.

Assim, as principais formas de comercialização dos produtos são feiras, pois são as melhores alternativa para o escoamento da produção, isso porque garantem a renda semanal aos produtores, eliminando atravessador e, por meio da comercialização direta, obtém um maior preço nos produtos.

Dentre as dimensões do desenvolvimento territorial que a agricultura familiar local gera, destacamos as dimensões socioeconômica, isso porque gera oportunidades de trabalho e renda, favorece a aproximação entre produtores e consumidores. Na dimensão ambiental, pode ser observada a valorização e os cuidados com a paisagem e os recursos naturais com a preservação da biodiversidade, pois ocorre a produção sem o uso de agroquímicos, proporcionando aumento na qualidade dos recursos hídricos na propriedade e a qualidade de vida da comunidade.

Outro fator importante na produção local é o cultivo de arroz. No Paraná, a área de cultivo em 2012 foi de 34,9 mil hectares, produziu cerca de 178 mil toneladas DERAL (2013) Segundo IBGE (2015), a área colhida de arroz em 2003 foi de 40 hectares, totalizando cerca de 248 toneladas. Porém,

BARRIGOSSI et. al, (2004), salientam que, os parâmetros ambientais que são mais relevantes para a cultura são o regime de água, a temperatura e o tipo de solo, incluindo textura, drenagem e topografia.

Assim, são observados como principais impactos ambientais decorrentes da cultura:

- A redução de ecossistemas naturais devido abertura de novas áreas, fato este que, de acordo com a legislação federal, todos os empreendimentos que apresentem potencial degradação do ambiente devem possuir licenciamento ambiental
- Redução da capacidade produtiva do solo, é decorre das práticas errôneas de preparo e conservação do solo, e, conseqüentemente;
- Causando a redução da quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas, por processos como assoreamento, eutrofização e uso de agrotóxicos.

4. PROJETO “MINHA COMUNIDADE SUSTENTÁVEL”

O Projeto “Nossa Comunidade Sustentável” é desenvolvido pela Associação dos Usuários do Sistema de Abastecimento de Água da Colônia Maria Luiza (ASA) em parceria com o Instituto Mosaic, Escola Municipal do Campo José Chemure e UFPR -Litoral, e gerou discussão em torno da sustentabilidade e conservação dos recursos naturais.

Entre as atividades destacam-se: ciclo de palestra com atividades teóricas e práticas, refletindo-se sobre aspectos clínicos, epidemiológicos e ambientais, das doenças hidroveiculadas (doenças relacionadas aos múltiplos usos da água): cólera, dengue (zika e chikungunya), leptospirose, febre amarela, virose, febre tifóide, hepatites virais, hantavirose e diarreias agudas.

Do ponto de vista prático, os estudantes da Escola do Campo José Chemure trabalharam com a comunidade os temas: Doenças Hídricas, Controle de qualidade da água, o mapa da rede de distribuição por meio de desenhos (mapeamento), mata ciliar (reconhecimento e catalogação) e coleta Seletiva (Figura 8).

Figura 8 – Aula Recursos Hídricos e Mapa de distribuição.



Além disso, os membros da ASA e Professores da Escola do Campo José Chemure, elaboraram oficinas e palestras sobre a dengue na comunidade, com visitas às residências, e nas unidades da Mosaic Fertilizantes em Paranaguá (Figura 9).

Figura 9 – Oficina de Educação Ambiental na Empresa Mosaic Fertilizantes.



Fonte: Escola José Chemure(2023)

Cabe ressaltar que estudantes e professores produziram folders e repelente ecológico como forma de combate, principalmente da dengue (Figura 10). A dengue é um problema de saúde pública na região. No Estado do Paraná o número de casos de dengue é de 85.397 até o presente momento (junho de 2023), sendo que deste total temos 6.021 pessoas contaminadas no Litoral do Estado do Paraná, com a concentração de 2.634 casos de dengue em Paranaguá.

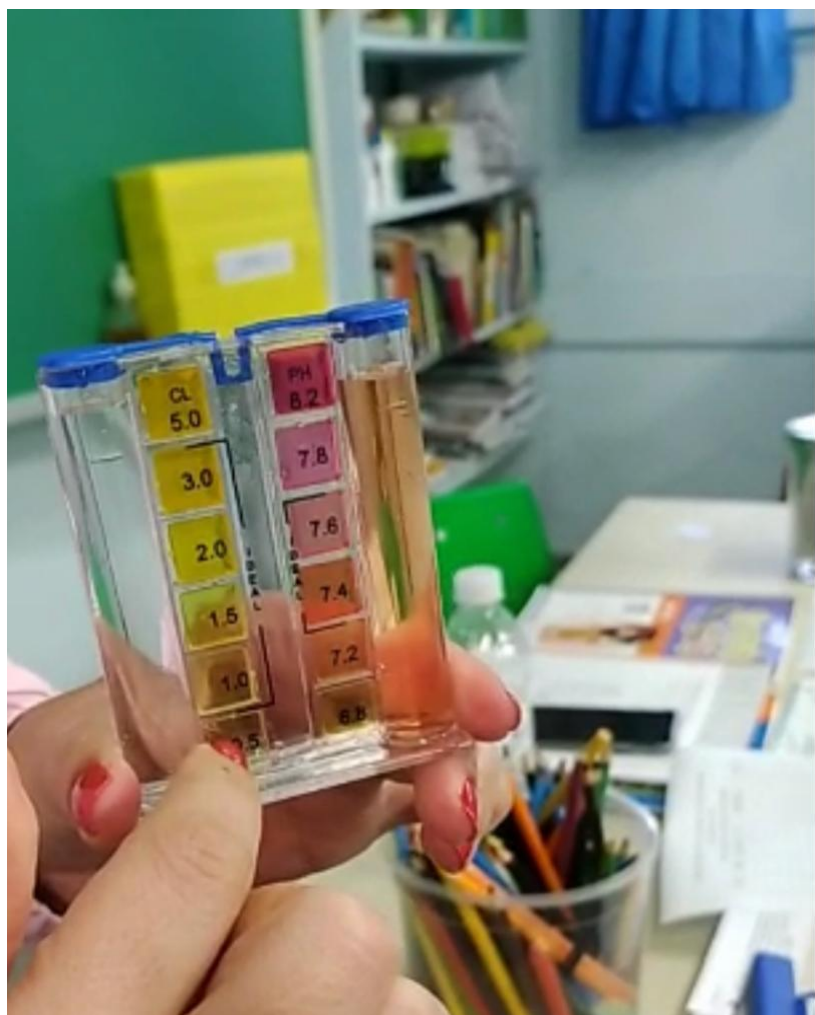
Figura 10 – Produção de Repelente para combate à dengue.



4.2 CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os estudantes da Escola Municipal do Campo José Chemure, estão monitorando a qualidade de água que é fornecida pela ASA, na escola e nas residências das proximidades, onde realizam os testes de pH e cloro residual livre. Os estudantes levam para suas residências os kits para realizarem os testes, e em seguida à realização, anotam em folha os dados coletados que posteriormente ajudam a ASA no controle de qualidade da água que chega em cada residência (Figura 11 e 12). Esta ação também resulta em discussões e reflexões entre estudantes em sala de aula, comunidade e Associação.

Figura 11– Medida do pH.



Fonte:Escola José Chemure(2023)

Figura 12 – Experimento de medida do pH.



Fonte:Escola José Chemure(2023)

Os dados são apresentados no Quadro 1. Segundo a Portaria GM/MS 888/2021 do Ministério da Saúde o percentual de cloro residual livre, é um indicador de potabilidade.

Os percentuais e seus significados relacionados a leitura de qualidade da água são apresentados e discutidos com os estudantes. A medida de pH, que, significa **percentual hidrogeniônico**, determina o nível de acidez, neutralidade e alcalinidade da água. Este é um parâmetro considerado opcional, ele deve ser verificado para otimizar os processos de tratamento e prevenir problemas nos sistemas dos poços artesianos. O Ministério da Saúde determina que o valor recomendado de pH seja entre **6,0 e 9,5**. O cloro e suas funções também são apresentados e discutidos, já que, é uma substância fundamental para eliminar e impedir a proliferação de bactérias, vírus e protozoários causadores de doenças na água. Porém, mesmo assim, é necessário acompanhar os seus níveis presentes na água. Os níveis ideais determinados pelo Ministério da Saúde variam entre **0,2 mg/l e 2,2 mg/l**.

Quadro 1. Resultado do teste de pH e cloro residual.

Data	Cloro residual	pH	Horário	Local	Condições Climáticas
29/05	0,5 ppm	7,2	17:00	Escola	Tempo bom
30/05	0,5ppm	7,2	10:00	Res da Gloria	Tempo bom
30/05	0,5	7,4	18:29	Res Miguel	Tempo Bom
31/05	0,5	7,2	19:52	Res Maria Helena	Tempo Bom
02/06	0,5	7,2	13:00	Res Paulo	Tempo bom

Fonte: Escola José Chemure – Paranaguá-PR

Os resultados obtidos, coletados pelos estudantes da referida Escola, mostram que a água fornecida pela ASA, de acordo com a Portaria GM/MS 888/2021, está própria para o consumo humano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre a caracterização do meio ambiental e cultural da microbacia do Rio das Pombas como unidade de desenvolvimento territorial sustentável permitiu constatar o grande potencial e vantagens do uso de um sistema de captação da água integrado com a natureza de maneira sustentável.

Destaca-se a necessidade de uma gestão integrada dos sistemas terrestres com os sistemas hidrológicos. A governança cooperativa é necessária em todos os espaços, principalmente em regiões de mananciais como é o caso da localidade estudada.

Apesar de demonstrarmos nesse estudo apenas um mês da relação econômico-financeira é importante destacar que durante todo o período de utilização do sistema não foi observado déficit financeiro para sua manutenção. Também se ressalta que o abastecimento tem finalidade o consumo das famílias e aplicações na agricultura gerando condições de vida e fonte de renda.

Regiões como a destacada no estudo oferecem enorme potencial em serviços ecossistêmicos, motivo este para ações de desenvolvimento territorial sustentável, iniciativas como essas são de extrema relevância para as condições de vida ideais para todos os seres vivos dos respectivos ecossistemas envolvidos.

A busca por soluções sustentáveis deve ser contínua de responsabilidade de todos, e se pretendemos deixar para os mais jovens e todas as outras formas de vida um planeta habitável, a consciência social

precisa alcançar níveis de percepção ambiental mais altos dentro da dinâmica de conservação e manejo em direção de ações sustentáveis.

REFERENCIAS

BIGARELLA, J.J. et.al. A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná. Curitiba, ADEA/Sec. Est. Planejamento-PR, 1978.

BIGARELLA, J.J. Matinho: Homem e Terra - Reminiscências... Matinhos, Prefeitura Municipal de Matinhos e ADEA, 212 p., 1991.

CAVALLIARI, R. L.; TAMAE, R. Y.; ROSA, A. J. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. Revista Científica Eletônica de Agronomia, ISSN: 1677-0293. Ano VI, nº 11, Periódico Semestral, Junho de 2007.

DENARDIN, V.; BRITO, I.; CARDOSO, L.; PADUCH, E.; PIRES, D.; TANER, F.; ZINI, R.; Perfil dos produtores das feiras livres do Litoral do Paraná; XVIII Encontro Nacional dos Grupos PET – ENAPET – Recife – PE 1º a 6º de outubro 2013 – UFPE/UFRPE; Disponível em: <<http://www.portalpet.feis.unesp.br/media/grupos/petinformaticarecife/atividades/xviiienapetrecifepe/artigos/enapet%202013%20-%20perfil%20dos%20produtores%2001092013.pdf>>, Acesso em: 15 de fevereiro de 2019.

FATIMA, M. Impactos da Drenagem Urbana Ana Saúde Pública em Municípios de Pequeno Porte no Estado do rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Novembro, 2013.

IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2014 <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=411570&idtema=135&search=parana|matinhos|pecuaria-2013>>, Acesso em: 01 de março de 2019.

LEITE, P. F. As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil. Proposta de classificação. Curitiba, 1994. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. Vegetação. In: IBGE: Geografia do Brasil; região Sul. Rio de Janeiro, 5 v., v.2, 1990.

MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba: José Olympio, 1968.

MAACK, R. Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná. Curitiba: IBPT-SAIC/INP. Um mapa 115 x 80 cm. 1:750.000. 1950.

MAFRA, J.S. História do Município de Guaratuba. Guaratuba, Prefeitura de Guaratuba, 312p., 1952.

RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S.; GALVÃO, F. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. Acta For. Bras, Curitiba, n. 1, p. 1-6. 1993.

RODERJAN, C. V. A Floresta Ombrófila Densa Altomontana do Morro Anhangava - Quatro Barras. Tese de Doutorado, Curitiba, UFPR, 1994.

Secretaria de Agricultura e do Abastecimento - SEAB Departamento de Economia Rural– DERAL Evolução da área colhida, produção, rendimento, participação e colocação Paraná/Brasil. 2013; Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cprbr.pdf>

STOPINSKI, Vânia; CARVALHO, Karina A. M.; CALDERARI, Natali; BUENO, Eva Cordeiro; CARDOSO, Leandro dos Santos; DENARDIN, Valdir Frigo; Diagnóstico do Meio Rural no Litoral Paranaense; 64ª Reunião Anual da SBPC; São Luiz do Maranhão , julho de 2012; ISSN 2176-1221; Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/2680.htm>

TRAMUJAS, A. Histórias de Paranaguá: dos Pioneiros da Cotinga à Porta do Mercosul no Brasil Meridional. Curitiba, Fundação Cultural de Curitiba, 180p.,1996.

REBELO, Marcelle Maria Pais Silva; Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbico com chicamas. Dissertação de mestrado em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento; Universidade Federal do Alagoas; Centro de Tecnologia, Maceió, 2011;Disponívelem:<<http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs/sites/default/files/dissertacaomarcellemariapaissilvarebelo.pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

<http://www.cidades.gov.br/index.php/saneamento/progrmas-e-acoes>, Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

ONOFRE, Fabiana Lima; Estimativa da Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares; Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para a obtenção do grau de Mestre; João Pessoa,Paraíba;Marçode2011.Disponívelem:<<http://www.ct.ufpb.br/pos/ppgecam/images/arquivos/dissertacoes/2009/09-2009.pdf>

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm>> Acesso em: 20 de março de 2019.

PortariaMSNº2914DE.12/12/2011(Federal). Disponível no site: www.novaambi.com.br/pdfs/portaria-ms2914.pdf, visualizado no dia 17/10/2019.

Capítulo 3



10.37423/230607890

EXPANSÃO DA MICRODRENAGEM URBANA NA REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU NO PERÍODO DE 2017 A 2021

Zacarias Caetano Vieira

Instituto Federal de Sergipe

Carla Suellen Alves Santos

Instituto Federal de Sergipe

Laline Cristine Gomes de Araújo

Instituto Federal de Sergipe

Carla Mirele Souza dos Santos

Instituto Federal de Sergipe

Alan Matheus dos Santos Mota

Instituto Federal de Sergipe

Carlos Gomes da Silva Júnior

Instituto Federal de Sergipe

Diego Fabricio Rodrigues Andrade

Instituto Federal de Sergipe



Resumo: *A urbanização aumenta a impermeabilização das áreas, causando um aumento do escoamento superficial das chuvas. Para evitar o acúmulo das águas nessas áreas, existe o sistema de drenagem urbano. Diversos municípios apresentam problemas decorrentes da ausência ou ineficiência desse sistema. Quando a área impermeabilizada cresce, o sistema de drenagem deve crescer na mesma proporção, sendo a quantidade de bocas de lobo um indicativo desse crescimento. Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a expansão da microdrenagem urbana na Região Metropolitana de Aracaju (RMA) no período de 2017 a 2021. Foram adotados três indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio; quantidade de bocas de lobo; e quantidade de bocas de leão) e, posteriormente, utilizou-se o Excel para tratamentos dos dados e elaboração dos gráficos. Finalmente, foram realizadas as análises e apresentadas as discussões. Os resultados mostram que o crescimento percentual das vias urbanas com pavimento e meio-fio foi superior ao crescimento percentual do quantitativo de bocas de lobo. Conclui-se que a expansão da microdrenagem urbana não tem acompanhado a expansão das vias urbanas pavimentadas, podendo sobrecarregar o sistema, sendo necessária a implantação de mais dispositivos.*

Palavras-chave: Bocas de lobo; vias urbanas pavimentadas; águas pluviais.

INTRODUÇÃO

A alteração das superfícies visando a implantação de vias públicas e estradas com coberturas impermeáveis, como: asfalto, cimento e concreto, estão diretamente relacionados com a urbanização das cidades e, conseqüentemente, o aumento do escoamento superficial das águas pluviais (ABREU, 2019). De acordo com a essa mesma autora, para se evitar o acúmulo das águas pluviais nas áreas impermeabilizadas, utilizam-se, dentre outras medidas estruturais, os sistemas de drenagem de águas pluviais, que funcionam como um sistema preventivo de inundações, principalmente nas áreas sujeitas a alagamentos.

Problemas causados pela inexistência ou pela ineficiência de sistemas de drenagem urbana são quase uma regra para os municípios brasileiros. A drenagem de águas pluviais para o meio urbano é fator fundamental, pois sistemas devidamente dimensionados e executados contribuem para saúde pública e qualidade de vida, diminuindo os riscos de perdas materiais e auxiliando a gestão pública de saneamento ambiental (PINTO; RIBEIRO JÚNIOR, 2017). A drenagem urbana é dividida em macrodrenagem e microdrenagem. Conforme relata CREA (2013) apud Fochesatto (2017), a macrodrenagem compreende os rios, córregos, canais e outras estruturas que acumulam e carregam grandes volumes de água; e a microdrenagem compreende a drenagem relativa as vias locais, composta pelas sarjetas, bocas-de-lobo, poços de visita e redes.

Dentre os dispositivos que compõem a microdrenagem, destacam-se as bocas de lobo, que, segundo Suetonio (2012), são estruturas de absorção das águas que transcorrem pela superfície, colocadas em vários locais das sarjetas, possibilitando o seu direcionamento às galerias. De nada adianta canais e redes (galerias) de grandes dimensões se a quantidade de bocas de lobo não é suficiente para suprir a demanda de água escoada. A partir do momento que temos um aumento da área impermeabilizada, ou área urbanizada, o sistema de drenagem deve crescer na mesma proporção, sendo a quantidade de bocas de lobo um indicativo desse crescimento.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a expansão da microdrenagem urbana na Região Metropolitana de Aracaju (RMA) no período de 2017 a 2021, utilizando dados do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo. A Região Metropolitana de Aracaju (RMA) (Figura 1), localizada no Estado de Sergipe, é constituída por quatro municípios: Aracaju, Barra dos Coqueiros, Nossa Senhora do Socorro e São

Cristóvão. Foi instituída pela Lei Complementar nº 25/1995, ocupando uma área de 867,486 quilômetros quadrados, que corresponde a 4% do território sergipano (FRANÇA, 2022)

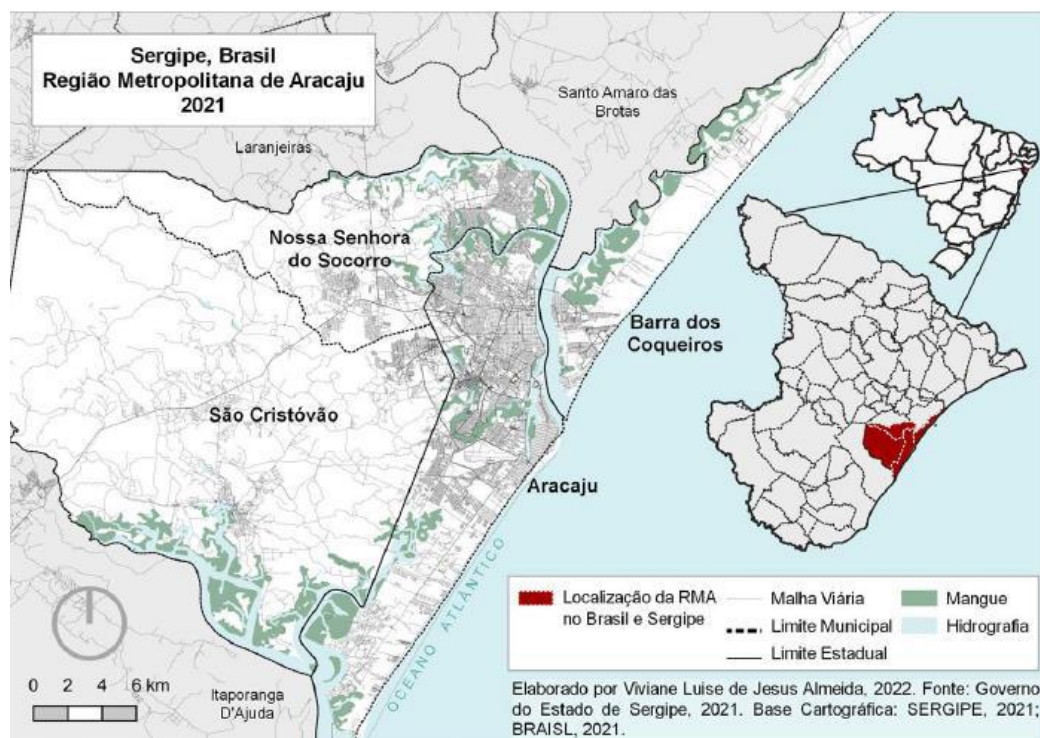


Figura 1. Localização de Sergipe e da Região Metropolitana.

Fonte: CEPUR (2022) apud FRANÇA (2022)

Materiais e Métodos. Inicialmente, foi realizado o levantamento dos dados secundários do SNIS (SNIS, 2022) que trata do diagnóstico anual da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no período de 2017 a 2021, em que se analisou três indicadores e, posteriormente, utilizou-se o Excel para tratamentos dos dados e elaboração dos gráficos. Após a confecção dos gráficos, foram realizadas as análises e apresentadas as discussões. Os indicadores utilizados nesse trabalho são descritos a seguir, conforme SNIS (2022):

- a) IE019 - Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante)
- b) IE021 - Quantidade de bocas de lobo existentes no município;
- c) IE022 - Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas (duas ou mais bocas de lobo conjugadas) existentes no município.

Para avaliar a expansão da microdrenagem, foi considerada a quantidade de bocas de lobo (simples e múltipla); e seu crescimento percentual no período será comparado com o crescimento percentual, no mesmo período, da extensão das vias urbanas com pavimento e meio-fio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante). A partir dos dados baixados no site do SNIS (2022), foi gerado o gráfico (Figura 2) abaixo.

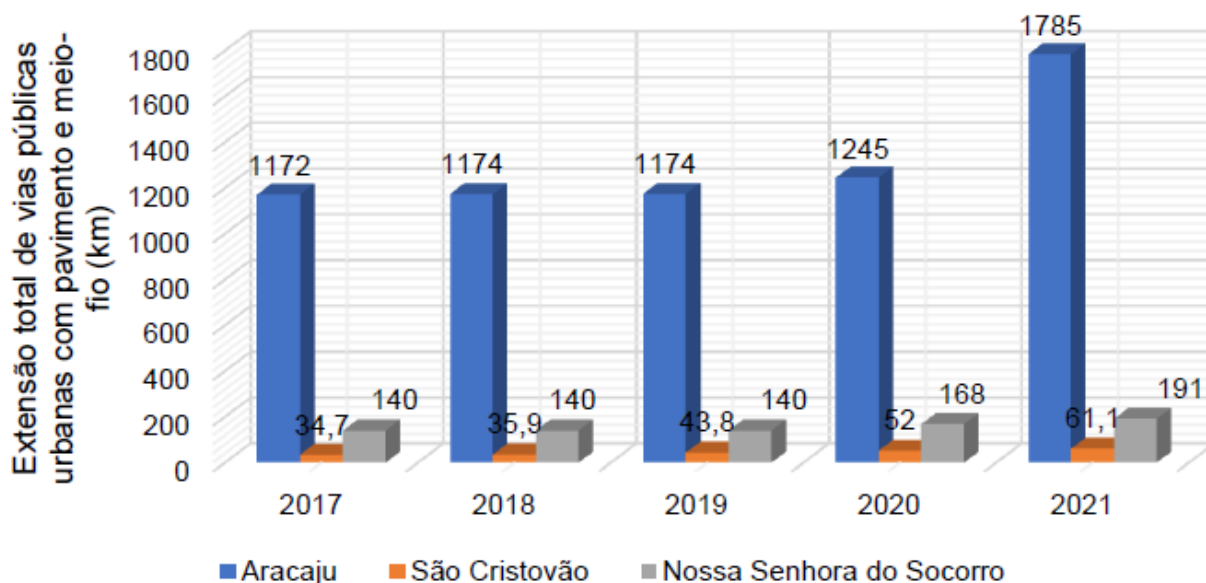


Figura 2. Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio nas cidades de Aracaju, São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro no período de 2017-2021

Fonte: Adaptado do SNIS (2022).

A cidade de Aracaju apresentou, no período analisado, um crescimento da ordem de 52,30% na extensão total das vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio. Na cidade de São Cristóvão, esse crescimento foi de 76,08%, e na cidade de Nossa Senhora do Socorro, de 36,42%. Não foi possível realizar tal análise com relação à cidade de Barra dos Coqueiros tendo em vista que consta apenas a informação referente ao ano de 2021 (100 km).

Quantidade de bocas de lobo. Para elaboração do gráfico abaixo (Figura 3), foi somada a quantidade de bocas de lobo com a quantidade de bocas de leão (ou bocas de lobo múltiplas).

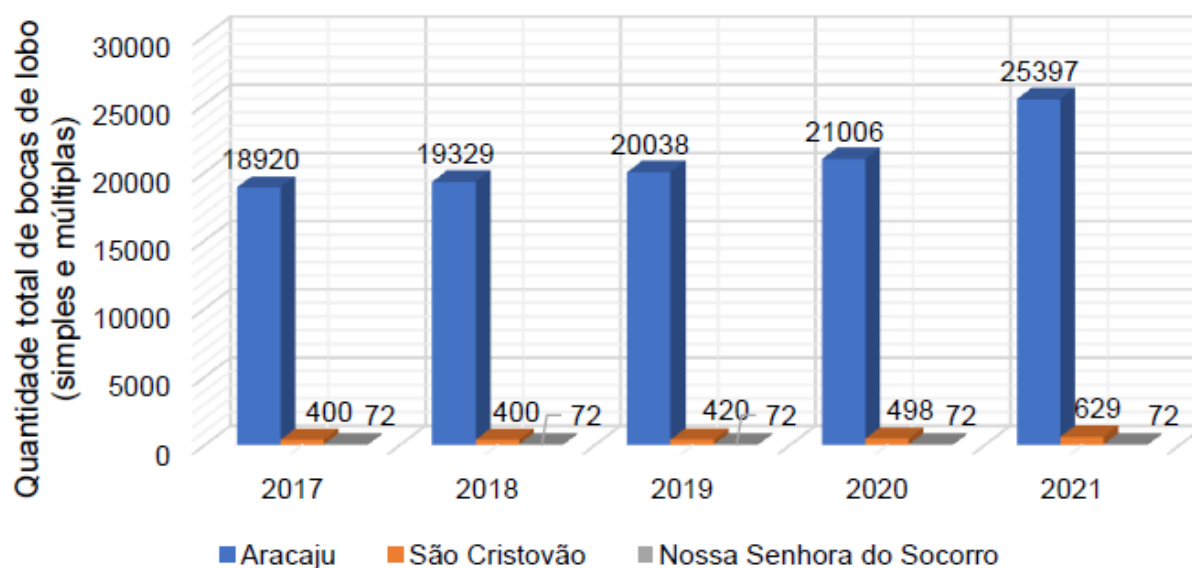


Figura 3. Quantidade total de bocas de lobo nas cidades de Aracaju, São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro no período de 2017-2021

Fonte: Adaptado do SNIS (2022).

A cidade de Aracaju apresentou, no período analisado, um crescimento da ordem de 34,23% na quantidade total de bocas de lobo. Na cidade de São Cristóvão, esse crescimento foi de 57,25%, e na cidade de Nossa Senhora do Socorro, segundo o SNIS, não houve aumento no número de bocas de lobo. Não foi possível realizar tal análise com relação à cidade de Barra dos Coqueiros tendo em visto que consta apenas a informação referente ao ano de 2021 (500 bocas de lobo).

Crescimento percentual das vias urbanas com pavimento e meio-fio versus crescimento do quantitativo de bocas de lobo. Objetivando comparar os dados apresentados nas Figuras 2 e 3, foi elaborado um gráfico (Figura 4) com os crescimentos percentuais das vias urbanas pavimentadas e da quantidade de bocas de lobo em cada uma das cidades, bem como o resultado médio obtido na região (excetuando pelo motivo já indicado a cidade da Barra dos Coqueiros).

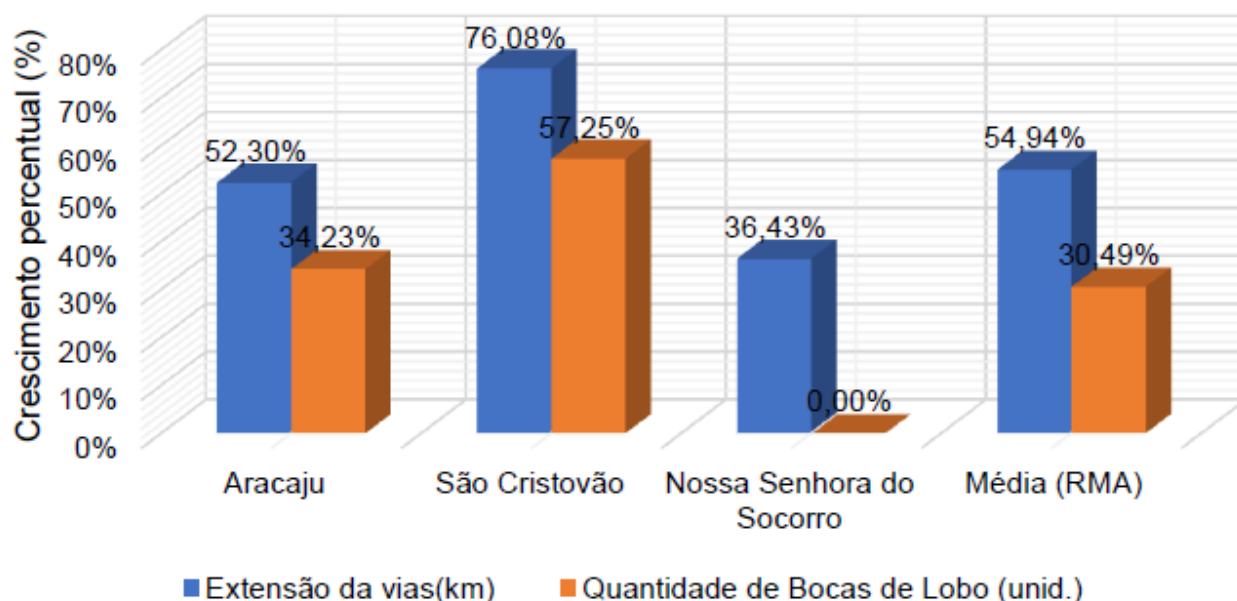


Figura 4. Crescimento percentual das vias urbanas pavimentadas e das bocas de lobo nas cidades de Aracaju, São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro no período de 2017-2021

Fonte: Adaptado do SNIS (2022).

Os resultados mostram que, nas três cidades analisadas, o crescimento percentual das vias urbanas com pavimento e meio-fio foi superior ao crescimento percentual do quantitativo das bocas de lobo, com destaque para a cidade de Nossa Senhora do Socorro cuja quantidade de bocas de lobo ficou estagnada no período. Analisando a média das três cidades, observa-se que o crescimento das vias urbanas pavimentadas foi da ordem de 54,94% e o crescimento do quantitativo de bocas de lobo foi na ordem de 30,49%, ou seja, uma diferença de 24,44%.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- 1- A expansão da microdrenagem urbana, aqui indicada pela quantidade de bocas de lobo, não tem acompanhado a expansão das vias urbanas pavimentadas;
- 2- Tal situação tende a sobrecarregar o sistema de drenagem existente, podendo vir a torna-lo ineficiente, aumentando a ocorrências de alagamentos em diversas áreas;
- 3- É necessária uma ação das prefeituras no sentido de implantar mais bocas de lobo, buscando que o crescimento da rede de drenagem seja proporcional ao crescimento da área urbana impermeabilizada.

REFERÊNCIAS

- ABREU, T. S. Q. de. Desenvolvimento de metodologia para o posicionamento de bocas de lobo aplicados à microdrenagem urbana. 2019. 118 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Recursos Hídricos, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.
- FOCHESATTO, A. C. de A. Microdrenagem urbana: análise e solução para o problema na avenida sete de setembro, na cidade de Três Corações-MG, 2017. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2017.
- FRANÇA, S. L. A. (org.). Aracaju. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022. 220 p. (Reforma Urbana e Direito à Cidade). Disponível em: <http://reformaurbanadireitoacidade.net/livros/regiao-metropolitana-de-aracaju/>. Acesso em: 25 fev. 2022.
- PINTO, J. A.; RIBEIRO JÚNIOR, L. U. Contribuição para o dimensionamento de sistemas de microdrenagem urbana. Revista Científic@ Universitatis, Itajubá, v. 2, n. 4, p. 16-30, nov/dez, 2017.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. SNIS - Série Histórica. 2022. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 25 fev. 2023.
- SUETÔNIO, M. Introdução à engenharia ambiental. 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2012. 524 p.

Capítulo 4



10.37423/230607891

PROPOSTA DE UM INDICADOR DO GRAU DE CONSERVAÇÃO DE PEQUENOS AÇUDES

Larissa Maria da Cunha Lima

Instituto Federal de Sergipe

Alan Matheus dos Santos Mota

Instituto Federal de Sergipe

Carlos Gomes da Silva Júnior

Instituto Federal de Sergipe

Eliglesia Maria Caldas dos Santos

Instituto Federal de Sergipe

Débora Fernanda Santos de Jesus

Instituto Federal de Sergipe

Zacarias Caetano Vieira

Instituto Federal de Sergipe



Resumo: *A pequena açudagem é uma realidade no nordeste brasileiro. Problemas como rompimento e perda da qualidade da água poderiam ser evitados se existisse um maior investimento em programas educacionais que treinassem as pessoas que utilizam o açude, bem como, uma maior fiscalização por parte dos órgãos responsáveis. Essa situação gera a necessidade de um estudo com o intuito de obter resultados de forma clara e objetiva da situação em que se encontram esses pequenos açudes. Diante do exposto, esse artigo tem por objetivo propor uma metodologia que avalie o estado de conservação desses pequenos açudes. Inicialmente, foram levantados os problemas mais comuns em pequenos açudes, em seguida, desenvolvido um indicador do estado de conservação e, por fim, criada uma classificação com base no resultado. Para cada problema avaliado foi atribuído um valor, dependendo do seu estágio. O índice de conservação do açude (ICA) foi determinado dividindo o somatório da pontuação obtida pela pontuação máxima. O resultado permite classificar o estado de conservação em ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo. Conclui-se que a metodologia é de fácil aplicação e o resultado pode servir para classificar os açudes quanto a prioridade e/ou urgência na implantação de ações corretivas.*

Palavras-chave: barragem de terra, patologias, correções

INTRODUÇÃO

Os açudes surgiram no começo da civilização para ajudar na sobrevivência e no desenvolvimento dos seres humanos, sendo na prática, uma barreira (barragem) artificial, usada para reter água, podendo reservar água (chuva ou a água corrente de algum rio), muito usado em regiões onde há escassez de água durante períodos de estiagem e também para outras finalidades como abastecimento de áreas agrícolas, residenciais e industriais, produção de energia, etc (DNOCS, 2023). Conforme relatam Molle e Cadier (1992), no Nordeste brasileiro são utilizadas diversas terminologias (barreiro, tanque, açude) e um leque extenso de capacidades de armazenamento (desde algumas centenas até bilhões de metros cúbicos). Esses mesmos autores relatam que o mais utilizado é o pequeno açude, sendo definido como aquele que serve principalmente para assegurar o abastecimento durante a estação seca de maneira a estabelecer a junção entre dois períodos chuvosos, embora não seja de nenhuma serventia para lutar contra secas prolongadas, a probabilidade de ficar sem água (ou com água barrenta, não potável) é grande.

Diversos pesquisadores defendem a pequena açudagem, com a alegação de que os grandes reservatórios perdem muita água por evaporação. Além disso, os pequenos reservatórios não demandam de tanto investimento financeiro público como os grandes açudes, sendo uma estratégia mais econômica (DANTAS, 2020). Essa ideia é corroborada por Molle (1994) quando o mesmo afirma que os pequenos açudes não têm gastos com desapropriação e manutenção, visto que cabe aos proprietários gerenciar os mesmos.

A presença da pequena açudagem no semiárido nordestino é uma consequência da política adotada nessa região, que objetiva armazenar água durante os períodos chuvosos para mantê-la disponível durante os severos períodos de seca (SANTOS et al., 2009). Conforme relatam Gurgel *et al* (2011) à falta de investimentos em programas educacionais e uma maior fiscalização por parte dos órgãos responsáveis, não permitindo difundir o conhecimento sobre técnicas de fácil aplicação que poderiam ajudar os usuários, evitando problemas como o rompimento de açudes e perda da qualidade da água por não haver manutenção necessária, gera a necessidade de um estudo com o intuito de obter resultados de forma clara e objetiva da situação em que se encontram esses pequenos açudes, orientando da melhor forma a população a atuar na conservação desses açudes. A criação de um indicador que avalie a conservação pode ser considerada uma ação nesse sentido. Diante do exposto, esse artigo tem por objetivo propor, a partir dos problemas mais recorrentes, uma metodologia que avalie o estado de conservação de pequenos açudes.

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia. Inicialmente serão levantados os problemas mais recorrentes em pequenos açudes, em seguida, será desenvolvido um indicador do estado de conservação através da analogia com a metodologia criada por Ywashima (2005) para aferir o índice de percepção dos usuários para o uso racional de água (IU) em escolas públicas de Campinas (SP) e, por fim, será elaborado uma classificação com base no resultado obtido pelo indicador.

Problemas comuns em pequenos açudes. Para criação do indicador serão considerados os principais problemas que afetam a conservação e durabilidade do açude, descritos por Molle e Cadier (1992) os quais são descritos, a seguir, de forma resumida:

- a) *Presença de formigueiros e tatus:* formigas e tatus tendem a cavar pequenas galerias no maciço do açude. Deve-se agir logo que essa situação é detectada, pois o aumento dessas galerias por levar a ruína da estrutura;
- b) *Adensamento do coroamento do açude:* consiste no rebaixamento do coroamento em um determinado lugar, favorecendo o transbordamento da água no caso de fortes enchentes;
- c) *Erosão no talude:* provocada pelas chuvas e, a montante, pelas pequenas ondas; sendo recomendado plantar vegetação rasa no coroamento e nos taludes do açude;
- d) *Vegetação arbustiva no talude:* desenvolvem-se mesmo não sendo plantadas. Se crescerem a ponto de as raízes atravessarem o maciço, podem gerar graves problemas
- e) *Presença de vegetação aquática:* muitas plantas que flutuam na superfície da água podem invadir imensas superfícies em pouco tempo, causando diversos transtornos, tais como a piscicultura e qualidade da água;
- f) *Assoreamento:* quando os escoamentos são carregados de sedimentos que se depositam no açude. A construção do açude em pé de serra, desmatamento no entorno e presença de solos sensíveis à erosão (arenoso) intensificam sua ocorrência;
- g) *Infiltrações no maciço:* são provenientes de uma fundação mal-acabada, quando ocorrem em grande quantidade causam um rebaixamento acelerado do nível d'água;
- h) *Erosão no sangradouro:* As enchentes extravasadas pelo sangradouro provocam danos (erosões), independentemente do tipo utilizado (alvenaria ou solo escavado) os quais devem ser imediatamente consertados.

Indicador do grau de conservação do açude. Foi elaborado um formulário (Tabela 1) onde são elencados os problemas, e atribuído um valor para a situação verificada. Será atribuído um valor 0

(zero) se o problema não for verificado, cinco (5) se o mesmo for detectado, mas ainda em estágio inicial, e por fim, o valor 10 (dez) se estiver em um estágio avançado.

Tabela 1. Formulário para levantamento do estado de conservação dos açudes

	Pontuação Atribuída	Pontuação Máxima
Presença de formigueiros e tatus:		
() não foram encontrados	0	10
() poucos pontos no maciço (estágio inicial)	5	10
() muitos pontos no maciço (estágio avançado)	10	10
Adensamento do coroamento do maciço do açude		
() não foi verificado	0	10
() pequenos adensamentos (estágio inicial)	5	10
() grandes adensamentos (estágio final)	10	10
Erosão nos taludes do açude		
() não foi verificado	0	10
() erosões superficiais (estágio inicial)	5	10
() erosões profundas (estágio avançado)	10	10
Presença de vegetação arbustiva no talude do açude		
() não existe	0	10
() vegetação em crescimento (pequeno porte)	5	10
() vegetação já crescida (grande porte)	10	10
Presença de vegetação aquática		
() não existe	0	10
() ocorrência espaçadas (estágio inicial)	5	10
() ocorrência generalizada (estágio avançado)	10	10
Erosão no sangradouro do açude		
() não foi verificado	0	10
() erosões curtas e superficiais (estágio inicial)	5	10
() erosões longas e profundas (estágio avançado)	10	10
Ocorrência de assoreamento		
() não foi verificado um assoreamento considerável	0	10
() assoreamento mediano	5	10
() assoreamento exagerado	10	10
Infiltração na parede do açude		
() não existe	0	10
() ocorrência espaçadas (estágio inicial)	5	10
() ocorrência generalizada (estágio avançado)	10	10

Fonte: Os autores (2023)

Com o total de Pontos Atribuídos e Pontos Máximos calcula-se o índice de conservação dos açudes (ICA) de acordo com a equação 1:

$$ICA = \Sigma \text{Pontos Atribuídos} / \Sigma \text{Pontos Máximos} \times 100\% \quad (\text{Equação 1})$$

Para avaliação do índice de conservação do açude será utilizado a classificação abaixo, podendo atingir o máximo de 100% (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação dos valores do índice de conservação do açude (ICA) de acordo com faixas de abrangência.

Faixas de abrangência dos valores atribuídos ao ICA (%)	Classificação do estado de conservação segundo ICA
0 - 19,9	Ótimo
20 - 39,9	Bom
40 - 59,9	Regular
60 - 79,9	Ruim
80 - 100	Péssimo

Fonte: Os autores (2023)

Vale salientar que numa eventual avaliação de um açude, a obtenção de um resultado de ICA indicando um estado de conservação ótimo, não implica que não haja necessidade de intervenção nessa estrutura; situação essa que só ocorre quando se atinge ICA = 0%. O indicador proposto não está finalizado, podendo ser melhorado ou aperfeiçoado a medida que novas contribuições forem sendo inseridas na metodologia.

CONCLUSÕES

1. O índice proposto caracteriza-se por sua fácil aplicação, e resultado direto na classificação do estado de conservação dos açudes;
2. Dentro de um universo de vários açudes avaliados, o resultado do ICA pode servir para classificar os açudes quanto ao grau de prioridade na implantação de ações corretivas;
3. Analisando de forma individual, o ICA pode ser utilizado para indicar qual a urgência da necessidade de adoção de ações para correção dos problemas.

REFERÊNCIAS

- DANTAS, S. P. Dimensionamento e Gestão de Reservatórios: breve discussão acerca da experiência do estado do Ceará/Brasil. *Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade*, [S.L.], v. 2, n. 01, p. 2536, 26 jun. 2020. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). <http://dx.doi.org/10.46551/rvg26752395202012536>.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS). Açude: você sabe o que é e como ele é construído? 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/noticias/acude-voce-sabe-o-que-e-e-como-ele-e-construido>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- GURGEL, G. M.; CORIOLANO, E.; MEDEIROS, A. F. B. de; SILVEIRA, A. B. S. da; MATTOS, A. Avaliação das condições físicas e de manutenção de pequenos aludes no semiárido do Rio Grande do Norte. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 111., 2011, Maceió. Anais [...]. Porto Alegre: ABRHidro, 2011.
- MOLLE, F. Marcos históricos e reflexões sobre a açudagem e seu aproveitamento. Recife: SUDENE, 1994.
- MOLLE, F.; CADIER, E. Manual do Pequeno Açude: construir, conservar e aproveitar pequenos açudes no nordeste brasileiro. Recife: Sudene-DPG-PRN-DPP-WR, 1992. 528 p.
- SANTOS, F. A. dos; SILANS, A. M. B. P. de; PORTO, R. de Q.; ALMEIDA, C. das N. Estimativa e análise do volume dos pequenos açudes através de imagem de satélite e levantamento de campo na bacia hidrográfica do Açude Sumé. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 111., 2009, Campo Grande. Anais [...]. Porto Alegre: ABRHidro, 2009.
- YWASHIMA, L. Avaliação do uso da água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2005.

Capítulo 5



10.37423/230607892

SIMULAÇÃO DO USO DE ÁGUA PLUVIAL EM BACIAS SANITÁRIAS NO CEASA, ARACAJU/SE

Alan Matheus dos Santos Mota

Instituto Federal de Sergipe

Eliglesia Maria Caldas dos Santos

Instituto Federal de Sergipe

Carlos Gomes da Silva Júnior

Instituto Federal de Sergipe

Sarah Rolemberg da Silva Ramos

Instituto Federal de Sergipe

Débora Fernanda Santos de Jesus

Instituto Federal de Sergipe

Vitoria Elisabeth de Oliveira Santos

Instituto Federal de Sergipe

Zacarias Caetano Vieira

Instituto Federal de Sergipe



Resumo: *Casos de escassez de água têm levado gestores, pesquisadores e técnicos a analisarem a viabilidade de fontes alternativas, dentre elas, o aproveitamento de água pluvial. Edificações públicas, em geral, apresentam um grande potencial de captação de água pluvial, devido a elevada área de telhado. Diante do exposto este artigo tem como objetivo, realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial na cobertura da Central de Abastecimento de Sergipe (CEASA/SE). Inicialmente foi estimada a demanda não potável (descarga de bacias) e com base nos dados pluviométricos e área de cobertura calcula-se o volume captável, e por fim, é verificado o atendimento do uso estimado no período de 2016-2020. O volume de água captável pela cobertura no período variou de 49,90 m³ (dezembro/2019 até 3034,92 m³ (maio/2020) resultando em uma média mensal de 736,82 m³, ou seja, 7,3 vezes maior do que a demanda estimada (100,8 m³). Conclui-se que; a) a água pluvial atende totalmente a demanda estimada; b) outros usos não potáveis podem ser atendidos com água pluvial, c) para atender apenas a descarga de bacias sanitárias, pode ser captado chuva de parte do telhado, e d) para implantação do sistema de captação proposto, outros aspectos devem ser avaliados.*

Palavras-chave: chuva, banheiro público, consumo não potável.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional tem impulsionado um aumento da demanda por água para seus diversos fins; o que somado a poluição dos corpos hídricos e uma gestão ineficiente tem tornado cada vez mais comum a ocorrência de problemas de escassez de água em diversas localidades. Essa problemática tem levado gestores, pesquisadores e técnicos a analisar a viabilidade da utilização de fontes alternativas, como, por exemplo, a dessalinização da água de mar, o reúso de água cinza e o aproveitamento da água pluvial, sendo esta última considerada uma solução muito interessante, em razão do seu menor custo e da sua funcionalidade dupla, que seja reduzir o estresse hídrico nas fontes tradicionais de abastecimento e contribui para a atenuação das vazões e dos volumes coletados pelos sistemas de drenagem (MITCHELL et al., 2008; ROSTAD; FOTI; MONTALTO, 2016 apud GAITÁN; TEIXEIRA, 2020). O aproveitamento da água da chuva gera a economia de água potável para usos menos nobres, como lavagem de veículos, reserva de água para combate a incêndios, lavagem de roupas e recarga de bacias sanitárias (MAY, 2004). Edificações públicas, em geral, apresentam um grande potencial para a implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial, por possuírem grandes áreas de telhados o que leva a coleta de grandes volumes de chuva; e somando a isso, geralmente apresentam um elevado consumo dos chamados usos não potáveis, onde se pode utilizar de forma satisfatória a água pluvial. Diante do exposto este artigo tem como objetivos, realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial na cobertura da Central de Abastecimento de Sergipe (CEASA/SE) através da estimativa de uma demanda não potável, estimativa do volume captável e verificação do atendimento do uso não potável estimado.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo. Segundo a Associação Brasileira de Horticultura, os CEASA são pontos de concentração física da produção de hortigranjeiros, frutas e verduras oriundas de diversas regiões do país, estas mercadorias são destinadas a maior parte aos atacadistas que podem ser produtores ou intermediários (ANDREUCCETTI et al, 2005). O CEASA/SE (Figura 1) está localizado na Rua Riachão, nº 228, situado no Bairro Getúlio Vargas- Aracaju – Sergipe.



Figura 1. CEASA em Aracaju

Fonte: <https://infonet.com.br/>

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de captação. Para estimar a área de cobertura (área de captação) do CEASA (Figura 2) foi o utilizado o Google Maps, obtendo-se uma área (projeção) aproximada de 6930 m².



Figura 2. Área de cobertura (telhado) do CEASA/SE.

Fonte: <https://www.google.com.br/maps>

Dados pluviométricos. Para simulação da captação da água pluvial que incide sobre a cobertura (telhado) do CEASA/SE serão utilizados os dados pluviométricos (Figura 3) do período de janeiro/2015 a dezembro/2020.

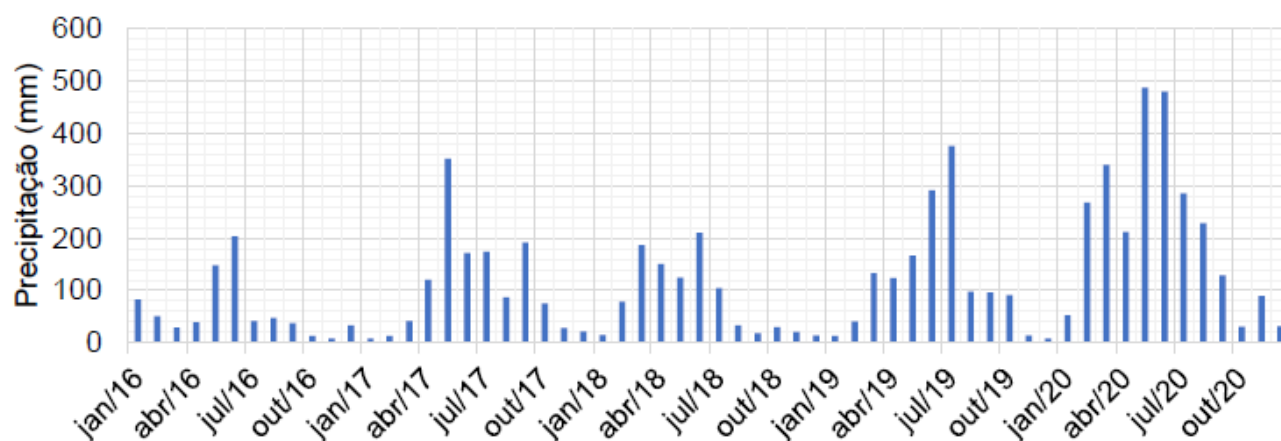


Figura 3. Dados pluviométricos da cidade de Aracaju – SE (Jan/2016 a Dez/2020)

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2021)

Volume mensal de chuva captável. Para determinar o volume de chuva captável pela cobertura, utilizou-se a equação constante em Tomaz (2003):

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad (1)$$

Em que C é o coeficiente de escoamento superficial, adotado 0,90 (valor indicado no caso de telha cerâmica ou metálica); P é a precipitação mensal, em mm (ver Figura 3); I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, adotado 2 mm. A é a área de coleta (captação), em metros quadrados (Figura 2); Q é o volume mensal produzindo pela chuva, em litros. Os valores de C e I adotados nesse trabalho seguiram a indicação de Tomaz (2003).

Demanda média mensal das bacias sanitárias. A descarga de bacias sanitárias no banheiro de uso público no CEASA/SE será o uso atendido com água pluvial captada. Como não dispomos desse dado, estimamos essa demanda com base na indicação da NBR 7229 (ABNT, 1993) que é de 480 litros/dia/bacia em sanitários públicos, ou seja, aberto ao público. No local, tem-se 4 bacias sanitárias (masculino), 2 bacias sanitárias (feminino) e 1 bacia sanitária para PNE (uso comum,) totalizando 7 bacias. Foi adotado 30 dias por mês, chegando-se ao valor indicado abaixo:

Demanda média mensal = 480 litros/bacia/dia x 7 bacias x 30 dias/mês

Demanda média mensal = 100800 litros/mês (100,8 m³/mês)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Demanda mensal versus volume captável. Comparando mês a mês, o volume captado pelo telhado e o consumo de água para usos não potáveis (descarga de bacias sanitárias) chegou-se ao resultado apresentado na Figura 4.

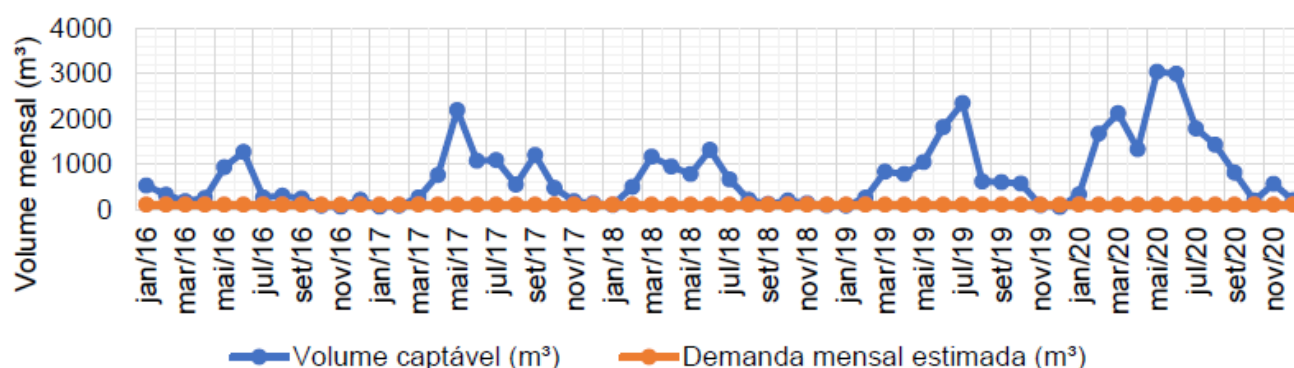


Figura 4. Comparação mensal entre volume captado pelo telhado e consumo não potável no período de janeiro de 2016 a dezembro de 2020

Fonte: Os autores, 2020.

O volume de água captável pela cobertura no período variou de 49,90 m³ em dezembro de 2019 até 3034,92 m³ no mês de maio de 2020, resultando em uma média mensal de 736,82 m³, ou seja, 7,3 vezes maior do que a demanda estimada (100,8 m³). Realizando uma análise mês a mês, no período simulado (60 meses) em 51 meses (85% do tempo) o volume de chuva captado pela cobertura foi superior ao consumo estimado das bacias sanitárias. Mesmo se considerarmos o mês de menor volume captável, 49,90 m³, esse corresponde a 49,5% do consumo das bacias. A solução para os períodos em que o inverso ocorre, é adotar um reservatório para guardar o excesso de água nos meses de muita chuva e nos meses de pouca chuva.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados, conclui-se que:

1 – Na simulação realizada, a água pluvial atende totalmente a demanda estimada (descarga de bacias), ou seja, sem utilização de outras fontes, sendo tal fato justificado pelo alto índice pluviométrico de Aracaju, – SE e pela grande área de captação do CEASA;

2 – Sendo o volume médio captado pelo telhado muito superior (7,3 vezes) a demanda média estimada, outros usos não potáveis podem ser indicados para essa água, tais como, lavagem de piso, lavagem de automóveis, rega de jardim, etc;

3- Na possível implantação de um sistema de captação de água pluvial no CEASA, destinado apenas a descarga de bacias sanitárias, não há necessidade do sistema captar de toda a cobertura, podendo utilizar apenas parte dela;

4 - Para implantação do sistema de captação proposto, outros aspectos devem ser avaliados, tais como localização e volume do reservatório, adequação das instalações para que as bacias sanitárias sejam atendidas prioritariamente por reservatório de água de chuva, etc.

REFERÊNCIAS

ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; GUTIERREZ, A. S.D.; TAVARES, M. Caracterização da comercialização de tomate de mesa na CEAGESP: perfil dos atacadistas. *Horticultura Brasileira*, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 324-328, jun. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 15 p.

GAITÁN, M. C. P.; TEIXEIRA, B. A. do N. Aproveitamento de água pluvial e sua relação com ações de conservação de água: estudo de caso em Hospital Universitário, São Carlos (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 133-144, jan. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Boletim Agroclimatológico Mensal. 2021. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 05 fev. 2021.

MAY, S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

THOMAZ, P. Aproveitamento de Água Pluvial. São Paulo: Navegar, 2003.

Capítulo 6



10.37423/230607896

ESTUDO DE CASO DO ELEVADO VOLUME DE PRECIPITAÇÃO COM VORTICIDADE RELATIVA NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

Heloísa Silva dos Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Igor Cunha França do Amaral

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Jamyle Magalhães da Silva

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Gilmara Duarte Lima Furtado

*Centro de Pesquisas e Desenvolvimento,
Leopoldo Américo Miguez de Mello*

Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira

Universidade Federal do Rio de Janeiro



Resumo: O aumento na exploração petrolífera nas plataformas continentais e a futura aplicação de turbinas eólicas *offshore* gera a necessidade de ampliar o conhecimento dos eventos de intensa chuva no oceano. Com o objetivo de compor uma análise meteorológica que possa favorecer na mitigação de riscos nos setores marítimos e energéticos, foi selecionado, dos dados históricos de precipitação da boia do projeto PIRATA, um evento de elevado acúmulo de precipitação diária próximo à Bacia do Espírito Santo, que é uma área com reservas abundantes de gás natural e óleo leve. Para tanto, foi analisado na região de estudo os campos de pressão, umidade, vorticidade, vento e altura geopotencial, para vários níveis com a reanálise do ERA5. Também foi utilizado as imagens de satélite do *Geostationary Operational Environmental Satellite 13*, disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. O resultado fornece compreensão da condição atmosférica atuante, o que favorece a mitigação para casos futuros que possam se assemelhar, e também fornece o uso da vorticidade relativa para detecção do cenário de risco do alto volume de precipitação. O trabalho preliminar contribuiu para destacar os riscos do alto volume de chuva na região *offshore*, que possa gerar práticas de mitigação e prevenção nas plataformas petrolíferas.

Palavras-chave: Precipitação; vorticidade; ERA5; Bacia do Espírito Santo.

1. INTRODUÇÃO

A precipitação é uma das variáveis mais importantes em estudos ambientais. O conhecimento dos regimes de chuva é de extrema relevância para avaliar os danos que chuvas intensas podem causar. No oceano, torna-se importante compreender os eventos extremos de chuva devido ao impacto nos sistemas de transporte e logística em plataformas petrolíferas. Para desenvolver medidas a fim reduzir os danos causados por precipitação intensa, é importante conhecer os sistemas meteorológicos e as condições sinóticas que causaram o evento de chuva extrema.

No dia 04 de janeiro de 2016, eventos de precipitação intensa ocorreram em vários lugares do Brasil, como, por exemplo, na Bahia, Goiás e Tocantins, e sobre o Oceano Atlântico Tropical, próximo a Bacia do Espírito Santo, registradas através de boias oceânicas.

(<https://www.climatempo.com.br/noticia/2016/01/04/muita-chuva-na-ba-to-e-go-3570>, acesso dia 19/10/2021).

Tendo em vista que parte do Brasil foi afetada por fortes chuvas, esse trabalho tem como objetivo analisar as condições sinóticas que levaram ao acontecimento desses eventos extremos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DADOS OBSERVADOS

Foi selecionado um evento de precipitação intensa sobre o oceano, identificado por meio de uma boia (Figura 1) do projeto *Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA).

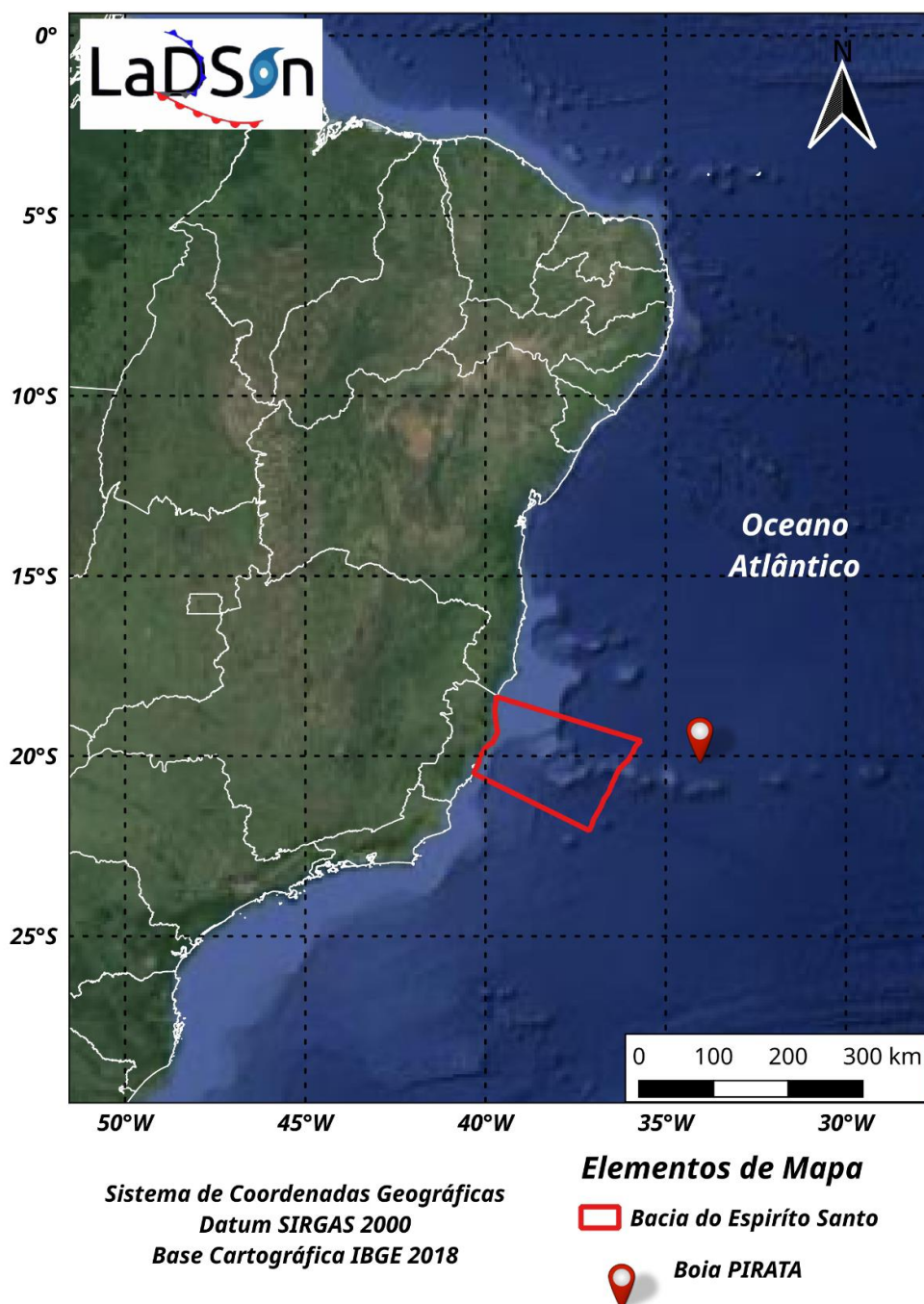


Figura 1 - Localização geográfica da Boia do PIRATA no Oceano Atlântico Sul, e destacado em linha vermelha a região da Bacia do Espírito Santo.

O projeto PIRATA possui um conjunto de 12 boias ATLAS no Oceano Atlântico Tropical (Servain et al. 1998). Essas boias são projetadas e montadas pelo *Pacific Marine Environmental Laboratory* (PMEL), contendo pluviômetros do tipo auto sifonagem RM Young Modelo 50203-34, que são colocados a 3,5 m acima da superfície do oceano. O sifão possui capacidade máxima de medição de 50 mm de chuva entre eventos. O pluviômetro determina o volume de água no tubo pela capacitância, sendo projetado

para converter essa capacitância em frequência, e posteriormente sendo calculado o volume em intervalos de 1 minuto e emitida como um sinal digital.

Para reduzir o ruído instrumental, os valores de chuva acumulada de 1 minuto registrados internamente são suavizados com o filtro de Hanning de 16 minutos após a sua obtenção. Tais dados são então diferenciados em intervalos de 10 minutos e convertidos para taxas de chuva de mm/h.

Como o pluviômetro das bóias do PIRATA mede a taxa de chuva em mm/h, foi necessário fazer cálculos para transformar os dados em acumulados horários e diários. Então, para converter a taxa de precipitação em precipitação acumulada foi aplicada a seguinte equação:

$$A = R_c \times dt \quad (1)$$

Onde R_c é a medida da taxa de precipitação e dt é a variação do tempo.

Para a análise sinótica foram utilizadas imagens do satélite *Geostationary Operational Environmental Satellite* 13 (GOES-13) no canal do infravermelho (realçado), a cada 03 horas, obtidas no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Ademais, dados da 5ª geração de reanálises do *European Centre for Medium-Range Weather Forecast* (ECMWF - ERA5, Hersbach, H. et al. 2018), com resolução horizontal de 0.25° de latitude X 0.25° de longitude, foram utilizados para elaboração dos campos sinóticos.

2.2 SELEÇÃO DO CASO

O critério utilizado na seleção do evento, iniciou-se no cálculo do acumulado diário de precipitação da boia do PIRATA, para o período de 2005 a 2018. Em seguida, foram selecionados apenas os dias chuvosos, com precipitação acima de 1 mm/dia, assim os dias não chuvosos não influenciam na estatística. A partir de então, calculou-se o percentil de 95% dos dados, obtendo os dias mais chuvosos. Destes dias, foi selecionado o evento mais recente do dia 04/01/2016, e desta forma, o período entre 02 de janeiro e 05 de janeiro de 2016.

3. RESULTADOS

No dia 01 de janeiro de 2016 (figura não apresentada), um sistema frontal atuava sobre o Oceano Atlântico, próximo a 40°S. A Frente Fria (FF) associada a tal sistema se deslocou para norte, alcançando o estado do Espírito Santo (ES) no dia seguinte (02 de janeiro de 2016 - Fig. 2A). A FF atuou principalmente sobre o oceano e, entre os dias 03 e 04 de janeiro, estava sobre a bacia do ES e próxima

ao sul da Bahia (Fig. 2B e 2C). Nesses dias foram registrados acumulados de até 41,6 mm, entre às 00Z do dia 03 e 00Z do dia 04.

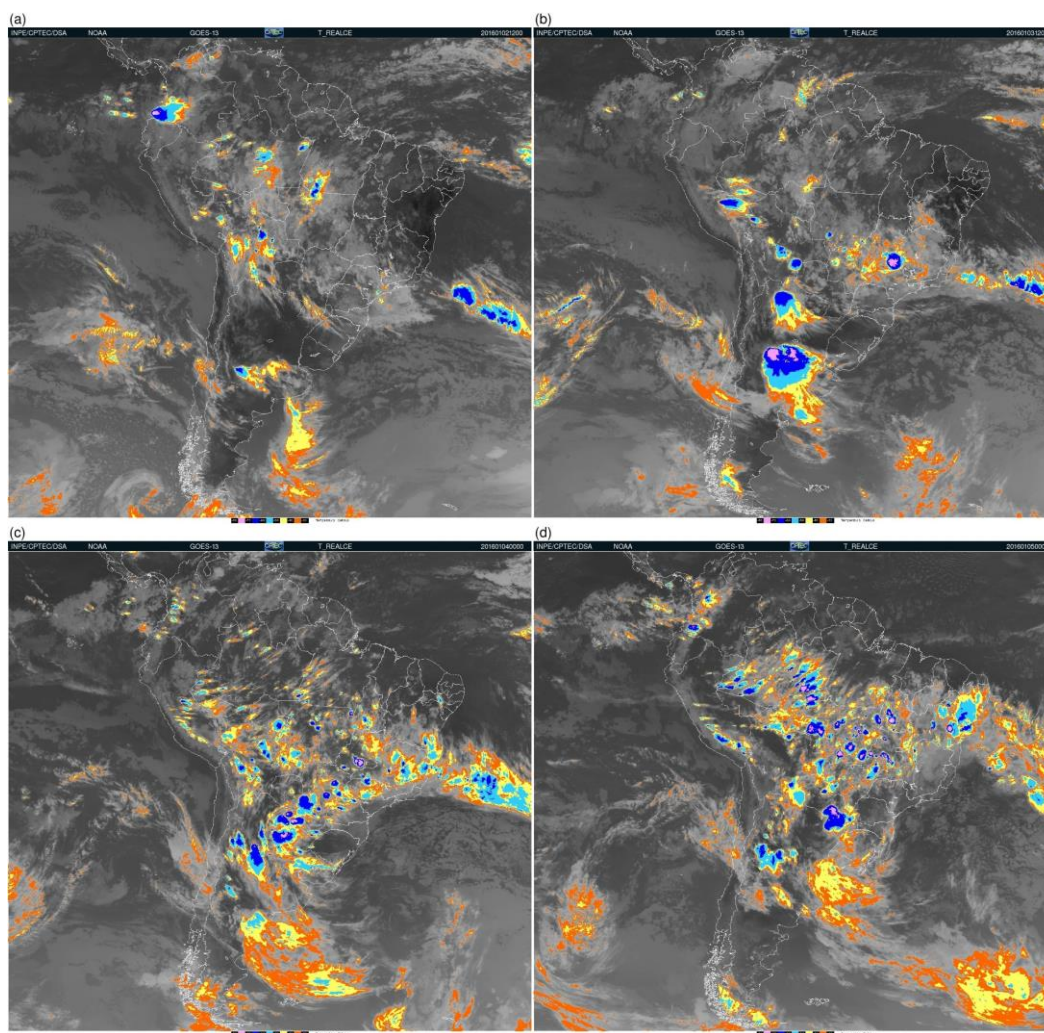


Figura 2 - Imagens do satélite *Geostationary Operational Environmental Satellite 13*, com temperatura de brilho realçada: (a) 12Z 02 de janeiro de 2016, (b) 12z 03 de janeiro de 2016, (c) 00z 04 de janeiro de 2016 e (d) 00z 05 de janeiro de 2016.

Fonte: CPTEC/INPE.

Nota-se no campo de Pressão ao Nível Médio do Mar (PNMM), no dia 03 (figura não apresentada), a atuação da FF em 25°S 030°W, evidenciado pelo cavado de pressão, Vorticidade Relativa (VR) em 1000 hPa, confluência dos ventos em 850 hPa e forte divergência de massa (superior a $9 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$) em 200 hPa, corroborando com a banda de nebulosidade observada na imagem de satélite (Fig. 2B). Nesse dia, a região onde a boia está localizada não estava sob atuação da FF (situação pré-frontal). Conforme avança sobre o oceano, nota-se o aumento do conteúdo de umidade próxima a localização da boia.

A propagação de uma onda em níveis altos favorece a divergência de massa próximo ao litoral onde, no dia 04, obteve-se o maior acumulado de precipitação. Nesse dia, às 00Z, a VR encontrava-se sobre o cavado de pressão, indicando a posição da FF (Fig. 3A). Próximo ao litoral do ES, a VR apresentou valores inferiores a $-9 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, onde também foi observado uma circulação ciclônica em 850 hPa (Fig. 3B). Essa está localizada a leste do cavado em médios e altos níveis (Fig. 3C). O campo de divergência de massa em 200 hPa indicou forte divergência a leste do cavado (Fig. 3D). Sobre o continente, nota-se uma circulação anticiclônica e algumas regiões com divergência, onde também é possível observar núcleos de convecção profunda, e alto teor de umidade, acima de 11 g/kg, em baixos níveis.

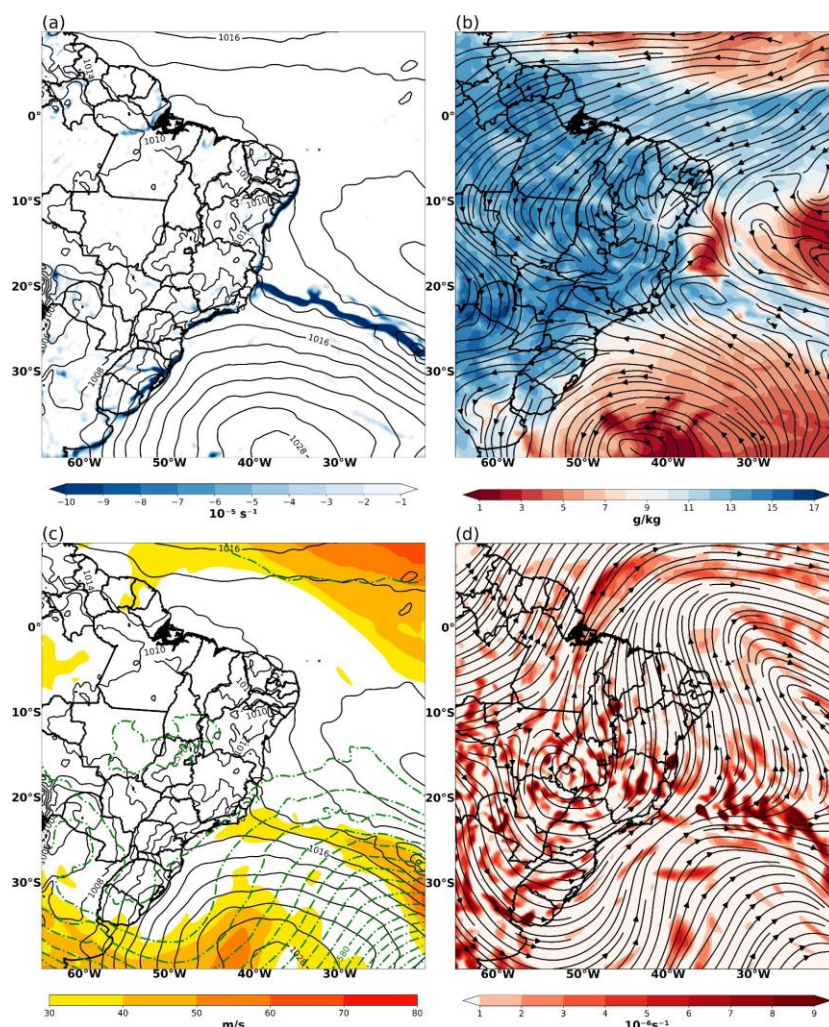


Figura 3 - Campos meteorológicos elaborados para 00Z 04 de janeiro de 2016: (a) Pressão ao Nível Médio do Mar (hPa - linha contínua) e Vorticidade Relativa (10^{-5} s^{-1} - sombreado) em 1000 hPa; (b) Linha de corrente e Umidade Específica (g/kg) em 850 hPa; (c) Pressão ao Nível Médio do Mar (hPa - linha contínua preta), Altura Geopotencial em 500 hPa (m - linha verde) e Vento (m/s - sombreado) em 200 hPa e (d) Linha de corrente e Divergência do Vento (10^{-6} s^{-1}) em 200 hPa.

Formou-se uma baixa pressão às 12Z, com centro de 1012 hPa, próximo ao litoral do ES, onde a vorticidade relativa esteve inferior a $-9 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ (Fig. 4A). Em 850 hPa (Fig. 4B), ainda observa-se uma circulação ciclônica a leste do cavado em 200 hPa, e umidade específica superior a 13 g/kg no centro e norte do vórtice, onde a VR é mais intensa. Em níveis médios, nota-se o desenvolvimento de uma onda baroclínica a oeste da baixa em superfície (Fig. 4C), fornecendo suporte dinâmico para intensificação da mesma. Em 200 hPa, ainda observa-se a circulação anticiclônica sobre o continente. Sobre o oceano, onde formou-se a baixa pressão em superfície, ainda é possível notar forte divergência a leste do cavado, favorecendo o movimento vertical ascendente (Fig. 4D).

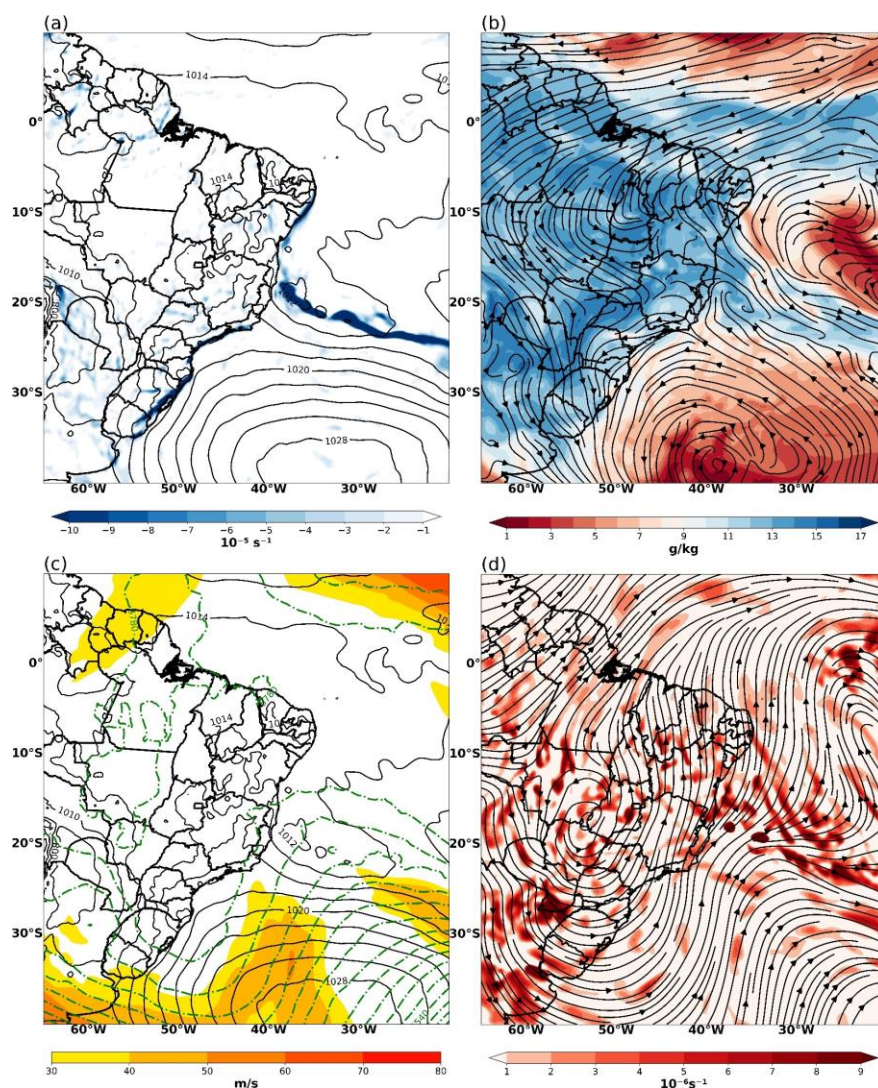


Figura 4 - Campos meteorológicos elaborados para 12Z 04 de janeiro de 2016: (a) Pressão ao Nível Médio do Mar (hPa - linha contínua) e Vorticidade Relativa (10^{-5} s^{-1} - sombreado) em 1000 hPa; (b) Linha de corrente e Umidade Específica (g/kg) em 850 hPa; (c) Pressão ao Nível Médio do Mar (hPa - linha contínua preta), Altura Geopotencial em 500 hPa (m - linha verde) e Vento (m/s - sombreado) em 200 hPa e (d) Linha de corrente e Divergência do Vento (10^{-6} s^{-1}) em 200 hPa.

4. DISCUSSÃO

A passagem de um sistema frontal sobre o oceano favoreceu a convecção profunda em vários estados brasileiros e sobre o oceano. No dia 04, quando foi registrado maior acumulado de precipitação, quando a FF atuava próximo ao litoral norte do ES. Em superfície, observou-se mínimos valores de VR sobre o oceano, próximo a região de estudo, associada aos núcleos convectivos observados nas imagens de satélite. No Hemisfério Sul, a VR negativa está relacionada à circulação ciclônica. A advecção horizontal dessa variável em níveis mais altos na troposfera favoreceu o aprofundamento e o deslocamento de sistemas em superfície (Kousky & Elias, 1982). A região a leste do cavado em médios e altos níveis é descrita como região de máxima advecção de vorticidade negativa e movimento ascendente (Holton, 2004). Nota-se, na Figura 2C, a evolução de uma onda baroclínica em 500 hPa, sobre o mar, a oeste do vórtice ciclônico em 850 hPa. Em 200 hPa (Fig. 3D), há difluência e divergência a leste do cavado, favorecendo o movimento vertical ascendente (por conservação de massa), contribuindo para o desenvolvimento da nebulosidade.

A convergência de umidade em 850 hPa contribuiu para a manutenção da atividade convectiva e, consequente, liberação de calor latente. Parte do vapor d'água evaporado, durante o processo, tende a resfriar o ambiente e o ar tende a subsidir, aquecendo a coluna atmosférica por compressão adiabática (Sutcliffe, 1947), favorecendo a liberação de calor latente. A equação do desenvolvimento de Sutcliffe, que indica os fatores favoráveis à ciclogênese, leva em consideração os mecanismos físicos que provocam o aquecimento da coluna atmosférica, tais como liberação de calor latente (Marrafon & Reboita, 2018).

Portanto, as condições dinâmicas e termodinâmicas eram favoráveis a um evento de precipitação intensa, como observado. A manutenção da convergência de umidade em níveis baixos e divergência de massa em níveis altos contribuiu para o aprofundamento de uma baixa pressão na bacia do ES. Além disso, observou-se a atuação conjunta da VR em 1000 hPa e umidade específica em 850 hPa associadas ao caso selecionado. A VR é uma boa variável para identificar núcleos convectivos sobre o oceano. O alto teor de umidade, em conjunto com a VR em superfície, pode ser utilizada para previsão de eventos de chuva intensa próximo à bacia do ES.

5. CONCLUSÃO

Essa pesquisa forneceu uma visão preliminar do possível volume de precipitação que pode atingir a região da Bacia do Espírito Santo. Inicialmente, validando os dados de precipitação da boia do PIRATA. Em seguida, verificando seus maiores acumulados de precipitação para o período de 2005 a 2018, demonstrando que o local é suscetível a grande volume de chuva diária.

A análise sinótica destacou a importância do transporte e manutenção de umidade na formação de ciclogênese próximo ao litoral do Brasil. No dia em questão, sobre a região de estudo, havia alto conteúdo de umidade em baixos níveis e forte divergência em 200 hPa, favorecendo o movimento vertical ascendente, transportando umidade para altos níveis, corroborando para o desenvolvimento das nuvens convectivas e a formação da baixa pressão. Além disso, notou-se que a VR, em superfície, associada ao alto teor e transporte de umidade, pode ser um bom indicativo para eventos de chuva intensa. Assim, torna-se necessário a análise de outros eventos próximos à região.

Nesse estudo, foi exemplificado as condições meteorológicas atuantes para as condições de instabilidade na região de interesse, e que podem gerar algum risco socioeconômico.

6. AGRADECIMENTO

Este trabalho contou com o apoio do projeto: 'Pesquisa e Desenvolvimento em Meteorologia Aplicada à Indústria do Petróleo', número SIGITEC: 2017 / 00563-6.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hersbach H, et al. ERA5 hourly data on pressure levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). 2018. DOI: 10.24381/cds.bd0915c6.

Holton JR 2004. An Introduction to Dynamic Meteorology. 4 ed. Burlington, MA: Elsevier. 553p.

Kousky VE, Elias M. 1982. Meteorologia Sinótica: Parte I. INPE-2605-MD/021, São José dos Campos. 118 p.

Marrafon VHA, Reboita MS. Revisitando a Equação do Desenvolvimento de Sutcliffe. Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, 41(3): 614-629, 2018. DOI: https://doi.org/10.11137/2018_3_614_629

Servain J, et al. A pilot research moored array in the tropical Atlantic (PIRATA). Bulletin of the American Meteorological Society, 79(10): 2019-2032, 1998.

Sutcliffe RC. A contribution to the problem of development. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 73: (317-318), 370-383, 1947.

Capítulo 7



10.37423/230607901

ANÁLISE SINÓTICA DE UM EPISÓDIO DE PRECIPITAÇÃO EXTREMA NO LITORAL DE SÃO PAULO E DO RIO DE JANEIRO

Karine dos Santos Rodrigues

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Heloísa Silva dos Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Igor Cunha França do Amaral

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Luiz Felipe Rodrigues do Carmo

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Jamyle Magalhães da Silva

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Luis Manoel Paiva Nunes

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira

Universidade Federal do Rio de Janeiro



Resumo: No dia 21 de março de 2018, uma chuva extrema atingiu o litoral dos estados de São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ), provocando inundações, deslizamentos de terra e causando danos materiais e transtornos para a população local. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a condição sinótica associada à ocorrência de precipitação extrema na região, visando contribuir para a melhor compreensão desses eventos e para a criação de estratégias que possam prevenir e atenuar seus impactos. Para conduzir esta análise, foram utilizadas variáveis atmosféricas extraídas da reanálise ERA-5, do sensor AVHRR (*Advanced Very-High-Resolution Radiometer*) e dados de precipitação estimados do satélite *Global Precipitation Measurement* (GPM). A partir da análise foi possível identificar que as chuvas intensas foram causadas pela presença de um cavado em baixos níveis sobre a região, o qual tinha suporte dinâmico e termodinâmico. A disponibilidade de umidade em baixos níveis favoreceu a propagação e desenvolvimento do sistema convectivo, corroborando com as fortes chuvas sobre o litoral de SP e RJ.

Palavras-chave: chuva, GPM, ERA-5.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de eventos de chuvas intensas na região sudeste do Brasil pode provocar sérios transtornos à população, ocorrendo no continente deslizamentos de terra, enchentes e alagamentos. Exemplos de eventos extremos de chuva incluem: i) abril de 2010, onde ocorreram acumulados de precipitação maiores que 150 mm diários em vários locais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o que provocou deslizamentos de terra que causaram 66 mortes na capital e 167 mortes em Niterói e que deixou mais de 3 mil desabrigados e 11 mil desalojados; ii) janeiro de 2011, onde a região serrana do Rio de Janeiro foi afetada por chuvas intensas, com acumulados chegando a 222 mm, o que causou cerca de 900 mortes e deixou mais de 9 mil desabrigados e mais de 11 mil desalojados; e iii) o evento mais recente, em fevereiro de 2022, em que fortes chuvas atingiram a cidade de Petrópolis, ocasionando enchentes e deslizamentos de terra. Segundo o Cemaden (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) foram registrados 260 mm de chuva em apenas 6 horas, deixando 4 mil pessoas desabrigadas ou desalojadas e 235 mortos. Já no oceano, estes eventos podem impactar nas atividades da indústria de Óleo e Gás, como nos sistemas de transporte e logística da indústria petrolífera (GROSSMAN et al., 2018).

No decorrer do dia 21 de março de 2018, um evento de chuva intensa atingiu o litoral de São Paulo - SP e Rio de Janeiro - RJ, gerando riscos à população. Em Guarujá - SP, ocorreu deslizamentos de terra e o desabamento de uma casa, ocorrendo 4 mortes, de acordo com o EM-DAT (2023) (*Emergency Events Database*). Outros municípios também foram afetados no litoral de SP, como Santos e São Vicente. No Rio de Janeiro, áreas de Angra dos Reis e Paraty foram atingidas. De acordo com a empresa Climatempo (2018), acumulados de precipitação em 12 horas maiores que 170 mm foram registrados em Ubatuba - SP e acima de 130 mm em Angra dos Reis - RJ.

Tendo em vista essa problemática, este trabalho teve como objetivo caracterizar o ambiente sinótico associado à ocorrência de precipitação extrema na região, buscando contribuir para o melhor entendimento desses eventos e o desenvolvimento de estratégias de prevenção e mitigação de seus impactos.

MATERIAL E MÉTODOS

As informações atmosféricas utilizadas são oriundas da 5ª geração de reanálises do European Centre for *Medium-Range* Weather Forecast - ECMWF (HERSBACH et al., 2020), denominada ERA-5, com resolução horizontal de 0,25°X0,25° (~31 km), obtida a cada 1 (uma) hora. Foram utilizadas as variáveis

de pressão reduzida ao nível do mar, componentes zonal e meridional do vento nos níveis de 200 hPa, 850 hPa, 1000 hPa e a 10 metros, geopotencial no nível de 500 hPa e umidade específica em 850 hPa.

Além disso, foram utilizados dados diários de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do sensor AVHRR (*Advanced Very-High-Resolution Radiometer*) da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) para o período de 1982 a 2018, que tem resolução espacial de 0,25° (HUANG et al., 2020).

Informações sobre os maiores acumulados de chuva em 24h do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em que consiste nos maiores acumulados de chuva entre 12Z do dia anterior e 12Z do dia em questão, foram utilizados para verificar as estações em que ocorreram precipitações intensas na região sudeste. Além disso, as estimativas de precipitação diária do produto IMERG-v6 do projeto de *multi-satélites Global Precipitation Measurement* (GPM) com resolução espacial de 0,1° (HUFFMAN et al., 2019) foram empregados a fim de se obter uma visão da chuva espacializada.

Utilizando a linguagem de programação Python, as variáveis extraídas da reanálise ERA-5, do GPM e do sensor AVHRR foram visualizadas e os campos espaciais correspondentes foram gerados por meio de uma rotina específica.

Por fim, para auxiliar a análise do evento, utilizou-se imagens do satélite GOES-16 (*Geostationary Operational Environmental Satellite*) do canal 13 (infravermelho) e também cartas sinóticas de superfície da Marinha do Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 exibe uma imagem do satélite GOES-16 no canal 13 (infravermelho termal), onde pode-se observar núcleos convectivos com topos frios cobrindo parte da costa sudeste do Brasil e o oceano adjacente, às 06:00 UTC do dia 21 de março de 2018.

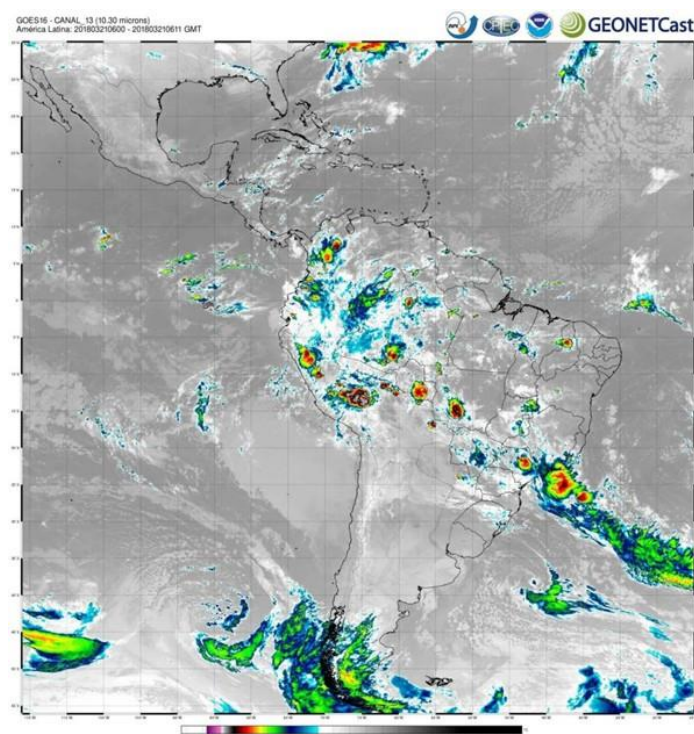


FIGURA 1. Imagem do satélite GOES-16 do canal 13 do dia 21/03/2018 às 06:00 UTC.

Fonte: CPTEC/INPE.

Utilizando a carta sinótica de superfície da Marinha do Brasil (Figura 2) foi possível observar um sistema frontal, 6 horas antes (às 00Z do dia 21 de março de 2018), com centro de baixa pressão em oclusão posicionado em aproximadamente 40°S/050°W e ramo frio do Uruguai e Rio Grande do Sul avançando para o Oceano Atlântico adjacente.

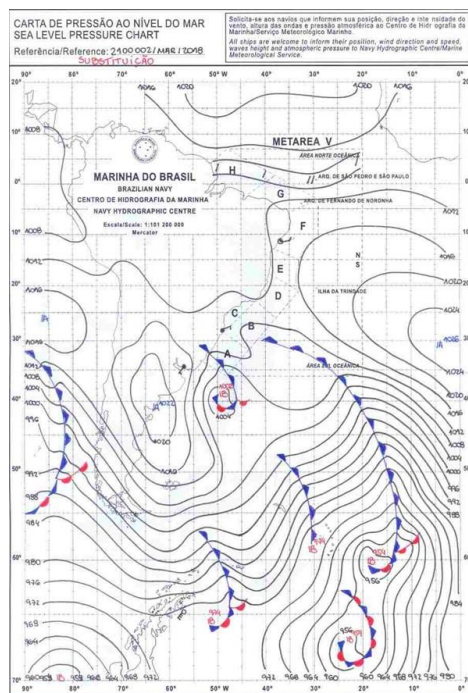


FIGURA 2. Carta sinótica de superfície da Marinha do Brasil do dia 21/03/2018 às 00:00 UTC.

Fonte: DHN.

Além deste sistema, o campo de pressão reduzida ao nível do mar (Figura 3), no mesmo horário da carta sinótica, evidencia uma região de baixa pressão no oceano Atlântico Sudoeste próximo ao litoral do estado do Rio de Janeiro. Este sistema somente pode ser observado devido ao intervalo das isóbaras de 1 hPa na Figura 3.

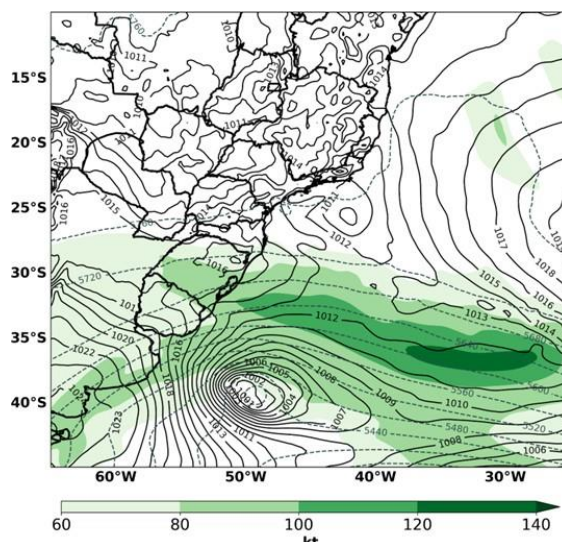


Figura 3. Pressão reduzida ao nível do mar (contornos em cinza - hPa), vento em 200 hPa (em cores - kt) e altura geopotencial em 500 hPa (linhas tracejadas - mgs), às 00:00 UTC do dia

21/03/2018 - reanálise ERA-5.

Em altos níveis (Figura 4-a), observa-se que o posicionamento da corrente jato em altos níveis fornece suporte dinâmico ao sistema frontal mostrado em superfície. Além disso, nota-se uma extensa circulação anticiclônica com centro sobre a Bolívia com influências também no Paraguai e no Centro-oeste e parte do Sudeste do Brasil, e uma circulação ciclônica a leste do Nordeste na forma de um VCAN (Vórtice Ciclônico de Altos Níveis). Também é possível perceber uma área de difluência na região entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Essa difluência em altos níveis favorece a confluência em superfície, o que resulta em convergência de massa, e possível formação de nuvens.

O campo de umidade específica em 850 hPa (Figura 4-b) revela a presença significativa de vapor d'água disponível nos baixos níveis, devido a uma confluência de escoamento de nordeste (NE), de noroeste (NW) e de sudoeste (SW) sobre a região de interesse e que contribui para incrementar a instabilidade nessa região. Esta confluência se origina da interação entre a circulação do ciclone nas proximidades do Sul do Brasil e da ASAS (Alta Subtropical do Atlântico Sul).

É possível identificar também, que há um cavado em baixos níveis no Oceano Atlântico Sudoeste em aproximadamente 25°S/043°W, indicando a presença de circulação ciclônica em superfície que possibilita a ocorrência de ventos intensos nas bordas, uma vez que há convergência (ventos fracos) no seu centro. A convergência de umidade e o suporte de calor contribuem para os movimentos ascendentes e a liberação de calor latente durante o desenvolvimento deste sistema.

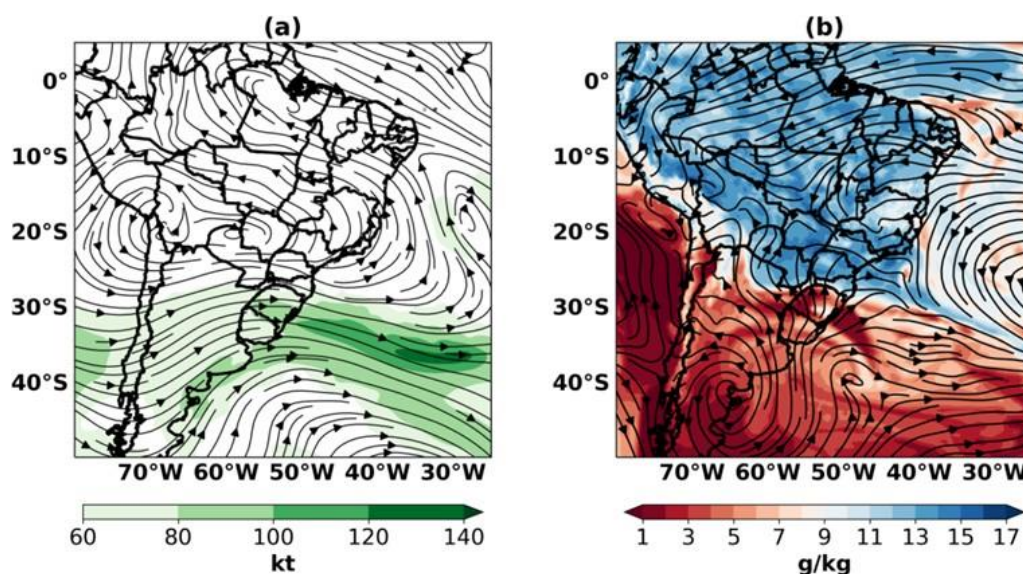


Figura 4. (a) Vento em 200 hPa (linha de corrente em preto / valores do vento acima de 60 kt foram sombreados em tons de verde - kt); (b) Umidade específica (em cores - g/kg) e vento em 850 hPa (linhas de corrente em preto - m/s), às 00:00 UTC do dia 21/03/2018 - reanálise ERA-5.

No Oceano Atlântico junto à Costa Sul e Sudeste do Brasil (Figura 4.6-a), foi observado um predomínio de águas mais aquecidas que o normal; ou seja, valores positivos de anomalia de TSM, que podem ter influenciado a instabilidade na área em questão. Contudo, próximo ao limite entre o litoral do estado do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, nota-se um núcleo de águas mais frias. Este gradiente de TSM, geralmente é favorável a intensificação do vento sobre águas mais quentes e uma redução sobre águas mais frias.

É possível observar na Figura 4.6-b, que no dia 21 de março de 2018 às 06Z, ocorreram ventos moderados na região da Baía de Santos de até 20 nós. Além disso, o campo de vorticidade em 1000 hPa (Figura 4.6-b) apresentou valores negativos sobre a região de estudo, sendo um parâmetro relacionado às regiões de baixa pressão que, por sua vez, estão associadas a instabilidades atmosféricas e a fenômenos meteorológicos severos. Este mínimo de vorticidade, que indica a posição da baixa pressão, mostra que a mesma tende a se deslocar para sudeste.

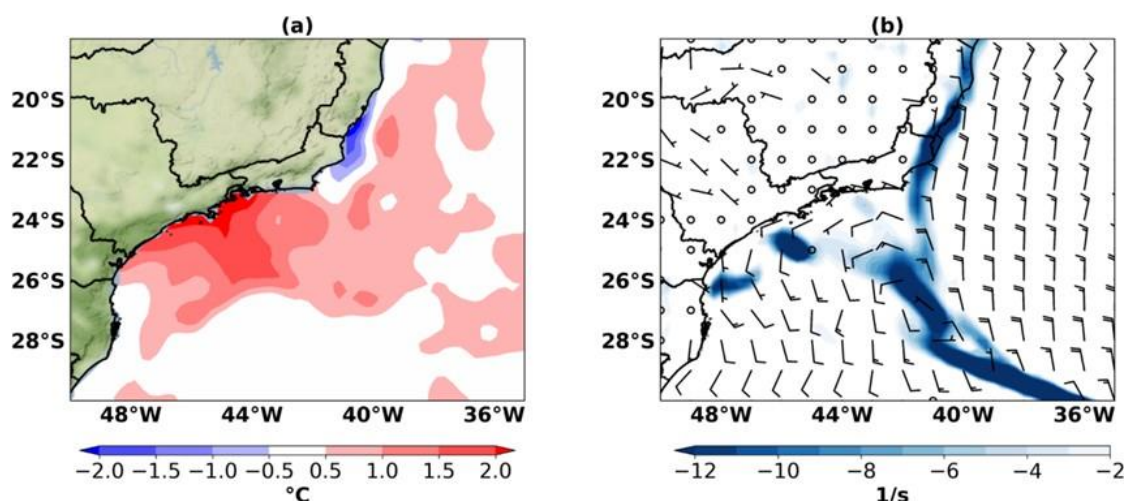


Figura 5. (a) Anomalia média da Temperatura da Superfície do Mar (em cores), do dia 21/03/2018 - dados NOAA/AVHRR. (b) Vorticidade Relativa em 1000 hPa (em cores - $10^{-5}s^{-1}$) e vento a 10 metros de altura (barbelas - kt), às 06:00 UTC do dia 21/03/2018 - reanálise ERA-5.

Nas Figuras 6-a e 6-b são apresentadas as estimativas de precipitação diária do satélite GPM para os dias 20 e 21 de março de 2018, respectivamente. Nota-se núcleos de chuva intensos no oceano Atlântico Sudoeste, com valores acima de 125 mm durante os dois dias. Nos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro foram registrados acumulados maiores que 100 mm em Sorocaba, Bertioga e Paraty, durante esses dois dias, de acordo com medições das estações do INMET.

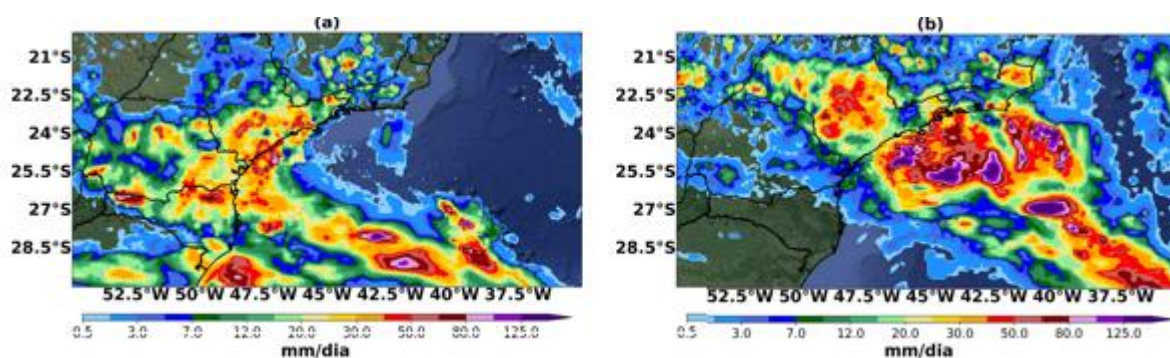


Figura 6. Precipitação acumulada diária para os dias: (a) 20/03/2018 e (b) 21/03/2018.

CONCLUSÕES

No caso analisado, as fortes chuvas foram ocasionadas pela presença de um cavado (prolongamento de uma baixa pressão) sobre a região de interesse e que se formou num ambiente de intensa forçante termodinâmica em superfície e suporte dinâmico em altos níveis, favorecido por instabilidade pré-frontal, núcleos de liberação de calor latente, difluência dos ventos em nível superior, acentuado gradiente de TSM, em conjunto com um grande suprimento de umidade em baixos níveis, os quais

favoreceram a propagação e desenvolvimento do sistema convectivo e potencializaram as fortes pancadas de chuvas sobre o litoral do estado de São Paulo e do Rio de Janeiro.

Por fim, vale destacar que a elaboração de análises diagnósticas, como a apresentada neste estudo, configura-se como uma contribuição aos setores operacionais, podendo gerar resultados positivos na prevenção de desastres naturais, tais como enchentes, deslizamentos de terra e outros fenômenos capazes de ocasionar danos ambientais e econômicos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o apoio do projeto: 'Pesquisa e Desenvolvimento em Meteorologia Aplicada à Indústria do Petróleo', número SIGITEC: 2017 / 00563-6.

REFERÊNCIAS

CLIMATEMPO. (2018) Litoral de SP e do sul do RJ voltam a sofrer com chuva extrema. Disponível em:

<https://www.climatempo.com.br/noticia/2018/03/22/litoral-de-sp-e-do-sul-do-rj-voltam-a-sofrer-com-chuva-extrema-8348>. Acesso em: 04 de março de 2023.

EM-DAT: Emergency Events Database. Disponível em: < <http://www.emdat.be/database>>. Acesso em 4 de março de 2023.

GROSSMANN, K. S.; FURTADO, G. D. L.; ALOISE, E. D.; PALMEIRA, A. C. P. A.; NUNES, L. M.P.; ANDRIONI, M.; BARBARIOLI, A. B. Cenários causadores das máximas precipitações medidas na Bacia de Campos. In: XIV SIMPÓSIO SOBRE ONDAS, MARÉS, ENGENHARIA OCEÂNICA E OCEANOGRAFIA POR SATÉLITE, 2021, Edição Online. Pôster, Arraial do Cabo: [s.n.] 2021.

HERSBACH, H.; BELL, B.; BERRISFORD, P.; BIAVATI, G; HORÁNYI, A.; MUÑOZ SABATER, J.; NICOLAS, J.; PEUBEY, C.; RADU, R.; ROZUM, I.; SCHEPERS, D.; SIMMONS, A.; SOCI, C.; DEE, D.; THÉPAUT, JN. ERA5 hourly data on single levels from 1959 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). 2020. doi: 10.24381/cds.adbb2d47

HUANG, B.; LIU, C.; BANZON, V. F.; FREEMAN, E.; GRAHAM, G.; HANKINS, B.; SMITH, T.; ZHANG, H. NOAA 0.25-degree Daily Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (OISST), Version 2.1. NOAA National Centers for Environmental Information. 2020. <https://doi.org/10.25921/RE9P-PT57>.

HUFFMAN, G.J.; STOCKER, E.F.; BOLVIN, D.T.; NELKIN, E.J.; TAN, J. GPM IMERG Early Precipitation L3 Half Hourly 0.1 degree x 0.1 degree V06, Greenbelt, MD. Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC). 2019. doi: 10.5067/GPM/IMERG/3B-HH-E / 06.

Capítulo 8



10.37423/230607921

MOVIMENTO DE MASSA COMPLEXO: ATUAÇÃO DA DEFESA CIVIL DE JUIZ DE FORA NO CASO DO BAIRRO GRAJAÚ

Wilson Rodrigues Lourinho Netto

Defesa Civil de Juiz de Fora

Amanda Rodrigues da Silva Oliveira

Defesa Civil de Juiz de Fora

Joviano Elias de Souza Assis

Defesa Civil de Juiz de Fora

Aline Gasparoni dos Santos

Defesa Civil de Juiz de Fora

Diego de Souza Costa

Defesa Civil de Juiz de Fora

Tamara Duarte Ramos

Defesa Civil de Juiz de Fora

Fábio Fonseca Oliveira

Defesa Civil de São José dos Campos

Camila Rosa Galvão da Costa

Defesa Civil de Juiz de Fora

Luís Fernando Martins

Defesa Civil de Juiz de Fora

Gabriel Felipe Iranço Martins da Silva

Defesa Civil de Juiz de Fora

1 INTRODUÇÃO

As cidades concentram a maior parte da população mundial e, somente no Brasil, a população urbana atingiu mais de 80% no ano de 2010 (ONU, 2019; IBGE, 2010). As áreas nos centros urbanos que foram ocupadas de maneira desordenada e sem planejamento agravaram os problemas ambientais e também intensificaram as situações de riscos geradas por ameaças ou processos naturais, que são incrementadas por eventos extremos decorrentes das mudanças climáticas.

O clima, os riscos climáticos e hídricos foram responsáveis por 2,06 milhões de mortes em todo o planeta e US\$3,6 trilhões em perdas econômicas durante os anos de 1970 a 2019 (OMM, 2021). Já o Brasil possui um longo histórico de desastres naturais, registrando um total de 38.996 ocorrências entre os anos de 1991 e 2012, sendo em sua maioria, secas, escorregamentos de solo e inundações (RIBEIRO; VIEIRA; TÔMIO, 2017).

Nesse contexto, tem-se a cidade de Juiz de Fora, localizada na Zona da Mata mineira, com uma população estimada de 577.532 mil habitantes (IBGE, 2021), dividida em oito regiões de planejamento (Figura 1). Desse total, a região Leste concentra cerca de 80.000 habitantes (PJF, 2021), representando 13,85% da população municipal.

Além de ser uma área densamente populosa, os bairros formados derivaram-se, em sua maioria, de ocupações antrópicas em áreas de encostas declivosas e em áreas de preservação permanente de cursos d'água, acarretando na descaracterização do ambiente, assim como na formação de áreas de risco local.

Como resultado da antropização, a região Leste possui casos recorrentes de movimentos de massa (deslizamentos de solo), agravados pela declividade íngreme do seu relevo. No ano de 2022, a região sofreu um dos maiores escorregamentos de solo já ocorridos em Juiz de Fora, cenário este que afetou as Ruas Rosa Sfeir (bairro Grajaú) e Vitorino Braga (bairro Vitorino Braga), devido à magnitude do sinistro. Quanto ao risco geológico mapeado pela Defesa Civil de Juiz de Fora, os bairros mencionados estão classificados majoritariamente como áreas de risco geológico muito alto (grau R4) (SSPDC, 2022).

A partir disso, o estudo em questão tem como objetivo fazer uma breve análise das condições de risco geológico os quais a região Leste se encontra suscetível, tendo como foco o deslizamento ocorrido na

Rua Rosa Sffeir, de maneira a indicar os principais condicionantes que proporcionaram a concretização do sinistro e discutir medidas que visem a coibir a ocorrência de situações similares.

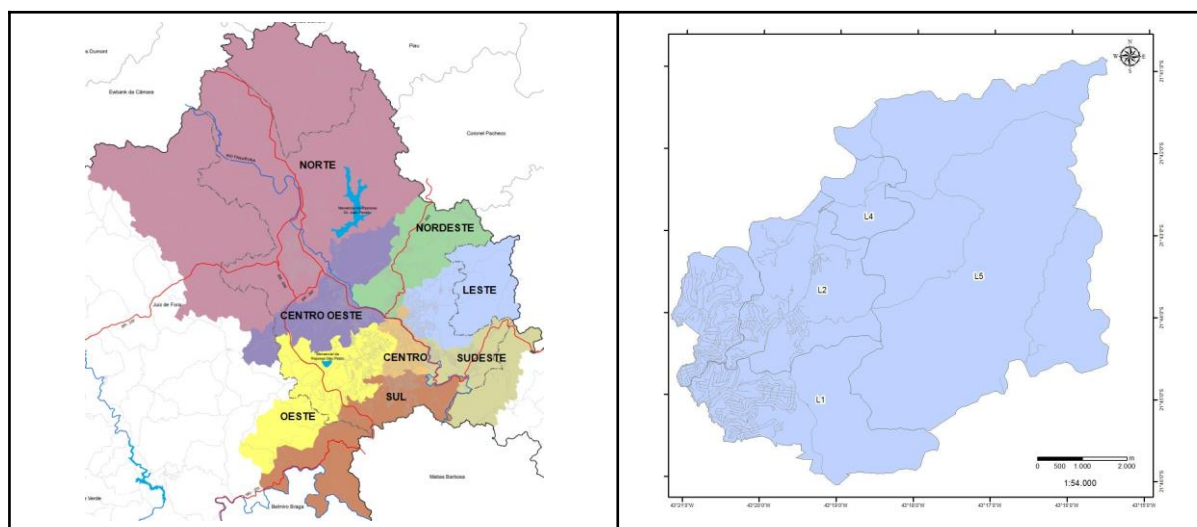


Figura 1 - À esquerda, regiões do município de Juiz de Fora; à direita, região Leste em destaque.

Fonte: Prefeitura de Juiz de Fora, 2018.

2 METODOLOGIA

A cidade de Juiz de Fora, em Minas Gerais, encontra-se entre os 3 (três) municípios mineiros com maiores porcentagens de habitantes expostos a essas áreas (IBGE, 2013). Além disso, o município possui um histórico de ocorrência de desastres naturais, tais como inundações, alagamentos e deslizamentos de terra.

O estudo em questão utilizou a metodologia revisão bibliográfica e documental, através de uma abordagem descritiva, utilizando-se do procedimento de levantamento de dados que foram disponibilizados pela Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil. Dessa forma, foi possível realizar o estudo sobre o movimento de massa complexo, derivado da transformação de um movimento planar em uma corrida de detritos (SSPDC, 2022), ocorrido na encosta situada entre as Ruas Rosa Sffeir e Vitorino Braga, no dia 11 de janeiro de 2022, às 17 horas, após intensa precipitação pluviométrica e, com isto, estimar os danos que foram causados pela catástrofe.

3 RESULTADOS

A região Leste, dadas as constantes ações humanas, desenvolvem-se áreas de risco em proporções crescentes tornando-se, dessa maneira, uma das regiões mais delicadas em termos de vulnerabilidade

social e de exposição da população aos elementos de risco geológico e hidrológico, conforme é possível observar na Figura 2.

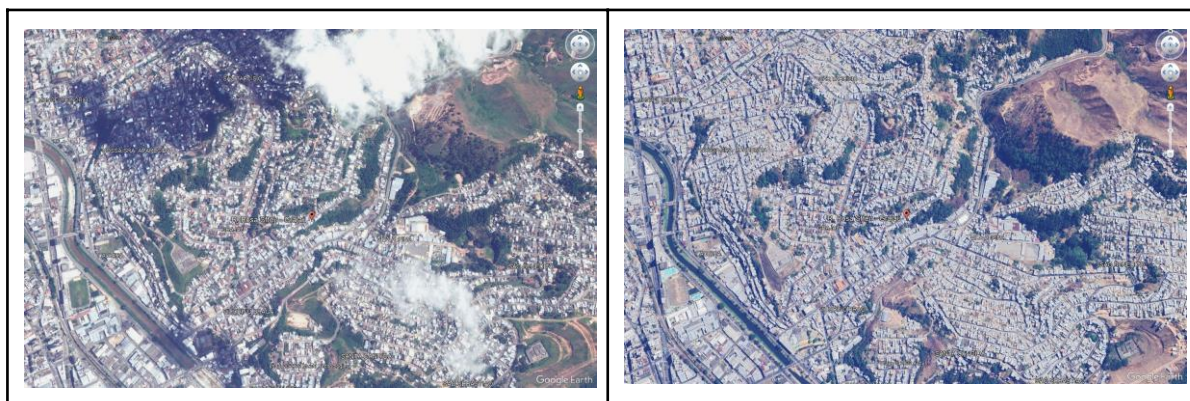


Figura 2 - Urbanização ocorrida na região Leste entre os anos de 2011 a 2022.

Fonte: Google Earth Pro, 2023.

Além disso, por meio da análise ao registro de boletins de ocorrência gerados nos últimos anos, pode-se perceber que a região Leste possui o maior quantitativo de ocorrências quando comparada às demais regiões da cidade (Figura 3).

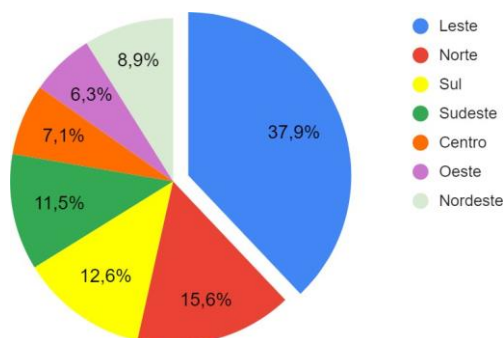


Figura 3 - Quantitativo de ocorrências registradas nos últimos três períodos chuvosos.

Fonte: SISDEC, 2023.

Para o estudo em questão foram analisadas as vistorias realizadas pela Defesa Civil de Juiz de Fora aos bairros Grajaú e Vitorino Braga, no período compreendido entre janeiro e março de 2022, imediatamente após o evento, sendo identificadas novas feições de instabilidade na encosta, resultando na interdição total das edificações existentes no entorno. Como resultado, constatou-se um movimento de massa complexo que atingiu 23 residências à Rua Rosa Sfeir e outras 22 situadas na via à Rua Vitorino Braga, totalizando 45 residências atingidas de maneira direta e indireta.

Posteriormente, o poder público realizou intervenções mitigadoras na encosta, dentre as quais pode-se citar a retirada do solo carreado da encosta, a limpeza da via pública, a interrupção do abastecimento de água dos imóveis interditados, a restrição de circulação de veículos no trecho onde

houve o deslizamento, a demolição emergencial de edificações com risco iminente de colapso, a colocação de lona plástica na superfície, dentre outras (SSPDC, 2022).

Quanto ao fenômeno ocorrido, a partir do levantamento de dados disponibilizados pela Defesa Civil do município, o acesso aos relatórios e registros fotográficos do evento, foi possível constatar que inicialmente o mesmo foi do tipo planar, tipologia comum no município conforme informações levantadas pela equipe técnica em vistorias pretéritas, desencadeando em poucos dias em corrida de detritos devido às precipitações contínuas do período sobre a cicatriz de deslizamento formada pelo evento, ampliando de maneira significativa a extensão do desastre, chegando à conformação apresentada na Figura 4.

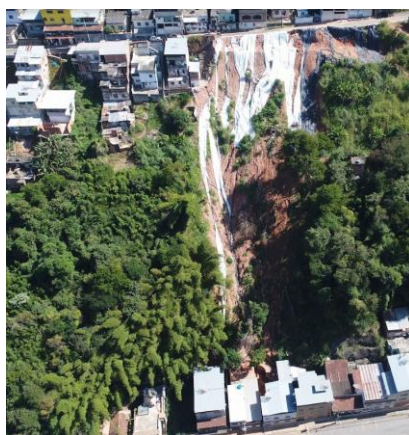


Figura 4 - Cicatriz de escorregamento de solo ocorrido na encosta entre as Ruas Rosa Sffeir (acima) e Vitorino Braga (abaixo).

Fonte: SSPDC, 2022.

Através dos dados disponibilizados pela Defesa Civil foi possível quantificar as principais ocorrências incidentes sobre a região Leste e, a partir das informações, identificar os pontos de maior sensibilidade em relação a determinado tipo de desastre, de maneira a facilitar o planejamento de ações preventivas de acordo com a necessidade do local.

Assim, o bairro Grajaú destaca-se como um dos pontos mais carentes de intervenções estruturantes do município, uma vez que o número de registros de escorregamentos compreendidos no período estudado corresponde a 44,7% das ocorrências registradas em toda a cidade.

Cenários como o do caso em questão reforçam a importância dos órgãos de planejamento urbano e fiscalização intensificarem as ações visando coibir a ocupação de áreas suscetíveis à desastres geológicos e hidrológicos, haja vista a importância de salvaguardar a integridade física da população, bem como o patrimônio público.

4 CONCLUSÃO

Diante do exposto, considerando as informações obtidas por meio das vistorias técnicas realizadas, observa-se que a região Leste possui a necessidade de intervenções de engenharia, principalmente, de maneira a reduzir a quantidade de ocorrências relacionadas a desastres, tanto de natureza geológica como hidrológica. No caso do deslizamento ocorrido no bairro Grajaú, com a implantação de soluções de Engenharia para estabilização da encosta será possível viabilizar o retorno à situação de normalidade. No entanto, há a necessidade de medidas educativas e fiscalizatórias para que haja a preservação e permanência da solução executada.

Palavras-chave: Risco geológico, Deslizamento de solo, Resiliência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE. Google Earth pro. 2023. Disponível em:<<http://earth.google.com/>>. Acesso em 10 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Panorama de Juiz de Fora.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). Sinopse do Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). População exposta em áreas de risco. Rio de Janeiro. 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). ONU News. Perspectiva Global Reportagens Humanas. ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050. 2019.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). Atlas de Mortalidade e Perdas Econômicas do Tempo, Clima e Extremidades de Água de 1970 a 2019. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA - Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil - Sistema de Informações de Defesa Civil - SISDEC.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA - Desenvolvimento territorial - Sistema Municipal de Planejamento do Território.

RIBEIRO, J.; VIEIRA, R.; TÔMIO, D. Análise da percepção do risco de desastres naturais por meio da expressão gráfica de estudantes do Projeto Defesa Civil na Escola. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 42, 2017.

Capítulo 9



10.37423/230607955

A LEI 9.264 DO ES SOBRE A POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E AS PRINCIPAIS AÇÕES DO PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Maria Bernardete Guimarães Maia

IEMA-Instituto Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos



Resumo: A lei número 9.264 de 2019, Política Estadual de Resíduos Sólidos tem sido a base para o desenvolvimento de ações de curto, médio e longo prazos para as ações nos órgãos governamentais do estado do Espírito Santo para promover a mudança de hábitos e atitudes na comunidade capixaba. Ao longo dos anos o Plano Estadual de Resíduos Sólidos foi concluído, cabendo ações e competências aos órgãos, sociedade civil, empresas para a gestão dos resíduos e a logística reversa. Os principais princípios constantes na lei estadual de resíduos são: princípio da prevenção e precaução, poluidor-pagador e protetor-recebedor, visão sistêmica, desenvolvimento sustentável. O Programa Estadual de Resíduos Sólidos visa: proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; redução, reutilização, reciclagem, tratamento e não geração de resíduos sólidos; disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; incentivo à indústria da reciclagem; gestão integrada de resíduos sólidos; capacitação técnica continuada em gestão de resíduos sólidos; e integração de catadores de materiais recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A eficiente gestão dos resíduos contribui para a diminuição das áreas de risco nas cidades. Ao longo dos anos o Plano Estadual de Resíduos Sólidos foi concluído, cabendo ações e competências aos órgãos, sociedade civil, empresas para a gestão dos resíduos e a logística reversa. Uma REDE de sustentabilidade deve então ser criada.

Palavras-chave – Resíduos Sólidos; Plano de Resíduos; Legislação Resíduos.

1.INTRODUÇÃO

A lei 12.305 de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e o comitê orientador para a implantação do sistema da Logística Reversa. O decreto 7.404 de 2010 a regulamentou, e depois o decreto 10.936 de 2022 o substituiu. Com o crescimento das cidades os resíduos contribuem para o aumento das doenças de veiculação hídrica (dengue, febre amarela, chikungunya, leptospirose, outros), assoreamento de canais, rios e oceanos, desastres ambientais e deslizamentos de terra. A lei 9.264 de 2019 instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos no estado do Espírito Santo e a resolução CONSEMA- Conselho Estadual de Meio Ambiente, número 4 de 2019 aprovou o Plano de Resíduos Sólidos- PERS-ES. São diversos os tipos de resíduos: resíduos da construção civil, da saúde, domiciliares, sólidos urbanos-RSU, da limpeza urbana, dos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, industriais e dos serviços públicos de saneamento básico, da área rural, como embalagens de agrotóxico, resíduos de animais e da poda).Os resíduos radioativos possuem legislação específica.

Na Baía de Vitória (que engloba os municípios de Cariacica, Vitória, Vila Velha e Viana) em 2008 foram retiradas 144,2 toneladas de resíduos em cinco ações de limpeza durante o ano (LONGUI, 2009). Em 2020 mais de 1.220 quilos em apenas um dia, (MONTEIRO, 2020). Em maio de 2021 foram recolhidos 111 toneladas de resíduos da Baía em multirão, após 2 anos, considerando a Pandemia do COVID 19 (PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA, 2021). A disposição irregular em encostas constitui um dos principais riscos ambientais, impedindo o percurso das águas pluviais e acarretando sérios desastres ambientais. As prefeituras realizam então ações de limpeza de bocas de lobo para minimizar os problemas com os resíduos e facilitar o escoamento das águas pluviais; ações em parceria com a Defesa Civil para garantir que riscos de deslizamento, ocorridos por disposição inadequada destes resíduos sólidos urbanos.

Considerando a vocação turística, paisagística, ambiental da Baía é necessário uma conscientização e sensibilização também na área do litoral, nas praias, evitando que espécies aquáticas percam seu habitat e sua vida ao ingerir resíduos sólidos. Também a contaminação de mananciais provoca o surgimento de doenças de veiculação hídrica, que contribuem para agravar o quadro de saúde da população. Este cenário ocorre nas cidades e regiões metropolitanas, devido ao crescimento acelerado das últimas décadas, e a densidade populacional alta no litoral, o fluxo turístico alto, as várias atividades exercidas simultaneamente, como industrial, comercial, turística, que contribuem para impactar a área.

2. METODOLOGIA

O Programa Estadual de Resíduos Sólidos visa: proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; redução, reutilização, reciclagem, tratamento e não geração de resíduos sólidos; disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; incentivo à indústria da reciclagem; gestão integrada de resíduos sólidos; capacitação técnica continuada em gestão de resíduos sólidos; e integração de catadores de materiais recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Segundo o Programa de Resíduos Sólidos- ES, (ESPÍRITO SANTO, 2019b):

No Espírito Santo, um estudo publicado em 2011 pelo Instituto IDEIAS em parceria com o IEMA fez um acompanhamento da gestão da Política Estadual de Resíduos Sólidos. Neste, uma análise do gerenciamento das diferentes tipologias de resíduos praticadas foi conduzida e diversas constatações foram levantadas nas mais variadas esferas do processo. Dentre elas estão: transporte e coleta irregular; destinação final inadequada; descarte errôneo de resíduos perigosos; desrespeito às políticas públicas; carência de equipes treinadas no manejo de certos resíduos; atividades de construção irregulares ou clandestinas junto de pontos de bota-fora não licenciados; ausência de triagem dos resíduos da construção civil em seu ponto de geração; falta de tratamento do efluente hospitalar; quadro recorrente de discriminação dos catadores de materiais recicláveis; dificuldades no uso da compostagem por falta de tecnologia prática; ausência de planos de recuperação de áreas degradadas para antigos depósitos clandestinos; e falta de discussões sobre as dificuldades financeiras para o monitoramento dos passivos ambientais (IDEIAS, 2011).

Como ações direcionadas à superação dessas constatações, o estudo supracitado propôs: integrar ações de fiscalização dos diversos órgãos ambientais competentes; operacionalizar o inventário estadual de resíduos sólidos; criar incentivos fiscais; divulgar linhas de crédito e oportunidades de negócios; fomentar políticas de reaproveitamento de resíduos em feiras, supermercados, restaurantes e centrais de abastecimento; promover capacitação técnica de catadores, produtores rurais e gestores; promover ações de comunicação e educação ambiental; promover a capacitação dos municípios no preenchimento do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS); fortalecer consórcios públicos e ações regionalizadas; instituir campanhas educativas sobre a coleta seletiva, com a elaboração de cartilhas para diferentes públicos (condomínios, casas, escolas, órgãos públicos) com material motivador mostrando dificuldades e soluções de formas rápidas; dentre outras (IDEIAS, 2011)

Também segundo o Programa de Resíduos Sólidos- ES, (ESPÍRITO SANTO, 2019b):

Enquanto as dimensões ambientais, econômicas e sociais da gestão dos resíduos não forem tratadas de maneira simétrica e em conjunto com implementação efetiva da coleta seletiva e a desativação dos lixões, os conflitos verificados neste cenário tendem a permanecer. Além disso, a falta

de ações como capacitação e operacionalização das organizações e campanhas de educação ambiental, inclusão social e divulgação dos resultados da coleta seletiva acaba contribuindo com o descrédito no sistema, deixando o princípio da responsabilidade compartilhada cada vez mais distante (BERTICELLI, PANDOLFO, KORF, 2017)

Dentre as ações propostas no Programa Estadual de Resíduos Sólidos tem-se: implantar um sistema georreferenciado (caça entulho), um cadastro estadual georreferenciado das empresas licenciadas para coleta, tratamento e destinação/disposição final de resíduos; implantar o SIERS-sistema de informação estadual para resíduos sólidos; implantar uma linha de financiamento e de transferência de recursos aos municípios para investimento na melhoria de prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; valorização dos serviços das organizações de catadores de materiais reciclados, com ampliação de contratos para coleta seletiva e triagem nos municípios e reestruturação da bolsa capixaba de resíduos. Das ações em Educação Ambiental tem-se: ampliar projetos continuados de conscientização e capacitação dos cidadãos para redução, segregação e disponibilização adequada de resíduos secos e úmidos (incluindo resíduos sujeitos à logística reversa obrigatória); reforçar estrutura para ampliação de programas de comunicação continuada de cidadãos sobre cronogramas de coleta convencional especial e seletiva; elaborar um concurso anual de divulgação de práticas de consumo sustentável e fomentar a compostagem domiciliar com campanhas para a construção de composteiras.

Na área da capacitação o programa possui ações para capacitar gestores e técnicos municipais envolvidos na gestão dos resíduos sólidos, envolvendo o licenciamento e aspectos gerais da legislação específica de gestão dos resíduos e na implantação de um projeto permanente e continuado de capacitação técnica, gerencial e profissional das OCMR-organizações de catadores de materiais recicláveis. Na área dos estudos técnicos temos ações de estudos para a implantação de Usinas de

Compostagem regionais para a fração orgânica do RSU-resíduo sólido urbano, o gerenciamento de áreas degradadas/contaminadas; a implantação da rede capixaba da OCMR; o estudo para aproveitamento energético da porção orgânica dos resíduos; para um tratamento tributário diferenciado para as empresas geradoras; para a incorporação dos resíduos agregados na construção civil em obras públicas do estado do ES; estudo para determinar elementos mínimos de composição de custos e produtividades de serviços de coleta. Estima-se em 16.036.656,2 kwh o total da energia gerada em 2040 pelos aterros no ES. Estas ações são algumas das ações listadas no programa estadual de resíduos (ESPÍRITO SANTO, 2019b).

Algumas destas ações do Plano de Resíduos ainda não foram totalmente implementadas. Destaca-se a Educação Ambiental como uma forte aliada para a implementação da Política Estadual de Resíduos Sólidos- PERS-ES, com ações na área de formação de multiplicadores e de gestores no estado. Outro destaque foi a criação de uma Comissão para o acompanhamento destas ações e atualização do plano. Tendo a adequação dos municípios à PNRS como uma meta prioritária, o Ministério Público do Espírito Santo (MPES) firmou Termos de Compromisso Ambiental (TCAs) com 68 municípios para a erradicação dos lixões, meta da lei nacional dos resíduos sólidos. Tais instrumentos fixaram metas de execução e estratégias de atuação, no entanto, mesmo configurando-se como importantes ferramentas para o cumprimento da PNRS, Chaves, Santos Jr., Rocha (2014) acreditam que os TCAs não são condizentes com a diversidade de problemas enfrentados pelos municípios capixabas. Estes têm encontrado dificuldades no atendimento dos itens acordados dentro do cronograma estipulado, com destaque ao não cumprimento das condicionantes que solicitam a elaboração e execução dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para as áreas com suspeita de contaminação por disposição inadequada de resíduos sólidos, devido ao alto custo destas atividades.

Na figura 1 a proposta de regionalização dos resíduos sólidos urbanos – RSU.

É importante ressaltar que a proposta, figura 1 constante do PERS também foi considerada para os empreendimentos geradores de resíduos tanto dos serviços públicos de saneamento (RSPS), quanto dos serviços de transporte (RST). Para o último grupo, cabe ressaltar que a regionalização abrange apenas a geração de terminais rodoviários e ferroviários.

3. RESULTADOS

Considera-se importante que ações sejam implementadas para permitir uma gestão adequada do Programa Estadual de Resíduos Sólidos, como as propostas pela equipe técnica que coordenou os trabalhos do PERS na etapa do prognóstico e proposição de cenários. Entre estas ações: regulamentação de ações voltadas à reutilização e reciclagem de resíduos sólidos, bem como o cadastro das empresas que prestam este serviço; integração das organizações de catadores de materiais recicláveis no sistema formal de gerenciamento de resíduos sólidos; desenvolvimento e adesão ao sistema declaratório anual; aumento gradual das soluções consorciadas ou compartilhadas para o gerenciamento das diversas tipologias de resíduo ou para sua reciclagem ou outro tratamento; aumento das ações de educação ambiental visando à não geração de resíduos sólidos. Foi escolhido o

cenário promissor, após várias oficinas realizadas no estado. Após também ocorreu uma consulta pública ao relatório final do PERS-ES.

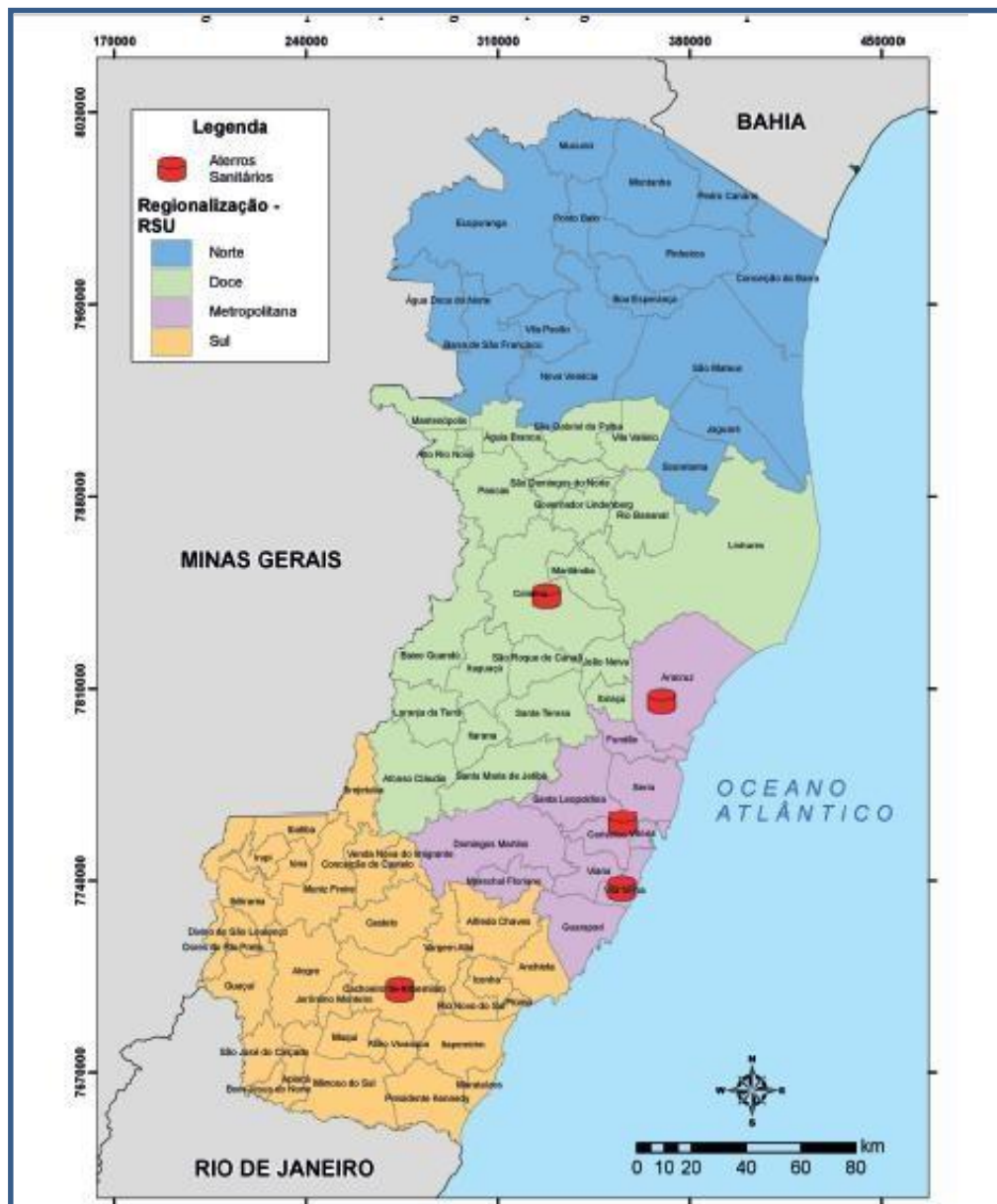


Figura 1- Proposta de Regionalização dos RSU para o ES.

Fonte: PERS-ES, ESPÍRITO SANTO (2019b)

3.1 METAS PARA O CENÁRIO PROMISSOR

Considerando o emprego do Cenário Promissor, dentre os vários propostos, e considerando as especificações de cada tipologia de resíduos sólidos, metas foram propostas e deverão ser monitoradas para a adequação do manejo e das estratégias específicas, visando, portanto, ao atendimento integral das diretrizes do PERS-ES no período de sua implementação. As metas propostas

no programa orientam a proposição dos Programas, projetos e ações, para que os resultados do cenário escolhido possam ser alcançados num horizonte de 20 anos de implementação do plano. A avaliação será realizada a cada quadriênio. No Quadro 1 as diretrizes e metas para o cenário escolhido do PERS-ES:

Quadro 1- Diretrizes e Metas para o cenário escolhido para o PERS-ES.

PERS-DIRETRIZES	PERS- METAS
DIRETRIZ 1- Erradicação dos lixões e aterros controlados e promoção da disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários.	
	Eliminação total das formas inadequadas de disposição final.
DIRETRIZ 2- Promover a universalização da prestação de serviços de limpeza pública, coleta e destinação final de RSU em zona urbana e rural dos municípios.	
	Ampliação da cobertura da coleta convencional (% população)
	Ampliação da cobertura da coleta convencional (unidade territorial)
	Ampliação da cobertura da coleta seletiva (% população)
	Ampliação da cobertura da coleta seletiva (unidade territorial)
DIRETRIZ 3- Redução dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários.	
	Redução dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterro.
	Redução dos resíduos úmidos dispostos em aterros.
	Redução da atual geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos urbanos.
DIRETRIZ 4- Recuperação das áreas de disposição inadequada de resíduos sólidos.	
	Recuperação das áreas degradadas/contaminadas por disposição inadequada de resíduos e mitigação/reabilitação das áreas e projetos de aplicações de uso futuro de acordo com a legislação.
DIRETRIZ 5- Promoção do aproveitamento energético dos gases gerados pelo tratamento e disposição final de resíduos sólidos.	

	Aproveitamento energético dos gases gerados em aterros sanitários ou no tratamento de resíduos, sempre que viável técnica e economicamente.
DIRETRIZ 6- Incentivo à reutilização e reciclagem de resíduos sólidos.	
	Legislação estadual determinando obrigatoriedade da

	segregação dos resíduos gerados.
	Reciclagem do papel e papelão
	Reciclagem do plástico.
	Reciclagem do metal.
	Reciclagem do alumínio.
	Cadastro das empresas vinculadas ao gerenciamento de resíduos sólidos.
	Inserção de critérios ambientais nas licitações públicas, com prioridade nas aquisições de produtos que possam ser reutilizados ou que sejam reciclados, quando possível.
	Implantação da coleta seletiva em todos os estabelecimentos públicos estaduais.
DIRETRIZ 7-Fortalecimento das Organizações de catadores de materiais recicláveis (OCMR) e integração ao sistema formal de gerenciamento de resíduos sólidos.	
	Municípios atendidos por OCMR.
	OCMR incorporada formalmente aos sistemas municipais de coleta seletiva (para aqueles municípios que já possuam OCMR)
DIRETRIZ 8- Fortalecimento da gestão de resíduos sólidos no estado do Espírito Santo	
	Elaboração e revisão dos PMGIRS
	Classificação dos PMGIRS
	Instituir o Sistema Declaratório anual dos resíduos sólidos.
	Implementar o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos
	Compatibilização da legislação municipal para o PERS-ES
	Capacitação dos Agentes públicos.
	Ampliação das capacidades administrativas (grau de capacidade técnica)
DIRETRIZ 9- Fortalecimento da gestão consorciada de resíduos sólidos no ES	
	Consórcios públicos consolidados com soluções de disposição adequada.

	Aumento no número de soluções consorciadas e compartilhadas.
DIRETRIZ 10- Regulação da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	
	Elementos mínimos de custos e produtividade para os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de RSU.
	Legislação municipal estabelecendo cobrança por

	serviços prestados de limpeza urbana e manejo de RSU.
	Legislação municipal estabelecendo cobrança por serviços prestados para grandes geradores do setor de comércio e serviços, RCC e RSS.
	Definir responsabilidades inclusive financeira) pelo gerenciamento de resíduos de concessões e parcerias público-privadas (PPP) celebrados pelo Estado.
	Revisar os contratos de concessão e parceria público-privadas (PPP) celebrados pelo Estado para verificar eventual recomposição de seu equilíbrio econômico-financeiro, conforme normas aplicáveis a estes contratos.
DIRETRIZ 11- Aperfeiçoamento dos instrumentos fiscais e financeiros para implantação do PERS-ES	
	Legislação definindo tratamento tributário diferenciado para processos de tratamento, reaproveitamento e reciclagem de resíduos.
	Legislação definindo política de incentivo fiscal e financeiro para empresas de tratamento e reciclagem de resíduos.
	Linhas de crédito específicas para implementação de projetos de PERS-ES
DIRETRIZ 12- Estabelecimento de regras para o acesso a recursos do Estado, destinados às ações e programas de interesse na área de resíduos sólidos.	
	Legislação instituindo mecanismo de acesso às verbas estaduais para a gestão de resíduos sólidos.
DIRETRIZ 13- Reforçar as ações de Educação Ambiental visando a não geração de resíduos sólidos, a produção e consumo sustentáveis.	
	Implantação das metas dos projetos de educação ambiental dos PMGIRS
	Redução da taxa de geração <i>per capita</i> de RSU por porte de município.

	Implantação e ampliação dos projetos de educação amb. envolvendo a coleta seletiva nas escolas estaduais
--	--

Fonte: ESPIRITO SANTO (2019b).

3.2 PLANO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E OS RESÍDUOS SÓLIDOS

Em 2017 o Plano Estadual de Educação Ambiental foi concluído, após inúmeras discussões, oficinas e contribuições em todos os municípios do estado do ES (ESPIRITO SANTO, 2017).

Como Linhas de ação na área dos resíduos sólidos, sinaliza para a Educação Ambiental na gestão dos resíduos sólidos. No quadro 2 tem-se as estratégias, os critérios e instrumentos para que o tema possa ser melhor trabalhado.

Quadro 2- LINHA DE AÇÃO EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

ESTRATÉGIAS	CRITÉRIOS	AÇÕES
Comunicação e Educomunicação	Promover debates com representantes de diversos setores	Realizar campanhas educacionais, sensibilizar a população e promover debates.
Espaços formativos para os 5 Rs (reduzir, repensar, reaproveitar, reciclar e recusar)	Utilizar os meios de comunicação locais para a Logística Reversa.	Promover formação em EA sobre a destinação dos resíduos orgânicos, entre outros.
Economia Solidária	Incluir as associações de catadores nas ações de EA	Sensibilizar e orientar os moradores a colocarem o resíduo seco nos pontos de entrega voluntários (PEVs), porta a porta.
Compostagem	Recomendar nos contratos e convênios da coleta uma cláusula sobre a EA permanente na área de abrangência.	Compatibilizar as ações aos documentos: Agenda 21, Plano para cidades sustentáveis, Agenda Ambiental da administração pública (A3P), entre outros.
Sensibilizar e Mobilizar para Logística Reversa	Destinar recursos para serem aplicados na Gestão de Resíduos Sólidos.	Estimular as empresas para o uso de tecnologias limpas, ações sustentáveis e logística reversa.
Incentivar a criação e divulgação de técnicas e tecnologias para otimizar a reutilização dos recursos naturais	Incentivo à criação e ao fortalecimento de núcleos de pesquisa e experimentação em Educação Ambiental.	Fortalecer associações de catadores como multiplicadores de EA, na formação e desenvolvimento de projetos que ampliem a qualidade de vida e de trabalho.

Parcerias entre órgãos e associação de catadores	Estimular iniciativas e mecanismos de cooperação para o trabalho em rede.	Fortalecer e apoiar parcerias técnicas com instituições de comprovada expertise, visando troca de experiências e ampliando a capacidade técnica dos gestores nesta área.
Desenvolver estudos e pesquisas	Garantir a capacitação para elaboração de projetos em Educação Ambiental.	
Garantir a publicidade das pesquisas em EA		
Prever linhas de Ação nos fundos de meio ambiente		
Trabalho em REDE		
Fomentar a criação de instrumentos jurídicos (convênios, termos parcerias, acordo de cooperação).		

Fonte: ESPIRITO SANTO (2017)

Como sugestões de práticas de Educação Ambiental no gerenciamento de Resíduos Sólidos, algumas constantes no PERS-ES (ESPIRITO SANTO, 2019b): oferecer capacitação aos catadores de recicláveis, incentivar a visitação e a realização de trabalhos pelas escolas nas unidades de triagem, indústrias de reciclagem, em aterros sanitários, promover oficinas e seminários sobre o tema, realizar oficinas para aproveitamento integral dos alimentos, desenvolver oficinas de sabão caseiro, curso de montagem e recondicionamento de computadores, com peças reaproveitadas de resíduos, investir em Ecodesign e *Ecoeficiência*, mapear pontos de coleta e entrega materiais recicláveis, realizar multirões para reciclagem e coleta seletiva.

4. CONCLUSÕES

Ao longo do tempo a política e o programa contribuirão para que mais resíduos possam ser reciclados, reutilizados, para a saúde das comunidades evitando proliferação de vetores e doenças pela disposição inadequada do lixo em áreas sem cobertura e próximas a rios, a desobstrução de bocas de lobo e do sistema de drenagem urbana, o resgate da dignidade dos coletores de resíduos, ampliar a renda das comunidades e associações de catadores e evitar riscos ambientais. Enfim aspectos sociais, ambientais e econômicos, e de saúde pública serão contemplados na efetiva implantação destas ações. Destaca-se a Educação Ambiental como uma forte aliada para a implementação da Política Estadual de Resíduos Sólidos- PERS. O impacto da desativação dos lixões nas comunidades e a destinação de áreas para a separação e instalação de pontos de destinação dos recicláveis e dos

materiais a serem reutilizados ou reciclados são pontos de preocupação. A logística reversa, a coleta de materiais usados, a separação e coleta seletiva são pontos de atenção no gerenciamento, assim como a capacitação dos gestores municipais para as ações constantes do Plano de Resíduos aprovado pelo CONSEMA em 2019 (ESPÍRITO SANTO (2019)). Os Consórcios intermunicipais permitem que mais municípios participem destas ações do programa, e a capacitação dos atores locais por meio da Educação Ambiental, do programa de gestão ambiental para gestores locais e multiplicadores. Destaca-se o Ministério Público do ES e a Comissão de Saúde e Meio Ambiente da Assembléia Legislativa do ES como parceiros na busca de soluções para a implementação efetiva do PERH-Plano Estadual de Resíduos (resíduos da construção civil, da saúde, domiciliares, sólidos urbanos, da limpeza urbana, dos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, industriais e dos serviços públicos de saneamento básico, da área rural, como embalagens de agrotóxico, resíduos de animais e da poda). Destaca-se a necessidade de ampliar as linhas de pesquisa sobre o tema de resíduos sólidos e sua reciclagem e reaproveitamento, na aplicação dos materiais em novos processos produtivos como insumos, nova modelagem de processos para uma Indústria 4.0, sustentável, com menos tecnologias fim de tubo e gerando menos resíduos. Considerando que uma tecnologia mais limpa deve ser implantada a Educação é fundamental neste processo, tecendo redes e criando vínculos para termos uma sustentabilidade real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL (1999) Política Nacional de Educação Ambiental: Lei nº 9.795. Brasília.

BRASIL(2010)PolíticaNacionaldeResíduosSólidos:Leinº12.305.Disp.:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Ac.outubro 2022.

CHAVES,G.deL.D.;SANTOSJr.,J.L.dos;ROCHA,S.M.S.(2017)Asvicissitudesdascapacidadesadministrativas municipais e a política nacional de Resíduos Sólidos. Revista Espacios. ISSN 0798.105.

ESPÍRITOSANTO(2009)PolíticaEstadualdeEducaçãoAmbiental:Leinº9.265.Disp.:<<http://meioambiente.es.gov.br>> Acesso em: maio 2023.

ESPÍRITOSANTO(2017)ProgramaEstadualdeEducaçãoAmbiental.Disp.:<https://meioambiente.es.gov.br> Acesso em: maio 2023.

ESPÍRITOSANTO(2019a)PolíticaEstadualdeResíduosSólidos:Leinº9.264.Disp.:<https://leisestaduais.com.br/es/lei-ordinaria-n-9.264> Acesso em: outubro 2022.

ESPÍRITO SANTO (2019b) RESOLUÇÃO CONSEMA Aprovou o Plano Estadual de Resíduos Sólidos. Disp:<https://leisestaduais.com.br/es/lei-ordinaria-n-9.264> Acesso em: outubro 2022.

ESPÍRITO SANTO (2022) Decreto nº 10.936. Regulamentou a lei nº 12.305 de 1998. Disp.: <https://leisestaduais.com.br/es>. Acesso em: outubro 2022.

LONGUI,Deyvison.(2009)“QuantidadedelixonaBaía deVitóriadeveultrapassar30toneladas”D.<https://www.vitoria.es.gov.br/noticias/noticia-632>, Acesso em : 30.09.2022.

MONTEIRO, Marcus (2019) “Mais de 1,2 tonelada de lixo retirado da Baía de Vitória”. Disponível em:<https://www.vitoria.es.gov.br/noticias/mais-de-12-tonelada-de-lixo-retirado-da-baia-de-vitoria-39771>.

PREFEITURA DE VITÓRIA (2021) Disp.: <https://urbanismodemercado.com.br/prefeitura-de-vitoria-recolhe-111-toneladas-de-lixo-da-baia-de-vitoria-no-primeiro-dia-de-mutirao/>

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

TÓPICOS EM RECURSOS HÍDRICOS