

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

**Alan Mario Zuffo
(Organizador)**



Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo

(Organizador)

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 3 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-251-7

DOI 10.22533/at.ed.517191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 22 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NA CIDADE DE DONA INÊS – PARAÍBA	
Narcísio Cabral de Araújo Roseane Carneiro de Oliveira Abílio José Procópio Queiroz Paulo Célio Ramos Soares Jefferson Pereira de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.5171911041	
CAPÍTULO 2	11
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS COM PÓS-TRATAMENTO ATRAVÉS DE PROCESSOS ELETROLÍTICOS: NATEX (XAPURI, ACRE)	
Emerson Silva de Almeida Julio Cesar Pinho Mattos	
DOI 10.22533/at.ed.5171911042	
CAPÍTULO 3	21
COLETA DE PRESSÃO - UM ESTUDO PARA TORNAR EFICIENTE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA REALIDADE DE DEMANDA REPRIMIDA EM REGIÃO DE GRANDE PERÍODO DE ESTIAGEM	
Uilma Santos Pesqueira Javan Oliveira de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.5171911043	
CAPÍTULO 4	36
COMPARATIVO ENTRE TENSOATIVOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS EM PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO UTILIZANDO EFLUENTE DE LAGOA DE ALTA TAXA PARA CULTIVO DE MICROALGAS (LAT) ALIMENTADA COM EFLUENTE SANITÁRIO	
José Carlos Alves Barroso Júnior Nestor Leonel Muñoz Hoyos Luiz Olinto Monteggia Eddie Francisco Gómez Barrantes Gabielli Harumi Yamashita	
DOI 10.22533/at.ed.5171911044	
CAPÍTULO 5	50
CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO DE JATAÍ-GO SOBRE GUARDA RESPONSÁVEL, ZONOSSES E CONTROLE POPULACIONAL DE CÃES E GATOS	
Rayanne Borges Vieira Marcelo Figueiredo dos Santos Patrícia Rosa de Assis Ana Paula de Souza Martins Andréia Vitor Couto do Amaral	
DOI 10.22533/at.ed.5171911045	
CAPÍTULO 6	55
DETERMINAÇÃO DA CURVA DE INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DO MUNICÍPIO DE SANTO ESTEVÃO - BA	
Paulo Vitor Santa Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.5171911046	

CAPÍTULO 7 63

DETERMINAÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO APLICADO AO MONITORAMENTO DA LAGOA MIRIM E ATUAÇÃO DA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Gabriel Borges dos Santos
Marlon Heitor Kunst Valentini
Larissa Aldrighi da Silva
Marcos Antonio da Silva
Marília Guidotti Corrêa
Francine Vicentini Viana
Vitor Alves Lourenço
Willian César Nadaleti
Bruno Müller Vieira

DOI 10.22533/at.ed.5171911047

CAPÍTULO 8 71

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM/BA

Fernando Augusto Kursancew
Diamile Patricia Lucena da Silva
Geisa Luiza Macedo Silva

DOI 10.22533/at.ed.5171911048

CAPÍTULO 9 80

DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS PROVENIENTES DE AÇÕES ANTRÓPICAS NO MORRO DO URUBU, ARACAJU-SERGIPE

Carolina Cristina da Silva Ribeiro
Allana Karla Costa Alves
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.5171911049

CAPÍTULO 10 88

ECOEFIÊNCIA NA MUDANÇA DOS PADRÕES DE CONSUMO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

Samanta Tolentino Ceconello
Luana Nunes Centeno
Diuliana Leandro
Andréa Souza Castro

DOI 10.22533/at.ed.51719110410

CAPÍTULO 11 99

EFEITO DA IRRIGAÇÃO COM EFLUENTE DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO NOS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO

Pedro Henrique Máximo de Souza Carvalho
William Ralf Santos Costa
João Vitor Máximo de Souza Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.51719110411

CAPÍTULO 12 107

EQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO E UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ESTADO DA BAHIA

Clério Ferreira de Sousa
Gervásio Ferreira dos Santos
Raymundo José Santos Garrido

DOI 10.22533/at.ed.51719110412

CAPÍTULO 13	123
ESPACIALIZAÇÃO DA POTENCIALIDADE EROSIVA POR ESTIMADOR KERNEL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA (SE)	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento Lizza Adrielle Nascimento Santos Glauber Vinicius Pinto de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.51719110413	
CAPÍTULO 14	132
ESTUDO DA COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E CONDIÇÃO DA FLORA ARBÓREA DA AVENIDA PRESIDENTE COSTA E SILVA (NOVA FRIBURGO – RJ)	
Tatiana Nicolau Gonçalves Marcello Fragoso Lima Ricardo Finotti	
DOI 10.22533/at.ed.51719110414	
CAPÍTULO 15	144
ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE MORBIDADE E SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ENTRE 2013 A 2015, EM SANTARÉM-PA	
Alessandra de Sousa Silva Rebecca da Silva Fraia Soraia Valéria de Oliveira Coelho Lameirão	
DOI 10.22533/at.ed.51719110415	
CAPÍTULO 16	150
ESTUDO SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO	
Guilherme de Souza Barrucho Juliana Toledo Cota Giselle Martins Machado José Antônio Lins Pereira Andréia Boechat Delatorre Michaelle Cristina Barbosa Pinheiro Campos Ilana Pereira da Costa Cunha	
DOI 10.22533/at.ed.51719110416	
CAPÍTULO 17	160
IMPACTOS AMBIENTAIS DA CARCINICULTURA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA NO MUNICÍPIO DE PIRAMBU-SE	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento Denilma dos Santos Oliveira Ivan Soares Freire Filho	
DOI 10.22533/at.ed.51719110417	
CAPÍTULO 18	168
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO MONOCULTIVO DE EUCALIPTO NOS MUNICÍPIOS DE ITAPORANGA D’AJUDA, ESTÂNCIA E SALGADO (SE)	
Augusto Cruz Barreto Lucivaldo de Jesus Teixeira Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.51719110418	

CAPÍTULO 19	177
IMPLANTAÇÃO DO RE-APROVEITAMENTO DE ÁGUA DAS CHUVAS EM PEQUENAS EDIFICAÇÕES COM PROPOSTA DE RE-USO EM CONJUNTOS HABITACIONAIS POPULARES	
Giuliano Mikael Tonelo Pincerato	
DOI 10.22533/at.ed.51719110419	
CAPÍTULO 20	188
INDUSTRIAL EFFLUENT TREATMENT FOR SCREEN PRINTING	
Allan Rios Bezerra	
Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho	
Priscila Sabioni Cavalheri	
DOI 10.22533/at.ed.51719110420	
CAPÍTULO 21	204
LOGÍSTICA REVERSA NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS NAS FARMÁCIAS DO MUNICÍPIO DE POCINHOS-PB	
Jesielly Evane Miranda de Andrade	
Geralda Gilvania Cavalcante de Lima	
Andreia Araújo da Silva	
Carlos Antônio Pereira de Lima	
Neyliane Costa de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.51719110421	
CAPÍTULO 22	221
MAPEAMENTO DAS ÁREAS FAVORÁVEIS À INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELA DENSIDADE DE LINEAMENTO ESTRUTURAL	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.51719110422	
SOBRE O ORGANIZADOR	231

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NA CIDADE DE DONA INÊS – PARAÍBA

Narcísio Cabral de Araújo

Professor Adjunto do Centro de Tecno-ciências e Inovação da Universidade Federal do Sul da Bahia. Itabuna - Bahia
E-mail: narcisioufsb@gmail.com

Roseane Carneiro de Oliveira

Graduanda em Bacharelado Interdisciplinar em Ciências pela Universidade Federal do Sul da Bahia. Itabuna - Bahia
E-mail: rosecarneiro@msn.com

Abílio José Procópio Queiroz

Professor Adjunto do Centro de Tecno-ciências e Inovação da Universidade Federal do Sul da Bahia. Itabuna - Bahia
E-mail: abiliojq@hotmai.com

Paulo Célio Ramos Soares

Graduado em Matemática pela Universidade Federal de Campina Grande e Especialista em Educação para as Relações Étnico-Raciais pela Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande - Paraíba
E-mail: pcelio85matematica@gmail.com

Jefferson Pereira de Andrade

Graduando em Eng. Civil pela União Metropolitana de Educação e Cultura. Itabuna - Bahia
E-mail: jeffersonadv07@hotmail.com

RESUMO: A verificação dos materiais presentes nos resíduos diariamente gerados permite inferir sobre a viabilidade da implantação

da coleta seletiva, os recursos humanos necessários, aquisição de viaturas, definição das dimensões das instalações necessárias para acondicionamento, reciclagem, compostagem e destinação adequada dos resíduos sólidos, além de ser fundamental na definição da alternativa mais adequadas para o tratamento final destes. Diante da importância mencionada, este trabalho teve como objetivo determinar a massa específica aparente, a geração *per capita* e a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados pelo serviço de limpeza pública da cidade de Dona Inês, localizada no estado da Paraíba. A caracterização gravimétrica foi realizada durante dois dias de coleta por meio da técnica do quarteamento. Os resultados apontam que a população urbana do município de Dona Inês produz diariamente aproximadamente 5.048,9 kg de resíduos sólidos, com massa específica de 197,5 kg.m⁻³ e geração *per capita* de 1,084 kg hab.⁻¹ dia⁻¹. Aproximadamente 27% do total de resíduos sólidos gerados (resíduos secos) pela população urbana do município de Dona Inês são diretamente comercializáveis; 33% são passíveis de serem transformados em adubos e utilizados por agricultores da região no condicionamento e fertilidade de solos, e aproximadamente 32% é rejeito, que deverá ser destinado para um aterro sanitário. Sendo assim, mais da metade dos resíduos sólidos

urbanos gerados pelo município de Dona Inês (59%) apresentam potencialidade para voltar para a cadeia produtiva através da reciclagem e compostagem, apenas 1.590,11 kg do total de resíduos diariamente gerados, deverá ser destinado a um aterro sanitário. Estes resultados evidenciam a importância da adoção das práticas de reciclagem e reutilização no contexto do gerenciamento de resíduos sólidos, através da valoração e reintegração de materiais ao ciclo produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Composição gravimétrica; geração *per capita*; massa específica.

ABSTRACT: The verification of the materials present in the daily residues allows to infer the viability of the implantation of the selective collection, the necessary human resources, acquisition of vehicles, definition of the dimensions of the facilities required for packaging, recycling, composting and adequate disposal of solid waste, besides be fundamental in the definition of the most suitable alternative for the final treatment of these. Considering the importance mentioned, this work had as objective to determine the apparent specific mass, per capita generation and gravimetric composition of the urban solid waste collected by the public cleaning service of the city of Dona Inês, located in the state of Paraíba. The gravimetric characterization was performed during two days of collection by means of the quartet technique. The results indicate that the urban population of the municipality of Dona Inês produces approximately 5048.9 kg of solid waste each day, with a specific mass of 197.5 kg m⁻³ and per capita generation of 1.084 kg hab.⁻¹ day⁻¹. Approximately 27% of the total solid waste generated (dry waste) by the urban population of the municipality of Dona Inês is directly tradable; 33% can be converted into fertilizer and used by farmers in the region in soil conditioning and fertility, and approximately 32% is waste, which should be destined for a landfill. Thus, more than half of the municipal solid waste generated by the municipality of Dona Inês (59%) has the potential to return to the productive chain through recycling and composting, only 1590.11 kg of the total waste generated daily, should be destined to landfill. These results highlight the importance of adopting recycling and reuse practices in the context of solid waste management, through the valuation and reintegration of materials into the production cycle.

KEYWORDS: Gravimetric composition; generation per capita; specific mass.

1 | INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos devida ao aumento do consumo de toda a população está entre os maiores problemas ambientais da atualidade no País Rezende et al. (2013). A questão dos resíduos sólidos no Brasil tem sido amplamente discutida por constituir em um dos maiores desafios que qualquer cidade enfrenta Carvalho et al.(2017), pois à produção de resíduos sólidos urbanos é inevitável e se caracteriza por extrair recursos naturais para produzir bens materiais que, no pós-uso, são descartados, sem tratamento algum, gerando impactos ambientais negativos Araújo et al. (2015).

Para o sucesso de qualquer programa de gerenciamento de resíduos é fundamental, portanto, conhecer detalhadamente o que se gera para planejar todo o sistema de gestão Rezende et al.(2013). A caracterização dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é de extrema importância, pois possibilita a verificação dos materiais presentes nos resíduos gerados, permitindo inferir sobre a viabilidade da implantação da coleta seletiva, os recursos humanos necessários, aquisição de viaturas, definição das dimensões das instalações necessárias para reciclagem, compostagem e destinação adequada dos resíduos sólidos Fernando e Lima (2012).

Dentre as características físicas dos resíduos sólidos urbanos se destacam a geração *per capita*, massa específica e a composição gravimétrica. A geração *per capita* relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região Monteiro et al. (2001). Este parâmetro é bastante importante porque a partir dele e conhecendo a população pode-se estimar a produção de resíduos em função do tempo. A massa específica representa a massa de resíduos soltos em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação. Sua determinação é importante para o dimensionamento dos equipamentos e instalações de coleta, transporte e destinação final (BRASIL, 2015). E a composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada Monteiro et al. (2001). Segundo Carvalho et al. (2017) este parâmetro expressa bem a característica dos resíduos sólidos, visto que representa o percentual de cada componente presente nesses resíduos em relação à massa total da amostra estudada. Quanto maior a quantidade de um determinado componente, tanto mais as características gerais dos resíduos se assemelharão às características desse componente, assim, com a determinação da composição gravimétrica pode-se avaliar a possibilidade de reaproveitamento dos componentes passíveis de reciclagem e a melhor destinação final para os resíduos Carvalho et al. (2017).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivos determinar a massa específica aparente, a geração *per capita* e a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados pelo serviço de limpeza pública da cidade de Dona Inês, localizada no estado da Paraíba.

2 | MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Caracterização do Município de Dona Inês

A cidade de Dona Inês está localizada nas coordenadas geográficas 6°36'12"S 35°17'30" W a 421 m (Google Maps, 2018). O município encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Curimataú. Seus principais tributários são: o Rio Curimataú e o riacho da Vaca Morta. Todos os cursos d' água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005).

Segundo o censo demográfico realizado pelo do Instituto Brasileiro de Geografia

e Estatística (IBGE), em 2010 o município de Dona Inês possuía uma população total de 10517 habitantes, com 4655 habitantes na zona urbana e 5862 habitantes na zona rural. Ainda de acordo com o IBGE a população estimada para o ano de 2018 foi de 10429 habitantes com uma área territorial de 166,128 km² e densidade demográfica de 63,29 hab. km⁻².

2.2 Coleta dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

A coleta dos RSU é do tipo porta a porta, com frequência diária. Em cada dia de coleta são recolhidas três “carradas” através de um carroção com volume de 4,00 m³ rebocado por um trator.



Figura 1. Agentes de limpeza do município realizando a coleta porta a porta com o carroção rebocado pelo trator.

Quando realizado o estudo estes resíduos eram depositados em um vazadouro a céu aberto (“lixão”) instalado a uma distância de aproximadamente 0,200 km da área urbana.

2.3 Procedimentos Adotados na Caracterização Física dos RSU

A caracterização dos resíduos sólidos urbano de Dona Inês, foram realizadas em dois dias de coleta, segunda e sexta-feira. Todas as atividades foram executadas com auxílio dos funcionários que atuam na limpeza urbana do município e com os catadores de materiais recicláveis que trabalhavam no “lixão”.

Neste item são descritos os procedimentos adotados para determinar a geração *per capita* (kg hab⁻¹. dia⁻¹), massa específica aparente (kg m⁻³) e a composição gravimétrica (%) dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Dona Inês - PB.

2.3.1 Geração *per capita* ()

Para estimar a geração *per capita* dos resíduos sólidos urbanos do município de Dona Inês, o carroção carregado com os resíduos e rebocado por um trator, após a coleta, era levado para uma área pavimentada próxima ao lixão. No local toda a

massa do carroção era pesada em uma balança analógica com capacidade máxima para 15 kg. De posse da massa líquida dos resíduos de cada carrada previamente pesada e conhecendo a população urbana (4655 habitantes), quantidade de carradas de resíduos transportada por semana e dias de uma semana procedeu-se com os cálculos para estimar a geração per capita (Equação 1).

$$G_{pc} = \frac{M_L \cdot n}{d \cdot P_u} \quad (1)$$

Em que, G_{pc} = Resíduos gerados por habitante/dia estimados ($\text{kg} \cdot \text{hab}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$); M_L = Massa líquida dos resíduos na viagem do caminhão (kg); n = número de carradas transportadas em uma semana; d = quantidade de dias em uma semana (dia); P_u = População urbana do município (hab), último censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010.

2.3.2 Preparação da amostra para determinação da massa específica aparente e composição gravimétrica

As estimativas da massa específica e da composição gravimétrica foram realizadas na área do “Lixão” municipal, onde tinha uma usina de triagem de resíduos abandonada. Neste local foram preparadas as amostras dos resíduos para posterior avaliação. Inicialmente a área que é impermeabilizada por paralelepípedo, foi limpa através de varrição manual. Na sequência o trator despejava os resíduos para o trabalho de homogeneização. Para homogeneizar, toda massa de resíduos da viagem, os agentes de limpeza urbana do município, utilizando foices e facões, rompiam todas as sacolas de resíduos (Figura 2A). Em seguida toda a massa de resíduos era revolvida mecanicamente com auxílio de uma pá carregadeira (Figura 2B).



Figura 2. Agentes de limpeza urbana fazendo o rompimento das sacolas com os resíduos (2A) e pá carregadeira fazendo a homogeneização da amostra de resíduos sólidos (2B).

Em seguida realizou-se o quarteamento dos resíduos (Figura 3A), ficando apenas um quartil (Figura 3B) onde retirou-se cinco amostras de resíduos (três na base laterais e duas do topo). As amostras eram retiradas manualmente e colocadas em baldes de plástico com capacidade para $0,1 \text{ m}^3$ cada, sem serem compactadas

(Figura 3C).



Figura 3. Sequências dos passos utilizados na preparação da amostra utilizada na caracterização dos RSU de Dona Inês, PB.

2.3.3 *Massa específica aparente*

Nesta determinação, os cinco baldes de amostras preparadas anteriormente foram pesadas em balança manual com capacidade máxima para 150 kg. Conhecida a massa de resíduo colocada em cada balde e seu respectivo volume, estimou-se a massa específica aparente (Equação 2).

$$M_{ea} = \frac{M_L}{V_B} \quad (2)$$

Em que, M_{ea} = Massa específica aparente da amostra ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$); M_L = Massa líquida de resíduo amostrada no balde (kg); V_B = Volume do balde (m^3).

2.3.4 *Composição gravimétrica*

Posteriormente, os $0,500 \text{ m}^3$ de resíduos foi colocado em uma bancada de concreto instalada na usina de triagem, para separação dos componentes. Durante a segregação, cada tipo de material foi acondicionado em baldes (os mais volumosos) e em sacolas plásticas, para posterior pesagem e estimativa da percentagem de cada componente (Papel, Papelão, Plástico filme, Plástico rígido, PET, Trapos e Tecidos, Metais ferrosos, Metais não ferrosos, Alumínio, Isopor, Vidros coloridos, Vidros não coloridos, Madeira, Couro, Borracha, Cerâmica, Resíduos eletrônicos, Matéria Orgânica Biodegradável, Solo e similares, e outros (fraldas descartáveis, papel higiênico, esponjas de aço, etc.)) presente em toda massa de resíduo avaliada. Esta estimativa foi realizada através da razão entre a massa de cada componente segregado na amostra total e a massa total da amostra (Equação 3).

$$C_G (\%) = \frac{M_{tm}}{M_R} * 100 \quad (3)$$

Em que, C_G (%) = Percentagem da composição gravimétrica (%), referente a cada tipo de material encontrado na massa total de resíduo amostrada; M_{tm} = massa de cada componente segregado (kg); M_R = Massa líquida dos 0,500 m³ de resíduos (kg).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Massa específica aparente (M_{ea}) e geração *per capita* (G_{pc})

Os valores médios das massas de resíduos nos baldes (MB), das carradas (MC), massa específica aparente (M_{ea}) e geração *per capita* (G_{pc}) dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Dona Inês, PB, estão apresentados na Tabela 1.

Dia de Avaliação	MB	MC	M_{ea}	G_{pc}
kg.....		Kg m ⁻³	kg hab. ⁻¹ dia ⁻¹
1º	97,5	1718,7	195	1,108
2º	100,0	1645,5	200	1,060
Média Geral	98,75	1682,1	197,5	1,084

Tabela 1. Médias das duas avaliações das massas de resíduos nos baldes (MB) e das carradas (MC), massa específica aparente (M_{ea}) e geração *per capita* (G_{pc}) dos resíduos sólidos urbano da Cidade de Dona Inês, PB.

De acordo com os resultados da Tabela 1, os resíduos sólidos urbanos de Dona Inês apresentam massa específica aparente média de 197,5 Kg m⁻³ (quilogramas por metro cúbicos) e geração *per capita* média de 1,084 kg hab.⁻¹ dia⁻¹ (quilograma por habitante dia).

De acordo com a Funasa a massa específica dos resíduos sólidos domiciliar sem compactação pode ser de até 230 kg m⁻³ (Brasil, 2015), portanto o valor encontrado para Dona Inês é coerente, porém está acima dos encontrados na literatura. Resende et al. (2013) ao estudarem os resíduos sólidos do Município de Jaú/SP, obtiveram massa específica média de 136,2 kg m⁻³ e Araújo et al. (2018) ao avaliarem a massa específica dos resíduos sólidos urbanos da município de Santa Cecília/PB obtiveram uma massa específica de 105,2 kg m⁻³, valor bem abaixo do encontrado neste trabalho.

Segundo consta no Manual de Saneamento da Fundação Nacional da Saúde (Brasil, 2015) a média da geração *per capita* é de resíduos sólidos urbanos pode varia de 0,1 a 2,53 kg hab.⁻¹ dia⁻¹, portanto o valor obtido (1,084 kg hab.⁻¹ dia⁻¹) está entre o limite estabelecido pela Fundação Nacional da Saúde, porém acima do desejável para cidades pequenas, como evidenciado por Monteiro et al. (2001). Segundo os autores para cidades pequenas, com população urbana de até 30 mil habitantes, a geração *per capita* é de 0,5 kg hab.⁻¹ dia⁻¹. Em um estudo semelhante, realizado por Araújo et al. (2015) em Barra de São Miguel/ PB, foi encontrado uma média de 0,6049 kg hab.⁻¹ dia⁻¹

para a geração per capita de RSU, valor inferior ao encontrado neste trabalho.

3.2 Composição gravimétrica

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da composição gravimétrica e as respectivas produções diárias de cada fração de resíduos obtidos no estudo.

Materiais	Porcentagem (%)	Produção Diária (kg dia⁻¹)
Papel	3,21	162,00
Papelão	6,29	317,40
Plástico Filme	7,08	357,30
Plástico Rígido	1,85	93,40
PET	2,31	116,60
Trapos e Tecidos	4,02	202,85
Metais Ferrosos	2,66	134,22
Alumínio	0,66	33,30
Vidro Colorido	0,52	26,24
Vidros não Coloridos	2,08	105,00
Madeira	2,81	141,80
Borracha	0,97	49,00
Mat. Org.		
Biodegradável	32,73	1651,56
Solo e Similares	10,74	542,00
Outros	19,8	999,11
Longa Vida	0,61	30,78
Cerâmica	0,97	49,00
Eletrônico	0,69	34,82
Isopor	0,05	2,52
Total	100	5048,9

Tabela 2. Composição gravimétrica e produção de resíduos sólidos gerados pela população urbana de Dona Inês, PB.

A população urbana da cidade de Dona Inês/ PB produz diariamente aproximadamente 5.048,9 kg de resíduos sólidos.

Dos RSU produzidos em Dona Inês, a maior proporção foi de 32,73% (1651,56 kg dia⁻¹) foi de material orgânico biodegradável sendo este material passível de ser utilizado na produção de biossólido, ou seja, em adubos para serem comercializáveis e utilizados no condicionamento e fertilidades dos solos cultivados na região. Este valor foi bastante inferior à média nacional, que segundo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada é de 51,4% (IPEA, 2012).

A segunda maior produção foi de 1590,11 kg dia⁻¹ (31,50%) correspondendo aos rejeitos, ou seja, solos, cerâmica e outros materiais que aos se misturarem tiveram suas características físicas alteradas, dificultado sua identificação. Valor inferior ao obtido por Siqueira et al. (2016), que estimou a composição gravimétrica dos resíduos sólidos da cidade Nova Ponte/MG, em torno de 38,05% de rejeito.

A terceira maior geração foi de 1345,46 32,93 kg dia⁻¹ (26,65%) de materiais considerados recicláveis, ou seja, passíveis de retornarem para a cadeia produtiva minimizando a exploração de matéria prima (recursos ambientais utilizados na confecção de embalagens e outros utensílios) e problemas ambientais relacionados à deposição inadequada e ilegal de resíduos sólidos urbanos.

Uma quantidade bastante considerável de trapos e tecidos 202,85 kg dia⁻¹ é descartado pela população urbana de Dona Inês. Essa grande massa de resíduos é proveniente das diversas atividades artesanais desenvolvidas *in loco*. Este valor é bem próximo ao diagnosticado por Araújo et al. (2018) para a cidade de Santa Cecília (421,73 kg dia⁻¹), sendo que para esta cidade o percentual de trapos e tecidos foi de 13,05% enquanto que para a cidade de Dona Inês foi de 4,02%.

Outra percentagem bastante considerável foi a de madeira (2,81%) e borracha (0,97%), correspondendo a aproximadamente 190,04 kg dia⁻¹. Esses resíduos podem ser utilizados como fonte de energia calorífica para alimentar os fornos de panificadoras da cidade.

A reincorporação destes resíduos ao ciclo produtivo, além de ser uma estratégia importante no contexto da gestão de resíduos sólidos, através da valoração de subprodutos, é uma medida importante no que diz respeito à minimização do material que é destinado ao “lixão”, sem nenhum tratamento. Ainda vale ressaltar que o percentual de resíduos recicláveis gerados pela população urbana de Dona Inês pode ser consideravelmente aumentado, dentre a porcentagem total de resíduos sólidos urbanos coletados, caso sejam implantadas ações efetivas voltadas à coleta seletiva domiciliar, a partir da segregação dos resíduos na fonte. Neste caso, grandes quantidades dos materiais considerados como rejeito poderão ser mantidos em suas condições originais, sendo, então, passíveis de serem recuperados e reintroduzidos em cadeias produtivas, aumentando a oferta de materiais para indústria, minimizando a exploração de recursos ambientais utilizados como matéria-prima na confecção de produtos industrializáveis e reduzindo a utilização de áreas para aterro de resíduos.

4 | CONCLUSÕES

A cidade de Dona Inês apresenta geração *per carta* de 1,084 kg. hab⁻¹.dia⁻¹ de RSU, quantidade elevada para o porte do município, com população inferior a 30 mil habitantes.

Mais da metade (59,02%) dos resíduos sólidos urbanos gerados pelo município de Dona Inês apresentam potencial de reciclagem e compostagem.

Ações podem ser direcionadas no sentido sensibilizar a população a segregar o material passível de reaproveitamento em seus domicílios e a implantação de unidades de triagem de materiais, possibilitando o reaproveitamento dos resíduos recicláveis, antes que os mesmos sejam descartados.

Dos 5048,9 kg dia⁻¹ de resíduos gerados por dia 1590,11 kg dia⁻¹ é rejeito que

deverá ser destinado a um aterro sanitário.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. C.; SANTOS, F. S. E.; SANTOS, M. S. T.; SOARES, F. M. P.; SUASSUNA, R. C. A. **Gravimetria dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade de Santa Cecília, PB.** In: V Congresso baiano de engenharia sanitária e ambiental. Juazeiro – BA: ABES - BA, 2018, P. 961 – 965.

ARAÚJO, N. C.; QUEIROZ, A. J. P.; GUIMARÃES, P. L. F.; GOMES, A. A. Gravimetria e abordagem econômica dos resíduos sólidos urbanos do município de Barra de São Miguel – Paraíba. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 67-72, 2015. DOI: 105902/2236117017584

BRASIL. **Manual de Saneamento.** 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde e Fundação Nacional de Saúde, 2015. 642 p.

CARVALHO, J. L. V.; JESUS, S. C.; PORTELLA, R. B. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais do centro da cidade de Barreiras – Bahia. **Revista Eletrônica Chão Urbano.** Disponível em: <<http://www.chaourbano.com.br/visualizarArtigo.php?id=65>>. Acesso em 04 de julho de 2017.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.** Diagnóstico do município de Dona Inês, Estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

FERNANDO, A.; LIMA, S. C. Caracterização dos resíduos sólidos urbanos do município de Maxixe/ Moçambique. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 42, p. 335–345, 2012.

GOOGLE MAPS. **Dona Inês, Paraíba.** Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Dona+In%C3%AAs,+PB,+58228-000/@-6.6034556,-35.6350376,3114m/data=!3m2!1e3!4b1!4m3!1m7!3m6!1s0x0:0x0!2zNsKwMzcnMDQuMCJTIDM1wrAzNyc1NS4wllc!3b1!8m2!3d-6.617778!4d-35.631944!3m4!1s0x7adea6f815a6ccd:0x3b4927e15fe951c0!8m2!3d-6.603479!4d-35.6263018>>. Acesso em 21 de dezembro de 2018.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa.** Brasília: IPEA, 2012, 82p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em 06 de junho de 2018.

MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. F.; MANSUR, G. L. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; CAPPS, A. L. A. P.; TEIXEIRA, H. L.; SIMÕES, G. T. C.; RUSSI, R. R.; LOURENÇO, B. L. R.; OLIVEIRA, C. A. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.18, n.1, p. 1 - 8, 2013.

SIQUEIRA, H. E.; SOUZA, A. D.; BARRETO, A. C.; ABDALA, V. L. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Nova Ponte (MG). **Revista DAE**, v. 202, n.64, p. 39 – 52, 2016.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS COM PÓS-TRATAMENTO ATRAVÉS DE PROCESSOS ELETROLÍTICOS: NATEX (XAPURI, ACRE)

Emerson Silva de Almeida

Bolsista de Iniciação Científica CNPQ, Graduando de Licenciatura em Química pela UFAC, Campus Rio Branco.

Julio Cesar Pinho Mattos

Doutorando, PPG em Biotecnologias e Biodiversidade da Amazônia Legal Rede Bionorte, UFAC, Rio Branco, AC, Brasil, Mestre em Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais pela UFAC, Graduado em Engenharia Sanitária-Ambiental pela UFMT, Servidor Público, Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Acre (SEMA).

RESUMO: As indústrias de beneficiamento e produção de produtos originados do látex nativo, como o preservativo, no contexto dos desafios socioambientais da economia verde, ainda encontram sérias dificuldades na gestão ambiental dos efluentes gerados. O presente trabalho tem por objetivo geral caracterizar através de variáveis físico-químicas (Turbidez, pH, Nitrato, Nitrito, cor verdadeira, DQO, DBO, OD, OG, Sulfato, Sulfeto, Ferro total, Cloro total, Sólidos Suspensos, dureza total) e microbiológicas (Coliformes totais e termotolerantes) a eficiência do processo de eletrofloculação através das células eletrolíticas, comparando os efluentes bruto (EB) e tratado (ET) oriundos da fábrica NATEX com os efluentes tratados pela célula

eletrolítica gerando os efluentes bruto flotado (EBF) e tratado flotado (ETF). O experimento foi desenvolvido em escala de bancada com tempo de detenção hidráulica (TDH), de 120 minutos. As análises observaram os padrões do Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. Os resultados obtidos apresentaram melhor eficiência para as amostras ET-ETF nas variáveis: Ferro total (92,69%), Cor Aparente (74,36%), Turbidez (87,59%) as médias das amostras EB para EBF após a eletrofloculação apresentaram redução dos valores para as variáveis: Cloro total (69,50%) e Turbidez (88,83%). A aplicação da técnica de eletrofloculação resultou em melhorias do tratamento dos efluentes industriais, pois apresentou elevada capacidade de remoção para as variáveis: DQO, sulfatos e sulfetos. As amostras ET-ETF, após o tratamento eletroquímico sugerem a eletrofloculação como pós-tratamento ao sistema de tratamento de efluentes industriais existentes.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes Sanitários e Industriais, Eletroflotação, Eletrocoagulação, Processos Eletrolíticos, Biodiversidade.

ABSTRACT: The industries of beneficiation and production of native latex products, such as condoms, in the context of the socio-environmental challenges of the green economy, still face serious difficulties in the environmental

management of the generated effluents. The aim of the present work is to characterize by physical-chemical variables (Turbidity, pH, Nitrate, Nitrite, true color, COD, BOD, OD, OG, Sulphate, Total Iron, Total Chlorine, Suspended Solids, total hardness) (EB) and treated (ET) effluents from the NATEX plant with the effluents treated by the electrolytic cell generating the float crude effluents (EBF) and float treated (ETF). The experiment was developed on a 120 minute hydraulic holding time (TDH) bench scale. The analyzes observed the standards of the Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. The results obtained showed better efficiency for the ET-ETF samples in the following variables: Total iron (92.69%), Apparent Color (74.36%), Turbidity (87.59%) and EBF electroblotting showed values reduction for the variables: Total chlorine (69.50%) and Turbidity (88.83%). The application of the electroflocculation technique resulted in improvements in the treatment of industrial effluents, since it presented high removal capacity for COD, sulfates and sulfides. The ET-ETF samples, after the electrochemical treatment, suggest electroflocculation as a post-treatment to the existing industrial effluent treatment system.

KEYWORDS: Sanitary and Industrial Effluents, Electro-flotation, Electrocoagulation, Electrolytic Processes, Biodiversity.

INTRODUÇÃO

Para Mattos et al. (2016), a eletroflotação (EF) e eletrocoagulação (EC) são técnicas eletroquímicas que, nos últimos anos, estão destacando-se como novas oportunidades associativas a partir de estudos em biotecnologias, possibilitando a proposição de técnicas não convencionais no tratamento de efluentes industriais em diversos segmentos.

Segundo Cerqueira (2006) a adição de agentes coagulantes e floculantes como, polímeros, sais de ferro e de alumínio, constituem-se como técnicas físico-químicas, alternativas aplicadas em estações de tratamento de efluentes industriais.

Os sistemas de tratamento de efluentes adotados nas indústrias do ramo do látex quando eficazes auxiliam, nem sempre equacionam os problemas econômicos relacionados com a disponibilidade de água, controle da poluição ambiental, qualidade das águas, economia local e regional, competitividade industrial dentre outros. No Brasil, os padrões de eficiência do tratamento dos efluentes industriais devem observar a legislação ambiental, as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), nº 357/2005 e 430/11 (CONAMA, 2005; 2011) que disponibiliza parâmetros para variáveis físico-químicas e microbiológicas além da classificação dos mananciais hídricos e da qualidade ambiental dos efluentes tratados.

Muitos dos processos utilizados em estações de tratamento de efluentes industriais envolvem a adição de agentes coagulantes e floculantes, como, por exemplo, polímeros e sais de ferro e de alumínio (SILVA, 2005). De acordo com Crespilho & Rezende (2004), tratamentos com polímeros podem causar impactos ambientais devido à toxicidade de algumas moléculas usadas, podendo, mesmo em

baixas concentrações, desequilibrar o meio ambiente em relação a biodiversidade (organismos aquáticos) nos mananciais hídricos.

De acordo com Mattos (2006), água de má qualidade empobrece determinadas regiões e conseqüentemente suas populações, além de interferir na economia regional, chegando a ameaçar a biodiversidade inviabilizando alternativas de desenvolvimento sustentável.

O tratamento eletroquímico mostra-se como uma técnica inovadora, por ser eficiente e limpa, podendo ser aplicada como uma alternativa atrativa para o tratamento de efluentes contendo compostos orgânicos via eletrooxidação na superfície do ânodo (PELEGRINO et al, 2002; CERQUEIRA, 2006; MARTÍNEZ-HUITLE et al, 2006 e 2009; CERQUEIRA *et al.*, 2011). Suas vantagens são: relativa disponibilidade de energia elétrica, condições energéticas reacionais reduzidas (processo a frio), sistemas altamente reprodutíveis e facilmente controláveis permitindo a automação e a facilidade de montagem de plantas relativamente compactas. Esses métodos correspondem à transferência das águas residuárias para uma nova fase. Crespilho & Rezende (2004), também consideram a eletrocoagulação, um diferenciado processo eletroquímico de tratamento de efluentes onde um reator eletroquímico é o centro das reações de coagulação.

De acordo com Hosny (1996), a eletroflotação possui três grandes vantagens sobre as demais técnicas de separação por espuma: as bolhas de gás formadas são extremamente pequenas a variação da densidade de corrente nos eletrodos implica em diferentes quantidades de microbolhas que constituem o agente carreador das partículas hidrofobizadas, ou seja, pode-se aumentar a probabilidade de colisão entre as bolhas e as partículas (CHEN, 2003) e a seleção do eletrodo permite configurar o sistema para um processo específico, admitindo o uso de eletrodos solúveis, como os de ferro ou alumínio que geram agentes coagulantes *in situ* (MOLLAH, et al., 2001). A etapa de geração eletroquímica do agente coagulante é determinante para que a coagulação ocorra de maneira eficiente (CRESPILHO e REZENDE, 2004).

OBJETIVOS (GERAL E ESPECÍFICOS)

Objetivo Geral:

Caracterizar através de variáveis físico-químicas (Turbidez, pH, Nitrato, Nitrito, cor verdadeira, DQO, DBO, OD, OG, Nitrogênio amoniacal, fosforo total, Sulfato, Sulfeto, Ferro total, Cloro total, sólidos sedimentáveis e fixos e voláteis e suspensos, dureza total) e microbiológicas (Coliformes totais e termotolerantes) de efluentes brutos (EB) e tratados (ET) oriundos do beneficiamento do látex nativo. Objetivo Específico:

I. Investigar a aplicação das técnicas de eletroflotação e eletrocoagulação em escala de bancada por 120 minutos, em efluentes industriais brutos e efluentes industriais tratados oriundos do beneficiamento do látex nativo;

METODOLOGIA

A área de estudo foi a unidade de beneficiamento de látex e a fábrica de preservativos masculinos da indústria NATEX, localizada no município de Xapuri-AC, na Amazônia sul ocidental brasileira conforme a figura 1.

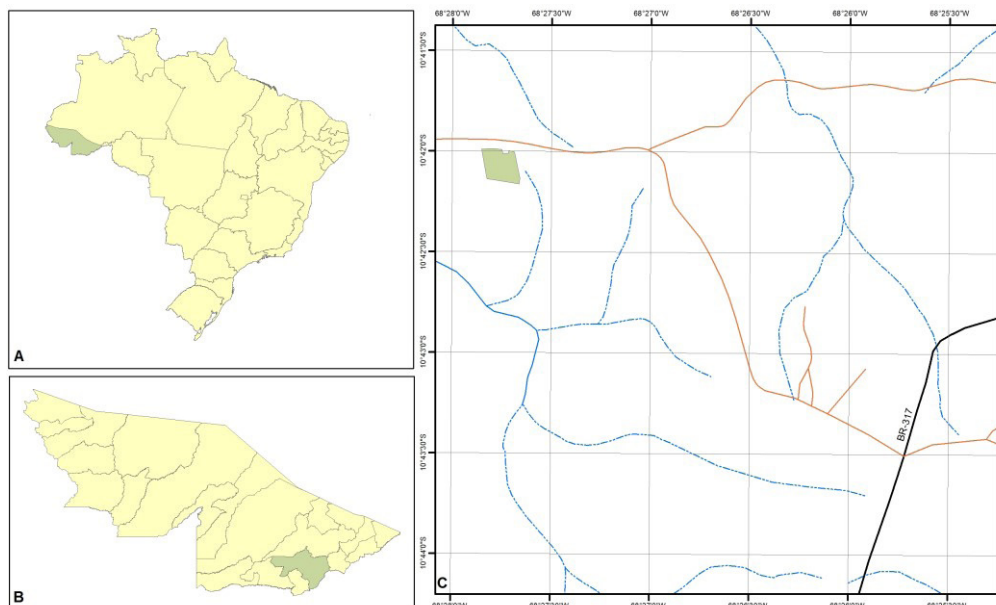


Figura 1. Localização da área de coleta das amostras ET e EB.

Fonte: MATTOS, 2016.

Identificações das amostras

As amostras foram identificadas como: efluente bruto (EB), efluente tratado (ET), efluente bruto flotado (EBF), efluente tratado flotado (ETF), coletadas na fábrica NATEX – Xapuri/AC.

Método de coleta das amostras

As amostras EB e ET foram coletadas com frequência mensal, no início de janeiro de 2016 e conclusão na primeira quinzena de dezembro de 2016, sendo que as amostras: EBF e ETF foram coletadas após realização dos ensaios EC/EF; ETF no laboratório de Hidráulica e Saneamento da UFAC, Campus Rio Branco.

A Amostra EB coletada à montante do sistema de tratamento biológico da fábrica NATEX; A amostra ET foi coletada à jusante do sistema de tratamento biológico da fábrica NATEX. A fábrica NATEX está localizada no município de Xapuri-AC.

As coletas foram realizadas em frascos apropriados para atender as especificidades das variáveis analisadas, submetidos pelo processo de autoclavagem, onde cada frasco exponham sua exigência de análise, divididos em: oxigênio dissolvido (OD) frasco de vidro transparente com volume de 250ml, demanda química de oxigênio (DQO) frasco de plástico com ácido 5ml de sulfúrico com volume de 1L, demanda

biológica de oxigênio (DBO) frasco de plástico com volume de 1 litro, óleos e graxas (OG) frasco turvo de vidro com 5mL de ácido sulfúrico com volume de 950mL, coliformes (CF) frasco de vidro transparente com volume de 300ml, para as demais variáveis foi utilizando um frasco de plástico turvo com volume de 300mL.

Célula Eletroquímica

Foram confeccionadas 02 células eletrolíticas para a operação por meio das técnicas EC/EF, em escala de bancada, cada célula tinha capacidade de armazenamento de 10 litros dos efluentes EB e ET, em cada célula, alojando em seu interior oito placas de alumínio com área de 600 cm² conforme Figura 2.

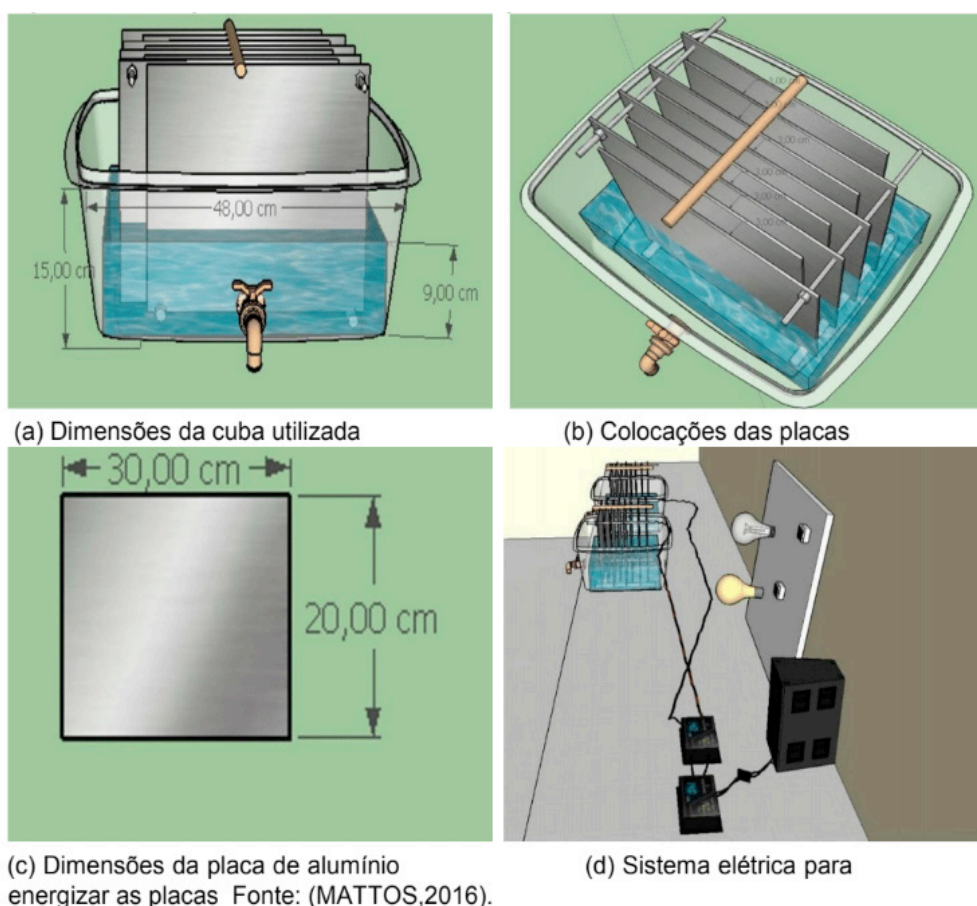


Figura 2 – Ilustração das células de eletroflotação

As placas de alumínio foram implantadas com arranjo perpendicular ao fluxo, separadas por 3,0 cm de distância entre si com a finalidade de minimizar a queda ôhmica e estão fixas em dois pedaços de tubo de PVC DN 20mm contendo ranhuras para agregar as placas. O espaçamento adotado atende ao intervalo observado por Daneshvar et al. (2004).

A corrente era alimentada por duas barras de ferro que sustentam as placas de alumínio e, funcionavam como contato positivo e negativo de um transformador de 12V conversor de corrente alternada/contínua (CC), a voltagem e a intensidade da corrente elétrica foram observadas por intermédio de 02 multímetros da marca KITEC.

Variáveis, local de análises e métodos de análises laboratoriais.

As amostras EB, ET, EBF e ETF foram analisadas por intermédio de 17 variáveis físico-químicas no Laboratório de Produtos Naturais (LPN) localizado na Fundação de Tecnologias do Estado do Acre (FUNTAC), e na Unidade de Tecnologia e Alimentos (UTAL) na UFAC, campus Rio Branco (Tabela 1).

Variável	Local	Método
TURBIDEZ	FUNTAC	Turbidímetro
pH	FUNTAC	pHmetro
NITRATO	FUNTAC	8171 – DR 3900
NITRITO	FUNTAC	10019 – DR 3900
SOLIDOS SUSPENSO	LAB. HIDRAULICA	Cone de imhoff
COR VERDADEIRA	FUNTAC	8025 – DR 3900
DUREZA TOTAL	FUNTAC	8030 – DR 3900
TEMPERATURA DO AR	NATEX	Termômetro
TEMPERATURA DA ÁGUA	NATEX	Termômetro
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)	UTAL	Oxidação por $K_2Cr_2O_7$
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)	UTAL	Winkler
OXIGENIO DISSOLVIDO (OD)	UTAL	Winkler
OLEOS E GRAXAS (OG)	FUNTAC	Lavagem a Hexano
COR APARENTE	FUNTAC	8025 – DR 3900
SULFATO	FUNTAC	8051 – DR 3900
SULFETO	FUNTAC	8131 – DR 3900
FERRO	UTAL	Fenantrolina
CLORO TOTAL	FUNTAC	8167 – DR 3900
COLIFORMES TOTAIS	UTAL	Meio de Cultura Ec/Lactose
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UTAL	Meio de Cultura Ec/Lactose

Tabela 1. Variáveis, local e métodos utilizados, conforme o Standard methods for the examination of water and wastewater, 1998, 20th ed.

Fonte: Autoria própria 2016.

RESULTADOS E DISCURSÃO

Pode-se compreender ao longo do período de estudo que a associação das técnicas EC/EF, podem ser entendidas como eletrofloculação conforme mencionou Crespilho e Rezende (2004) em suas pesquisas.

A análise exploratória das amostras EB e EBF, após 120 minutos de Tempo de Detenção Hidráulico (TDH) nas aplicações das técnicas EC/EF revelou que algumas variáveis apresentaram reduções importantes após o tratamento eletroquímico, dentre as quais destacam-se as microbiológicas: coliforme totais e coliformes termotolerantes e as físico-químicas: ferro total, cloro total, cor aparente, turbidez, sulfato e sulfeto. Os

resultados das estatísticas descritivas para as amostras EB e EBF são apresentados na tabela 2.

Variáveis	Amostras	Média	Desvio padrão
Ph	EB	5,15	1,32
	EBF	6,32	1,96
Oxigênio Dissolvido	EB	1,21	0,75
	EBF	0,26	0,29
Sólidos sedimentáveis	EB	1,78	3,61
	EBF	13,71	12,41
Coliformes Totais	EB	154.564,30	512.563,04
	EBF	1.031,00	1.529,00
Coliformes Termotolerantes	EB	1.006,00	1.370,00
	EBF	151,30	133,00
Cor aparente	EB	532,60	46,10
	EBF	469,70	111,60
Turbidez	EB	180,10	203,20
	EBF	53,60	32,60
Nitrato	EB	5,50	0,00
	EBF	4,38	1,40
Nitrito	EB	0,28	0,08
	EBF	0,24	0,03
Sulfato	EB	70,75	18,50
	EBF	30,30	33,30
Sulfeto	EB	0,77	0,04
	EBF	0,42	0,06
Ferro Total	EB	5,83	3,67
	EBF	2,32	1,02
Cloro Total	EB	1,41	0,25
	EBF	0,43	0,15

Tabela 2 – Estatística Descritiva das variáveis físico-químicas e microbiológicas das amostras independentes EB e EBF no período de janeiro a julho de 2016 utilizando o box-plot.

Fonte: (MATTOS, 2016).

Os resultados encontrados indicam que há maior variabilidade dos resultados obtidos nas análises para as variáveis de cor aparente, nitrato e sulfato, nas amostras EBF. Enquanto que as médias das amostras EB para as variáveis físicoquímicas, oxigênio dissolvido, sulfetos, cloro total e turbidez obteve-se médias superiores quando comparadas com as amostras EBF.

Os resultados das estatísticas descritivas para as amostras ET e ETF são apresentados na tabela 3.

Variáveis	Amostras	Média	Desvio padrão
Sólidos sedimentáveis	ET	0,07	0,03
	ETF	60,0	30,7
Coliformes Totais	ET	1.203	678
	ETF	320	574
Coliformes Termotolerantes	ET	330	571
	ETF	101	224,8
Cor aparente	ET	550,0	0,00
	ETF	140,9	96,9
Turbidez	ET	103,2	131,7
	ETF	12,8	10,5
Nitrato	ET	0,27	0,12
	ETF	0,18	0,07
Nitrito	ET	80,0	0,00
	ETF	43,0	42,7
Sulfato	ET	0,67	0,09
	ETF	0,21	0,24
Sulfeto	ET	4,65	1,44
	ETF	1,20	0,41
Ferro Total	ET	1,17	0,28
	ETF	0,10	0,02
Cloro Total	ET	7,33	0,30
	ETF	7,96	0,84

Tabela 3 - Estatística Descritiva das variáveis físico-químicas e microbiológicas das amostras independentes ET e ETF no período de janeiro a julho de 2016.

Fonte: (MATTOS, 2016).

Os resultados das análises indicam que as amostras ET possuem diferenças significativas em função do póstratamento ETF realizado com técnicas EC/EF, como observado para as variáveis oxigênio dissolvido, coliformes totais, nitrito, ferro total, turbidez e cloro total.

Com os percentuais de remoção em média significativa de ET para ETF em: Ferro total (92,69%), Cor Aparente (74,36%), Turbidez (87,59%)

CONCLUSÃO

O experimento em escala de bancada, apresentou elevada capacidade de remoção para as variáveis: cor, turbidez ferro, nitrito nos efluentes ETF. De maneira geral os resultados obtidos nas amostras ETF nesta pesquisa apontam para uma possibilidade de aplicação da eletrofloculação na gestão ambiental do tratamento dos efluentes como forma de póstratamento ao sistema existente. Observou-se que o TDH de 120min de tratamento não deverá ser ultrapassado para esse tipo de efluente, uma vez que, os resultados para a variável pH, comportaram-se após 2H com valores

superiores aos permitidos pelas resoluções do Conama N°357/05 e 430/2011.

A experiência em escala de bancada demonstrou-se eficaz e de baixo custo de instalação e operação, o que possibilitaria a redução na demanda da utilização de produtos químicos em tratamentos de efluentes industriais, tornando-o assim uma alternativa para tratamentos de efluentes industriais.

REFERÊNCIAS

ALPHA (1998). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington.

CERQUEIRA, A. A. **Aplicação da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes têxteis**. 2006. 101p. Dissertação (Mestre em Química) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ. 2006.

CHEN, G. **Electrochemical Technologies in Wastewater Treatment**. Separation and Purification Technology, v. 28, p. 1-31, 2003.

COMETTI, M.F. **Eletrofloculação com diferentes eletrodos de alumínio**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – Florianópolis/SC ,2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 357**. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, MMA, 2005.

_____. **Resolução n° 430**. Dispõe sobre classificação de corpos d'água e estabelece as condições e padrões para lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, MMA, 2011.

CRESPILHO, F. N., REZENDE, M. O. O. **Eletroflotação - Princípios e Aplicações**. São Carlos: Ed. Rima, 2004. p.96.

DANESHVAR N., ASHASSI-SORKHABI, H., Kasiri, M. B. **Decolorization of dye solution containing Acid Red 14 by electrocoagulation with a comparative investigation of different electrode connections**, Journal Hazardous Materials. B 112. 55– 62, 2004.

HOSNY, A. Y. **Separating Oil from Oil-Water Emulsions by Electroflotation Technique**. Separation Technology, v. 6, p. 9-17, 1996.

MATTOS, J. C. P.; **Tratamento de Efluentes Industriais por Processos Biológicos e Eletrolíticos: uma alternativa para a gestão ambiental em agroindústrias na NATEX Xapuri-AC**. 2016. 65P. Qualificação de doutorado PPG em Biotecnologias e Biodiversidade da Amazônia Legal Rede Bionorte. Universidade Federal do Acre. Rio Branco – Acre. 2016.

_____. **Poluição Ambiental por Resíduos Sólidos em Ecossistemas Urbanos: estudo de caso do aterro controlado de Rio Branco-AC**. 2006. 106p. Dissertação em Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais. Universidade Federal do Acre. Rio Branco – Acre. 2006.

MATTOS, J. C. P.; ALMEIDA, V. M.; GRANJA, D. S.; NUNES, G. S.; VIEIRA, L. J. S. **Prospecção tecnológica sobre técnicas de eletroflotação e eletrocoagulação e tecnologias correlatas aplicadas no tratamento das águas residuárias das indústrias do ramo do látex**. Cadernos de Prospecção, v. 9, p. 263, 2016.

MARTÍNEZ-HUITLE, C. A.; FERRO, S. **Electrochemical oxidation of organic pollutants for the wastewater treatment: direct and indirect processes**. Chem. Soc. Rev., 2006, 35 (12), 1324-1340.

MARTINEZ-HUITLE, C.A.; BRILLAS, E. **Decontamination of wastewaters containing synthetic organic dyes by electrochemical methods**. A general review. Appl. Catal. B: Environ. 2009, 87 (3-4), 105–145.

MOLLAH, M. Y. A.; SCHENNACH, R.; PARGA, J. R. e COCKE, D. L. **Electrocoagulation (EC) – Science and Applications**. Journal of Hazardous Materials. v. 84, n. 1, p. 29-41, 2001.

PELEGRINO, R. L. DI IGLIA, R. A., SANCHES, C. G., AVACA, L. A.; BERTAZZOLI, R. **Comparative study of commercial oxide electrodes performance in electrochemical degradation of organics in aqueous solutions**. Journal of the Brazilian Chemical Society, v. 13, p. 60-65, 2002.

SILVA, P. C. F. **Tratamento de resíduos líquidos industriais pelo processo eletrolítico: uma alternativa para o gerenciamento dos resíduos líquidos gerados nas indústrias mecânicas fabricantes de equipamentos para a produção de petróleo**. 2005. 96p . Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ. 2005.

COLETA DE PRESSÃO - UM ESTUDO PARA TORNAR EFICIENTE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA REALIDADE DE DEMANDA REPRIMIDA EM REGIÃO DE GRANDE PERÍODO DE ESTIAGEM

Uilma Santos Pesqueira

Universidade Federal do Vale do São Francisco –
UNIVASF

Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. –
Embasa
Senhor do Bonfim – Bahia

Javan Oliveira de Almeida

Instituto Federal de educação, Ciência e
Tecnologia – IFBaiano

Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. –
Embasa
Senhor do Bonfim – Bahia

RESUMO: Dentro da relação disponibilidade *versus* demanda, no que se refere ao território brasileiro na sua maior parcela, não existe déficit de recursos hídricos. No entanto, a realidade do Nordeste Brasileiro, em especial a região Semiárida, muda devido aos grandes períodos de estiagem (Tucci *et al.*, 2000). A mais grave estiagem dos últimos anos na Bahia reduziu drasticamente a disponibilidade de água das barragens do Prata e do Aipim, mananciais que abastecem cidades e localidades da região de Senhor do Bonfim (Embasa, 2013). Ter água em quantidade e qualidade está dentro das condições sanitárias básicas para a sobrevivência humana, conforme cita a declaração através da Assembléia Geral da ONU, de que o acesso a água limpa e segura

e ao esgotamento sanitário constitui direito humano fundamental, “essencial para o pleno usufruto da vida e de outros direitos humanos” (United Nations, 2010). Com o controle de pressão é possível melhorar o abastecimento de água, garantindo vazão e pressão necessária para o usuário, assegurando um uso racional da água de abastecimento público, além, de auxiliar no combate às perdas físicas evitando a pressurização da malha distributiva. A pressão interna a uma tubulação é reconhecida como o fator que mais diretamente influi nos vazamentos de um sistema de abastecimento de água. A importância da pressão se manifesta tanto como geradora de fugas como também por incrementar o volume perdido através de vazamentos pré-existentes. É mister salientar, que pressões elevadas favorecem perdas de água, enquanto pressões baixas dificultam o abastecimento domiciliar e facilitam a contaminação da água no interior das tubulações.

ABSTRACT: Within the availability versus demand relation, with regard to the Brazilian territory in its greater portion, there is no deficit of water resources. However, the reality of the Brazilian Northeast, especially the semi-arid region, changes due to the great periods of drought (Tucci *et al.*, 2000). The most severe drought in recent years in Bahia has drastically

reduced the water availability of the Prata and Aipim dams, sources that supply towns and localities in the region of Senhor do Bonfim (Embasa, 2013). Having sufficient quantity and quality of water is within the basic sanitary conditions for human survival, as the UN General Assembly statement states, that access to clean and safe water and sanitary sewage is a fundamental human right “essential to human health. full enjoyment of life and other human rights “(United Nations, 2010). With the pressure control it is possible to improve the water supply, guaranteeing the necessary flow and pressure for the consumer, ensuring a rational use of the water of public supply, besides, to help in the fight against the physical losses avoiding the pressurizing of the distributive mesh. The internal pressure to a pipe is recognized as the factor that most directly influences the leaks of a water supply system. The importance of pressure manifests itself both as a leak generator and also because it increases the volume lost through pre-existing leaks. It should be noted that high pressures favor water losses, while low pressures make domestic supply difficult and facilitate the contamination of water inside the pipes.

INTRODUÇÃO

A demanda crescente por água tem feito do uso planejado deste recurso um tema atual e de grande relevância. Isto posto, faz-se necessário ações com reflexo em vários ambientes da sociedade (Pesqueira, 2013).

O objetivo principal de todos os sistemas de distribuição de água é o fornecimento de água para atender a demanda da população. O sistema de abastecimento de água da cidade de Senhor do Bonfim é realizado através de demanda reprimida de água. Garantir o fornecimento de água para a população, em quantidade e dentro dos padrões de potabilidade significa praticar, no mínimo, um ato de justiça social. Desta forma, é importante que se tenha um sistema operando dentro de uma normalidade de abastecimento para atendimento das necessidades da população de uma comunidade.

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que rege a potabilidade da água, no Capítulo IV informa o seguinte: Das exigências aplicáveis aos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, a saber: Art. 25º. A rede de distribuição de água para consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão; Art. 26º. Compete ao responsável pela operação do sistema de abastecimento de água para consumo humano notificar à autoridade de saúde pública e informar à respectiva entidade reguladora e à população, identificando períodos e locais, sempre que houver: Situações de emergência com potencial para atingir a segurança de pessoas e bens; Interrupção, pressão negativa ou intermitência no sistema de abastecimento; Necessidade de realizar operação programada na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão negativa; Modificações ou melhorias de qualquer natureza nos sistemas de abastecimento, e Situações que possam oferecer risco à saúde.

Segundo Capítulo II da referida portaria, parágrafo XIII a definição de intermitência:

é a interrupção do serviço de abastecimento de água, sistemática ou não, que se repete ao longo de determinado período, com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência.

O Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Senhor do Bonfim possui como fonte de captação, atualmente, 03 mananciais (Barragem do Rio da Prata, Barragem do Aipim e Barragem de Ponto Novo). A mais grave estiagem dos últimos anos na Bahia reduziu drasticamente a disponibilidade de água das barragens do Prata e do Aipim, mananciais que abastecem cidades e localidades da região de Senhor do Bonfim (Embasa, 2013). Atualmente, após a construção do Sistema de Abastecimento de Ponto Novo houve uma melhora no abastecimento do município de Senhor do Bonfim. No entanto, a referida cidade continua sendo abastecida através de um sistema de manobra.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo melhorar o abastecimento de água através da coleta e análise de pressão na rede de distribuição, garantindo vazão e pressão necessária para o consumidor, assegurando um uso racional da água de abastecimento público, além, de auxiliar no combate às perdas físicas evitando a pressurização da malha distributiva, no intuito de acompanhar a distribuição, de forma elaborar um sistema de manobra eficiente, buscando aperfeiçoar a sua operação no aumento do volume ofertado e conseqüentemente o volume micromedido, além de, minimizar a insatisfação dos usuários na busca de diminuir as reclamações por falta de água, bem como, criar um banco de dados para disponibilizar em tempo real para o usuário interno informações sobre as zonas de abastecimento e suas áreas de abrangência.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área

De acordo com descrições do Setor de Operação, o SIAA de Senhor do Bonfim atende as sedes municipais de Senhor do Bonfim, Jaguarari e Andorinha. Pertencente ao município de Senhor do Bonfim são mais 18 localidades: Carrapichel, Itapicuru, Socotó, Igara, Baraúna, Caatinguinha, Cariacá, Terreirinho, Cachoeirinha, Passagem Velha, Umburana, Tapuia, Pereiros, Lagoa das Pedras, Campo do Meio, Capote, Anjo e Missão do Sahy.

O Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Senhor do Bonfim funciona através de demanda reprimida. Dentro da referida rede de distribuição para o município supracitado, existe treze Zonas de Abastecimentos.

Para a escolha dos pontos para instalação do Kit de Coleta de Pressão *in loco* foi escolhido o aplicativo Google Earth como ferramenta de auxílio para localizar os pontos críticos pertencentes a cada Zona de Abastecimento.

No que se refere a escolha e instalação dos pontos de Coleta de Pressão via

rede GSM foram escolhidos dois pontos (bairros) onde apresentam comportamentos extremos com relação às pressões nas redes de distribuição. No intuito de acompanhar a pressurização e despressurização nesta malha distributiva, a saber: Novo Horizonte e Alto da Rainha. Estes dois pontos possuem manobra com influência em suas zonas de abastecimento. Bairro Novo horizonte com cota abaixo da cota do Bairro Alto da Rainha.

As três etapas de trabalho serão descritas a seguir:

PRIMEIRA ETAPA: IMPLANTAÇÃO DOS PONTOS E COLETA DIÁRIA DE PRESSÃO IN LOCO

Com o controle de pressão é possível melhorar o abastecimento de água, garantindo vazão e pressão necessária para o usuário, assegurando um uso racional da água de abastecimento público, além, de auxiliar no combate às perdas físicas evitando a pressurização da malha distributiva.

De acordo com relatos do Ministério da Saúde 2006, é necessário garantir, no interior das tubulações, pressões dentro dos limites recomendados pela ABNT, ou seja, preferencialmente entre 10 e 50 m.c.a.

A escolha dos pontos para coleta de pressão *in loco* ocorreu com a verificação da cota do terreno retirada através do perfil de elevação (Google Earth). Sendo assim, foram identificados 41 pontos para funcionar como pontos fixos de coleta diária de pressão. Estes pontos poderão servir, no ato da coleta de pressão, como pontos de verificação de controle da qualidade da água, coletando análises físico-química (CRL, pH e Turbidez), conforme Portaria 2914/1, atualmente Portaria de Consolidação N° 05.

A Tabela 1 contém todos os pontos escolhidos através do perfil de elevação do terreno para coleta de pressão *in loco*. O ponto n° 12 referente ao Alto da Rainha e ponto n° 16 referente ao Novo Horizonte, são os pontos utilizados para o estudo em questão.

RELAÇÃO DOS PONTOS DE PRESSÃO ESCRITÓRIO LOCAL DE SENHOR DO BONFIM 		
Nº	Endereço	Bairro
1	CAM 04 PROMORAR, 15	OLARIA
2	RUA ROMA, 166	OLARIA
3	RUA ALTO DA MARAVILHA, 803	AL DA MARAVILHA
4	RUA MARTA SUPLYCY, 261	SANTA HELENA
5	AV RIO VERMELHO, 59-A	ITAMARATY (Baixinha)
6	RUA CIDADE DA LUZ, 109	SAO JORGE (Cidade da Luz)
7	RUA SAO PAULO, 159	BOSQUE
8	RUA MARIANO VENTURA, 127	CENTRO
9	BARÃO DO COTEGIPE, 438	CENTRO
10	ROBSON CAETANO, 42	SANTOS DUMONT (Vila Bela)
11	RU TOMAZ GUIMARAES, 500 A	SANTOS DUMONT
12	RUA ENRIQUETA TORRES, 283	ALTO DA RAINHA
13	RUA II MORADA VENTOS, 416	MORADA VENTOS
14	RUA PAQUISTAO, 93	OLARIA
15	RUA RAIMUNDO GONCALVES, 139	POPULARES
16	AV MIGUEL PINHEIRO, 772	NOVO HORIZONTE
17	RUA S QD 02, 48	BRISAS
18	RUA T, 308	CIDADE NOVA 1
19	RUA X, 153	CIDADE NOVA 2 e 3
20	AV ISABEL VIEIRA, 2140	LIMÕES
21	AV CACHOEIRINHA, 25	CACHOEIRINHA
22	AV CACHOEIRINHA, 203	CACHOEIRINHA
23	PC JOAO FIGUEIREDO, 200	TERREIRINHO
24	RUA COSTA E SILVA, 141	CARIACÁ
25	RUA CHICO XAVIER, 9	UMBURANA
26	AV QUEIMADINHA, 282	IGARA (Queimadinha)
27	RUA RUY BARBOSA, 781	IGARA
28	AV PASSAGEM VELHA, 1396	PASSAGEM VELHA
29	AV LAGOA DO PEIXE, 2871	LAGOA DO PEIXE
30	RUA MARE MANSA**, 70	CARRAPICHEL (Parte Alta)
31	RUA JOAO MARTINS, 609	CARRAPICHEL
32	RUA NOVA, 122	CARRAPICHEL
33	RUA CATUABO, 1061	MISSAO DO SAHY
34	RUA CATUABO, 800	MISSAO DO SAHY
35	RUA SAO LUCAS, 50	MISSAO DO SAHY
36	TV SALINAS, 250	MISSAO DO SAHY
37	RUA ZE DE ENEDINA, 224	ITAPICURU
38	RUA DOS COQUEIROS, 63	SOCCOTO
39	RUA DR NILTON CABRAL	ALTO DA RAINHA
40	-	ÁGUAS CLARAS
41	-	POVOADOS DA IGARA

Tabela 1: Relação dos Pontos in loco para Coleta de Pressão.

A instalação e acompanhamento dos Pontos de Pressão na malha distributiva da cidade de Senhor do Bonfim faz-se necessário para que ocorra rotina diária da coleta de pressão. Esta rotina é ponto crucial para eficiência do abastecimento da referida cidade e seus povoados, principalmente, por ser um sistema de abastecimento de água em regime de manobra. Os pontos escolhidos para este trabalho foram identificados, de acordo, com a cota do terreno retirada através do perfil de elevação (Google Earth). Sendo assim foram identificados e instalados 41 pontos que funcionam como pontos fixos de coleta diária de pressão.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Após a implantação dos Pontos com os Kits de Pressão, buscou-se criar uma rotina diária da coleta das pressões para o monitoramento e otimização do abastecimento da cidade de Senhor do Bonfim. Esta ferramenta é de extrema importância, pois abordaremos a questão da insatisfação dos usuários, além de, através da análise da informação e detalhamento da mesma, encontrar vazamentos nas redes de distribuição. Mesmo com dificuldades para andamento da proposta acima citada, foi retirada pressão em alguns pontos. Para o trabalho supracitado foram separados dois

pontos para estudo: Bairro Novo Horizonte e Alto da Rainha.

As figuras 1 e 2 contêm resultados comparativos nos dois pontos separados para este estudo, obtidos em coletas realizadas *in loco*, no período de Junho de 2016 até Novembro de 2016, posteriormente, no período de Dezembro de 2016 até Maio de 2017.

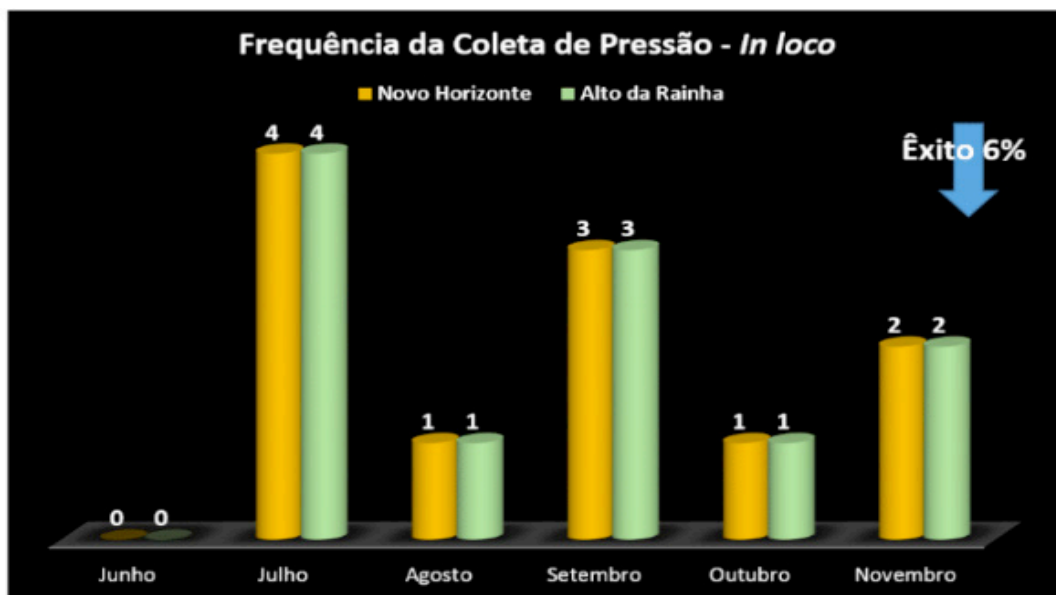


Figura 1: Coleta in loco Novo Horizonte e Alto da Rainha (Jun a Nov 2016).

A figura 1 contém a frequência da Coleta de Pressão *in loco* realizada entre os meses de junho até novembro de 2016. O referido resultado mostra que a proposta de Coleta Diária de Pressão (*In loco*) não obteve êxito. No período dos meses acima citados teríamos um registro de 183 registros para cada ponto de pressão. Para os pontos separados para acompanhamento, Novo Horizonte e Alto da Rainha, seria um registro de 366 no total. No entanto, obtivemos somente 22 registros. Tomando como referência estes valores obtivemos um baixo êxito de 6% da proposta para coleta diária de pressão *in loco*.

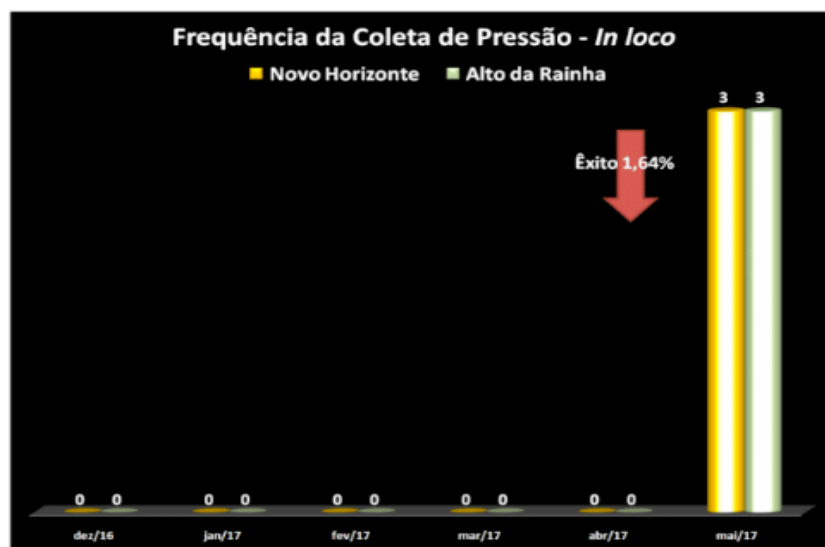


Figura 2: Coleta *in loco* Novo Horizonte e Alto da Rainha (Dez16 até Maio17).

A figura 2 contém a frequência da Coleta de Pressão *in loco* realizada entre os meses de dezembro de 2016 até maio de 2017. O referido resultado mostra, nitidamente, que a proposta de Coleta Diária de Pressão (*In loco*), mais uma vez, não obteve êxito. No período dos meses acima citados tínhamos um registro de 182 registros para cada ponto de pressão. Para os pontos separados para acompanhamento, Novo Horizonte e Alto da Rainha, seria um registro de 364 no total. No entanto, obtivemos somente 06 registros. Tomando como referência estes valores obtivemos um baixo êxito de 1,64% da proposta para coleta diária de pressão *in loco*. Neste período houve uma queda bem acentuada da coleta de pressão através de visita *in loco*.

SEGUNDA ETAPA: COLETA DE PRESSÃO VIA REDE DE TELEFONIA MÓVEL GSM

Posteriormente, devido a baixa frequência de coleta na proposta anterior, foram instalados em ambos os pontos acima citados, Novo Horizonte e Alto da Rainha, um aparelho desenvolvido através de uma tecnologia de comunicação via rede de telefonia móvel GSM (Global System Mobile) com registro de pressão em intervalo de tempo de 30 minutos a cada valor registrado. Dentro de toda malha distributiva a maior diferença na escala das pressões é registrada nos referidos pontos citados (Alto da Rainha e Novo Horizonte).

Para implantação do sistema de comunicação móvel, os pontos escolhidos foram os mesmos destacados na etapa acima, bairros Novo Horizonte e Alto da Rainha.

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

Frequência da Primeira Etapa da Coleta

Na figura 3 estão contidas informações da frequência das pressões coletadas nos pontos escolhidos. Para implantação do sistema de comunicação móvel, os pontos escolhidos foram os mesmos destacados no item acima, bairros Novo Horizonte e Alto da Rainha. Estes dois pontos apresentam topografia bastante favorável com uma delimitação do terreno se comportando de forma a fazer com que a malha distributiva permaneça pressurizada em um ponto, Novo Horizonte, e despressurizada no outro ponto, Alto da Rainha.

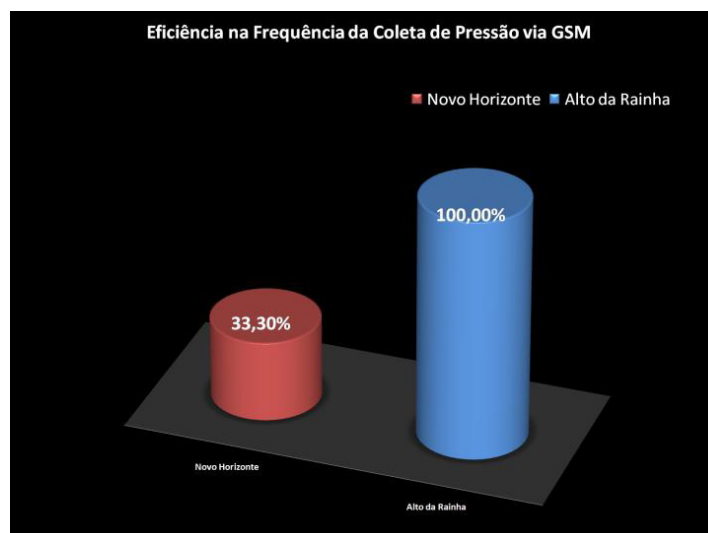


Figura 3: Eficiência da Frequência da Coleta de Pressões via GSM nos Bairros Novo Horizonte e Alto da Rainha.

Através da Figura 3 podemos verificar que houve uma melhora significativa na frequência das Pressões coletadas através do equipamento de comunicação via Rede GSM. Para este tipo de coleta foi proposto um total de 48 registros de Pressão diária, com coleta registrada a cada 30 minutos. O ponto foi instalado no Bairro Novo Horizonte no dia 24 de novembro de 2016, permanecendo no local até o dia 26 de novembro. Durante estes três dias foram registrados 48 valores de pressão. Isto posto, para a proposta da coleta de pressão através deste equipamento, com registro a cada 30 minutos, era esperado um total de 144 registros. Sendo assim, foi alcançada inicialmente uma eficiência de 33,30%. O ponto instalado no Alto da Rainha obteve êxito com 100% da eficiência esperada.

A figura 4 apresenta o comportamento da pressão através do monitoramento realizado no dia 05/12/2016 no Ponto do Alto da Rainha. Neste dia é possível verificar, de forma perceptível, os dados registrados com a rede pressurizada, bem como, a despressurização da mesma através da mudança na manobra. Verificou-se neste dia que às 10h32min horas foi o momento exato que o registro foi fechado (retirada de manobra).

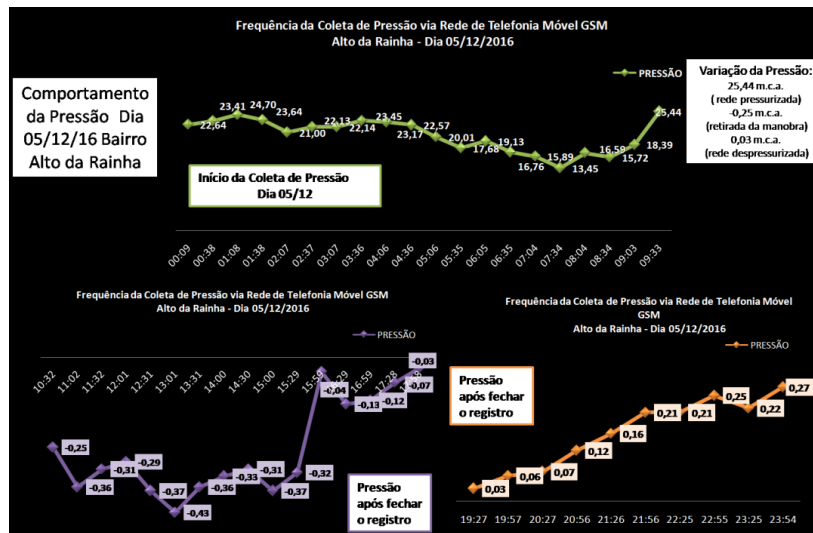


Figura 4: Comportamento da Pressão no Ponto do Alto da Rainha no dia 05/12/16.

Frequência da Segunda Etapa da Coleta

Após a primeira etapa de coleta via rede GSM, ocorrida no mês de dezembro de 2016, houve um período para manutenção no equipamento e calibração do mesmo. Como em toda instalação de um equipamento há um período de adaptação e teste, durante o período citado houve imprevisto que implicaram em mudanças em parte do equipamento. O referido imprevisto ocorreu devido a entrada de água no recipiente substituindo o *Shield* por um módulo GSM. Não foi afetada a funcionalidade, pois para ambos é a mesma. A única mudança foi a estética devido um ser menor que o outro. Ou seja, não foi comprometida a eficiência do sistema proposto para coleta de pressão.

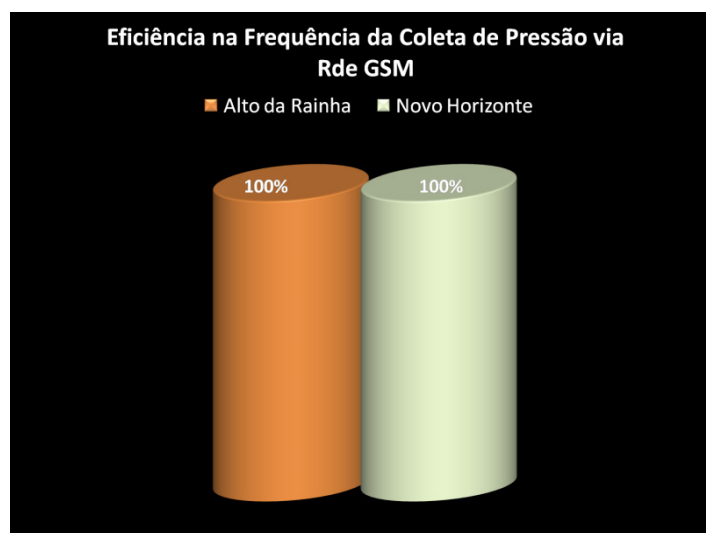


Figura 5: Eficiência da Frequência da Coleta de Pressões via GSM Maio/2017.

Através da Figura 5 podemos verificar que houve uma melhora significativa na frequência das Pressões coletadas através do equipamento de comunicação via Rede GSM. Para este tipo de coleta foi proposto coleta registrada a cada 30 minutos.

Após o melhoramento do equipamento, o primeiro ponto foi instalado no Bairro Alto da Rainha no dia 08 de maio de 2017 somando um registro de 1.056 pressões coletadas. Isto posto, para a proposta da coleta de pressão através deste equipamento, com registro a cada 30 minutos, alcançamos a eficiência esperada de 100%.

O Bairro Novo Horizonte teve o ponto instalado no dia 26 de maio de 2017. Como a proposta de coleta é frequência a cada 30 minutos. Para este referido ponto, com base na data e horário de instalação, obtivemos 192 registros. O ponto instalado no Novo Horizonte obteve êxito com 100% da eficiência esperada.

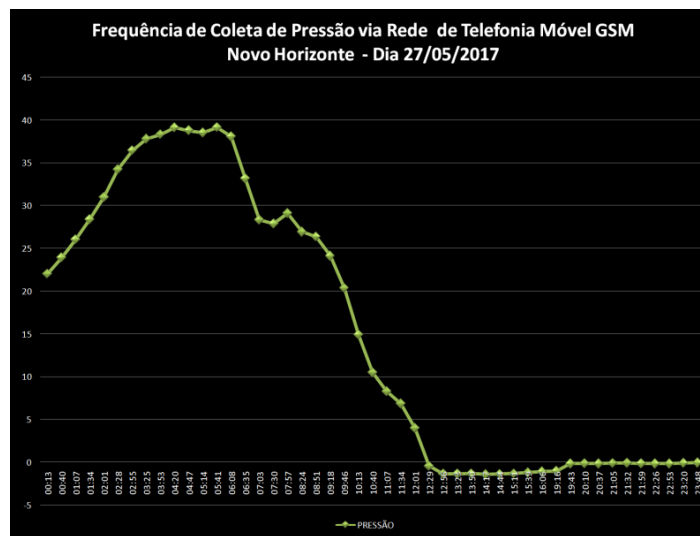


Figura 6: Frequência da Coleta de Pressão no Bairro Novo Horizonte 27/05/17.

Conforme exposto na Figura 6, houve um pico de pressão na rede de distribuição que alimenta o ponto instalado no Bairro Novo Horizonte com registro de pressão máxima de 39,14 m.c.a. as 05h41min. A partir deste momento foi solicitado a retirada da manobra onde pode-se observar a queda de forma gradativa e acentuada da pressão no referido ponto.



Figura 7: Frequência da Coleta de Pressão no Bairro Alto da Rainha 27/05/17.

Conforme exposto anteriormente e, verificado através das Figuras 6 e 7, a manobra dos dois pontos em estudo possuem influência. Conforme a elevação da pressão verificada através do ponto localizado no Novo Horizonte, houve um acréscimo na pressão do ponto localizado no Alto da rainha. O malha distributiva ficou pressurizada.

TERCEIRA ETAPA: COLETA DE PRESSÃO VIA REDE TCP/IP

Através de melhoramento no equipamento no intuito de disseminar o uso do mesmo tanto na Unidade Regional de Senhor do Bonfim, bem como, no âmbito de todo escopo operacional da Embasa. Foi realizado a mudança para a estrutura Ethernet – TCP/IP no intuito de tornar o uso com confiabilidade e com baixo custo (Figura 08).

Esta etapa deu início em dezembro de 2017 com a criação de uma equipe multidisciplinar envolvendo profissionais da parte operacional, bem como, da automação/manutenção no intuito de gerar conhecimento entre o corpo técnico da empresa, além, de otimizar e agilizar o desenvolvimento da tecnologia.

Sendo assim, através de reuniões envolvendo o corpo técnico operacional do Escritório Local de Senhor do Bonfim e da Divisão de Manutenção sob a orientação do Gerente da UNS, foram desenvolvidos pontos fundamentais para o início do melhoramento do desenvolvimento tecnológico e do início da instalação dos pontos para início do monitoramento nas zonas de abastecimento do Sistema de Distribuição de Água de Senhor do Bonfim.

Através de orçamento liberado foram adquiridos materiais entre componentes eletrônicos, elétricos e peças para a instalação de 06 (seis) pontos.

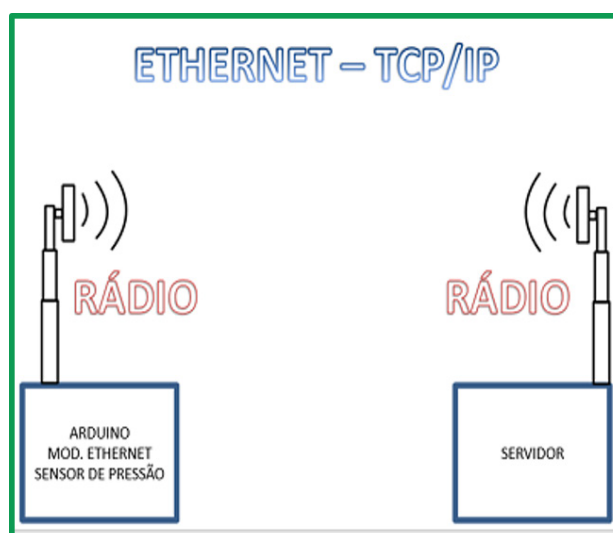


Figura 8: Esquemático Tecnologia Ethernet – TCP/IP

Dentro desta etapa foram adquiridas muretas confeccionadas sob medida para serem utilizadas no condicionamento dos componentes onde as mesmas estão sendo instaladas em conjunto com a estrutura fotovoltaica. Já encontram-se instalados 06

pontos com a estrutura supracitada (Figura 09).



Figura 09 – Esquemático e Instalação dos Pontos

Com o sistema em funcionamento com 06 (seis) pontos de monitoramento instalados e funcionando plenamente, foi possível verificar e monitorar as pressões em tempo real. Com isso foi exequível tomar ações em cima dos resultados observados. Enquanto a pressão não alcançou um valor satisfatório para abastecer, a manobra permaneceu no bairro, garantindo assim abastecimento e satisfação do usuário. Com os dados salvos no banco de dados é possível fazer análises das pressões em determinado período, podendo gerar relatório, fazer análises da manobra entre outras possibilidades, dentre estas possibilidades o monitoramento no intuito de reduzir as perdas físicas de água.

Os pontos foram instalados nas seguintes zonas de abastecimento, a saber: Bom Jardim; Gamboa; Cidade Nova 02; Bonfim 03; Santa Helena e Centro 01.

É importante verificar o registro da evolução das pressões o que torna eficiente a operação do sistema de abastecimento de forma a buscar uma operação satisfatória, bem como, dimensionar uma tomada de decisão.

Nas figuras 10 e 11 é possível verificar o funcionamento dos 06 Pontos que já foram instalados na tela da automação. O Sistema de Senhor do Bonfim possui a sua automação em toda a Planta Operacional desde a Captação/ETA Ponto Novo, bem como em todas as Estações Elevatórias de Água Tratada, até a chegada da água nos Reservatórios de Distribuição de Água em Senhor do Bonfim. No Escritório Local de Senhor do Bonfim possui um monitor de 50” (polegadas) onde a operação do sistema é acompanhada e otimizada. O monitoramento de pressão teve a sua tela agregada a automação citada no intuito de fechar o circuito da automação. Para o Sistema de Distribuição de Água de Senhor do Bonfim a automação está em funcionamento desde a Captação até às redes de distribuição.

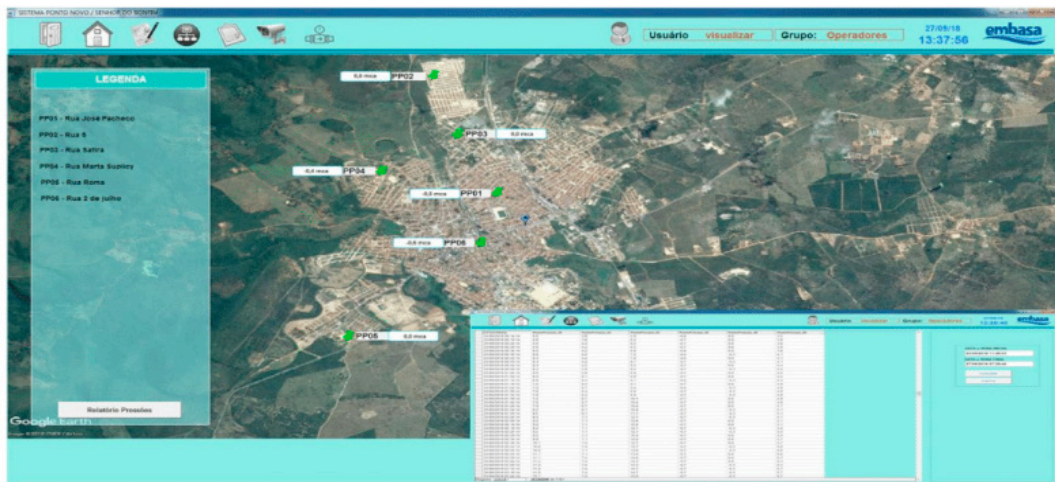


Figura 10 – Tela da automação



Figura 11 – Gráfico das Pressões (Tela da automação)

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Os pontos de pressão através da coleta *in loco* apresentaram uma baixa eficiência. Isto pode ser explicado devido a execução do mesmo requerer uma logística através de planejamento contínuo e diário. Pois para a realização desta ação é necessário um veículo e um coletor fixo.

A utilização do equipamento para coleta de pressão via rede de telefonia móvel GSM alcançou o êxito esperado. No primeiro momento da instalação do equipamento a eficiência foi de 33,3% devido o referido aparelho estava na fase de calibração. Porém, mesmo não alcançando a eficiência máxima esperada através dos registros gerados, podemos dizer que houve uma melhora significativa em comparação a coleta *in loco*.

Após a calibração do equipamento a eficiência foi alcançada. Como o equipamento foi programado para leitura diária a cada 30 minutos, o mesmo foi alcançado gerando 100% do registro das coletas de pressão no ponto instalado no Alto da Rainha.

Mesmo com o imprevisto ocorrido devido entrada de água no suporte de

acomodação do equipamento e substituição do *Shield* para módulo GSM. O equipamento passou por manutenção e calibração e obteve a eficiência desejada, não afetando assim a sua funcionalidade.

Como foi mencionando este dois pontos foram escolhidos devido a complexidade de distribuição nas redes que abastecem os mesmos. O Bairro Alto da Rainha está localizado na parte mais alta da cidade apresentando dificuldades para a realização do abastecimento. Este bairro está com crescimento vegetativo acentuado com imóveis construídos acima da cota do reservatório de distribuição desta zona. Sendo assim, foi realizada uma mudança na operação com by-pass do reservatório com água do conjunto motor bomba injetado direto na rede para que estas casas localizadas em cotas elevadas e acima da cota do reservatório fossem abastecidas. Esta mudança na operação está sendo acompanhada através do ponto de pressão via Rede GSM para evitar pressurização na rede e, conseqüentemente, vazamento nas redes de distribuição e ramais prediais.

Desta forma, através da eficiência alcançada com 100 % da coleta, mostra que o equipamento de comunicação via Rede GSM é o ideal para instalação e acompanhamento da pressão em um sistema de distribuição de água, principalmente, com abastecimento realizado através de manobra devido à demanda reprimida de água.

Conforme exposto através dos resultados mensurados neste trabalho podemos verificar a importância da inovação, em particular, no desenvolvimento de um equipamento que permita o monitoramento de pressão na malha distributiva através de aperfeiçoamento de uma tecnologia de baixo custo, propiciando assim, o fortalecimento de uma empresa pública de saneamento e a continuidade de sua eficiência no abastecimento e monitoramento da água distribuída nas 366 localidades atendidas pela Embasa.

Pode-se verificar que a economia com custo dos materiais, levando em conta os principais componentes (rádio, antena, CLP, sensor de pressão), em relação a outros projetos de automação pode chegar a mais de 85%. Vale ressaltar que não foi gerado custos com a contratação de empresa para elaborar e/ou executar projeto, visto que o mesmo foi desenvolvido e executado por funcionários do quadro da empresa.

REFERÊNCIAS

Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.- EMBASA. Seca na Bahia – Ações e Enfrentamento. Revista, 2013.

Ministério da Saúde – MS. PORTARIA 2914. Brasília, 2011.

Ministério da Saúde – MS. Boas Práticas no Abastecimento de Água. Brasília, 2016.

PESQUEIRA, U. S. Importância da Atualização do Cadastro Técnico de Redes de Distribuição de Águas Georreferenciados. 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2013.

TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I & NETO, O. M. C. Cenários da Gestão da Água no Brasil: Uma Contribuição para a “Visão Mundial da Água”. VI 5. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2000.

United Nations – ONU. O Direito Humano a Água e o Saneamento, 2010.

COMPARATIVO ENTRE TENSOATIVOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS EM PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO UTILIZANDO EFLUENTE DE LAGOA DE ALTA TAXA PARA CULTIVO DE MICROALGAS (LAT) ALIMENTADA COM EFLUENTE SANITÁRIO

José Carlos Alves Barroso Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Nestor Leonel Muñoz Hoyos

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Luiz Olinto Monteggia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Eddie Francisco Gómez Barrantes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Gabrielli Harumi Yamashita

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Programa de Pós-graduação em Engenharia
de Produção
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

RESUMO: A disponibilidade de energia limpa e renovável para o futuro é um dos maiores desafios da sociedade e está intimamente ligada à estabilidade global, a prosperidade econômica e qualidade de vida. O aproveitamento energético a partir de biomassa tem sido explorado por diversos pesquisadores. Uma alternativa atrativa é a produção de biomassa

aliada ao tratamento de efluentes, acarretando na redução dos custos. Este trabalho apresenta o cultivo de biomassa de algas em Lagoa de Alta Taxa (LAT) com posterior separação através da flotação por ar dissolvido (FAD), utilizando dois tensoativos.

A LAT foi operada sob dois regimes diferentes, variando os tempos de detenção hidráulico (TDH), inicialmente utilizou-se TDH de 3 dias e em seguida 7,5 dias. No primeiro regime de operação obteve-se concentração de biomassa de $90,7 \pm 44$ mg/L e para o segundo 125 ± 68 mg/L, porém a produção por área foi mais elevada durante o primeiro regime de operação $9,1 \pm 4,4$ g/(m².d) , quando comparado ao segundo $5,0 \pm 3,4$ g/(m².d). A separação da biomassa (desaguamento) foi realizada a partir da FAD, testando um floculante orgânico (Tanfloc sg) e um coagulante inorgânico (cloreto férrico), sendo o primeiro mais eficiente para a remoção de biomassa, $88,2 \pm 4,3$ %, quando comparado ao coagulante, $66,8 \pm 11,0$ %. O custo por hora de operação do cloreto férrico foi menor, R\$ 2,67, quando comparado com o Tanfloc sg, R\$ 2,98, entretanto para remover a mesma quantidade de biomassa o Tanfloc sg apresentou menor custo.

PALAVRAS-CHAVE: Microalgas, Flotação por Ar Dissolvido, Lagoas de Alta Taxa, Coagulante orgânico, coagulante inorgânico.

ABSTRACT: The availability of clean and renewable energy for the future is one of the biggest challenges of society and is closely linked to global stability, economic prosperity and quality of life. The recovery of energy from biomass has been studied by several researchers in the last decades. An attractive alternative is the production of biomass coupled with treatment of effluents to allow for cost reductions. This work presents the cultivation of algal biomass in high-rate pond (HRP) with subsequent separation by dissolved air flotation (DAF) using two surfactants. The HRP was operated under two different regimes, varying the hydraulic retention time (HRT), which was initially operated with 3 days HRT and then 7.5 days. In the first regime it was obtained a biomass concentration of 90.7 ± 44 and of 125.6 ± 68.3 mg / L in the second. Moreover, the production per area was highest during the first operation regime 9.1 ± 4.4 g / (m² · d) compared to the second 5.0 ± 3.4 g / (m² · d). Separation of the biomass (dewatering) was achieved by means of DAF, using an organic flocculant (Tanfloc sg) and an inorganic coagulant (ferric chloride), the former being more effective for the removal of biomass, $88.2 \pm 4.3\%$ when compared to coagulant, $66.8 \pm 11\%$. The operating costs per hour of ferric chloride was smaller, R\$ 2.67, compared with Tanfloc sg, R\$ 2.98, however to remove the same amount of biomass, Tanfloc sg showed lower cost.

KEYWORDS: Microalgae, dissolved air flotation, high open pond, organic flocculant, inorganic coagulant.

1 | INTRODUÇÃO

A disponibilidade de energia limpa e renovável para o futuro é um dos maiores desafios da sociedade e está intimamente ligada a estabilidade global, a prosperidade econômica e qualidade de vida (GOUVEIA; OLIVEIRA, 2009)nitrogen and sulfur oxides. Neste aspecto a biomassa é um recurso abundante e renovável que pode ser convertido em diferentes produtos químicos, combustíveis e outros materiais de valor agregado (CHUM; OVEREND, 2001), podendo também serem cultivadas a partir de resíduos sanitários e industriais (BARROSO, 2015; BENEMANN, 2008; PITTMAN; DEAN; OSUNDEKO, 2011).

Freqüentemente aliada ao tratamento de esgotos, as microalgas, quando cultivadas e controladas em LAT, auxiliam o tratamento de águas residuárias na remoção de nutrientes como fósforo e nitrogênio e possuem potencial energético elevado(CAI; PARK; LI, 2013; CRAGGS; SUTHERLAND; CAMPBELL, 2012; GARCÍA et al., 2006; SUTHERLAND et al., 2015).

A remoção de microalgas do meio líquido pode se obtida a partir de vários processos como o processo de coagulação, quando o agente químico é adicionado ao efluente ocorre a hidrólise, polimerização e a reação com a alcalinidade, formando hidróxidos comumente chamados de gel, compostos de íons positivos (MÁXIMO, 2007; ROEHRS, 2007).

Como a maioria das partículas coloidais e em suspensão possuem cargas

negativas em sua superfície, os íons formados na hidrólise desestabilizarão as cargas destas partículas, reduzindo o potencial zeta até próximo à zero, permitindo a aproximação e aglomeração das partículas e, como consequência, a formação dos flocos. Desse modo, os aglomerados poderão ser separados na decantação, flotação ou filtração (MÁXIMO, 2007; ROEHRS, 2007).

A formação de flocos ocorre em 2 etapas, descritas a seguir: inicialmente a mistura rápida, conhecida como coagulação; em seguida a floculação. Após a coagulação, as partículas apresentam tamanho variando entre 0,5 μm e 5 μm e são chamadas de partículas primárias. Na Etapa seguinte, na floculação, são formados flocos maiores capazes de sedimentar, com tamanho de 0,1 mm a 5mm (\varnothing DEGAARD, 1998; SANTOS, 2001).

O cultivo de algas a partir de efluentes e resíduos industriais eliminam custos significativos, tais como o custo de suprimento de CO_2 e nutrientes, consumo de água e bombeamentos, contribuindo para a viabilização do processo de produção de energia e proteção do ambiente (CHISTI, 2007; CRAGGS; SUTHERLAND; CAMPBELL, 2012; DONOHUE; COGDELL, 2006; HU; SOMMERFELD, 2008).

Os flocculantes orgânicos são uma alternativa atrativa para a floculação de algas, pois estes reagem primeiramente com os sólidos em suspensão (LEE et al., 2012), enquanto os coagulantes químicos tendem a reagir não somente com partículas coloidais mas também com o fósforo presente no efluente (GREGOR; NOKES; FENTON, 1997; MOFFETT, 1968). Outro ponto favorável na utilização de flocculantes orgânicos é que este gera um lodo orgânico, o qual pode ser aplicado para diversos fins, por exemplo, adubo após o aproveitamento energético do lodo (BARROSO, 2015; BARROSO et al., 2016).

Coagulação/floculação química é a principal abordagem para a otimização econômica dos processos de adensamento de microalgas. A aplicação destes métodos é necessária principalmente devido aos grandes volumes de culturas de microalgas que devem ser processados e a necessidade de um método universal que pode ser aplicável a grande variedade de espécies (UDUMAN et al., 2010). Este processo de coagulação/floculação é utilizado para concentrar sólidos em suspensão 20-100 vezes (VANDAMME; FOUBERT; MUYLEAERT, 2013). Ele aumenta eficazmente o tamanho de partícula, antes do desaguamento, portanto, influência de forma significativa, reduzindo a demanda de energia (MOLINA GRIMA et al., 2003; SALIM et al., 2011)".

A flotação por ar dissolvido (FAD) caracteriza-se pela produção de elevado número de bolhas com diâmetro menor que 100-150 μm . Surgiu em meados da década de 20, inicialmente para recuperação de fibras de papel e posteriormente obtiveram várias outras finalidades, como remoção de sólidos suspensos de pequeno diâmetro, passando por indústrias do papel, alimentícias, petroquímicas e tratamento de águas e esgotos (RODRIGUES, 1999; TCHOBANOGLIOUS et al., 2015).

Um grande número de experimentos mostram a recuperação de produtos, tais como óleo (AL-SHAMRANI; JAMES; XIAO, 2002a, 2002b; HOSNY, 1996; LI et al.,

2007; RODRIGUES, 1999; ZOUBOULIS; AVRANAS, 2000), minerais (ENGLERT; RODRIGUES; RUBIO, 2009), algas (TEIXEIRA; ROSA, 2007; TEIXEIRA; SOUSA; ROSA, 2010) e nos casos em que a escassez de água é o desafio, é de grande auxílio na melhoria da sua qualidade (EDZWALD, 1995; KITCHENER; GOCHIN, 1981).

No caso de microalgas, PIENKOS; DARZINS, (2009) afirmam que a extração e operações de desaguamento são um dos principais desafios econômicos para o processamento de biocombustíveis de algas. A produção pode atingir 10 g/L de biomassa seca, a qual é substancialmente mais elevada do que a remoção de partículas finas em purificação de água por sistemas FAD. GUDIN e TAMPIER, (2009) estimou que a extração e desaguamento pode ser responsável por 30 % - 50 % do custo total de produção.

A FAD é altamente atrativa como meio de separação da biomassa de algas, já que esta é mais indicada em casos de separação de sólidos/líquido quando se trata de sólidos suspensos pequenos e/ou com densidades parecidas com a da água, como é o caso das microalgas.

Neste trabalho foi avaliada a produção de microalgas em diferentes regimes operacionais, mediante variação do tempo de detenção hidráulico (TDH) para a produção de biomassa algal com posterior separação por FAD quimicamente assistida, avaliando o custo para cada tensoativo utilizado.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na planta experimental de tratamento de águas residuárias do IPH, localizada na ETE São João Navegantes / DMAE, em Porto Alegre - RS.

O sistema experimental constituiu de uma LAT alimentada com efluente do reator UASB seguido de sistema de coagulação/floculação e Flotação por Ar Dissolvido (FAD).

O reator UASB foi utilizado como etapa de pré-tratamento para alimentação das lagoas, com foco na remoção de sólidos e matéria orgânica facilmente biodegradável.

A LAT é estruturada com fundo e diques revestidos em concreto, com taludes inclinados à 45° e impermeabilizada para evitar perdas por infiltração. Dispõe ainda de uma pá impulsora para promover a mistura completa impedindo a estratificação e sedimentação das algas.



Fig. 1 – Sistema piloto de tratamento de efluentes.

O sistema de separação sólido/líquido é composto por:

- Sistema de coagulação/floculação de mistura mecanizada é composto por um coagulador para mistura rápida e três câmaras de mistura lenta, compondo um floculador com dimensões de 2 m de comprimento por 1 m de largura e altura total de 0,55 m, operado com lâmina d'água de 0,45 m. A Tabela 1 apresenta as características de cada câmara.

- Um flotador convencional de operação contínua executado em chapas de acrílico para permitir a visualização do efeito de separação de sólidos e constituído de 3 câmaras, identificadas a seguir:

- Câmara de ascensão: 0,55 m x 0,1 m x 1,80 m (largura x comprimento x altura);

- Câmara de separação sólido-líquido: 0,55 m x 0,70 m x 1,85 m;

- Caixa coletora de lodo flotado: 0,55 m x 0,30 m x 0,20 m;

O volume útil total do flotador é de 1,12m³(0,55m x 1,10m x 1,85m).

- Um vaso de pressão com diâmetro interno de 97,8 mm e altura de 1,45m, tendo uma faixa de 80 cm preenchida com “*pall rings*” de 25 mm para a saturação da fase líquida.

- Um compressor de ar acionado por motor elétrico de 3CV para realizar a pressurização do vaso, normalmente em 3 atmosferas.

- Uma bomba dosadora helicoidal Netzsch com vazão máxima de 14 L/h, para dosagem do coagulante/floculante;

- Uma bomba helicoidal Netzsch para recirculação com vazão máxima de 800 L/h;

- Uma bomba centrífuga alimentadora do sistema de flotação com vazão máxima

de 2,5m³/h;

	Mistura Rápida (coagulador hidráulico)	Mistura Lenta		
		Câmara 1	Câmara 2	Câmara 3
Volume (m ³)	0,0033	0,149	0,234	0,466
TDH (s)	7	316	496	987
Gradiente (s ⁻¹)	2000	75	50	25
Nº de agitadores	-	3	2	1

Tabela1 - Dimensões e Parâmetros Básicos de Operação do Sistema de Coagulação/ Floculação.

O experimento na LAT foi subdividido em duas Etapas, caracterizado pelo TDH das lagoas, conforme apresentado na Tabela 2. Para avaliar o efeito do coagulante e floculante utilizado foram realizados testes de jarros para otimização de dosagens, efeito do pH, gradiente e tempo de mistura da floculação.

TDH (dias)	Período de Operação LAT	Volume (m ³)	Vazão (m ³ /h)	A _s (m ²)	Taxa de aplicação superficial (m ³ /m ² .d)
1,67	03/2012 a 05/2013 (Etapa I)	80	2,01 ± 0,2	8	0,32
4,1	03/2014 a 03/2015 (Etapa II)	80	0,80 ± 0,2	148	0,13

Tabela2 - Etapas de Operação dos Sistemas.

O tempo de coagulação foi mantido em 1 minuto e o tempo de floculação na faixa de 20 a 40 minutos, o tempo de sedimentação foi mantido constante no valor de 30 minutos.

Nesta Etapa foram testados um coagulante inorgânico; cloreto férrico e um floculante orgânicos Tanfloc SG (TANAC S.A).

Os testes de separação sólido/líquido, em escala piloto, foram realizados em triplicata para cada coagulante/floculante, sendo operado em bateladas de 4 horas, para maior confiabilidade do sistema. Durante uma hora e meia de operação não foi coletada amostra do efluente, devido ao TDH total do sistema de separação (uma hora e 10 minutos). Após este tempo foram realizadas coletas a cada 30 minutos de operação, compondo cinco amostras por teste. Após é realizada a mesclagem das cinco amostras é coletada uma amostra homogênea final do efluente para quantificação dos parâmetros físico-químicos. A biomassa flotada de microalgas é coletado em tempo integral e ao final coleta-se uma amostra homogeneizada do todo.

As análises foram baseadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2003), exceto a análise de clorofila-a, baseada em (WETZEL; LIKENS, 2000) e a análise de lipídios, baseada em Parte superior do formulário (BLIGH;

DYER, 1959; RANJAN; PATIL; MOHOLKAR, 2010). A análise estatística dos dados foi feita utilizando os testes ANOVA e Tukey considerando a significância de 5 % ($p=0,05$) com o *software Minitab 17*, 2014.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do efluente

O efluente sanitário utilizado neste trabalho foi coletado a partir de uma bomba submersível localizada no tanque do efluente bruto (pós desarenação) da estação de tratamento de esgoto São João Navegante em Porto Alegre- RS, Brazil.

As características do efluente bruto (afluente ao reator UASB) e do efluente do reator UASB (afluente a LAT) são apresentadas pela Tabela 3.

O reator UASB foi utilizado como etapa de pré-tratamento do efluente sanitário, auxiliando na retenção de sólidos sedimentáveis, reduzindo o acúmulo de sólidos no fundo da LAT. Este apresentou grande importância também na quebra de aminoácidos, proteínas e outros, elevando a concentração de amônia no efluente (amonificação), o que possibilita maior disponibilidade para a conversão da amônia em nitrito e nitrato na LAT, facilitando a assimilação do nitrogênio pelas microalgas (BARROSO, 2015; LOURENÇO, 2009; REZENDE et al., 2003).

O reator UASB auxilia também na remoção de matéria orgânica facilmente biodegradável, reduzindo parâmetros como a DQO, DBO, sólidos totais e sólidos suspensos voláteis (MONTEGGIA, 1991).

Parâmetro*	Etapa I		Etapa II	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Alcalinidade	189± 59 ^a	216 ± 31 ^b	195 ± 15 ^a	229 ± 22 ^b
ST	432 ± 183 ^a	323 ± 90 ^b	381 ± 56 ^a	325 ± 41 ^b
SSV	77,2 ± 28 ^a	24,1 ± 24 ^b	89,9 ± 39 ^a	30,7 ± 10 ^b
DBO	229 ± 65 ^a	130 ± 63 ^b	214 ± 93 ^a	147 ± 54 ^b
DQO	338 ± 161 ^a	246 ± 180 ^b	330 ± 217 ^a	126 ± 97 ^b
COT	-	-	71,9 ± 32 ^a	28,4 ± 5,8 ^b
NTK	43,1 ± 18 ^a	43 ± 5,2 ^a	40,3 ± 13 ^a	36,3 ± 6,6 ^a
N-Amoniacal	22,7 ± 9,1 ^a	26,7 ± 9,1 ^a	26,4 ± 11 ^a	32,3 ± 7,3 ^a
Pt	-	-	2,7 ± 1,4 ^a	2,63 ± 0,4 ^a
Fosfato	2,04 ± 1,1 ^a	2,72 ± 0,3 ^b	1,56 ± 0,6 ^a	2,47 ± 0,7 ^b

Tabela 3 - Caracterização do afluente e efluente do reator UASB.

* valores expressos em mg/L. **análise estatística com valor de $p=0,05$. Produção e caracterização da biomassa

3.2 Produção e caracterização da biomassa

A produção de biomassa de algas na LAT apresentou diferenças significativas para diferentes regimes de operação. A Tabela 4 apresenta resultados da produtividade de biomassa para as diferentes etapas. Na Etapa II há maior concentração de biomassa, porém durante a Etapa I a produtividade de biomassa é maior, levando-se em conta a produção por unidade de área e tempo.

	Etapa I	Etapa II
Média (mg/L)	90,7 ± 44 ^b	125 ± 68 ^a
Máximo (mg/L)	177	294,3
Mínimo (mg/L)	18,0	30,0
Q (m³/h)	2,0	0,8
Biomassa (g/(m².d))	9,1 ± 4,4 ^a	5,0 ± 3,4 ^b

Tabela 4 - Valores médios da produtividade de biomassa para Etapa I e II.

A produção de microalgas pode ser obtida através da clorofila-*a*, já que esta consiste em elemento essencial das células de organismos fotossintetizantes. A Tabela 5 permite visualizar os valores de concentração na LAT.

	Etapa I	Etapa II
Média (mg/L)	1,02 ± 0,7	1,52 ± 1,1
Máximo (mg/L)	2,72	4,85
Mínimo (mg/L)	0,07	0,01

Tabela 5 - Valores médios de Clorofila-*a* para Etapa I e II.

A análise estatística comprovou que há diferença significativa entre os dados da concentração de clorofila-*a* para as Etapas I e II ($p = 0,016$), sendo mais elevada durante a Etapa II.

	Cloreto Férrico 40 mg/L		Tanfloc sg 50 mg/L	
	Remoção FAD	Remoção total	Remoção FAD	Remoção total
Sólidos Totais	33,5 ± 5,2	33,3 ± 5,5	41,5 ± 6,6	40,8 ± 7,2
Sólidos Suspensos Voláteis	66,8 ± 11,0	74,0 ± 11,2	88,2 ± 4,3	90,6 ± 5,6
Clorofila-<i>a</i>	52,5 ± 4,1%	-	91,2 ± 4,6%	-

Tabela 6 – Comparativo de remoção de biomassa para cada coagulante/floculante.

O desaguamento das microalgas ocorreu a partir da coagulação/floculação com posterior flotação, resultando em uma biomassa de microalgas adensada, utilizada para análises da biomassa. A Tabela 6 apresenta o coagulante e floculante utilizado seguido de sua dosagem e eficiência de remoção.

A Tabela 6 apresentam resultados que permitem concluir que o floculante Tanfloc sg é mais indicado para a remoção de microalgas cultivadas em LAT alimentadas com efluente sanitário por meio da FAD, já que este apresenta maior eficiência na remoção de sólidos suspensos totais e clorofila-a (fatores de medição direta de microalgas).

A utilização das microalgas como fonte de energia é baseada principalmente pelo teor de lipídios e/ou a produção de biogás através da digestão anaeróbia (BENEMANN; OSWALD, 1996; MEHRABADI; CRAGGS; FARID, 2015; PIENKOS, 2007).

O resultado da análise de lipídios das microalgas apresentaram teor de lipídios médio de $7,0 \pm 0,3$ %, pesquisas menos recentes em condições controladas de temperatura, radiação e meio de cultura e obtiveram valores médios de 30 % (RODOLFI et al., 2009), considerando baixo o valor alcançado neste trabalho, porém pesquisas mais atuais, também em condições controladas, apresentam valores entre 11,6 % e 15,2 % (HO et al., 2013).

Os valores de lipídios obtidos neste trabalho são inferiores aos comparados com a bibliografia, porém neste projeto os custos de produção são inferiores aos demais comparados (cobertos pela estação de tratamento de efluentes).

3.3 Levantamento dos custos de produção

Os custos da produção de biomassa de algas em LAT pode ser dividido em duas partes; i) produção de microalgas; ii) desaguamento ou adensamento da biomassa; apresentados nas Tabelas 7 e 8. Neste trabalho não foi levado em consideração os custos de implementação dos sistemas físicos, já que este custo é igual para qualquer um dos coagulantes/floculantes testados.

	Produção de microalgas	Desaguamento/Adensamento
Motor	1 motor de 1 cv (0,96 KW)	1 motobomba helicoidal (0,8KW) 1 motobomba centrífuga (2,2 KW)
Coagulante (39 % de pureza)		R\$ 1,70/litro
Floculante (25 % de pureza)		R\$ 2,50/litro

Tabela 7 - Custos da produção e adensamento de microalgas.

Fonte: <http://www.eletronpaineis.com.br/downloads/26.pdf>

As dosagens ótimas de coagulante/floculante permite calcular o custo dos gastos com produtos químicos, como este é inserido por unidade de tempo adotou-se o custo por hora, apresentado na Tabela 9, o cálculo do custo energético foi realizado a partir das tarifas cobradas pela Agência Nacional de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL).

A Tabela 8 apresenta os custos de funcionamento do sistema de separação sólido/líquido. A utilização do cloreto férrico gera menor custo ao sistema, quando

comparado ao Tanfloc sg, obtendo diferença no custo de R\$ 223/mês, considerado o funcionamento do sistema de desaguamento de 24 horas por dia e 30 dias por mês.

Processo	Custo Cloreto Férrico (R\$/(h·d))	Custo Tanfloc sg (R\$/(h·d))
Produção de microalgas	0,56	0,56
Desaguamento (bombas)	1,74	1,74
Desaguamento (Produto químico)	0,37	0,68
Total (R\$/h)	2,67	2,98
Funcionamento de 30 dias por 6h/d	480	536
Funcionamento de 30 dias por 24h/d	1922	2145

*considerando o valor de 1 kwh = R\$ 0,58 (Fonte: CEEE, 2015).

Tabela 8 - Comparativo dos custos para os coagulantes/floculantes

O Tanfloc sg apresentou maior eficiência de remoção de biomassa como já visto por outros autores (LEE et al., 2012; YANG; QIAN; SHEN, 2004), porém com custo mais elevado. Entretanto, ao analisar o conjunto da eficiência com base nos custos é possível verificar que para a Etapa I o Tanfloc sg remove em média 19,4 g/(m³·h) a mais que o cloreto férrico e para Etapa II a diferença de remoção é ainda mais elevada em torno de 26,8 g/(m³·h).

Para que o cloreto férrico tenha a mesma remoção de biomassa apresentada pelo Tanfloc sg é necessário que o sistema alimentado com cloreto férrico opere por 0,32 h mais por hora de processo, desta forma o custo de funcionamento considerando 24 h por dia e 30 dias por mês que eram R\$ 1922/mês seria de R\$ 2537/mês. Porém como não há possibilidade do dia ter mais de 24 h, seria necessário construir outra planta de FAD para que o processo utilizando cloreto férrico remova a mesma quantidade de biomassa apresentada pelo Tanfloc sg.

Desta forma, analisando o custo para remoção da mesma quantidade de biomassa para os dois surfactantes testados tem-se o menor custo utilizando o Tanac sg, reduzindo o custo total em R\$ 392,00/mês.

Outro ponto forte do Tanac sg é ser um floculante orgânico, assim, junto como a biomassa de microalgas (orgânica) forma-se uma nova biomassa orgânica que pode ser utilizada como fonte energética e ao final do processo o resíduo sólido pode ser utilizado como matéria prima para a confecção de adubo, após o devido tratamento, caso necessário.

A biomassa quando utilizado o cloreto férrico deve ser estudada mais a fundo, pois esta terá elevada concentração de ferro na biomassa, neste aspecto a biomassa pode ser uma fonte de energia e após a utilização do potencial energético deve-se descartar devidamente o resíduo sólido, podendo gerar custos para este descarte.

Se for analisado o efluente líquido final do processo de desaguamento (coagulação-floculação-flotação), será necessário a correção do pH quando utilizado

cloreto férrico (pH final = 5,6), já para o caso do Tanac sg, além de remover mais sólidos da fase líquida, o pH não sofre elevadas alterações, estabelecendo-se na faixa do neutro (6,0 -8,0).

4 | CONCLUSÃO

O estudo mostrou que o cultivo controlado de microalgas em LAT alimentadas com efluente sanitário é atrativo e tem o potencial de produzir elevadas quantidades de biomassa energética. Obtendo produção de biomassa de algas por área mais elevada ao operar a LAT com menor TDH 2,2 dias quando comparado ao TDH de 4,1 dias.

Os tensoativos apresentaram desempenho elevado na remoção e adensamento de microalgas, as quais apresentam potencial energético para auxiliar na redução de custos de plantas de tratamento de efluentes sanitários e/ou industriais.

A porcentagem média de lipídios encontrada nas microalgas foi de $7,0 \pm 0,3$ %, sendo atrativa, já que o custo de produção desta é baixo quando comparado com cultivos terrestres e cultivos sob condições controladas de microalgas.

A utilização do floculante Tanfloc sg apresentou maior eficiência de remoção da biomassa do meio líquido, apesar de apresenta maior custo, porém quando analisado o custo por remoção de biomassa este apresenta menor custo quando comparado com o cloreto férrico.

Para o tratamento de efluente verificou que há mais vantagens quando se utiliza o Tanac sg, pois este além de não modificar significativamente o pH do efluente final resulta em uma biomassa orgânica que pode ser incorporada na produção de adubo, após o tratamento caso seja necessário, já para o cloreto férrico a biomassa deve ser analisada e verificar quais as possíveis utilizações.

REFERÊNCIAS

ØDEGAARD, H. **OPTIMISED PARTICLE SEPARATION IN THE PRIMARY STEP OF WASTEWATER TREATMENT.** Water Science and Technology, v. 37, p. 43–53, 1998.

AL-SHAMRANI, A. .; JAMES, A.; XIAO, H. **Separation of oil from water by dissolved air flotation. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 209, n. 1, p. 15–26, 2002a.

AL-SHAMRANI, A. A.; JAMES, A.; XIAO, H. **Destabilisation of oil-water emulsions and separation by dissolved air flotation.** Water Research, v. 36, n. 6, p. 1503–1512, 2002b.

APHA. **American Public Health Association, et al. Standard methods for the examination of water and wastewater.** 2. ed. [s.l.] American Public Health Association., 2003.

BARROSO, J. A. **PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE ALGAS EM LAGOAS DE ALTA TAXA ALIMENTADAS COM ESGOTO SANITÁRIO COM POSTERIOR SEPARAÇÃO POR FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO.** Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental., 2015.

- BARROSO, J. A. et al. **Comparativo entre tensoativos orgânicos e inorgânicos em processo de flotação por ar dissolvido utilizando efluente de lagoa de alta taxa para cultivo de microalgas (LAT) alimentada com efluente sanitário.** Congresso FIEMA, 2016.
- BENEMANN, J. R. Overview : **Algae Oil to Biofuels (annotated presentation) Abstract – a short history of algae biofuels.** Fuel, n. 925, 2008.
- BENEMANN, J. R.; OSWALD, W. J. **Systems and Economic Analysis of Microalgae Ponds for Conversion of CO₂ to Biomass** Pittsburgh, PA Dept. of Energy Pittsburgh Energy technology Center, , 1996.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification.** Canadian Journal Biochemistry Physiological, v. 27, p. 911–917, 1959.
- CAI, T.; PARK, S. Y.; LI, Y. **Nutrient recovery from wastewater streams by microalgae: Status and prospects.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 19, p. 360–369, mar. 2013.
- CHISTI, Y. **Biodiesel from microalgae.** Biotechnology advances, v. 25, n. 3, p. 294–306, 2007.
- CHUM, H. L.; OVEREND, R. P. **Biomass and renewable fuels.** Fuel Processing Technology, v. 71, n. 1–3, p. 187–195, 2001.
- CRAGGS, R.; SUTHERLAND, D.; CAMPBELL, H. **Hectare-scale demonstration of high rate algal ponds for enhanced wastewater treatment and biofuel production.** Journal of Applied Phycology, v. 24, n. 3, p. 329–337, 2012.
- DONOHUE, T. J.; COGDELL, R. J. **Microorganisms and clean energy.** Nature Reviews Microbiology, v. 4, n. 11, p. 800, 2006.
- EDZWALD, J. K. **Principles and applications of dissolved air flotation.** Water Science Technologies, 1995.
- ENGLERT, A. H.; RODRIGUES, R. T.; RUBIO, J. **Dissolved air flotation (DAF) of fine quartz particles using an amine as collector.** International Journal of Mineral Processing, v. 90, n. 1–4, p. 27–34, 2009.
- GARCÍA, J. et al. **Long term diurnal variations in contaminant removal in high rate ponds treating urban wastewater.** Bioresource Technology, v. 97, n. 14, p. 1709–1715, 2006.
- GOUVEIA, L.; OLIVEIRA, A. C. **Microalgae as a raw material for biofuels production.** Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, v. 36, n. 2, p. 269–274, fev. 2009.
- GREGOR, J. E.; NOKES, C. J.; FENTON, E. **Optimising natural organic matter removal from low turbidity waters by controlled pH adjustment of aluminium coagulation.** Water Research, v. 31, n. 12, p. 2949–2958, 1997.
- HO, S. H. et al. **Characterization and optimization of carbohydrate production from an indigenous microalga *Chlorella vulgaris* FSP-E.** Bioresource Technology, v. 135, p. 157–165, 2013.
- HOSNY, A. Y. **Separating oil from oil-water emulsions by electroflotation technique.** Separations Technology, v. 6, n. 1, p. 9–17, 1996.
- HU, Q.; SOMMERFELD, M. **Photobioreactors: Design Considerations for Sustainable High-Yield Algal Oil Production.** 2008 NREL-AFOSR Joint Workshop on Algal Oil for Jet Fuel Production, v. 85212, p. 1–15, 2008.

- KITCHENER, J. A.; GOCHIN, R. J. **The mechanism of dissolved air flotation for potabela water: basic analysis and a proposal.** *Water Research*, v. 15, n. 5, p. 585–590, 1981.
- LEE, K. E. et al. **Development, characterization and the application of hybrid materials in coagulation/flocculation of wastewater: A review.** *Chemical Engineering Journal*, v. 203, p. 370–386, 2012.
- LI, X. et al. **Separation of Oil from Wastewater by Air Flotation.** *Flotation Technology: Volume 12*, v. 17, n. 4, p. 85–119, 2007.
- LOURENÇO, S. DE O. **Las microalgas en Brasil.** *Research on microalgal cultivation to produce biofuels in Brazil.* 2009.
- MÁXIMO, V. A. **Tratamento Por Coagulação-Floculação Dos Lixiviados Do Aterro Sanitário Da Região Metropolitana De Florianópolis.** 2007.
- MEHRABADI, A.; CRAGGS, R.; FARID, M. M. **Wastewater treatment high rate algal ponds (WWT HRAP) for low-cost biofuel production.** *Bioresource Technology*, v. 184, p. 202–214, maio 2015.
- MOFFETT, J. W. **The Chemistry of High-Rate Water Treatment.** *American Water Works Association*, v. 59, n. 11, p. 1393–1412, 1968.
- MOLINA GRIMA, E. et al. **Recovery of microalgal biomass and metabolites: Process options and economics.** *Biotechnology Advances*, v. 20, n. 7–8, p. 491–515, 2003.
- MONTEGGIA, L. O. **The Use of Specific Methanogenic Activity for Controlling Anaerobic Reactors.** Ph.D. diss., University of Newcastle, 1991.
- PIENKOS, P. T. **The potential for biofuels from algae.** *Algae Biomass Summit*, 2007.
- PIENKOS, P. T.; DARZINS, A. **Perspective: Jatropha cultivation in southern India: Assessing farmers' experiences.** *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 6, n. 3, p. 246–256, 2009.
- PITTMAN, J. K.; DEAN, A. P.; OSUNDEKO, O. **The potential of sustainable algal biofuel production using wastewater resources.** *Bioresource Technology*, v. 102, n. 1, p. 17–25, 2011.
- RANJAN, A.; PATIL, C.; MOHOLKAR, V. S. **Mechanistic assessment of microalgal lipid extraction.** *Industrial and Engineering Chemistry Research*, v. 49, n. 6, p. 2979–2985, 2010.
- REZENDE, O. DE O. et al. **Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável.** *Ecologia*, p. 52, 2003.
- RODOLFI, L. et al. **Microalgae for oil: Strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor.** *Biotechnology and Bioengineering*, v. 102, n. 1, p. 100–112, 2009.
- RODRIGUES, R. T. **Tratamento de águas oleosas de plataformas marítimas por flotação por gás dissolvido.** p. 101, 1999.
- ROEHRS, F. **Tratamento Físico - Químico de Lixiviado de Aterro Sanitário por Filtração Direta Ascendente FABIO ROEHRS Tratamento Físico - Químico de Lixiviado de Aterro Sanitário por Filtração Direta Ascendente.** 2007.
- SALIM, S. et al. **Harvesting of microalgae by bio-flocculation.** *Journal of Applied Phycology*, v. 23, n. 5, p. 849–855, 2011.

SANTOS, H. R. **Aplicação De Coagulantes No Afluente De Reator Anaeróbio De Leito Expandido Alimentado Com Esgoto Sanitário.** p. 166, 2001.

SUTHERLAND, D. L. et al. **Enhancing microalgal photosynthesis and productivity in wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production.** *Bioresource Technology*, v. 184, p. 222–229, 2015.

TAMPIER, M. **Microalgae Technologies and Processes for Biofuels/Bioenergy Production in British Columbia.** Current Technology, Suitability and Barriers to Implementation Prepared for The British Columbia Innovation Council, 2009.

TCHOBANOGLOUS, G. et al. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos.** 5ª edição ed. [s.l: s.n.].

TEIXEIRA, M. R.; ROSA, M. J. **Comparing dissolved air flotation and conventional sedimentation to remove cyanobacterial cells of *Microcystis aeruginosa*. Part II. The effect of water background organics.** *Separation and Purification Technology*, v. 53, n. 1, p. 126–134, 2007.

TEIXEIRA, M. R.; SOUSA, V.; ROSA, M. J. **Investigating dissolved air flotation performance with cyanobacterial cells and filaments.** *Water Research*, v. 44, n. 11, p. 3337–3344, 2010.

UDUMAN, N. et al. **Dewatering of microalgal cultures: A major bottleneck to algae-based fuels.** *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, v. 2, n. 1, 2010.

VANDAMME, D.; FOUBERT, I.; MUYLAERT, K. **Flocculation as a low-cost method for harvesting microalgae for bulk biomass production.** *Trends in Biotechnology*, v. 31, n. 4, p. 233–239, 2013.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analysis.** 357. ed. Philadelphia: WB Saunders Co., 2000.

YANG, W. Y.; QIAN, J. W.; SHEN, Z. Q. **A novel flocculant of Al(OH)₃-polyacrylamide ionic hybrid.** *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 273, n. 2, p. 400–405, 2004.

ZOUBOULIS, A. I.; AVRANAS, A. **Treatment of oil-in-water emulsions by coagulation and dissolved-air flotation.** *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 172, n. 1–3, p. 153–161, 2000.

CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO DE JATAÍ-GO SOBRE GUARDA RESPONSÁVEL, ZONOSSES E CONTROLE POPULACIONAL DE CÃES E GATOS

Rayanne Borges Vieira

Residente do Programa Multiprofissional em Saúde em Clínica, Cirurgia e Anestesiologia em Animais de Companhia, Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí

Marcelo Figueiredo dos Santos

Residente do Programa Multiprofissional em Saúde em Clínica e Cirurgia de pequenos animais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO.

Patrícia Rosa de Assis

Mestre em Biociência Animal. Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí

Ana Paula de Souza Martins

Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal nos Trópicos, Universidade Federal da Bahia

Andréia Vitor Couto do Amaral

Professora Adjunta do curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Goiás

RESUMO: Guarda responsável se trata da condição na qual o guardião de um animal de companhia aceita e compromete a assumir uma série de deveres centrados no atendimento das exigências físicas, psicológicas e ambientais do seu animal. Além da prevenção dos potenciais riscos de agressão, danos a terceiros que seu animal possa causar à comunidade ou ao ambiente, por meio das doenças transmissíveis de animais para homens, ou seja, zoonoses.

Dessa forma, é importante termos estimativas, o conhecimento do quanto a população sabe sobre guarda responsável e sobre o controle da reprodução de cães e gatos, para que medidas públicas na diminuição do abandono possam ser empregadas, com consequente diminuição das zoonoses, garantindo o bem estar animal e a saúde pública da sociedade. O presente estudo teve como objetivo principal avaliar a percepção da população do município de Jataí-GO sobre a importância da guarda responsável de animais de companhia, sobre o conhecimento de zoonoses e do controle populacional de cães e gatos. Podendo concluir, no município de Jataí, Goiás, que a maior parte dos entrevistados reconhece a importância do controle da reprodução de cães e gatos, zoonoses e do conceito guarda responsável mas ainda precisam de orientações e educação aos proprietários.

PALAVRAS-CHAVE: animais de companhia, guarda responsável, questionários, zoonoses

ABSTRACT: Pet ownership is the condition in which the guardian of a pet accepts and commits to undertake a series of duties focused on meeting the physical, psychological and environmental requirements of your animal. In addition to the prevention of potential risks of aggression, damage to third parties that your pet may cause to the community or to the

environment, through diseases transmissible from animals to men, ie zoonoses. Thus, it is important to have estimates of the population's awareness about responsible care and control of dog and cat reproduction, so that public measures to reduce abandonment can be used, with a consequent reduction in zoonoses, animal welfare and the public health of society. The present study had as main objective to evaluate the perception of the population of the municipality of Jataí GO on the importance of responsible guard of companion animals, on the knowledge of zoonoses and the population control of dogs and cats. It is possible to conclude, in the municipality of Jataí, Goiás , that most of the interviewees recognize the importance of controlling the reproduction of dogs and cats, zoonoses and the concept of responsible custody but still need guidance and education to owners.

KEYWORDS: pets, pet ownership, questionnaires, zoonoses.

1 | INTRODUÇÃO

Os animais domésticos vêm ganhando espaço na sociedade e na vida do homem. Muitos são estimados por sua capacidade de companhia, dependência, afeto, proteção aos proprietários. Ter um animal de estimação promove diversos benefícios na saúde humana, como no tratamento da depressão, do estresse, da ansiedade, da hipertensão arterial, na prática de atividade física, na socialização de crianças e idosos, de deficientes físicos e mentais (BAHR E MORAES, 2001).

Assim, faz-se necessário o conhecimento cada vez maior sobre a guarda responsável. Segundo definição da Proteção Animal Mundial (WPA), guarda responsável se trata da condição na qual o guardião de um animal de companhia aceita e compromete a assumir uma série de deveres centrados no atendimento das exigências físicas, psicológicas e ambientais do seu animal. Compromete-se também prevenir os riscos potenciais de agressão, transmissão de doenças ou danos a terceiros que seu animal possa causar à comunidade ou ao ambiente, sendo necessário, portanto, cuidados adequados de vacinação, vermifugação, alimentação, realização do controle populacional, higiene, segurança, conforto, afeto e prevenção de zoonoses entre outros (SANTANA et al., 2006). Além disso, o pelo, a saliva e as fezes de animais doentes podem abrigar microrganismos com potencial zoonótico, capazes de transmitir a doença a outros animais ou aos humanos. As mais frequentes são: a raiva, as sarnas, a toxoplasmose e a *Larva migrans*.

Dessa forma, é importante termos em estimativas, o conhecimento do quanto a população sabe sobre guarda responsável e sobre o controle da reprodução de cães e gatos, para que medidas públicas na diminuição do abandono possam ser empregadas, com consequente diminuição das zoonoses, garantindo o bem estar animal e a saúde pública da sociedade.

2 | OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar a percepção da população do município de Jataí-GO sobre a importância da posse responsável de animais de companhia, sobre o conhecimento de zoonoses, do controle populacional de cães e gatos e da responsabilidade do homem nos animais errantes em vias públicas.

3 | METODOLOGIA

Foi redigido um questionário com 21 perguntas, classificadas como abertas, fechadas e de múltipla escolha, utilizando modelos propostos por LANGONI et al. (2011) e LOSS et al. (2012). O questionário foi aplicado por graduandos do curso de Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí, e médicos veterinários participantes do projeto à população de Jataí com acesso ao Hospital Veterinário da Regional Jataí, no período de Agosto de 2014 a setembro de 2015. De acordo com o sugerido por LOSS et al.(2012) o questionário foi testado previamente, para evitar possíveis divergências nas informações. Para perguntas de múltipla escolha foi recomendada a escolha de apenas uma resposta.

A análise estatística dos dados foi realizada de forma descritiva, utilizando-se a Microsoft Office Excel 2015, conforme CATAPAN et al. (2015).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período proposto, foram entrevistadas 110 pessoas, residentes no município de Jataí-GO. Destas, 87 foi do sexo feminino e 23 do sexo masculino. Com relação à renda familiar; 50,71% dos entrevistados estavam abaixo de três salários mínimos, 33,33% declaram estar entre três a cinco salários mínimos e 15,94% estão entre cinco a sete salários mínimos. CATAPAN et al.(2015) observaram que 75,9% dos entrevistados possuíam uma renda até dois mil reais, correspondendo a maioria, semelhante ao observado em nosso estudo.

A maior parte dos entrevistados era residente em casa com quintal (68,11%) e mantinham seus animais soltos no quintal. De maneira similar, foi verificado no estudo de CATAPAN et al. (2015) que 57% residiam em casa. Entretanto, os autores não levaram em consideração a presença ou não do quintal.

No domicílio, habitavam em média três a quatro pessoas contando adultos e crianças. A maioria absoluta possuía animais em casa, 59,42% dos entrevistados. Tais resultados foram equivalente aos encontrados por CATAPAN et al (2015) e por LANGONI et AL. (2011), onde 57% e 78,8%, respectivamente, possuíam animal de estimação em casa.

De acordo com os resultados do presente estudo, o principal objetivo da posse

foi de companhia em 52,17%, enquanto que 7,24% objetivou ser por guarda. Assim, observou-se correspondência aos valores encontrados por CATAPAN et al (2015), em que 71% dos respondentes disseram ser por companhia e 22% para guarda. PARANHOS et al (2002) verificaram que 70,59% objetivaram a companhia e 8,82% para guarda. Assim, percebeu-se que a busca por um companheiro no animal de estimação esta ganhando mais espaço nos dias de hoje, diminuindo a crença de animais serem apenas vigias de residência.

Quanto à motivação da posse, 57,97% responderam em nosso estudo que possuíam cães e gatos principalmente por que gostam, enquanto que 14,49% por dó e 7,25% por outros motivos, tais como presente e necessidades. Vimos que o afeto encontra-se nas duas motivações mais observadas, evidenciando que o homem vem demonstrando mais compaixão e amor aos animais.

Dos 69 entrevistados no presente estudo, o número de cães e gatos foi respectivamente 103 e 68. Da mesma forma, LANGONI et al (2011) observaram um número mais expressivo de pessoas que possuem cão (66,7%), assim como CATAPAN et al (2015) é de 50%. FUCK et al.(2006) explicam que a preferencia por cães deve ser por estes mostrarem um comportamento característico em dar afeto e contato corporal, além de proteção incondicional aos proprietários. Nesse sentido, quando comparados aos cães, os gatos podem ser mais independentes (PEREIRA E PEREIRA et al., 2013).

Quando foi perguntado sobre o que o entrevistado pretendia fazer quanto ao número de animais; a maioria respondeu que pretendia manter 57,97% e 7,25% pretende aumentar. Assim, os proprietários estão percebendo os gastos reais da guarda responsável, ou seja, um aumento no número de animais significaria um aumento dos custos com a manutenção e com a saúde dos mesmos.

Um total de 49,28% dos entrevistados mantem os animais soltos no quintal, enquanto que 17,4% mantem dentro de casa e apenas 1,45% mantem os animais presos em correntes ou outros. Remetendo-nos a controle da posse responsável em que a maioria respondeu que seus cães não possuem livre acesso à rua (74,70%), diferente dos gatos, em que quase metade do número tem acesso a rua 42,65%. Comparando nossos resultados com o estudo de LANGONI et al. (2011), em que os proprietários admitiram que 53,7% de seus cães tem livre acesso a rua e com CATAPAN et al. (2015), em que 50,53% saem com seus animais com coleira e guia, vimos em nossos achados algo positivo sobre a população de Jataí- GO. Observou-se que a população de Jataí possui o conhecimento do potencial de transmissão de zoonoses, contato e produção de dejetos e agressões que animais e pessoas podem sofrer com cães soltos na rua. Entretanto, nota-se que falta ainda a concepção semelhante para os proprietários de gatos.

Outro fator relevante de guarda responsável é quanto ao controle populacional, em que verificou que os respondentes são a favor da castração (82,60%). Mas a maioria não realizou tal procedimento cirúrgico. De um total de 103 cães, 62,14% não

são castrados e de 68 felinos temos um porcentual de 63,24. Resultados semelhantes foram vistos no estudo de LANGONI et al. (2011) em que uma minoria dos cães (29%) eram castrados. A falta de esclarecimento sobre a importância da castração ou a falta de recursos financeiros para a sua realização remete a falta de controle sobre a reprodução de cães e gatos, favorecendo o aumento de animais errantes, do abandono e da transmissão de zoonoses.

5 | CONCLUSÃO

Pôde-se concluir com o presente estudo, no município de Jataí, Goiás, que a maior parte dos entrevistados reconhece a importância do controle da reprodução de cães e gatos, assim como a importância das zoonoses e do conceito guarda responsável. Entretanto, a maioria ainda não castraram seus animais e uma parcela significativa permite o livre acesso de cães e gatos à rua.

REFERÊNCIAS

BAHR, S.E.; MORAIS, H.A. Pessoas imunocomprometidas e animais de estimação. **Clínica Veterinária**, n. 30, p. 17-22, 2001.

CATAPAN, D.C.; JUNIOR, J.A.V.; WEBER, S.H. Percepção e atitudes do ser humano sobre guarda responsável, zoonoses, controle populacional e cães em vias públicas. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.22, n.2, p. 92-98, 2015.

FUCK, E.J.; DELARISSA, F.; FUCK, E.T.; CURTI, C.E. Relação homem x Animal: aspectos psicológicos e comportamentais. **Revista Nosso Clínico**, v. 8, n. 49, p. 46-58, 2006.

LANGONI, H.; TRONCARELLI, M.Z.; RODRIGUES, E.C.; NUNES, H.R.C.; HARUMI, V.; HENRIQUES, M.V.; SILVA, K.M.; SHIMONO, J. Conhecimento da população de Botucatu-SP sobre guarda responsável de cães e gatos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 2, p. 297-305, 2011.

PEREIRA, G.G.; PEREIRA, J.T. Comportamento social dos gatos. In: FARACO, C.B.; SOARES, G.M. **Fundamentos do comportamento canino e felino**. São Paulo: Editora Medicina Veterinária, 2013. p. 145-160.

SANTANA LR., OLIVEIRA TP. Guarda responsável e dignidade dos animais. **Revista Brasileira De Direito Animais**. 2006; p: 207-30.

WPA. World Animal Protection. Posse Responsável de Animais de Companhia e Controle de Populações Caninas. **Anais da 1ª Reunião Latino-americana de Especialistas em Posse Responsável de Animais de Companhia e Controle de Populações Caninas**; 1-3 de Setembro 2003; Rio de Janeiro, Brasil.

LOSS, L.D.; MUSSI, J.M.S.; MELLO, I.N.K.; LEÃO, M.S.FRANQUE, M.P. Posse responsável e conduta de proprietários de cães no Município de Alegre - ES. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 6, n. 2, p.105-111, 2012.

PARANHOS, N.T. **Estudo das populações canina e felina em domicílio, município de São Paulo (Dissertação de Mestrado)**. SP: Universidade de São Paulo; 2002.

DETERMINAÇÃO DA CURVA DE INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DO MUNICÍPIO DE SANTO ESTEVÃO - BA

Paulo Vitor Santa Rosa

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana.

RESUMO : Os projetos de engenharia de obras hidráulicas requerem a utilização das equações IDF (intensidade, duração e frequência), o que torna fundamental a sua utilização nos cálculos hidrológicos e hidráulicos. Este resumo trata da determinação das relações intensidade, duração e frequência das precipitações do município de Santo Estevão, Bahia, através do método de desagregação de chuvas diárias, devido à falta de estudos relacionados a esta localidade. As séries históricas de dados pluviométricos utilizados possuem 24 anos de observações, e foram obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA. As séries foram submetidas à distribuição de probabilidade de Gumbel e comprovadas pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. Para o ajuste das equações foi utilizado regressão linear, e apresentaram um bom ajuste, com coeficiente de determinação maior que 0.99. A partir da determinação dos parâmetros das equações, foi gerado a curva IDF para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e

100 anos e duração de 5 a 1440 minutos, onde ficou evidenciado que quanto menor a duração da chuva, maior sua intensidade, confirmando o comportamento típico das IDF.

PALAVRAS-CHAVE: equações IDF, curva IDF, chuva.

ABSTRACT: Hydraulic engineering projects require the use of IDF equations (intensity, duration and frequency), which makes it essential to use hydrological and hydraulic calculations. This summary deals with the determination of the intensity, duration and frequency of precipitation in the municipality of Santo Estevão, Bahia, through the method of disaggregation of daily rains, due to the lack of studies related to this locality. The historical series of rainfall data used have 24 years of observations, and were obtained in the Hydrological Information System of the National Water Agency (ANA). The series were submitted to the Gumbel probability distribution and verified by the Kolmogorov-Smirnov test at the 5% level of significance. For the adjustment of the equations linear regression was used, and presented a good fit, with determination coefficient greater than 0.99. From the determination of the parameters of the equations, the IDF curve was generated for the return periods of 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 and 100 years and duration from 5 to 1440 minutes, where it was evidenced that the lower the

duration of the rain, the greater its intensity, confirming the typical behavior of the IDF.

KEYWORDS: IDF equations, IDF curve, rain.

INTRODUÇÃO

As chuvas intensas geram um volume com uma altura pluviométrica acima do esperado, podendo causar alagamentos, elevado escoamento superficial pluvial e erosão hídrica. No ambiente rural, as chuvas intensas comprometem a produtividade das culturas devido à perda de solo, e no meio urbano trazem perdas tanto sociais quanto econômicas, como as perdas materiais, perdas de vidas humanas e aumento da proliferação de doenças. Para o dimensionamento de estruturas hidráulicas é fundamental o estudo das chuvas intensas, ou seja, sua equação e curva IDF, com o objetivo de prever a intensidade máxima da chuva a partir de sua equação de chuva específica para um determinado local, garantindo segurança no projeto (ARAGÃO *et al*, 2013).

É possível relacionar intensidade, duração e frequência (IDF) e conhecer o gráfico das curvas IDF com o uso de princípios de probabilidade aplicados as séries históricas de dados pluviográficos. Devido à falta de séries históricas de dados das estações pluviográficas, é possível avaliar chuvas de 24 horas de uma determinada frequência, para obter com os dados pluviométricos, chuvas com menor duração com mesma frequência, esse processo é conhecido como método da desagregação de chuvas de 24 horas (SAMPAIO, 2011).

O município de Santo Estevão possui uma grande quantidade de pontos críticos de alagamentos no seu centro urbano e em áreas de periferia, devido ao subdimensionamento da rede de microdrenagem e a falta de manutenção, e em alguns casos não há rede alguma para o escoamento das águas pluviais. Diante dessa problemática, torna-se necessário o conhecimento das curvas IDF para o dimensionamento seguro dos componentes da microdrenagem (sarjetas, bocas-de-lobo e galerias).

O presente trabalho teve como objetivo, encontrar a equação e curvas IDF para o município de Santo Estevão através do método de desagregação de chuvas diárias.

METODOLOGIA

A cidade de Santo Estevão é um município brasileiro do estado da Bahia, localizado à latitude 12°25'49" sul e à longitude 39°15'05" oeste, com 242 metros de altitude. Faz parte do Vale do Paraguaçu, e sua população é de 53.898 habitantes de acordo com a estimativa populacional em 2017, distribuídos em 366,597 km² de área (IBGE, 2017).

As séries históricas do município foram obtidas no sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), na página da Hidroweb, cujo posto

utilizado possui o código 01239021.

Foi gerada uma série parcial de chuvas diárias máximas anuais a partir das séries históricas obtidas, onde foram submetidas ao modelo de distribuição de Gumbel e comprovadas pelo teste de Komolgorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. Na maioria dos casos, as distribuições de valores extremos de grandezas hidrológicas ajustam-se de forma satisfatória a distribuição de Gumbel (ARAGÃO *et al*, 2013).

A distribuição de probabilidade de Gumbel é utilizada para séries de valores extremos máximos, especialmente para séries de valores máximos diários anuais. Seguiu-se a metodologia apresentada por Silva e Mello (2008) para o modelo de distribuição de Gumbel. Com o modelo estatístico ajustado, foram obtidas as precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos. A partir dessas precipitações foram desagregadas as precipitações com menor duração, utilizando os coeficiente de desagregação obtidos para o Brasil (CETESB, 1986, *apud* ARAGÃO *et al*, 2013), como mostra a Tabela 1 abaixo.

RELAÇÃO ENTRE ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS	COEFICIENTES DE DESAGREGAÇÃO
5 min para 30 min	0.34
10 min para 30 min	0.54
15 min para 30 min	0.70
20 min para 30 min	0.81
25 min para 30 min	0.91
30 min para 1 h	0.74
1 h para 24 h	0.42
2 h para 24 h	0.48
3 h para 24 h	0.54
6 h para 24 h	0.72
8 h para 24 h	0.78
10 h para 24 h	0.82
12 h para 24 h	0.85
24 h para 1 dia	1.14

Tabela 1: Coeficientes de desagregação de chuvas

As durações escolhidas foram de 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutos e 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas. A equação de chuvas intensas foi ajustada por regressão linear. O passo a passo dos cálculos dos parâmetros da equação IDF está descrito abaixo.

ALGORITMO PARA OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS (K, M, B, N) DA EQUAÇÃO IDF

Foram selecionados dos pluviogramas as maiores alturas pluviométricas, nas diferentes durações do evento de chuva. Portanto, foi extraído de cada ano o maior valor pluviométrico (mm) para cada duração, que posteriormente essas alturas foram

transformadas em intensidades pluviométricas. Após os dados serem selecionados manualmente, as séries anuais de precipitações máximas com diferentes durações foram compostas, sendo analisadas as durações de 5, 10, 15, 30, 60, 120, 240, 360, 720, 1080 e 1440 minutos.

Posteriormente fez-se uma análise estatística dos valores das intensidades de chuvas nas diferentes durações avaliadas para verificação da adequabilidade da distribuição de Gumbel. A distribuição de Gumbel é representada pela equação (1):

$$f(x) = \left(\frac{1}{\alpha}\right) \exp \left\{ - \left[\frac{x-\beta}{\alpha} \right] - \exp \left[\left(- \frac{x-\beta}{\alpha} \right) \right] \right\} \quad \text{equação (1)}$$

Onde: $f(x)$ é a função densidade de probabilidade da distribuição de Gumbel; x é a variável aleatória associada a valores máximos do período, onde $-\alpha < x < \beta$; β é denominado parâmetro de posição, onde $-\alpha < \beta < \alpha$; e α é o parâmetro de escala para $\alpha > 0$.

A função de distribuição acumulada da variável aleatória x , para valores extremos máximos, é dada pela equação (2):

$$F(x) = \exp \left\{ - \exp \left(- \frac{x-\beta}{\alpha} \right) \right\} \quad \text{equação (2)}$$

Os valores de α e de β da distribuição de probabilidade de Gumbel foram estimados pelo método dos momentos utilizando-se as seguintes equações (3) e (4), respectivamente:

$$\alpha = \frac{S}{1.283} \quad \text{equação (3)}$$

$$\beta = \text{Méd} - 0.45xS \quad \text{equação (4)}$$

Onde: S e Méd é o desvio padrão e a média, respectivamente.

O ajuste de distribuição de probabilidade de Gumbel foi avaliado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov expresso pela equação (5):

$$D_{n\text{máx}} = \text{Máx} |P(x) - P_0(x)| \quad \text{equação (5)}$$

Onde: $D_{n\text{máx}}$ é o valor absoluto do teste de Kolmogorov-Smirnov; $P(x)$ é a frequência acumulada observada; e $P_0(x)$ é a frequência acumulada da distribuição de probabilidade avaliada. A hipótese de nulidade de H_0 é aceita sempre que o valor $D_{n\text{máx}}$ for menor que um valor crítico tabelado, quando isso acontece os dados se ajustam a distribuição testada.

Para o cálculo da intensidade máxima provável e da equação IDF, utilizou-se o método de Chow-Gumbel (CHOW, 1964) para realizar a análise probabilística das máximas intensidades pluviométricas para um determinado período de retorno. A

equação (6) expressa matematicamente o método.

$$X_t = \text{Méd} + \left(\frac{S_x}{\sigma_n}\right) \cdot (y - y_n) \quad \text{equação (6)}$$

Onde: X_t é a intensidade pluviométrica máxima esperada para o período de retorno (T_r)(intensidade do evento) em mm/h; Méd é a média aritmética das intensidades pluviométricas da série em mm/h; S_x é o desvio padrão das intensidades pluviométricas da série em mm/h; σ_n é o desvio padrão da variável reduzida; e y_n é a média da variável reduzida.

A variável reduzida é expressa pela equação (7), onde T_r é o período de retorno em anos.

$$y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \left(\frac{1}{T_r} \right) \right) \right] \quad \text{equação (7)}$$

O desvio padrão e a média da variável reduzida, que dependem apenas do tamanho da amostra, foram obtidas em tabela publicadas por Kite (1978).

A equação IDF utilizada que relaciona os parâmetros intensidade, duração e frequência da precipitação apresenta a forma da equação (8).

$$i = \frac{K \cdot (T_r^m)}{(t+b)^n} \quad \text{equação (8)}$$

Onde: i é a intensidade máxima média de chuva em mm/h; t é o tempo de duração da chuva em minutos, e k , b , m e n são parâmetros empíricos. Objetivando determinar os valores dos parâmetros empíricos, a equação (8) foi reescrita na forma da equação (9).

$$i = \frac{C}{(t+b)^n} \quad \text{equação (9)}$$

A primeira etapa para determinação dos parâmetros da equação IDF é transformar a equação (9) na equação da reta mediante as propriedades dos logaritmos como mostra a equação (10).

$$\log i = \log C - n \log(t + b) \quad \text{equação (10)}$$

Portanto, foram calculados os logaritmos da intensidade para cada duração ($\log i$) e para diferentes períodos de retorno. O valor de b foi obtido por tentativas, utilizando-se análise de regressão aplicada aos valores do logaritmo da intensidade ($\log i$) para um dado período de retorno, relacionado aos logaritmos das durações ($\log t$). Na segunda etapa utilizou-se regressão linear simples, que geraram gráficos de dispersão

onde nas ordenadas estavam os valores de $\log i$, e nas abcissas os $\log(t+b)$, e assim, estimou-se os coeficientes angular (n) e linear ($\log C$), para cada período de retorno. Os parâmetros k e m também foram estimados pelo método dos mínimos quadrados conforme a equação (11), onde $\log k$ e m são os coeficientes linear e angular da reta, respectivamente.

$$\log C = \log K - m \log T \quad \text{equação (11)}$$

A avaliação do ajuste dos parâmetros da equação IDF, para regressão linear foi realizada pelo R^2 , obtido pelo quadrado da equação (12), onde x são os valores observados, Méd são os valores médios observados, y valores estimados, \hat{Y} valores médios estimados.

$$r = \frac{\Sigma(x - \text{Méd}).(y - \hat{Y})}{(\Sigma(x - \text{Méd}).(y - \hat{Y}))^{0.5}} \quad \text{equação (12)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 mostra os parâmetros (k , m , b , n) da equação (8) encontrados para o município de Santo Estevão ajustados por regressão linear para a distribuição de Gumbel, afirmado por Aragão *et al* (2013) como a mais ajustada e mais indicada. Os parâmetros da equação IDF apresentaram bom ajuste, com coeficiente de determinação (R^2) maior que 99%.

MUNICÍPIO	K	m	b	n	R ²
Santo Estevão	932.47	0.18	14.29	0.79	0.998

Tabela 2: Parâmetros ajustados para a equação IDF e valor de R^2 para os parâmetros ajustados

Substituindo os valores encontrados dos parâmetros K , m , b e n na equação (8), obtém-se que a equação de chuva para o município de Santo Estevão é representada pela equação (13):

$$i \text{ (mm/h)} = \frac{932.47 \times (Tr^{0.18})}{(td + 14.29)^{0.79}} \quad \text{equação (13)}$$

A Tabela 3 mostra os valores das precipitações obtidas para as durações de 5 a 1440 minutos e para o período de retorno de 2 a 100 anos, substituídos na equação (8).

Duração (min)	Tempo de Retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
5	101.93	120.20	136.16	146.46	154.24	160.56	181.89	206.04
10	84.96	100.18	113.49	122.08	128.56	133.83	151.60	171.73
15	73.28	86.41	97.89	105.29	110.89	115.43	130.76	148.12
30	52.85	62.32	70.60	75.94	79.98	83.25	94.31	106.84
60	35.12	41.42	46.92	50.47	53.15	55.32	62.67	71.00
120	22.00	25.94	29.39	31.61	33.29	34.65	39.26	44.47
240	13.28	15.67	17.75	19.09	20.10	20.93	23.70	26.85
360	9.79	11.54	13.08	14.06	14.81	15.42	17.47	19.79
720	5.75	6.78	7.68	8.26	8.70	9.05	10.26	11.62
1080	4.19	4.94	5.60	6.03	6.35	6.61	7.48	8.48
1440	3.35	3.95	4.47	4.81	5.07	5.28	5.98	6.77

Tabela 3: Valores de precipitação para um determinado Tr e td

A partir dos dados obtidos na Tabela 3, chegou-se a curva IDF do município de Santo Estevão-BA, mostrado na Figura 1, onde no eixo da abcissa corresponde a duração da chuva em minutos e no eixo da ordenada os valores correspondentes à intensidade máxima da precipitação em mm/h.

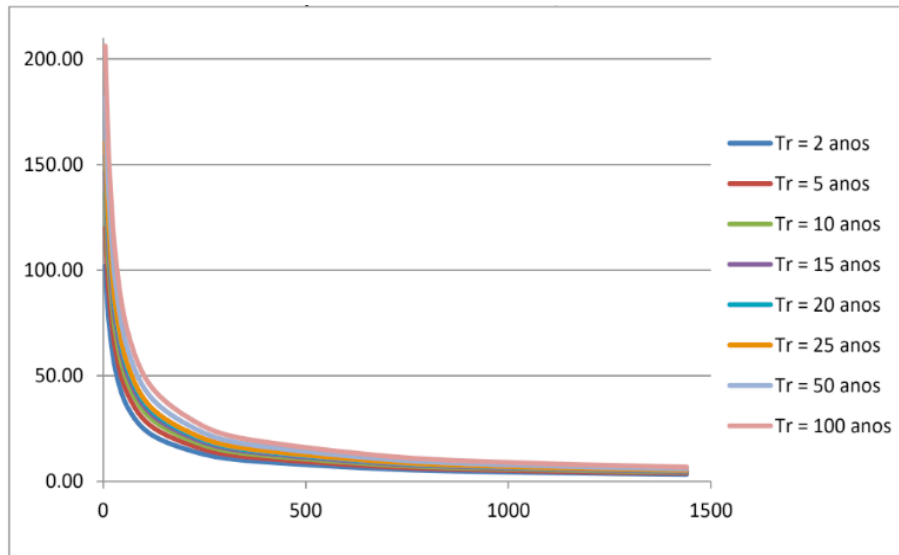


Figura 1: Curva IDF da cidade de Santo Estevão-BA gerada a partir dos parâmetros obtidos pelo modelo de distribuição de Gumbel

Comparando os parâmetros (k, m, b, n) obtidos por trabalhos de chuvas intensas realizados pelo Brasil com os parâmetros (k, m, b, n) determinados nesse trabalho, notou-se que os valores encontrados correspondem as magnitudes apresentadas nesses outros trabalhos (SAMPAIO, 2011). Na curva IDF apresentada na Figura 1 é possível notar o comportamento típico dessas curvas, onde a intensidade é indiretamente proporcional à duração, ou seja, quanto menor a duração da chuva,

maior é sua intensidade máxima. Além disso, com o aumento do tempo de recorrência das precipitações, as intensidades também aumentam, mostrando uma relação diretamente proporcional entre a intensidade e o período de retorno. Os resultados obtidos contribuem para fortalecer a importância da obtenção de equações IDF para localidade, uma vez que, quando um determinado local não apresenta séries históricas diárias de chuvas, o recomendado para dimensionamento de obras hidráulicas é que se utilize a equação IDF da localidade mais próxima e com características climáticas e de pluviosidade mais semelhante, causando insegurança e incerteza nos valores dimensionados das estruturas hidráulicas, podendo ocasionar em subdimensionamento ou superdimensionamento, visto que cada localidade possui seu comportamento para uma dada precipitação associada a um período de retorno e uma duração (SILVA & MELLO, 2008).

CONCLUSÕES

A determinação da curva IDF pelo método da desagregação de chuvas de 24h se mostrou possível para o município de Santo Estevão e pode ser aplicada para localidades onde não há dados pluviográficos. A metodologia utilizada neste estudo permitiu gerar a relação intensidade-duração-frequência com base em dados pluviométricos, e a partir da curva e da equação IDF obtida, ambas podem ser utilizadas exclusivamente em obras hidráulicas da região que foram determinadas.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. de.; SANTANA, G. R. de; COSTA, C. E. F. F. da.; CRUZ, M. A. S.; FIGUEIREDO, E. E. de.; SRINIVASAN, V. S. Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.17, n.3, p.243-252, 2013.

CHOW, V. T. **Handbook of applied hydrology**. New York: McGraw Hill Co, 1964. 42p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística Cidade Santo Estevão**. 2017. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/santo-estevao/panorama> >. Acesso em: 09 de mar. de 2018.

KITE, G. W. **Frequency and risk analyses in hidrology**. Fort Collins: Water Resouces, 1978. 249p.

SAMPAIO, M. V. **Espacialização dos coeficientes das equações de chuvas intensas em bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul**. 2011. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de. **Hidrologia: Precipitação**. Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras. 2008. 67 p.

DETERMINAÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO APLICADO AO MONITORAMENTO DA LAGOA MIRIM E ATUAÇÃO DA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Gabriel Borges dos Santos

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul

Marlon Heitor Kunst Valentini

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul

Larissa Aldrighi da Silva

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul

Marcos Antonio da Silva

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos
Pelotas – Rio Grande do Sul

Marília Guidotti Corrêa

Universidade Federal de Pelotas, Agência da Lagoa Mirim
Pelotas – Rio Grande do Sul

Francine Vicentini Viana

Universidade Federal de Pelotas, Agência da Lagoa Mirim
Pelotas – Rio Grande do Sul

Vitor Alves Lourenço

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul

Willian César Nadaleti

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias

Pelotas – Rio Grande do Sul

Bruno Müller Vieira

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul

RESUMO: A Lagoa Mirim constitui-se em um dos principais corpos hídricos do sistema lagunar meridional da América do Sul, apresentando um regime de águas compartilhadas entre o Brasil e o Uruguai. Suas águas afluem através do canal de São Gonçalo, à Lagoa dos Patos, para posteriormente serem lançadas no Oceano Atlântico, pelo canal de Rio Grande. O monitoramento da qualidade deste recurso hídrico é de grande importância. Sendo assim, o objetivo desse estudo é avaliar a qualidade das águas da Lagoa Mirim e analisar os parâmetros oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio através de análises estatísticas em relação às médias anuais desses referidos parâmetros por um determinado período de tempo, confirmando a importância da análise de tais variáveis e atestando a relevância do uso do método utilizado para o monitoramento dessa bacia hidrográfica.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoa Mirim; Recursos Hídricos; Análise de variância.

ABSTRACT: Mirim Lagoon is one of the main

water bodies of the southern lagoon system of South America, presenting a regime of shared waters between Brazil and Uruguay. Its waters flow through the channel of São Gonçalo, to Lagoa dos Patos, and later to be launched in the Atlantic Ocean, by the channel of Rio Grande. Monitoring the quality of this water resource is of great importance. Therefore, the objective of this study was to evaluate the water quality of the Mirim Lagoon through the use of a correlation matrix between its monitoring variables, establishing the variables of greater correlation with each other. Throughout the study, it could be observed to evaluate the water quality of the Mirim Lagoon and to analyze the dissolved oxygen and biochemical oxygen demand parameters through statistical analyzes over the annual averages of these parameters for a given period of time, confirming the importance of the analysis of such variables and attesting the relevance of the use of the method used for the monitoring of this river basin.

KEYWORDS: Mirim Lagoon; Water resources; Analysis of variance.

1 | INTRODUÇÃO

A poluição das águas é um dos assuntos mais discutido nos dias de hoje. Isso se deve ao fato de seus variados usos das mais variadas formas, onde sem o cuidado necessário pode gerar problemas ambientais que se acumulam com o tempo (SILVEIRA, 2014).

A qualidade dos mananciais esta relacionada em função das condições naturais e das ações antrópicas (VON SPERLING, 2005). A crescente contaminação dos recursos hídricos é causada pelo descarte de efluentes domésticos e industriais que comprometem o uso deste recurso (VASCO et al, 2011). Além disso, ao longo dos corpos hídricos é comum a existência de moradias, que na maioria das vezes se localizam de maneira irregular nas margens dos mesmos, colaborando para a degradação da qualidade das águas (VOLOCHEN, 2011).

A Lagoa Mirim se localiza geograficamente no território brasileiro e uruguaio se estendendo do sul do Brasil a Leste de Uruguai (OLIVEIRA et al, 2015). Além disso, esse recurso é considerado o segundo maior corpo hídrico do país, possuindo aproximadamente 375 mil hectares de superfície da água (STEINKE et al., 2008). Ainda, segundo STEINKE et al. (2008), a Lagoa mirim vem sofrendo com as atividades antrópicas desenvolvidas em seu entorno, principalmente atividades relacionadas com agricultura, tendo como consequência um elevado índice de poluição. Ressalta-se ainda que a Lagoa possui um ecossistema de grande importância devido às áreas úmidas em seu entorno.

Para que essa poluição seja reduzida o monitoramento destas águas se faz necessário, assim identificando os grupos de poluentes e os locais de poluição pontual para que sejam tratados (PEREIRA, 2004). Segundo OLIVEIRA (2013), o monitoramento da qualidade das águas é um instrumento de grande importância para se avaliar as características de um corpo hídrico com intuito de verificar alterações nas

mesmas.

Um dos parâmetros analisados para verificar a qualidade da água é o oxigênio dissolvido (OD), sendo reconhecido como o parâmetro mais importante para expressar essa qualidade. A concentração deste parâmetro nas águas está relacionada com fatores como temperatura, pressão atmosférica, salinidade e velocidade de correnteza da água, além disso, outro fator relacionado com a redução de OD em corpos hídricos se deve as ações antropogênicas (LIBÂNIO, 2010).

Outro parâmetro utilizado para verificar a qualidade da água é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), sendo sua análise utilizada para a verificação da eficiência do tratamento biológico de esgotos e indicador de uma possível contaminação de mananciais. Resumidamente, quanto maior for o valor de DBO mais poluída estará à água. Esse parâmetro representa a quantidade de oxigênio que os microrganismos consomem através da respiração aeróbica durante a oxidação da matéria orgânica (BARBOSA, 2016), em outras palavras, é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por micro-organismos aeróbicos para uma forma inorgânica estável em um determinado intervalo de tempo, a uma dada temperatura. A determinação da DBO se dá pela diferença entre as medidas do OD inicial e do OD final (SOUZA, 2010).

No Brasil o limite para a DBO é dividido em 5 classes diferentes segundo a resolução do CONAMA Nº 357/2005, sendo que essa classe muda de acordo com as características do recurso hídrico e qualidade da água. Se o corpo de água não tiver sido enquadrado, as águas doces serão consideradas de classe 2 de acordo com artigo 38 desta mesma resolução, onde o limite definido para DBO é de até 5 mg/L O₂.

O uso de métodos estatísticos para avaliar a qualidade da água e melhor entender a influência de certos parâmetros nessa qualidade é bastante comum nos dias de hoje (HAIR, 2009). Sendo assim, com intuito de analisar a qualidade da água da Lagoa Mirim em relação aos parâmetros OD e DBO o objetivo desse trabalho foi realizar análises estatísticas em cima das médias anuais desses referidos parâmetros para um determinado período de tempo.

2 | METODOLOGIA

2.1 Area de estudo e pontos de monitoramento:

A área de estudo desta pesquisa foi desenvolvida na Lagoa Mirim, localizada entre o extremo sul do Brasil e o norte do Uruguai (Figura 1). Essa lagoa constitui o segundo maior lago natural do Brasil e, além disso, sua junção com a Lagoa dos Patos através do Canal São Gonçalo forma o maior sistema lagunar da América do Sul (SANTOS et al; 2003).

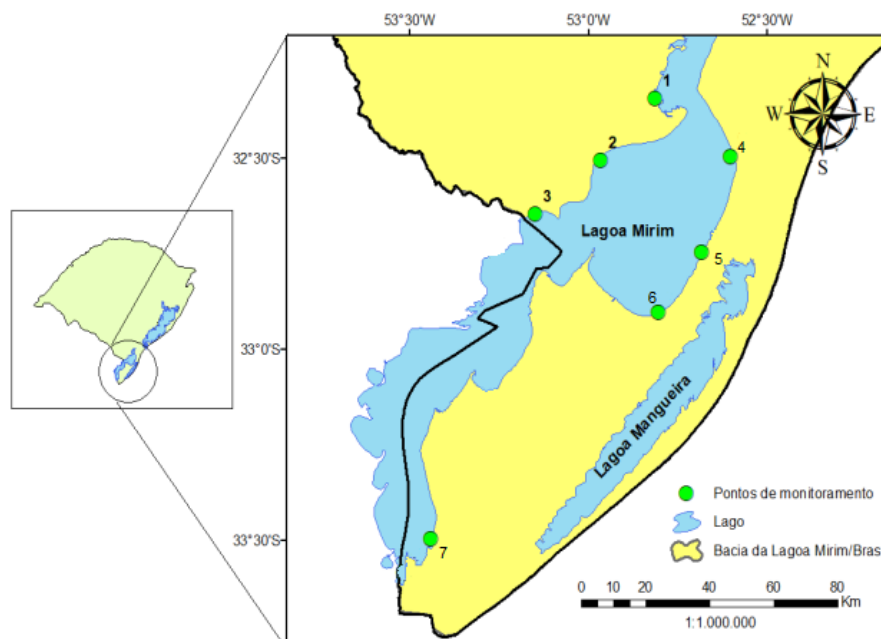


Figura 1: Lagoa Mirim e pontos de monitoramento.

Fonte: adaptado de TORMAM, et al. (2017).

Os sete pontos utilizados para realizar o monitoramento da qualidade da água ficam distribuídos em ambos os lados da Lagoa, conforme demonstrado na Figura 1. Para este monitoramento foi realizado um total de 32 coletas correspondentes aos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017. A Tabela 1 apresenta a identificação desses sete pontos além das suas respectivas coordenadas.

Identificação	Coordenadas	
1- Praia Pontal	32°20'052"	052°49'21,5"
2- Fazenda Bretanha	32°29'14,0"	052°58'14,9"
3- Fazenda São Francisco	32°38'25,6"	053°08'56,8"
4- Capilha	32°29'23"	052°35'33"
5- Curral Alto	32°44'47.41"	52°40'35.99"
6- Vila Anselmi	32°54'31"	052°48'08"
7- Porto Santa Vitória	33°29'51"	053°26'09"

Tabela 1: Pontos de monitoramento.

A coleta, armazenamento, preservação e análise das amostras de OD e DBO foram realizadas pela Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM), na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), localizada na cidade de Pelotas-RS e procedimento das análises laboratoriais seguiram as normas padrão do *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*.

2.2 Análises de DBO E OD:

O primeiro procedimento a ser desenvolvido na determinação de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) se dá no momento da coleta da amostra. a mesma é coletada em dois frascos vedados e completamente cheios para que não ocorra liberação do oxigênio presente nos mesmos. Somente em um dos frascos é adicionado 1mL de sulfato de manganês e iodeto alcalino com azida sódica no momento da coleta para posterior encubação juntamente com o outro frasco em uma incubadora específica com temperatura em torno de 20°C por cinco dias.

O oxigênio dissolvido (OD) dessas amostras é determinado antes e depois da incubação por determinação titrimétrica. Ou seja, o resultado de DBO é obtido através da diferença entre OD inicial e final, sendo o OD inicial determinado logo após chegar ao laboratório e o OD final após 5 dias na incubadora.

Para a determinação de OD é adicionado 1mL de ácido sulfúrico concentrado na amostra que já recebeu no momento da coleta azida sódica e sulfato de manganês. Após a dissolução de todo o precipitado pelo ácido sulfúrico, uma alíquota de 200mL da amostra é transferida para um erlenmeyer de 250mL, onde posteriormente é adicionado algumas gotas de um indicador de amido até atingir uma coloração preta, logo após o mesmo é titulado com tiosulfato de sódio (0,025M) até atingir uma coloração palha pálida. O mesmo processo se dá a amostra incubada 5 dias pós a coleta.

2.3 Análise estatística

Para fins deste estudo, no que concerne ao monitoramento da qualidade das águas da Lagoa Mirim através das análises de DBO e OD, fez-se uso de métodos estatísticos a fim de analisar a variância destes dois parâmetros em relação aos pontos de monitoramento e aos anos estudados. Os métodos utilizados foram o método ANOVA e gráficos demonstrando a variação das médias de DBO e OD para os parâmetros considerados.

A análise de variância (ANOVA) é um método utilizado para se testar quais parâmetros possuem significância no que diz respeito a sua variabilidade para a variável independente considerada, ou seja, serve para mostrar se existe ou não diferença significativa entre os resultados (BILGIN, 2015).

Já a respeito dos gráficos, estes foram feitos apenas para os resultados que obtiveram p valor < 0,05 para o teste ANOVA, ou seja, foi testada a significância da variabilidade de DBO e OD tanto para os pontos de monitoramento quanto para os anos de estudo, porém somente no caso de haver diferença significativa, rejeitando-se a hipótese nula para um limite de confiança de 95%, que se produziram os gráficos para visualizar esta diferença.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas relativas a este estudo se deram através de análises de variância (ANOVA), bem como de gráficos do comportamento das médias das variáveis estudadas. No que concerne a análise ANOVA, essa foi feita para duas variáveis independentes, sendo elas para os pontos de monitoramento e para os anos de estudo.

Para os pontos de monitoramento pode-se observar, conforme demonstrado na tabela 2, que não há variabilidade significativa nas concentrações de DBO e OD entre os pontos estudados descritos na Tabela 1. Isso se corrobora pelo fato de que, apesar de alguns pontos terem uma grande distância entre si, todos eles fazem parte do mesmo corpo hídrico.

		Soma dos Quadrados	GI	Quadrado médio	F	Sig.
DBO	Entre Grupos	0,918	6	0,153	0,366	0,892
	Nos Grupos	8,788	21	0,418		
	Total	9,706	27			
OD	Entre Grupos	3,581	6	0,597	1,907	0,127
	Nos Grupos	6,573	21	0,313		
	Total	10,154	27			

Tabela 2: Análise de variância (ANOVA) para os pontos de monitoramento.

Fonte: Próprio autor.

Já no que concerne a análise de variância entre os anos estudados, é observável, conforme demonstrado na Tabela 3, uma diferença significativa nas concentrações de DBO e OD entre os anos de monitoramento. Esse fato pode ser relativo a uma série de fatores que influenciam nas concentrações destes parâmetros, dentre eles destacando-se fatores climáticos e fatores relativos a contaminação por despejos ricos em nutrientes e matéria orgânica.

		Soma dos Quadrados	GI	Quadrado médio	F	Sig.
DBO	Entre Grupos	4,882	3	1,627	8,095	0,001
	Nos Grupos	4,824	24	0,201		
	Total	9,706	27			
OD	Entre Grupos	4,603	3	1,534	6,633	0,002
	Nos Grupos	5,551	24	0,231		
	Total	10,154	27			

Tabela 3: Análise de variância (ANOVA) para os anos de monitoramento.

Fonte: Próprio autor.

Uma vez demonstrado, através das Tabelas 2 e 3, que só há variância significativa

para os anos de monitoramento, a próxima etapa deste estudo é mostrar como essas variâncias ocorrem. Observa-se, então, que no ano de 2016 se verificou a maior concentração para as duas variáveis estudadas, bem como no ano de 2015 se observa a menor concentração de DBO e em 2017 temos valores mais baixos tanto para DBO quanto para OD. Conforme dito anteriormente, essa variação pode estar atrelada a diversos fatores, sendo eles climáticos ou de poluição.

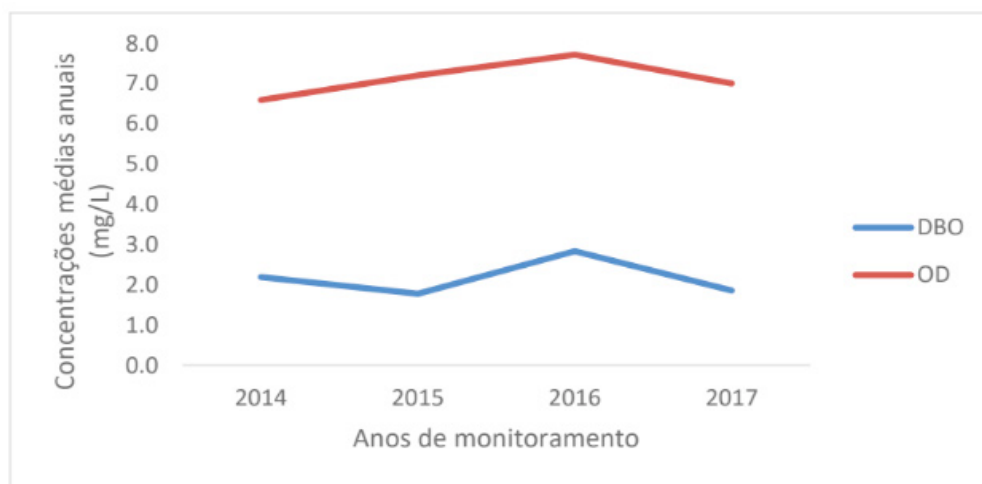


Gráfico 1: Comportamento das variáveis DBO e OD ao longo dos anos de monitoramento.

Fonte: Próprio autor.

4 | CONCLUSÕES

O estudo permitiu concluir que a análise de DBO e OD é uma ferramenta essencial para saber a qualidade dos recursos hídricos, além de auxiliar no monitoramento dos mananciais contribuindo para as tomadas de decisões garantindo desta forma a sustentabilidade do sistema aquático. Em relação as análises estatísticas pode-se concluir que, para o recurso hídrico estudado, não há uma variabilidade significativa para as variáveis DBO e OD entre os pontos de monitoramento, mas sim evidencia-se uma variabilidade significativa no que concerne a DBO e OD do recurso hídrico como um todo entre os anos de monitoramento.

Ainda é possível se concluir que as ferramentas estatísticas utilizadas demonstram ser uma boa ferramenta para o monitoramento da qualidade das águas do recurso hídrico em questão.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, D. N. R; VARGAS, R. R. **Estudo comparativo da DBO e DQO em amostras de águas superficiais na Microbacia Cubas, Guarulhos – SP.** Revista educação – Química v.11, n.3. 2016.

BILGIN, Ayla; KONANÇ, Mustafa Umut. **Evaluation of surface water quality and heavy metal pollution of Coruh River Basin (Turkey) by multivariate statistical methods.** Environmental Earth Sciences, v. 75, n. 12, p. 1029, 2016.

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Nº 053, de 18/03/2005.

HAIR Jr., J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. & TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados.** 6.ed. Porto Alegre, Bookman, 2009. 688p

LIBÂNIO, M. **Fundamentos da Qualidade da água.** Campinas, SP. Editora Átomo, 3ª Edição, 2010.

OLIVERIA, B. S. S. **Qualidade da Água associada à Vulnerabilidade Climática e Riscos Sanitários no Baixo Rio Jarí – AP.** Trabalho de Conclusão de Curso – Pró-Reitoria de Ensino e Graduação – Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013. 56 f.

OLIVEIRA, H. A; FERNANDES, E. H. L; MOLLER Jr., O. O; COLLARES, G. L. **Processos Hidrológicos e Hidrodinâmicos da Lagoa Mirim.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 20, nº. 1, Porto Alegre jan./mar. p. 34 – 45, 2015.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos.** Revista Eletrônica de recursos hídricos, v. 1, n. 1, p. 20-36, 2004.

SANTOS, I. R; BAISCH, P; LIMA, G. T. N. P. **Metais pesados em sedimentos superficiais da Lagoa Mirim, Fronteira Brasil-Uruguaí.** Geochim. Brasil., 17(1)037-047, 2003.

SILVEIRA, A. M. **Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio sergipe usando análise multivariadas de dados.** Dissertação de mestrado - Programa de pós-graduação em recursos hídricos - Universidade Federal De Sergipe, 2014.

SOUZA, G. S. **Avaliação da Bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu utilizando análise multivariada.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

STEINKE, V.A. & SAITO, C.H. **Exportação de carga poluidora para identificação de áreas úmidas sob risco ambiental na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim.** Sociedade & Natureza, v. 20, n. 2, p. 43 67. 2008.

TORMAM, M. F; BORK, C. K; GUEDES, H. A. S; MANZKE, J; FERRÃO, A. L. **Variabilidade sazonal da qualidade da água na Lagoa Mirim, RS, Brasil.** RBES - Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade. v.4, n.2, p.54-59, dez. 2017.

VASCO, A. N; BRITTO, F. B; PEREIRA, A. P. S; MÉLLO Jr., A. V. M; GARCIA, C. A. B; NOGUEIRA, L. C. **Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na Sub-Bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil.** Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. v. 6, n. 1, 2011.

VOLOCHEN, V. **Análise comparativa entre uso e ocupação do solo e qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Palmital - PR;** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, abril- maio, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos-** 3 ed.- Belo Horizonte: departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais,2005.

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM/BA

Fernando Augusto Kursancew

Arquiteto e Urbanista. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Mestrando em Extensão Rural UNIVASF. fernandoauk@gmail.com

Diamile Patricia Lucena da Silva

Engenheira Ambiental e Segurança do Trabalho. Especialista em Gestão, Perícia e Auditoria Ambiental Mestranda em Extensão Rural UNIVASF.diamile23@gmail.com

Geisa Luiza Macedo Silva

Engenheira Ambiental e Licenciada em Geografia. Especialista em Metodologia de Ensino de História e Geografia / Especialista em Hipermídias. Pós-graduanda em Engenharia de Segurança do Trabalho / Pós-graduada em MBA em Gestão, Perícia e Auditoria Ambiental.geisaluiza27@hotmail.com

RESUMO: As cidades e os municípios brasileiros de pequeno e médio porte encontram dificuldades no momento de dar a destinação final aos resíduos sólidos produzidos, sendo este, um problema de grande abrangência em virtude da quantidade cada vez maior do lixo produzido pelo homem. As prefeituras municipais tentam encontrar alternativas de baixo custo e adaptadas às especificidades locais, de modo a torná-las viáveis no menor tempo possível. Esta parece ser a melhor

forma de driblar as dificuldades e imprimir as mudanças necessárias. Através da inquietação sobre a destinação correta dos resíduos sólidos do Município de Senhor do Bonfim/BA, este artigo tem o objetivo de realizar um diagnóstico sobre a atual situação do gerenciamento de resíduos sólidos do Município à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei N° 12.305/2010). Para obter esse resultado, foram utilizados métodos tais como a visita in loco, entrevistas, registros fotográficos e pesquisa que resultaram na caracterização dos processos ligados aos resíduos. Contudo percebeu-se que a atual forma de gerenciamento dos resíduos sólidos da cidade de Senhor do Bonfim (BA) causa impactos ambientais, e que é necessário empenho concreto na proteção ambiental, através da mobilização e comprometimento da gestão pública aliado à sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos. Gerenciamento. Impactos.

INTRODUÇÃO

A sociedade vê-se diante de uma problemática que atinge o mundo inteiro que é a degradação do meio ambiente e a exaustão dos recursos naturais em detrimento da manutenção do sistema socioeconômico mundial. As causas das agressões ao meio ambiente são de ordem política, cultural e econômica. A sociedade civil

ainda não prioriza como deveria, por insensibilidade, a defesa do meio ambiente. Ao contrário das sociedades indígenas, cuja cultura respeitava a natureza, o homem moderno só começou a perceber a necessidade de combater a poluição quando os efeitos dela lhes caíram sobre a cabeça, afirma Dias (2004). Empresários com visão de curto prazo e indiferentes aos danos ao meio ambiente, deixaram em segundo plano o controle ambiental.

Degradação ambiental e pobreza estão intimamente relacionadas. Populações de regiões em crescimento tornam-se pobres através de programas econômicos mal formulados e inadequados, sendo forçadas a usar em excesso e a degradar os recursos, a fim de garantir a sobrevivência; de modo que os recursos danificados não suportaram por muito tempo o crescimento econômico (TOZONI-REIS, 2004). Historicamente, tal fato bloqueou o potencial de desenvolvimento de muitas sociedades e reduziu sua estabilidade. Dessa forma, o investimento básico em pessoas e ecologia prósperas é fundamental para qualquer economia possa se desenvolver.

A incorporação da variável ambiental no planejamento e na definição de políticas públicas na última década colocou em evidência um dos problemas mais graves da sociedade moderna, antes tratado como uma questão secundária: o lixo. As mudanças quantitativas e qualitativas no lixo, ocasionadas pelo aumento da população, das taxas de urbanização e intensificadas a partir da introdução de novos padrões de consumo, baseados na diversidade e favorecidos pela maior disponibilidade dos bens no mercado, exigem uma reflexão maior quanto às alternativas operacionais e institucionais para o manejo dos resíduos sólidos.

As soluções técnicas hoje disponíveis no País para a totalidade dos serviços de limpeza urbana e disposição final dos resíduos, representam significativo avanço, malgrado existirem ainda entraves financeiros e administrativos para sua implantação. As prefeituras municipais tentam encontrar alternativas de baixo custo e adaptadas às especificidades locais, de modo a torná-las viáveis no menor tempo possível. Esta parece ser a melhor forma de driblar as dificuldades e imprimir as mudanças necessárias. As cidades e os municípios brasileiros de pequeno e médio porte encontram dificuldades no momento de dar a destinação final aos resíduos sólidos produzidos pelos seus munícipes, sendo este um problema de grande abrangência em virtude da quantidade cada vez maior do lixo produzido pelo homem. Pergunta-se então: como as autoridades competentes da cidade de Senhor do Bonfim gerenciam os resíduos sólidos? Este é o questionamento que motivou a execução deste estudo.

OBJETIVOS

Objetivou-se de maneira geral realizar um diagnóstico sobre a atual situação do gerenciamento de resíduos sólidos do Município de Senhor do Bonfim em relação às formas de destinação, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Nº 12.305/2010). Especificamente

objetivou-se:

- Investigar sobre a produção de resíduos sólidos na cidade de Senhor do Bonfim, Bahia;
- Discorrer sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos e como ele acontece na cidade de Senhor do Bonfim, Bahia;
- Relatar algumas formas de gerenciamento dos resíduos sólidos, tais como a educação ambiental dos municípios e a coleta seletiva do lixo;

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos utilizados neste estudo foram orientados à luz da pesquisa qualitativa. Ela é o caminho ideal para penetrar e compreender o significado e a intencionalidade das falas, vivências, valores, percepções, desejos, necessidades e atitudes dos trabalhadores, estudantes, estudantes-trabalhadores. À vista disso os sujeitos investigados responderam de acordo com sua perspectiva pessoal, expressando-se livremente.

Seguindo esta metodologia na realização da pesquisa aplicada, houve o emprego de técnicas destinadas ao levantamento de dados e informações que deram resultado e sustentação ao estudo; dentre estas técnicas estão visitas às Secretarias de Infraestrutura e do Meio Ambiente do Município, além de visitas a área de estudo (lixão) para reconhecimento. Foram realizadas também várias tomadas fotográficas que identificassem os graves problemas ambientais ocasionados pelo mau acondicionamento dos resíduos sólidos urbanos. A pesquisa também buscou qualificar os resíduos, identificar os tipos produzidos em Senhor do Bonfim em face da natureza e dos hábitos de consumo da população, analisando o gerenciamento, bem como os principais agentes que atuam, na geração, na coleta, no transbordo e tratamento dos resíduos sólidos. Os instrumentos utilizados na pesquisa foram à observação e a aplicação de questionários.

O município de Senhor do Bonfim situa-se na região nordeste do Estado da Bahia e é um dos principais integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicurú. Segundo o IBGE (2016), detém a maior importância econômica na sua circunscrição, sendo a Sede da 28ª Região Administrativa do Estado. Sua área é de 1.125 Km² e segundo o IBGE (2016), a população nos anos de 2016 é 80.764 habitantes, possuindo densidade demográfica de 89,93 hab./km².

Os resíduos do município são dispostos a céu aberto no lixão chamado Cascalheira, propriedade particular alugado à Prefeitura, sem qualquer controle, transformando-se num imenso monturo a céu aberto, em uma área com cerca de 20.000 m², onde o lixo é mal acumulado e mal distribuído, poluindo toda a sua área de influência num raio de aproximadamente dois quilômetros. Esta área alaga com as chuvas e formam abaciados de chorume e que também percola para a rede de

drenagem das águas pluviais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, o lixo gerado nas cidades é normalmente lançado na periferia formando os lixões, onde os resíduos permanecem a céu aberto, sem medidas de proteção ao ambiente ou à saúde pública. Esse tipo de despejo favorece a disseminação de doenças por meio de insetos e ratos, gera mau cheiro e, principalmente, contamina o solo e as águas.

Após averiguação das características de Senhor do Bonfim para a coleta e tratamento dos resíduos sólidos foi determinado que o município conta com 147 garis no serviço de varrição e capinação; a coleta do lixo é realizada por uma empresa privada, Torre Empreendimentos, contratada pela Prefeitura Municipal, que é responsável pela coleta, remoção, varrição e limpeza de vias e logradouros e coleta de entulhos. Esta empresa é composta por 4 caminhões compactadores (2 circulam durante o dia e 2 durante a noite), 2 caminhões caçambas para remoção de entulhos e 1 máquina pá carregadora. Esta empresa possui 38 funcionários sendo 19 garis, 7 motoristas, 2 operários de manutenção, 4 vigias, 3 administrativos, 1 operador de máquinas, 2 como agentes de limpeza na remoção de entulhos. A empresa não é responsável pela coleta de resíduos hospitalares.

A quantidade de garis é relativamente alta se levar em conta que em outros municípios a limpeza pública é realizada por quantidades menores de pessoas, como é o caso de Teixeira (MG), onde Mól (2007) afirma que para o serviço de varrição a cidade conta com 32 funcionários que realizam esta tarefa pelas ruas e praças, de segunda a sexta-feira.

A frequência da coleta nos bairros periféricos da cidade a coleta é feita três vezes por semana, na região central da cidade é realizada todos os dias e nos povoados e distritos a coleta é feita duas vezes por semana. Sousa (2012), com relação à frequência dos serviços de coleta de lixo, afirma que a zona urbana geralmente é mais privilegiada que a zona rural.

Segundo dados fornecidos pelos funcionários da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e da Secretaria de Infraestrutura, no ano de 2016, a quantidade de lixo domiciliar e de entulho variaram de mês a mês, conforme se verifica na Tabela 1 abaixo. Como lixo domiciliar entende-se o lixo coletado nas residências e no comércio. É necessário ressaltar que não foi informada a quantidade recolhida no mês de dezembro de 2016, em virtude de que não havia registros referentes ao mês, pois o momento tratava-se da mudança de gestão iniciada em janeiro de 2017, não sendo possível obter estes dados de competência da gestão anterior.

Observando a quantidade informada percebe-se que há uma produção média de resíduos sólidos de mais ou menos 1.450 toneladas, o que equivale a 0,83 kg por habitantes dia. Sendo que a maior dificuldade é o destino final destes resíduos que

são lançados diretamente no lixão a céu aberto e não há coleta seletiva no município. Magalhães (2008, p. 15) em relação à produção de lixo afirma que quanto à geração per capita, “cidades de até 30 mil habitantes geram cerca de 0,50 kg/hab. dia, podendo atingir valores maiores que 1,00 kg/hab. dia em megalópoles com mais de 5 milhões de habitantes”.

ANO 2016		
Meses do ano	Lixo domiciliar	Entulho
Janeiro/2016	1.871.620 t	193.340 t
Fevereiro/2016	1.765.455 t	140.080 t
Março/2016	1.816.000 t	195.870 t
Abril/2016	1.823.980 t	256.480 t
Maio/2016	1.826.280 t	299.580 t
Junho/2016	1.916.810 t	434.490 t
Julho/2016	1.803.280 t	277.720 t
Agosto/2016	1.823.400 t	267.320 t
Setembro/2016	1.812.800 t	393.560 t
Outubro/2016	1.798.240 t	188.900 t
Novembro/2016	1.821.170 t	171.540 t
Dezembro/2016	Não foi informado	Não foi informado
Total	20.079.035 t	2.818.880 t

Tabela 1. Quantidade em toneladas, de lixo domiciliar e entulhos recolhidos durante o ano de 2016 no município de Senhor do Bonfim, Bahia.

Fonte: Secretaria de Infraestrutura, organização do pesquisador, 2017.

O município não possui programa de coleta seletiva de lixo, contribuindo para ampliação do volume de resíduo destinado ao lixão, todavia a Secretaria de Infraestrutura afirma que existem projetos de campanha para a Educação Ambiental e também são realizadas reuniões com a população para conscientizá-la sobre a problemática do lixo.

O lixo coletado é despejado no lixão caracterizado anteriormente, conforme a Secretaria de Infraestrutura, não existindo nenhum equipamento de compactação do lixo que nele é despejado diariamente. A Figura 1 abaixo mostra a distância do Centro da cidade, localizada na Praça Juracy Magalhães, em relação ao Lixão municipal, localizado na estrada de Umburana – Barbosa Santos, cerca de 5 Km em relação à sede.

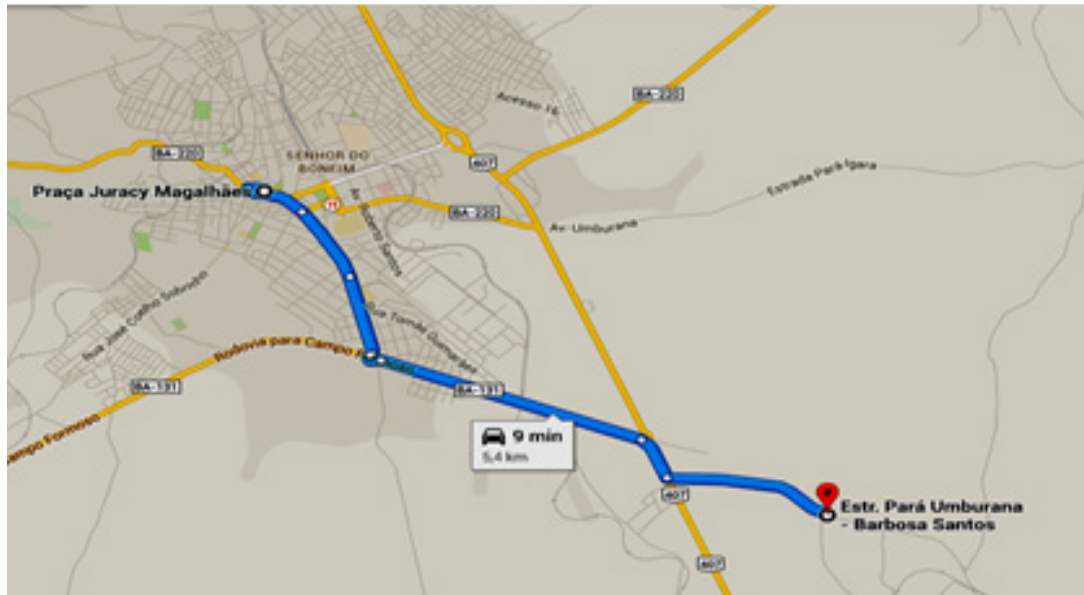


Figura 1. Distância do lixão para o centro da cidade.

Fonte: Dados do pesquisador, 2017.

Na questão sanitária, a disposição inadequada dos resíduos sólidos, constitui no mais grave problema ambiental. Na cidade de Senhor do Bonfim, os resíduos sólidos são depositados a céu aberto, em áreas próximas a sede municipal, sem sofrer nenhum tipo de processamento. Este tipo de tratamento inadequado dos resíduos sólidos pode poluir/contaminar mananciais superficiais e subterrâneos e possibilitar a transmissão de doenças infectocontagiosas. Estes resíduos recolhidos são dispostos no lixão localizado às margens da BA-131, onde frequentemente há queima dos resíduos, o que, além de não ser uma solução adequada, prejudica a visão dos motoristas que trafegam pela rodovia.

No Diagnóstico do atual sistema de destinação final dos resíduos sólidos urbanos de Senhor do Bonfim ficou claro que a disposição final inadequada destes resíduos é o principal problema do Sistema de Limpeza Urbana Municipal.

Este “lixão”, atualmente, tem se mostrado inadequado, frente ao processo de urbanização que nos últimos anos levou a ocupação de suas proximidades, com atividades comerciais (postos de gasolina, Galpões da Central de alimentos EBAL) e até mesmo residenciais de baixa renda, onde habitam inclusive a maioria dos catadores, inclusive com crianças, que se misturam com centenas de urubus, animais domésticos e insetos, vetores de transmissão de doenças, numa luta desumana pela sobrevivência.

A postura da Prefeitura Municipal de Senhor do Bonfim é oposta ao que é determinado pela Lei 12.305/10 da Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS), ou seja, o lixo deve ser colocado em aterros sanitários após a triagem do material que pode ser reaproveitado (reciclagem, compostagem). A Prefeitura não possui qualquer tipo de parceria entre a gestão municipal com cooperativas do pessoal que sobrevive de catar lixo (Figura 2).



Figura 2. Catador de lixo que atua no lixão Cascalheira na cidade de Senhor do Bonfim, BA.

Fonte: Pesquisador, 2017.

É necessário que os catadores de lixo se organizem em cooperativas para ter uma assistência melhor por parte dos Órgãos Públicos, pois vivem em condição sub-humana em contato com material contaminado. A fumaça nos lixões lança na atmosfera produtos tóxicos e a fuligem contamina os pulmões e vias respiratórias. Quando produtos plásticos são queimados no lixão, são lançadas no ar as dioxinas, que são cancerígenas. Desta forma, a queima dos resíduos sólidos nos lixões libera através da fumaça, muitos gases tóxicos (MAGERA, 2005). Além disso, estão sujeitos a alterações da temperatura, sol e chuva. Realmente, as intempéries são fatores estressantes no trabalho realizado nos lixões.

Os “catadores do lixo” são profissionais indispensáveis, porque são os responsáveis pela separação e triagem do material que sai do lixo e que é vendido às indústrias de reciclagem. A partir daí, transforma-se em matéria-prima para novos produtos, poupando os recursos naturais. Com essa atitude, o gesto cotidiano de descartar o lixo seletivamente e entregá-lo à reciclagem torna-se um fator importante na conservação do meio ambiente. Sob essa forma de percepção todos os catadores são agentes modificadores no processo de degradação ou conservação da natureza e merecem ser olhados pelo Poder Público de forma mais atenciosos.

CONCLUSÃO

Como nos demais países do mundo, a responsabilidade ambiental no Brasil deve ser encarada como necessária à sua sobrevivência e, portanto, novas formas de gerenciamento dos resíduos sólidos devem ser fomentadas para que o meio ambiente seja preservado.

Com este estudo foi constatado que os serviços de limpeza pública são de inteira responsabilidade da Prefeitura Municipal, não podendo os munícipes serem onerados por esse serviço. A coleta, é realizada com maior frequência nos bairros centrais e

comerciais, sendo menos frequente nos distritos e povoados. O caminhão usado na coleta é o compactador, como em várias outras cidades do Brasil e a quantidade de lixo coletada mensalmente está dentro dos parâmetros considerados normais para uma cidade de médio porte.

Existem projetos de conscientização sobre os prejuízos que a geração de resíduos sólidos traz para o meio ambiente, bem como campanhas que visam a Educação ambiental dos munícipes, todavia a coleta seletiva não está sendo priorizada pela administração.

Tomou-se conhecimento de que no município de Senhor do Bonfim, situado no Centro Norte do Estado da Bahia, objeto de estudo deste trabalho e que se enquadra nos municípios de médio porte com uma população de 80.764 habitantes, os resíduos sólidos são lançados a céu aberto, sem nenhum tratamento prévio nem posterior processamento dos dejetos. E que a gestão dos resíduos sólidos no município limita-se à varrição e capina dos logradouros e coleta diária do lixo na sede, distritos e povoados. Com isso, verifica-se que a gestão adotada traz sérios problemas à comunidade, como proliferação de vetores de doenças, contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas pela geração do chorume e emissão de gases tóxicos e fétidos resultantes da decomposição.

É importante salientar, a atuação de catadores no local, que moram e trabalham em condições sub-humanas, sem nenhum equipamento e segurança e sem a mínima higiene, não existindo nenhuma cooperativa nem associação que agregue estes catadores com o objetivo de reciclar os materiais descartados e realizar o seu reaproveitamento. Percebeu-se ainda que não existem por parte do responsável pela gestão dos resíduos sólidos, programas de coleta seletiva e de reciclagem na cidade de Senhor do Bonfim.

Os resíduos são dispostos, há muitos anos, em uma cascalheira desativada sem qualquer controle (“lixão”), transformando-se num imenso monturo a céu aberto, em uma área com cerca de 20.000 m², onde o lixo é mal acumulado e mal distribuído, poluindo toda a sua área de influência num raio de aproximadamente dois quilômetros. Diariamente são encaminhados para o lixão municipal todos os resíduos produzidos pela cidade (lixo doméstico, industrial e hospitalar, etc.), sem qualquer preocupação ou tratamento aparente; mesmo o Plano Diretor frisando a necessidade por um tratamento adequado aos resíduos sólidos produzidos (reciclagem e reutilização como insumo nas cadeias produtivas), destacando ainda a necessidade emergencial de construção de um aterro sanitário para atender a demanda urbana de Senhor do Bonfim, o que até o presente momento também não foi feito.

Baseando-se na literatura consultada e em conformidade com a Lei nº 12.305/10 de PNRS pode-se afirmar que a atual forma de gerenciamento dos resíduos sólidos da cidade de Senhor do Bonfim (BA) causa impactos ambientais, embora não se possa medir o alcance destes impactos por não ter sido feito um estudo quantitativo nesta área.

Logo, faz-se necessário o cumprimento da Legislação vigente no município para que seja efetivado o gerenciamento adequado dos resíduos oriundos das comunidades que compõem a cidade de Senhor do Bonfim-BA.

REFERÊNCIAS

COSTA, W. S. Política nacional de resíduos sólidos conceitos e informações gerais. **Sistema FIEMG**. 2010. Disponível em <http://www7.fiemg.com.br>> Acesso em 28 abr 2017.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental**: princípios e práticas. 9. Ed. São Paulo, Gaia, 2004.

DIAS, G. F. **40 contribuições pessoais para a sustentabilidade**. São Paulo: Gaia, 2004.

IBGE -Instituto de Geografia e Pesquisa. **Censo 2000**. Brasília.

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Dores de Campos, MG**. 2008. 60 fls. Monografia apresentada à Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, para obtenção do grau de Especialista em Análise Ambiental.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos** – Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública. Ministério do Meio Ambiente, 2014.

MÓL, M. J. **Situação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Teixeira, MG**. 2007. 50 fls. Monografia apresentada à Universidade Federal de Viçosa para obtenção do grau de Bacharel em Meio Ambiente.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Educação ambiental**: natureza razão e historia. Campinas, SP: Autores associados, 2004.

DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS PROVENIENTES DE AÇÕES ANTRÓPICAS NO MORRO DO URUBU, ARACAJU-SERGIPE

Carolina Cristina da Silva Ribeiro

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

Allana Karla Costa Alves

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

RESUMO: O Morro do Urubu está localizado na cidade de Aracaju, estado de Sergipe. Essa área é classificada como Área de Proteção Ambiental - APA porque representa o último remanescente da Mata Atlântica no município. Apesar disso, a APA está exposta a vários tipos de pressões antropogênicas e impactos ambientais. Assim, o objetivo desse projeto é diagnosticar, analisar e avaliar os impactos ambientais decorrentes de ações antrópicas no local. Para a elaboração e desenvolvimento dos mapas da área de estudo, foram utilizados os dados digitais no Banco de Dados Georreferenciados do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH), assim como, dados SRTM disponibilizados pela EMBRAPA, que foram processados e analisados com o emprego dos programas

computacionais de geoprocessamento, de acesso gratuito, Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) e o QGIS. Já para a quantificação das ações impactantes empregou-se a matriz de Leopold. Com estas informações, foi possível apresentar evidências desses impactos, bem como suas abrangências, durações e formas, para que assim fosse possível obter suas magnitudes, estas que foram em sua maioria altas, podem ser mitigadas caso haja uma parceria com a comunidade para a restauração do local, evitando o maior problema identificado na região, a erosão.

PALAVRAS-CHAVE: Expansão imobiliária; Unidade de Conservação; Ocupação irregular

ABSTRACT: Morro do Urubu is located in the city of Aracaju, state of Sergipe. This area is classified as an Environmental Protection Area (EPA) because it represents the last remnant of the Atlantic Forest in the municipality. Despite this, the EPA is exposed to various types of anthropogenic pressures and environmental impacts. Thus, the objective of this project is to diagnose, analyze and evaluate the environmental impacts resulting from anthropic actions at the site. For the elaboration and development of the maps of the study area, the digital data were used in the Georeferenced Database of the Digital Atlas of Water

Resources of Sergipe (SEMARH), as well as SRTM data provided by EMBRAPA, that they were processed and analyzed using the geoprocessing software, with free access, Georeferenced Information Processing System (SPRING) and QGIS. Already for the quantification of the impacting actions the matrix of Leopold was used. With this information, it was possible to present evidence of these impacts, as well as their scope, durations and forms, so that it was possible to obtain their magnitudes, which were mostly high, but can be mitigated if there is a partnership with the community for the restoration of the site, avoiding the biggest problem identified in the region, erosion.

KEYWORDS: Real estate expansion; Conservation Unit; Irregular occupation

1 | INTRODUÇÃO

Dentre todos os biomas existentes no território brasileiro, um dos maiores remanescentes, a Mata Atlântica, se encontra bastante devastado. Em dados atualizados no ano de 2017, o portal SOS Mata Atlântica, aponta o desmatamento de 29.075 hectares (ha), ou 290 Km², nos 17 Estados do bioma Mata Atlântica. Representando aumento de 57,7% em relação ao período anterior (2014-2015), referente a 18.433 ha. Atribuídos a essa degradação, existem diversos fatores, mas os principais e mais agravantes estão vinculados ao modelo econômico e a organização territorial urbana (SANTOS,2013). Diante disso, um dos grandes desafios enfrentados para se manter o equilíbrio do meio ambiente nos núcleos urbanos, é preciso conciliar o desenvolvimento com a conservação dos ecossistemas, e para que isso ocorra é importante que haja um planejamento ambiental (SANTOS,2013). Assim, pensando-se numa estratégia de conservação da biodiversidade e dos espaços originais, foram instituídas pelo poder público as Unidades de Conservação-UC, reguladas pela Lei nº 9.985, de 18 julho de 2000 a qual instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC. Tal sistema estabelece os critérios e normas para criar, implantar e gerir essas unidades.

O Morro do Urubu, localizado na Zona Norte do município de Aracaju. Trata-se do único remanescente de Mata Atlântica presente neste município (SANTOS, 2013). A área foi transformada em APA (Área de Proteção Ambiental) a partir do Decreto Nº 13.713 de 15 de junho de 1993, com área correspondente a 213,8724 ha e um perímetro de 8.135,28m (Figura 1). De acordo com o decreto, o objetivo de criação da APA Morro do Urubu ocorreu devido à necessidade de se proteger, conservar e recuperar o único remanescente de Mata Atlântica no município.

A Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, além de possuir conservação *in situ* da biodiversidade, também apresenta a conservação *ex situ*, na qual exemplares da fauna são mantidos fora de seu habitat natural, no zoológico de Aracaju (MATOS, 2010). Sob a ótica jurídica brasileira, a legislação prevê que as Áreas de Proteção Ambiental devem ser enquadradas dentro das unidades de Uso Sustentável, na Lei

nº 9.985, de 18 julho de 2000, Artigo 14. De modo que, estas podem conciliar o uso sustentável de recursos, bem como manter a conservação da natureza desde que não haja prejuízo aos processos ecológicos. Esta Lei ainda prevê no Artigo 27 que as unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo. Uma vez que estes planos são imprescindíveis para garantir a conservação da biodiversidade das Unidades de Conservação.

O uso de ferramentas associadas às geotecnologias permite a melhor visualização dos principais agentes modificadores da paisagem, de forma especializada. Contribuindo desta maneira para aferição dos principais fatores antropogênicos que ocasionam a degradação da APA do Morro do Urubu. A importância deste trabalho contribuirá para o planejamento e gestão no que se refere aos conflitos ambientais na APP selecionada visando minimizar os impactos negativos.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi aplicar as ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para diagnosticar, analisar e avaliar as ações impactantes existentes sobre e no entorno da APA do Morro do Urubu.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na malha urbana da capital sergipana, a APA limita-se leste com o rio Sergipe, ao Norte com rio do Sal, e ao Sul e Oeste com as áreas urbanas da zona Norte do município. Está diretamente situada no Bairro Porto Dantas, mas sofre também a influência dos bairros Industrial e Santo Antônio (Figura 1). Trata-se de região onde originalmente predominava a Mata Atlântica e seus ecossistemas associados.

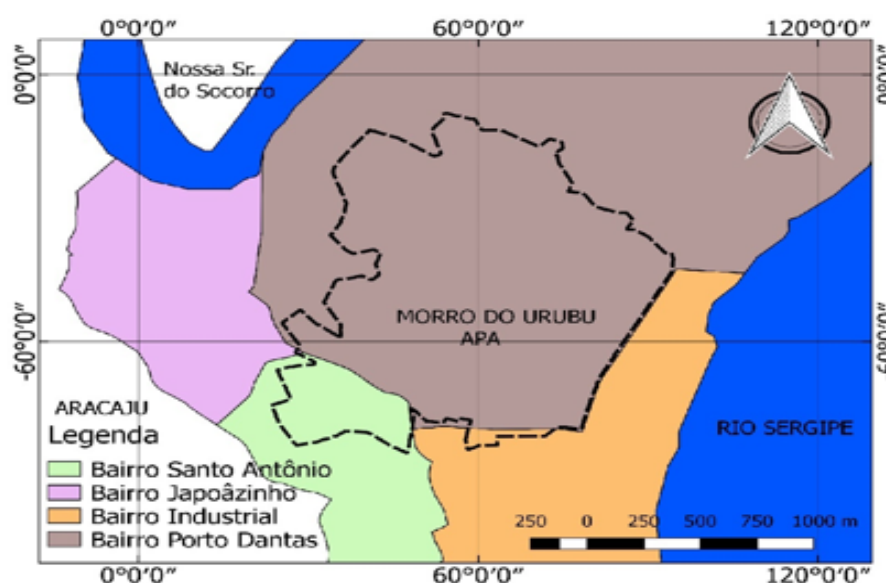


Figura 1. Mapa de localização da APA do Morro do Urubu

Os materiais necessários para o desenvolvimento desse trabalho foram: os

dados digitais da unidade de conservação, bairros de Aracaju e municípios do Estado de Sergipe, disponibilizados gratuitamente no Banco de Dados Georreferenciados do Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH, 2014); Dado SRTM do relevo do estado, disponibilizado de forma gratuita no site da EMBRAPA.

Os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração deste estudo englobaram em duas etapas. A primeira correspondeu à aplicação de técnicas de geoprocessamento através do QGIS da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), que é um *software* livre de Sistema de Informação Geográfica (SIG) licenciado pela Licença Pública Geral (GNU). Nessa etapa foi possível gerir, visualizar, editar e criar mapas utilizando se de dados importados do Sistema De Processamento de Informação Georreferenciada (SPRING) - desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O qual permitiu processamento de imagens e consulta de bancos de dados, juntamente com a análise espacial.

A segunda etapa correspondeu à qualificação das ações impactantes utilizando-se da matriz de Leopold. Apesar desta matriz ser usada para previsão dos impactos ambientais, ela foi adaptada para esta pesquisa por possibilitar uma análise sistêmica dos problemas ambientais já existentes. Desta forma, como método de avaliação os impactos foram qualificados quanto: extensão, reversibilidades, duração, sentido, origem e grau de impacto.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região norte do município de Aracaju está inserida na área de proteção ambiental. De acordo com dados da Secretaria de Estado do Planejamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano sua localização abrange uma região onde a maioria da população é de baixa renda e apresenta uma densidade demográfica alta (46,66habitante/hectare). Entre os anos de 2000 e 2010 a população residente no Bairro Porto Dantas passou de 6.941 habitantes para 10.858, o que demonstra um acelerado crescimento (Tabela 1). Com isso, houve modificações na estrutura do espaço urbano. Provocando forte degradação ambiental, devido ao estabelecimento de moradias entorno do Morro do Urubu, verificadas na figura 1.

Bairros de Aracaju	População Residente (2000)	População Residente (2010)	Área (Km ²)	Densidade Demográfica (2010)
Industrial	16.239	18.007	1.963,63	10.032,31
Porto Dantas	6.941	10.858	6.544,66	891,62
Santo Antônio	12.193	12.459	1.374,37	8.926,85
TOTAL	35.373	41.324	864.266	1.9850,78

Tabela 1. População residente em 2000, 2010, por área (Km²) e densidade demográfica (2010) na Área de Influência da Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, Aracaju – SE.

Para melhor identificar as principais formas de uso e ocupação do solo na área de estudo foi elaborado um mapa temático, onde é possível visualizar as principais intervenções antrópicas sobre e no entorno da APA do Morro do Urubu (Figura 2). No que concerne aos conflitos da ocupação, é importante destacar a relação entre a declividade e o uso do solo. A característica apontada, no que se refere à declividade, dinamiza o fluxo hídrico superficial, acelerando os processos erosivos. Tal fato é agravado pela ação humana, uma vez que a ocupação do solo no sopé ocorre de forma transversal, o que potencializa ainda mais a força de arrasto. Como se pode confirmar a partir da figura 3, a área que representa o Morro do Urubu possui uma declividade que pode ser considerada acentuada, com locais atingem a classificação de “forte-montanhoso” para a disposição do solo, representando as áreas com maior declividade da região.

Em contrapartida, ao analisar o mapa hipsométrico, figura 4, que representa a elevação de determinada área utilizando um sistema de cores, põe-se em dúvida a questão representante acerca da declividade do Morro do Urubu descrita a partir da figura 3 pois este não destaca a região como sendo uma área de grande altitude. O aparecimento da APA como um local representado pela parte verde na figura 4 se deve ao fato de que, a altitude do Morro do Urubu é de 88 metros (SANTOS, 2013), constando assim, dentro do intervalo estipulado no mapa para altitudes que variam de 0 (zero) metro até 100 (cem) metros, não transparecendo desta forma de maneira tão evidente seu terreno como a figura 3 representa.

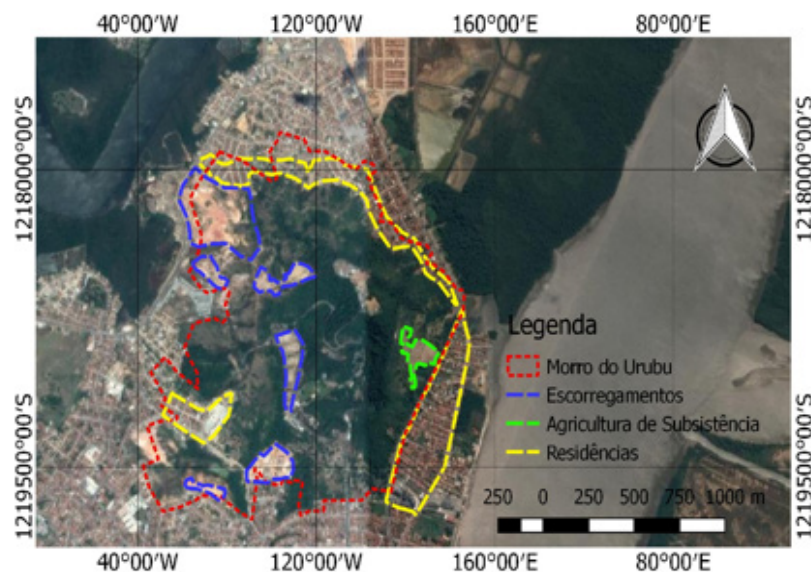


Figura 2. Uso e ocupação do solo sobre e no entorno da APA do Morro do Urubu, Aracaju-SE

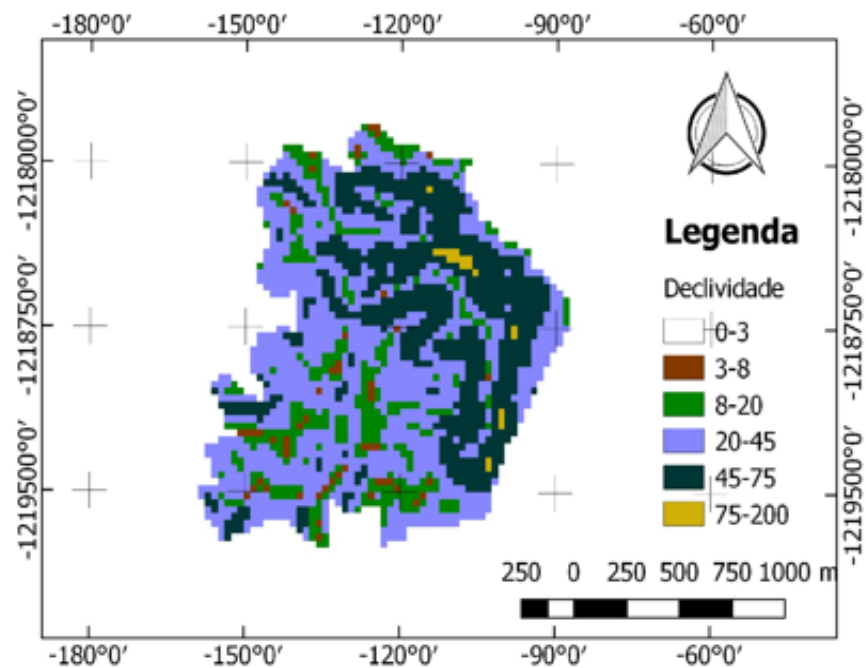


Figura 3. Mapa de declividade do Morro do Urubu

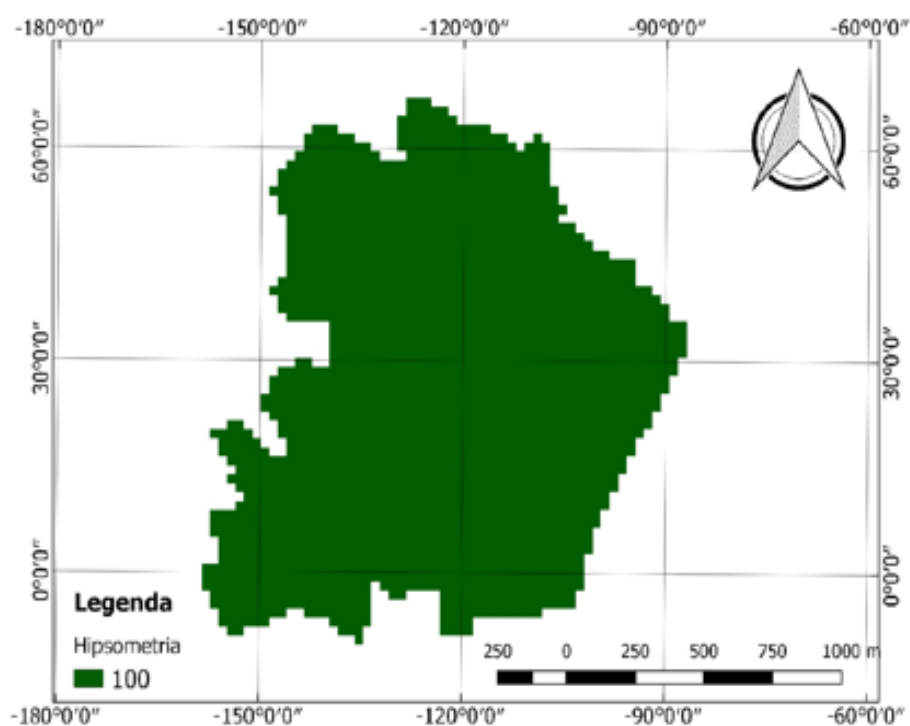


Figura 4. Mapa Hipsométrico do Morro do Urubu

Observou-se com relação aos meios biótico, físico e antrópico que o Morro do Urubu está vulnerável às ações impactantes de desmatamento (SANTOS, 2013). Dentre os mais preocupantes, encontram-se:

- aumento dos fenômenos erosivos (supressão da cobertura vegetal);
- Aumento dos riscos de desabamento nas encostas;

- Aumento do run-off;
- Descaracterização da paisagem;
- estresse para a fauna;
- redução da diversidade biológica;
- redução da biota do solo (reserva de genes);
- Interferência no ciclo biogeoquímico local;
- Introdução de efluentes e resíduos sólidos.

Ao listar estes impactos, as considerações feitas para este problema apenas levam em conta as ações antrópicas que causam o desmatamento na área. Pois, ao analisar a situação a fundo, percebe-se que existem outros fatores tão preocupantes quanto estes, onde se pode destacar principalmente a falta de estrutura ideal para o saneamento básico da zona de expansão no entorno do morro, o que pode acarretar, por exemplo, na contaminação do solo do local.

Na tabela 2, está representada de forma simplificada a matriz de Leopold, onde esta lista os impactos citados anteriormente, bem como outros que se fazem presente na região.

Meio	Impactos	Duração	Reversibilidade	Abrangência	Forma	Ocorrência	Natureza	Magnitude
Biótico	Estresse para a fauna	temporário	reversível	local	direta	alternada	adversa	alta
	Redução da diversidade biológica	permanente	reversível	local	direta	contínua	adversa	alta
	Redução da biota do solo	temporário	reversível	local	direta	alternada	adversa	alta
Físico	Aumento dos fenômenos erosivos	permanente	reversível	local	direta	contínua	adversa	alta
Antrópico	Aumento dos riscos de desabamento nas encostas	cíclica	reversível	local	direta	alternada	adversa	média
	Descaracterização da paisagem	permanente	Reversível	local	direta	contínua	adversa	baixa

Tabela 2. Matriz de Leopold acerca dos impactos no morro do Urubu (SANTOS, 2013).

Apesar da maioria dos impactos serem de alta magnitude, todos são reversíveis e de abrangência apenas local, o que aumenta as chances para que, senão todos, pelos menos a maioria consiga ser mitigado, de forma a reduzir consideravelmente os impactos causados devido a ação antrópica no meio. Dentre essas medidas mitigadoras, encontram-se dentre as principais que podem ser utilizadas: a educação ambiental de modo a instruir cada vez mais a população acerca dos danos causados e a recuperação de parte da vegetação nativa, contando com a ajuda da comunidade local para a realização desta medida.

4 | CONCLUSÃO

Em detrimento dos resultados obtidos, pode-se observar que existe uma falta de fiscalização no local, não tendo desta forma o cumprimento da legislação, pois, tendo em vista que se trata de uma Área de Preservação Ambiental, a ocupação e o desmatamento desordenado não deveriam existir.

De acordo com o estudo, nota-se o perigo proveniente da remoção da mata ciliar devido ao desmatamento crescente nesta área, o que acarreta, principalmente para a população residente no entorno do Morro do Urubu, o risco de erosão causado pelo uso irregular do solo.

Para a diminuição desse risco de erosão, as medidas mitigatórias devem ser postas em prática, visando de forma ampla a recuperação da área afetada por ações antrópicas, sendo a mais contundente o uso do solo para a prática de plantação por parte dos moradores.

REFERÊNCIAS

Aracaju. Secretaria Municipal de Planejamento. *População residente e densidade demográfica na área de influência na APA Morro do Urubu*. Aracaju; 2009

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: *Lei n.º 9.985*, de 18 de julho de 2000.

MATOS, A. A. *Gestão e Percepção Ambiental: A Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu - Aracaju (SE)*. 2010. 164 f. Dissertação Mestrado - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

SANTOS, L. I. C. *Identificação Dos Impactos Ambientais Na Área De Proteção Ambiental Morro Do Urubu, Aracaju-Se*. 2009, 65 f. Monografia - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Sergipe, 2009.

SANTOS, L. I. da C. et al. *Identificação das ações impactantes na Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, Aracaju – SE*. Scientia Plena, São Cristóvão, v. 9, n. 10, p.1-13, 04 out. 2013.

SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe*. Aracaju, SRH, 2014. (DVD).

ECOFICIÊNCIA NA MUDANÇA DOS PADRÕES DE CONSUMO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

Samanta Tolentino Ceconello

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense Câmpus Pelotas
Pelotas - Rio Grande do Sul

Luana Nunes Centeno

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - Rio Grande do Sul

Diuliana Leandro

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - Rio Grande do Sul

Andréa Souza Castro

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - Rio Grande do Sul

RESUMO: Atualmente os padrões de consumo de água existentes no mundo, estão exigindo cada vez maiores quantidades de água e investimentos para garantir a qualidade de água consumida nas diversas atividades humanas. Com vista a garantir a sustentabilidade do planeta Terra, várias propostas estão surgindo como alternativas para a mudança dos padrões de consumo, dentre elas, a Ecoeficiência visa promover a sustentabilidade, através da eficiência ambiental, ou seja, da capacidade de produzir em quantidades maiores à custos menores, reduzindo o consumo de matérias primas e a produção de resíduos. Diante disso, o objetivo deste estudo foi identificar os

padrões de consumo de água em residências no município de Pelotas, promovendo ações que buscam a redução do consumo de água baseadas em medidas de Ecoeficiência. Foram escolhidas seis residências divididas em residências de alto, médio e baixo padrão. Durante os meses de maio e junho de 2017, foram coletados dados referentes ao consumo de água nas residências e as características ou hábitos de consumo. Após a coleta dos dados foram propostas alternativas para a redução no consumo de água, visando a Ecoeficiência. Através de medidas simples foram obtidas reduções nos padrões de consumo de água nas residências que se propuseram a aplicar as alternativas da ecoeficiência. Concluiu-se que através de medidas simples como a redução do tempo para a execução de atividades diárias e ou alteração de equipamentos mais sofisticados, pode-se reduzir o consumo de água e conseqüentemente os gastos com a conta mensal de água.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação da Água. Consumo per capita. Tecnologia mais limpa.

ABSTRACT: Currently, the world's water consumption patterns are increasingly demanding greater amounts of water and investments to guarantee the quality of water consumed in the various human activities. In order to guarantee the sustainability of the planet

Earth, several proposals are emerging as alternatives to change consumption patterns, among them, Ecoefficiency aims to promote sustainability, through environmental efficiency, that is, the capacity to produce in quantities greater than lower costs, reducing the consumption of raw materials and the production of waste. Therefore, the objective of this study was to identify water consumption patterns in households in the municipality of Pelotas, promoting actions that seek to reduce water consumption based on Ecoefficiency measures. Six residences were chosen, divided into high, medium and low standard residences. During the months of May and June 2017, data were collected on the consumption of water in the residences and the characteristics or habits of consumption. After the data collection, alternatives were proposed to reduce water consumption, aiming at Ecoefficiency. By means of simple measures, reductions in water consumption patterns were obtained in residences that set out to apply eco-efficiency alternatives. It was concluded that by simple measures such as reducing the time to perform daily activities and / or changing more sophisticated equipment, one can reduce the water consumption and consequently the expenses with the monthly water bill.

KEYWORDS: Water Conservation. Per capita consumption. Cleaner technology.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável e móvel, pois é através de seus diferentes estados físicos, que mantém constante seu volume na Terra (TELLES; COSTA, 2010). Contudo, o fato de manter constante seu volume no planeta, não significa que a sua disponibilidade na natureza também é constante, ao contrário, hoje a disponibilidade hídrica é insuficiente para atender as demandas requeridas pela sociedade (HELLER; PÁDUA, 2010).

Deste modo, a água interfere nas condições socioeconômicas da população mundial, pois para atender as demandas atuais dos seres humanos, seja diretamente pelo consumo de água, ou indiretamente através das atividades agroindustriais e agropecuárias, passou a exigir maiores quantidades de água e conseqüentemente um maior aporte tecnológico para garantir uma melhor qualidade. Sendo assim, a água ganhou uma importância global, sendo responsável pelos aspectos econômicos, ambientais e sociais da população (SHAMMAS; WANG, 2013).

Segundo Davis e Masten (2016) os padrões econômicos da população influenciam drasticamente nas quantidades de água consumida e, portanto, definem as demandas necessárias para cada atividade humana.

Atualmente a quantidade de água considerada suficiente para assegurar a satisfação das necessidades diárias básicas de uma pessoa, está estimada em 100 Litros/hab. dia (ONU, 2010). Enquanto que no Brasil, segundo Guindani (2016) o consumo médio per capita de água é de 165 Litros/hab. Dia, estando, portanto, acima dos valores sugeridos pela ONU.

Contudo, desde o ano de 1992 vem sendo discutida as propostas de mudanças dos padrões de consumo, dentre elas, as maneiras de se reduzir os volumes de água consumidos diariamente em atividades cotidianas e simples, visando a sustentabilidade ambiental (SILVA et al., 2017). Dentre os conceitos oriundos destes debates, pode-se citar: Consumo sustentável, Consumo consciente, Tecnologia Limpa, Ecoeficiência, Pegada Hídrica, dentre outros (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005). Podemos dizer que estes conceitos apresentam em comum, o fato de buscarem reduzir o consumo exagerado dos recursos naturais através de bens e serviços, de modo a garantir que os padrões e os níveis de consumo se tornem mais sustentáveis.

Neste contexto a Ecoeficiência pode ser compreendida como uma alternativa de promover a sustentabilidade, através da eficiência ambiental, ou seja, da capacidade de produzir em quantidades maiores à custos menores, reduzindo o consumo de matérias primas e a produção de resíduos (SILVA et al., 2017). Já a Tecnologia Limpa, também conhecida como Produção mais Limpa ou ainda Prevenção da Poluição é outro instrumento de gestão ambiental utilizado para reduzir o consumo de matérias primas, energia e água, que serão posteriormente transformados em resíduos sólidos, líquidos e gasosos em qualquer processo produtivo de bens e serviços (SOUZA; RAMOS; RUIZ, 2016).

Segundo Coelho (2004) tanto o termo Ecoeficiência como Tecnologia mais Limpa visam reduzir o consumo/extração de matérias primas com conseqüente redução nas quantidades de resíduos gerados, visando o ganho econômico, porém, o que os difere está no fato da Ecoeficiência partir da eficiência econômica provocando benefícios ambientais, enquanto que Tecnologia mais Limpa, parte da eficiência ambiental promovendo um ganho econômico.

Segundo o Manual de Educação para o Consumo Sustentável elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente no ano de 2005, algumas medidas de ecoeficiência podem ser adotadas para redução do consumo e desperdício de água em residências, como exemplo têm-se a otimização do consumo de água, obtida através da substituição de equipamentos convencionais por equipamentos de fechamento automático; a limitação do uso de água potável, através do incentivo à fontes alternativas de água e do gerenciamento do consumo, através da redução de desperdícios e vazamentos, bem como do gerenciamento das demandas.

Baseado no exposto, este trabalho tem o objetivo de identificar os padrões de consumo de água em residências no município de Pelotas, promovendo ações que buscam a redução do consumo de água baseadas em medidas de Ecoeficiência.

2 | METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido entre os meses de maio e junho de 2017, em seis residências do município de Pelotas. Foram escolhidas duas residências consideradas de padrão baixo, médio e alto padrão. As residências foram classificadas de acordo

com o Custo Unitário Básico (CUB) estimados pela Sinduscon para o Rio Grande do Sul. O CUB é um indicador monetário que mostra os custos de insumos e mão de obra para a construção civil.

As residências escolhidas para fazerem parte deste estudo foram as residências unifamiliares e que de acordo com a classe ou padrão apresentavam um CUB de R\$ 2.167,70 por metro quadrado para residências de alto padrão, R\$ 1.737,53 por metro quadrado para moradias de médio padrão e R\$ 1.381,41 por metro quadrado para residências de baixo padrão.

O trabalho consistiu inicialmente em uma avaliação dos padrões de consumo de água, na qual foram baseadas nas contas de água dos três meses retroativos a maio de 2017, com a finalidade de obter uma média mensal do volume de água consumido nas residências, o consumo per capita, bem como a média dos custos mensais das contas de água.

Foram identificados em um segundo momento os hábitos de consumo relacionados ao uso da água em atividades diárias e essenciais, bem como as características das residências, como o número de moradores, pontos de consumo e características dos equipamentos utilizados (chuveiro, máquina de lavar roupa etc.). Para tal, foram tabelados em planilhas eletrônicas contendo os dados coletados em cada uma das residências durante o período da pesquisa.

Após o levantamento dos dados em cada uma das residências, foi proposta alternativas para a redução no consumo de água, visando a Ecoeficiência.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação a localização das residências escolhidas para compor este estudo, as de alto padrão (AP₁ e AP₂) estavam localizadas nos bairros Recanto de Portugal e proximidades da avenida Dom Joaquim, as de médio padrão (MP₁ e MP₂) estavam localizadas no centro da cidade e no Laranjal e por último as de baixo padrão (BP₁ e BP₂), estavam localizadas nos bairros Fragata e Três Vendas.

3.1 Sistema de cobrança de água em Pelotas

O sistema de cobrança de água pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas – SANEP, está baseada na cobrança do valor em reais pelo metro cúbico de água consumida, sendo dividida a estrutura tarifária em sete classes de valores por metro cúbico consumido, conforme determinação da Lei Municipal nº 6.294, de 02 de dezembro de 2015 em seu art. 3º (PELOTAS, 2015). A tarifa para a classe residencial de padrão alto e médio está inserida na categoria 1 e pode ser verificada na Tabela 1, que demonstra a matriz tarifária da água consumida para o ano de 2017 nesta categoria. Já o sistema de cobrança de água para classe de padrão baixo, pode ser verificada na Tabela 2.

I – Categoria Residencial				
Serviço Básico:	R\$ 18,83			
Preço Base (R\$/m ³)	Água	Esgoto		
		30%	60%	80%
Até 10 m ³	R\$ 3,98	R\$ 1,19	R\$ 2,39	R\$ 3,18
De 11 m ³ até 20 m ³	R\$ 4,58	R\$ 1,37	R\$ 2,75	R\$ 3,67
De 21 m ³ até 30 m ³	R\$ 6,06	R\$ 1,82	R\$ 3,63	R\$ 4,85
De 31 m ³ até 50 m ³	R\$ 6,97	R\$ 2,09	R\$ 4,18	R\$ 5,58
De 51 m ³ até 100 m ³	R\$ 8,01	R\$ 2,40	R\$ 4,81	R\$ 6,41
Acima de 100 m ³	R\$ 9,22	R\$ 2,76	R\$ 5,53	R\$ 7,37

Tabela 1 - Matriz de cobrança da água para classe de alto e médio padrão, no ano de 2017 no município de Pelotas

Fonte: PELOTAS, 2017.

II – Categoria Residencial Social				
Serviço Básico:	R\$ 7,55			
Preço Base (R\$/m ³)	Água	Esgoto		
		30%	60%	80%
Até 10 m ³	R\$ 1,61	R\$ 0,48	R\$ 0,97	R\$ 1,29
De 11 m ³ até 20 m ³	R\$ 1,85	R\$ 0,55	R\$ 1,11	R\$ 1,48
De 21 m ³ até 30 m ³	R\$ 6,06	R\$ 1,82	R\$ 3,63	R\$ 4,85
De 31 m ³ até 50 m ³	R\$ 6,97	R\$ 2,09	R\$ 4,18	R\$ 5,58
De 51 m ³ até 100 m ³	R\$ 8,01	R\$ 2,40	R\$ 4,81	R\$ 6,41
Acima de 100 m ³	R\$ 9,22	R\$ 2,76	R\$ 5,53	R\$ 7,37

Tabela 2 - Matriz de cobrança da água para classe de baixo padrão e padrão social, no ano de 2017 no município de Pelotas

Fonte: PELOTAS, 2017.

Conforme estabelecido na matriz tarifária para o ano de 2017 para as classes de alto, médio e baixo padrão, são estabelecidos também valores para a cobrança da taxa de esgotos e o valor para a cobrança dos serviços básicos. Neste estudo utilizou-se apenas o valor dos custos com o consumo de água.

3.2 Padrões de consumo de água nas residências em estudo

Com relação a avaliação dos padrões de consumo de água, na qual foi baseada no levantamento das contas mensais de água nas residências no período de março a maio de 2017, a Tabela 3 apresenta os valores e volumes consumidos neste período em cada classe.

Residências	Volume de água (m ³ /mês)				Custos mensais com água (R\$)			
	Março	Abril	Maio	Média	Março	Abril	Maio	Média
AP1	34	32	34	33,33	155,72	146,56	155,72	152,67
AP2	30	36	32	32,67	137,4	164,88	146,56	149,61
MP1	12	9	15	12,00	54,96	35,82	68,7	53,16
MP2	17	19	15	17,00	77,86	87,172	68,7	77,91
BP1	5	4	4	4,33	8,05	6,44	6,44	6,98
BP2	7	5	2	4,67	11,27	8,05	3,22	7,51

Tabela 3 - Levantamento do volume de água consumido nas residências estudadas e o custo mensal da conta de água entre os meses de março a maio de 2017

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Na Tabela 3 observa-se que o consumo médio mensal de água para as residências de alto e médio padrão está acima de 10 m³, o que os coloca em uma categoria tarifária acima do valor mínimo até 10m³. As residências de baixo padrão se encontram em uma categoria diferente das demais na matriz tarifária e independentemente do consumo de água, já apresentam valores diferentes das demais classes, porém, salienta-se que o consumo médio das residências de baixo padrão ficou bem abaixo do consumo médio das residências de médio padrão. Esta análise permite concordar com Davis e Masten (2016) quando afirmam que os padrões econômicos influenciam no consumo de água, porém mesmo os padrões de consumo nas residências de alto padrão sendo superior ao das de médio padrão, permitiu que ambas estivessem na mesma faixa tarifária.

Quanto aos hábitos de consumo de água em cada residência, foram levantados os principais pontos de consumo de água e seus equipamentos.

A residência AP₁ apresentava quatro moradores, três banheiros com chuveiro de aquecimento à gás, um dos banheiros apresentava uma banheira de hidromassagem capacidade de 140 Litros, dois banheiros continham caixa de descarga com válvula (consumo estimado em 20 Litros por acionamento), um dos banheiros continha caixa de descarga acoplada com consumo de 6 Litros por acionamento, piscina fixa de capacidade 30 m³, lavanderia com uma máquina de lavar de capacidade para 15 Kg de roupa, uma máquina de lavar louças de capacidade 16 Litros, dois veículos nas quais são lavados esporadicamente na residência e o jardim que é regado esporadicamente com água da rede.

A residência AP₂ apresentava cinco moradores, quatro banheiros com chuveiro de aquecimento à gás, dois banheiros apresentavam banheira de hidromassagem,

uma com capacidade de 120 Litros e outra com capacidade de 165 Litros, os quatro banheiros continham caixa de descarga acoplada com consumo de 8 Litros por acionamento, piscina fixa de capacidade 28 m³, lavanderia com uma máquina de lavar de capacidade para 12 Kg de roupa, uma máquina de lavar louças de capacidade 8 Litros, dois veículos nas quais são lavados esporadicamente na residência com água de um poço artesiano e o jardim também é regado com água do poço artesiano.

A residência MP₁ apresentava dois moradores, um banheiro com chuveiro elétrico, o vaso sanitário continha caixa de descarga acoplada com consumo de 9 Litros por acionamento, a lavanderia com uma máquina de lavar de capacidade para 10 Kg de roupa, um veículo que não é lavado na residência, os moradores possuem dois animais de estimação que tomam banho quinzenalmente e a casa possui uma mini horta que é regada com água da rede de abastecimento.

Já a residência MP₂ apresentava cinco moradores sendo uma criança de aproximadamente 4 anos, dois banheiros com caixa acoplada de capacidade de 8 Litros por acionamento, uma piscina fixa de 18 m³, um veículo que é lavado frequentemente com água da rede, um animal de estimação que toma banho esporadicamente, não há jardim. A lavanderia apresenta uma máquina de lavar roupas com capacidade de 12 Kg.

As residências de baixo padrão são residências unifamiliares do programa Minha Casa, Minha Vida do Governo Federal. Na residência BP₁ moram três pessoas, um banheiro com chuveiro elétrico e bacia acoplada de capacidade de 6 Litros por acionamento, três animais de estimação que raramente tomam banho, não há rega de jardim, mas realizam a limpeza do pátio com água da rede e possuem um veículo que esporadicamente é lavado com água da rede.

Por último a residência BP₂ apresenta quatro moradores, um banheiro com chuveiro elétrico e bacia com caixa acoplada de capacidade 6 Litros por acionamento, possuem uma máquina de lavar roupas de capacidade 9 Kg, um animal de estimação que toma banho frequentemente, não possuem veículo e nem regam o jardim.

Baseado nas características de cada residência e no levantamento dos volumes consumidos nos meses de março, abril e maio através das contas pagas ao SANEP, foi possível estabelecer o consumo diário médio por cada residente. Na Tabela 4 é apresentado o consumo médio diário por habitante em cada uma das residências estudadas.

Residências	Volume de água (Litros/hab. dia)			
	Março	Abril	Maio	Média
AP1	274,19	266,67	274,19	271,68
AP2	193,55	240,00	206,45	213,33

MP1	193,55	150,00	241,94	195,16
MP2	109,68	126,67	96,77	111,04
BP1	53,76	44,44	43,01	47,07
BP2	56,45	41,67	169,35	89,16

Tabela 4 - Consumo médio diário por habitante em cada classe de residências

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Pode-se observar que o padrão de consumo das residências de alto padrão durante o período analisado foi superior à média per capita brasileira que segundo Guindani (2016) é de 165 Litros/hab dia. Este padrão de consumo pode ser explicado pelo poder econômico das famílias que se apresenta mais alto que as demais classes, além do que, este resultado já era esperado, pois nestas residências há um maior número de equipamentos, como por exemplo as banheiras, máquinas de lavar roupa e louças com capacidades altas de consumo de água e que são utilizadas frequentemente.

A cota per capita da residência de médio padrão 1 apresentou-se acima da média brasileira em dois períodos, março e maio, provavelmente este fato pode ser explicado pelo fato deste período ter sido realizado a manutenção das caixas d'água da residência. Outro ponto a ser analisado é que a residência MP_1 no mês de março, obteve uma cota per capita semelhante à da residência AP_2 , embora o consumo mensal destas residências fossem diferentes, o número de habitantes influenciou no cálculo da cota per capita diária de água consumida, sendo que na residência de AP_2 residem cinco pessoas contra duas pessoas da MP_1 . Também pode-se perceber que no mês de maio houve uma diferença na cota per capita do MP_1 sobre a AP_2 , sendo esta inferior. Porém, ao analisarmos as médias do consumo diário de cada habitante percebe-se que as residências AP_1 , AP_2 e MP_1 estão acima do padrão médio brasileiro, enquanto que a MP_2 encontra-se abaixo da média brasileira e acima da sugerida pela ONU (2010). Já as residências de baixo padrão estão abaixo dos 100 Litros/hab.dia sugerido pela ONU como sendo suficientes para garantir a sobrevivência e saúde da população.

3.3 Proposição medidas de ecoeficiência

De posse dos dados de consumo e das características das residências, se propôs aos moradores algumas alternativas para reduzir os custos com a conta de água mensal, onde foram analisados os pontos de consumo que poderiam através de ações simples, reduzir o desperdício de água. Os moradores das residências de baixo padrão não quiseram participar desta etapa da pesquisa, pois segundo eles o valor da conta é baixo e os mesmos já controlam o desperdício de água.

Nas residências de alto padrão, embora os valores das contas sejam considerados razoáveis na opinião dos moradores, há uma consciência ambiental e que na concepção destes, pode ser melhorada. Os moradores das residências de médio padrão também aceitaram participar desta etapa, porém o interesse destes se deu principalmente na tentativa de reduzir os valores com a conta de água.

As alternativas propostas basearam-se apenas nas medidas de Ecoeficiência recomendadas pelo MMA (2005) e por Coelho (2004), nas quais visam a redução do consumo e desperdício de água otimizando o tempo gasto nas atividades essenciais e através da substituição de equipamentos convencionais por equipamentos de fechamento automático.

Para as residências que utilizam válvula de descarga, foi proposta a troca das válvulas por válvulas com o sistema de “disparo” que reduz em 30% o consumo de água em cada acionamento. Para os banheiros se propôs ainda a troca das torneiras convencionais por torneiras temporizadas, sugeriu-se a redução do tempo gasto no banho e ou o fechamento das torneiras enquanto estiverem se ensaboando, porém, este procedimento se torna impróprio quando o sistema do chuveiro é de aquecimento a gás, pois segundo os moradores, há um maior consumo de água até que a temperatura da água esteja adequada para o banho. Para a lavagem de roupas utilizando máquina de lavar, sugeriu que a mesma fosse acionada quando apresentasse carga máxima e quando possível, reutilizassem as peças.

Após o mês de maio na qual os moradores tentaram reduzir o consumo de água nas atividades simples e diárias, compilou-se novamente as contas de água e verificou-se que após 30 dias houve uma redução no valor gasto com o consumo de água. A Tabela 5 demonstra o consumo de água nas residências que aceitaram as medidas de Ecoeficiência propostas.

Residências	Volume (m ³ mês ⁻¹)	R\$ mensal
AP1	24	109,92
AP2	29	132,82
MP1	11	50,38
MP2	13	59,54

Tabela 5 - Levantamento do volume de água consumida e o custo mensal da conta de água após a aplicação das medidas de Ecoeficiência

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Pode-se perceber que após a aplicação das medidas de Ecoeficiência houve uma redução no consumo de água em todas as moradias, reduzindo assim por consequência os custos da conta de água. As maiores reduções nos valores das contas foram obtidas na residência AP₁, que conseguiu reduzir R\$ 42,75, provavelmente pelo fato dos moradores terem reduzido o tempo no banho, realizaram a troca das torneiras e por não terem utilizado as banheiras durante o período de estudo. A segunda maior

redução foi na residência MP₂ que lucrou com R\$ 18,37, provavelmente decorrente da mudança do uso da máquina de lavar, que passou a ser acionada apenas quando apresentava carga máxima.

A redução dos gastos na AP₂ pode ser provavelmente pela não utilização das banheiras de hidromassagem e a redução de R\$ 2,78 na residência MP₁, se deu apenas pela redução do tempo gasto no banho.

4 | CONCLUSÃO

Pode-se concluir com este estudo que através da aplicação de medidas de Ecoeficiência cuja aplicabilidade é simples ocorre a redução dos valores das contas de água e principalmente os desperdícios, deste modo, há uma redução no consumo diário de água por habitante dia o que influencia positivamente na redução das quantidades de água captadas e tratadas diariamente pelas concessionárias de abastecimento de água. Portanto, conclui-se que ações simples na redução do consumo de água podem trazer benefícios econômicos e ambientais de maneira imediata.

REFERÊNCIAS

COELHO, A.C.D. **Avaliação da Aplicação da Metodologia de Produção mais Limpa UNIDO/UNEP no Setor de Saneamento Estudo de Caso: EMBASA S.A.** 2004. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo, Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

DAVIS, M.L.; MASTEN, S.J. **Princípios de engenharia ambiental.** Porto Alegre: AMGH Editora, 2016.

GUINDANI, Adriano Marcos. **Estudo de viabilidade econômica da implantação do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais em edificação residencial em Estrela-RS.** 2016. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.

HELLER, L., PÁDUA, V.L. **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: UFMG, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Consumo sustentável: manual de educação.** Brasília: Consumers International/MMA/IDEC, 2005. 160p

ONU. Organização das Nações Unidas, Gabinete do Alto Comissário para os Direitos Humanos (ACNUDH), Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat), Organização Mundial de Saúde (OMS). (O) Direito à Água. Fact sheet N.º 35. 2010. Disponível em: <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35en.pdf>. Acesso em: 20/10/2017.

PELOTAS (Município). Lei Nº 6.294, de 02 de Dezembro de 2015. **Dispõe sobre a alteração na sistemática de cobrança pelo fornecimento de água, coleta e tratamento de efluentes por parte do Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas – SANEP, e dá outras providências.** Pelotas, RS.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE SANEAMENTO DE PELOTAS - SANEP. Cobrança de água. 2017. Site oficial da Prefeitura Municipal de Pelotas. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/cobrancadeagua/>>. Acesso em: 24 out. 2017.

SILVA, A. L. E. et al. Contribuições da produção mais limpa, ecoeficiência e sustentabilidade como alternativas de agregação de valor para uma cooperativa de materiais reciclados. **Desafio Online**, Campo Grande, v. 5, n. 2, p.242-260, maio 2017.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (Rio Grande do Sul). **Preços e custos da construção – CUB/RS**. 2017. Disponível em: <<http://www.sinduscon-rs.com.br/wp-content/uploads/2017/08/Preço-e-Custos-da-Construção-1-OUTUBRO-20171.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017.

SHAMMAS, N.K; WANG, L.K. **Abastecimento de água e remoção de resíduos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SOUZA, É. G. F.; RAMOS, H. R.; RUIZ, M. S. A Produção Mais Limpa no Âmbito da Cadeia de Suprimentos Verde: Uma Análise no Setor de Panificação. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, S.I, v. 12, n. 3, p.99-111, 2016.

TELLES, D.D; COSTA, R.P. Reuso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas. São Paulo: Blucher, 2010.

EFEITO DA IRRIGAÇÃO COM EFLUENTE DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO NOS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO

Pedro Henrique Máximo de Souza Carvalho

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais
Juazeiro – BA

William Ralf Santos Costa

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais
Juazeiro – BA

João Vitor Máximo de Souza Carvalho

Universidade Federal de Sergipe – Campus Aracaju
Aracaju – SE

RESUMO: A utilização de efluentes, principalmente os de origem urbana, é uma forma de controle de poluição e preservação do meio ambiente, cujos benefícios estão associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública. Nas últimas décadas, é crescente a utilização de esgotos na agricultura, visto que se tem revelado como fonte natural de fertilizantes que garante boa produtividade das culturas irrigadas. O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da aplicação de efluente de lagoa de estabilização, nas características químicas de um solo. O experimento foi conduzido em área experimental localizada no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS/UNEB), no município de Juazeiro – BA. Para o experimento, foram realizadas ao início

e final, análises de solo, com profundidade de 0 – 20 cm. Foram utilizados, na irrigação, três qualidades de água. Sendo essas: água bruta do rio São Francisco com fertilizante; efluente de lagoa de estabilização, com 50% de fertilizante; e efluente de lagoa de estabilização. Para as condições experimentais, foi possível concluir que o efluente utilizado, com relação aos parâmetros químicos do solo, mostrou-se adequado para irrigação; a irrigação com as diferentes qualidades de água provocou alterações no pH do solo e a aplicação de efluente de lagoa de estabilização proporcionou uma redução na condutividade elétrica do solo.

PALAVRAS-CHAVE: reuso de água; reciclagem de nutrientes; irrigação

ABSTRACT: The use of effluents, especially those of urban origin, is a form of pollution control and preservation of the environment, whose benefits are associated with economic, environmental and public health aspects. In the last decades, the use of sewage in agriculture has been increasing, since it has been revealed as a natural source of fertilizers that guarantees good productivity of irrigated crops. The objective of this work was to analyze the effect of the stabilization pond effluent application on the chemical characteristics of a soil. The experiment was conducted in an experimental area located in the Department of Technology

and Social Sciences (DTCS / UNEB), in the city of Juazeiro - BA. For the experiment, soil analyzes were performed at the beginning and end, with a depth of 0 - 20 cm. Three qualities of water were used in irrigation. These are: raw water from the São Francisco river with fertilizer; stabilization pond effluent with 50% fertilizer; and stabilization pond effluent. For the experimental conditions, it was possible to conclude that the effluent used, in relation to the soil chemical parameters, was adequate for irrigation; the irrigation with different water qualities caused changes in soil pH and the application of stabilization pond effluent provided a reduction in the electrical conductivity of the soil.

KEYWORDS: water reuse; nutrient recycling; irrigation

INTRODUÇÃO

A produção de gérbera desperta grande interesse dos produtores e investidores devido a sua alta rentabilidade, demanda de pequenas áreas, produção intensiva, além do rápido retorno do capital investido. Contudo, para se obter a produtividade esperada, é necessário água em grande quantidade, bem como qualidade, o que vem sendo considerado um grande desafio para os produtores agrícolas, devido à escassez dos recursos hídricos.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente aprovou, em 2006, a resolução nº 375, que define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto sanitário e seus produtos derivados, definindo limites para substâncias potencialmente tóxicas e critérios para a liberação do resíduo (CONAMA, 2006). Diante dos critérios estabelecidos para a produção com água residuária no Brasil, o cultivo de flores passa a ser uma alternativa viável nos quesitos instituídos na resolução, podendo ser irrigadas com águas residuárias, em razão de não se constituírem em cultura alimentar.

A utilização de efluentes, principalmente os de origem urbana, é uma forma de controle de poluição e preservação do meio ambiente, cujos benefícios estão associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública. MANCUSO e SANTOS (2003) aconselham o uso de água residuária na agricultura, pois a mesma é um aporte de grande quantidade de nutrientes ao solo, aumentando o rendimento dos cultivos.

A prática do reúso planejado de águas residuárias domésticas, na agricultura, vem sendo apontada como uma excelente medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semiárido, especificamente nas áreas circunvizinhas às cidades.

Segundo OENNING e PAWLOWSKY (2007), a necessidade de minimizar o consumo e desperdício de água em diversas atividades, inclusive a agrícola, aliada às leis, como a 9.433 de 9 de janeiro de 1997 que institui a cobrança pela captação de água e o lançamento de efluentes, vêm forçando o meio agrícola a mudar seus costumes e processos relacionados ao consumo de água, abrindo caminho ao uso de efluente residuários em estabilização.

Nas últimas décadas, é crescente a utilização de efluente em sistema de

produção irrigada, visto que se tem demonstrado como fonte natural de fertilizantes que garantem boa produtividade das culturas irrigadas. O reúso de água, para fins de irrigação, é uma prática viável que pode ser utilizada em diferentes espécies de plantas. Em diversos países como China, Índia, Israel, França e Estados Unidos já existem grandes áreas irrigadas com reúso (BRAGA et al., 2014).

Desta forma, dada relevância e atualidade dessa temática, o objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos da aplicação do efluente doméstico tratado, sobre algumas características químicas do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no campo experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS, Campus III da UNEB, em Juazeiro, BA (Lat. 09° 24' 50" S; Long. 40° 30' 10" W; Alt. 368 m), numa área de 80 m², com tela de sombreamento preta 40%. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região de Juazeiro-BA é classificado como BSw_h, ou seja, clima árido, com precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm, e temperatura média anual do ar maior que 18 °C.

A condução do experimento foi realizada no período de janeiro a junho de 2017, e foram cultivadas cento e sessenta plantas de gérbera DTCS 1 de corte. As plântulas foram produzidas através da técnica de cultura de tecido, no laboratório de Biotecnologia da UNEB/Campus III. O material vegetativo foi obtido do estoque de plântulas que se encontrava no laboratório de biotecnologia, através da micropropagação in vitro.

O preparo da área consistiu-se de uma aração, duas gradagens, e da construção dos canteiros com aproximadamente 0,60 m de largura e 0,15 m de altura, foram distribuídas mangueiras gotejadoras em todas as parcelas. O solo foi do tipo Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 1999).

Foram utilizados, na irrigação, três qualidades de água. Sendo essas: água bruta do rio São Francisco, com fertilizante; efluente de lagoa de estabilização, com 50% da recomendação de fertilizante para a cultura; e efluente de lagoa de estabilização.

O manejo da irrigação foi realizado através da reposição diária da lâmina evaporada, baseado na curva característica de retenção, sendo repostada com base no método da tensiometria. O Sistema de irrigação foi composto por mangueira gotejadora, com espaçamento entre gotejadores de 0,5 m e vazão de 2 L h⁻¹, funcionando sob pressão de serviço de 1,5 Kgf cm⁻². A ingestão de fertilizantes se deu por reservatórios plásticos de 200 litros, acoplados as eletrobombas.

A água utilizada na condução do experimento foi obtida do Rio São Francisco, cujo abastecimento se deu pela utilização de eletrobombas, sendo essa estocada em caixa plástica de 2000 litros. A água residuária foi coletada da segunda lagoa de estabilização, localizada no bairro São Geraldo, do Serviço Autônomo de Água e Esgoto, SAAE de Juazeiro - BA, sendo composta de uma unidade anaeróbia e duas facultativas sequenciadas, a água foi transportada em recipientes fechados e estocada

em duas caixas plásticas de 2000 litros no local do experimento (Figura 1).



Figura 1: Reservatórios abastecidos com as diferentes qualidades de água, na área experimental.

A nutrição vegetal ocorreu via água de irrigação, aplicando-se 1 kg de Nitrato de Cálcio; 250 g de MKP; 500g de Sulfato de Magnésio; 1,5 g de Ácido Bórico; 0,5 g de Sulfato de Zinco; 0,5 g Sulfato de Cobre; 4g de Rexolin® diluídos em 1000 litros de água, essa recomendação se manteve até as plantas atingirem em média 12 folhas. Quando as plantas atingiram 12 folhas, foram adicionados mais fertilizantes na solução, sendo 250 g de Nitrato de Potássio; 200 g de Sulfato de Potássio e 150 g de Cloreto de Potássio.

Ao longo de todo o experimento, foi aplicada uma lâmina de irrigação de 379 mm.

As análises químicas das diferentes qualidades de água foram realizadas no SENAI – Petrolina-PE. Já os parâmetros químicos do solo, foram determinados no início e ao final do experimento, na profundidade de 0 a 20 cm, conforme descrito pela EMBRAPA (1997).

Os parâmetros do solo avaliados foram: pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{++} , Na^{++} , Al^{3+} , H^{+} + Al^{3+} , porcentagem de sódio trocável (PST) e condutividade elétrica (CE) do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados nas qualidades de água estão dispostos na Tabela 1

Parâmetros	Água bruta do Rio São Francisco	Efluente de lagoa de estabilização	Intervalo usual na água de irrigação ^a
pH	7,44	8,32	0 - 8,20
RAS (meq L ⁻¹)	0,18	11,68	0 - 15
CE (dS m ⁻¹)	0,37	1,60	0 - 3,00

N total (mg L ⁻¹)	0,40	12,21	0 - 30,20
P total (meq L ⁻¹)	0,81	3,22	0 - 2,00
K (mg L ⁻¹)	0,91	4,69	0 - 2,00
Ca (meq L ⁻¹)	0,80	2,40	0 - 20
Mg (meq L ⁻¹)	0,60	4,90	0 - 5,00
Na total (meq L ⁻¹)	0,15	22,31	0 - 40,00
SO ₄ total (mg L ⁻¹)	<0,05	189,32	0 - 960,00

Tabela 1: Caracterização química das qualidades de água usadas na irrigação.

Fonte: ^a adaptado do Almeida (2010)

De acordo com os resultados das análises de água, apresentados na Tabela 1, e em consonância com as diretrizes de adequabilidade de águas para irrigação, averigua-se que, do ponto de vista de um possível efeito osmótico da salinidade, que o efluente de lagoa de estabilização apresentou grau de restrição de ligeiro a moderado, enquanto a água de abastecimento não apresentou qualquer limitação.

No tocante à toxicidade de íons específicos, especialmente o sódio, não se encontrou restrição alguma na água de abastecimento, já a residuária, apresentou grau de restrição moderado.

Quanto ao pH da água residuária, notou-se uma variação em seu valor, com relação ao da água de abastecimento; todavia, os valores enquadram-se em faixa aceitável para irrigação, com baixa interferência na disponibilidade de nutrientes em solução.

No tocante à presença de Nitrogênio total na água residuária, os valores encontrados nas duas qualidades de água se mantiveram na faixa adequada para irrigação. Teixeira (2013) encontrou uma concentração média de 15,8 mg L⁻¹ em efluente de lagoa de estabilização, concentração essa que atendeu a necessidade nutricional das plantas analisadas, obtendo produtividade semelhante à água de abastecimento com fertilização, e não promoveu o efeito salino nos substratos utilizados.

A concentração de potássio, presente no efluente de lagoa de estabilização, apresentou-se um pouco elevada, com base na classificação de Almeida (2010). Todavia, a alta concentração do potássio no efluente não provocou acúmulo no solo

analisado (tabela 2). Resultado semelhante encontrado por Emongor e Ramolemana (2004) que, ao avaliar o uso potencial de esgotos domésticos em horticultura, quantificaram, no efluente doméstico tratado, uma concentração de potássio igual a 25 mg L⁻¹. Entretanto, foi constatado que não houve diferença significativa nas propriedades químicas do solo, em relação aos períodos anterior e posterior às irrigações.

Características	SCI	SISF	SIEFF	SIEF
pH (H ₂ O)	5,50	6,20	6,30	6,70
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,20	3,60	4,00	4,40
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,80	2,40	2,80	1,70
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,11	0,64	0,59	0,57
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,12	0,19	0,14
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00	0,00	0,00
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,82	1,12	1,12	0,96
SB (cmol _c dm ⁻³)	6,16	6,76	7,58	6,81
T (cmol _c dm ⁻³)	6,98	7,88	8,70	7,77
V (%)	88,25	86,00	87,00	88,00
PST (%)	0,70	1,52	2,18	1,82
RAS (cmol _c dm ⁻³)	0,03	0,07	0,10	0,08
P disp. (mehlich I) (mg dm ⁻³)	105,00	110,00	121,00	118,00
CE (dS m ⁻¹)	0,78	1,51	1,97	0,63

Tabela 2: Variáveis químicas analisadas no solo, ao início e final do experimento.

SCI = solo na capacidade inicial; SISF = solo irrigado com água do rio São Francisco com fertilizantes; SIEFF = solo irrigado com efluente de lagoa de estabilização e fertirrigação; SIEF = solo irrigado com efluente de lagoa de estabilização.

Na tabela 2, é possível observar que a irrigação com as diferentes qualidades de água elevou o valor do pH do solo, ao final do experimento. Sendo que, para a produção agrícola, esse aumento proporcionou uma redução da produtividade, de uma forma inversamente proporcional, ou seja, quanto maior o pH, menor é a disponibilidade de nutrientes para as plantas, e, conseqüentemente, a produção das plantas.

O efeito do excesso de sais solúveis, na solução do solo, tem relação com a nutrição mineral aplicada, provocando uma diminuição na produção, pois está relacionada ao efeito osmótico no solo. Tal efeito é provocado pelo aumento do potencial osmótico no solo, levando a ocorrer um desbalanço nutricional na planta, em função da elevada concentração iônica, e a inibição da absorção de outros cátions pela porcentagem de sódio trocável.

A magnitude dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado.

Observa-se que a condutividade elétrica (CE) no SIEF, ao final do experimento, foi inferior aos demais tratamentos, demonstrando estar relacionada à adição de fertilizantes na irrigação. Diante dos resultados obtidos, é possível afirmar que o solo irrigado com efluente de lagoa de estabilização não apresentou problemas de salinização, podendo assim, ser uma alternativa para a irrigação na agricultura.

CONCLUSÕES

- O efluente utilizado, com relação aos parâmetros químicos do solo, mostrou-se adequado para irrigação.
- A irrigação com as diferentes qualidades de água provocou alterações no pH do solo.
- A aplicação de efluente de lagoa de estabilização proporcionou uma redução na condutividade elétrica do solo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2010. 234 p.

BRAGA, B. M.; MAROUELLI, A. W.; LIMA, P. E. C. **Reúso de água na agricultura**. In: BRAGA, B. M.; LIMA, P. E. C. Brasília, Embrapa, 2014. p. 13-25.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº. 375 de 29 de agosto de 2006. **Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências**. Brasília, DF: Conama, 2006.

EMBRAPA SOLOS (Rio de Janeiro, RJ). **Manual e métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412 p.

EMONGOR, V. E.; RAMOLEMANA, G. M. **Treated sewage effluent (water) potential to be used for horticultural production in Botswana.** Physics and Chemistry of the Earth, v.29, p.1101 – 1108, 2004.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de água.** 1.ed. São Paulo: Manole, 2003. 576p.

OENNING, A. J.; PAWLOWSKY, U. **Avaliação de tecnologias avançadas para reúso de água em indústria.** Eng. sanit. ambient., Rio de Janeiro, v.12 - nº 3 - jul/set, p. 305-316, 2007.

TEIXEIRA, I. D.; QUEIROZ, S. O. P.; ARAGÃO, C. A.; MESQUITA, A. M. **Desempenho agrônômico de gladiolo em substratos orgânicos sob reúso de água.** Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v. 21, n. 3, p.: 307- 316, 2016.

EQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO E UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ESTADO DA BAHIA

Clério Ferreira de Sousa

Universidade Federal da Bahia – UFBA
Salvador – Bahia

Gervásio Ferreira dos Santos

Universidade Federal da Bahia – UFBA, Programa
de Pós-Graduação em Economia
Salvador – Bahia

Raymundo José Santos Garrido

Universidade Federal da Bahia – UFBA, Programa
de Pós-Graduação em Economia
Salvador – Bahia

RESUMO: Este artigo objetiva abordar a problemática da universalização da prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no estado da Bahia e a questão do equilíbrio econômico-financeiro da Empresa Baiana de Águas e Saneamento – Embasa. Para tanto, realizou-se pesquisa bibliográfica, bem como o levantamento de informações sobre despesas, tarifa e consumo por economia no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS. Os resultados sugerem dificuldades para a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro já que a tarifa média praticada para os serviços (água e esgoto) se apresentou durante todo o período analisado abaixo da despesa total média por m³ (DTM/m³). Outro fato que vem reforçando a dificuldade da manutenção do

equilíbrio é a redução do consumo mensal por economia.

PALAVRAS-CHAVE: abastecimento de água; universalização; equilíbrio econômico

ABSTRACT: This article aims to address the problem of the universalization of the provision of water supply and sewage services in the state of Bahia and the issue of the economic and financial balance of the Baiana Water and Sanitation Company - Embasa. For this, a bibliographic research was carried out, as well as the collection of information on expenses, tariff and consumption by economy in the National System of Information on Sanitation - SNIS. The results suggest difficulties in maintaining the economic-financial balance since the average tariff practiced for services (water and sewage) was presented during the analyzed period below the average total expenditure per m³ (TMD / m³). Another fact that has reinforced the difficulty of maintaining equilibrium is the reduction of monthly consumption per economy. **KEYWORDS:** water supply; universalization; economic balance

1 | INTRODUÇÃO

A prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário é essencial à promoção da saúde pública e da qualidade de vida de uma população, por isso o estado tem um papel muito importante na gestão e regulação desses serviços. Por se tratar de serviços de interesse local, compete aos municípios prestá-los diretamente ou sob regime de concessão ou permissão.

Os serviços de abastecimento de água prestados no Brasil atendem, conforme Brasil (2017), 164,7 milhões de habitantes (83,3% da população total), sendo 157,2 milhões de habitantes da área urbana, o que corresponde a uma média nacional de 93,1% da população urbana atendida. As regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste apresentaram cobertura de mais de 96,0%. Em contraste, as regiões Nordeste e Norte apresentaram índices de atendimento urbano de 89,6% e 69,2%, respectivamente. Cabe destacar que apenas 2/3 dos estados do Nordeste estão com o índice de atendimento urbano por rede de água acima de 90%, o que indica que ainda há necessidade de investimentos em expansão dos serviços para se chegar à universalização da cobertura.

Em 2015, o Brasil apresentou um volume de água consumido da ordem de 9,7 bilhões m³, com uma média de 154,0 litros por habitante ao dia (l/hab/dia). Já o volume de água produzido foi de 15,4 bilhões m³ aproximadamente. No entanto, os sistemas de abastecimento de água apresentaram perdas elevadas no processo de distribuição de água da ordem de 36,7% em média, destacando-se com percentuais elevados de perdas as regiões Norte e Nordeste com 46,3% e 45,7%, nesta ordem. Em termos de perdas na distribuição cabe destacar que o Amapá tem o maior indicador do país 74,8%, ao passo que Goiás tem o menor, 30,1%. A Bahia aparece com indicador de 36,1%, levemente abaixo da média nacional e apresenta o melhor desempenho entre os estados das regiões Norte e Nordeste. O aumento da eficiência no controle das perdas implica níveis menores de exploração dos mananciais de água, assim como possibilita a redução de custos, pois uma vazão menor de água será desperdiçada, o que pode refletir positivamente sobre o equilíbrio econômico-financeiro da prestadora dos serviços.

Os serviços de esgotamento sanitário prestados no Brasil atendem, conforme Brasil (2017), 99,4 milhões de habitantes (50,3% da população total). Desse total, 98,0 milhões de habitantes estão na área urbana, com uma cobertura média nacional de 58,0% nessa área, destacando-se a região Sudeste com média de 81,9%. Por outro lado, as regiões Norte e Nordeste se apresentam com uma cobertura média de apenas 11,2% e 32,2% nas zonas urbanas, respectivamente. Quanto ao tratamento dos esgotos, o índice médio de cobertura do Brasil alcança menos da metade da estimativa dos esgotos gerados e quase 3/4 para os esgotos coletados, com destaque em ambos os aspectos para a região Centro-Oeste, com 50,2% e 92,6%, nesta ordem. A Bahia apresentou o índice de cobertura entre 40 e 70%. O caminho para a universalização do acesso aos serviços de esgotamento é bastante longo.

Os prestadores dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são remunerados via tarifas reajustáveis. Em 2015, a tarifa média praticada no Brasil igualou-se à despesa total média de R\$ 2,96/m³. No nível macro parece que o setor consegue cobrir as suas despesas ao igualar a tarifa praticada às despesas totais com os serviços por metro cúbico de água mais esgoto faturado. Em contraste, na região Nordeste, a tarifa praticada média alcança 3,02/m³ frente a uma despesa total média de R\$ 3,26 /m³. Ao relacionar tarifa praticada média com despesa total média, sete estados da região Nordeste apresentam tarifas médias menores que a despesa média. Na Bahia, por exemplo, a tarifa média é de 3,39/m³ frente a uma despesa média de R\$ 3,45/m³, indicando dificuldades para manter o equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços.

O estado da Bahia, através da Lei 11.172 de 1º de dezembro de 2008, elegeu como princípio o fortalecimento da Empresa Baiana de Água e Saneamento (Embasa) com o objetivo de viabilizar o acesso da população estadual aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, em regime de cooperação com os municípios, por meio de contratos de programas. Para esse fortalecimento é necessária a sustentabilidade econômico-financeira da companhia. A Embasa tem um papel fundamental na execução da Política de Saneamento do estado da Bahia, qual seja buscar a universalização dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário para os baianos com a qualidade adequada.

A Lei 11.172/2008 também criou a Comissão de Regulação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico do estado da Bahia (Coresab), vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Urbano (Sedur), com a finalidade de regular e fiscalizar o setor de saneamento básico. Quatro anos depois, a Coresab foi substituída pela Agência Reguladora de Saneamento Básico do estado da Bahia (Agersa) que tem, dentre outros papéis, o de fazer com que a regulação tarifária garanta que a cobrança de tarifas satisfaça a diversos objetivos, tais como: o equilíbrio econômico-financeiro do regulado; não impedir o acesso da população a esses serviços; atender às diretrizes de promoção de saúde pública; ser progressivas em relação ao volume fornecido, bem como desestimulantes de desperdícios. A Embasa é uma sociedade de economia mista, já a Agersa é uma Autarquia em regime especial, ambas vinculadas à Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento (SIHS). Essa agência impõe uma série de restrições/normas microeconômicas visando o adequado funcionamento do fornecimento de água tratada na Bahia.

A Embasa aponta, no seu Relatório da Administração e das Demonstrações Financeiras 2016, da necessidade de correções de distorções que afetam de forma recorrente o seu equilíbrio econômico-financeiro, tais como a diminuição substancial do consumo médio por economia residencial e a não realização, em 2015, da revisão tarifária ordinária. Apesar de a Embasa não ter dissertado, nesse relatório, sobre as distorções e ameaças ao equilíbrio econômico-financeiro, tentou esclarecê-las via ofício encaminhado à Agersa em março de 2017, ocasião em que postulou revisão

tarifária extraordinária. No pleito, a Embasa também se fundamenta em um estudo de viabilidade econômica interno para alegar um desequilíbrio financeiro da ordem de R\$ 10,7 bilhões decorrentes da geração de caixa de apenas R\$ 6,1 bilhões frente às necessidades de investimentos no patamar de R\$ 16,8 bilhões. Desse modo seria necessário para o alcance do equilíbrio financeiro um ajuste tarifário de, no mínimo, 53,1%. Esse pleito específico foi negado pela Agência que alegou não ter ainda elementos suficientes para aferir e avaliar as condições propostas, vez que seria impossível fazer uma revisão dessa magnitude com base apenas em números apresentados pela regulada. A revisão tarifária não seria possível, pois a Embasa não tinha implantado a Contabilidade Regulatória e nem a Base de Remuneração de Ativos.

O desafio que surge nesse contexto é o de garantir a universalização e manter o equilíbrio econômico-financeiro do prestador à medida que os serviços avançam para áreas mais distantes da estrutura de produção e distribuição de água e de coleta e disposição adequada do esgoto. A esse respeito, Melo e Jorge Neto (2010) afirmam que apenas os serviços de saneamento básico prestados nas capitais e nos municípios de grande porte são superavitários, ao passo que nos municípios de médio e pequeno porte a prestação dos serviços é mais precária.

2 | OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho objetiva abordar a problemática da universalização da prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no estado da Bahia e a questão do equilíbrio econômico-financeiro da Empresa Baiana de Águas e Saneamento – Embasa.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para consecução do objetivo, realizou-se pesquisa bibliográfica, bem como o levantamento de informações sobre despesas, tarifa e consumo por economia no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO NA BAHIA

Com base nos dados coletados em 2015 pelo SNIS acerca dos serviços de água e esgotos será demonstrada nesta seção a situação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitários prestados na Bahia. Serão tratados aspectos

operacionais, administrativo-financeiros e comerciais.

Em relação aos serviços de abastecimento de água, na Bahia há uma infraestrutura de distribuição de 41,7 mil quilômetros de redes de água que estão conectados a 3,3 milhões de ramais prediais ativos. Esses ramais atendem 11,7 milhões de habitantes, sendo que a Embasa participa com 36,6 mil quilômetros de redes de água (87,7%) que estão conectados a 2,9 milhões de ramais prediais ativos (87,7%) que atendem 10,3 milhões de habitantes (88,1%). A Bahia produziu 830,4 milhões m³/ano de água e consumiu 530,4 milhões m³/ano, sendo que desse total, a Embasa produziu 711,1 milhões m³/ano (85,6%) e, desse volume, foram consumidos 438,0 milhões m³/ano (82,6%). Em termos de volume faturado, a Bahia faturou 537,5 milhões m³/ano. Desse total, a Embasa faturou 436,4 milhões m³/ano. No processo de distribuição de água, os sistemas de abastecimento da Bahia apresentaram perdas na distribuição na ordem de 36,1%. A oferta de água é superior ao consumo de água, no entanto as perdas na distribuição de água são elevadas, e isto tem um custo que, em determinada medida, é repassado para o consumidor, dado que o modelo de regulação é pelo custo dos serviços prestados.

Na Bahia, o consumo de água em 2015 foi da ordem de 117,0 l/hab/dia contra a média dos três anos anteriores que foi de 114,01 l/hab/dia, o que representa um acréscimo de 2,5%. Com isso, o consumo *per capita* da Bahia ficou acima da média regional, superando os observados nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Quanto às perdas na distribuição, a Bahia tem o indicador de 36,1%, ressalta-se que perda pela Embasa foi de 38,5%.

Quanto aos serviços de esgotamento sanitário, na Bahia existem 12,1 mil quilômetros de redes de esgoto que estão conectadas a 1,3 milhões de ramais prediais ativos que atendem 5,1 milhões de habitantes. A Embasa participa com 9,7 mil quilômetros de redes de esgoto (80,2%) que estão conectados a 1,0 milhão de ramais prediais ativos (81,2%) que atendem 4,2 milhões de habitantes (82,6%). O volume de esgoto coletado na Bahia em 2015 foi de 260,5 milhões m³/ano e o tratado alcança 222,3 milhões m³/ano. A Bahia apresenta um índice de atendimento urbano com rede coletora de esgoto entre 40 e 70% e, desses valores, a Embasa participa com 209,1 milhões m³/ano (80,3%) de esgotos coletados e 207,0 milhões m³/ano tratados (93,2%). Em termos de volume faturado, a Bahia faturou 209,7 milhões m³/ano, dos quais a Embasa faturou 182,6 milhões m³/ano, correspondentes a 87,1%.

A indústria de abastecimento de água e de esgotamento sanitário baiana gerou um movimento, em 2015, de R\$ 2,6 bilhões no estado da Bahia. Desse total, R\$ 1,9 bilhão são receitas operacionais diretas de água e R\$ 0,6 bilhão são receitas operacionais diretas de esgoto. Para gerar essas receitas, o setor teve despesas totais com os serviços (DTS) de R\$ 2,6 bilhões, registrando um *superávit* de R\$ 57,2 milhões. As despesas de Exploração (DEX) atingiram 1,9 bilhão (73,0% da DTS). Os prestadores de serviços, ao todo, possuíam 6827 empregados próprios, com despesa anual com pessoal próprio da ordem de R\$ 0,6 bilhão.

No setor, a Embasa gera R\$ 2,5 bilhões (93,5%). Desse total, R\$ 1,8 bilhão são receitas operacionais diretas de água e R\$ 0,59 bilhão são receitas operacionais diretas de esgoto. Para gerar essas receitas, a Embasa teve despesas totais com os serviços (DTS) de R\$ 2,4 bilhões (93,6%), registrando um *superávit* de R\$ 52,0 milhões (91,0%). Cabe destacar que as despesas de exploração (DEX) atingiram 1,7 bilhão (91,8% das despesas de exploração (DEX) da indústria e 71,6% das despesas totais com os serviços (DTS) da Embasa). A Embasa possuía 4602 empregados próprios (67,4%) em 2015, com despesa anual com pessoal próprio da ordem de R\$ 0,55 bilhões (87,5%).

Em 2015, a tarifa média praticada na Bahia foi de R\$ 3,39/m³ frente a uma despesa média de R\$ 3,45/m³, o que indica dificuldades para manter o equilíbrio econômico-financeiro do setor, já que as receitas operacionais geradas pela cobrança dos serviços são inferiores as suas despesas totais.

4.2 SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PRESTADOS PELA EMBASA

Em relação aos serviços de abastecimento de água, a Embasa opera 433 sistemas, dos quais 124 são integrados e 309 são locais que atendem 366 municípios. O abastecimento alcançou em 2016, conforme Gráfico 01, 3,5 milhões de ligações existentes de água contra 2,3 milhões em 2006, um aumento de 34,6% no período.

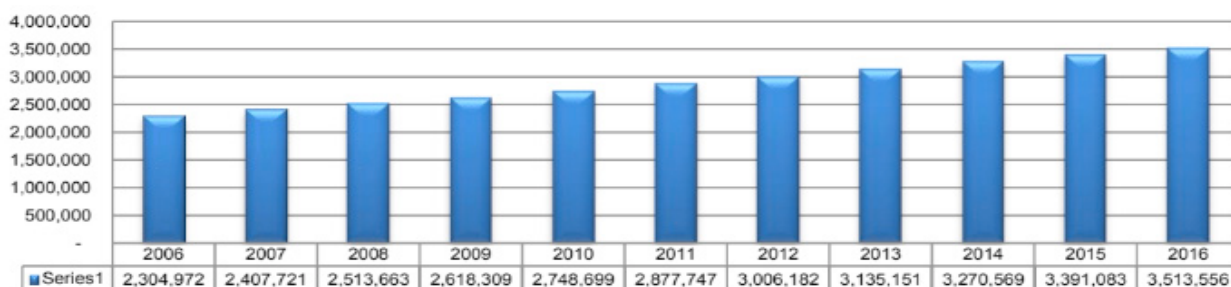


Gráfico 01 – Evolução das ligações existentes de água na área de atuação da Embasa, 2006 - 2016

Fonte: Embasa (2017).

Em relação aos serviços de esgotamento sanitário, a Embasa opera 115 sistemas de esgotamento, dos quais seis são integrados e 309 são locais que atendem 102 municípios. O esgotamento alcançou em 2016, conforme o Gráfico 02, 1,2 milhão de ligações existentes de esgoto contra 0,5 milhão em 2006, uma aumento de 138,3% no período.

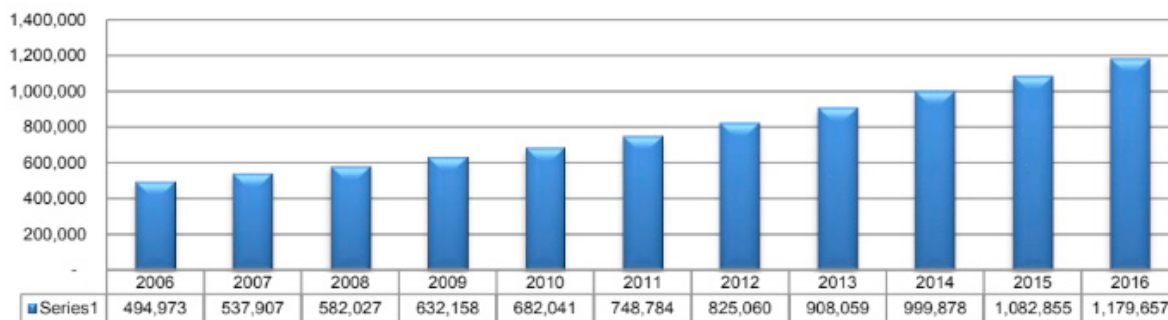


Gráfico 02 – Evolução das ligações existentes de esgoto na área de atuação da Embasa, 2006 – 2016

Fonte: Embasa (2017).

4.3 DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DA EMBASA

Para abordarmos a questão do equilíbrio econômico financeiro, é necessário trazer o processo de definição e revisão de tarifa pelos serviços prestados. A primeira revisão tarifária em ambiente regulado na Bahia ocorreu em 2009. A Embasa elaborou estudos econômicos e técnicos, e com base nesses fez sua proposta de revisão tarifária para 2009.

A Embasa em sua proposta recorre ao Artigo 67 do Decreto estadual 3.060/1994, que regulamenta os serviços da Embasa, o qual estava de acordo com a Lei federal 6.528/1978 (revogada pela Lei federal 11.445/2007). O artigo estabelece que a Embasa dever ser remunerada via tarifas reajustáveis que cubram os seus custos de operação, manutenção, depreciação, provisão para devedores, amortização de despesas e a remuneração do investimento reconhecido. A Embasa evocou o referido artigo para afirmar que fazia décadas que não era feito uma avaliação de tarifas nos moldes desse artigo, dando a entender que aquele era o momento, tendo já em vista os desafios implantados pela Lei federal de Saneamento 11.445/2007, que já estava em vigor (EMBASA, 2009).

Embora revogada a Lei federal 6.528/1978, a Embasa adotou o modelo de regulação pelo custo do serviço previsto pela referida Lei, buscando atender aos princípios estabelecidos pela Lei federal 11.445/2007, afirmando que esse modelo era o adotado pela maioria ou a totalidade das companhias estaduais de saneamento (CESBs) do país (EMBASA, 2009). De forma sintetizada, o modelo pelo custo do serviço empregado pela Embasa buscava igualar a Receita Operacional de Direta de Água (RO) aos Custos dos Serviços (CS):

$$RO = CS \quad (1)$$

O CS era composto da seguinte forma:

$$CS = DEX + DPA + i(IR) \quad (2)$$

Na equação 2, considerar as seguintes variáveis: DEX são as despesas de exploração; a DPA são as quotas anuais de depreciação, provisão para devedores

e amortização de Despesas; i é a taxa de remuneração do investimento (ou Taxa de Retorno do investimento); IR é o investimento reconhecido que compreendia o imobilizado em operação (também denominado imobilizações técnicas), ativo diferido, capital de movimento (o capital de movimento para fins tarifários compreende o disponível não vinculado, os créditos de contas a receber de usuários, os estoques de materiais para operação e manutenção, deduzidos as depreciações acumuladas, as amortizações acumuladas de despesas do ativo diferido, os auxílios para obras; $i(IR)$ é a remuneração do investimento reconhecido.

A Tarifa Média Necessária (TMN) da primeira revisão ordinária foi obtida a partir da relação entre CS e Volume Faturável de Água mais Esgoto (VFAE) no período de referência.

$$TMN = \frac{CS}{VFAE} \quad (3)$$

O período de revisão tarifária correspondia a maio de 2009 a abril de 2010. Para evitar projeções arbitrárias, a Embasa utilizou como base de dados o seu próprio orçamento para o ano de 2009. Além disso, a Embasa fez alguns ajustes na composição da despesa de exploração (DEX): i) exclusão das despesas com participação dos resultados no grupo de gastos com pessoal; ii) do grupo de tributos retirou as despesas relativas ao Imposto sobre Circulação de Mercadores e Serviços (ICMS) sobre a água bruta e a tratada, porque esses gastos eram calculados após a aplicação da tarifa; iii) excluiu as despesas da Diretoria de Engenharia por serem capitalizáveis e constituírem parte dos investimentos no ativo imobilizado; iv) Abateram-se dos custos as receitas com recuperação de despesas, por serem redutoras de gastos. Quanto à DPA, foram feitos dois ajustes: no primeiro foi retirada a parcela capitalizável da depreciação por serem agregadas ao ativo Imobilizado; no segundo foi retirada a receita de reversão de provisões, as receitas decorrentes dos contratos especiais sem ICMS e as receitas de serviços acessórios (receitas indiretas). Dessa forma, a Embasa chegou ao montante dos custos dos serviços, utilizando o próprio orçamento que fora aprovado.

Na ocasião da revisão tarifária de 2009, a Embasa propôs a alteração da estrutura tarifária. A próxima revisão ordinária estava prevista para ocorrer em 2013. Em 2010, após primeira revisão, fez-se o primeiro reajuste tarifário no âmbito da Coresab, com base no Índice de Reajuste Tarifário (IRT) cuja fórmula fora definida na deliberação 002/2009 da Coresab. Diante disso, em conformidade com essa deliberação e com o Artigo 2º da Resolução 001/2010 da Coresab, o cálculo do IRT para 2010 decorreu da fórmula a seguir:

$$IRT = [(VPA \times IrA) + (VPB \times IrB)]/CO, \text{ sendo } VPB = CO - VPA \quad (4)$$

Na equação (4) são consideradas as seguintes variáveis: IRT é o índice de reajuste tarifário; VPA é o valor da parcela A que corresponde às despesas não administráveis orçadas para o último período tarifário (janeiro/09 a abril/09); VPB é o valor da parcela B que corresponde às despesas administráveis orçadas para o último período tarifário (janeiro/09 a abril/09); IrA é o índice de reajuste da parcela A; IrB é o índice de reajuste

da parcela B; CO é o custo operacional dos serviços de água e esgoto orçados para o último período tarifário (janeiro/09 a abril/09); IPCA é o índice nacional de preços ao consumidor amplo. O IRT aprovada em 2010 foi de 6,91%. Até o presente momento, a metodologia do IRT é utilizada como índice de reajuste tarifário dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

Em 2011 ocorreu a primeira revisão tarifária extraordinária. Como proposta de revisão (EMBASA, 2011), a Embasa apresentou um estudo técnico de uma fundação de pesquisa, que, dados os níveis tarifários à época, apontava a incapacidade financeira da Embasa em universalizar os serviços. O estudo concluía pela necessidade de ajuste tarifário da ordem de 66,6% de uma única vez para universalizar os serviços em 30 anos; em caso de escalonamento do ajuste ao longo do tempo, o percentual de ajuste seria superior, e aumentaria à medida que se ampliasse o escalonamento. No entanto, a Coresab autorizou, conforme Resolução 002/2011 da Coresab, um reajuste combinado com uma revisão de 13,644%, sendo 6,194% de reajuste mais incremento real (revisão) de 7,45%. Este incremento real ficou previamente autorizado para os anos de 2012, 2013 e 2014, mas a efetivação desses ganhos tarifários reais ficou condicionada ao alcance de metas e indicadores de desempenho. Além disso, foi realizada a revisão da estrutura tarifária que estava vigente desde 2009 e foi alterada a data da segunda revisão ordinária de 2013 para 2015, alteração corroborada pela Resolução 002/2013 da Agersa.

A segunda revisão ordinária prevista para 2015 não ocorreu. A Resolução 001/2015 da Agersa postergou a revisão devida à ausência de elementos suficientes para fins de análise. Deduz-se dessa resolução que tais elementos seriam obtidos a partir da implementação de uma Contabilidade Regulatória que permitisse a avaliação da Base de Ativos Regulatórios (BAR) da Embasa.

Em 2017 ocorreu a segunda revisão tarifária extraordinária. A Agersa autorizou, por meio da Resolução 001/2017 da Agersa, em atenção ao pleito da Embasa, uma mudança na estrutura tarifária, mais especificamente na faixa de consumo mínimo de 10m³/mês para 6 m³/mês e na criação de uma nova faixa excedente de 7 a 10 m³/mês. Autorizou o reajuste combinado com revisão na ordem de R\$ 8,80%, sendo 5,91% reajuste e 2,89% de ganho real. Também autorizou previamente, além dos respectivos IRT's a serem calculados para os respectivos anos de 2018, 2019 e 2020, ganhos reais de 3,29% em cada ano.

Feito as considerações acima, agora podemos dissertar sobre o desempenho econômico-financeiro da Embasa. Em 2016, conforme Gráfico 03, a Embasa obteve receita operacional líquida (ROL) da ordem de R\$ 2,4 bilhões frente a custos e despesas operacionais de R\$ 2,3 bilhões; destes R\$ 1,6 bilhões se devem aos custos dos serviços prestados (CSP), R\$ 0,4 bilhões a despesas administrativas (Desp Adm) e R\$ 0,3 bilhões a despesas comerciais (Desp com). Observa-se que de 2002 a 2016 a ROL sempre se manteve acima do CSP. No entanto quando se adicionam aos custos as despesas operacionais administrativas e comerciais, no intervalo de 2002

a 2008 a ROL só foi maior que os custos e as despesas em 2005. A partir de 2009, ano em que ocorreu a primeira revisão tarifária ordinária num ambiente regulado pela Coresab, a ROL foi superior, tendo alcançado um impulso ainda maior de 2012 a 2014 em decorrência da primeira revisão extraordinária, autorizada em 2011 pela agência reguladora com acréscimos reais em todos os anos desse intervalo.

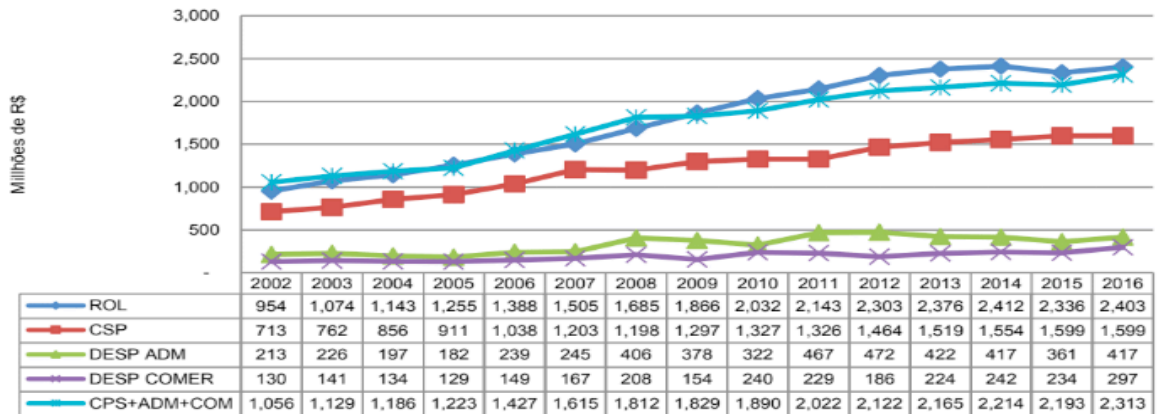


Gráfico 03 – Evolução da Receita Operacional Líquida (ROL), Custo do Serviço Prestado (CPS), Despesas administrativas (DESP ADM) e Despesas Comerciais (DESP COMER) da Embasa, 2002 – 2016, valores reais, dezembro/2016 (IPCA).

Fonte: elaboração própria.

Apesar de as receitas terem ganho impulso devido à expansão dos serviços e das revisões tarifárias, o desempenho financeiro da Embasa vem diminuindo. O Lajida, de acordo como Gráfico 04, cresceu de forma sucessiva de 2002 a 2007, caiu em 2008, mas continuou crescendo em 2009 e 2010 impulsionado pela revisão tarifária de 2009. Entretanto, ele volta a diminuir em 2011, para tornar a crescer em 2012 e 2013 puxado em boa medida pela revisão extraordinária, porém com queda a partir de 2013 refletindo uma diminuição de eficiência.

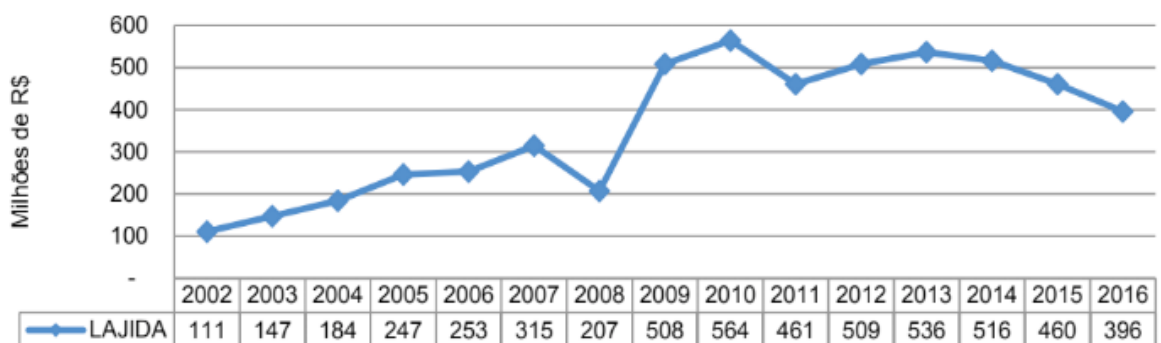


Gráfico 04 – Evolução do Lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização (LAJIDA) da Embasa, 2002 – 2016, valores reais, dezembro/2016 (IPCA).

Fonte: Embasa (2017, p.42).

A eficiência operacional é percebida quando se observa o comportamento da margem Ebitda (Mede a relação entre o Lajida e a ROL) que apresenta, de acordo

com o Gráfico 05, tendência de queda desde 2010; nesse ano a margem foi a maior de todo o período alcançando 28% e chegou em 2016 com 16%, o que demanda muita atenção, pois isso representa uma diminuição significativa na eficiência operacional da empresa, na sua capacidade de gerar recursos (caixa) com as suas atividades operacionais.



Gráfico 05 – Evolução nominal da Margem Ebitda da Embasa, 2002 – 2016

Fonte: Embasa (2017, p.42).

O Gráfico 06 demonstra um *mark-up* das receitas operacionais líquidas em cada período sobre os custos dos serviços e despesas operacionais (administrativas e comerciais). De 2002 a 2008, salvo 2007, a Embasa apresentou *mark-up's* negativos em relação aos custos e despesas; a partir de 2009, voltou a ser positivos.

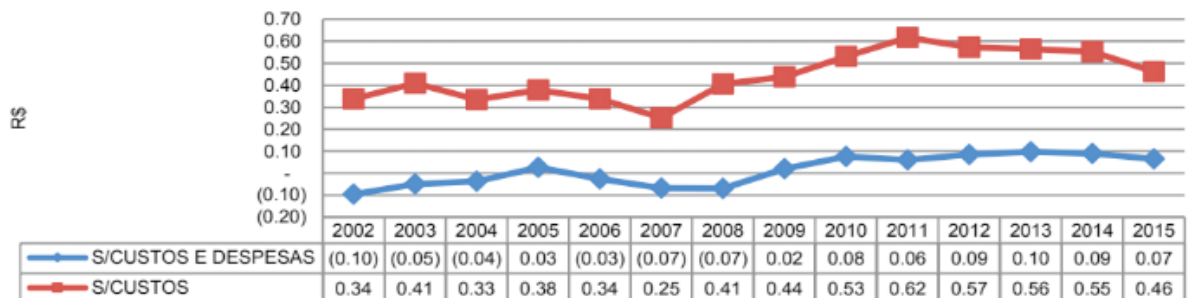


Gráfico 06 – Evolução do *mark-up* das receitas operacionais líquidas em cada ano sobre os respectivos custos dos serviços e despesas operacionais (administrativas e comerciais) da Embasa, 2002 – 2016, valores reais, dezembro/2018 (IPCA).

Fonte: elaboração própria.

Em termos de resultado líquido no período de 2002 a 2008, a Embasa acumulou um prejuízo de R\$ 174,5 milhões. Em 2009, conforme Gráfico 07, após experimentar um prejuízo de R\$ 144,1 milhões no anterior, a Embasa auferiu um lucro líquido de R\$ 338,0 milhões, mas com tendência de queda a partir daquele ano, chegando a R\$ 37,1 milhões em 2015. Em 2016, após realizar um resultado positivo de R\$ 99,4 milhões, totalizou R\$ 1,0 bilhão de lucros no período pós 2008 o que foi mais que suficiente para cobrir os prejuízos sofridos no período anterior. Em todo período de 2002 a 2016 os lucros acumulados foram da ordem de R\$ 856,0 milhões.

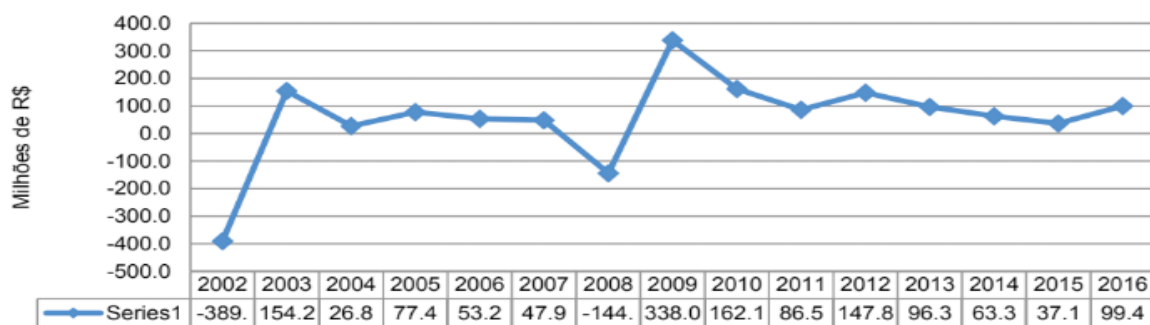


Gráfico 07 – Evolução do resultado líquido da Embasa, 2002 – 2016.

Fonte: Embasa (2017).

Como será demonstrada na próxima seção, a tarifa média de água se manteve abaixo da despesa total média por metro cúbico de água mais esgoto faturado no período de 2002 a 2009 e essa relação se inverteu a partir de 2010, o que pode explicar os prejuízos acumulados no período de 2002 a 2008 e os lucros acumulados a partir de 2009.

4.4 EVOLUÇÃO DAS TARIFAS E DO CONSUMO POR ECONOMIA

O Gráfico 08 demonstra, para o período de 2002 a 2015, a evolução da tarifa média de água, a tarifa média praticada (água e esgoto) e a despesa total média por m³ (DTM/m³). Nota-se que, de 2002 a 2009, tanto a tarifa média de água quanto a tarifa média praticada estão abaixo da DTM/m³, mas em 2009 a tarifa média de água se aproximou da DTM/m³ devido principalmente à primeira revisão ordinária que ocorrera nesse ano. Observa-se que o efeito da mencionada revisão foi parcial porquanto as então novas somente passaram a vigorar a partir de 01 maio de 2009. De 2010 a 2015, as tarifas aumentaram ainda mais devido principalmente aos efeitos plenos da revisão ordinária e da revisão extraordinária que ocorrera em 2011 quando foram autorizados, pelo regulador, aumentos reais nas tarifas para aquele ano e para os anos de 2012, 2013 e 2014, fazendo com que a tarifa média de água superasse a DTM/m³. No entanto, a tarifa média praticada (água e esgoto) continuou menor que a DTM/m³. Esses dados sugerem, não obstante as revisões tarifárias, dificuldades para a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro já que a tarifa média para os serviços (água e esgoto) se apresentou durante todo o período abaixo da DTM.

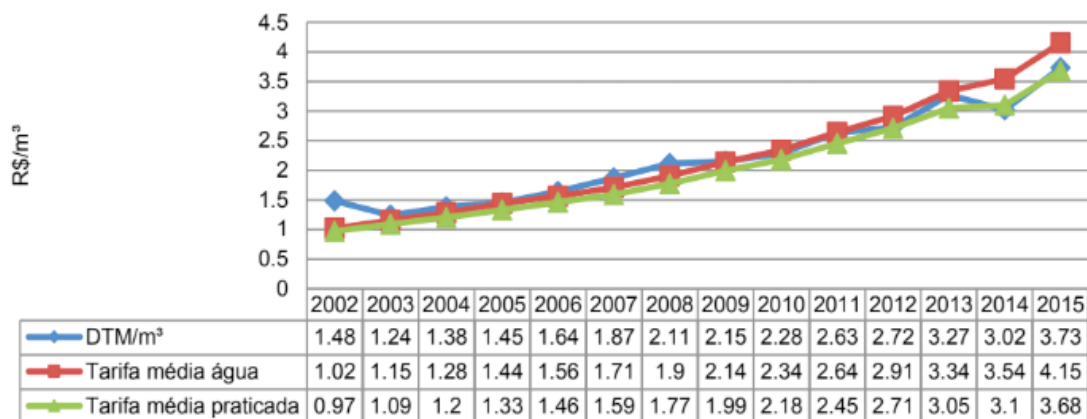


Gráfico 08 – Evolução da tarifa média de água, tarifa média praticada (água e esgoto) e despesa total média na área de atuação da Embasa, em R\$/m³, 2002 – 2015

Fonte: SNIS – Série histórica (SNIS, 2017).

Outro fato que vem reforçando a dificuldade da manutenção do equilíbrio econômico-financeiro é a redução do consumo mensal de água por economia provocada, em parte, pelos aumentos reais nas tarifas e, em parte, pela queda no número de residentes por economia. Vale ressaltar, entretanto, que, de acordo com Sousa (2018), pelo fato de a demanda por água residencial ser inelástica, aumentos de tarifas ampliam as receitas, mas os efeitos podem ser diminuídos se o consumo cai abaixo do consumo mínimo. O Gráfico 09 demonstra uma tendência de queda no consumo de água por economia durante todo período analisado, queda essa que é intensificada a partir de 2009. Observa-se, também, uma diminuição de residentes por economia. Em 2002, o consumo médio mensal de água por economia era de 13,5 m³, ou seja, o consumo excedente era de 3,5 m³, sendo que se tinha, em média quatro residentes por economia. A partir de 2013, o consumo médio mensal por economia ficou abaixo do mínimo, não se gerando mais, em média, consumo excedente. Em suma, o consumo médio mensal por economia cai de 13,5m³ para 9,73 m³ no final do período, acompanhando a redução de residentes por economia de 4 para 2,9 no final da série histórica. Podem-se levantar algumas hipóteses sobre essas tendências, as mudanças no padrão demográfico como a redução do número de filhos por casal, que faz com que o número de membros por família também se reduza. Além disso, a entrada de outros membros no mercado de trabalho, além do chefe de família, faz diminuir o tempo médio de permanência destes nas residências. Por fim, o consumo mais racional da água; o racionamento de água em função de estiagens em algumas regiões do Estado, são fatores explicativos dessa redução.

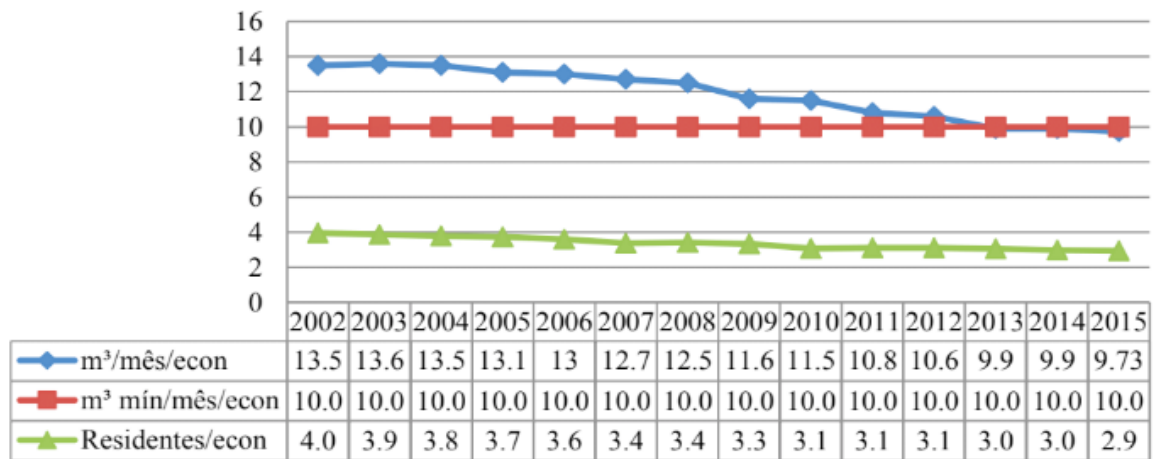


Gráfico 09 – Evolução do consumo de água mensal por economia (m³/mês/econ), consumo mínimo mensal de água por economia (m³ mín/mês/econ), e residentes por economia de água (Res/econ) na área de atuação da Embasa, 2002 – 2015

Fonte: SNIS – Série histórica (SNIS, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

São necessários investimentos para expandir os serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário para atender às demandas existentes, principalmente as demandas por água em áreas menos urbanizadas e as demandas por esgotamento sanitário para população de forma geral. As regiões Norte e Nordeste são as regiões brasileiras mais distantes da universalização dos serviços de abastecimento de água. Quando se trata de cobertura com esgotamento, a situação se agrava. O Brasil e suas regiões apresentam índices de cobertura precários. Dos esgotos gerados, menos da metade é tratada e pouco menos de $\frac{3}{4}$ dos esgotos coletados são tratados. Novamente as regiões Norte e Nordeste são as que mais se distanciam de forma substancial da universalização do acesso ao esgotamento sanitário, o que dificulta a promoção da saúde pública, preservação do meio ambiente e ampliação da qualidade de vida da população. Quando o assunto é equilíbrio econômico-financeiro, apenas as regiões Sul e Sudeste se apresentaram superavitárias, em média. As regiões que estão mais distantes da universalização dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são as que apresentam mais dificuldades para a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro na prestação desses serviços.

Na Bahia, o índice de atendimento urbano por rede de água está acima de 90%. Mas quando o assunto é esgotamento sanitário, a universalização do acesso aos serviços está muito distante, o que, por um lado, demanda investimentos elevados para ampliação dos sistemas de esgotamento e custos para a operação e manutenção destes, e, por outro, pode significar novas fontes de receitas, gerar efeitos positivos sobre o meio ambiente, na saúde pública e na promoção da qualidade vida da população. Talvez a viabilidade econômica da ampliação dos sistemas seja superior à viabilidade simplesmente financeira, o que pode justificar a aprovação de projetos

de expansão. Na área de atuação da Embasa, as ligações existentes de esgotamento sanitário mais do que dobraram no período de 2006 a 2016, ao passo que as ligações existentes de água cresceram aproximadamente 35%.

Apresentaram-se, não obstante as revisões tarifárias dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, dificuldades para a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro já que a tarifa média praticada para os serviços (água e esgoto) se apresentou durante todo o período abaixo da DTM/m³. Corroborando a diminuição do consumo mensal por economia em função da diminuição do número médio de pessoas/economia ao longo do tempo ao impactar negativamente as receitas da Embasa em duas frentes: a primeira, pela própria redução no consumo devida à redução do número de residentes/economia, *ceteris paribus*; a segunda está relacionada à estrutura tarifária que é estruturada em blocos (faixas) de consumo crescentes com tarifas progressivas, de maneira que quem consome mais paga mais, conformando o subsídio cruzado aos consumidores de menor poder aquisitivo. Na segunda frente, o problema reside na primeira faixa de consumo, que estabelece o consumo mínimo a ser faturado que é 10 m³/mês; então, se na economia (residência), em determinado mês, o consumo foi de 6 m³, o consumidor irá pagar por 10 m³/mês, dessa forma o consumidor já tem uma conta mínima estabelecida para pagar, que é a tarifa mínima para quem consome até o consumo mínimo. A consequência disso, é que os reajustes acabam tendo os seus efeitos sobre as faixas superiores de consumo reduzidos o que impacta negativamente o faturamento, além de causar distorções na política de subsídios, já que os consumidores de maior poder aquisitivo passam a adentrar às faixas de consumo onde se situam os consumidores de menores níveis de poder aquisitivo.

As revisões e ajustes tarifários, realizadas primeiramente pela Coresab, e depois pela Agersa, com aumentos reais de tarifa, foram um dos fatores, juntamente com a diminuição do número de residentes por economia que, em alguma medida, contribuíram para a redução do consumo de água residencial por economia ao longo dos anos que se seguiram. De outro lado, como essa demanda é inelástica (relativamente insensível a alterações na tarifa), também contribuiu para mitigar as dificuldades da Embasa na manutenção do seu equilíbrio econômico-financeiro via aumentos de receitas. Contudo quando o consumo de água residencial cai abaixo do mínimo, os efeitos positivos dos aumentos dos preços sobre as receitas são atenuados.

REFERÊNCIAS

BAHIA. **Lei nº 11.172, de 1 de dezembro de 2008**. Institui princípios e diretrizes da Política Estadual de Saneamento Básico, disciplina o convênio de cooperação entre entes federados para autorizar a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.legislabahia.ba.gov.br/verdoc.php?arquivo=LO200811172.xml>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

BAHIA. Comissão de Regulação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico do Estado da Bahia (Coresab-BA). **Fórmula a ser aplicada para definição do Índice de Reajuste Tarifário – IRT a ser**

utilizado pela Empresa Baiana de Água e Esgoto – Embasa. Deliberação-002/2009: Disponível em: <http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2012/11/Deliberacao_Coresab_002_2009.pdf>. Acesso em 08 ago. 2017.

BAHIA. Comissão de Regulação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico do Estado da Bahia (Coresab-BA). **Reajuste tarifário e a fórmula a ser aplicada para definição do Índice de Reajuste Tarifário – IRT a ser utilizado pela Empresa Baiana de Água e Esgoto – Embasa.** Resolução - 001/2010: Disponível em: <http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2012/11/Resolucao_Coresab_001_2010.pdf>. Acesso em 08 ago. 2017.

BAHIA. Comissão de Regulação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico do Estado da Bahia (Coresab-BA). **Revisão extraordinária de tarifas da Empresa Baiana de Águas e Saneamento – Embasa.** Resolução - 002/2011: Disponível em: <http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2012/11/Resolucao_Coresab_002_2011.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2017.

BAHIA. Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado Da Bahia (Agersa-BA). **Procedimentos de reajuste e revisão de tarifas.** Resolução - 002/2013. Disponível em: <<http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2014/04/Minuta-02.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2017.

BAHIA. Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado Da Bahia (Agersa-BA). **Reajuste tarifário anual da empresa baiana de águas e saneamento (Embasa).** Resolução - 001/2015. Disponível em: <<http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2013/12/Resolucao001.2015-reajuste-tarifario-2015.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2017.

BAHIA. Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia (Agersa-BA). **Revisão tarifária extraordinária.** Nota Técnica Agersa - 002/2017: Acréscimos à Nota Técnica Agersa 001/2017. Disponível em: <<http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/NotaTecnica002AGERSA25.04.17Revisaoextraordinaria2017.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2017.

BAHIA. Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia (Agersa-BA). **Revisão tarifária extraordinária.** RESOLUÇÃO Nº 001/2017. Disponível em: <<http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/Resolucao001.2017Revisaotarifaria2017.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2015.** Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017. 212 p.

SOUSA, C. F. **Equilíbrio econômico-financeiro na prestação de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Estado da Bahia.** 2018. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2018.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO (EMBASA). **Relatório da administração / demonstrações financeiras 2016.** Disponível em: <http://www.embasa.ba.gov.br/sites/default/files/demonstracoes_financeiras/arquivos/2017/05/15/Relatorio_da_administracao_Embasa_2016.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2017.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO (EMBASA). **Proposta da Embasa de Revisão Tarifária para 2009.** 2009.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO (EMBASA). **Proposta da Embasa de Revisão Tarifária Extraordinária para 2011.** 2011.

MELO, J. A. M.; JORGE NETO, P. M. Bem-Estar Social, Regulação e Eficiência no Setor de Saneamento Básico. **REN: Documentos Técnicos e Científicos**, v. 41, n. 4, out – dez. 2010. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1220>. Acesso em: 14 abr. 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

ESPACIALIZAÇÃO DA POTENCIALIDADE EROSIVA POR ESTIMADOR KERNEL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA (SE)

Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

Lizza Adrielle Nascimento Santos

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

Glauber Vinicius Pinto de Barros

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

RESUMO: Para o controle dos processos erosivos e de assoreamento em uma bacia hidrográfica, unidade ecossistêmica que integra as interferências antrópicas, faz-se imprescindível o conhecimento da suscetibilidade à erosão. A densidade de drenagem é uma grandeza física que indica a potencialidade da erodibilidade litológica e o grau de dissecação da bacia hidrográfica. Nas rochas/solos onde a infiltração é mais dificultada, há maior escoamento superficial e, consecutivamente, maior densidade de drenagem. O objetivo desse trabalho foi a espacialização da potencialidade erosiva na Bacia Hidrográfica do rio Japaratuba de acordo com a sua densidade de drenagem, visando definir áreas mais favoráveis aos processos erosivos. O procedimento técnico empregado foi a aplicação do interpolador

Kernel na rede hidrográfica. Os resultados obtidos foram seis classes de densidades de drenagem, as quais foram interpretadas como diferentes classes de erodibilidade e de fonte de sedimentos passíveis de assorear os canais fluviais e lagoas. Concluiu-se com esse trabalho que a Bacia Hidrográfica do rio Japaratuba se apresenta heterogênea com relação aos processos erosivos e de assoreamento, com regiões sujeitas a diferentes intensidades da degradação do solo e água, processos esses que são intensificados devido a interferência antrópica, necessitando de manejo adequado.

PALAVRAS-CHAVE: Assoreamento. Erodibilidade. Recursos hídricos.

ABSTRACT: In order to control erosion and sedimentation processes in a watershed, an ecosystem unit that integrates anthropic interference, it is essential to know the susceptibility to erosion. The drainage density is a physical quantity that indicates the potentiality of the lithological erodibility and the degree of dissection of the hydrographic basin. In rocks/soils where infiltration is more difficult, there is greater surface runoff and, consequently, higher drainage density. The objective of this work was the spatialisation of the erosive potentiality in the Japaratuba River Watershed according to its drainage density, aiming to define areas more favorable to erosive processes. The technical

procedure employed was the application of the Kernel interpolator in the hydrographic network. The results obtained were six classes of drainage densities, which were interpreted as different classes of erodibility and source of sediments capable of sedimenting the river channels and lagoons. It was concluded with this work that the Japarutaba River Watershed presents heterogeneous with respect to the erosive and silting processes, with regions subject to different intensities of the degradation of the soil and water, which processes are intensified due to anthropic interference, requiring adequate management.

KEYWORDS: Sedimentation. Erodibility. Water resources.

1 | INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica, de acordo com Silveira (2001) é a área de captação natural de água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída (exutório) a partir de um conjunto de rede de drenagem. Segundo Guerra e Cunha (1996), as bacias hidrográficas são unidades adequadas de gestão dos elementos naturais e sociais, possibilitando avaliar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza. Dessa forma, é a unidade básica apropriada para o planejamento e gerenciamento dos recursos naturais, compatibilizando os diversos uso e ocupação do solo com o monitoramento dos recursos hídricos, visando garantir a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas. Sua utilização como unidade geoespacial básica para estudos ambientais é decorrente das alterações pela interferência antrópica refletirem na bacia hidrográfica como um todo.

A tendência de constituir a unidade fundamental para gestão ambiental se acentuou com a adoção da Política Nacional de Recursos Hídricos, configurando o sistema através do qual a água e os sedimentos são transportados para os rios e lagos interiores e oceano. Dessa forma, pode ser elaborada a caracterização do meio físico, como por exemplo, a geoespacialização das áreas susceptíveis à erosão e ao assoreamento por meio de técnicas de geoprocessamento.

De acordo com Boardman (1999), atualmente a erosão hídrica acelerada é responsável por 56% da degradação de solos no mundo. Nesse sentido, Paiva (2001) enfatiza que o entendimento dos fatores desencadeadores do processo erosivo e a quantificação das perdas de solo é de grande importância na elaboração de medidas de maximização do uso dos recursos hídricos e a minimização da produção, transporte e deposição de sedimentos, responsáveis pelo assoreamento dos canais fluviais, lagoas e reservatórios. Na caracterização dos processos de erosão hídrica dos solos/rochas, é necessário analisar os elementos do meio físico que participam desse processo, dentre eles, Nascimento e Garcia (2004) destacam a densidade de drenagem fluvial, indica a potencialidade da erodibilidade do terreno e o grau de dissecação da bacia hidrográfica. Esses são alguns dos parâmetros que definem a suscetibilidade à erosão, ou seja, a intensidade ou probabilidade do processo erosivo ocorrer. A vulnerabilidade

à erosão, por sua vez, engloba a interação do homem com o meio e os riscos gerados à sociedade, de acordo com Smith (2004).

A densidade de drenagem fluvial é um dos principais parâmetros na análise morfométrica de bacias hidrográficas e foi definida por Horton (1945) como o comprimento médio de rios de uma bacia por unidade de área. Silvia e Matos (2001) veem no estudo e avaliação da rede de drenagem fluvial um dos critérios metodológicos que tem como intuito compartimentar o potencial erosivo de uma determinada região.

A relação entre densidade e permeabilidade é inversamente proporcional; quanto maior a densidade de drenagem, maior é a impermeabilidade do terreno. Conseqüentemente, quanto maior o escoamento superficial da água, de acordo com Nascimento e Petta (2008), maior a susceptibilidade aos processos erosivos laminar e linear, originando o assoreamento dos cursos e reservatórios d'água.

Diante do que foi apresentado, o objetivo do presente trabalho foi espacializar as áreas mais favoráveis aos processos erosivos na Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba (BHRJ), localizada no estado de Sergipe, a partir da densidade de drenagem fluvial, por geostatística (interpolador Kernel). A delimitação das áreas com maiores potencialidades erosivas define as principais fontes de sedimentos causadores do assoreamento dos recursos hídricos superficiais.

2 | MATERIAL E MÉTODO

A BHRJ (Figura 1), área de estudo, equivale 7,65% do território sergipano, abrangendo 18 municípios, a qual é responsável pelo abastecimento hídrico da maioria dos municípios. O rio Japaratuba nasce na Serra da Boa Vista e desagua no Oceano Atlântico, no município de Pirambu, em cerca de 113km de percurso, tendo como principais afluentes os rios Japaratuba–Mirim e Siriri. Apresenta clima variando do megatérmico úmido ao semiárido com resquícios de Mata Atlântica e Savana-Estépica convertidas principalmente em cana-de-açúcar e pastagem abandonadas ou não. Nas altitudes entre 0 e 135 metros predominam os sedimentos pleitocênicos-holocênicos das planícies costeiras e flúvio-lagunares e os tabuleiros costeiros neogênicos do Grupo Barreiras. Entre 135 e 270 metros, sobressaem as superfícies dissecadas proterozoicas da Faixa de Dobramentos Sergipano. Nestas superfícies ocorrem os planossolo e podzólico; nas superfícies mais baixas, os espodossolo, neossolo quartzareno e gleissolo.

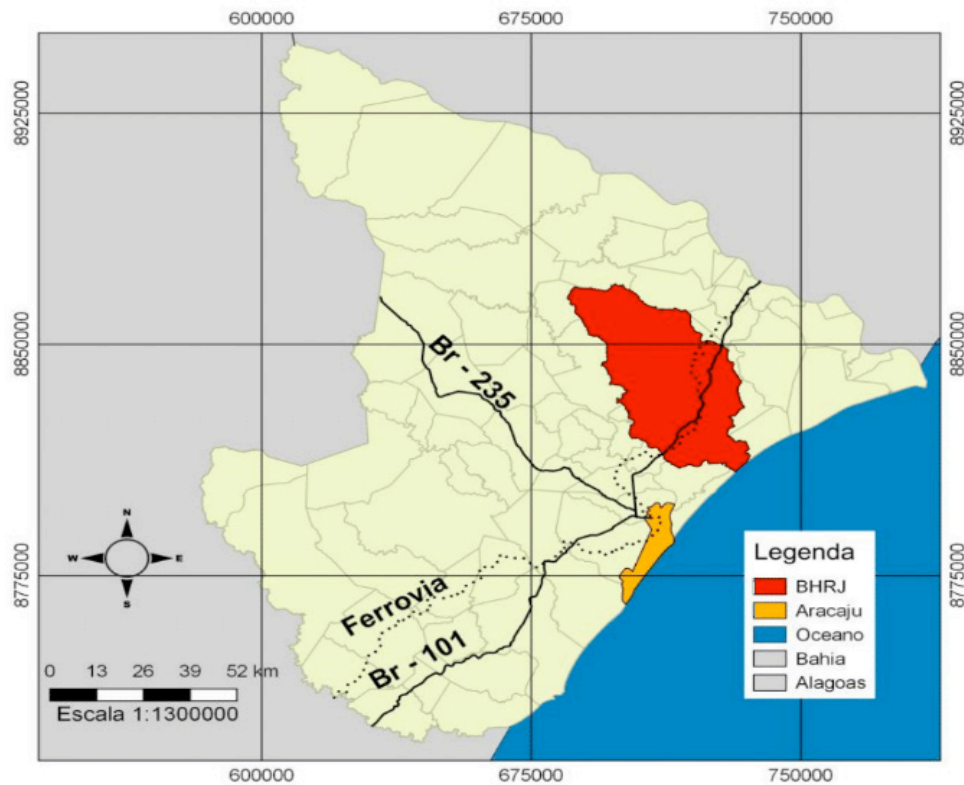


Figura 1: Mapa de localização no estado de Sergipe e acesso à área de estudo a partir da capital Aracaju (Bacia Hidrográfica Rio Japarutuba – BHRJ).

Os materiais necessários para o desenvolvimento dessa pesquisa foram os dados digitais, no formato vetorial, disponibilizados pela Superintendência de Recursos Hídricos de Sergipe (SRH, 2016) e o software QGIS, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral (GNU).

O primeiro procedimento foi importar para o QGIS os dados vetoriais da SRH, formando um Banco de Dados Georreferenciados no Sistema de Coordenadas UTM, Datum SIRGAS-2000 e Zona 24S. Em seguida foi confeccionado o mapa de localização e acesso à área de estudo. A próxima etapa foi a análise qualitativa (análise visual) e quantitativa (estimador Kernel) da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Japarutuba. Visualmente é nítida a distinta concentração das drenagens, refletindo respostas diferentes frente à geodinâmica exógena.

Há vários métodos de espacializar o potencial erosivo de uma determinada região, dentre eles, a interpolação por estatística espacial da rede de drenagem. No presente trabalho foi empregado o estimador Kernel, que segundo Nascimento et al. (2017) representa cartograficamente a distribuição espacial da densidade de drenagem em superfícies contínuas. Dessa forma, aplicou-se o interpolador Kernel para delimitar, de forma objetiva, as concentrações das densidades de drenagem fluvial. A estimativa de densidade Kernel é uma forma não-paramétrica para estimar a função de probabilidade de uma variável aleatória e de acordo com Wand e Jones (1995), possibilita estimar o evento em toda a área, mesmo onde o processo não tenha gerado nenhuma ocorrência.

Para aplicação desse método estatístico de estimação de curvas de densidade

não-paramétrica ponderada pela distância a um valor central, foi necessário transformar as linhas de drenagem em pontos, ou seja, em um núcleo contendo do comprimento da linha de drenagem. A densidade é calculada com base no número de pontos de um local (pontos agrupados ou *clusters*). O produto gerado é monocromático, onde as áreas brancas e pretas indicam maior e menor densidade de drenagem, respectivamente. Para a melhor visualização do leiaute do mapa final, o produto foi classificado com cores distintas, e inseridas as lagoas e represas. Por fim, foram calculadas as áreas das classes de densidade de drenagem, visando obter a porcentagem das regiões mais sujeitas aos processos erosivos e que podem contribuir mais com o processo de assoreamento dos recursos hídricos superficiais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da geoespacialização pelo estimador Kernel, mostrou que há correlação espacial das superfícies interpoladas da rede de drenagem fluvial, apresentando contornos suaves e indicando áreas mais e/ou menos propícias aos processos de erosão e assoreamento. Pela análise sistemática do mapa de kernel, foi possível compartimentar e espacializar a área de estudo em seis classes de densidade de drenagem: muito baixa, baixa, moderadamente baixa, moderadamente alta, alta e muito alta (Figura 2). Cada classe é caracterizada por peculiaridades intrínsecas que devem ser analisadas particularmente para minimizar a perda do solo e o assoreamento dos recursos hídricos.

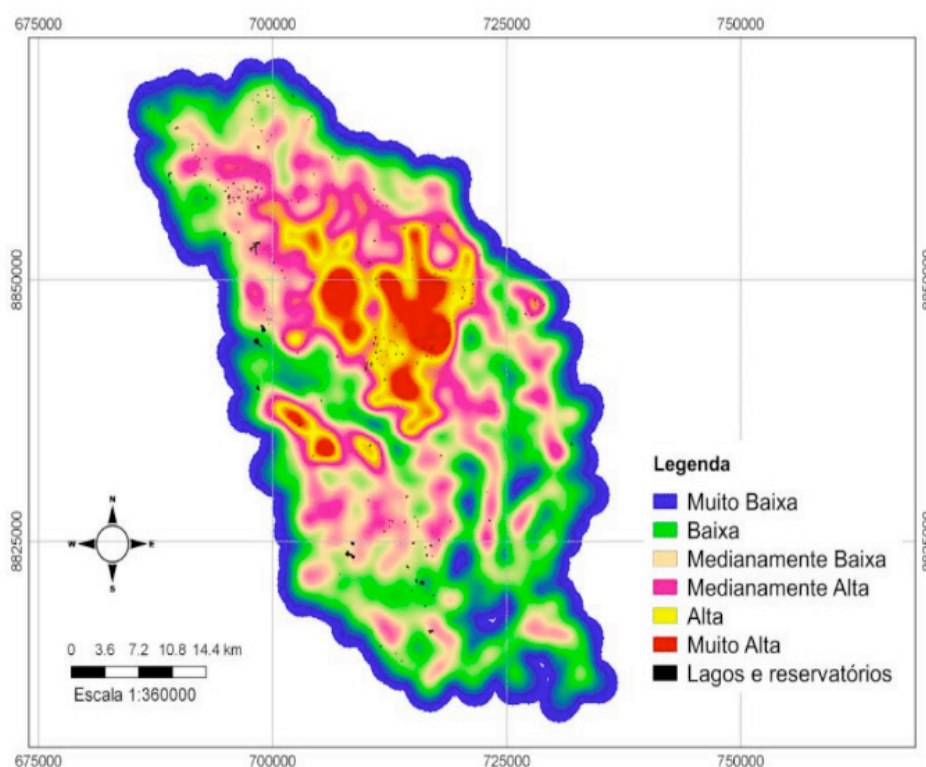


Figura 2: Mapa de densidade de drenagem da área de estudo. Os lagos e represas não são cartografáveis na escala de apresentação, mas foram inseridos devido à importância.

As áreas que possuem densidade de drenagem muito alta, alta e moderadamente alta apresentam substratos formados por materiais consolidados (rochas) e/ou inconsolidados (solos) de baixa permeabilidade e alto escoamento superficial das águas plúvio-fluviais, o que favorece o processo erosivo. A maior presença de drenagens na região central e noroeste da área de estudo, por exemplo, indica alta impermeabilidade do terreno (solo/rocha). A impermeabilidade do substrato rochoso da bacia hidrográfica, facilita o escoamento superficial difuso e concentrado da água, ocasionando processos erosivos laminar e linear, respectivamente.

A erosão laminar remove as camadas superficiais do solo, causando a perda de nutrientes necessários à planta. A erosão linear ocasiona incisões no solo, formando ravinas e boçorocas que destroem as terras cultiváveis. Essas áreas são fontes de sedimentos que irão se depositar nos lagos, represas, canais fluviais e no oceano Atlântico. De acordo com a geodinâmica exógena da área de estudo, os sedimentos erodidos e carreados da montante da BHRJ depositam-se na jusante. Os contaminantes químicos empregados na agricultura contaminam os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Os lagos e represas mais vulneráveis ao processo de assoreamento estão localizados na região central e a jusante da bacia hidrográfica (Figura 2). A diferença da erosividade e erodibilidade da área de estudo é decorrente das distintas características climatológica, litológica, pedológica, geomorfológica e cobertura da terra.

Apesar dos processos erosivo e de assoreamento serem uma geodinâmica superficial geomorfológico-geológico natural, a intensificação do processo erosivo decorrente da ação antrópica, compromete a quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais. Ficou evidente, através do mapa do uso do solo da região da Bacia Hidrográfica do rio Japaratuba (Figura 3), a substituição da vegetação nativa por cultivos agrícolas e pastagens.

A supressão da mata ciliar do rio Japaratuba está contribuindo para o assoreamento do rio e seus afluentes, a perda do solo e de sua fertilidade, consequência imediata da aceleração dos processos erosivos. O excesso de sedimentos depositados acumula-se no fundo do rio, modificando o seu talvegue. Esta modificação afeta o habitat dos peixes e demais espécies, o ciclo hidrológico, a fixação do carbono, a capacidade de navegação, a vazão e o volume de água dos cursos fluviais. Dessa forma, a preservação da mata ciliar reduz os efeitos da erosão natural ou geológica e antrópica ou acelerada, aumentando a capacidade do terreno e dos cursos fluviais em manter a sua capacidade produtiva.

Ao analisar os dados da Tabela 1, foi possível constatar que 50,44% possui média a muito alta vulnerabilidade aos processos erosivos pelas maiores densidades de drenagem. Essas classes representam os processos morfogenéticos mais intensos, produzindo maior quantidade de sedimentos. As classes muito alta e alta densidade de drenagem estão concentradas na região central da bacia. A classe medianamente alta,

que praticamente representa o somatório das classes supracitadas, está amplamente distribuída por toda a bacia hidrográfica. Essa classe representa aproximadamente a mesma porcentagem da classe baixa densidade e o somatório das classes muito baixa e medianamente baixa.

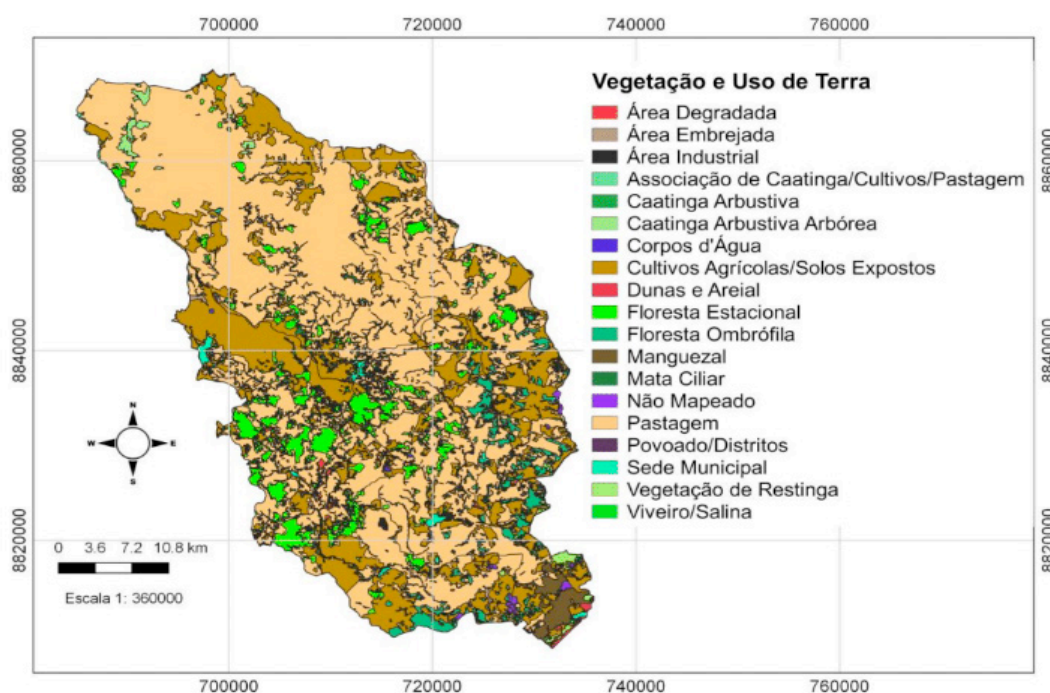


Figura 3: Mapa de vegetação e uso de terra da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba. Fonte: Modificado de SRH (2016).

Densidade de Drenagem	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Muita Baixa	204,5	12,22
Baixa	397,5	23,75
Medianamente Baixa	227,5	13,59
Medianamente Alta	418,5	25,00
Alta	367,5	21,95
Muito Alta	58,5	3,49
Total	1674	100,00

Tabela 1: Área de cada classe de densidade de drenagem.

Por meio da Figura 2, percebe-se que há uma grande probabilidade de que os sedimentos das áreas de média a muito grande densidade de drenagem sejam transportados pelas drenagens fluviais e depositados nos lagos e reservatórios. Dessa forma, essas áreas são fontes de sedimentos, que interferem tanto na qualidade da água quanto no tempo de vida útil dos lagos e reservatórios pela deposição do material erodido. À medida que o assoreamento cresce, a capacidade de armazenamento do reservatório diminui. É importante ressaltar que muitos dos lagos são temporários, principalmente no semiárido e a recorrência de anos de seca aumenta o impacto ambiental e socioeconômico, demandando técnicas de gestão ambiental adequadas, principalmente nas áreas fontes de sedimentos e nos corpos hídricos susceptíveis ao assoreamento.

A concentração da rede de drenagem é maior nas zonas climáticas do agreste e semiárido, nas quais predominam a vegetação típica da caatinga, savanas-estépicas intensamente convertidas em pastagens. A altitude varia entre 135 e 270 metros e com declividades iguais a superiores a 75%. As menores concentrações da rede hidrográfica localizam na zona climática denominada de Litoral Sergipana, região central a sudoeste da BHRJ. Apresenta maior distribuição pluviométrica, altitudes entre 0 e 135 metros e declividades menores que 75%, predominando as classes entre 0 e 20%. A cobertura vegetal natural é composta principalmente por resquícios de Mata Atlântica e de Mangue convertida em cana-de-açúcar e pastagem.

4 | CONCLUSÕES

A sistemática adotada mostrou-se eficiente para espacializar a BHRJ quanto a sua potencialidade erosiva, podendo ser utilizada como ponto de partida para elaboração de um manejo do uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos superficiais adequado.

A área de estudo se apresenta heterogênea com relação aos processos erosivos, indicando que há perda do solo e assoreamento dos recursos hídricos superficiais. A hierarquia fluvial dada pela disposição das drenagens fluviais é composta por rios de até sexta ordem. Esta representada pelo rio Japaratuba e a quinta ordem pelos rios Siriri e Japaratuba-Mirim. Este ordenamento da magnitude dos afluentes é indicativo da intensidade do processo morfogenético de carreamento e deposição do material erodido e transportado.

A mata ciliar do rio Japaratuba foi substituída, em sua maioria, pela agricultura e pastagem, o que intensificou o processo erosivo. Visto que é responsável pelo abastecimento hídrico de uma boa parte da população, faz-se necessário o controle do assoreamento, visando evitar a redução da qualidade, capacidade e do tempo de vida útil dos reservatórios.

REFERÊNCIAS

BOARDMAN, J. Prefácio. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.) **Erosão e conservação dos solos**: conceitos temas e aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-339.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370. 1945.

NASCIMENTO, P. S. R; GARCIA, G. J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n.1, p.231-241, 2005.

NASCIMENTO, P. S. R.; NASCIMENTO FILHO, J. C. B.; MENDONÇA, A. K. F.; WALLANCUELLA, G. J. Análise da capacidade de armazenamento de águas subterrâneas em aquíferos fissurais por técnicas de sensoriamento remoto. In: Seabra, G. (Org.) **Educação ambiental**: sustentabilidade dos

ambientes rurais e urbanos. Ituiutaba: Barlavento, p. 374-382, 2017.

NASCIMENTO, P. S. R.; PETTA, R. A. Confecção do mapa de densidade de drenagem através de geotecnologias visando definir a vulnerabilidade aos processos erosivos na Sub-bacia do Baixo Piracicaba (SP). **Estudos Geográficos**, v. 6, p. 19–34, 2008.

PAIVA, E. M. C. Evolução de processo erosivo acelerado em trecho do Arroio Vacacai Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 2, p.129-135, 2001.

SILVA, H.P.; MATTOS, J.T. Indicação de zonas de proteção ambiental para o desenvolvimento a partir da compartimentação fisiográfica da parte norte do litoral de Pernambuco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. p.975-82.

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p 35-51.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster**, Routledge, New York, 59p., 2004.

SRH. Superintendência de Recursos Hídricos. **Atlas digital sobre recursos hídricos de Sergipe**. SEMARH: Aracaju, 2016. Disponível em: < <http://www.semarh.se.gov.br/recursoshidricos>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

WAND, M.P.; JONES, M.C. **Kernel smoothing**. Chapman & Hall/CRC: New York, 39p., 1995.

ESTUDO DA COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E CONDIÇÃO DA FLORA ARBÓREA DA AVENIDA PRESIDENTE COSTA E SILVA (NOVA FRIBURGO – RJ)

Tatiana Nicolau Gonçalves

Universidade Estácio de Sá (UNESA), Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Nova Friburgo – RJ. Aluno do programa PIBIC/UNESA

Marcello Fragoso Lima

Universidade Estácio de Sá (UNESA), Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Nova Friburgo - RJ

Ricardo Finotti

Universidade Estácio de Sá (UNESA), Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Nova Friburgo – RJ. Bolsista do Programa Pesquisa Produtividade UNESA.

RESUMO: Cidades possuem uma natureza extremamente uniforme com estruturas físicas muito similares ao longo do mundo todo. Devido às alterações drásticas e intensas causadas pela urbanização e pelas características de seu crescimento, a urbanização é considerada uma das principais causas de extinção de espécies nos dias de hoje, tendo como consequência o empobrecimento biótico causado pela homogeneização biológica. Sendo assim, estudar a biodiversidade nas cidades é um passo importante para propor mudanças e soluções que envolvam a melhoria da qualidade de vida da população humana e dos serviços ecossistêmicos que cidade pode oferecer. O

presente trabalho tem como objetivo analisar a composição florística da flora urbana de Nova Friburgo e sua similaridade com as floras urbanas de outras cidades brasileiras, avaliar as características das espécies utilizadas na arborização urbana no Centro de Nova Friburgo quanto a sua origem e ciclo de vida e propor modificações e adequações na utilização de espécies de acordo com as características urbanizadas. A área de estudo delimitada inicialmente foi a Avenida Presidente Costa e Silva, iniciando próximo ao bairro Duas Pedras até a Praça do Suspiro, percorrendo um total de 2,03km em uma área de aproximadamente 6900m². Neste trajeto todos os indivíduos arbóreos foram medidos quanto à altura, o diâmetro acima do peito (DAP) e sua localização geográfica foram anotados. Estes foram identificados até o menor nível taxonômico possível. Para cada indivíduo foi realizada uma análise da condição aonde foram observados a incidência de pragas e patologias (presença de insetos e fungos, clorose e necrose foliar, presença de ocos ou rachaduras no tronco) e conflitos com estruturas urbanas tais como fachadas de casas e prédios e com fiação e postes. A análise da composição específica também levou em consideração aspectos tais como a sua origem (nativa ou exótica). Foram amostrados 188 (cento e oitenta e oito) indivíduos pertencentes a 28 (vinte e oito)

espécies botânicas, sendo que 1 (um) indivíduo não pode ser identificado devido ao corte do mesmo. A espécie mais abundante, encontrada num total de 42 (quarenta e dois) árvores, foi *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg., pertencente à família Fabaceae, árvore nativa brasileira. Outra espécie nativa encontrada em quantidade também expressiva, no total de 22 (vinte e dois) indivíduos, foi *Chorisia speciosa* St.Hil. Foram também encontrados espécies de pinheiro (*Pinus sp.*) e Cipreste (*Ciprestes sp.*), além de frutíferas *Psidium guajava* L. (goiaba), espécie naturalizada, *Mangifera indica* L. (manga), *Persea americana* Mill. (abacate) e *Morus nigra* L. (amora-negra), que são espécies exóticas. A densidade do total de árvores foi de cerca de 0,41 árvores a cada 15m², valor abaixo do recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, a qual recomenda-se 1 (uma) árvore a cada 15m². Os problemas mais evidenciados nas árvores foram a presença de clorose (41%) e a presença de cupins (34%) dos indivíduos observados. Apenas 34% dos indivíduos continham ocos em seus caules, e 96% apresentaram algum tipo de perturbação em suas folhas, como a presença de perfurações, clorose, necrose e abrasão. Ressalta-se ainda, que 28% dos indivíduos tem contato com fios em postes. No percurso estudado observa-se uma riqueza pequena com baixa densidade de indivíduos e com presença de muitas espécies exóticas. A realização de maior adensamento dos indivíduos arbóreos na avenida com a utilização de um número maior de espécies nativas pode auxiliar na diminuição dos problemas encontrados nas árvores da região, pois estas espécies poderiam estar menos suscetíveis às pragas locais e, possivelmente, contribuiriam para a melhoria da qualidade de vida da população local. Também se constatou a necessidade da melhor adequação, em alguns trechos, visando à adequação de espécies que não interfiram no funcionamento dos equipamentos urbanos locais.

INTRODUÇÃO

As árvores localizadas em praças e logradouros compõem o que se pode chamar de arborização urbana. Segundo Araújo e Araújo (2011): “A arborização urbana é um patrimônio público, como outro qualquer, que pertence ao poder público. A árvore de rua é definida como aquela árvore de propriedade pública, crescendo na via pública, geralmente na calçada, entre as propriedades e o meio-fio. São também árvores de rua aquelas árvores que estão crescendo no canteiro central de avenidas, árvores plantadas em ruas sem calçada e meio-fio.”

As árvores em meio urbano contribuem para o bem estar da população de várias formas tais como a conforto térmico, amenização da poluição, absorção e diminuição do impacto da água da chuva no solo, entre outros (Pereira *et al.* 2011). Para que o componente arbóreo urbano possa realizar estas funções e não oferecer riscos à população é necessária realização de planos eficientes e políticas públicas que possam monitorar e avaliar a condição destas. A avaliação da condição dos indivíduos arbóreos é uma etapa fundamental para vários aspectos do planejamento urbano pois pode evitar problemas posteriores tais como: a destruição de calçadas pelo excessivo

afloramento de raízes devido à impermeabilização do solo decorrente da presença de pavimentação, disseminação de pólen alergênico na população, queda de galhos deficientes de poda, infestações por doenças e pragas, gerando perdas de valores estéticos, danos a rede de fiação elétrica, dentre outros. (Araújo e Araújo 2011).

Além disso, a possibilidade de queda de indivíduos arbóreos oferece risco sério para a população e para o patrimônio público e privado (Oliveira e Lopes 2007). Este risco aumenta de acordo com das características das vias circundantes tais como intensa movimentação de pedestres e carros e grande quantidade e proximidade com estabelecimentos comerciais e residenciais, sendo importante considerar a perda financeira e de dano físico (lesões corporais e danos materiais) (Duntemann 2006). Sendo assim, a importância de uma gestão adequada do espaço público aumenta em relação direta com estes fatores.

Um outro problema gerado pela falta de planejamento na arborização urbana é a introdução de espécies exóticas na localidade, segundo Blum et al (2008) a introdução de espécies exóticas em novos ambientes é a segunda maior causa de perda da biodiversidade no planeta. Por falta de inimigos naturais elas se adéquam agressivamente no espaço que era naturalmente de espécies nativas, podendo se tornar dominantes e promover o empobrecimento dos ambientes, a simplificação dos ecossistemas e levar até mesmo a prejuízos irreversíveis como a extinção de espécies nativas, processo esse denominado de homogeneização biológica (Mckinney and Lockwood 1999, Rosenzweig 2001).

A vegetação urbana apresenta contribuições significativas para a melhoria do ambiente das cidades e possui algumas funções importantes. No ponto de vista das funções ecossistêmicas, reduz a poluição urbana, absorvendo o gás carbônico e aumentando a presença de oxigênio no ar; e também tem papel na filtração de ruídos, as árvores e suas folhas colaboram na absorção da energia sonora; melhora o microclima urbano, aumentando a retenção da umidade do solo, através das raízes, e do ar, pela evapotranspiração. Funcionando como um 'ar condicionado natural' e contribuindo para a diminuição da amplitude térmica e evitando ilhas de calor (Nowak et al. 2000, Cerqueira Júnior 2004, Torresani *et al.* 2006).

A vegetação urbana possui também função estética e psicológica, contribui para a quebra da monotonia e da singularidade das construções, o fator estético é o mais perceptível pelas pessoas em virtude das aparências e das estruturas das árvores (cor, forma e textura). Já o fator psicológico está ligado a saúde mental, a sensação de bem estar e de prazer do ser humano junto a natureza (Biondi & Althaus 2005)

E por último, o fator ecológico, a arborização urbana garante a integração de espaços habitados às regiões circunvizinhas possibilitando a continuidade da trama biológica, são os chamados corredores ecológicos (Brun *et al.* 2007). Possibilita a salvar a identidade biológica da região, preservando e cultivando as espécies nativas que ocorrem em cada região específica. As árvores fornecem também abrigo e alimentação a fauna local, protegendo o ecossistema como um todo (Dantas e Souza

2004).

É necessário para se conhecer e realizar uma avaliação de uma área arborizada de uma cidade, o desenvolvimento de um inventário de arborização. Este levantamento de dados é importante para o planejamento e para o manejo correto das árvores, nele consta informações sobre poda, tratamentos fitossanitários, remoção e plantios (Gonçalves & Rocha 2003, Coletto et al., 2008).

Raber & Rebelato (2010) dizem que arborização urbana no Brasil é um tema recente e de evolução lenta. No entanto, existe uma vasta bibliografia sobre a composição florística da arborização de várias cidades brasileiras (Rossato *et al.* 2008, Raber e Rabelato 2010, Souza *et al.* 2011, Cardoso-Leite *et al.* 2014) e muitos deles abordam também as condições fitossanitárias dos indivíduos e seus conflitos com os aparelhos urbanos (Ruschel e Leite 2002, Meneses *et al.* 2013, Silva *et al.* 2008, Cunha e Paula 2013). No Estado do Rio de Janeiro, ainda existem poucos trabalhos desse tipo publicados (Rocha *et al.* 2004, Couto 2006, Souza e Cintra 2007, Cupertino & Eisenlohr 2013).

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a composição específica e a condição dos indivíduos arbóreos de uma importante avenida do município de Nova Friburgo – RJ, contribuindo assim para o aumento do conhecimento sobre a flora urbana brasileira e fornecendo subsídios para a futura elaboração de um plano de arborização urbana do município.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Nova Friburgo possui uma extensão geográfica de 933km² com uma população de 182.082 habitantes (IBGE 2010). Localizado na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro – latitude 22°16'43.5"S e longitude 42°32'04.5"O –, é uma das maiores reservas da fauna e da flora do País onde está localizada uma parte considerável (20%) do maior Parque Estadual do Rio de Janeiro, o Parque Estadual dos Três Picos (<http://www.inea.rj.gov.br/unidades>). O município está encravado na unidade geomorfológica denominada como Planalto Reverso da Região Serrana (Dantas 2001), caracterizada por relevo montanhoso a escarpado, com altitude variando entre 400m e 2.300m. Na maior parte da Serra Fluminense, o clima, segundo a classificação de Köppen, é Subtropical de Altitude (Cwb), com verões chuvosos, temperaturas mais brandas que nas áreas de menor altitude e invernos mais frios e secos. O relevo do município é responsável por uma alta densidade de canais de drenagem, a qual, somada a altos índices de precipitação, propicia a existência de um grande número de riachos, córregos e rios. A vegetação predominante pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana (IBGE 2010).

A área de estudo delimitada foi a Avenida Presidente Costa e Silva, iniciando

próximo ao bairro Duas Pedras (22°15'40"S/42°31'41"O) até a Praça do Suspiro (22°16'46"S/42°32'09"O), percorrendo um total de 2,03Km em uma área de aproximadamente 6900m². A avenida corta o centro de Nova Friburgo e é cortada pelo Rio Bengalas, existe vegetação arbórea dos dois lados da avenida. No trajeto estudado todos os indivíduos arbóreos existentes dos dois lados foram medidos quanto à altura, a circunferência acima do peito (CAP) e sua localização geográfica foram anotadas (Figura 1). Estes foram identificados até o menor nível taxonômico possível. Para cada indivíduo foi realizada uma análise da condição aonde foram observados a incidência de pragas e patologias (presença de insetos e fungos, clorose e necrose foliar, presença de ocos ou rachaduras no tronco) e conflitos com estruturas urbanas tais como fachadas de casas e prédios e com fiação e postes.

Foi realizada a análise da composição específica e das características da mesma levando em consideração aspectos tais como a sua origem (nativa ou exótica) e uma análise da proporção e da abundância de espécies nativas e exóticas. Para suceder tal análise foi elaborada uma planilha com a ocorrência e a abundância das espécies, na qual, as sinônimas e os nomes das espécies foram verificados através do site Flora do Brasil (www.floradobrasil.gov.br). A classificação em exóticas e nativas levou em conta a ocorrência ou não em formações florestais do bioma Mata Atlântica. Se a espécie é característica de outros biomas brasileiros, esta espécie foi considerada exótica.

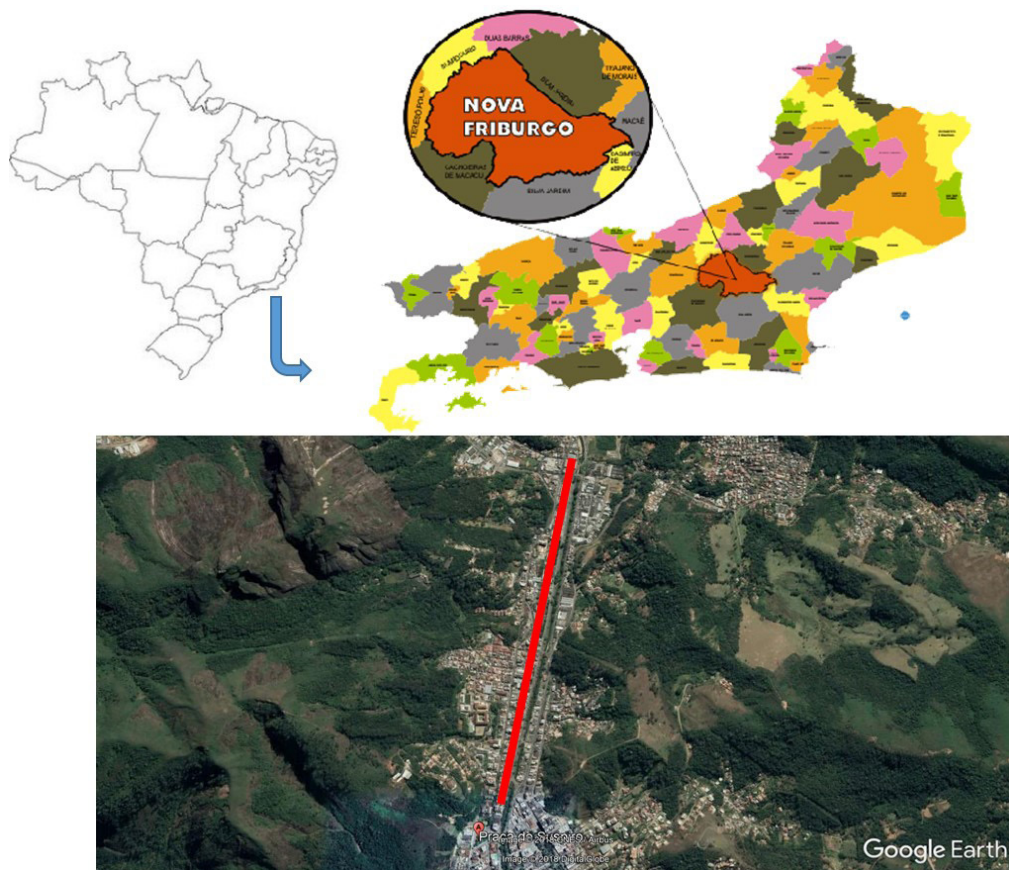


Figura 1 – Localização do trecho estudado na Avenida Presidente Costa e Silva, Nova Friburgo – RJ.

RESULTADOS

Foram amostrados 188 indivíduos pertencentes a 34 espécies e 17 famílias botânicas (Tabela 1). Das espécies encontradas, 16 (47%) são nativas, 14 (38%) são exóticas e 6 (15%) não puderam ser classificadas em nativas ou exóticas devido a indeterminação específica. As cinco espécies espécies, com 10 indivíduos ou mais, correspondem a 63% do total de indivíduos amostrados, enquanto que as 3 primeiras, que possuem mais de 20 indivíduos, correspondem a 45% desse total.

A distribuição de classes de alturas mostra que as classes de 2 a 4m, 7 a 9m e 12^a 14m são as mais frequentes, sendo as não sendo encontrados indivíduos maiores que 17 metros de altura (Figura 2).

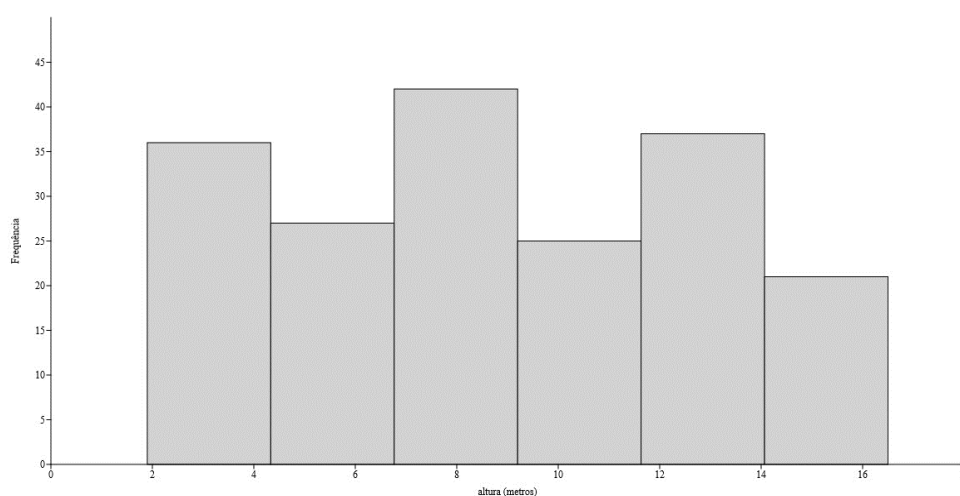


Figura 2- Distribuição de classes de altura (metros) para as espécies amostradas.

Considerando as espécies mais abundantes, duas são nativas, *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* (Benth.) Altschul e *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna e uma é exótica frutífera, *Persea americana* Mill (abacate). Além dessa espécie de árvore frutífera para consumo humano também foram encontrada uma espécie frutífera nativa *Psidium guajava* L. (goiaba), a espécie naturalizada *Mangifera indica* L. (manga), e *Morus nigra* L. (amora-negra), espécie exótica. Duas espécies, *Eucaliptus* cf. *urophylla* e *Pinus* sp., possuem poucos indivíduos de grande área basal, o que faz com estas espécies sejam importantes na ocupação do espaço. Considerando a abundância dos indivíduos, 103 (55%) pertencem a espécies exóticas e 72 (38%) pertencem a espécies nativas e 13 (7%) não foram classificados.

A densidade do total de árvores foi de cerca de 0,41 árvores a cada 15m², valor abaixo do recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, a qual recomenda-se 1 (uma) árvore a cada 15m².

Espécie	Família	N	ÁREA BASAL (m ²)	ALTURA (m)	origem
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	Fabaceae	42	0,65±0,25	11,97±2,48	nativa
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae	22	1,03±0,39	11,58±2,2	nativa
<i>Persea americana</i> P. Mill.	Lauraceae	21	1,65±5,79	7,42±2,94	exótica
<i>Morus rubra</i> L.	Malvaceae	12	0,26±0,14	3,87±1,24	exótica
<i>Senna</i> sp.	Fabaceae	11	0,46±0,24	7,78±1,74	nativa
<i>Erythrina</i> cf. <i>verna</i>	Fabaceae	11	0,33±0,18	3,3±1,46	nativa
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Fabaceae	8	0,64±0,24	10,53±1,76	exótica
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Bignoniaceae	6	0,38±0,21	7,55±1,2	nativa
<i>Pinus</i> sp.	Pinaceae	5	0,71±0,13	14,94±1,3	SC
<i>Anadenanthera</i> sp.	Fabaceae	5	0,63±0,3	11,06±0,72	nativa
<i>Eucalyptus</i> cf. <i>urophylla</i> S.T. Blake	Myrtaceae	4	0,83±0,2	14,78±1,93	nativa
Meliaceae	Meliaceae	3	0,61±0,24	11,1±0,28	SC
<i>Prunus</i> sp.	Rosaceae	3	0,39±0,34	9±6,4	exótica
<i>Bauhinia forficata</i> Link.	Fabaceae	3	0,38±0,11	6,2±0,95	SC
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	3	0,31±0,23	3,33±1,15	nativa
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos.	Bignoniaceae	3	0,15±0,09	4,96±0,75	nativa
<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae	3	0,14±0,03	2,4±0,46	nativa
Sapindaceae	Sapindaceae	2	0,64±0,1	10±1,4	nativa
<i>Azadirachta indica</i> A. nident	Meliaceae	2	0,48±0,09	5,15±0,21	exótica
	Não identificada devido ao corte	2	0,39±1,2	8,35±1,2	nativa
Fabaceae	Fabaceae	2	0,39±0,02	8,45±0,21	exótica
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	2	0,3±0,1	3,1±0,14	nativa
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	2	0,3±0,07	3,1±0,14	exótica
<i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merr.	Araliaceae	1	0,79	2,8	exótica
<i>Cupressus</i> sp.	Cupressaceae	1	0,71	7	exótica
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum.	Cannabaceae	1	0,66	7,8	nativa
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	Bignoniaceae	1	0,50	7,5	nativa
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Bignoniaceae	1	0,47	5,2	exótica
<i>Euphorbia pulcherrima</i> (Willd. Ex Klotzsch, 1834)	Euphorbiaceae	1	0,21	3,2	exótica
<i>Malvaceae</i> sp.	Malvaceae	1	0,20	4,5	SC
<i>Viola</i> cf. <i>gardneri</i> (A.DC.) Warb.	Myristicaceae	1	0,15	8,5	nativa
Indivíduo Morto		1	0,13	5	SC
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	1	0,07	2,3	exótica
<i>Malvaviscus arboreus</i> L.	Malvaceae	1	0,05	3	exótica

Tabela 1 - Média e desvio padrão da área basal (m²) e da altura e classificação quanto a origem das espécies encontradas na Avenida Presidente Costa e Silva, Nova Friburgo - RJ.

Com relação aos conflitos, danos e injúrias encontrados nos indivíduos arbóreos, 54 (29%) apresentaram algum conflito com calçadas e a fiação, 8 (4%) apresentaram problemas com a gola, 69 (36%) apresentaram ocos, 87 (46%) apresentaram rachaduras, 124 (65%) apresentaram algum tipo de parasita e 181 (96%) apresentaram algum tipo de anomalia ou injúria foliar. As proporções dentro de cada tipo de conflito, dano ou anomalia encontrados mostram que os problemas mais recorrentes são clorose, cupins e os conflitos com a iluminação e fiação (Tabela 2). As espécies que apresentaram maiores proporções de indivíduos com problemas de conflito com fiação/

iluminação e cupins foram *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard e *Senna sp.* *Erythrina cf. verna* também apresentou altas proporção de cupins (Figura 3).

	tipo	N	%
Conflitos	Calçada	6	3
	Iluminação/ Fiação	52	28
	Gola	8	4
Ocos		63	34
Rachadura	Horizontal	1	1
	Vertical	26	14
Parasitas	Cupim	63	34
	Formiga	29	16
	Broca	2	1
	Parasita vegetal	14	7
	Fungo	28	15
Folhas	Clorose	76	41
	Perfuração	21	11
	Abrasão	8	4

Tabela 2- Números de indivíduos e proporção de indivíduos segundo cada tipo de conflito, dano ou injúria analisados.

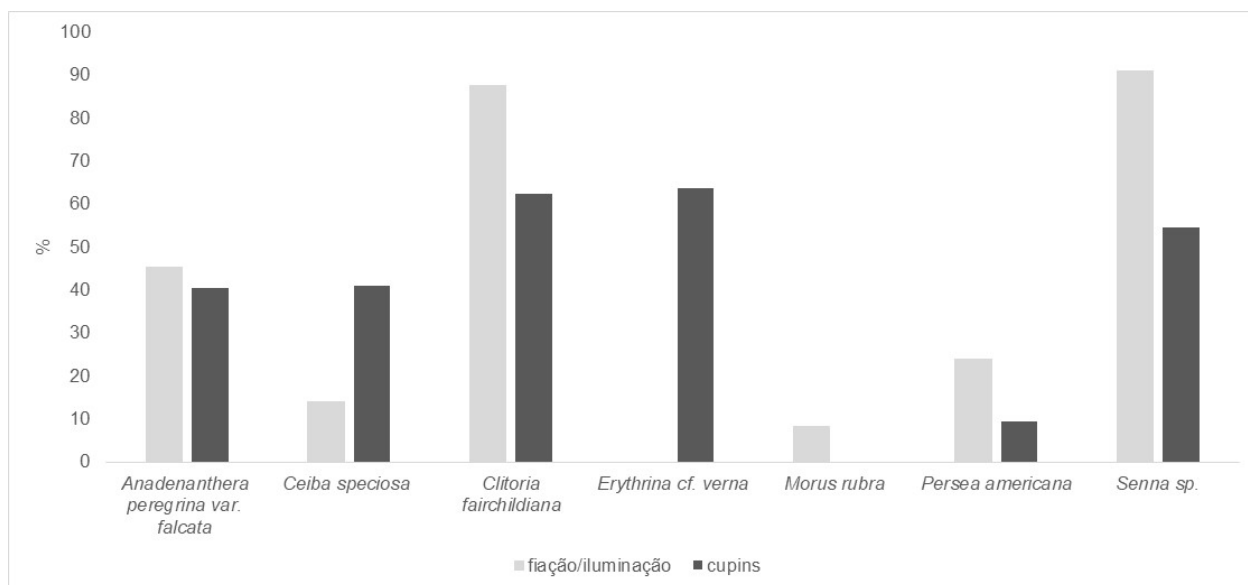


Figura 3 - Proporção de indivíduos (%) com conflitos com iluminação/fiação e com incidência de cupins.

DISCUSSÃO

As características da composição específica e dos problemas encontradas na flora da Avenida Presidente Costa e Silva são muito similares aquelas encontradas em outras cidades brasileiras que tem como características a alta densidades de poucas espécies (Meneghetti 2003, Bortoleto 2004, Rossato *et al.* 2008), a baixa riqueza de espécies (Cunha e Paula 2013), o percentual elevado de espécies exóticas (Ruschel

e Leite 2002, Souza *et al.* 2011, Cunha e Paula 2013, Cardoso-Leite *et al.* 2014). A elevada taxa de infestação por cupins aqui encontradas pode ser consequência destas características, haja visto que estas podem facilitar o estabelecimento e a disseminação de pragas e doenças (Biondi & Althaus, 2005). Além disso, os efeitos dos diversos processos antrópicos de alteração do solo tais como compactação, poluição e carência nutricional do mesmo por não haver ciclagem de matéria orgânica (Pedron *et al.* 2004) podem estar contribuindo para as anomalias e danos encontrados, uma vez que a carência nutricional dos solos tem efeitos diversos na morfologia foliar e na sua resistência a infestação por pragas (Ker *et al.* 2012).

Algumas das espécies aqui encontradas são comuns a um grande número de cidades brasileiras tendo ampla distribuição, dentre estas espécies podemos citar as nativas/naturalizadas *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos. e *Psidium guajava* L. e as exóticas/introduzidas *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard, *Persea americana* P. Mill. e *Ficus benjamina* L. (Ruschel e Leite 2002, Rocha *et al.* 2004, Dantas e Souza. 2004, Rosatto *et al.* 2008, Silva *et al.* 2008, Raber e Rabelato 2010). Provavelmente, estas espécies contribuem para o aumento da similaridade das áreas urbanas no Brasil aumentando assim o efeito da homogeneização biológica (Rosenzweig 2001).

Dentre as espécies citadas acima, *Ficus benjamina* L. e *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard, são consideradas inadequadas para a arborização urbana por conta de conflitos com as estruturas urbanas (Rocha *et al.* 2004). *Ficus benjamina* L. é uma espécie originária da Ásia, muito utilizado para paisagismo. Em condições naturais pode chegar a 30 metros de altura, recomenda-se o seu plantio em lugares isolados como jardins extensos e fazendas (Lorenzi, 2003).

Outras espécies também muito comuns na arborização de cidades brasileiras tais como *Terminalia catappa* L., *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch, *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., *Mangifera indica* L. (Couto 2006, Meneses *et al.* 2013, Cunha e Paula 2013, Cupertino & Eisenlohr 2013) não foram encontradas na região estudada, embora possam ser encontradas em várias outras áreas da cidade (Finotti *obs. pess.*). Isto demonstra como as cidades também são ambientes heterogêneos do ponto de vista ambiental, e que para uma correta avaliação do status da biodiversidade urbana são necessárias avaliações amplas, que considerem toda essa heterogeneidade.

Sendo assim, seria desejável um amplo inventário florístico urbano que contemple não só as ruas e avenidas da cidade mas também as áreas florestadas do entorno pois espécies ocorrentes nestas áreas poderiam ser privilegiadas no plantio nos logradouros, fazendo com os mesmos pudessem como “stepping stones” entre manchas de vegetação urbana, cumprindo seu papel de corredor ecológico (Brun *et al.* 2007). O aumento da riqueza e do adensamento de indivíduos com base nestas espécies certamente melhoraria o status da biodiversidade urbana da área estudada, evitando que uma única espécie possa ultrapassar de 10 a 15% do total da população de árvores (Grey & Deneke 1978 *apud* Milano & Dalcin 2000), aumentando assim a

equitabilidade e, portanto, a diversidade.

REFERÊNCIAS

- Araújo M.N. e Araújo A.J. 2011. Arborização Urbana. **CREA-PR – Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar**, p. 23. Disponível em: <file:///C:/Users/oem/Downloads/arborizacao_urbana_web%20(1).pdf>. Acesso: em 12 Novembro 2015.
- Biondi D e Althaus, M. 2005. Árvores Urbanas de Curitiba – Cultivo e manejo. 1. ed. Curitiba: FUPEF, 117p.
- Blum C.T.; Borgo M.; Sampaio, A.C.F. 2008. **Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v.3, n.2, p.78-97.
- BORTOLETO, S. 2006. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro, SP**. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, São Paulo. 2004. 85p.
- Breuste, J.H. (eds.). 2009. **Ecology of cities and towns**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brun F.G.K., Link D., Brun E.J. 2007. **O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, V.2, nº1.
- Cardoso-Leite E., Faria L., Capelo F.F.M., Tonello K. e CASTELLO A. 2014. **Composição florística da arborização urbana de Sorocaba/SP, Brasil**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba,9(1), 133-150.
- Cerqueira Júnior A. C. 2004. **Caracterização das áreas verdes públicas e arborização de ruas da cidade de Jequié (BA)**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- Coletto E.P.; Muller N.G. e Wolski S.S. 2008. **Diagnóstico da arborização das vias públicas do município de Sete de Setembro – RS**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v.3, n.2, p.110-122.
- Couto C. S. 2006. **Inventário e diagnóstico da arborização urbana do bairro de Benfica, município do Rio de Janeiro, RJ**. 2006. 44p. Monografia - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- Cunha D.V.P. e Paula A. 2013. **Análise quali-quantitativa da arborização em praças públicas do município de Vitória da Conquista – Bahia**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16: 259-276.
- Cupertino, M.A., & Eisenlohr, P.V. 2013. **Análise florística comparativa da arborização urbana nos campi universitários do Brasil**. Bioscience Journal, 29(3).
- Dantas I.C. e Souza C.M.C. 2004. **Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: Inventário e suas espécies**. Revista de Biologia e Ciências da Terra. V.4, nº2.
- Dantas, M.E. 2001. **Geomorfologia do estado do Rio de Janeiro**. In: Silva, L.C.; Cunha, H.V.S. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM: 63p.
- Dantas I.C. e Souza C.M.C. 2004. **Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: Inventário e suas espécies**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.4, n.2.

- Duntemann M. 2006. **Elements of an Urban Tree Risk Management Program**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v.1, n. 1, p. 99-107, 2006.
- Gonçalves S. e Rocha F.T. 2000. **Caracterização da Arborização Urbana do Bairro de Vila Maria Baixa**. Conscientia e Saúde. Revista Científica, UNINOVE, São Paulo, v.2, p. 67-75.
- IBGE. 2010. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, pp.223.
- Ker J.C., Curi N., Schaefer C.E.G.R. e Vidal-Torrado P. 2012. **Pedologia – Fundamentos**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (ed.). 1ª ed. 343pp.
- Lewis S.L. & Maslin M.A. 2015 **Defining the Anthropocene**. Nature, vol. 519, 171.
- Meneses Salvino Gadelha, C. H., Sousa Beserra de Melo, E., Rocha de Menezes, I., Neves de Albuquerque, H., & Santos, L. D. 2003. **Análise da arborização dos bairros do Mirante e Vila Cabral na cidade de Campina Grande-PB**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 3(2).
- Mckinney M.L and Lockwood J.L. 1999. **Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction**. Trends in Ecology and Evolution, v.14, n.11, p.450–453.
- Nowak D.J, Civerolo K.L., Rao S.T., Sistla G., Luley C.J., Cran D.E. 2000. **A modeling study of the impact of urban trees on ozone**. Atmospheric environment, v.34, p. 1601-1613.
- Oliveira S. e Lopes A.. 2007. **Metodologia de avaliação do risco de queda de árvores devido a ventos fortes. O caso de Lisboa**. In: VI Congresso de Geografia Portuguesa. Anais, Lisboa: 21 p.
- Pereira P.H., Topanotti L.R., Dallacort S., Mota C.J., Brun F.G.K., Silva R.T.L. 2011. **Estudo de caso do risco de queda de árvores urbanas em via pública na cidade de Dois Vizinhos-PR**. Synergismus cyentifica, UTFPR, Pato Branco, 06(1).
- Pedron F.A., Dalmolin R.S.D., Azevedo A.C. e Kaminski J. 2004. **Solos Urbanos**. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.5, p.1647-1653.
- Raber A.P. e Rebelato G.S.. 2010. **Arborização viária do município de Colorado, RS - Brasil: análise quali-quantitativa**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba – SP, v.5, n.1: 183-199.
- Rocha R.T. , Leles P.S.S., Neto S.N.O.. 2004. **Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.4: 599-607.
- Rossatto D.R., Tsuboy M.S.F. e Frei F. 2008. **Arborização urbana na cidade de Assis-SP: uma abordagem quantitativa**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v.3, n.3: p. 1-16.
- Rosenzweig M.L. 2001. **The four questions:What does the introduction of exotic species do to diversity?** Evolutionary Ecology Research, 3: 361–367, 2001.
- Ruschel, D. e Leite, S.L.C. 2010. **Arborização urbana em uma área da cidade de Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil**. Caderno de Pesquisa Séries Biológicas Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 1: 07-24.
- Silva, L.M., Hasse, I., Moccelin, R., & Zboralski, A. R. 2007. **Arborização de vias públicas e a utilização de espécies exóticas: o caso do bairro Centro de Pato Branco/PR**. Scientia Agraria, 8(1), 47-53.
- Souza A.L., Ferreira R.A, Mello A.A., Plácido D.R., Santos C.Z.A., Graça D.A.S., Júnior P.P.A., Barretto S.S.B., Dantas J.D.M., Paula J.W.A., Silva T.L., Gomes L.P.S. 2011. **Diagnóstico quantitativo e**

qualitativo da arborização das praças de Aracaju, SE. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.6: 1253-1263

Torresani B.D.D.C.G., de Andrade M.R.M., Azevedo F.D.A. & da Silva Ferreira A. T. 2016. **Análise da cobertura arbórea no município de Guarulhos (SP), como um dos indicadores da variação de temperatura superficial e da qualidade ambiental.** Revista *Geociências-UNG-Ser*, 15(2), 94-105.

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE MORBIDADE E SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ENTRE 2013 A 2015, EM SANTARÉM-PA

Alessandra de Sousa Silva

Discente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA
Santarém - Pará

Rebecca da Silva Fraia

Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA
Santarém - Pará

Soraia Valéria de Oliveira Coelho Lameirão

Doutora em Neurociências e Biologia Celular – Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA
Santarém - Pará

RESUMO: A deficiência na infraestrutura sanitária desempenha forte ligação com a situação de saúde e com as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento. Este trabalho tem como objetivo estudar a relação dos indicadores de morbidade e os serviços de esgotamento sanitário em Santarém-PA, entre 2013 a 2015. Trata-se de uma pesquisa documental básica, de abordagem qualitativa e quantitativa de dados secundários provenientes do Ministério da Saúde no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e da Prefeitura Municipal de Santarém (PMS). Através do DATASUS foi possível coletar

dados de morbidade hospitalar do SUS por local de internação dos anos mais recentes em Santarém, Pará, onde foram notificados em 2013, 141 casos de diarreia, somente 17 casos de leptospirose e 64 casos de hepatites virais, já em 2014 houve um aumento significativo com 199 casos, quase o triplo se comparado com o ano anterior e em 2015 o índice também aumentou, com 205 casos. Apenas 3 casos de internações por micoses foram registrados em 2013, no ano seguinte aumentou para 6 casos e em 2015 somente 3 casos notificados. Dessa forma, Santarém está classificada no terceiro lugar entre piores municípios do Pará, devido não apresentar registros de coleta com tratamento de esgoto sanitário. O município recebeu grandes investimentos nesse setor nos últimos anos, espera-se que com isso diminua os índices de doenças infecciosas e parasitárias provenientes de contágio por ausência de coleta e tratamento de esgoto sanitário, reduzindo também os gastos com internações e tratamentos dessas doenças.

PALAVRAS-CHAVE: Doenças, esgotamento sanitário, Santarém.

ABSTRACT: Disability in health infrastructure is strongly linked to the health situation and living conditions of people in developing countries. This study aims to study the relationship between morbidity indicators and

sanitary sewage services in Santarém-PA between 2013 and 2015. This is a basic documentary research, with a qualitative and quantitative approach to secondary data from the Ministry of Health in the Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS) and the Municipality of Santarém (PMS). Through DATASUS, it was possible to collect hospital morbidity data from SUS by hospitalization in the most recent years in Santarém, Pará, where 141 cases of diarrhea were reported in 2013, only 17 cases of leptospirosis and 64 cases of viral hepatitis were reported in 2014 there was a significant increase with 199 cases, almost triple compared to the previous year and in 2015 the index also increased, with 205 cases. Only 3 cases of mycosis hospitalizations were recorded in 2013, the next year increased to 6 cases and in 2015 only 3 cases reported. Thus, Santarém is ranked third among the worst municipalities in Pará, due to the lack of records of collection with sanitary sewage treatment. The municipality has received large investments in this sector in recent years, it is expected that this will reduce the rates of infectious diseases and parasitic diseases, due to the lack of collection and treatment of sanitary sewage, also reducing hospitalization costs and treatment of these diseases.

KEYWORDS: diseases, sewage system, Santarém.

INTRODUÇÃO

A deficiência na infraestrutura sanitária desempenha forte ligação com a situação de saúde e com as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento (Daniel *et al.*, 2001). A ausência dos serviços de saneamento básico contribui para o aumento dos índices de infecções de doenças entre determinada população, principalmente durante um período em que estão mais vulneráveis, esses índices são chamados de morbidade (Pereira, 2004).

O sistema de saneamento básico integra sistemas constituídos por uma infraestrutura física (obras e equipamentos) e estrutura educacional, legal e institucional. Um desses sistemas corresponde às Estações de Tratamento de Esgotos domésticos (ETEs) (Kronemberger *et al.*, 2011), derivado principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõe de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas (Brasil, 2007).

De acordo com o Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil (2015), em relação ao esgoto coletado, entre as capitais da Região Norte os indicadores de atendimento em esgoto estão abaixo de 10%, como é o caso de Belém (7,09%). Dos vinte piores municípios do Ranking, sete pertencem a Região Norte e desses, três são do estado do Pará e Santarém está classificada no terceiro lugar devido não apresentar nenhum registro de coleta com tratamento de esgoto sanitário, ocupando a 99ª colocação no ranking de pior município para essa categoria.

Analisando o histórico da cidade de Santarém, não há registros eficientes no que diz respeito às informações do quadro de saneamento básico, tornando-se necessário aumentar a produção de pesquisas nesta área de conhecimento, buscando conhecer

o cenário do município, avaliando a realidade de situações presenciadas ao longo do tempo na região estudada, que cresce vertiginosamente sem o devido acompanhamento de infraestrutura básica, gerando ambientes insalubres e de exclusão social que contribuem para a vulnerabilidade da saúde da população.

Este trabalho tem como objetivo estudar a relação entre os indicadores de morbidade e os serviços de esgotamento sanitário em Santarém, Pará, no período de 2013 a 2015.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O município de Santarém está localizado na região Oeste do Pará, na confluência dos rios Amazonas e Tapajós, ocupando uma área de 17.898,389 km², compreende as coordenadas 02° 25' 30" Sul e 54° 42' 50" Oeste, e uma população estimada para 292.520 habitantes em 2015 (IBGE, 2010).

Este trabalho trata de uma pesquisa documental básica, de abordagem qualitativa e quantitativa de dados secundários provenientes do Ministério da Saúde no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e da Prefeitura Municipal de Santarém (PMS), dos quais foram analisados os itens referentes às informações mais recentes de indicadores da morbidade por doenças infecciosas e parasitárias e as condições dos serviços de esgotamento sanitário entre os anos de 2013 a 2015, em Santarém, Pará. Os dados quantitativos foram agrupados em porcentagem, organizados e analisados comparados à literatura específica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Santarém é uma das maiores e mais importantes cidades da região do Baixo Amazonas, conhecida internacionalmente pelas lindas praias e pela beleza dos seus rios. Portanto, torna-se uma necessidade socioeconômica e ambiental preservar essas riquezas, e para isso o investimento em saneamento básico é de extrema importância (PMS, 2016).

Conforme dados do Ranking do Instituto Trata Brasil (2015) o município recebeu em 2010 quase R\$ 120 milhões do Programa de aceleração de Crescimento (PAC) para obras de saneamento básico que contemplou o município com rede de coleta e estações de tratamento de esgoto. Na primeira etapa (PAC I), foram feitos investimentos de quase R\$ 90 milhões e na segunda etapa (PAC II) mais R\$ 30 milhões, além de outros R\$ 40 milhões repassados para Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) para ampliação da rede de distribuição e para construção de reservatórios de água tratada.

Os investimentos e ações preventivas no serviço básico de esgotamento sanitário encontram-se em fase final de implantação em dois bairros no município de Santarém, enquanto que na área central da cidade a obra encontra-se em fase inicial

(PMS, 2016), proporcionando melhoria das condições sanitárias locais, eliminação de esgoto a céu aberto e diminuição de causas de doenças. O programa de Serviços Urbanos de Água e Esgoto (PAC 1) está em andamento, e beneficiará Santarém com coleta e tratamento de esgoto através de mais de 60 km de rede coletora de esgoto e três módulos de ETEs. O Programa de Saneamento para todos (PAC 2) oferecerá rede coletora, uma estação elevatória de esgoto e mais um módulo de ETE, cada programa tem capacidade para atender 25 mil habitantes. Estas obras, no entanto, só irão beneficiar metade dos 70.037 domicílios residenciais existentes na cidade (PMS, 2016).

Através DATASUS foi possível coletar os dados de morbidade hospitalar do SUS por local de internação dos anos mais recentes em Santarém, Pará. O Instituto Trata Brasil aponta que diarreias, Hepatite A, Leptospirose e micoses estão entre as principais doenças associadas à falta de saneamento, desta forma, nessa pesquisa, foram contabilizados os índices de morbidade dessas quatro doenças.

Foram notificados 141 casos de diarreia em 2013 (0,047% da população de Santarém), em 2014 decaiu para 100 casos (0,033% da população) e em 2015 manteve-se quase o mesmo número do ano anterior, com 101 casos (0,033% da população). Somente 17 casos de leptospirose foram registrados em 2013 (0,005% da população), em 2014 houve um pequeno aumento em relação ao ano anterior, com 19 casos notificados (0,006% da população) e em 2015 apenas 14 casos foram notificados (0,004% da população).

Em 2013 foram diagnosticados 64 casos de hepatites virais (0,021%), já em 2014 houve um aumento significativo com 199 casos (0,066%), quase o triplo se comparado com o ano anterior e em 2015 o índice também aumentou, com 205 casos (0,068%). Apenas 3 casos de internações por micoses foram registrados em 2013 (0,001%), no ano seguinte aumentou para 6 casos (0,002% da população) e em 2015 somente 3 casos notificados (0,001%).

O número de registros de internações por diarreia no município decaiu nos últimos anos, contudo não se pode desconsiderar sua relevância, pois de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2004) 80% das diarreias agudas no mundo estão relacionadas ao uso de água imprópria para consumo, não tratada, a sistema de esgoto ausente ou inadequado ou a práticas de higiene insuficientes. Estes casos resultam em 1,5 milhão de mortes a cada ano e as crianças são as principais vítimas.

Os casos de internações por leptospirose no município são pequenos, porém não são insignificantes. A leptospirose surge através do contato da pele ou mucosas com água contaminada por esgoto humano ou por fezes ou urina de animais, principalmente durante as enchentes (DDTHA/CVE, 2009), a cidade de Santarém apresenta um cenário propício para aumento dos índices de morbidade dessa doença. Os índices de morbidade por hepatite A triplicaram entre 2013 e 2014, e cresceu cerca de mais 3% em 2015 no município, tal situação merece atenção especial, pois essa doença é causada por um vírus que pode ser veiculado pela água ou alimentos contaminados

com esgoto/dejetos humanos. Um importante fator de risco para a ocorrência de surtos de hepatite A e outras doenças é a deficiência de saneamento básico, especialmente a falta de rede de esgoto ou de alternativas para a deposição de dejetos, em áreas rurais ou de invasão populacional em periferia urbana (DDTHA/CVE, 2009).

Geralmente as notificações de micoses são pequenas por não se dar a devida importância da doença e tratá-la sem procurar uma unidade de saúde, contudo, não significa que elas não ocorrem com frequência. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2015), entre as doenças associadas à falta de saneamento, as micoses estão em 8ª lugar no país.

A relação entre saneamento básico e saúde está fundamentada pela Lei Federal de Saneamento Básico e a Lei do SUS 8.080 de 19 de setembro de 1990, que declara uma integração de causalidade legal, entre as situações impróprias de saneamento básico e as exposições epidemiológicas existentes. De acordo com os dados da [Pesquisa Nacional de Saneamento Básico \(PNSB, 2008\)](#) há uma grande desigualdade entre as regiões do Brasil em relação aos serviços saneamento, apenas 3,5% dos municípios da região Norte possuíam esses serviços. A precariedade nas condições do saneamento é presenciada na cidade de Santarém, tornando-se uma das principais causas de contaminação das águas e do solo, além de colaborar para o aumento no índice de doenças. A ausência de um sistema de coleta e tratamento de esgoto permite que os efluentes sejam veículos de microrganismos patogênicos de várias doenças, justificando assim a importância de afastar seu contato com o homem, o alimentos, os vetores e as águas de abastecimento. É importante destacar, a eficiência do sistema de saneamento básico reduz os recursos aplicados no tratamento de doenças. Segundo a FUNASA (Brasil, 2007), a cada R\$ 1,00 (um real) investido em saneamento, economiza-se R\$ 4,00 (quatro reais) em medicina curativa.

Dessa forma, conclui-se que, a infraestrutura sanitária exerce influência com a situação de saúde e com as condições de vida das populações, a ausência dos serviços de esgotamento sanitário contribui para o aumento dos índices de morbidade. A cidade de Santarém está classificada no terceiro lugar entre piores municípios do Pará, devido não apresentar registros de coleta com tratamento de esgoto sanitário, o município recebeu grandes investimentos nesse setor nos últimos anos, espera-se que com isso diminua os índices de doenças infecciosas e parasitárias provenientes de contágio por ausência de coleta e tratamento de esgoto sanitário, para assim reduzir também os gastos com as internações e tratamentos dessas doenças.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. Brasília: 2007, 408 p.

DANIEL, L.A.; BRANDÃO, C.S.S.; GUIMARÃES, J.R.; LIBÂNIO, M.; DE LUCA, S. (2001) Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável. Rio de Janeiro: RIMA, ABES.

DDTHA - Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar, 2009. Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica - perguntas e respostas e dados estatísticos (Informe Técnico). Centro de vigilância epidemiológica (cve), ccd/ses-sp. Disponível (ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/hidrica/doc/dta09_pergresp.pdf). Acesso: 04/04/2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, 2008. Rio de Janeiro: 2010. 219 p. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf. Acesso em: 15 de maio de 2015.

Instituto Trata Brasil. Ranking do Saneamento: Resultados com bases no SNIS 2013. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/relatorio-completo-2014.pdf>. Acesso em: 26 maio 2015.

KRONEMBERGER, D. M. P.; PEREIRA, R. S.; FREITAS, E. A. V.; SCARCELLO, J. S.; JUNIOR, J. C. Atlas de Saneamento: Saneamento e meio ambiente. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 45-80 p.2011.

PEREIRA, S. D. 2004. Conceitos e Definições em Epidemiologia importantes para Vigilância Sanitária. São Paulo, março de 2007. Disponível em: http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/epid_visu.pdf. Acesso em 03 de mar. de 2015.

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, 2008. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. 219 p. Disponível em:http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf. Acesso em 15 de maio de 2015.

Prefeitura Municipal de Santarém - PMS. Trabalho Técnico social – Publicação da Prefeitura, ed. 01. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – Water, Sanitation and Hygiene Links to Health. November, 2004.

ESTUDO SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Guilherme de Souza Barrucho

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

Juliana Toledo Cota

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

Giselle Martins Machado

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

José Antônio Lins Pereira

Universidade Estácio de Sá (UNESA), Campus
Macaé
Macaé-RJ

Andréia Boechat Delatorre

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

Michaelle Cristina Barbosa Pinheiro Campos

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

Illana Pereira da Costa Cunha

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

RESUMO: Atualmente, a escassez de água é o problema que mais ganha notoriedade devido à demanda do uso inconsciente. Uma vez que se deve manter a preocupação com as gerações atuais e futuras, mecanismos de uso e reuso da água devem ser adotados a fim de

reduzir a degradação ao meio ambiente. Uma das opções do ponto de vista sustentável é a captação das águas da chuva. Sendo assim, esse trabalho tem por objetivo por intuito realizar uma proposta de implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em uma Instituição de Ensino Superior (IES). Para tanto, foi realizado um estudo da análise pluviométrica da região, esses dados foram usados para dimensionar as cisternas de armazenamento. Com o intuito de entrever os usos finais da água, foi realizado um levantamento de dados com relação à população total da instituição, faturas de consumos da água e medições das vazões das bacias sanitárias. Os cálculos para dimensionamento dos volumes dos reservatórios apontaram um volume de 56 m³ como ideal para a cisterna e para o reservatório de descarte, 2 m³, ambos os volumes serão balanceados nos sistemas presentes nas extremidades da instituição. Além disso, o prédio já conta com calhas de seção retangular e 28 tubos de descidas para escoamento da água, minimizando assim os custos de implementação. Os dados mostraram ainda que existe uma diferença de 118 mm entre a precipitação do mês mais seco e mais chuvoso, sendo junho o mais seco com 41 mm e dezembro o mês com maior precipitação: uma média de 159 mm. Os estudos pluviométricos mostram que o volume de chuva anual da região

é satisfatório, tornando o projeto viável. No entanto, os meses compreendidos entre janeiro e fevereiro, são os meses cujo consumo de água são menores e a captação maior. Isso se deve ao período de férias acadêmicas/escolares. Sendo assim, o armazenamento é a forma mais viável de reaproveitamento da água e este deve atender aos requisitos estabelecidos pela NBR 15527, com os procedimentos adequados para que a água esteja própria para o reuso, essas podem ser armazenadas por até um ano, podendo ser utilizado em períodos de maior estiagem.

ABSTRACT: Currently, water scarcity is the problem that earns more notoriety due to the demand for unconscious use. Since concern about current and future generations should be maintained, water use and reuse mechanisms should be adopted to reduce degradation to the environment. One of the options from the sustainable point of view is the capture of rainwater. Therefore, the objective of this work is to carry out a proposal for the implementation of a system for capturing and utilizing rainwater for non-potable purposes in a Higher Education Institution (HEI). For that, a study of the pluviometric analysis of the region was carried out, these data were used to size the storage cisterns. In order to visualize the end uses of the water, a data collection was carried out in relation to the total population of the institution, bills of consumption of the water and measurements of the flows of the sanitary basins. The calculations for sizing of the volumes of the reservoirs indicated a volume of 56 m³ as ideal for the cistern and for the disposal tank, 2 m³, both volumes will be balanced in the systems present at the extremities of the institution. In addition, the building already has rectilinear section rails and 28 downflow pipes to drain the water, thus minimizing implementation costs. The data also showed that there is a difference of 118 mm between the driest and rainiest months, with June being the driest with 41 mm and December with the highest precipitation: an average of 159 mm. Rainfall studies show that the region's annual rainfall is satisfactory, making the project feasible. However, the months between January and February are the months whose water consumption is lower and the uptake is greater. This is due to the academic / scholastic vacation period. Therefore, storage is the most feasible form of reuse of water and it must meet the requirements established by NBR 15527, with adequate procedures to ensure that the water is suitable for reuse, these can be stored for up to one year and can be used in periods of greater drought.

1 | INTRODUÇÃO

O ambiente é o meio de onde a sociedade extrai os recursos essenciais à sobrevivência e os demandados pelo processo de desenvolvimento socioeconômico. Esses recursos geralmente são denominados naturais. Por outro lado, o ambiente é também um meio de vida, de cuja integridade depende da manutenção de funções ecológicas essenciais para sobrevivência.

Após a segunda Guerra Mundial, o aumento da exploração em busca do desenvolvimento industrial, tecnológico, econômico e demográfico, causou danos ao meio ambiente decorrente do consumo desordenado dos recursos ambientais,

principalmente, a água. Que hoje é uma das maiores preocupações mundiais, devido a possibilidade da escassez de água potável na natureza.

Sabe-se que a água é um dos recursos naturais essenciais e finito para sobrevivência e segundo Barbosa (2008), no desenvolvimento de qualquer sociedade, os recursos hídricos desempenham um papel fundamental, não só do ponto de vista econômico, mas também ambiental. Levando-se em consideração que o meio ambiente se torna cada vez mais degradado, a busca do desenvolvimento sustentável tem evoluído bastante no sentido de proteger e encontrar formas de poupar a exploração dos recursos naturais e essenciais.

A distribuição global de água no mundo evidencia a necessidade de políticas nacionais e internacionais de gerenciamento e controle de seu uso: 97,5% da água existente no mundo é salgada, e 2,5% doce, sendo que, destes 2,5%, apenas 0,3%, correspondente à água doce de rios e lagos, é renovável. O restante está nas calotas polares e glaciares, gelo e neve nas montanhas (69%). Por outro lado, a disponibilidade da água foi reduzida, por habitante, em 60% nos últimos 50 anos. Atualmente, 60 países já vivem em guerra pela água, afetando cerca de 232 milhões de pessoas, segundo dados da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente.

A resposta para a preocupação com a demanda e a disponibilidade da água vem a partir de dados comprovados estatisticamente de que: os fatores mais evidentes, são a distribuição desigual e o mau uso. E ainda, segundo a Folha de São Paulo (2015), devido a rápida urbanização, principalmente em países em desenvolvimento, a demanda por água deve crescer 55% no mundo até 2050, segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (DRH), 2015, da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO).

O reaproveitamento ou reuso da água pode e deve ser implementado como uma alternativa a fim de assegurar a economia. O reuso, é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outros fins menos nobres, tais como lavagem de vias e pátios industriais, irrigação de jardins e pomares, nas descargas dos banheiros etc. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não.

Vale ressaltar que se deve considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água. A implementação do reuso direto planejado da água é uma alternativa viável. Esse tipo de reaproveitamento é um dos mais utilizados na indústria e na irrigação, ele ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente (MINOWA *et al.*, 2007).

Sendo assim, diante da degradação dos recursos hídricos e aos problemas de escassez de água que se tornam mais graves a cada dia, o aproveitamento da água de chuva surge como alternativa simples e economicamente atrativa e aquisição e

provisão de água. Com isso, o presente trabalho tem por objetivo elaborar uma proposta para captação de água das chuvas por meio de calhas que foram direcionadas até um reservatório e a partir deste, abastecer o sistema hidráulico das bacias sanitárias de uma instituição de ensino de nível superior.

2 | METODOLOGIA E RESULTADOS

Para a verificação do potencial econômico de água potável foi proposto a implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. A Instituição usada no estudo de caso foi fundada em 2002, conta com cursos superiores de graduação, bem como ensino fundamental e médio, totalizando uma população de 1442 pessoas entre alunos, professores e demais funcionários.

Como as águas pluviais possuem qualidade de potabilidade inferior ao esperado, estas podem ser utilizadas para fins secundários, adotando os devidos cuidados de acordo com a sua empregabilidade. Conforme a coleta de dados realizada no estudo, atualmente, o lugar que detém maior consumo de água atualmente, são as bacias sanitárias de descarga acoplada, totalizando 27, distribuídas ao longo dos três andares da IE. A cada descarga dada, são liberados 6 litros de água, o que quando posto em termos quantitativos, retorna altos valores tendo em vista a população atual da IE. É desta forma que o estudo sugere que a aplicação das águas pluviais seja direcionada exclusivamente a estas. De acordo com a ABNT NBR 10844 de 1989, que diz respeito às Instalações Prediais de Águas pluviais e é fundamentação para fins de conclusão e de parâmetros de cálculos ao longo do estudo, pode-se adotar um percentual de 70% de utilização da água da IE destinada apenas a fins não potáveis. A análise dos gastos mensais de água da IE foi dada a partir do levantamento das contas de água do ano de 2016.

A partir das contas de água fornecidas pela IES, pôde ser feita uma análise do consumo mensal na instalação. Todavia, pôde ser visto que os valores apurados pela concessionária que realiza o abastecimento são extremamente discrepantes entre um mês e outro, tendo em vista o quantitativo de alunos que fazem uso dessas instalações, os dados levantados apontaram que o consumo total foi de 153 m³/ano. O consumo de água é um dos fatores principais e que sustenta o estudo de caso e a viabilidade econômica do projeto. O cálculo feito para chegar ao Volume apurado de água em m³/mês, foi dado a partir da leitura da diferença entre o mês atual e o mês anterior da fatura. De acordo com a verificação junto à concessionária, foi explicitado que a leitura de cada mês corresponde ao seu sucessor. Por exemplo: o consumo apurado em fevereiro, na verdade é o de janeiro e assim sucessivamente. Mesmo diante desta explicação, ainda assim há discrepância uma vez que as tendências dos gráficos devem ser variáveis de acordo com os meses de população da IE.

A fim de verificar a área viável de captação das águas pluviais, foi necessário

realizar a medição do telhado por completo. Desta forma, inicialmente foi necessário realizar a solicitação da planta de cortes e fechadas da IES. Com isso, foi possível com os valores de base (b) e altura (h) cotados na própria planta, foi possível a determinação da área (A) conforme a Equação (1).

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ A &= 20 \cdot 53,07 \\ A &= 1061,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

(Equação 1)

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), a vazão de projeto corresponde à vazão de referência para a realização do dimensionamento dos condutores e calhas e pode ser explicitada segundo a Equação 2.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

(Equação 2)

De acordo com a análise realizada na IE, o dimensionamento dos condutores verticais e horizontais já foi realizado. Todavia, para fins de verificação e estudo detalhado do projeto, foi efetuada uma sucessão de cálculos até a chegada da implementação do sistema. Para realização do cálculo de vazão do projeto (Q), é necessária a determinação da intensidade pluviométrica (I) da região. Como a cidade em estudo não consta na Coletânea das Equações de Chuva do Brasil e tampouco na NBR 10844, foi adotada como referência, a cidade mais próxima, nesse caso Macaé. Segundo Festi ([n.d]), a intensidade máxima pontual é determinada através das relações de intensidade, duração e frequência (IDF) das chuvas. Estas relações são obtidas através de uma série de dados de chuvas intensas, longas e representativas do local de projeto.

$$i_{\max} = \frac{444,258 \cdot T_R^{0,263}}{(t+6,266)^{0,655}} \text{ (mm/hora)}$$

(Equação 3)

Logo,

$$i_{\max} = \frac{444,258 \cdot 5^{0,263}}{(5+6,266)^{0,655}} = 138,84 \text{ mm/h} = 0,139 \text{ m/h}$$

O valor de Tr é proveniente dos resultados dados pelo DNIT (2005), que se vale das instruções do Manual de Hidrologia Básica de 2005. Uma vez determinada a Intensidade pluviométrica, o cálculo da vazão total pode ser feito aplicando-se a Equação (5) e obtendo como resposta:

$$Q = \frac{0,139 \cdot 1061,4}{60} = 2,54 \text{ m}^3/\text{min} = 2.540 \text{ l/min}$$

(Equação 4)

A Instituição foi projetada com 28 condutores verticais de descida, distribuídos por suas duas laterais, tendo cada uma delas, 14. A vazão de cada tubo pode ser determinada a partir da divisão da vazão total do telhado pela quantidade de tubos, sendo assim:

$$Q = \frac{2540}{28} = 90,71 \text{ l/min}$$

Os condutos horizontais ou calhas, comumente utilizadas em construções civis, servem como complemento ao telhado e outras regiões da cobertura para realizar o escoamento da água. São elas que impedem o empoçamento da água e as infiltrações nos pavimentos abaixo do telhado. As calhas implementadas na IE, são de seção quadrada e atende aos requisitos de dimensionamentos. O material constituinte das calhas tem o coeficiente de rugosidade $n = 0,011$. O coeficiente de rugosidade age como uma espécie de “freio”. Em termos práticos, quanto maior o coeficiente de rugosidade, maior a inclinação para esgotamento das calhas (NBR 10844, 1989). Segundo a NBR 10844, o dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de *Manning-Strickler*, conforme ilustrado pela Equação (4) ou através de qualquer outra fórmula que seja equivalente:

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot RH^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

(Equação 4)

Ainda de acordo com a NBR 10844, os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, de valor mínimo igual a 0,5% ou $i = 0,005$.

Como o percurso das águas pluviais inicia seu caminho pelas calhas até chegar ao reservatório de captação, é preciso haver o cuidado com a instalação de dispositivos para remoção de detritos, tais como telas e grades, de acordo com a NBR 12213. Esses dispositivos devem ser obrigatoriamente instalados uma vez que o projeto de captação pertence à classe de captações à superfície da água.

Conforme observado e medido, a IE possui um total de 28 tubos de descida verticais em suas laterais, cada um com 75 mm de diâmetro. A fim de realizar uma estimativa de comparação e confirmação desse dado, foi utilizado o Critério Frutuoso de Dantas, de acordo com NBR 10844 que diz respeito ao dimensionamento dos condutores verticais conforme ilustrado na Equação (5).

$$d = 10,56 \cdot Q^{0,4}$$

(Equação 5)

Sendo assim, o diâmetro da tubulação encontrada foi:

$$d = 10,56 \cdot 90,71^{0,4}$$

$$d = 64,08 \text{ mm}$$

A escolha de adotar os tubos de 75 mm mesmo com o valor divergente da conta, não causa impacto algum ao sistema de dimensionamento. É o valor mais próximo do calculado de acordo com o disponível atualmente no mercado. O sistema de tubulação deve assegurar que as calhas consigam captar o volume de água à razão de 90,71 l/min. Além disso, caso o volume não atenda às dimensões da tubulação, as calhas podem transbordar e ocasionar grandes vazamentos de água. Sendo assim, com uma área de telhado de 1061,4 m², pode-se concluir que os tubos são perfeitamente aptos a realizar o devido escoamento das águas. O reservatório de captação é o destino final das águas pluviais antes do início do processo de percurso às bacias sanitárias e para sua implementação, deve atender aos requisitos da NBR 12217. Para a determinação deste, deve ser realizada uma análise da chuva aproveitável. O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado através da Equação (6).

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta \text{ fator de captação}$$

(Equação 6)

De acordo com a NBR 15527, o valor do coeficiente de *runoff* ou de escoamento depende do material de cada telhado. Para o telhado do estudo de material cimento amianto, foi adotado o coeficiente de 0,8. Já o fator de eficiência varia de 0,50 a 0,90. Comumente, adota-se o valor prático de Sendo assim, de acordo com o cálculo da Equação (6), o quantitativo de chuva média aproveitável anualmente foi de aproximadamente:

$$V = 762.170 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Tendo em vista o volume de chuva aproveitável, a etapa seguinte é a determinação do dimensionamento do reservatório que irá abrigar este volume durante o ano. O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia. O projetista pode adotar

como critério, de acordo com a NBR 15527, os seguintes métodos: Método de Rippl; Método da simulação; Método Azevedo Neto; Método prático Alemão; Método prático Inglês; Método prático Australiano. Há ressalvas quanto ao método a ser utilizado, por isso, o estudo em relação ao projeto e o método se faz importante nessa etapa do projeto. De acordo com estas especificações e com as análises de comparação entre todos esses métodos, dois apresentaram informações plausíveis quanto à sua escolha: Prático Inglês e Azevedo Neto. A Equação (7) realiza o dimensionamento do reservatório da seguinte maneira:

$$V = 0,05. P. A$$

(Equação 7)

Sendo assim, o valor obtido é de:

$$V = 56.000 \text{ l}$$

Do volume encontrado, uma parte será direcionada ao reservatório de descarte, e o restante, destinado ao reservatório de captação. Seguindo as dimensões disponíveis do terreno da edificação e de acordo com os tamanhos dos reservatórios, optou-se por colocá-los nas duas laterais da IE. Sendo assim, o sistema contará com os seguintes componentes: 02 Reservatórios de Captação de 20.000 litros, 02 Reservatórios de descarte de água pluvial 1000 litros e 02 filtros de limpeza. De acordo com a NBR 15527, todo sistema de aproveitamento de águas pluviais, deve ter instalado um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial e é recomendado que este seja automático. De acordo com o *American Rainwater Catchment*, os fatores de decisão a serem tomados a fim de visar a eficiência do sistema e realizar o descarte de água corretamente, são os níveis de contaminação do local da instalação. Desta forma, para que seja adotada a quantidade mínima de descarte por m², leva-se em consideração: i) Contaminação média: 2,0 mm/m²; ii) Contaminação baixa: 0,5 mm/m²; iii) Contaminação alta: 8,0 mm/m².

No estudo em questão, o local da IE possui nível de contaminação média. Mesmo com as telas aplicadas às calhas, ainda há impurezas e detritos como poeira, pássaros, dentre outros. Sendo assim, de acordo com os cálculos adotados, o descarte inicial a ser feito após cada primeira água da chuva (*first flush*) é de aproximadamente 2123 litros. O reservatório de 2000 litros atende às especificações. O processo de armazenamento da água da chuva deve atender aos requisitos estabelecidos de acordo com a NBR 15527. Para isso, deve-se atentar ao processo de manutenção correta do sistema bem como o devido tratamento da água captada. Sendo esse processo realizado de maneira correta, o armazenamento pode ter duração de até um ano. Os padrões de qualidade da água devem ser definidos pelo projetista de acordo

com a utilização prevista. Para fins mais restritivos, deve ser utilizado o parâmetro de qualidade de água de chuva para fins não potáveis da NBR 15527 de 2007.

3 | CONCLUSÃO

Foi constatado, após a avaliação dos índices pluviométricos da região que o volume de chuva anual da região era satisfatório, tornando viável o projeto. Vale ressaltar que a água aproveitada pode ser usada para diversos fins, porém as bacias sanitárias foram pontos de sugestão devido às mesmas representarem o maior índice de utilização das águas não potáveis. Os cálculos apontaram um volume de 56 m³ como ideal para a cisterna e para o reservatório de descarte, 2 m³, ambos os volumes serão balanceados nos sistemas que estarão presentes em ambas as extremidades da instituição. Além das vantagens financeiras que a instalação do sistema pode acarretar, existem também os benefícios ambientais, pois toda a água captada minimiza a falta de água em períodos de estiagem ou superlotação da região bem como a preservação dos recursos hídricos. O fundamental é a disseminação dos conceitos de conscientização ambiental de cada indivíduo.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, D.L. **A Exploração de um Sistema de reservatórios: Uma análise otimizada dos usos objetivos múltiplos da Bacia do Rio Capibaribe – PE.** Tese de Doutorado em Recursos Naturais. Paraíba, 2008. Disponível em:

<<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/Dayselunabarbosa.pdf>>.

Acesso em 09/09/2017.

BRASIL. Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

FERREIRA, D.F. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um condomínio residencial localizado em Florianópolis – SC.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Santa Catarina, 2007.

FESTI, A. V. **Coletânea das Equações de chuva do Brasil.** In: XVII Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos. São Paulo, 2007

MARINOSKI, K. A.; **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** Florianópolis, 2007.

MARTINS, M.F.; CANDIDO, G.A. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para Localidades: uma proposta metodológica de construção e análise.** Editora UFCG. Campina Grande - PB, 2010.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MELLO, M.; PERTEL, M.; SOUZA, P. F. **Análise de Viabilidade Econômica: Um Estudo de Aproveitamento da Água de Chuva no Instituto Educacional Paulo de Tarso – Campos, RJ.** Perspectiva online: exatas & eng. Campos dos Goytacazes, 31-50, 2014.

MINOWA, C.; IWASHITA, N. D.; SETUGUTI, A. J.; MORI, S. L.; CHUANG, K. L. **Reuso da Água.** Escola Técnica da Universidade de São Paulo – Depto. de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 2007.

PAIVA, M. B.; CAMBEIRO, A. S. R.; SOARES, C. A. P. **Critérios de sustentabilidade no projeto de arquitetura.** In: ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: DESAFIO, TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS, 16, 2009, Botucatu. Simpósio. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2009.

Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH): Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2006.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos.

SANTILLI, F. R. J. **A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) e sua implementação no Distrito Federal.** Disponível em:

<https://ceapg.fvg.br/sites/ceapg/fvg.br/files/u60/politica_nacional_dos_recursos_hidricos.pdf> Acesso em 08/09/2017.

TORRES, G. R.; MORAIS, C. F.; MARQUES, L. A. **Aproveitamento da água pluvial: estudo de caso para a captação e uso da água para fins não potáveis na UNAERP Campus Guarujá.** Revista de Ciências Integradas, v. 2, p. 2, 2015.

IMPACTOS AMBIENTAIS DA CARCINICULTURA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA NO MUNICÍPIO DE PIRAMBU-SE

Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

Denilma dos Santos Oliveira

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

Ivan Soares Freire Filho

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

RESUMO: O município de Pirambu localiza-se no extremo leste do estado de Sergipe, inserido na Bacia Hidrográfica do rio Japaratuba. A principal fonte de renda da região é a carcinicultura, atividade desenvolvida no entorno e na foz do rio Japaratuba, causando impactos severos decorrentes do rejeito orgânico. Assim, o objetivo do estudo foi elaborar mapas temáticos digitais no Sistema de Informações Geográficas (SIG), visando identificar e caracterizar a área de risco da carcinicultura no município de Pirambu e propor medidas que visem a proteção ambiental das áreas afetadas. Foram utilizados o Sistema de Processamento de Informações Geo-referenciadas (SPRING) para realizar a superposição de dados e combinação das geoinformações; e o QGIS, desenvolvido pela Open Source Geospatial Foundation (OSGeo),

na geração de leiautes dos mapas temáticos. As diferenças de cotas dos níveis topográficos acentuadas do terreno e os pontos de captação e monitoramento da qualidade da água da região foram os objetos de análise e associação entre a carcinicultura e seus impactos. As ferramentas de geoprocessamento mostraram-se eficazes para análise ambiental da área de estudo, pois possibilitou a identificação das áreas de risco, representadas por mapas temáticos digitais de fácil entendimento para a comunidade científica e geral.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento. Monitoramento. Recursos hídricos.

ABSTRACT: The city of Pirambu is located in the east end of Sergipe state, inserted in the Basin of river Japaratuba. The main source of income in the region is shrimp farming, an activity developed in the surroundings and in the mouth of river Japaratuba, causing severe impacts due to organic rejects. Thus, the objective of the study was to develop digital thematic maps in the Geographic Information System (GIS), aiming to identify and characterize the risk area of shrimp farming in the city of Pirambu and propose measures aimed at environmental protection of affected areas. The Geo-Referenced Information Processing System (SPRING) was used to perform data superposition and combination of geoinformations; and the QGIS, developed by

the Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), in the generation of thematic maps layouts. Differences in quotas of topographic levels of the terrain and the points of capture and monitoring of water quality in the region were the objects of analysis and association between shrimp farming and its impacts. The geoprocessing tools proved to be effective for the environmental analysis of the study area, since it allowed the identification of risk areas, represented by digital thematic maps of easy understanding for the scientific and general communities.

KEYWORDS: Geoprocessing. Environmental Monitoring. Water resources.

1 | INTRODUÇÃO

O homem, desde os princípios, sempre utilizou os recursos naturais como estratégias para sua alimentação, tornando possível a sua sobrevivência. A caça e a pesca, nos primórdios, eram os principais meios para conseguir seus recursos. Com o passar do tempo, a fim de atender o aumento das suas, uma demanda maior nos recursos ambientais, provocando um desequilíbrio sobre os ecossistemas, causando degradações ambientais. Com essa exploração econômica do meio ambiente e a capacidade de criar animais em confinamento, surgiram várias atividades como: pecuária e a aquicultura. A aquicultura é definida como o cultivo de organismos aquáticos em água marinha, salobra ou doce (MUHLERT, 2014). Entre as diversas atividades que compõem a aquicultura, a carcinicultura, que é uma técnica de criação de camarão, destaca-se por sua ampla difusão em várias partes do mundo. No Brasil, a carcinicultura foi favorecida pelo clima e pela vegetação, ocasionando um rápido crescimento em vários estados do país. Dentre as regiões brasileiras, a região nordeste é a que detêm maiores potenciais produtivos, responsável por 94% da produção nacional (REVISTA DA ABCC, 2005).

Em Sergipe, a carcinicultura também se faz presente em vários municípios, principalmente na região costeira. No município de Pirambu, essa atividade econômica é praticada no estuário do rio Japarutuba, principal curso fluvial da bacia hidrográfica homônima. O beneficiamento do camarão, obtido pela remoção de sua casca, produz uma grande quantidade de resíduos sólidos orgânicos que são lançados sem tratamento prévio no rio Japarutuba, o que aumenta a carga orgânica do mesmo e conseqüentemente prejudica a qualidade dos recursos hídricos da região. É importante ressaltar que os estuários são ambientes primordiais no equilíbrio alimentar do ambiente costeiro (continental e marinho).

2 | OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral do presente trabalho consistiu em identificar e caracterizar os impactos ambientais decorrentes do risco de contaminação nos recursos hídricos, do município de Pirambu no estado de Sergipe, pela carcinicultura, propondo medidas que visem a proteção ambiental das áreas afetadas por essa atividade. Para atingir esse objetivo definiu-se o objetivo específico: elaborar mapas temáticos digitais que sobrepondo geoinformações através Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do rio Japarutuba compreende cerca de vinte municípios. O rio Japarutuba nasce na Serra da Boa Vista e possui como principais afluentes: o rio Japarutuba Mirim, Lagartixo, Siriri, Cancelo e Riacho do Prata. A área de estudo, compreende o município de Pirambu (Figura 1) com 205 km² de extensão territorial (IBGE, 2016), situado no leste do estado sergipano. O rio Japarutuba é o principal rio do município e conseqüentemente maior fonte de renda da comunidade pesqueira da região. A carcinicultura é uma das principais atividades econômicas da região do município, o qual ocupa a 12^a posição como produtor de camarão no estado de Sergipe, produzindo em média 50.000 kg/ano, além de cerca de 80ha do município ser destinado a tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura (IBGE, 2016).

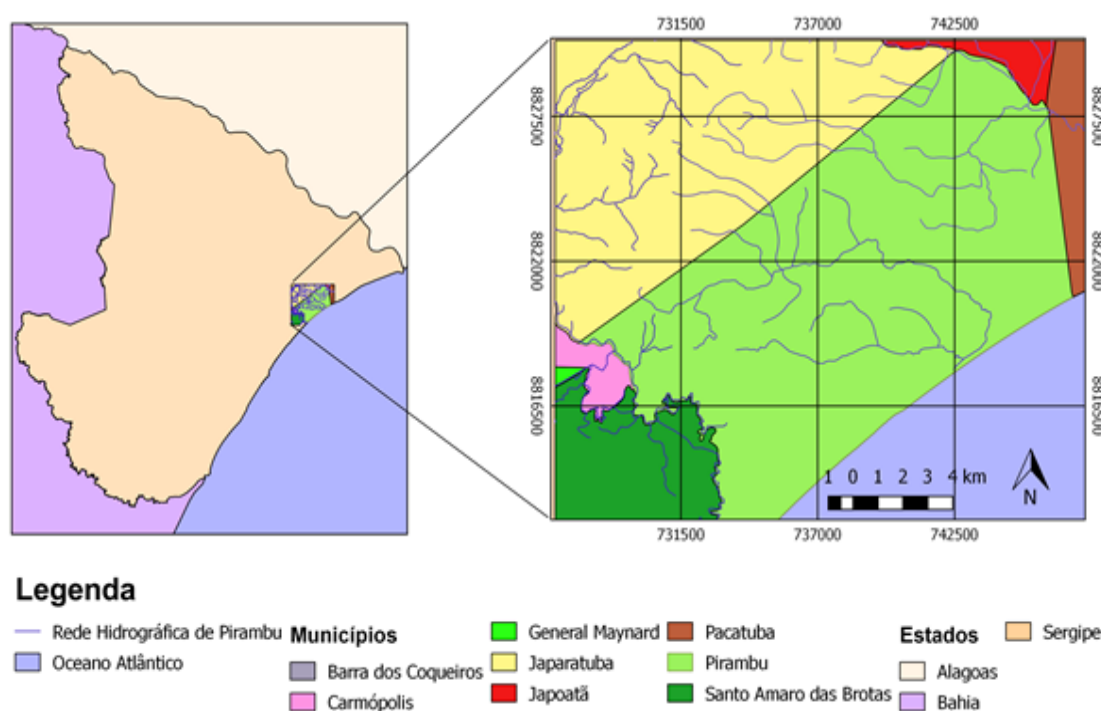


Figura 1: Localização da área de estudo.

Somados à área de estudo, como material necessário ao desenvolvimento do trabalho, utilizou-se o banco de dados fornecido pela Secretaria Municipal de Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH, 2014) e o Modelo Digital de Elevação (MDE) do estado de Sergipe, disponibilizados gratuitamente no Banco de Dados Georreferenciados do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Além disso, fez-se necessário a utilização de SIGs, sendo estes o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) - desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE) e o QGIS da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).

O primeiro passo foi definir a carcinicultura como atividade potencialmente poluidora da região e associá-la às entidades do Banco de Dados Geográficos (BDG) no SPRING, ou seja, as representações geométricas associadas aos tipos de dados, pois a estruturação do banco precede a entrada dos dados (GARCIA; NASCIMENTO, 2004). Os mesmos foram escolhidos, levando-se em consideração a possibilidade de cruzar geoinformações sobrepondo-as, afim de se obter produtos de geoprocessamento que forneçam informações imprescindíveis para a análise dos impactos gerados pela carcinicultura desenvolvida no município de Pirambu.

Portanto, foram selecionados para compor os planos de informações e para integração geoespacial, os dados de uso da terra, hidrografia, captação de água para abastecimento público, monitoramento da qualidade da água além dos dados do estado e municípios de Sergipe. Além disso fez-se necessária obtenção de imagem proveniente do satélite LandSat 8 em formato GeoTIFF, disponibilizada pela NASA (National Aeronautics and Space Administration). Nesse contexto, a edição e digitalização vetorial dos dados e imagem importados foram realizadas no SPRING, removendo-se as formas geométricas duplicadas, editando-se linhas (suprimir e/ou remover), editando-se polígonos (suprimir área) e selecionado-se os intervalos de altimetria, de forma a classificá-los e logo após, exportá-los no formato Shapefile para uma pasta de arquivos. Posteriormente, importando-os para o QGIS para confecção dos mapas finais (leiaute).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica do rio Japarutuba, não só no município de Pirambu mas em toda sua extensão, sofre uma grande degradação, pelo fato da pesca extrativa ser intensa, sobrecarregando o ecossistema. Esse fato negativo ao ambiente, aumenta com a carcinicultura, que é a aquicultura e pesqueira que despeja maior quantidade de resíduo sólido no leito do rio, contribuindo diretamente para a degradação dos recursos hídricos. A mesma é desenvolvida nos manguezais, região de extrema importância para o estuário, uma vez que contribui de forma significativa para o equilíbrio ecossistêmico, pois comporta uma grande diversidade de espécies, serve de proteção contra as marés, além de ser berçário natural e abrigar a reprodução de

peixes, moluscos e crustáceos.

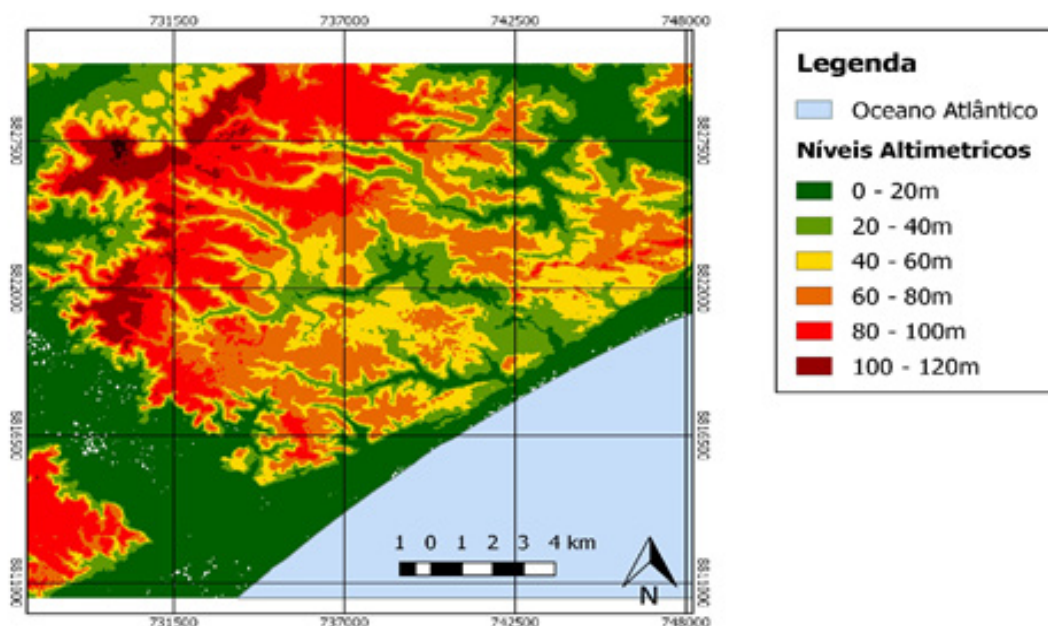


Figura 2: Mapa hipsométrico da região do município de Pirambu.

Através da Figura 3, percebe-se que existe um ponto de captação d'água para abastecimento público pela Companhia de Saneamento de Sergipe bem próximo de onde a atividade é desenvolvida. Devido aos indícios de assoreamento do rio na região e ao potencial poluidor da atividade de carcinicultura, caracterizado pela geração de resíduos orgânicos, efluentes líquidos e eutrofização, não é possível aumentar a produtividade de camarão e rações sem gerar resquícios, fezes e metabólicos concentrados nos tanques (FIGUEIREDO et al., 2005). Pode-se considerar que o ponto de captação sofre influências dos impactos gerados pela atividade econômica em questão. Tais impactos influenciam diretamente na qualidade da água superficial e conseqüentemente nos custos gerados para o tratamento desta. Logo, serão necessárias técnicas e manejos para que a mesma entre em conformidade com a legislação vigente e atenda a população dentro do que prevê a Portaria N° 2.914/2011 do ministério da saúde, que estabelece procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

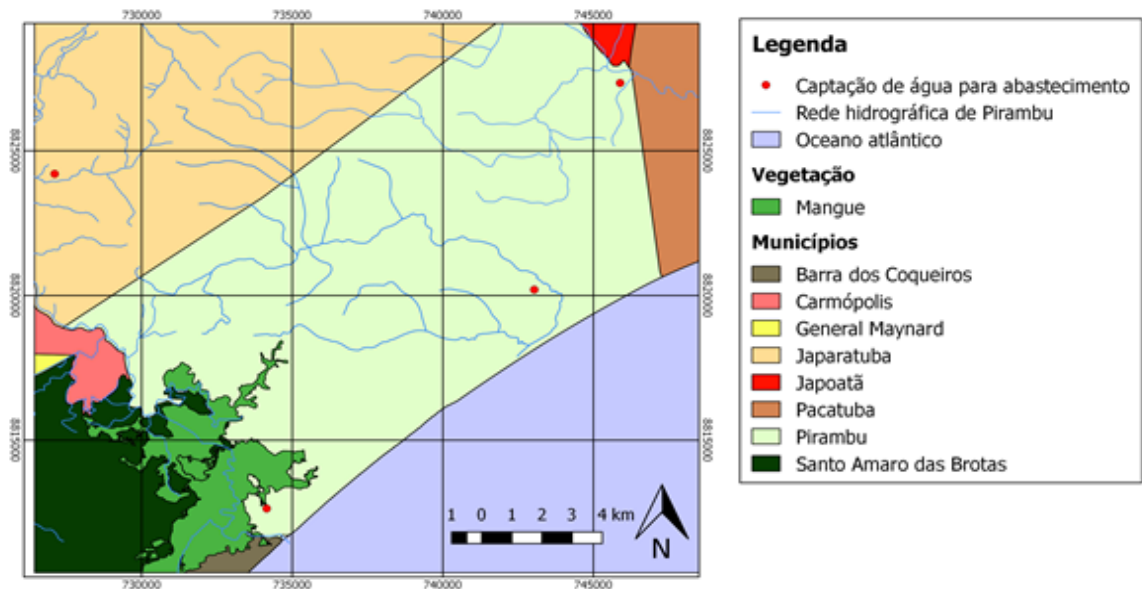


Figura 3: Mapa de vegetação e captação de água para o abastecimento público pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO).

Os recursos naturais disponíveis na região estuária de Pirambu, podem ser explorados de maneira eficiente no cultivo de camarão, com geração de renda e criação de empregos, bem como oportunidades de investimentos (TANCREDO et. al, 2011). O estabelecimento de programas de aquicultura gera riqueza com ganhos significativos para a economia regional e nacional, criando empregos diretos e indiretos e melhorando a qualidade de vida da população local (VALENTI, 2002 apud TANCREDO et. al, 2011). Entretanto é notório, que o cultivo de camarão na região de estudo vem ocorrendo de forma espontânea sem uma política que possa orientar e disciplinar a carcinicultura, haja vista que não há providências tomadas em relação ao descarte inadequado, fiscalização dos bens naturais explorados no desempenho dessa atividade ou incentivo a ações mitigatórias que a aperfeiçoe.

Analisando-se o mapa de monitoramento da qualidade da água da região (Figura 4), é visto que não há ponto de monitoramento na região de manguezal, logo não há controle de qualidade das águas que estão sob os efeitos dos impactos ambientais ocasionados pela carcinicultura. O monitoramento da qualidade da água é de fundamental importância, pois é preciso haver um equilíbrio sustentável entre a disponibilidade dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, e o desenvolvimento econômico nos diversos âmbitos. Portanto, a aplicação do mesmo fornece meios para que se tenha conhecimento da situação atual das águas superficiais, bem como a implantação de políticas de gestão de recursos hídricos.

As consequências socioeconômicas, políticas, tecnológicas e ambientais geradas, precisam ser revertidas e estudadas para que a carcinicultura, atividade rentável e substancial a região de Pirambu, torne-se uma atividade sustentável a médio e longo prazo. Entre as questões essenciais para a sustentabilidade da atividade, o planejamento e localização das fazendas, manejo e planejamento da zona costeira,

implantação de redes de monitoramento de qualidade de água, além do tratamento de efluentes e criação de leis e regulamentos podem ser considerados (COSTA & BELTRAME, 2000).

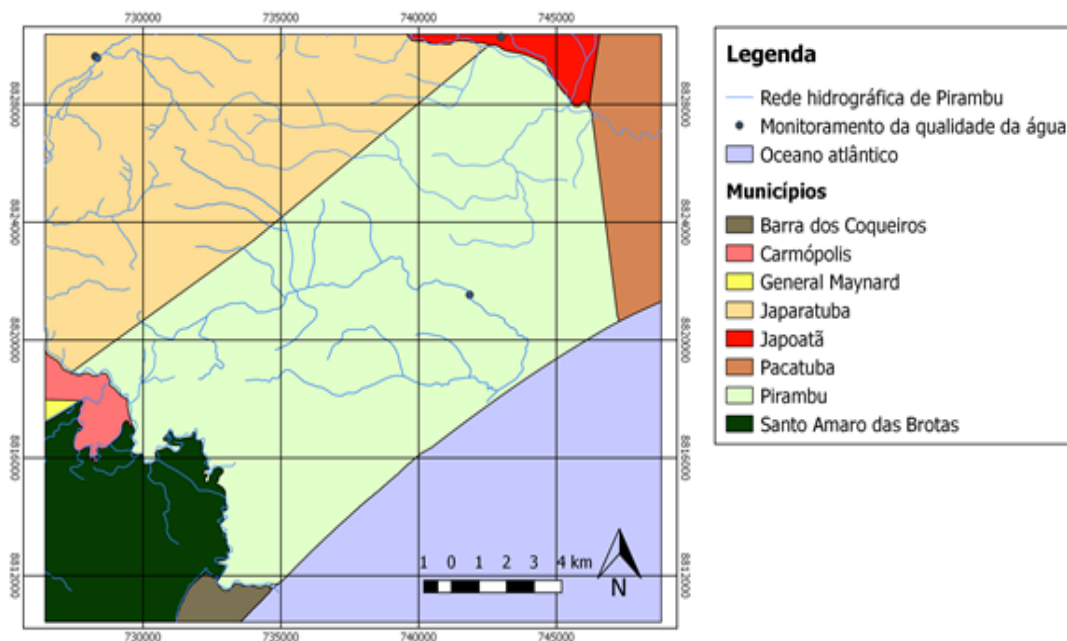


Figura 4: Mapa de monitoramento da qualidade da água.

Assim, uma alternativa à disposição final do resíduo gerado, na atividade estudada é o aproveitamento dos exoesqueletos de crustáceos para extração de quitina, além da fabricação de farinha, adubo e por possuir grande potencial de colágeno, pode ser beneficiado em indústrias farmacêuticas. A vista disso, a eutrofização diminuiria consideravelmente, degradando menos o principal corpo hídrico local que tornaria as águas superficiais de melhor qualidade para serem utilizadas nos seus diversos fins, inclusive na captação de água para o abastecimento público.

5 | CONCLUSÃO

O geoprocessamento revelou-se como uma ferramenta primordial para análise das problemáticas ambientais da área de estudo, uma vez que é possível a identificação dos impactos e seus atributos, representados por mapas temáticos, resultantes da superposição (integração) de dados e combinação de geoinformações, auxiliando assim na tomada de decisão.

Através dessa ferramenta, foi possível concluir que existe ponto de captação localizado na área de influência do manguezal, onde a prática da carcinicultura é desenvolvida. Desta forma, devido a suscetibilidade de erosão do solo e conseqüente assoreamento do rio, além da alta taxa de emissão de matéria orgânica provenientes desta atividade, deverá haver um maior custo no tratamento da água captada.

Além disso, apesar de haver alguns pontos de monitoramento de água no

município, não há registros de monitoramento na região onde se desenvolve a carcinicultura. Assim sendo, faz-se necessário o aumento do monitoramento da qualidade da água no município e, principalmente, nesta área visto que é uma área de captação de água para abastecimento público.

As atividades elaboradas com técnicas de geoprocessamento, enunciaram que para o planejamento ambiental da área, é necessário um manejo ambiental, visando a sustentabilidade, protegendo o ambiente estuarino local, evitando o assoreamento da rede hidrográfica, assim como, a diminuição da carga poluidora dos efluentes emitidos no rio Japaratuba. Do mesmo modo, evidenciaram a importância da existência de políticas públicas que regularizem a atividade e protejam o ecossistema, uma vez que seja possível a conservação dos serviços prestados pelo mesmo.

REFERÊNCIAS

COSTA; BELTRAME, 2000. **Reflexões para o Desenvolvimento Sustentável do Cultivo de Camarões em Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina. Abril/2000.

FIGUEIREDO, Maria Cléa Brito de et al. **Impactos Ambientais do Lançamento de Efluentes da Carcinicultura em Águas Interiores**. Environmental Impacts Of Inland Shrimp Farming Effluents, Fortaleza, v. 10, n. 2, p.167-174, abr. 2005.

GARCIA, G. J.; NASCIMENTO, P. S. DE R. **Mapa generalizado semi-automático de declividade realizado pelo sistema de processamento de imagens georreferenciadas (SPRING)**. Geoambiente On-Line. n. 2, p. 1-19, 2004. Disponível em <<http://www.jatal.ufg.br/geo/geoambiente/hm>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

IBGE. **Cidades**. 2016. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/cidadesat/...](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/) Acesso em: 18 fev. 2018.

MUHLERT. **Indicadores de sustentabilidade da carcinicultura em terras baixas**, São Cristóvão, Sergipe. 2014. 144 f. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

REVISTA DA ABCC. Recife: Abcc, jun. 2005. Disponível em: <<http://abccam.com.br/site/revista-abcc-junho-2005/>>. Acesso em: 25 set. 2017.

SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Aracaju, SRH, 2014. (DVD).

TANCREDO, K. R; NOBREGA, R. O; DIAS, T.; LAPA, K.R. **Impactos ambientais da carcinicultura brasileira**.In: International Workshop Advances in Cleaner Production. 3rd, São Paulo, 2011.

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO MONOCULTIVO DE EUCALIPTO NOS MUNICÍPIOS DE ITAPORANGA D’AJUDA, ESTÂNCIA E SALGADO (SE)

Augusto Cruz Barreto

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, São Cristóvão – Sergipe

Lucivaldo de Jesus Teixeira

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, São Cristóvão – Sergipe

Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental, São Cristóvão – Sergipe

RESUMO: A atual expansão da monocultura de eucalipto no Estado de Sergipe representa preocupações com relação aos impactos socioambientais. A implantação deste tipo de plantação pode acarretar em prejuízo aos recursos hídricos, perda de fertilização e umidade solo, assim como a expropriação dos trabalhadores rurais da região. Com isto, o objetivo do trabalho foi analisar os impactos socioambientais, com auxílio das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, causados pelo monocultivo do eucalipto nos municípios de Estância, Itaporanga d’Ajuda e Salgado, no Estado de Sergipe. Para a elaboração e desenvolvimento desse trabalho, foram utilizados os dados do Atlas Digital da

SEMARH, os dados SRTM disponibilizados pela EMBRAPA e imagens de satélite de alta resolução espacial do *Google Earth*. Estes dados foram processados e analisados com o emprego dos programas computacionais de geoprocessamento SPRING e QGIS, ambos de acesso gratuito. A partir de técnicas de interpretação visual e automática de sensoriamento remoto, foram gerados mapas temáticos relacionados com os impactos ambientais nas áreas e no entorno das plantações de eucalipto da área de estudo. A interpretação desses produtos possibilitou evidenciar a diminuição, assoreamento e contaminação dos recursos hídricos, perda de nutrientes e erosão nos solos.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação hídrica. Impactos ambientais. Geoprocessamento.

ABSTRACT: The current expansion of the eucalyptus monoculture in The State of Sergipe represents regarding socioenvironmental impacts. The implementation of this kind of plantation may result in damage of water supplies, loss of fertilization and soil humidity, as well as the expropriation of agricultural workers of the region. That being said, the objective of this paper was to analyze the socioenvironmental impacts, with the aid of remote sensing and geoprocessing techniques, caused by the eucalyptus monoculture in the

cities of Estância, Itaporanga d’Ajuda e Salgado, in The State of Sergipe. With a view to develop this paper, data from Atlas Digital from SEMARH, SRTM data provided by EMBRAPA and outer space high resolution satellite images by Google Earth were used. These data were processed and analyzed with the aid of SPRING and QGIS geoprocessing softwares, both of free access. Based on visual and automatic remote sensing interpretation techniques, thematic maps related to environmental impacts were generated in the areas and around the eucalyptus plantations of the study area. The interpretation of these products made it possible to show the decrease, sedimentation and contamination of water resources, loss of nutrients and soil erosion.

KEYWORDS: Water contamination. Environmental impacts. Geoprocessing.

1 | INTRODUÇÃO

Na busca de atender às demandas do mercado internacional, ocorreu, no século passado, uma mudança no modo de produção na área rural, como a modernização de equipamentos e métodos, utilização de agrotóxicos e o desenvolvimento do agronegócio e agroindústria. Por consequência desse aumento de produção e lucro, ocorreu a necessidade da expansão de áreas de cultivo, visando atender ao mercado (OLIVEIRA, 1991). O monocultivo de eucalipto é um grande representante deste modelo de agronegócio, implantado e desenvolvido no Brasil na segunda metade do século XX (JESUS, 2016).

A produtividade do eucalipto depende de alguns fatores, como por exemplo, o local de plantio e insumos disponibilizados. Para garantir a boa geração de biomassa, alguns aspectos da forma de cultivo e da região são determinantes, como o tipo de solo, clima, dimensão da área para o plantio, sistema de cultivo, finalidades do monocultivo, e, principalmente, a disponibilidade de água (SANTANA, 2008). As plantações de eucaliptos estão fortemente ligadas às indústrias, uma vez que suas maiores utilizações são como dormente para construção civil e como biomassa para indústrias (VITAL, 2007).

Nas indústrias sergipanas, a produção de biomassa na geração de energia combustível é oriunda do eucalipto, substituindo o consumo de lenha proveniente de matas nativas, de fontes energéticas não renováveis, como o carvão mineral e petróleo. Por ser um plantio seguro financeiramente e bastante rentável, este monocultivo é considerado como um investimento garantido a médio prazo, aumentou o interesse dos produtores rurais, expandindo o cultivo pelo país (JESUS, 2016).

A implantação da monocultura tem como principais impactos ambientais a necessidade de grande quantidade de água, que dependendo da região poderá ocasionar o rebaixamento do lençol freático e dos cursos fluviais. A erosão e a lixiviação provocam a perda de nutrientes dos solos, tornando-os inférteis. Essas degradações são intensificadas na fase de colheita dos troncos, principalmente por

corte raso, e conseqüentemente, acelerando o assoreamento e a contaminação das águas superficiais. A necessidade do emprego de agrotóxicos e fertilizantes químicos contribui significativamente no aumento da contaminação dos solos e dos recursos hídricos. Além dos impactos ambientais, os impactos socioeconômicos tornam-se outra consequência negativa. O aumento da produção e exploração intensiva gera a concentração de área cultivável (latifúndio), originando a instabilidade social, associada à existência de grandes massas de pequenos produtores rurais sem terra.

2 | MATERIAL E MÉTODO

A área de estudo compreende parte da área rural dos municípios de Itaporanga d'Ajuda, Estância e Salgado com monocultivo de eucalipto (Figura 1). A escolha da área de estudo foi decorrente da maior densidade da monocultura de eucalipto e pela presença de nítidos impactos socioambientais, como a degradação do solo e dos recursos hídricos e conflitos entre os grandes proprietários e os pequenos agricultores dos assentamentos rurais. Para a análise dos impactos socioambientais e elaboração dos mapas temáticos da área de estudo, foram utilizados os dados digitais de ferrovia e rodovias federais, redes hidrográficas, indústrias, assentamentos rurais, mapa de solo e vazões subterrâneas, disponibilizados no Banco de Dados Georreferenciados do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH, 2014). A análise do relevo foi realizada a partir da confecção do mapa de classes de declividade, empregando dados SRTM, com resolução espacial de 90 metros, disponibilizados pela EMBRAPA. A integração, sobreposição das geoinformações e demais procedimentos básicos de sensoriamento remoto foram realizados no programa computacional de geoprocessamento Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE). A elaboração dos mapas temáticos finais foram confeccionados no QGIS do *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), pois apresentam rotinas computacionais mais adequadas para a criação de leiautes. É imperativo ressaltar que tanto os dados digitais vetoriais e matriciais (raster) e os programas de geoprocessamento são gratuitos.

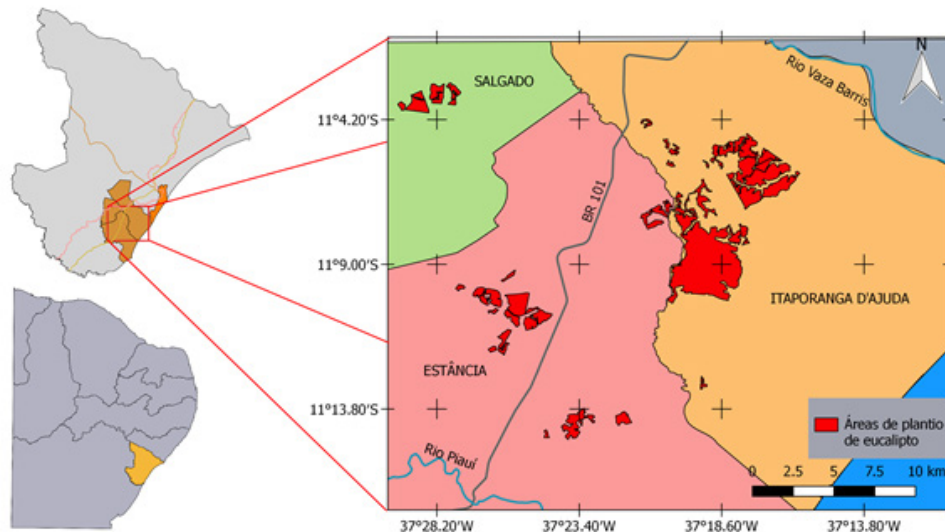


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo

Para a geração por digitalização e vetorização manual dos dados sobre as áreas de plantação de eucalipto, utilizou-se o mosaico de imagens de satélite de alta resolução espacial do *Google Earth*. Neste software definiu-se a área de estudo utilizando as suas coordenadas geográficas, detalhando as plantações de eucalipto. Para identificação das plantações foi utilizado o padrão típico do dossel destas plantações, que são linhas retas paralelas igualmente espaçadas, com uma altura uniforme, contrastante com a vegetação nativa, que não é homogênea nem em altura nem em forma. Procedimento usual de interpretação de alvos terrestres em imagens de satélite. Após esse procedimento, os polígonos representativos dos monocultivos de eucaliptos foram exportados na extensão *.kml* e convertidos em *.shapefile* e importados para o QGIS.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de possui aproximadamente 37 km² de plantio de eucalipto. A principal característica da plantação de eucalipto é o seu grande consumo de água, tornando-a uma cultura inapropriada, principalmente quando a área é constituída por assentamentos rurais, onde a população local depende da água de subsuperfície (pequenos aquíferos suspensos, granulares e livres). O sistema radicular deste tipo de vegetação consegue alcançar grandes profundidades, atingindo o lençol freático, reduzindo vazão de águas, conseqüentemente, a vazão dos córregos e riachos. A potencialidade dos impactos negativos é maior quando as vazões subterrâneas já são baixas (Figura 2). Para inibir o crescimento de diversas espécies de plantas concorrentes, os agricultores utilizam agrotóxicos, como o glifosato (JESUS, 2016). A utilização dos agrotóxicos pode contaminar os aquíferos e os afluentes (Figura 3). Dessa forma, o modelo de monocultivo de eucalipto é uma cultura potencialmente causadora de impactos negativos nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

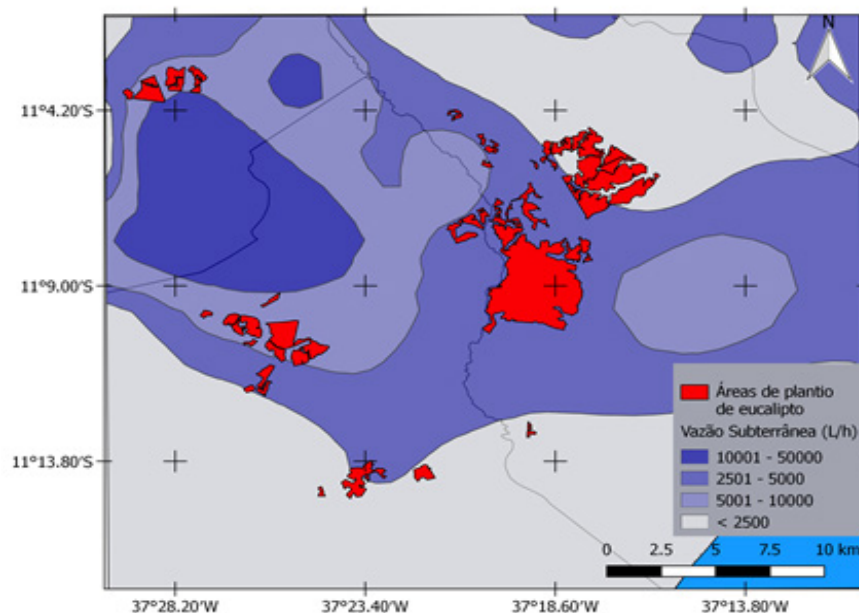


Figura 2: Mapa da área de estudos com vazões subterrâneas e plantio de eucalipto

Uma técnica favorável empregada pelos produtores é a utilização de gel hidro retentor em épocas de escassez hídrica, que varia entre setembro e fevereiro. É uma técnica química que proporciona uma maior retenção da umidade no solo e na raiz da planta no período dos primeiros dois meses, quando as mudas estão em desenvolvimento. Portanto, o uso do gel hidro retentor reduz o tempo entre o plantio e a colheita, condições favoráveis para a diminuição de custos pelos proprietários de terra.

Além dessa característica hídrica adversa, o cultivo de eucalipto consome maiores quantidades de nutrientes do solo, uma vez que, durante a fase de colheita, o solo pode perde muitos nutrientes ao ficar exposto aos processos de erosão e lixiviação. Esse fato exige que a adubação seja realizada constantemente, visando repor os nutrientes do solo. Na área de estudo o tipo de solo mais presente é o argissolo (Figura 4), normalmente possui baixa fertilidade natural. Desta forma, os produtores necessitam usar técnicas como a subsolagem e utilização de fertilizantes (JESUS, 2016). A subsolagem faz com que o solo fique mais permeável, garantindo o desenvolvimento do plantio do eucalipto, além de servir como recarga hídrica. No entanto, essa técnica deixa o armazenamento da água dos aquíferos mais vulneráveis, devido aos agrotóxicos utilizados nos plantios. Na fase da colheita, com a remoção dos eucaliptos por corte raso, provoca a saída dos nutrientes do solo, processo facilitado pela ausência da serrapilheira, pois todos os componentes da vegetação, como as folhas são aproveitadas. Assim, essa forma causa um desequilíbrio no balanço de nutrientes no sistema solo-planta, o que exige uma correção por meio de adubação (PAES, 2013). Apesar do relevo da região não ter uma inclinação elevada (Tabela 1). É importante ressaltar, que a declividade e o corte raso, tornando o solo exposto, aceleram o processo de erosão e lixiviação, conseqüentemente, a perda da fertilidade

do solo e assoreamento dos corpos hídricos.

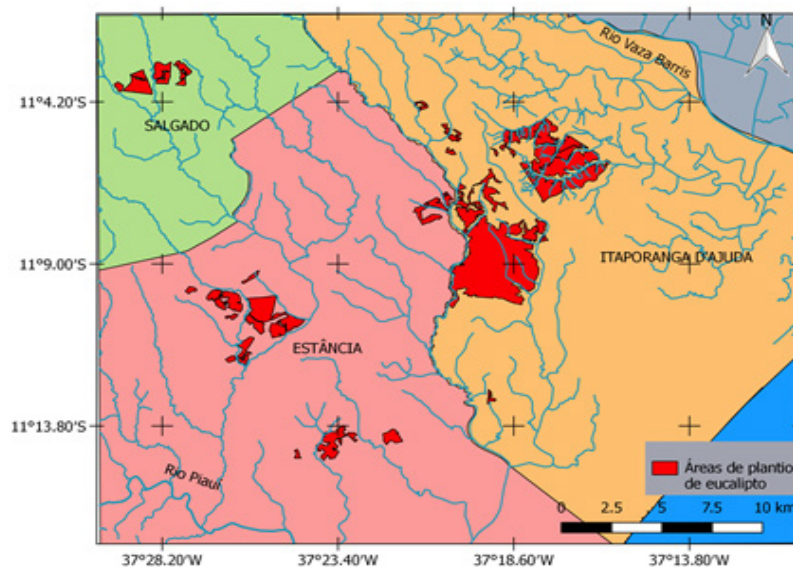


Figura 3: Mapa da área de estudos com assentamentos rurais, plantio de eucalipto e hidrografia

Declividade (%)	Relevo	Área (km ²)	Percentual (%)
0 a 3	Plano	214,97	22,4
3 a 8	Suave-ondulado	380,29	39,6
8 a 20	Ondulado	315,96	32,9
20 a 45	Forte-ondulado	49,63	5,1
45 a 75	Montanhoso	0,06	0
> 75	Forte-montanhoso	0	0
Total		960,91	100

Tabela 1: Distribuição das classes de declividade

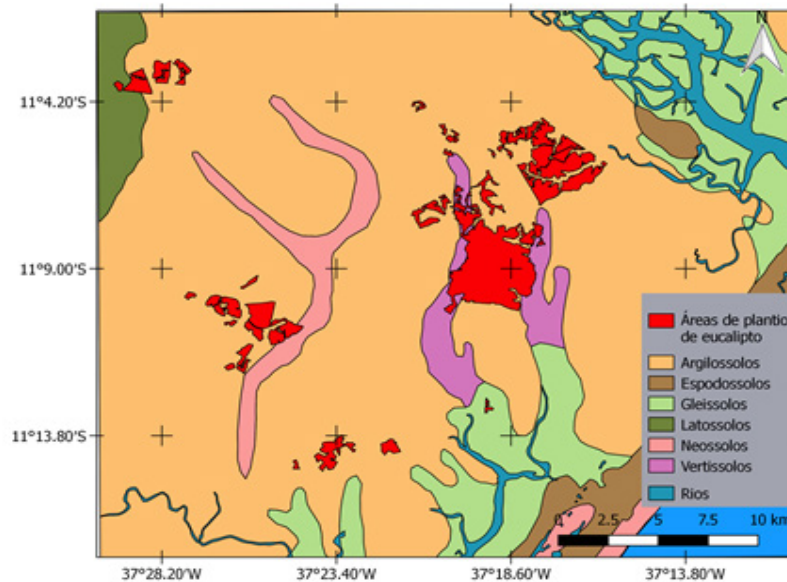


Figura 4: Mapa da área de estudos com tipos de solo e plantio de eucalipto

O monocultivo de eucalipto, na sua expansão, acaba por competir com os pequenos agricultores já instalados nessas regiões, de forma desigual, por possuir mais capital e investimento. É uma atividade possivelmente muito lucrativa, pois seu modo de produção, em latifúndios, com emprego de maquinário e agrotóxicos, garante uma grande produção. Esta, geralmente, direcionada ao setor industrial, como por exemplo, a indústria de celulose. Pode ser também utilizada como biomassa, que é a principal utilização dessa monocultura da região de estudo. Apesar dessa relação agroindustrial ser vantajosa, tanto para os grandes empresários, quanto para o município pela arrecadação de impostos, gera conflitos sociais pela expropriação dos camponeses locais. O modo de produção dos camponeses (pequenos agricultores dos assentamentos rurais) é em pequena escala, geralmente com diversidade de plantações de alimento, voltada a consumo próprio (subsistência) e ou venda nos mercados da região. Desta forma, é comum, que os pequenos produtores percam suas terras, abandonando o seu meio de produção (OLIVEIRA, 1991). Sendo assim, o avanço deste monocultivo de forma não planejada pode causar um impacto social regional, sendo possivelmente o início de uma cadeia de acontecimentos que levem a uma queda da qualidade de vida da população local. Isto é possível ocorrer na área de estudo, considerando que a expansão dessa monocultura de eucalipto está atingindo as áreas dos assentamentos rurais (Figura 5).

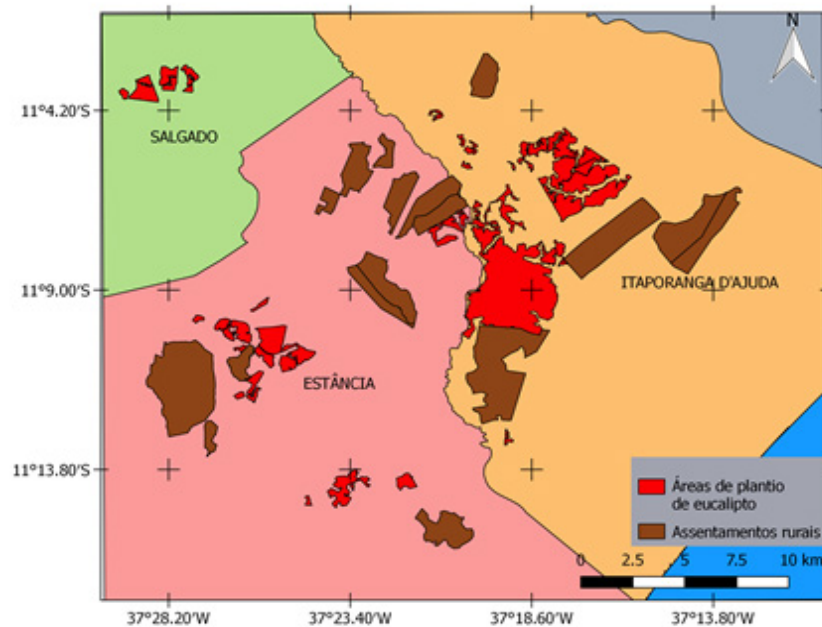


Figura 5: Mapa da área de estudos com assentamentos rurais e plantio de eucalipto

4 | CONCLUSÕES

Foi possível concluir que é provável a contaminação das águas subterrâneas pelos agrotóxicos empregados na plantação de eucalipto nos municípios de Estância, Itaporanga d'Ajuda e Salgado, no Estado de Sergipe. Pelas condições da região é possível que esteja ocorrendo o rebaixamento do nível das águas subterrâneas e a diminuição das vazões dos corpos hídricos superficiais. Os impactos adversos gerados nas colheitas dos eucaliptos podem causar uma deficiência de nutrientes no solo, aumentando a necessidade de adubação, gerando outra possível fonte de contaminação. O conflito entre os latifúndios de eucalipto e os trabalhadores rurais pode ocasionar a expropriação destes, gerando um impacto socioeconômico. Estudos de campo são necessários para confirmar a existência e a quantificar o grau dos impactos socioambientais.

REFERÊNCIAS

- JESUS, E. A. **Agrohidronegócio do eucalipto em Sergipe e rebatimentos sócios ambientais**. 2016. 193f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- OLIVEIRA, A. U. **A agricultura camponesa no Brasil**. São Paulo: Editora Contexto, 1991.
- VITAL, M. H. F. **Impacto ambiental de florestas de eucalipto**. Revista do BNDES, v. 14, n. 28, p. 235-275, dez. 2007. SANTANA, R. C. et al. Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no Brasil. Revista Árvore, v. 32, n.4, p. 697-706, ago. 2008.
- SANTANA, R. C. et al. **Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no Brasil**. Revista Árvore, v. 32, n.4, p. 697-706, ago. 2008.

PAES, F. A. S. V., et al. **Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade de eucalipto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 37, n. 4, p. 1081-1090, ago. 2013.

IMPLANTAÇÃO DO RE-APROVEITAMENTO DE ÁGUA DAS CHUVAS EM PEQUENAS EDIFICAÇÕES COM PROPOSTA DE RE-USO EM CONJUNTOS HABITACIONAIS POPULARES

Giuliano Mikael Tonelo Pincerato

Engenheiro Civil, Mestrando em Meio Ambiente,
Professor Unisalesiano Auxilium de Araçatuba.

WATER REUSE OF DEPLOYMENT OF RAINFALL IN SMALL BUILDINGS WITH MOTION FOR RE-USE IN JOINT HOUSING POPULAR

RESUMO: O presente trabalho aqui desenvolvido, busca a ideia sobre a execução de uma pequena estação de tratamento de água, de forma simples, com pouco investimento, no intuito de captar água das chuvas e a tratá-la de forma básica dentro da legislação vigente para o reaproveitamento em conjuntos habitacionais populares, podendo ser modulada diante de sua real necessidade. Lembrando que hoje em dia, não se há a devida preocupação quanto um possível esgotamento das fontes de água potável, tendo aumentando desenfreadamente de forma irresponsável, o consumo desta forma inviável, sem conservar este bem maior, a água, que o ser-humano acha que é finita. A água é um recurso natural e essencial para nossa vida, é fundamental para a existência do homem e dos ecossistemas do nosso planeta. Aproximadamente cerca de 80% do nosso corpo é composto por água. A água está presente na natureza nos seus diferentes estados físicos; líquido, sólido e gasoso, passando assim por um ciclo, conhecido como ciclo hidrológico ou ciclo da água.

PALAVRAS-CHAVE: desperdício, re-uso, água, aproveitamento.

ABSTRACT: This work developed here, search the idea about running a small water treatment plant, simply, with little investment in order to capture rainwater and treat it in a basic way within the current legislation for the reuse in popular housing and can be modulated before your actual need. Recalling that today, not if there is due concern as a possible depletion of drinking water sources, and increasing recklessly wantonly, the consumption of this infeasible, without preserving this greater good, the water, which the human race finds it is finite. Water is a natural and essential resource for our lives, it is essential for the existence of man and ecosystems of our planet. Approximately 80% of our body is composed of water. Water is present in nature in its different physical states; liquid, solid and gas, thereby undergoing a cycle known as the hydrologic cycle or water cycle.

KEYWORDS: waste, re-use, water use.

INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico começa com o vapor das águas dos oceanos, que é transportado

através do movimento do ar, esse vapor é condensado, formando as nuvens, que resulta em precipitação. A precipitação pode ocorrer em forma de chuva ou neve. A maior parte fica temporariamente retida no solo, próxima de onde caiu e retorna assim a atmosfera por evaporação e transpiração das plantas, outra parte da água resultante escoar sobre a superfície do solo ou através do solo para os rios, e uma última parte infiltra profundamente no lençol freático. Aproximadamente 70% da superfície terrestre encontram-se coberta por água, porém apenas 3% deste volume são de água potável, a maior parte dessas águas está concentrada nas geleiras. O Brasil possui uma grande quantidade de água potável, cerca de 12% do total mundial. Especula-se a possibilidade de uma crise geral de água no planeta nas próximas décadas, devido ao crescimento populacional que evidencia um aumento significativo no consumo de água, e às formas de sua utilização que estão levando a uma acelerada perda de qualidade, principalmente em regiões urbanizadas ou industrializadas, atualmente, 69% da água potável está sendo destinada para as atividades agrícolas, 22% para as indústrias e apenas 9% para o consumo humano. O desperdício da água no planeta se encontra em níveis preocupantes. A falta de água potável no planeta gera consequências graves, prejudica a produção de alimentos, provoca altos índices de mortes por sede e também por doenças. O saneamento básico é indispensável para a manutenção da saúde humana, com tratamento de água, canalização e tratamento de esgotos, limpeza pública de ruas e avenidas, coleta e tratamento de resíduos orgânicos (em aterros sanitários regularizados) e matérias (através da reciclagem).

Conforme Metcalf e Eddy (2003):

Reusar água é aproveitar a água residuária recuperada, através da remoção ou não de parte dos resíduos por ela carregada em uso anterior, e usá-la novamente em aplicações menos exigentes que o primeiro uso, encurtando assim o ciclo da natureza em favor do balanço energético.

ESCASSEZ DA ÁGUA

Estima-se que no Brasil o desperdício da água chegue a 38,8% de toda água tratada, segundo dados do Ministério das Cidades. Em algumas regiões, como o Norte e o Nordeste do país, esse índice ultrapassa os 50%, revelando a carência de medidas para o combate ao desperdício que vão além de uma mera conscientização social da população. Uma reportagem da Folha de São Paulo de setembro de 2014 revelou, por sua vez, que a capital paulista e sua região metropolitana desperdiçam um valor quatro vezes maior ao que é poupado, totalizando 3,6 bilhões de litros de água jogados fora anualmente. Em grande parte, o problema é causado tanto pela falta de manutenção de equipamentos públicos quanto pelo emprego de materiais mais baratos, além da elevada pressão, extravasamento de reservatórios, ligações hidráulicas clandestinas, entre outros. Também existe um elevado desperdício de água na agricultura, setor que, em razão da irrigação, já é o maior responsável

pelo consumo de água no Brasil e também em vários países existentes. Em muitos casos, perde-se água no meio rural em virtude de métodos inadequados de irrigar as plantações, o que ocasiona perdas pelo uso excessivo e também pela acentuada evaporação. Existem, nesse sentido, técnicas de economia de água no campo, tais como o gotejamento e a microaspersão. Portanto, combater o desperdício de água é uma tarefa não só do cidadão em seu uso doméstico, mas também do setor público tanto com o controle do abastecimento quanto com o aumento da fiscalização, bem como em atividades econômicas no campo, nas indústrias, na construção civil, entre outros. O desenvolvimento desordenado das cidades, junto à ocupação de áreas de mananciais e ao crescimento populacional, provoca o esgotamento das reservas naturais de água e obriga as populações a buscar fontes de captação cada vez mais distantes. A escassez é o resultado do consumo cada vez maior, do mau uso dos recursos naturais, do desmatamento, da poluição, do desperdício, da falta de políticas públicas que estimulem o uso sustentável, a participação da sociedade e a educação ambiental.

OBJETIVO E JUSTIFICATIVAS

O objetivo deste projeto consiste em captar de forma consciente, a precipitação das águas em forma de chuva em uma cisterna previamente instalada, através de plataformas metálicas, calhas de PVC, sistemas de filtração mecânica e prévio tratamento químico, e por fim armazenadas em local determinado, com tratamento adequado. A utilização da água da chuva além de trazer o benefício da conservação deste recurso, e reduzir a dependência excessiva das fontes superficiais de abastecimento, reduz também, o escoamento superficial, minimizando diversos problemas, buscando garantir a sustentabilidade urbana, que segundo Dixon, Butler e Fewkes (1999), só será possível através da mobilização da sociedade em busca do uso apropriado e eficiente da água.

REUSO DA ÁGUA

O reuso da água é um processo pelo qual a água passa para que possa ser utilizada novamente. Neste processo pode haver ou não um tratamento da água, dependendo da finalidade para a qual vai ser reutilizada. Importante tal assunto, por se tratar de um bem natural que está cada vez mais raro e caro, reutilizar a água é de fundamental importância para o meio ambiente e também para a economia das empresas, cidadãos e governos.

EXEMPLOS PRÁTICOS DE REUSO DA ÁGUA:

- Numa empresa, a água usada em processos industriais pode ser tratada numa estação de tratamento de água na própria empresa e reutilizada no mesmo ciclo de produção.
- Numa residência, água de banho pode ser captada e usada para lavagem de quintal e para dar descarga em vasos sanitários. Já existem sistemas a venda no mercado que fazem a captação, armazenamento e filtragem deste tipo de água.
- Água da rede de esgoto pode passar por um processo eficiente de tratamento e ser utilizada para regar jardins públicos, lavar ruas e automóveis e irrigar plantações. Esta água também pode ser devolvida à natureza para seguir o ciclo hidrológico.

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA

Atualmente, grande parte da água de chuva vai parar na rede de esgoto das cidades, gerando um grande desperdício deste recurso. Esta água, se captada, pode ser utilizada para diversas finalidades. Já existem alguns prédios com estrutura capaz de fazer a captação e armazenagem deste tipo de água. Ela é usada nos processos de limpeza do prédio, resultando numa importante economia para o condomínio, pois gera uma redução na conta de água.

LEGISLAÇÃO DO REUSO DE ÁGUA

A Lei Nº 12.526, de 2 de janeiro de 2007 do Estado de São Paulo estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. O Artigo 1º - torna obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m² (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos: Outra legislação, que trata sobre reúso da água, é a ABNT NBR 13969:1997 que especifica usos para água:

- Reuso local;
- Irrigação dos jardins;
- Lavagem de pisos e dos veículos;
- Descarga dos vasos sanitários;
- Manutenção paisagística de lagos e canais com água;
- Irrigação de pastagens.

Grau de Tratamento NBR 13969:1997:

Classe 1 Lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador.

Classe 2: Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos.

Classe 3: Reuso na descarga dos vasos sanitários. Obs: águas de enxague máquinas de lavar roupas satisfazem este padrão.

Classe 4: Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gado e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. Obs: A aplicação deve ser interrompida pelo menos 10 dias antes da colheita.

JUSTIFICATIVA

Diante da necessidade e do crescente interesse pelo aproveitamento da água da chuva, é conveniente ter atenção para aspectos fundamentais como a qualidade da água e a quantidade de chuva disponível em cada região. É importante conhecer a capacidade de produção de chuva do sistema de aproveitamento e a demanda que se deseja atender com a mesma, para construir um sistema que garanta o abastecimento na maior parte do tempo e que seja economicamente viável. Com as atuais dificuldades climáticas as quais a maioria da população da região do Pontal do Paranapanema vem sendo acometida pelos últimos tempos, torna-se imprescindível a intensa preocupação com nossas reservas naturais e recursos hídricos. Sobre essa linha de pensamento e atuação, entendemos ser possível o desenvolvimento de uma pequena Estação de Tratamento de Água. Está em foco nesse projeto a água que é um recurso estratégico para humanidade, pois mantém a vida no planeta terra, sustenta a biodiversidade e a produção de alimentos, portanto tem grande importância ecológica, econômica e social. Esse é mais um passo para o reaproveitamento desse recurso natural que é tão importante para os seres humanos e para o planeta.

ROTEIRO DE IMPLANTAÇÃO

Justificar a viabilidade técnica de implantação e operação do sistema no local proposto, e indicar os métodos de tratamento instalados. Apresentação de estudo estatístico sobre índices pluviométricos para a região de captação.

- Caracterização de qualidade da água bruta quanto aos parâmetros físico-químicos e hidro biológicos.
- Caracterização do uso e ocupação do solo atual e no seu entorno.
- Determinação do sistema de captação.
- Definição da vazão de abastecimento, considerando todo o volume de água a ser captado e armazenado para tratamento.

- Determinação do sistema de tratamento.
- Determinação do sistema de distribuição.

PROJETO BÁSICO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

O projeto básico de uma Estação de Tratamento de Água deve ser constituído das seguintes partes:

- Memorial Descritivo
- Memorial de Cálculo
- Desenhos
- Especificações técnicas, orçamento e cronograma de implantação das obras.

METODOLOGIA

O sistema de aproveitamento da água da chuva proposto para a instituição é simples e consiste em aproveitar o telhado da edificação como área de captação e direcionar a chuva para cisterna. Sendo:

- Área de Captação
- Filtro para remoção de materiais grosseiros;
- Seção de tratamento químico
- Filtração
- Cloração
- Armazenamento
- Distribuição.

FASES

CAPTAÇÃO

“O aproveitamento da água pluvial tem uma função primordial nos tempos atuais, pois, em função da poluição dos corpos d’águas, torna-se cada vez difícil de encontrar água de boa qualidade para o consumo humano, com o agravante que parte desta é desperdiçada por usos inadequados. ”**Água de Chuva:** O dimensionamento de um sistema de coleta vai depender do **consumo estimado**, da **oferta de chuva** no local, e dos aspectos econômicos e educacionais. Além de saber quanta água será consumida, precisamos saber o quanto de chuva é esperada durante o ano, temporada no local e

o quanto cai nos telhados. Os dados de chuva podem ser encontrados em Instituições de Meteorologia municipais ou estaduais ou via internet.

A captação deverá ser feita a partir do escoamento planejado pelos telhados dos prédios das unidades habitacionais. A **água pluvial** ou simplesmente chuva com tratamentos simples é uma alternativa concreta para uso em descargas de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagens de carros, pisos e roupa, podendo ser adequada e levada a nível de potabilidade humana e animal. **Qualidade:** Uma água de chuva de telhado, desde que não haja poluição no ar apresenta os mesmos padrões de potabilidade que uma água de torneira residencial pelos padrões da legislação. (Instrução Normativa N° 62 de 26 de agosto de 2003, a Portaria N° 518/04 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA N° 357/05.). Os dados de precipitação mensal ou anual são apresentados em mm/m², isto significa que se chover em sua cidade 750 mm/m², cada metro quadrado recebe 750 litros de água por ano. Na prática nem toda a água é capturada devido à evaporação, infiltração e outros fenômenos. Esta perda se estima em 20%. Volume de água (litros/ano) = 0,80 x área captação (m²) x precipitação (lts/ano/m²) Se sua casa tem 60 m² de telhado ou área de coleta, e em sua região chove apenas 750 mm de água por ano, tudo o que podemos armazenar é 0,80 x 60m² x 750 litros/ano/m² = 36 000 litros ou 36m³ que que seria suficiente para uma casa cujo consumo fosse de 100 litros/dia, para uma família de 03, viabilizando menores custos a concessionária, dividindo o consumo, barateando a conta. **Água de Chuva - Demanda de Água:** o consumo de uma fábrica, escritório ou residência poderá ser estabelecido por medidas padrão da **ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**. É muito importante lembrar que toda a superfície do telhado possui partículas de sujeira, dejetos orgânicos de pássaros e em alguns casos, folhas trazidas pelos ventos. O início da captação deverá ser desprezado pelas razões anteriores descritas. Antes do volume de água captado ser direcionado a Calha Parshall, um filtro mecânico deverá separar estas sujeiras indesejadas e aproximadamente 50 litros iniciais, deverão ser descartados (este volume pode ser alterado, de acordo com as características e dimensionamento do telhado). Veja exemplo abaixo:

CALHA PARSHALL

O medidor Parshall foi desenvolvido pelo engenheiro Ralph L. Parshall, na década de 1920, desenvolvido inicialmente para aplicações em irrigações, hoje em dia é utilizado frequentemente nas aplicações industriais e saneamento. A Calha Parshall é um dispositivo tradicionalmente usado para medição de vazão em canais abertos de líquidos fluindo por gravidade, muito utilizado nas estações de tratamento de água para a realização de duas importantes funções: 1º medir com relativa facilidade e de forma contínua as vazões de entrada e saída de água. 2º atuar como misturador rápido, facilitando a dispersão dos coagulantes na água, durante o processo de coagulação. Consiste, basicamente, numa seção convergente, numa seção estrangulada –

“garganta” – e uma seção divergente, dispostas em planta. O fundo da unidade é em nível na seção convergente, em declive na “garganta” e em aclave na seção divergente.

FLOCULAÇÃO

É o processo onde a água recebe uma substância química chamada de sulfato de alumínio ou PAC (Poli cloreto de Alumínio - floculante químico recomendado para uso em diversas aplicações). Sua forma é líquida e possui a capacidade de formar flocos grandes rígidos e pesados, elevando a velocidade de decantação. Este produto faz com que as impurezas se aglutinem formando flocos para serem facilmente removidos. Atua em:

- Clarificação de efluentes líquidos industriais.
- Clarificação de água potável e água para fins industriais.
- Floculante e coagulante em processos industriais.

A dosagem do PAC será dada em função da característica da água a ser tratada. O tanque de floculação deve possuir uma pequena taxa de agitação, a fim de auxiliar a função do agente floculador. Essa ação mecânica deverá ser projetada com pás de agitação suspensas. Neste tanque floculador, a agitação é mecânica, por meio de velocidade controlada, promove a aglutinação das partículas sólidas em suspensão, formando flocos maiores. Manutenção e Limpeza - Uma vez por semestre, este tanque deverá ser esvaziado para fins de limpeza e remoção das partículas floculadas no processo.

DECANTAÇÃO

Na decantação, como os flocos de sujeira são mais pesados do que a água, eles caem e se depositam no fundo do decantador. Os decantadores são tanques onde a velocidade da água, após a floculação, sofre uma diminuição para permitir a deposição dos flocos. Geralmente têm formato retangular ou circular. O fundo tem declividade de acordo com a forma de remoção do lodo (manual ou hidráulica). Possuem dispositivos na entrada, previstos para melhor distribuição de água e dispositivos na saída para evitar arraste de flocos. A distribuição do fluxo de água para o decantador deverá ser feito através de um desnível que irá facilitar a distribuição da água de forma regular e por igual. Este processo de decantação deve acontecer de forma gradual, a fim de que a água “Limpa”, possa fluir por um desnível ao tanque filtrante, de forma natural. A manutenção do reservatório de decantação deve acontecer de forma periódica, ou sempre que se fizer necessário. Para uma estação de tratamento como esta proposta, a periodicidade pode ser realizada também de forma semestral, análoga ao processo

de floculação, esta pode ser manual ou mecânica. Existem decantadores que possuem pás que arrastam o lodo formado no fundo do tanque para o centro, facilitando o bombeamento da sujeira para um canal de esgoto. Este processo separa toda a água limpa da parte das impurezas sólidas.

FILTRAGEM

A passagem da água para o procedimento de filtragem deverá acontecer através de canaletas localizadas na parte superior do processo de decantação, pois ali na superfície, se encontra a água previamente tratada. A água segue para um filtro formado por antracito (carvão ativado), pedra e areia. Este filtro deve possuir um sistema de retro lavagem que deverá ser acionado de forma mecânica com a própria água filtrada mais ar comprimido, para auxílio da limpeza do sistema, sempre que necessário. Nesta fase, a água passa por várias camadas filtrantes onde ocorre a retenção dos flocos menores que não ficaram na decantação. A água então fica livre das impurezas. Estas três etapas: floculação, decantação e filtração recebem o nome de clarificação. Nesta fase, todas as partículas de impurezas são removidas deixando a água límpida. Mas ainda não está pronta para ser usada. Para garantir a qualidade da água, após a clarificação é feita a desinfecção. O **Tratamento Físico-Químico** da água cinza retira poluentes minerais, óleos, matéria orgânica solúvel, cor e turbidez além de elementos como o fósforo e nitrogênio, DBO, DQO e bactérias e vírus. As **águas cinzas** numa residência são basicamente as águas originadas de **chuveiro, lavanderia e lavatórios**. São águas menos poluídas e mais fáceis de tratar que as águas negras e depois de tratadas águas cinzas se prestam ao reuso para finalidades tipo descarga em sanitários, irrigação, lavagem de automóveis e pisos, etc.. Numa casa popular no Brasil as águas cinzas representam 90% do consumo da casa e no caso de um prédio comercial, 71%, portanto o tratamento da água pode representar uma economia expressiva.

COMPOSIÇÃO DAS ÁGUAS CINZAS

O que limita o uso de águas cinza para reuso é muitas vezes o odor e a contaminação com microrganismos. Um sistema que remova estes problemas habilita a água ao reuso básico, a saber: irrigação, descarga de sanitários, lavagem de carros, lavanderia, etc. Composição das Águas Cinzas, chuveiros, tanque de lavar roupas, máquina de lavar e cozinha tem níveis variados de carga orgânica, enxofre e microrganismos.

DESINFECÇÃO

A abundância de água no Brasil nunca trouxe grandes preocupações exceção

aos setores que se utilizam de água como matéria-prima ou com influência direta sobre o produto final. Atualmente, entretanto, com o surgimento de problemas de poluição de água nos grandes centros urbanos, começa a haver um maior interesse e preocupação. A legislação, que vai tomando forma, introduziu como um de seus principais instrumentos a cobrança pelo uso da água e tem conduzido muitas indústrias e estabelecimentos comerciais à busca por um novo modelo de gerenciamento da água. O reúso se torna não apenas uma forma de garantir seu crescimento, mas de sobrevivência. Em residências, grande parte da água usada pode ser facilmente tratada (águas cinza). No mundo todo há uma tendência ao reúso destas águas reduzindo sensivelmente os custos das contas de água.

REUSO ÁGUA CINZA - ÁGUA RESIDENCIAL

Em residências o consumo de água é mais ou menos proporcional a nível mundial e a maior parte passível de tratamento in loco e reaproveitável. Independente da região e classe social envolvida o volume de água tratável para reúso se situa entre 70 e 90 do total. A possibilidade de reúso se dá através do tratamento de água cinza, derivada do tanque, chuveiro, máquina de lavar e lavatório.

RESULTADOS ESPERADOS

Grande projeção para a comunidade, expansão dos recursos técnicos da instituição, em conhecimento e aplicabilidade. Maior exposição de nossas características positivas para a sociedade em geral e crescer com políticas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/desperdicio-agua.htm>

<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/3001/1206>

http://www.suapesquisa.com/ecologiasaude/reuso_agua.htm

http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/uso_e_reuso_da_agua/legislacao_e_normatizacao_do_reuso_da_agua.html

<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PARSHALL.html>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/floculacao.htm>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/decantacao.htm>

<http://www.naturaltec.com.br/Tratamento-Reuso-Agua-Cinza.html>

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522005000300011

<https://scholar.google.com/citations?user=2vODLxIAAAAJ&hl=pt-BR>

INDUSTRIAL EFFLUENT TREATMENT FOR SCREEN PRINTING

Allan Rios Bezerra

Universidade Católica Dom Bosco, Centro De
Ciências Exatas E Tecnológicas
Campo Grande – MS

Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho

Universidade Católica Dom Bosco, Centro De
Ciências Exatas E Tecnológicas
Campo Grande – MS

Priscila Sabioni Cavalheri

Universidade Católica Dom Bosco, Centro De
Ciências Exatas E Tecnológicas
Campo Grande – MS

RESUMO: Prevenir e mitigar a poluição decorrente de atividades industriais é um problema delicado para o progresso e desenvolvimento da civilização. A indústria ganha espaço ultimamente em países em desenvolvimento, pois traz progresso e melhores condições de vida para a população, porém, um sistema de controle da poluição inadequado gera degradação da qualidade ambiental, podendo trazer danos à saúde da população. Isto é, com o aumento do consumo de produtos, pode ocorrer um aumento na degradação do ambiente e a busca por tecnologias que tragam compatibilidade entre produção e preservação vem sendo cada vez mais estudada. Diversos tipos de indústrias, geram diferentes tipos de poluição.

No ramo da indústria têxtil, uma das principais preocupações é a geração de efluentes, que podem ser provenientes de atividades como tingimento e lavagem de tecidos, utilizando insumos como a emulsão e a tinta têxtil, ambos gerados na atividade de serigrafia. Para o trabalho proposto, adotamos como foco do estudo o efluente de uma indústria de serigrafia, possuindo elevadas concentrações de cor e sólidos em seus efluentes. Adotando o sistema de tratamento de efluentes por coagulação/floculação e utilizando o coagulante sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), a concentração ótima foi de 1000 mg.L^{-1} de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, juntamente ao carbonato de cálcio na concentração de 600 mg.L^{-1} para estabilização do pH. O sistema de tratamento alcançou eficiência de 94% na remoção de cor e 85% na remoção de sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente industrial, Caracterização do efluente, Ensaio de tratabilidade.

ABSTRACT: Preventing and mitigating pollution from industrial activities is a delicate problem for the progress and development of civilization. Industry has been gaining ground lately in developing countries, since it brings progress and better living conditions for the population, but an inadequate pollution control system leads to degradation of environmental quality and can lead to harm to the health of the population. That

is, with the increase of the consumption of products, an increase in the degradation of the environment can occur and the search for technologies that bring compatibility between production and preservation is being studied more and more. Various types of industries generate different types of pollution. In the textile industry, one of the main concerns is the generation of effluents, which can come from activities such as dyeing and washing of fabrics, using inputs such as emulsion and textile ink, both generated in the activity of screen printing. For the proposed work, we adopted the effluent of a silkscreen printing industry, having high concentrations of color and solids in their effluents. By using the coagulation / flocculation effluent treatment system and using the aluminum sulfate coagulant ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), the optimum concentration was 1000 mg.L^{-1} of $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ together with the calcium carbonate in the concentration of 600 mg.L^{-1} for pH stabilization. The treatment system achieved 94% efficiency in color removal and 85% in solid removal.

KEYWORDS: Industrial effluent, Effluent characterization, Treatability tests.

1 | INTRODUÇÃO

Com a evolução dos processos industriais e o conseqüente surgimento de inúmeros produtos que rapidamente tornaram-se de primeira necessidade, a atividade industrial adquiriu um caráter essencial na sociedade contemporânea.

Embora a sua importância seja indiscutível, a atividade industrial costuma ser responsabilizada pelo fenômeno de contaminação ambiental, principalmente graças a dois fatores de extrema importância: a) o acúmulo de insumos, que envolve sérios riscos de contaminação por transporte e disposição inadequada; e b) ineficiência dos processos de conversão, o que necessariamente implica a geração de resíduos (FREIRE, 2000).

Na utilização de insumos, a água utilizada pela indústria pode ocorrer de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; lavagens de máquinas, tubulações e pisos; águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor; águas utilizadas diretamente nas etapas do processo industrial ou incorporadas aos produtos (GIORDANO, 2009).

A economia de água em processos produtivos vem ganhando especial atenção devido ao valor agregado que tem sido atribuído a este bem, através de princípios como consumidor pagador e poluidor pagador recentemente incorporados em nossa legislação, PNRH – 9433/1997, Política Nacional de Recursos Hídricos (KUNZ, 2002).

Exceto pelos volumes de águas incorporados aos produtos e pelas perdas por evaporação, as águas tornam-se contaminadas por resíduos do processo industrial ou pelas perdas de energia térmica, originando assim os efluentes líquidos. Esses, ao serem despejados com os seus poluentes característicos, causam a alteração de qualidade nos corpos receptores e conseqüentemente a sua poluição (degradação) (GIORDANO, 2009).

A indústria têxtil é uma das maiores geradoras de efluentes líquidos, com consumo estimado de 150 litros de água para produção de um quilo de tecido, sendo 88% desse volume descartado como efluente líquido e os 12% restantes sendo perdido por evaporação (LEÃO, 2002).

O ponto fundamental é compatibilizar a produção industrial com a conservação do meio ambiente que nos cerca. Utilizando processos mais modernos e arranjo geral otimizado. Além da verificação da eficiência do processo deve-se questionar se este é o mais moderno, considerando-se a viabilidade técnica e econômica. Após a otimização do processo industrial, as perdas causadoras da poluição hídrica devem ser controladas utilizando-se sistemas de tratamento de efluentes líquidos (GIORDANO, 2009).

Com base na pesquisa de Guaratini (2000) os corantes sintéticos têxteis representam um grande grupo de substâncias orgânicas que podem apresentar efeitos indesejáveis ao meio-ambiente; além disso algumas delas podem apresentar riscos aos usuários. O principal ponto que precisa ser destacado é a conscientização dos fabricantes e utilitários deste tipo de compostos, no sentido de atacar o problema na fonte. Assim, o investimento na procura por metodologias para tratamentos de efluentes cada vez mais eficazes na porta de saída da indústria.

O processamento têxtil é gerador de grande quantidade de efluente, contendo elevada carga orgânica, cor acentuada e compostos químicos tóxicos. Os processos e despejos gerados pela indústria têxtil variam a medida que a pesquisa e o desenvolvimento produzem novos reagentes, novos processos e novas técnicas (HASSEMER, 2002).

A natureza de cada um dos efluentes líquidos gerados depende da tecnologia e dos processos industriais empregados, além do tipo de fibra e dos produtos químicos utilizados (LEÃO, 2002).

A cor forte é a característica mais notória do efluente têxtil. O problema da cor está associado aos corantes, especialmente aos corantes solúveis em água que são adsorvidos em quantidade insignificante (menos de 25%) e, portanto, saem nos efluentes das estações de tratamento. Sua concentração é menor do que a de muitos outros produtos químicos encontrados nos efluentes, mas sua cor é visível até a baixas concentrações (SARASA, 1998).

A cor é uma característica bastante representativa do efluente têxtil e ocorre devido à adição de corantes no processo de tingimento ou do desprendimento dos corantes no processo de lavagem. O valor médio da cor aparente é de 417,56 Hz (CHAGAS, 2009).

As principais características físico-químicas do efluente têxtil que possui como insumo o corante têxtil são as seguintes: pH = 6,5 a 7,5, alcalinidade = 496 mg/L CaCO₃, absorvância (666nm) = 1,08, turbidez = 270 NTU, DQO total 961 mg/L, COD = 242 mg/L, e sólidos suspensos = 179 mg/L (HASSEMER, 2002).

Em geral, na indústria têxtil os processos de tratamento estão fundamentados

na operação de sistemas físico-químicos de precipitação- coagulação, seguidos de tratamento biológico via sistema de lodos ativados. O sistema apresenta uma eficiência relativamente alta, permitindo a remoção de aproximadamente 80% da carga de corantes (KUNZ et al, 2002).

Presente em quase todo o processo a sedimentação é utilizada para remoção de areia, remoção de material particulado no tanque de sedimentação primária, para remoção de flocos biológicos no tanque de sedimentação de lodos ativados, e para remoção de flocos químicos quando o processo de floculação química é utilizado (CHAGAS, 2009).

Outra forma de tratamento de efluente têxtil é o tratamento aeróbio, porém, de forma isolada, esse tipo de tratamento não é eficiente na redução de cor, cujas eficiências variam de 10 a 30%, principalmente devido à adsorção do corante à 28 biomassa. Porém, o tratamento aeróbio, através do sistema de lodos ativados com aeração prolongada, é extremamente eficiente na remoção de matéria orgânica. A ineficiência de remoção na cor dá-se pelo motivo de que o oxigênio funciona preferencialmente como acceptor de elétrons do que os corantes (SANTOS, 2007).

Para a ozonização, Almeida (2004) descreve que a eficiência do processo de ozonização depende de diversos fatores, como pH (que determinará o oxidante predominante O₃ ou radical hidroxila), tipo de contaminante, complexidade da matriz, etc. Entretanto, por si só o ozônio não é capaz de prover um elevado grau de mineralização do efluente.

Através dos ensaios de Jar Test obteve-se os melhores resultados de pH no tratamento de efluentes com insumo de corante têxtil, que, no tocante à redução de cor e turbidez, foram os próximos de 7,27, correspondendo à concentração aplicada de 600 mg/L de hidróxido de cálcio (cal) para correção de pH. As dosagens de coagulante utilizadas no processo de coagulação-floculação de uma estação de tratamento de efluentes têxteis podem variar de 500 a 2000 mg/L (HASSEMER, 2002).

A eficiência média de remoção de cor, para um tempo de decantação de 4 minutos, foi de 97% (sem polímero) e de 98% (com polímero); para um tempo de decantação de 7 minutos, a eficiência média foi de 98% (sem polímero) e de 98% (com polímero) (HASSEMER, 2002).

Já para a turbidez, a eficiência média de remoção, para um tempo de decantação de 4 minutos, foi de 93% (sem polímero) e de 97% (com polímero); para um tempo de decantação de 7 minutos, a eficiência média foi de 95% (sem polímero) e de 98% (com polímero) (HASSEMER, 2002).

A serigrafia apresenta como insumos a tinta têxtil em forma pastosa e a emulsão fotossensibilizante, e as pesquisas com relação ao tratamento de seus efluentes são escassas. Os efluentes gerados pela indústria serigráfica apresentam uma alta concentração de cor presente em seus efluentes, logo, o objetivo do estudo foi propor um sistema de tratamento de efluentes por coagulação/floculação com base nos resultados encontrados com a caracterização do efluente e por meio de ensaios de

tratabilidade.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo do trabalho foram feitas visitas até a indústria de serigrafia conforme pode ser visualizado na tabela 1, para avaliar as características do processo produtivo, identificar onde são formadas as linhas de efluentes, e quais são os insumos utilizados no processo produtivo. Após o acompanhamento do processo produtivo, foram coletadas amostras para análise das características desses efluentes.

Os dados e informações foram adquiridos através de uma visita a indústria de serigrafia para acompanhar o processo em cada etapa de produção, como pode ser visualizado na figura 1. O acompanhamento do processo começou juntamente com o horário de funcionamento da indústria, iniciando a visita no horário de abertura, as 8:00 horas e encerrando somente no final do expediente de trabalho as 21:00 horas.

Dia	Objetivo	Amostra	Tipo de efluente
Dia 1	Acompanhar o processo produtivo	-	-
Dia 2	Diagnóstico do sistema atual	-	-
Dia 3	Coleta das amostras para caracterização	A1 B1	Insumo de tinta têxtil Insumo de emulsão
Dia 4	Coleta das amostras para caracterização	A2 B2	Insumo de tinta têxtil Insumo de emulsão
Dia 5	Coleta das amostras para caracterização	A3 B3	Insumo de tinta têxtil Insumo de emulsão
Dia 6	Coleta das amostras para ensaios de tratabilidade	A4 B4	Insumo de tinta têxtil Insumo de emulsão
Dia 7	Coleta das amostras para ensaios de tratabilidade	A5 B5	Insumo de tinta têxtil Insumo de emulsão

Tabela 1 – Objetivos das visitas realizadas.

Através do acompanhamento do processo produtivo foi possível detalhar as etapas da produção para conhecer os pontos de geração de efluente, e os insumos utilizados no processo produtivo. Após obter os dados do processo produtivo, faz-se necessário coletar amostras para caracterizar o efluente em cada linha de geração.

O local da coleta das amostras foi no interior da própria indústria, na saída dos tanques A (tinta têxtil) e B (emulsão) de lavagem das telas, as amostras foram armazenadas em recipientes plásticos de capacidade de 1 litro. Foram coletadas amostras dos efluentes em três dias distintos, sendo uma amostra do tanque A, e uma do tanque B em cada dia de coleta.

Os parâmetros de pH, Turbidez e Sólidos Dissolvidos foram analisados pela sonda multiparâmetro Hanna, os demais foram analisados no laboratório de saneamento da Universidade Católica Dom Bosco, seguindo os procedimentos

descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Após as coletas de caracterização dos efluentes, foram realizadas as coletas para os ensaios de tratabilidade. Para os testes de coagulação/floculação foram necessários coletar 18L de efluente do tanque A e 18L de efluente do tanque B, coletados em frascos com capacidade de 1L.

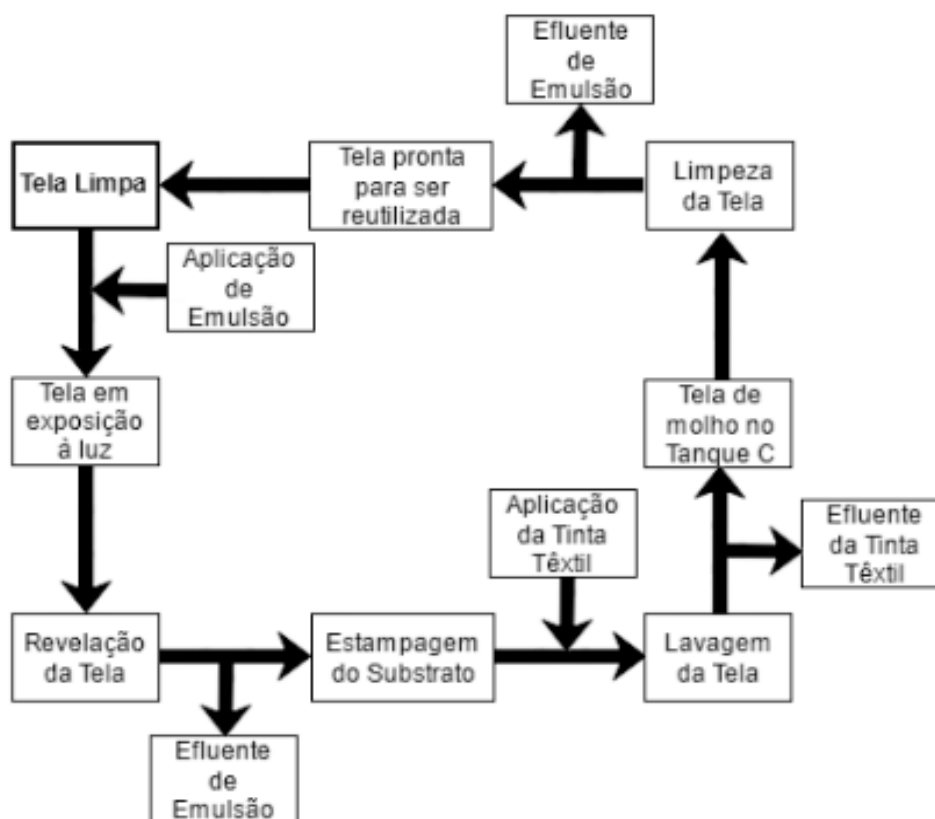


Figura 1: fluxograma do processo produtivo.

As análises dos parâmetros foram feitas através de dois métodos, “in loco” utilizando a sonda multiparâmetros Hanna, e foram coletados e analisados em laboratório conforme a tabela 2.

Parâmetros a serem analisadas		
Parâmetro	Unidade	Método de análise
Cor	uH(Unidade Hazen)	S.M.E.W.W
Turbidez	uT (Unidade de turbidez)	Sonda Hanna
pH	-	Sonda Hanna
Nitrogênio	mg/L	S.M.E.W.W
Fósforo	mg/L	S.M.E.W.W
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Sonda Hanna
Sólidos totais	mg/L	S.M.E.W.W
Sólidos voláteis	mg/L	S.M.E.W.W
Sólidos fixos	mg/L	S.M.E.W.W

Sólidos suspensos	mg/L	S.M.E.W.W
Sólidos dissolvidos	mg/L	Sonda Hanna
DBO	mg/L	S.M.E.W.W
DQO	mg/L	S.M.E.W.W

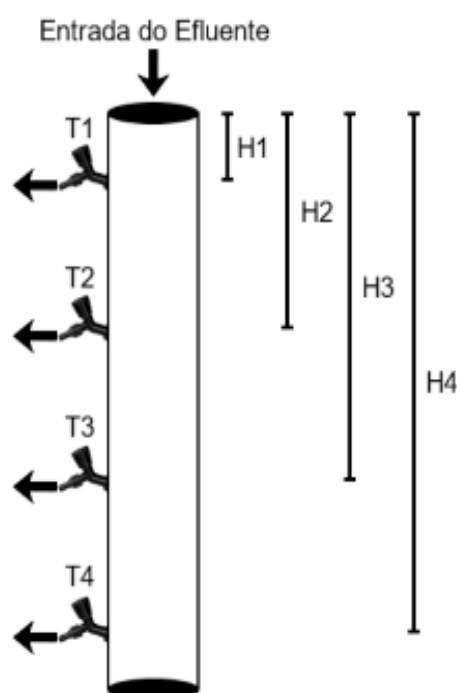
Tabela 2 – Parâmetros analisados

* S.M.E.W.W - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.*

2.1 Ensaios de Tratabilidade

O teste de sedimentação foi feito com base na pesquisa de Giordano (2009), foram realizados testes para encontrar a altura do sistema de sedimentação, o teste consiste em utilizar 4 cones imnhoff, um cano de PCV de 2,40m de altura e colocar 4 torneiras, sendo a primeira próxima ao fundo do cano, e as demais torneiras colocadas 60 centímetros uma acima da outra.

Após montar a coluna de sedimentação, deve ser despejado o efluente coletado no tanque A até que a coluna esteja totalmente preenchida, conforme mostra a figura 2. Após 15 minutos coletar um litro de amostra em cada uma das torneiras, repetiu-se a coleta nos tempos de 30min, 45min e 60min, durante uma hora de teste de sedimentação.



* T1, T2, T3 e T4 são as saídas do efluente; H1, H2, H3 e H4 representam as alturas de sedimentação, onde H1 = 0,6 metros, H2 = 1,20 metros, H3 = 1,80 metros e H4 = 2,40 metros.

Figura 2 – Projeto da coluna de sedimentação

Através das amostras coletadas foi possível fazer análise dos sólidos sedimentáveis pelo método do cone Imhoff, colocando um litro de efluente dentro

do cone e aguardando por uma hora para que houvesse a sedimentação. Após o tempo de espera proposto foram obtidas as concentrações de sólidos sedimentáveis presente nas amostras.

Para a segunda etapa, sendo ela a de coagulação/floculação, seguindo a metodologia de Hassemer (2002), foram adotadas as concentrações de coagulantes adotadas foram de 250mg/L, 500mg/L, 750mg/L, 1000mg/L, 1500mg/L e 2000mg/L. Seguindo o modelo de ensaio de coagulação/floculação descrito por Giordano (2009), o Jar Test foi ligado e o coagulante foi adicionado utilizando as velocidades de rotação de 60, 90 e 120RPM, com tempo de mistura de 20 minutos. Após foi necessário 30 minuto de sedimentação para separação das fases líquida e sólida. A primeira etapa foi verificar se o pH das amostras está em torno de 7, se necessário fazer a correção com carbonato de cálcio.

Após ser encontrada a melhor concentração de coagulantes juntamente com a velocidade de rotação adequada, foram feitas análises dos parâmetros de Cor, Turbidez, pH, Nitrogênio, Fósforo, Oxigênio Dissolvido, Sólidos totais, Sólidos fixos, Sólidos suspensos, e DQO descritos no capítulo de Caracterização do efluente para comparação ao efluente bruto.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os insumos utilizados no processo produtivo descritos pelo proprietário na entrevista de acompanhamento do processo são a emulsão sensibilizante e a tinta têxtil. O processo produtivo da indústria pode ser visualizado na figura 3 a abaixo.

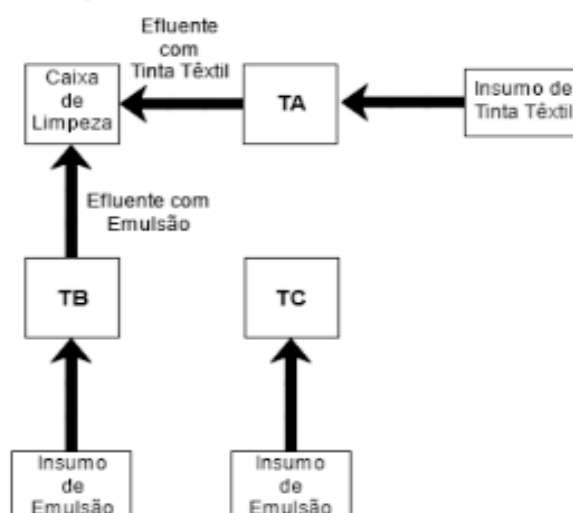
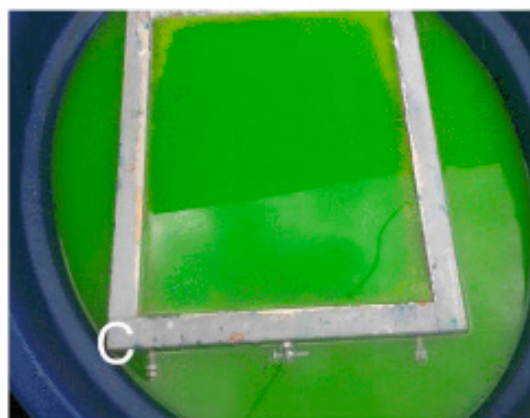
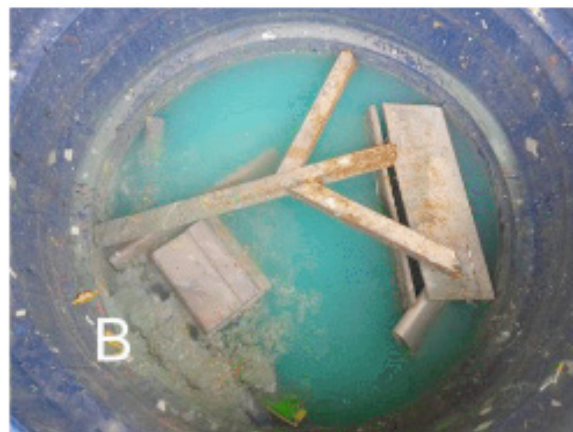
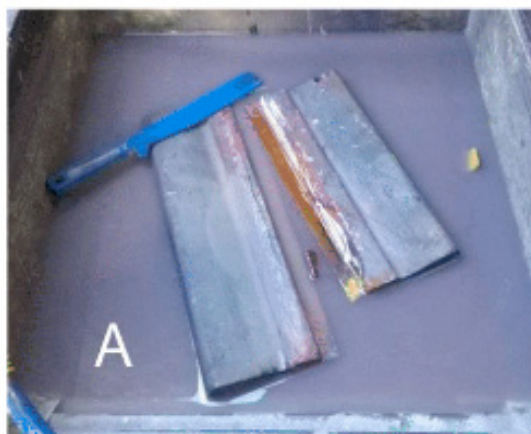


Figura 3: Croqui do processo produtivo

* T A: tanque de lavagem com insumo de tinta têxtil; T B e T C: tanques de lavagem com insumo de emulsão.

Os insumos são incorporados no efluente no processo de limpeza das telas, o local possui três tanques de geração de efluente conforme a figura 4, sendo eles:

Tanque A – Destinado à limpeza de telas com tinta. O efluente é composto de hidrocril (tinta têxtil pastosa). Possui um fluxo por bateladas; Tanque B – Destinado à limpeza de telas com emulsão. O efluente é composto de emulsão serifoto verde. Possui um fluxo por bateladas; Tanque C – Utilizado para deixar as telas submersas por alguns minutos para facilitar a retirada da emulsão da tela. Possui capacidade de 150 litros e recebe como insumo a emulsão serifoto verde e o solubilizante para serifoto, o efluente não é descartado.



A = Tanque A com insumo de tinta têxtil, capacidade de 150 litros;

B = Tanque B com insumo de emulsão, capacidade de 150 litros;

C = Tanque C com insumo de emulsão, capacidade de 150 litros.

Figura 4 – Tanques de geração de efluente.

Os resultados obtidos da caracterização do efluente estão apresentados na tabela 3, onde os efluentes de tinta têxtil e emulsão apresentam o valor médio de cada parâmetro \pm o desvio padrão resultantes de três amostras.

De acordo com os parâmetros analisados é possível observar que, em função dos diferentes tipos de efluentes industriais com insumo de corante têxtil para tingimento de tecido analisados por Silva (2007), Chagas (2009) e Tosato (2011). Comparados aos efluentes com insumo de tinta têxtil e emulsão ocorre variação nos parâmetros analisados, principalmente com relação a maior homogeneização do corante no efluente.

Parâmetro	Efluente de tinta têxtil			Efluente de emulsão			Silva (2007)	Chagas (2009)	Tosato (2011)
SSe (ml/L)	0,97	±	0,12 (3)	0,00	±	0,00 (3)	-	-	32,80
SD (mg /L)	447,33	±	73,11 (3)	598,67	±	96,64 (3)	-	-	1783,9
SSu (mg /L)	679,33	±	166,52 (3)	56,00	±	14,98 (3)	9,97	-	410,8
SV (mg /L)	1040,00	±	119,62 (3)	175,67	±	24,54 (3)	-	-	-
SF (mg /L)	93,33	±	80,41 (3)	479,00	±	95,69 (3)	-	-	-
ST (mg /L)	1126,67	±	118,06 (3)	654,67	±	118,36 (3)	132,59	-	-
N (mg/L)	0,54	±	0,24 (3)	0,59	±	0,17 (3)	-	-	-
P (mg/L)	0,05	±	0,02 (3)	0,10	±	0,02 (3)	-	-	-
Turbidez (NTU)	51,30	±	2,66 (3)	45,93	±	7,44 (3)	5310	198	49,2
Cor (uH)	600,00	±	0 (3)	600,00	±	0 (3)	1798,5	418	2754
DBO (mg/L)	660,00	±	109,16 (3)	326,00	±	17,00 (3)	-	-	396,6
DQO (mg/L)	1125,00	±	250,35 (3)	640,00	±	21,00 (3)	1838,4	481,89	-
pH	7,23	±	0,06 (3)	7,33	±	0,30 (3)	10,88	5,55	4,4
O.D. (mg/L)	5,50	±	0,2 (3)	4,30	±	0,60 (3)	3,72	1,16	-

Tabela 3 – Parâmetros analisados dos efluentes brutos.

* (3) Número de amostras realizadas; SSe(ml/L): Sólidos Sedimentáveis; SD(mg/L): Sólidos Dissolvidos; Ssu(mg/L) Sólidos Suspensos; SV(mg/L): Sólidos Voláteis; SF(mg/L) Sólidos fixos; ST(mg/L): Sólidos Totais; N(mg/L): Nitrogênio; P (mg/L) Fósforo; DBO(mg/L): Demanda Bioquímica de oxigênio; DQO(mg/L) Demanda Química de Oxigênio; O.D.(mg/L) Oxigênio Dissolvido.

O parâmetro de sólidos suspensos apresenta-se bem elevado no efluente de tinta têxtil, sendo 268,53mg/L superior ao encontrado por Tosato (2011) para efluentes com insumo de corante têxtil, já o efluente de emulsão apresentou valor bem inferior. A consistência pastosa da tinta e a capacidade de formar flocos de tinta seca que não se misturam ao efluente causam a grande concentração de sólidos suspensos nesse efluente.

Os valores encontrados de Sólidos Sedimentáveis de 0,97 ml/L no efluente de tinta têxtil são baixos em comparação ao encontrado por Tosato (2011) de 32,80 ml/L. Já o efluente de emulsão não possui sólidos sedimentáveis. A pequena quantidade de sólidos sedimentáveis no efluente de tinta têxtil é devido a pequenas partículas formadas pela tinta seca, já os sólidos sedimentáveis analisado por Tosato (2011) pode ser proveniente das partículas de tecido perdidas no processo de tingimento de jeans. Os resultados encontrados de sólidos dissolvidos estão elevados tanto para o efluente de tinta têxtil quanto para o efluente de emulsão.

Os sólidos voláteis encontrados no efluente de tinta têxtil apresentaram-se em torno de 11(onze) vezes maior que o encontrado para sólidos fixos. Já o efluente proveniente de emulsão possui valor médio de sólidos fixos bem superior ao de sólidos voláteis, tornando um sistema de tratamento biológico ineficiente devido a maior carga inorgânica do efluente.

Os resultados das análises de sólidos totais presentes nos efluentes de emulsão e de tinta têxtil estão superiores ao valor encontrado por Silva (2007), o efluente

resultante da análise feita por Silva é proveniente da lavagem de tecido para remoção do excesso de corante, onde é incorporado a massa líquida entre 5% e 20% do corante utilizado.

Já o efluente resultante com insumo de tinta têxtil possui grande quantidade de tinta acumulada nas telas de estampagem que são removidas com facilidade, gerando assim uma maior concentração. O efluente proveniente do insumo de emulsão é gerado pela lavagem da emulsão aderida a tela, levando aproximadamente o dobro de volume de água necessário para sua remoção, o que pode ocasionar metade da concentração encontrada no efluente de tinta têxtil.

Os resultados das análises de Nitrogênio e Fósforo presentes tanto no efluente de emulsão quanto no efluente de tinta têxtil são baixos, não necessitando de um sistema de tratamento de nutrientes. Os valores encontrados para o parâmetro de turbidez presente nos efluentes de tinta têxtil e emulsão apresentaram-se próxima ao valor encontrado por Tosato (2011), porém encontra-se bem inferior aos parâmetros encontrados por Silva (2007) e Chaga (2009). Os altos valores encontrados nos efluentes de emulsão e de tinta têxtil são devido à alta concentração de sólidos presentes nas amostras.

Os valores médios de cor foram 600 uH tanto para o efluente com emulsão quanto para o efluente com tinta têxtil, apresentam concentração superior a encontrada por Chagas (2009) com valor de 418 uH. Porém bem inferior aos efluentes analisados por Silva (2007) e Tosato (2011), respectivamente com valores em torno de 1798,5 uH e 2754 uH.

O parâmetro de DBO encontrado nos efluentes de tinta têxtil e emulsão apresentam-se elevados, o valor encontrado no efluente de emulsão está próximo ao encontrado por Tosato (2011) para efluente resultante de tingimento têxtil. Os elevados índices de DBO trazem como opção um sistema biológico de tratamento tanto para o efluente de tinta têxtil quanto para o de emulsão.

O valor médio da DQO do efluente de emulsão apresentou-se mais próximo ao analisado por Chagas (2009) resultante da lavagem de tecidos. Já o efluente com tinta têxtil apresentou DQO mais elevada, porém muito abaixo da encontrada por Silva (2007) resultante da tinturaria de tecidos. Através dos altos valores encontrados o sistema de coagulação/ floculação apresenta-se como opção de tratamento desses efluentes.

O efluente analisado por Silva (2007) e Tosato (2011) possui como insumo o corante têxtil, que encontra-se na fase líquida. Já o insumo proveniente do efluentes de tinta têxtil e emulsão possuem um estado semi sólidos, mais pastoso. O efluente com insumo de corante pode ter maior homogeneização em relação ao insumo de corante, resultando maior cor no efluente.

O pH esteve em torno de 7,0 tanto para o efluente de emulsão quanto para o efluente de tinta têxtil, representando um efluente neutro, semelhante ao encontrado por Silva (2007), diferente dos encontrados por Chagas (2009) e Tosato (2011) que

apresentaram uma faixa de efluente ácido.

Com o fator de o efluente possuir pH originalmente básico, facilita o tratamento do mesmo através de Coagulação/Floculação, necessitando de menos solução alcalinizante para correção do pH.

A concentração de oxigênio dissolvido nos efluentes de tinta têxtil e emulsão estão bem superiores aos encontrados por Chagas(2009) e Silva (2007), o sistema de lavagem das telas da serigrafia é feito por uma máquina de pressão de água, diferente do processo de tingimento por corante, causando a diferença de oxigênio dissolvido nos efluentes.

3.1 Ensaios de tratabilidade

Os resultados obtidos através da sedimentação do efluente no teste da coluna de sedimentação podem ser visualizados na figura 6, onde são apresentadas as curvas de decantação relacionando o tempo de decantação com a concentração de sólidos sedimentáveis no efluente.

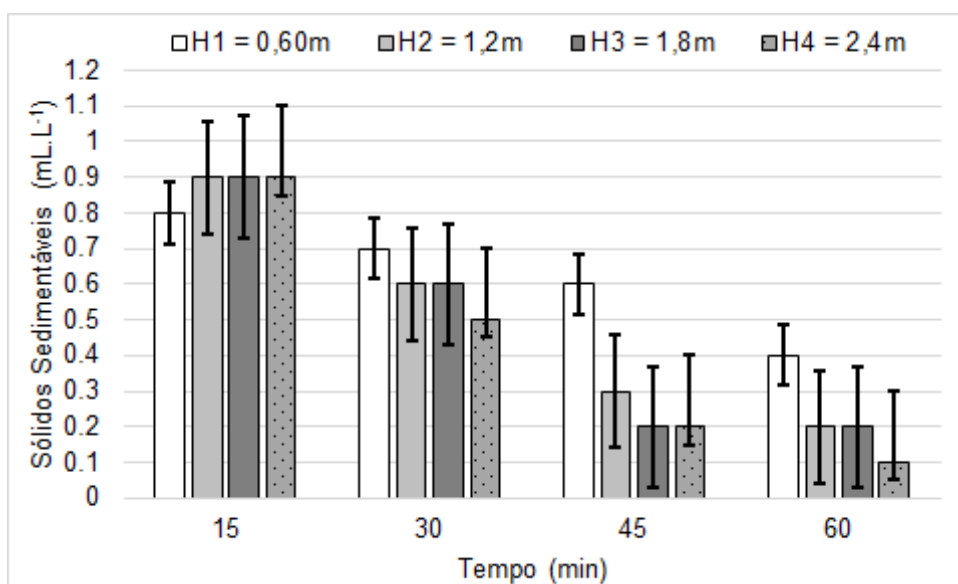


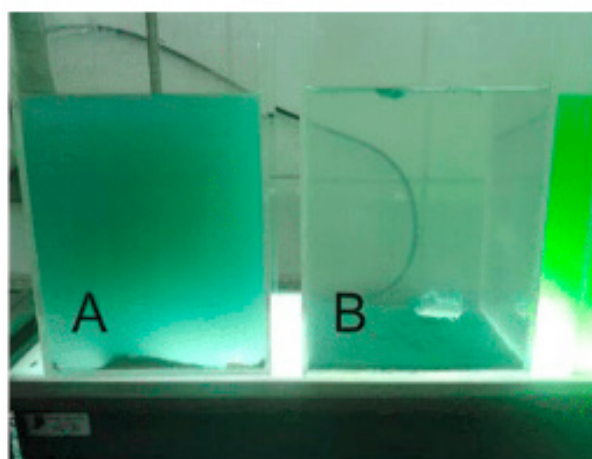
Figura 6: Remoção de sólidos sedimentáveis

No teste de sedimentação, as curvas formadas apresentam a redução de sólidos sedimentáveis ao passar de 1 hora, quanto maior a declividade da curva formada maior a eficiência na remoção de sólidos sedimentáveis no efluente. Através do gráfico na figura 6 é possível verificar que as alturas H2 com 1,2m, H3 com 1,8m e H4 com 2,4m apresentam remoção de sólidos sedimentáveis muito próximas. Já a curva H1 apresenta eficiência inferior a das demais. A curva com maior eficiência é a resultante de H4, porém as curvas formadas por H2 e H3 estão muito próximas, logo a altura de sedimentação recomendada para o sistema de sedimentação do efluente é a resultante da altura H2, com altura de sedimentação de 1,2m para um tempo de 60 minutos.

Para a coagulação/floculação, utilizando o aparelho de jar test foram feitos teste

tanto para o efluente com insumo de tinta quanto para o efluente com insumo de emulsão, utilizando o coagulante sulfato de alumínio. Primeiramente foi medido o pH das amostras que estavam todos em torno de 7 para ambos os efluentes, não necessitando de correção. As amostras com efluente proveniente do tanque com tinta têxtil apresentaram a melhor eficiência de coagulação/floculação na amostra com concentração de 1000mg/L, porém o efluente proveniente do tanque de emulsão não apresentou reação com o coagulante em questão.

Os resultados do ensaio de coagulação/floculação para concentração de 1000mg/L de coagulante podem ser visualizados na figura 7, comparando efluente bruto e tratado para o efluente de tinta têxtil.



A: Amostra bruta de efluente com tinta têxtil.

B: Amostra tratada de efluente com tinta têxtil.

Figura 7 – Comparação do efluente bruto com o efluente tratado.

Para a linha de efluente com emulsão não ocorreu floculação/decantação, porém a introdução de coagulante no efluente pode causar queda no pH, logo adotando a concentração de 1000mg/L a 120RPM encontrada no teste do efluente têxtil, o teste de coagulação foi feito novamente misturando os dois efluentes e utilizando um pHmetro para analisar a variação de pH durante a coagulação.

Utilizando 1 litro de cada efluente (emulsão e têxtil) totalizando uma amostra de 2 litros que foi adicionada no recipiente acrílico do Jar test, o pHmetro foi calibrado e introduzido no efluente para analisar a variação de pH da amostra.

O efluente apresentou boa reação com coagulante sulfato de alumínio ao alcançar pH 6,5.

A concentração utilizada de Carbonato de cálcio para alcançar pH de 6,5 foi de 500mg/L. Após a estabilização do pH, a amostra ficou sobre agitação por 20 minutos, e posteriormente em repouso por 30 minutos.

Finalizando o período de 30 minutos de espera, o efluente apresentou boa separação das fases sólida e líquida. Os resultados das amostras tratadas de sólidos apresentaram boa eficiência, como pode ser analisado na tabela 4.

Os valores encontrados de Sólidos Sedimentáveis no efluente tratado são reduzidos a zero, obtendo 100% de remoção.

Parâmetro	Efluente Tratado			Eficiência de remoção (%)	Silva(2007) Eficiência(%)	Cogo (2011) Eficiência(%)
	Concentração $\pm \sigma$					
SSe (ml/L)	0	\pm	0,00 (3)	100	-	-
SD (mg /L)	230,17	\pm	53,31 (3)	56	-	-
SSu (mg /L)	26	\pm	4 (3)	93	55,17	87
SV (mg /L)	19,07	\pm	13,14 (3)	97	-	-
SF (mg /L)	148,5	\pm	22,52 (3)	48	-	-
ST (mg /L)	234,23	\pm	47,87 (3)	85	41,21	-
N (mg/L)	0,99	\pm	0,15 (3)	-	-	90
P (mg/L)	0,11	\pm	0,03 (3)	-	-	18
Turbidez (NTU)	5,35	\pm	0,89 (3)	89	86,16	-
Cor (uH)	35	\pm	0,00 (3)	94	84,43	100
DBO (mg/L)	85	\pm	26,03 (3)	83	-	49
DQO (mg/L)	144	\pm	44,46 (3)	84	76,94	-
pH	6,52	\pm	0,20 (3)	-	-	-
O.D. (mg/L)	5,61	\pm	0,10 (3)	-	-	-

Tabela 4: Parâmetros analisados dos efluentes tratados

* (3) = Número de amostras realizadas; σ = Desvio Padrão; SSe(ml/L): Sólidos Sedimentáveis; SD(mg/L): Sólidos Dissolvidos; Ssu(mg/L) Sólidos Suspensos; SV(mg/L): Sólidos Voláteis; SF(mg/L) Sólidos fixos; ST(mg/L): Sólidos Totais; N(mg/L): Nitrogênio; P(mg/L) Fósforo; DBO(mg/L): Demanda Bioquímica de oxigênio; DQO(mg/L) Demanda Química de Oxigênio; O.D.(mg/L) Oxigênio Dissolvido.

Os sólidos voláteis encontrados no efluente tratado alcançaram uma eficiência média de 97%, o sistema proposto trata quase por completo os sólidos de natureza orgânica gerados pelo efluente, descartando a necessidade de um sistema de tratamento biológico. O sistema de coagulação/floculação apresentou boa remoção de sólidos dissolvidos, com eficiência de 56%. O parâmetro de sólidos suspensos alcançou eficiência de 93%, próximo ao encontrado por Cogo (2011) com 87% de remoção.

Os resultados das análises de sólidos totais presentes no efluente tratado apresentaram maior remoção em relação ao proposto por Silva (2007), ambos os trabalhos utilizam sistema de coagulação/floculação. Porém os efluentes resultantes de serigrafia passam pelo processo de lavagem de telas com insumos de tinta têxtil e emulsão.

Os resultados das análises de Nitrogênio e Fósforo não apresentaram eficiência de remoção de nutrientes, já o sistema de Cogo (2011) apresentou 90% de remoção de nitrogênio e 18% de remoção de fósforo. Porém o sistema analisado por Cogo (2011) ainda possui um valor muito superior de Nitrogênio com relação ao efluente de serigrafia, sendo N = 13,9mg/L após o tratamento. Já o fosforo com valor de P = 0,12mg/L, próximo ao encontrado no efluente de serigrafia onde P = 0 11mg/L. logo o efluente de serigrafia não precisa ser precedido por flotação e filtração.

O sistema de coagulação/floculação apresentou boa eficiência de remoção no

parâmetro de turbidez, alcançando uma média de 89% de eficiência, próximo ao encontrado por Silva (2007) com eficiência de 86,16 % também utilizando processo de coagulação/floculação, já Hassemer (2002) obteve uma eficiência de 97%. A tecnologia de tratamento utilizada por Hassemer (2002) consiste em um sistema de coagulação/floculação antecedido por ozonização.

O parâmetro de cor apresentou boa remoção, alcançando 94% de eficiência no tratamento do efluente, eficiência próxima a encontrada por Hassemer (2002) com valor de 98% na utilização de sistema de coagulação/floculação de efluente têxtil. Já o sistema proposto por Cogo (2011) apresentou ausência de cor no efluente tratado resultante de tingimento têxtil.

O sistema de coagulação/floculação apresentou boa eficiência de tratamento do parâmetro de DBO, atuando com eficiência de 83%. Já o sistema utilizado por Cogo (2011) no tratamento de efluentes provenientes de tingimento têxtil apresentou eficiência de 49%. O sistema de coagulação/floculação apresenta eficiência maior de eficiência de remoção para DBO em efluentes de serigrafia em relação aos efluentes de tingimento têxtil. Já o parâmetro de DQO do efluente analisado apresentou eficiência próxima ao encontrado por Silva (2007), onde ambos utilizam processo de coagulação/floculação. O tratamento proposto apresenta melhor remoção de DQO em efluente resultante de tinta têxtil e emulsão do que para efluentes resultantes de tingimento têxtil.

O efluente resultante do processo de coagulação/floculação obteve pH final em torno de 6,52, próximo ao do efluente resultante de tingimento têxtil analisado por Hassemer (2002), com pH de 7,17.

4 | CONCLUSÃO

O Sistema de coagulação/floculação obteve melhor eficiência de tratamento de efluentes provenientes da serigrafia utilizando 1000mg/L de sulfato de alumínio como coagulante, e como substância alcalinizante o Carbonato de Cálcio a concentração de 500mg/L.

Os efluentes resultantes de insumo de tinta têxtil apresentam elevada concentração de sólidos orgânicos e elevada DBO, parâmetros indicativos de tratamento biológico. Porém possui também elevada DQO e alta concentração de Turbidez, os sólidos Suspensos e Dissolvidos apresentam-se ambos em grande quantidade. Já os efluentes resultantes de insumo de emulsão apresentam maiores concentrações para sólidos fixos, grande concentração de sólidos dissolvidos e elevada turbidez, descartando a possibilidade de um tratamento biológico. Já a concentração de fósforo e nitrogênio são baixas, não necessitando de um sistema de tratamento de nutrientes.

O sistema apresentou boa eficiência de remoção de sólidos sedimentáveis a eficiência de remoção foi de 100%, para sólidos dissolvidos foi de 56%, para sólidos

suspensos foi de 93%, para Sólidos voláteis foi de 97%, de Sólidos fixos foi de 48%, para sólidos totais foi de 85%, para turbidez foi de 89%, para cor foi de 94%, para DBO foi de 83%, para DQO foi de 84%.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Edna et al. **Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio**. Química Nova, 2004.

CHAGAS, M. A. **Tratamento de efluente têxtil por processo Físico-químico e Biológico**, 2009. *Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil*. Universidade Federal de Pernambuco.

COGO, M. C. **Estudo de Caracterização e Disposição dos Resíduos de uma Indústria Têxtil do Estado do Rio Grande do Sul**, 2011. Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de engenharia química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FREIRE R. et al. **Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas**. Química Nova, 2000.

GUARATINI, Cláudia CI; ZANONI, Maria Valnice Boldrin. **Corantes têxteis**. Química nova, p. 71-78, 2000.

GIORDANO, Gandhi. **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais: Estudo de tratabilidade**. Volume 1, 2009.

HASSEMER, M. **Processo Físico-Químico para Indústria Têxtil**. *Revista Saneamento Ambiental*, 2002.

KUNZ A et al. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**. Química Nova, 2002.

LEÃO, M. D. et al. **Controle ambiental na indústria têxtil: acabamento de malhas**. 1ª edição. Projeto Minas Ambiente. Editora Segrac. Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, A. V. ; Cybis, L. F. ; GEHLING, G. R. **Dimensionamento do volume do reator seqüencial em batelada (RSB) com enchimento estático**. *Engenharia Sanitária e Ambiental* , v. 12, p. 380-388, 2007.

SARASA, J. et al. **Tratamento de um efluente resultante da fabricação de corantes com ozônio e coagulação química**. *Water Research*, 1998.

SILVA, K. K. O. S. **Caracterização do efluente líquido no processo de beneficiamento do índigo têxtil**, 2007. *Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica*. Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LOGÍSTICA REVERSA NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS NAS FARMÁCIAS DO MUNICÍPIO DE POCINHOS-PB

Jesielly Evane Miranda de Andrade

Discente do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

Geralda Gilvania Cavalcante de Lima

Profa. Dra. do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

Andreia Araújo da Silva

Discente do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

Carlos Antônio Pereira de Lima

Prof. Dra. do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

Neyliane Costa de Souza

Profa. Dra. e Coordenadora Adjunta do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

RESUMO: Por gerar danos ambientais importantes, podendo seus agentes químicos retornar ao nosso consumo, exigir condutas de logística reversa específicas, o descarte de medicamentos é considerado uma problemática da saúde pública e ambiental de grande importância. O estudo baseia-se em pesquisa descritiva, exploratória, de campo, com abordagem quantitativa. A pesquisa foi realizada nas Farmácias do município de

Pocinhos-PB, objetivando analisar se há rede de coleta de medicamentos e a aplicação da Logística reversa no descarte de medicamentos nas principais redes de farmácias de Pocinhos – PB. A coleta de dados foi realizada no mês de abril de 2018, e foi feita com os funcionários das farmácias. A maior parte dos entrevistados pertence ao sexo masculino, estão na faixa etária de 21 a 40 anos e possuem o ensino médio completo. 75% dos funcionários responderam que as sobras das medicações e as medicações fora do prazo de validade são entregues a unidades coletoras. A maioria dos funcionários entrevistados conhecem a Lei 12.305/10 e suas respectivas resoluções sobre resíduos classe B (resíduos químicos). As farmácias não recebem as medicações vencidas e fora da validade adquiridas pela população e não há aplicação da Logística Reversa.

PALAVRAS-CHAVE: Farmácia; Gerenciamento de Resíduos; Descarte de medicamentos.

ABSTRACT: By generating important environmental damage, and may their chemical agents return to our consumption, require specific reverse logistics pipelines, the disposal of medicines is considered a public health and environmental issues of great importance. The study is based on descriptive, exploratory research, field, with a quantitative approach. The survey was conducted in pharmacies of

the municipality of Pocinhos-PB, aiming to analyze if there is network of collecting medicines and the application of reverse logistics in the disposal of medicines in major pharmacies networks of Pocinhos – PB. The data were collected in April of 2018, and was made with the staff of pharmacies. The largest part of the interviewees belong to males, are between the ages of 21 to 40 years and have complete high school. 75% of employees responded that the leftovers of the medications and the out-dated medications are delivered to collecting units. Most employees interviewed know the law 12,305/10 and their respective resolutions on class B waste (chemical waste). Pharmacies do not receive due and medications out of date acquired by population and there is no application of reverse logistics.

KEYWORDS: Pharmacy; Waste Management; Dispose of medicines.

1 | INTRODUÇÃO

O ser humano é o grande gerador dos resíduos sólidos, e ironicamente é o mais afetado. Quanto mais avançamos nossas tecnologias, a fim de suprimos nossos infindáveis desejos, nos tornamos mais suscetíveis aos problemas ambientais. É preciso começar a aprender um meio de se desenvolver sem causar danos ao meio ambiente, afinal precisamos dele para nossa sobrevivência.

Independente do grau de periculosidade que um resíduo apresente, as organizações devem ter conhecimento de todos os tipos de resíduos que sejam gerados pelas mesmas, tornando-se indispensável a utilização de métodos eficazes, que objetivem amenizar os impactos negativos, ocasionados pelos resíduos emitidos ao meio ambiente.

A fim de suprir as necessidades de consumo de produtos e serviços, os recursos naturais são transformados, e no fim de sua vida útil, estes são descartados de forma irregular. (SOUZA et. al., 2013).

Os desequilíbrios ambientais causados pelas mudanças comportamentais humanas ocorrem pela falta da educação ambiental, já que a falta desta aumenta negativamente este quadro. (AMORIM et al, 2010, apud, OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2017).

Os medicamentos são fármacos produzidos para serem resistentes, devendo manter suas particularidades e propriedades químicas necessárias para servir a um objetivo terapêutico, sendo amplamente aplicados na medicina humana e veterinária. Toneladas de medicamentos são produzidas anualmente, tornando sua presença comum no meio ambiente, incluindo esgoto doméstico e águas naturais, tornando-se um problema de importância mundial (BILA; DEZOTTI, 2003 apud FERON; STAUB; CONCEIÇÃO, 2015).

O uso dos medicamentos é de extrema importância para a conservação da saúde da população, porém a mídia incentiva o consumo excessivo de medicamentos, e em decorrência disso o desperdício nas residências são maiores (FERREIRA et al.,

2005, apud, GASPARINI; GASPARINI; FRIGIERI, 2011). Partes desses fármacos são usados vencidos, ou descartados incorretamente, causando danos ao meio ambiente e a saúde pública (BILA; DEZOTTI, 2003, apud, FERON; STAUB; CONCEIÇÃO, 2015).).

Atualmente a gestão dos resíduos sólidos é uma das maiores dificuldades enfrentadas pelo poder público e privado, já que o descarte inadequado dos mesmos gera componentes que podem causar danos ao meio ambiente e na qualidade de vida da população. (BRASIL, 2006, apud, FERON; STAUB E CONCEIÇÃO, 2015).

Conforme a Lei 12.305/2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Logística reversa é tida como o instrumento de desenvolvimento econômico e social, definida como o conjunto de ações, métodos e meios que possibilitem a coleta e retorno dos resíduos sólidos ao setor empresarial, onde serão reaproveitados, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou que tenham outra destinação final ambientalmente adequada.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 358, de 29 abril de 2005, Anexo 1, os resíduos medicamentosos situa-se no grupo B, resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. (Conama, 2005).

Portanto, a pesquisa contribui socialmente, pois apresenta que as farmácias do município não realizam a logística reversa no descarte dos medicamentos, havendo com isso um provável descarte incorreto destes por parte da população, ocorrendo à contaminação do meio ambiente e colocando em risco a saúde populacional, mostrando assim, os riscos o quais a mesma população encontra-se exposta. Também possui contribuição acadêmica, já que mostra resultados com relação à aplicação da logística reversa e a demonstra a necessidade de novas pesquisas.

Diante do exposto, torna-se necessário a proposição de planos de gestão no descarte de medicamentos, visando à aplicação da logística reversa, como forma de minimizar os efeitos nocivos produzidos ao meio ambiente.

2 | OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

- Analisar se há rede de coleta de medicamentos e aplicação da logística reversa no descarte de medicamentos nas de farmácias do município de Pocinhos – PB.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar a aplicabilidade da Lei nº 12.305 de 2010 e as resoluções que tratam

dos resíduos medicamentosos;

- Verificar se os profissionais que trabalham nas farmácias possuem conhecimento sobre as leis de coleta e descarte de medicamentos;
- Averiguar como é realizado o processo de destinação final dos medicamentos e o conhecimento e habilitação dos profissionais.

3 | REFERENCIAL TEÓRICO

A sustentabilidade é um dos temas mais discutidos da atualidade, com tudo, são poucas as ações práticas desenvolvidas, inclusive pouco se entende sobre o que é desenvolvimento sustentável. Conforme a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Sustentabilidade (CMMAD 1991, p. 46) da Organização das Nações Unidas (ONU) no relatório *Nosso Futuro Comum*, “o desenvolvimento sustentável é aquele que consegue suprir as necessidades do presente, sem acarretar um comprometimento futuro”. Para que isto aconteça, é necessário o desenvolvimento do consumo consciente dos recursos naturais aliado com o descarte adequado dos resíduos gerados, garantindo assim, um futuro para a humanidade. Porém, são as grandes corporações os principais influenciadores da responsabilidade ambiental, limitando-a apenas ao marketing empresarial, onde ao invés de se estimular o uso adequado dos recursos naturais, ocorre o estímulo ao consumo inconsciente. (OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2017).

O déficit de gerenciamento adequado dos resíduos gerados no Brasil gera um cenário cada vez mais grave. Entre esses resíduos, destacam-se os resíduos de serviços de saúde, e este destaque não se dá pela quantidade gerada, mas sim, por seu potencial de risco à saúde humana e ao meio ambiente.

Segundo Philippi Jr et al., (2004), apud Souza et al., (2013), entende-se por resíduos de serviços de saúde aqueles produzidos em hospitais, clínicas médicas e veterinárias, laboratórios de análises clínicas, farmácias, centros de saúde, consultórios odontológicos, entre outros.

Os resíduos sólidos de saúde geram uma preocupação maior quanto ao seu manuseio e descarte final, pois estes possuem agentes que apresentam riscos graves, tanto para o meio ambiente quanto, para a sociedade. Os riscos gerados por eles são graves, pois suas características químicas, físicas, biológicas, radioativas, e etc., trazem grande contaminação ao ambiente. Se levarmos em consideração o fato de que a gestão de resíduos sólidos é algo quase inexistente na maioria dos municípios brasileiros, e a falta de aterros sanitários em situação regular, podemos perceber o grande risco que o meio ambiente e a sociedade enfrentam ao ficarem expostos a este tipo de resíduo. (OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2017).

Frente ao aumento da preocupação relacionada aos aspectos ambientais, a Logística Reversa surge como alternativa para minimizar as consequências da exposição de resíduos específicos no ambiente. A Lei 12.305, de 02 de agosto de

2010, instituída pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a logística reversa visa distribuir a responsabilidade de um produto entre a cadeia consumidora (produtor, distribuidor e consumidor), de forma simples, seria o fechamento do ciclo, havendo a destinação final ambientalmente adequada dos produtos. (OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2017).

Para Barbieri e Dias (2002), apud, Souza et al., (2013), a Logística reversa deve ser criada como um dos meios de uma proposta de produção e consumo sustentáveis. Esta logística possui quatro pilares de sustentação: a percepção e compreensão dos problemas ambientais; a capacidade de sobrelotação dos aterros; a carência de matérias primas; as políticas e a legislação ambiental.

Os medicamentos são produtos farmacêuticos fabricados com o objetivo de prevenir, curar ou diagnosticar doenças, conforme a lei nº 5.991 de 17 de dezembro de 1973. Estes medicamentos devem estar em situações adequadas e dentro do prazo de validade, para poder ter a sua completa ação, pois, estes aspectos são de extrema importância para a eficiência e tratamento do usufruidor. Os medicamentos não devem ser mais utilizados e serem descartados logo após encerrar o prazo de validade para prevenir problemas ligados aos medicamentos como a falta de efeito, reações adversas, uso sem indicações médicas, poluição do meio ambiente, intoxicação, entre outros. (BRASIL, 1973, apud CHAVES, 2014)

O gerenciamento de resíduos do tipo medicamentoso exige uma longa cadeia de responsáveis por esta logística, envolvendo desde as indústrias até os utilizadores do produto. Sendo assim, os serviços de saúde são responsáveis por gerir todos os resíduos de saúde (RSS) que são gerados pelos mesmos, cabendo aos órgãos públicos a gestão, regulamentação e fiscalização destes resíduos. (ANVISA, 2004, apud, FERON; STAUB E CONCEIÇÃO, 2015).

É preciso ressaltar que, no Brasil, o descarte de medicamentos em desuso, vencidos ou sobras é feito por grande parte da população em lixo comum ou em rede pública de esgoto. Atitudes essas que geram agressão ao meio ambiente, contaminação da água, do solo e de animais, além do risco à saúde de pessoas que possam reutilizá-los por acidente ou mesmo, intencionalmente, devido a fatores sociais ou circunstanciais diversas (ANVISA, 2004).

O meio pelo qual os poluentes gerados pelos medicamentos chegam ao meio aquático, advém em sua maioria do uso e excreção dos medicamentos, porém uma parcela é decorrente do descarte indevido de medicamentos no meio ambiente. A questão do descarte de medicamentos gera uma preocupação em cientistas, indústrias, governos e população, e estes vêm tomando atitudes, baseando-se no princípio da precaução. Desde o ano de 2011 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vem tentando implantar no Brasil, um debate sobre o descarte correto de medicamentos, adotando um fórum de discussão sobre o tema, visando discernir diretrizes para o correto descarte de medicamentos no país. (MEDEIROS; MOREIRA; LOPES, 2014).

Na Paraíba existe a lei Estadual nº 9.646/2011, que dispõe sobre as normas para a destinação do descarte de rejeitos de medicamentos hospitalares. Está especificado em seu artigo 2º drogarias, farmácias, como também as de manipulação, permanecem imposto a inserir pontos para coleta dos medicamentos que foram vendidos e que se encontram vencidos ou inadequados para o consumo, sempre em um ponto perceptíveis. É de obrigação do órgão Público Estadual, com idoneidade nas questões de meio ambiente e de saúde hospitalar, promover a incineração ou aterro sanitário especializado no recolhimento dos medicamentos que será descartado pela população (QUEIROZ, 2014).

É de responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério da Saúde a fiscalização de empresas e indústrias que produzam, manipulam e comercializam fármacos, onde o MMA assegura que o descarte dos resíduos medicamentosos esteja dentro dos parâmetros da legislação ambiental vigente. (UEDA et al., 2009, apud, FERON; STAUB E CONCEIÇÃO, 2015).

É interessante evidenciar que além dos problemas ambientais, o descarte inapropriado de medicamentos, traz problemas socioambientais, pois expõe pessoas como os catadores de lixo ao perigo de intoxicação. É importante que as empresas encarregadas pela limpeza urbana capacitem os funcionários que coletam o lixo e que providenciem equipamentos de segurança para eles, sem correrem algum tipo de riscos, pois é através do lixo que essas pessoas tiram o seu sustento (OLIVEIRA, 2014).

As regras normativas para proceder ao descarte de medicamentos e o progressivo número de pontos de coleta são atitudes consideráveis na concepção da destinação conveniente de medicamentos pela população. Visto que, segundo as informações da Anvisa, entre 10 e 28 mil toneladas de medicamentos são lançados no lixo ou no esgoto pela população a cada ano. Esta dificuldade poderia ser modificada se não ocorresse a desperdício de medicamentos nos domicílios. (ALENCAR et al., 2014, apud QUEIROZ, 2014).

Os instrumentos de logística reversa, para que o gerenciamento de resíduos de medicamentos domiciliares demonstre de ocorrência positiva, é crucial que as informações ambientais, sejam compartilhadas com a população, como um instrumento que trará vantagens à saúde pública. É fundamental ficar claro ao consumidor que apesar dos medicamentos serem importantes para se chegar à cura de doenças malélicas, o seu descarte inapropriado pode gerar um dano ambiental considerável. A gestão de resíduos farmacêuticos cerca, além da indústria farmacêutica, os serviços de saúde, tais como farmácias, hospitais, distribuidores dentre outros, e os usuários que lidam com medicamentos hospitalares vencidos, sobras de tratamento e medicamentos danificados (OLIVEIRA, 2014).

O consumidor é fundamental para a solução desse problema, devendo ter conhecimento dos danos que o descarte incorreto de medicamentos causa ao meio ambiente, e com essa informação vir a ter uma educação e consciência ambiental, em

favor da sustentabilidade. (VETTORAZZI; VENZAZZI, 2008; BUENO et al., 2009 apud GASPARINI; GASPARINI; FRIGIERI, 2011).

Todos possuem direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, onde este será de uso comum do povo e é primordial a uma qualidade de vida sadia, contudo cabe ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as futuras gerações. Sendo assim, a logística reversa contribui e representa um grande avanço, já que esta determina a responsabilidade de cada participante da cadeia de suprimentos e resíduos. (Artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil 1988, apud, Souza et al., 2013).

4 | METODOLOGIA

O presente estudo baseia-se em pesquisa descritiva, exploratória, de campo, com abordagem quantitativa. A pesquisa foi realizada nas Farmácias do município de Pocinhos, na Paraíba. A coleta de dados foi realizada no mês de abril de 2018, e foi feita com os funcionários das farmácias do município, a fim de analisar se há rede de coleta de medicamentos e a aplicação da Logística reversa no descarte de medicamentos, avaliar a aplicabilidade da Lei nº 12.305 de 2010 e as resoluções que tratam dos resíduos medicamentosos; verificar se os profissionais que trabalham nas farmácias possuem conhecimento sobre as leis de coleta e descarte de medicamentos; averiguar como é realizado o processo de destinação final dos medicamentos e o conhecimento e habilitação de alguns profissionais. A população e amostra deste estudo foram constituídas pelas três farmácias do município e seus respectivos funcionários, totalizando um total de doze. Vale ressaltar que, antes da coleta de dados, tivemos a autorização do responsável de cada Farmácia para realizarmos a pesquisa. Os dados foram coletados através de um questionário semiestruturado, sendo a análise dos dados realizada quantitativamente, mediante a interpretação dos dados. Para tratamento dos dados foram utilizados os programas Software Microsoft Office Word 2010 e o Microsoft Office Excel 2010.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do questionário semiestruturado foi possível analisar como ocorre a coleta, armazenamento e descarte final de medicamentos nas farmácias do município de Pocinhos, além de analisar o conhecimento dos funcionários sobre a temática proposta e a Lei 12.305/10.

Com base nas respostas obtidas, a pesquisa mostrou que o gênero predominante foi o masculino, seguida por uma faixa etária entre 21 e 40 anos e com o ensino médio como grau de escolaridade predominante (Gráficos 1 e 2). Esses dados estão em parte de acordo com a literatura, divergindo apenas no gênero predominante, já que nas

literaturas estudadas, houve um predomínio do sexo feminino. Conforme Gasparini; Gasparini; Frigieri (2011) relataram em seu estudo uma média ponderada de idade de 39,9 anos, sendo 16 anos a mínima e 85 anos a máxima, tendo uma predominância do sexo feminino (54,65%) e a maior parte dos entrevistados possuíam ensino médio completo (39,5%).

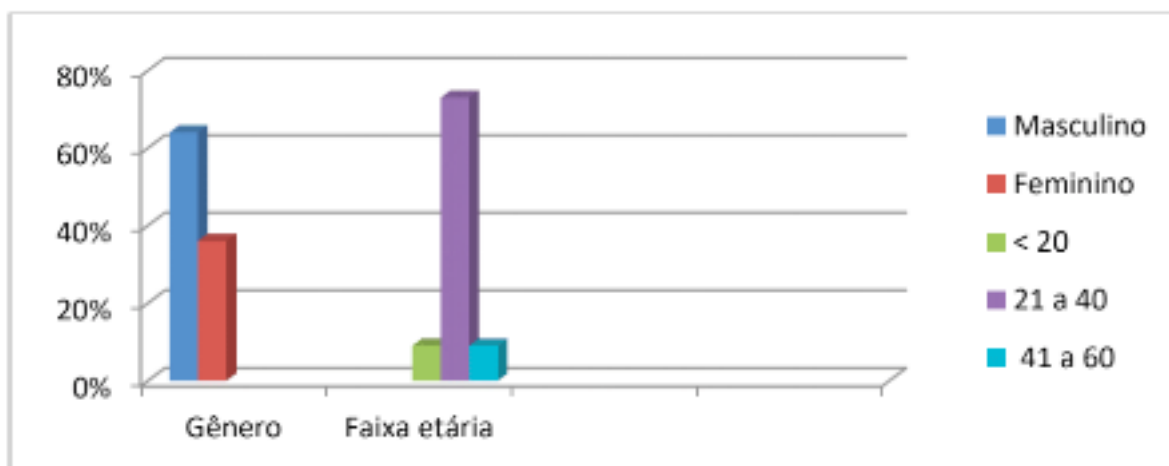


Gráfico 1: Gênero e Faixa etária dos funcionários das farmácias.

Fonte: Farmácias do Município de Pocinhos-PB.

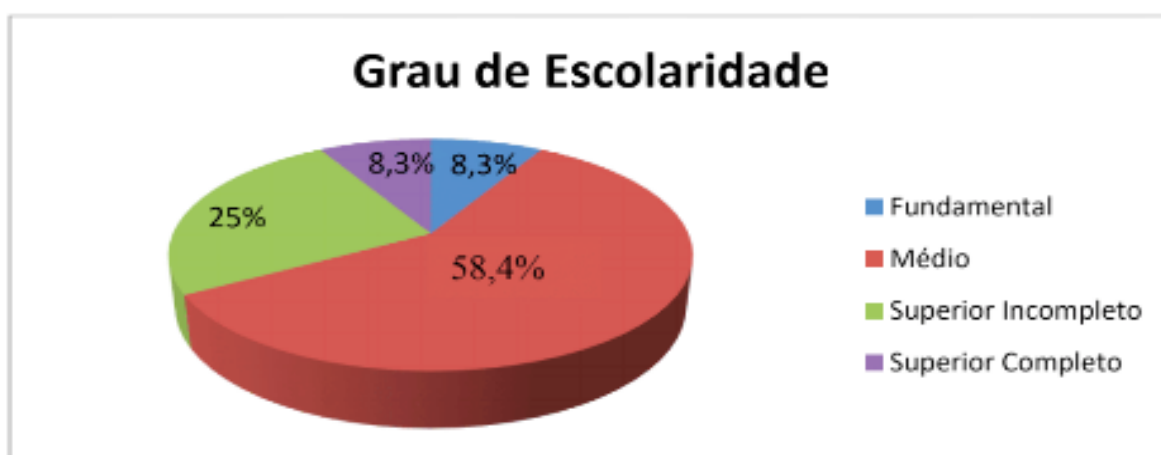


Gráfico 2: Grau de escolaridade dos funcionários das farmácias.

Fonte: Farmácias do Município de Pocinhos-PB.

Em seguida foi levantada a seguinte problemática: “As pessoas costumam fazer questionamentos sobre as bulas dos medicamentos”? Metade dos funcionários alegou que a população fazia sim essa abordagem. Segundo Resende, et al., (2014), os principais questionamentos feito pela população aos funcionários das farmácias e farmacêuticos são com relação ao uso correto de medicamentos e o recolhimento dos medicamentos vencidos. Com isso é de fundamental importância que estes profissionais tenham conhecimento sobre os temas.

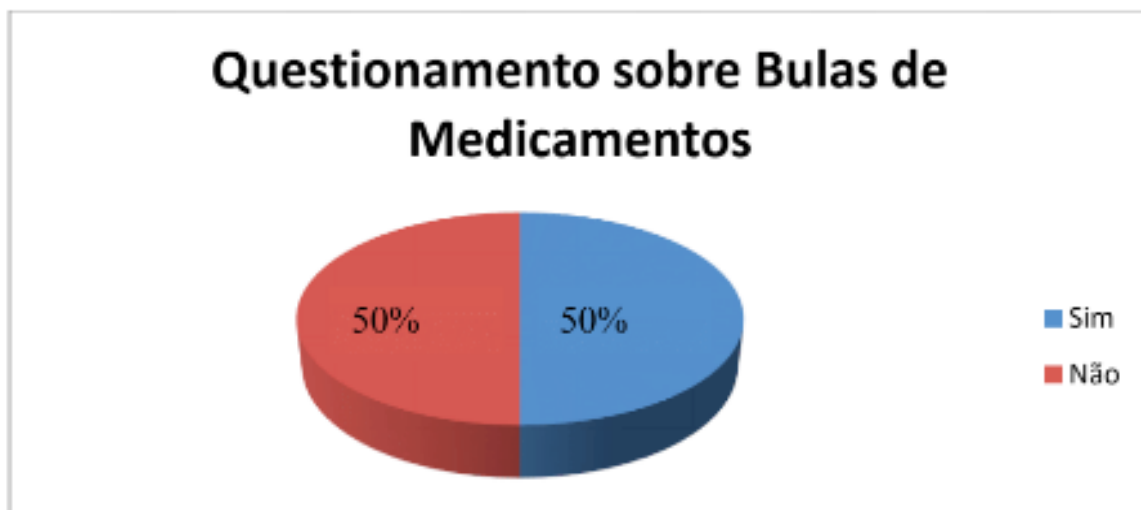


Gráfico 3: Questionamento da população sobre bulas de medicamentos.

Fonte: Farmácias do Município de Poções-PB.

A próxima questão feita foi: “O que é feito com as sobras de medicamentos e medicações fora do prazo de validade”? Percebemos que a maioria disse que as mesmas eram entregues a unidades de coletas (Gráfico 3), sendo favorável a literatura estudada. Pela aplicabilidade da Logística Reversa, as medicações devem retornar a seu ponto de origem a fim de receber uma destinação correta, que no caso deste tipo de resíduo, será a incineração. (SOUZA, et al., 2013).

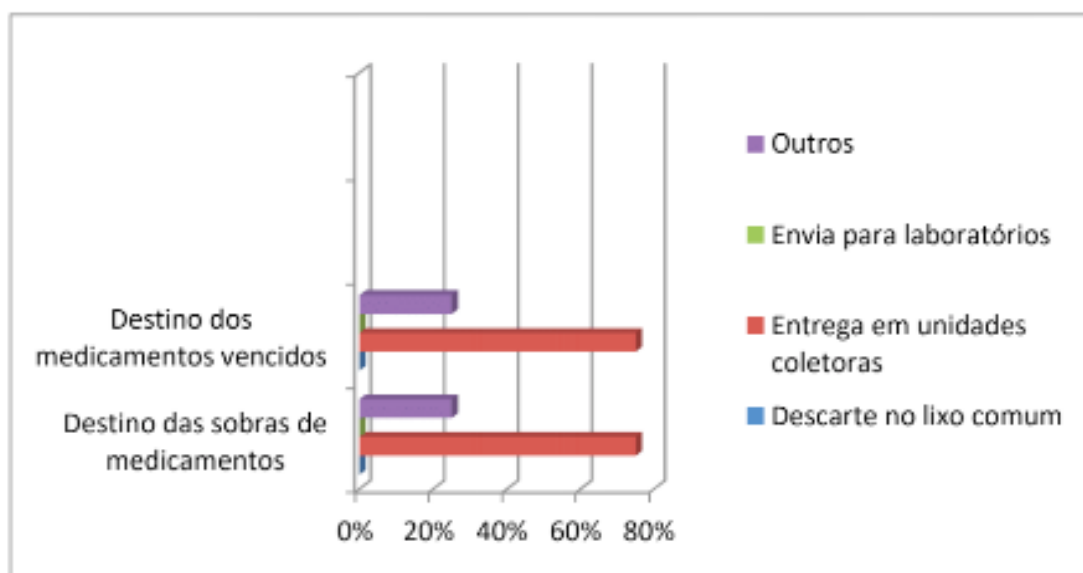


Gráfico 4: Destino das sobras de medicamentos e de medicações fora do prazo de validade.

Fonte: Farmácias do Município de Poções-PB.

Em seguida questionou-se se a farmácia fazia doações de sobras de medicamentos ainda no prazo de validade, a pesquisa evidenciou que não ocorre essa prática (todos os funcionários assinalaram a alternativa “não”, resultando assim, em 100%), indo de acordo com a literatura. Com base em suas características físicas,

químicas e biológicas, os resíduos das classes A, B e E, não podem ser reciclados ou reutilizados, devendo ser descartados de maneira correta, evitando a contaminação humana e do meio ambiente. (SOUZA et al., 2013).

Com relação ao conhecimento da Lei 12.305/10 e suas respectivas resoluções sobre resíduos classe B (resíduos químicos), evidenciou-se que boa parte dos funcionários não conhece a mesma (Gráfico 4). Corroborando com a literatura, onde a maioria dos entrevistados não possui conhecimento sobre a mesma. Para Feron; Staub e Conceição (2015) há uma enorme falha no sistema, nas empresas que lidam com resíduos e no treinamento de profissionais, com relação à informação sobre destinação e tratamento correto dos resíduos medicamentosos vencidos ou não utilizados e sobre as leis que regulamentam essas práticas.

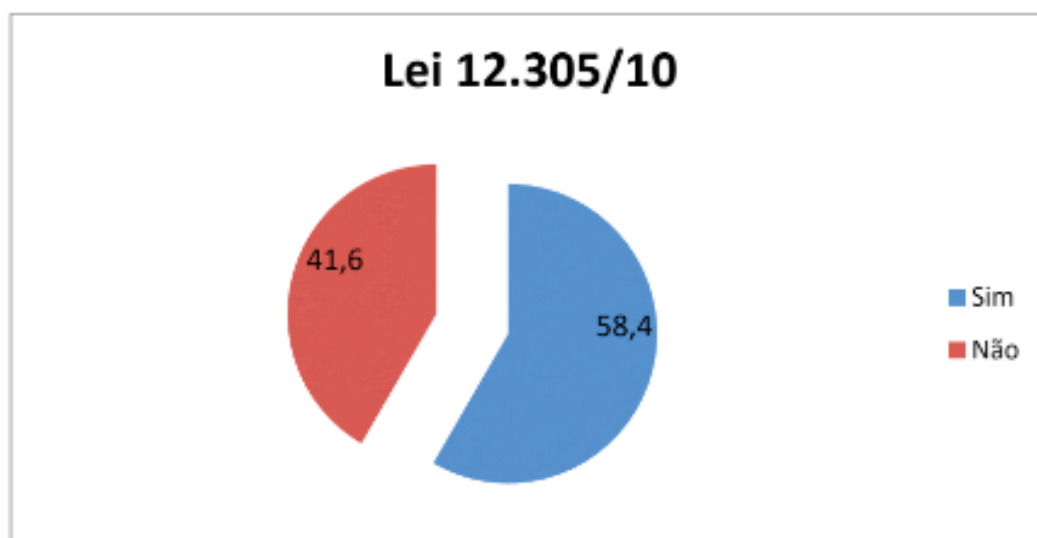


Gráfico 5: Conhecimento da Lei 12.305/10 e suas respectivas resoluções sobre resíduos classe B.

Fonte: Farmácias do Município de Pocinhos-PB.

Foi levantado o questionamento sobre “Qual o destino correto para descarte de medicamentos?” Constatamos que a maioria dos funcionários assinalou a alternativa n.d.a (nenhuma das anteriores), evidenciando que nenhuma das formas descritas nas alternativas estaria correta, houve também os que disseram ser o lixo comum, a rede de esgoto e a farmácia. Sabemos que a forma correta de descarte de medicamentos se daria através da coleta pelas farmácias, em seguida seriam encaminhadas aos laboratórios de origem ou empresas terceirizadas a fim de serem incineradas. Algumas empresas de distribuição, hospitais e farmácias não contam com um processo de fiscalização, muito menos possuem estrutura no que diz respeito às licenças, sendo necessário o apoio das prefeituras municipais para o tratamento correto dos resíduos, porém, ainda ocorrem falhas no processo. (Ueda et al., 2009,apud, FERON; STAUB E CONCEIÇÃO, 2015).

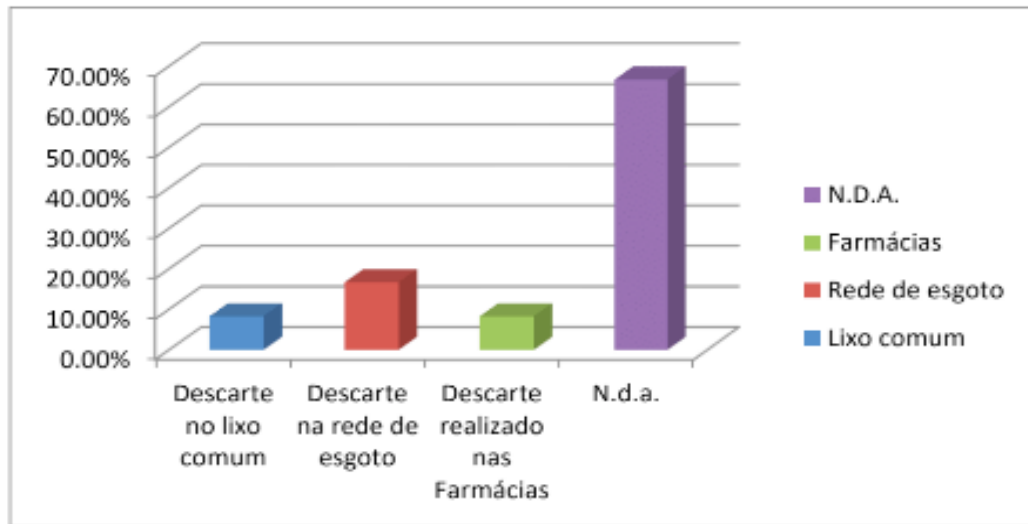


Gráfico 6: Destino correto para descarte de medicamentos.

Fonte: Farmácias do Município de Poções-PB.

A próxima questão feita foi “A farmácia recebe as medicações vencidas que foram adquiridas pela população”? A pesquisa evidenciou que as farmácias do município estudado não recebem as medicações vencidas que foram adquiridas pela população (100% dos funcionários assinalaram não). Sendo contrária a literatura abordada no que diz respeito às leis em vigor, e sendo favorável a literatura no que diz que não recebem estes medicamentos. Ainda há uma grande falha no sistema com relação à informação sobre a destinação e tratamento correto dos resíduos medicamentosos vencidos ou não utilizados. (ALVARENGA E NICOLETTI, 2011, apud, FERON; STAUB E CONCEIÇÃO, 2015). Para DAHER (2006), apud, COSTA (2013), a aplicação da logística reversa em uma empresa é um grande desafio do administrador, pois este tem que procurar as melhores formas para que esta realmente funcione dentro da empresa. Porém, conforme a Lei Estadual Paraibana nº 9.646 de 29 de dezembro de 2011, é especificado em seu artigo 2º, que drogarias, farmácias, incluindo as de manipulação, devem inserir pontos de coletas para medicamentos que foram vendidos e que se encontram vencidos ou inadequados para o consumo, e estes pontos devem sempre estar em um ponto de fácil percepção. É de obrigação do órgão Público Estadual, com idoneidade nas questões de meio ambiente e de saúde hospitalar, promover a incineração ou aterro sanitário especializado no recolhimento dos medicamentos que será descartado pela população (QUEIROZ, 2014). Conforme a ANVISA, através da Diretoria Colegiada RDC- Nº 44, de 17 de agosto de 2009:

“ART. 93. Ficam permitido as farmácias e drogarias participar de programa de coleta de medicamentos a serem descartados pela comunidade, com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente, considerando os princípios da biossegurança e empregar medidas técnicas, administrativas e normativas para prevenir acidentes, preservando a saúde pública e o meio ambiente.” (BRASIL, 2009).

Logo mais se questionou se a farmácia possui alguma política sobre descarte correto de medicamentos, onde “aparentemente” as farmácias possuem uma política sobre descarte de medicamentos. O déficit de gerenciamento adequado dos resíduos gerados no Brasil gera um cenário cada vez mais grave. Entre esses resíduos, destacam-se os resíduos de serviços de saúde, e este destaque não se dá pela quantidade gerada, mas sim, por seu potencial de risco à saúde humana e ao meio ambiente. (SOUZA et al., 2013).

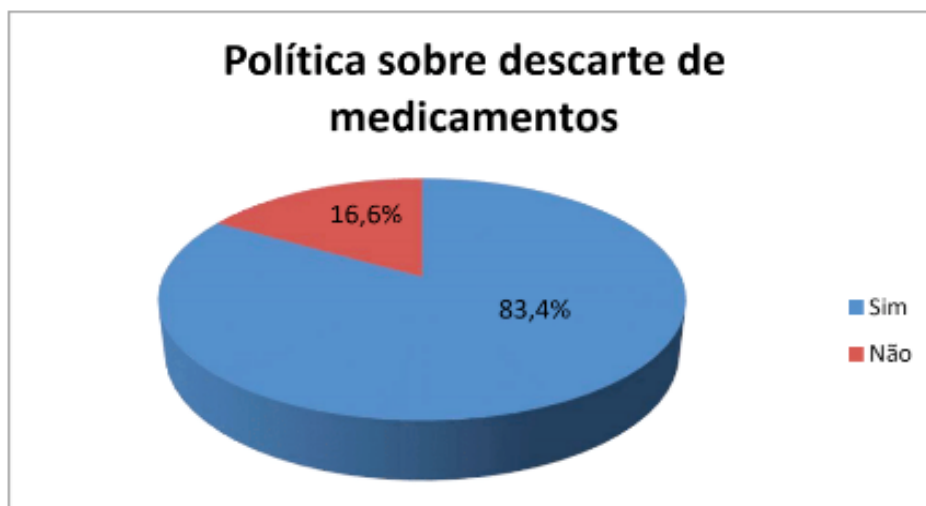


Gráfico 7: Política sobre descarte de medicamentos nas farmácias do município de Pocinhos-PB.

Fonte: Farmácias do Município de Pocinhos-PB.

Também foi questionado se a ANVISA faz algum tipo de cobrança ou fiscalização com relação ao descarte de medicamentos, onde se evidenciou que a ANVISA faz as devidas cobranças e fiscalizações com relação ao descarte de medicamentos. Indo de acordo com a literatura, onde as condutas do Ministério da Saúde (MS) no descarte de medicamentos são realizadas através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), cabendo à última a responsabilidade de promover a saúde populacional, assegurando a qualidade sanitária de produtos e serviços, através da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306. (FALQUETO, KLIGERMAN e ASSUMPÇÃO, apud, FERON; STAUB E CONCEIÇÃO, 2015).

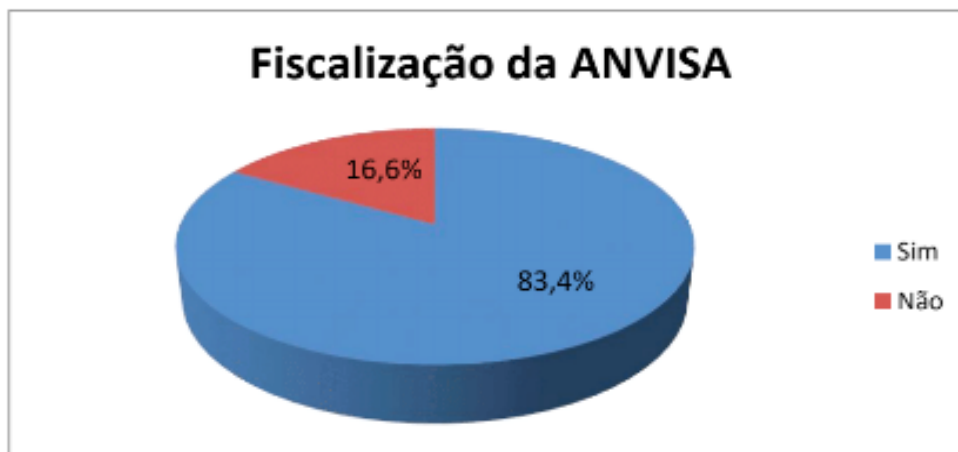


Gráfico 8: Fiscalização e cobrança por parte da ANVISA as farmácias, com relação ao descarte correto de medicamentos.

Fonte: Farmácias do Município de Pocinhos-PB.

Com relação à informação dada pela farmácia aos seus consumidores sobre pontos de coleta de medicamentos, ou a forma de destinação correta dos mesmos, constatamos também que a farmácia não informa a população sobre pontos de coleta de medicamentos ou a forma de destinação e descarte corretos dos mesmos a seus consumidores (Gráfico 5). Conforme o CFF, em sua resolução nº 386, de 12 de novembro de 2002, que discerne sobre as atividades dos farmacêuticos, nos âmbitos da assistência domiciliar em equipes multidisciplinares, consta em seu Art. 1º São atribuições do farmacêutico no exercício profissional na assistência domiciliar, atuando ou não em equipe multidisciplinar: (a) fornecer informações com relação ao uso, armazenamento, administração e descarte de medicamentos e correlativos, visando à promoção do uso racional de medicamentos. (BRASIL, 2002, *apud*, COSTA, 2013).

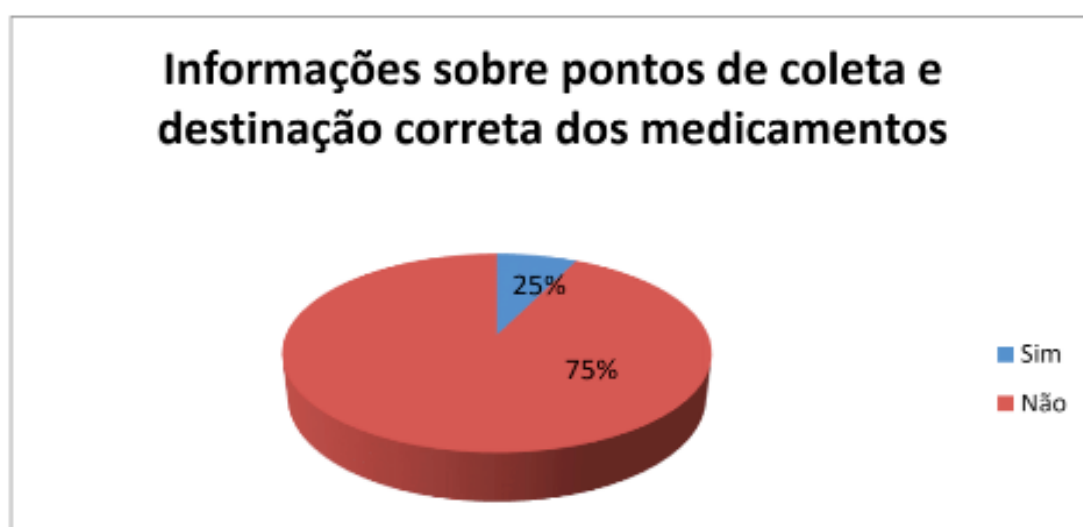


Gráfico 9: Informações dadas pela farmácia a seus consumidores sobre pontos de coleta de medicamentos ou a forma de destinação correta dos mesmos.

Fonte: Farmácias do Município de Pocinhos-PB.

Questionamos quem eram os profissionais responsáveis pela coleta e descarte de medicamentos, os funcionários responderam que era função de outros profissionais, e não de balconistas e farmacêuticos. Pelas Leis Nacionais as farmácias e distribuidores de medicamentos não estão obrigados a receberem os as sobras medicamentosas dos produtos que vendem, vencidos ou em desuso, ocorrendo como problemática maior o descarte incorreto destes medicamentos, porém vale salientar que as Leis Estaduais são aplicadas a farmácias e distribuidores desses estados que possuem Leis específicas sobre descarte de medicamentos por parte dos mesmos, além de que estes também são obrigados pela Lei Nacional a elaborarem o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS. Onde pelas Leis da logística reversa, os medicamentos devem ser coletados nas farmácias através de coletores que fiquem sempre visíveis, onde estes em seguida devem ser recolhidos pelos distribuidores ou empresas terceirizadas para que sejam encaminhados a incineração correta. (Costa, 2013).

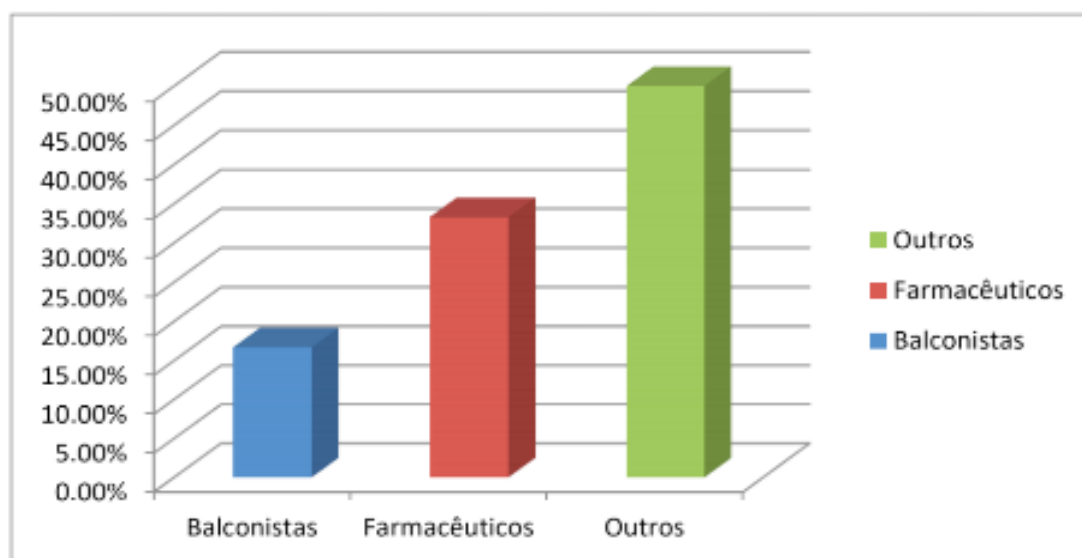


Gráfico 10: Profissionais responsáveis pela coleta e descarte de medicamentos.

Fonte: Farmácias do Município de Pocinhos-PB.

Por último questionamos se os funcionários sabiam o que é a Logística Reversa, onde 75% dos mesmos informaram não ter conhecimento sobre a mesma (Gráfico 6). Indo de acordo com a literatura, onde a maioria destes profissionais desconhece o sistema de Logística Reversa. Conforme a Lei 12.305/2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Logística reversa é tida como o instrumento de desenvolvimento econômico e social, definida como o conjunto de ações, métodos e meios que possibilitem a coleta e retorno dos resíduos sólidos ao setor empresarial, onde serão reaproveitados, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou que tenham outra destinação final ambientalmente adequada. (SOUZA, et al., 2013). Contudo, uma adequada implementação de uma operação de logística reversa, se dá primeiramente, pela consideração da legislação específica do setor em que se irá operar. Tornando-se

imprescindível o treinamento dos funcionários sobre as legislações vigentes. (LEITE, 2003; LACERDA, 2002, *apud*, BOER, FERNANDES, 2011). Sabe-se que inúmeros são os desafios para se implantar meios de gerenciamento de resíduos sólidos, o alto custo é um dos principais fatores que impedem a aplicação da Logística reversa, com tudo este é um custo necessário, em vista que a sociedade atual paga um preço muito maior e muitas vezes imensurável devido aos danos ambientais. (OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2017).

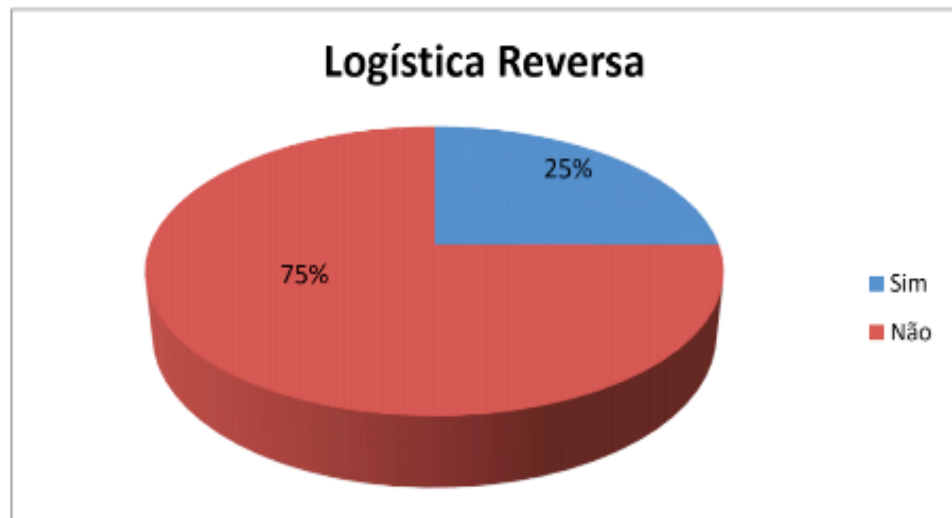


Gráfico 11: Conhecimento dos profissionais das farmácias sobre a Logística Reversa.

Fonte: Farmácias do Município de Pocinhos-PB.

6 | CONCLUSÕES

O estudo forneceu informações que responderam aos objetivos propostos, sendo seus resultados condizentes com a literatura estudada. O Brasil ainda possui um déficit de uma política de Logística Reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou desuso. Podemos perceber que há a necessidade de um treinamento com os profissionais das farmácias, a fim de esclarecer sobre as Leis da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PGRSS, enfocando na Lei 12.305/10 e seus respectivos incisos, além da Lei do Estado da Paraíba nº 9.646 de 29 de dezembro de 2011, visando fazer com que eles conheçam as leis de descarte de medicamentos, tanto no Âmbito Nacional como Estadual. Também se torna imprescindível que o Farmacêutico oriente os funcionários com relação à política de descarte de medicamentos própria da Farmácia.

Torna-se de suma importância que tracemos metas e tentemos montar o programa de logística reversa de medicamentos, com o objetivo de que os mesmos possuam uma destinação final correta, pois só assim ajudaremos a preservar a saúde pública e ambiental, amenizando os impactos que os resíduos destes fármacos acarretam ao ambiente e a população em geral.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. **Resolução – RDC/ANVISA nº 306, de 7 de dezembro de 2004**. 2004. Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/res_306.pdf>. Acesso em: 12 set. 2012.
- ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DA PARAÍBA. **Lei nº 9.646 de 29 de dezembro de 2011**. 2011. Disponível em: <http://sapl.al.pb.leg.br:8080/sapl/consultas/norma_juridica/norma_juridica_mostrar_proc?cod_norma=10263>. Acesso em: 02 nov. 2017.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 02 set. 2017.
- BRASIL. **ANVISA - Agencia Nacional de Vigilância Sanitária – RDC nº 44, de agosto de 2009**. 2009. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2009/pdf/180809_rdc_44.pdf> Acesso: 20 nov. 2017.
- BOER, Noemi; FERNANDES, Bruno de Oliveira. **Descarte de medicamentos: um modelo de logística reversa**. 2011. Disponível em: <<https://reciprocidade.emnuvens.com.br/rr/article/viewFile/67/65>>. Acesso em: 02 set. 2017.
- CHAVES, Antonio Marcos Maia. **Descarte de medicamentos e seus impactos socioambientais**. 2014. Disponível em: <<http://rei.biblioteca.ufpb.br/jspui/handle/123456789/595>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº358, de abril de 2005**. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>>. Acesso: 04 jan. 2018.
- CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA. **RESOLUÇÃO Nº 386, de 12 de novembro de 2002**. 2002. Disponível em: <<http://www.cff.org.br/userfiles/file/resolucoes/386.pdf>>. Acesso : 05 mai. 2017.
- COSTA, João Rogério de Almeida. **Logística Reversa De Medicamentos Domiciliares Vencidos Ou Em Desuso No Brasil**. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/RMP/article/view/506>>. Acesso em: 02 set. 2017.
- FERON, Gabriela; STAUB, Chayanne Paula Pavan; CONCEIÇÃO, Priscila Soraia da. Identificação de ações realizadas no descarte de fármacos no Município de Francisco Beltrão - PR. **In.: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2015. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/182>>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- GASPARINI, Joice do Carmo; GASPARINI, André Renah; FRIGIERI, Marina Carina. **Estudo do descarte de medicamentos e consciência ambiental no município de Catanduva-SP**. 2011. Disponível em: <<http://www.citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/viewFile/10/11>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- MEDEIROS, Marina Santos Garruti; MOREIRA, Larisse MF; LOPES, Cristiani CGO. Descarte de medicamentos: programas de recolhimento e novos desafios. **In.: Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 4, 2015. Disponível em: <http://serv-bib.fcfa.unesp.br/seer/index.php/Cien_Farm/article/viewArticle/2783>. Acesso em: 30 ago. 2017
- OLIVEIRA, Carlos Eduardo do Nascimento. **Avaliação dos riscos associados ao descarte inadequado de medicamentos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/12639>>. Acesso em: 17 ago. 2017.
- OLIVEIRA, Ivaneide Sousa; FIGUEIREDO, Giane L. Alves de Souza. O Gerenciamento de Resíduos Sólidos Hospitalares: Um estudo de caso no Hemocentro de Araguaína. **In.: Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 3, 2017. Disponível em: <<http://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/189>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

QUEIROZ, Camila Araújo. **Análise normativa sobre descarte de medicamentos no Brasil e a comparação com a Lei 5092/13 do Distrito Federal.** 2014. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/10348>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

RESENDE, et al. **Medicamentos Vencidos: Um Ponto Falho Da Assistência Farmacêutica, Segundo A População De Miracema, Rj.** 2014. Disponível em: <<http://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/90>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

SOUZA, Frank Pavan de, et al. Viabilidade da aplicação da logística reversa no gerenciamento dos Resíduos dos serviços de saúde: um estudo de caso no hospital X. **In.: Exatas & Engenharia**, v. 3, n. 06, 2013. Disponível em: <http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/exatas_e_engenharia/article/view/10>. Acesso em: 17 ago. 2017.

MAPEAMENTO DAS ÁREAS FAVORÁVEIS À INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELA DENSIDADE DE LINEAMENTO ESTRUTURAL

Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental
Aracaju - Sergipe

RESUMO: A Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Piracicaba comporta o seu sistema de drenagem natural em uma grande unidade geológica, os arenitos eólicos da Formação Piramboia, principal reservatório de águas subterrâneas do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo. A porosidade secundária dessa formação foi produzida por processos tectônicos, formando lineamentos estruturais, facilmente visíveis em produtos sensoriados remotamente, interpretados como sistemas de fraturamento. A infiltração de águas é condicionada pela porosidade primária e secundária formadas pela densidade de lineamento estrutural. Quanto maior a densidade, maior é a capacidade de infiltração de águas subterrâneas. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi gerar o mapa de áreas favoráveis à recarga do Aquífero Guarani pela densidade de lineamentos geológicos da Formação Piramboia na Sub-bacia do Baixo Piracicaba no Estado de São Paulo. Para tal, foi empregada a interpretação visual de imagem de satélite Landsat-8 e krigagem ordinária. Foram definidas as

seguintes classes de favorabilidade à recarga de águas subterrâneas: baixa; medianamente baixa; medianamente alta e alta. A relevância desse trabalho é subsidiar o gerenciamento das atividades de extração de água subterrânea para irrigação e minimização da contaminação decorrentes da monocultura da cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrologia. Sensoriamento Remoto. Lineamento Geológico.

ABSTRACT: The natural drainage system of the Sub-basin of the Low Piracicaba River is part of a large geological unit, the Piramboia Formation, the main reservoir of groundwater of the Guarani Aquifer in the State of São Paulo (Brazil). The secondary porosity and permeability of this formation were produced by tectonic processes and visible in satellite images by the geological lineaments, interpreted as fracture systems. The density of the lineaments indicates the capacity of infiltration of groundwater. In this context, the objective of this work was to generate the map of areas favorable to the recharge of the Guarani Aquifer by the density of geological lineament in the Sub-basin of the Low Piracicaba River. The methods used were the visual interpretation of Landsat-8 satellite image and ordinary kriging. The following classes of favorability were defined for groundwater recharge: low; moderately low; medium high and high. The following classes of potentiality were defined for infiltration

(recharge) of groundwater: low; moderately low; medium high and high. The relevance of this work was to subsidize the management of the activities of groundwater extraction for irrigation and minimization of the contamination resulting from the monoculture of sugarcane.

KEYWORDS: Hydrology. Remote sensing. Geological lineament.

1 | INTRODUÇÃO

A Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Piracicaba (SP), pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, em geral, é estudada juntamente com as Bacias dos Rios Capivari e Jundiáí (Figura 1), inseridas na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba, Capivari e Jundiáí (UGRHI PCJ) e são gerenciadas pelo seu respectivo Comitê.



Figura 1: Localização no Estado de São Paulo da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba, Capivari e Jundiáí.

Fonte: Modificado de SÃO PAULO (1999).

Esta unidade hidrográfica é o segundo pólo industrial do país e seu sistema geoeconômico é o mais dinâmico do Estado. Parte substancial dos recursos hídricos de superfície é transferida para o Sistema Cantareira que, atualmente, sofre a maior seca de sua história, desde o início dos anos de 1970.

A Sub-bacia do Baixo Piracicaba situa-se no centro-oeste paulista, delimitada pelos paralelos 22°15' a 22°45' de latitude Sul e pelos meridianos 47°45' a 48°30' de longitude Oeste. O Baixo Piracicaba inicia-se à jusante da confluência do rio Corumbataí e termina na confluência com o rio Tietê, e as principais vias de acesso são as rodovias estaduais SP-308, SP-304 e SP-191 (Figura 2).



Figura 2: Mapa de localização da área de estudo, suas principais rodovias, seus municípios e principais afluentes do rio Piracicaba.

A área de estudo apresenta-se heterogênea com relação aos aspectos tectônicos e processos superficiais, com regiões sujeitas a diferentes intensidades de processos erosivos e com trends regionais, principalmente, nas direções NE-SW e NW-SE, seguidos das direções N-S e E-W. Esse quadro define o modelo mais apropriado para entender a dinâmica da paisagem desta sub-bacia, que é tectono-erosivo. Aliada a esta dinâmica, ressaltasse os empreendimentos rurais relacionados à agricultura e à agroindústria também responsável pela evolução da paisagem. A estrutura produtiva da região está ligada à monocultura de cana-de-açúcar e estas unidades produtivas desenvolvem tecnologias e as agregam à produção, cuja mecanização encontra-se em processo de intensificação e otimização. Aliada à mecanização, o processo de irrigação é essencial para o processo produtivo. Por outro lado, a produção de cana-de-açúcar provoca a contaminação das águas superficiais e subterrâneas pelo excesso de adubos químicos, corretivos minerais, herbicidas e defensivos agrícolas.

Nesse contexto, o objetivo geral desse trabalho foi delimitar as áreas favoráveis à recarga das águas subterrâneas na Sub-bacia do Baixo Piracicaba (SP), na escala de 1:50.000, pela densidade de lineamentos geológicos, a partir da interpretação visual lógica e sistemática de imagem de satélite. Para atingir esse objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos: (i) elaboração de um Banco de Dado Georreferenciado (BDG) para armazenar, manipular, atualizar e visualizar as informações espaciais em uma plataforma única de dados geográficos; e (ii) aplicação das técnicas de krigagem ordinária, fatiamento por arco-íris e equalização histogrâmica para definir de modo automático as áreas de recarga do Aquífero Guarani na área de

estudo.

Este estudo visou suprir não somente os conhecimentos de interesse acadêmico sobre as estruturas geológicas dos arenitos da Formação Piramboia na área de estudo, mas principalmente subsidiar o melhor entendimento das características estruturais do aquífero, dados estes essenciais à sua adequada exploração. É importante ressaltar que o armazenamento de informações em uma base unificada de dados digitais georreferenciados permite a atualização constante dos dados, como por exemplo, a inserção de novos dados e/ou novas integrações de geoinformações, gerando outros produtos ou mapas temáticos.

2 | MATERIAL E MÉTODO

Existem vários métodos possíveis de se mapear as áreas favoráveis à recarga de águas subterrâneas. O método empregado nesse trabalho baseia nas ferramentas de Sensoriamento Remoto. O procedimento metodológico realizado foi definido devido à área ser recoberta praticamente pelos arenitos da Formação Piramboia, onde a porosidade e a permeabilidade, que são indicadores utilizados para determinar o aporte, o acúmulo e a dispersão de águas subterrâneas em terrenos sedimentares, podem ser consideradas as mesmas em toda a extensão da bacia. Além disso, o índice pluviométrico é também praticamente constante por toda a área de estudo, de acordo com Cavalli (1999). Ainda, os lineamentos geológicos distensivos definem as regiões de infiltração das águas, pois quanto maior a densidade desses lineamentos geológicos, maior é a infiltração das águas e conseqüente recarga dos aquíferos.

Para o desenvolvimento desse trabalho foram utilizadas as imagens orbitais do sensor/satélite OLI/Landsat-8 (Figura 3), disponível gratuitamente pelo *United State Geological Survey* (USGS); e a base cartográfica é composta pelas folhas topográficas, na escala 1:50.000, como segue: Dois Córregos, Brotas, Itirapina, Piracicaba, Capivari, Laras, São Pedro, Barra Bonita e Santa Maria da Serra. Os procedimentos operacionais foram realizados no programa gratuito de geoprocessamento SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

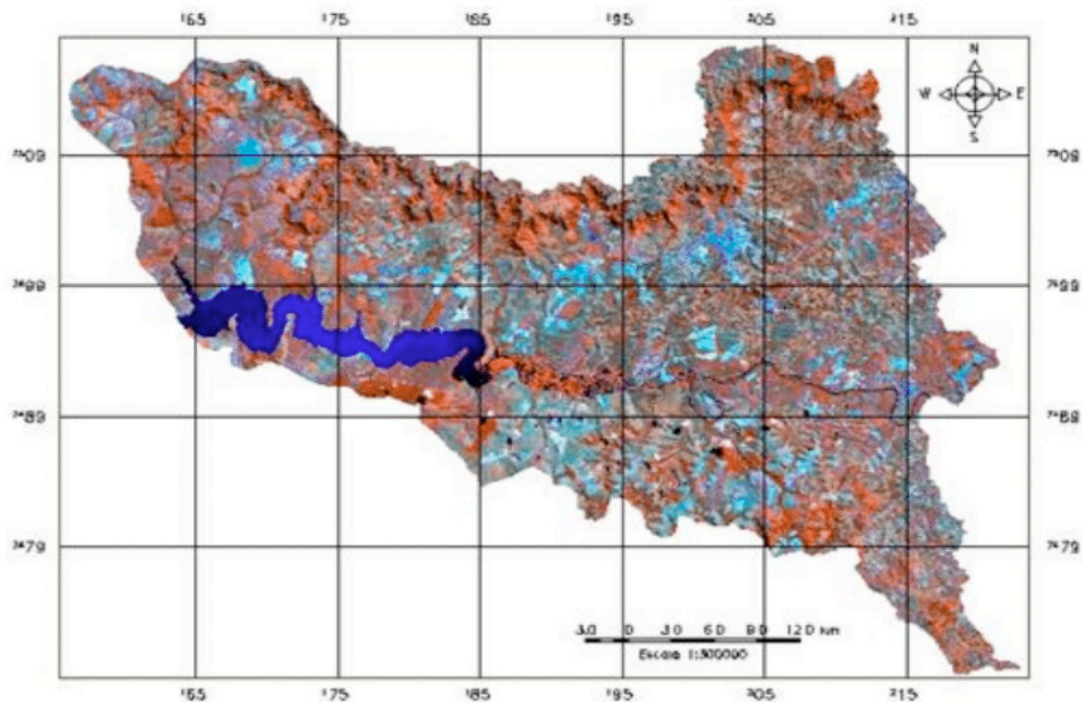


Figura 3: Composição colorida com realce linear do histograma 5R/6G/4B fusionada com a banda pancromática do sensor/satélite OLI-Landsat/8, mantendo a resolução multiespectral original com transformação da resolução espacial de 30m para 15m.

O primeiro procedimento foi a criação do Banco de Dado Georreferenciado (BDG), com projeção UTM/SIRGAS2000 com meridiano central 45° Oeste, obedecendo a oficialização do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). A escala adotada foi de 1:50.000, de acordo com a base cartográfica. A seguir foi inserida a base cartográfica diretamente para o BDG, especificamente a rede de drenagem, as isoípsas (com equidistância de 20 metros) e os pontos cotados, que se encontravam no formato digital (DXF) e realizados alguns ajustes de edição em algumas curvas de nível interrompidas e sem seus valores altimétricos. As imagens OLI-Landsat-8 foram importadas e armazenadas no SPRING e então, georreferenciadas para o sistema de coordenadas de referência definido anteriormente.

O próximo procedimento foi a extração dos lineamentos geológicos a partir do mapa de rede de drenagem e das imagens OLI/Landsat-8, de acordo com o método lógico e sistemático para imagens orbitais, metodologia desenvolvida por Veneziani e Anjos (1982). Esse método emprega as feições texturais de relevo e de drenagem proporcionada pelo par luz-sombra para definir as feições geológicas. Os elementos texturais utilizados foram os elementos de drenagem, considerando as principais direções dos canais de drenagens de primeira a quarta ordem como preconizado por Nascimento e Garcia (2005), hierarquizando os canais fluviais fortemente estruturados e pela repetição contínua dessa feição textural no mapa de rede de drenagem elaborado para este trabalho. O par luz-sombra par é realçado em imagens adquiridas com ângulo de elevação solar baixo, e como o imageamento do sensor OLI ocorre sempre no mesmo horário (aproximadamente 12:30h), as imagens obtidas no inverno são as mais adequadas.

A etapa de interpretação visual foi feita diretamente no monitor do computador e assim as rotinas computacionais possibilitaram a realização de processamentos digitais das imagens, descritos em Menezes e Tati (2012), antes da fotointerpretação, propriamente dita, como: manipulação histogrâmica, composição colorida e fusão de bandas. A manipulação histogrâmica é um procedimento de realce de contraste, visando melhorar a qualidade visual das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano. Não existe uma regra que melhor se aplique ao contraste, pois se subordina às características da imagem, ou seja, ao formato do seu histograma; como também à finalidade da pesquisa e à experiência do usuário.

É importante ressaltar que o aumento do contraste nas imagens não revela nenhuma informação nova daquela já contida na imagem original. Esse procedimento apresenta a mesma informação dos dados brutos, porém de uma forma mais clara ao usuário. O olho humano é mais sensível aos comprimentos de onda referentes ao verde e vermelho, e as bandas 5 e 6 apresentam maiores informações do que a banda 4 para a interpretação visual dos lineamentos.

Dessa forma, as composições coloridas utilizadas foram: 6R/5G/4B e 5R/6G/4B. Após a geração dessas composições, o próximo passo foi a transformação IHS (I – *Intensity* - intensidade ou brilho, H – *Hue* - cor ou matiz e S – *Saturation* - saturação ou pureza). Essa técnica visou substituir a componente I pela imagem pancromática. Aplica-se a transformação inversa, retornando ao sistema de cores RGB, e a imagem colorida, antes com 30m de resolução espacial passou a ter 15 metros e manteve a resolução espectral das três bandas multiespectrais OLI selecionadas.

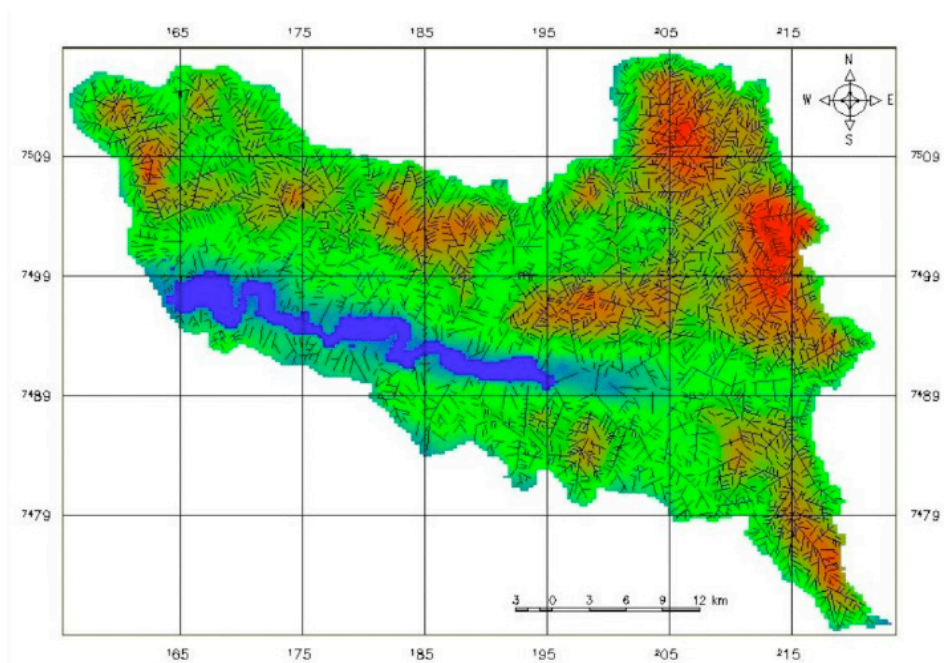
Esses processamentos aumentaram o brilho, o contraste, as feições lineares e a resolução geométrica das imagens, o que em muito facilitou a confecção do mapa vetorial de lineamento geológico. Terminado esse mapa, foi aplicado o método de krigagem ordinária, cujo interpolador, segundo Landim (2005), pondera os vizinhos do ponto a ser estimado, obedecendo aos critérios de não tendenciosidade. De acordo com Salviano (1996), antes da aplicação das ferramentas geoestatísticas, os dados devem ser analisados através de procedimentos de análise estatística descritiva, para visualizar o comportamento geral dos dados. Assim, as estatísticas univariadas fornecem um meio de organizar e sintetizar um conjunto de valores, que se realiza principalmente através do histograma, cujas características importantes de análise são as medidas de localização, de dispersão e de forma, de acordo com Costa Neto (1977).

A imagem gerada pela krigagem foi dividida em quatro classes com intervalos diferentes de acordo com a frequência de intensidades dos níveis de cinza, pelo fatiamento e pela posterior equalização do histograma. No SPRING, o fatiamento é feito de modo interativo, onde o usuário define o tipo de fatiamento e o número de fatias. O tipo de fatiamento escolhido foi o arco-íris, o qual segue a sequência do arco-íris, como o próprio nome já indica e o número de fatias foi quatro. A equalização histogrâmica é uma manipulação do histograma de forma que as classes ou fatias não

necessitam ter os mesmos intervalos, pois as mesmas são definidas pela frequência dos níveis de intensidade. Foi possível, assim, separar de forma objetiva quatro classes de densidade de lineamentos geológicos, definindo quatro classes de favorabilidade à recarga no aquífero ou de infiltração de águas subterrâneas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 4 representa a imagem de densidade de lineamento geológico interpolada pela krigagem ordinária, que indica a capacidade de maior ou menor capacidade da infiltração da água. As cores avermelhada-alaranjadas representam as áreas com maiores densidades de lineamento geológico e as cores azulada-esverdeadas, as áreas com menores densidades. É importante ressaltar que o processo de krigagem considerou duas propriedades importantes da porosidade secundária, o tamanho e a distância entre os lineamentos, interpretados como conjunto de juntas (fraturas e falhas). A espessura e o cruzamento das juntas, no entanto, não foram levadas em consideração, devido à limitação da rotina computacional empregada. Relembrando que essas quatro propriedades da porosidade secundária definem a eficiência da infiltração e percolação interna da água (permeabilidade).



Figuras 4: Imagem interpolada por krigagem ordinária da densidade de lineamento geológico com sobreposição dos lineamentos geológicos.

A figura 5 exibe as quatro classes de favorabilidade à recarga de água subterrânea na Sub-bacia do Baixo Piracicaba, após a aplicação das técnicas de fatiamento arco-íris, equalização do histograma e vetorização automática. No processo de vetorização, para que não ocorresse o “efeito escada”, típico dessa transformação, aplicou-se a suavização das linhas de contorno com o interpolador bicúbico. Estas quatro

classes possuem valor interpolado Z a partir dos lineamentos geológicos, o qual varia de 1.023 a 4.851. O valor Z, de acordo com a teoria das variáveis regionalizadas, assume diferentes valores em função da localização, que permite estimar valores não amostrados. Assim, a classe de baixa favorabilidade à recarga de água subterrânea possui valores de Z entre 1.023 e 2.446, a classe medianamente baixa, entre 2.446 e 3.201, a classe medianamente alta, entre 3.201 e 4.062 e por fim a classe de alta densidade de lineamento geológico, entre 4.062 e 4.851. Nesse sentido, conclui-se que o valor Z representa o número pixel de cada lineamento geológico para interpolar a área amostrada e gerar um mapa da distribuição para estimar regiões não amostradas.

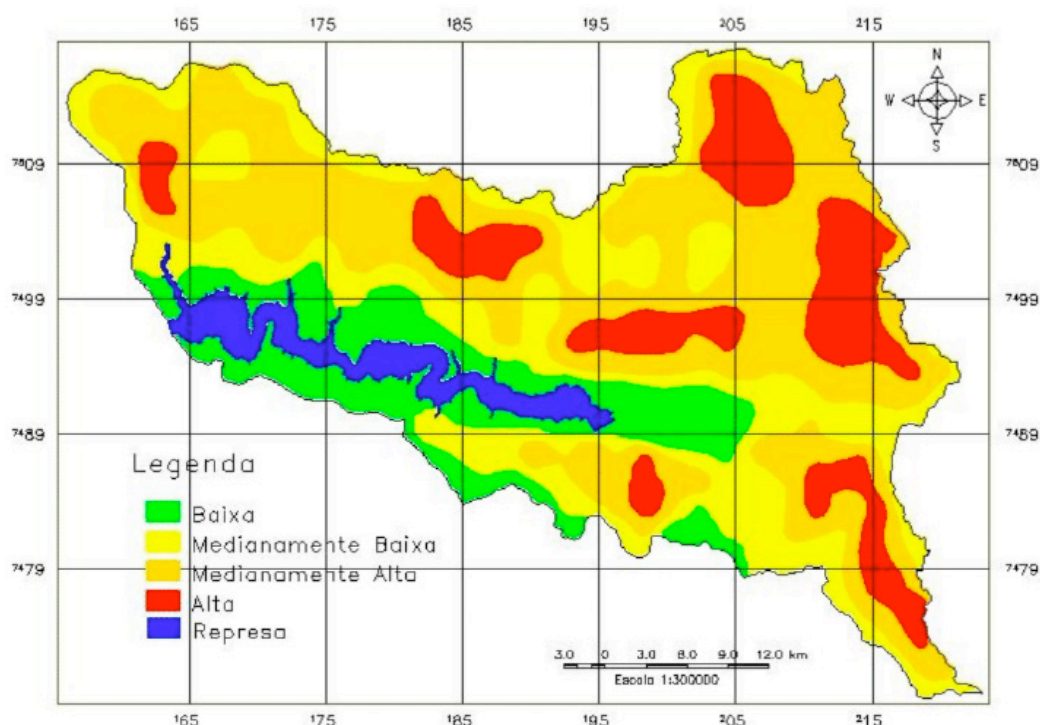


Figura 5: Mapa de favorabilidade à recarga de água subterrânea, após os processamentos de fatiamento, equalização do histograma e vetorização automática.

Sem levar em consideração a área da Represa de Barra Bonita, a área de estudo total possui 1.461 km², assim, a classe de alta favorabilidade à recarga de água subterrânea possui 224 km² (15%); as classes medianamente alta e medianamente baixa totalizam 627 km² (43%) e 401 km² (28%), respectivamente; e a classe de baixa favorabilidade à recarga de água subterrânea apresenta 209 km² (14%). Essa última classe está localizada em ambientes deposicionais de várzea no entorno da represa, constituída por uma cobertura de sedimentos silto-argilosos em uma matriz arenosa. Esses sedimentos preenchem o espaço intersticial dos depósitos aluvionares arenosos, diminuindo a permeabilidade das aluviões. A alta Capacidade de Troca Catiônica (CTC) dos argilominerais aumenta a capacidade de adsorver produtos químicos advindos da lixiviação dos solos agricultáveis à montante, contaminando esses depósitos aluvionares e os recursos hídricos superficiais (Represa de Barra Bonita e Rio Piracicaba) e subterrâneo (Aquífero Guarani).

4 | CONCLUSÕES

O método constitui uma abordagem eficiente no processo no mapeamento de áreas favoráveis à recarga de águas subterrâneas. Em uma escala regional, a identificação dessas áreas ganha uma representatividade maior, alcançando rapidez e minimizando custos. As classes favoráveis e moderadamente favoráveis à infiltração de água subterrânea (áreas de recarga) totalizaram 55% da área de estudo, correspondendo a 813 km² de uma área com 1.461 km² de superfície agricultável.

A possibilidade do emprego dessa técnica é indicada em terrenos sedimentares fissurados recobertos por praticamente uma litologia e em escala regional. Pois diferentes litologias apresentarão distintas porosidades primárias decorrentes do paleoambiente geológico e das paleocondições climáticas dominantes na época da formação das litologias, os quais influem na granulometria, esfericidade, maturidade e seleção dos sedimentos. As metodologias associadas às geotecnologias em hidrogeologia com integração de geoinformações estão sendo cada vez mais aprimoradas e diversificadas, tanto em ambientes geológicos contendo aquíferos livres, como aqueles possuindo aquíferos confinados, independente da porosidade e da permeabilidade serem granulares, fissurais, cársticas ou mistas.

O produto gerado é uma importante ferramenta técnico-gerencial de subsídio aos produtores de cana-de-açúcar da área de estudo para o investimento nas áreas favoráveis à prospecção de água subterrânea, haja vista que a estrutura produtiva da região depende da constante irrigação e reserva de água subterrânea. É importante lembrar da crise hídrica ocorrida nos últimos anos no Estado de São Paulo, o que torna imprescindível pesquisas nessa área visando estimular o gerenciamento adequados recursos hídricos subterrâneos.

Por outro lado, é um referencial também aos gestores ambientais, pois nas mesmas áreas em que ocorrem a infiltração de água, também ocorrem a contaminação do aquífero pelo excesso de adubos químicos, corretivos minerais, herbicidas e defensivos agrícolas empregados na produção de cana-de-açúcar. Relembrando que a área de estudo é utilizada há mais de três séculos pelas atividades agrícolas.

REFERÊNCIAS

CAVALLI, A. C. **Utilização de dados espectrais dos sensores TM/Landsat e AVHRR/NOAA-14 como indicadores de processos de degradação do solo.** 1999.153p.Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

COSTA NETO, P. L. Estatística. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 364p.

LANDIM, P.M.B. Sobre geoestatística e mapa. **Terra e Didática**, v.2, n.1, p.19-33, 2006.

NASCIMENTO, P. S. R., GARCIA, G. J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v. 25, n. 1, p. 231-241, 2005.

MENESES, P. R, ALMEIDA T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, 2012. 276p.

SALVIANO A. A. C. **Variabilidade de atributos do solo e de *Crotalaria juncea* em solo degradado do município de Piracicaba-SP**. 1999. 153p. Tese (Doutorado em Geociências) - Escola Superior de *Agricultura* "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Programa de investimentos para proteção e aproveitamento dos recursos hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. São Paulo, 1999. 76p.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982, 54p.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-251-7



9 788572 472517