

ACTA CIÊNCIAS AMBIENTAIS DO IFTM

VOLUME II

ORGANIZADORES

Cláudio Márcio de Castro

Joyce Silvestre de Sousa

Magda Stella de Melo Martins



ACTA CIÊNCIAS AMBIENTAIS DO IFTM

VOLUME II

ORGANIZADORES

Cláudio Márcio de Castro

Joyce Silvestre de Sousa

Magda Stella de Melo Martins





2022 - Editora Amplla

Copyright © Editora Amplla

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Amplla

Diagramação: Felipe José Barros Meneses

Acta Ciências Ambientais do IFTM – Volume II está licenciado sob CC BY 4.0.



Esta licença exige que as reutilizações deem crédito ao criador. Ele permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam o material em qualquer meio ou formato, mesmo para fins comerciais.

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Editora Amplla. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores. Todos os direitos para esta edição foram cedidos à Editora Amplla.

ISBN: 978-65-5381-042-6

DOI: 10.51859/amplla.aca426.1122-0

Editora Amplla

Campina Grande – PB – Brasil

contato@ampllaeditora.com.br

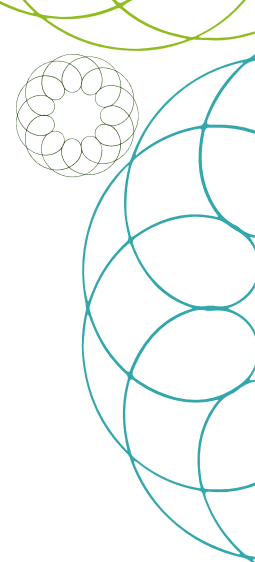
www.ampllaeditora.com.br



2022

CONSELHO EDITORIAL

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará
Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande
Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande
Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará
Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande
Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso
Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo
Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará
Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis
Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia
Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos
Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará
Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário
Luciana de Jesus Botelho Sodrê dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande
Marcelo Alves Pereira Eufrazio – Centro Universitário Unifacisa
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz



Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia
Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal do Amazonas
Mário César de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia
Michele Antunes – Universidade Feevale
Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia
Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos
Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras
Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande
Sabrynna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia
Silvana Carloto Andres – Universidade Federal de Santa Maria
Sílvia de Almeida Junior – Universidade de Franca
Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima
Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande



2022 - Editora Amplla

Copyright © Editora Amplla

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Amplla

Diagramação: Felipe José Barros Meneses

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Acta ciências ambientais do IFTM [livro eletrônico] /
organização Cláudio Márcio de Castro, Joyce Silvestre de
Sousa, Magda Stella de Melo Martins. -- Campina Grande :
Editora Amplla, 2022.

v. : 166 p.

Formato: PDF

ISBN: 978-65-88332-042-6

1. Meio ambiente. 2. Saneamento. 3. Resíduos sólidos.

I. Castro, Cláudio Márcio de. II. Sousa, Joyce Silvestre de.
III. Martins, Magda Stella de Melo. IV. Título.

CDD-363.7

Sueli Costa - Bibliotecária - CRB-8/5213

(SC Assessoria Editorial, SP, Brasil)

Índices para catálogo sistemático:

1. Meio ambiente Problemas ambientais 363.7

Editora Amplla

Campina Grande - PB - Brasil

contato@ampllaeditora.com.br

www.ampllaeditora.com.br



2022

PREFÁCIO

O Brasil, possui dimensões continentais e uma diversidade física, ecológica, econômica e cultural, que, se por um lado proporciona recursos para autonomia, por outro, apresenta desafios a serem superados cotidianamente, seja para o desenvolvimento econômico, social e/ou ambiental.

O saneamento básico é ponto de partida para uma melhoria do cenário da saúde pública. Ter acesso a abastecimento de água de qualidade, esgotamento sanitário canalizado e tratado para serem corretamente reconduzidos aos cursos d'água e não menos importante, os resíduos sólidos direcionados da forma correta, seja pela recirculação ou o tratamento e destinação final adequada, faz toda a diferença.

Entretanto, no cenário brasileiro, a universalização do saneamento básico ainda é um desafio. A elaboração dos Planos de Saneamento Básico, que estão previstos na Lei 11.445/2007 até hoje enfrentam barreira a transpor; seja pela composição de corpo técnico adequado, seja pela disponibilização de recursos, seja pela complexidade de adequar metodologias para um país continental como o nosso, que possui uma diversidade emblemática.

A busca de estratégias como estabelece a Lei 14026/2020, também chamada de Novo Marco do Saneamento Básico, que depois de 13 anos, inclui a participação direta do setor privado num serviço que até então era única e exclusivamente responsabilidade do Estado, mostra o grau de dificuldades para inserir um serviço universalizado num país da dimensão do Brasil.

Se por um lado, compete ao Poder Público organizar ações e programas para a implementação do mesmo, por outro, compete à academia sua parcela de colaboração através de direcionamentos que possam apresentar análises e soluções.

Foi com este intuito que o Curso de Pós-Graduação *Lato sensu* em Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro elaborou o livro *Acta Ciências Ambientais do IFTM – vol. II*. Este livro apresenta estudos voltados ao tema em questão, visando análises viáveis a tratamento adequado para os pilares do saneamento, com intuito de reduzir os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida de todos.

Tanto os organizadores, como os autores esperam contribuir para novas reflexões e perspectivas de sucesso visando a eficiência da sustentabilidade.

Desejo a todos uma agradável leitura,

Magda Stella de Melo Martins

Gestora ambiental
Doutora em Agronomia, programa Ciência do Solo.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DE DESCARTES DE AMOSTRAS EM LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS SEGUINDO PADRÕES DE LANÇAMENTO NA REDE PÚBLICA - NORMA T.187/6 (COPASA/MG)	8
CAPÍTULO II - GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS: CENÁRIO E PERSPECTIVAS.....	18
CAPÍTULO III - PROCESSOS EROSIVOS: ESTUDO DE CASO DAS TÉCNICAS ADOTAS NA FAZENDA AGRONELLI, PARA O REEQUILÍBRIO AMBIENTAL E CONTROLE DA EROSÃO	29
CAPÍTULO IV - MANEJO DOS DEJETOS DE BOVINOCULTURA A PARTIR DO EQUILÍBRIO DA RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO (C/N) DOS INSUMOS PARA A REALIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM	40
CAPÍTULO V - RELATÓRIO DE DADOS DO POÇO TUBULAR QUE ATENDE O SETOR DA AGROINDÚSTRIA DO IFTM CAMPUS UBERABA-MG.....	50
CAPÍTULO VI - CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM SHOPPING CENTER NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG	68
CAPÍTULO VII - POTENCIAL DE CODIGESTÃO PARA O BIODIGESTOR DO IFTM – CAMPUS UBERABA.....	83
CAPÍTULO VIII - ANÁLISE MULTICRITÉRIO COMO FERRAMENTA DE HIERARQUIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM IGARAPAVA - SP	100
CAPÍTULO IX - USO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA ALOCAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS-MG	115
CAPÍTULO X - PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE ACADÊMICA DO IFTM NO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS OCASIONADOS PELO DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS	131
CAPÍTULO XI - ADEQUAÇÃO AMBIENTAL: USO DE VÍDEO NO ENSINO	152

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DE DESCARTES DE AMOSTRAS EM LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS SEGUINDO PADRÕES DE LANÇAMENTO NA REDE PÚBLICA - NORMA T.187/6 (COPASA/MG)

EVALUATION OF EFFLUENT FROM SAMPLE DISPOSAL IN AN ENVIRONMENTAL ANALYSIS LABORATORY FOLLOWING STANDARDS OF RELEASE INTO THE PUBLIC NETWORK - NORM T.187/6 (COPASA/MG)

DOI: 10.51859/ampila.aca426.1122-1

Breno Ferreira Pessoa ¹
Amilton Diniz e Souza ²
Antônio Carlos Barreto ²

¹ Estudante do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professor do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

RESUMO

Os efluentes de laboratórios de análises ambientais, em seus estados físicos e volumes compatíveis com as atividades de rotina, são consequências dos processos empregados em cada unidade desses serviços. A adequação aos descartes e a destinação dos seus residuais refletem nos cuidados com a segurança, salubridade e qualidade dos seus resultados. Nota-se que nessas unidades laboratoriais, compreendidas em amostragens de composições variadas, torna-se cada vez mais comum o seu descarte bruto em redes públicas de esgotamento. Procedimentos dessa natureza podem comprometer a qualidade e o conceito no ambiente de negócios, implicando em aumento de custos com desconformidades e autuações. A realização deste trabalho pretendeu desenvolver as orientações fundamentais para compatibilizar as características dos descartes de amostras laboratoriais e a capacidade de recebimento da rede pública, tendo em vista a Norma Técnica T.187/6 da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG). Foram desenvolvidas orientações que podem resultar em melhores práticas da gestão das amostras de um laboratório de análises ambientais em Araxá-MG. O estudo demonstrou que é essencial conhecer a natureza desses efluentes e que são viáveis as condutas de adequá-los às normas de descarte. Foram indicados procedimentos de sistemas de equalização volumétrica, física e química para atender aos requisitos legais do descarte de efluentes em redes públicas.

Palavras-chave: descarte de amostra. laboratórios ambientais. rede coletora.

ABSTRACT

Effluents from environmental analysis laboratories, in their physical states and volumes compatible with routine activities, are inherent to the processes used in each unit of these services. The treatment and destination of its waste reflects in the care with the safety, health and quality of its results. It is noted that in these laboratory units, comprised of samples of varied compositions, their gross disposal in public sewage networks is becoming increasingly common. Procedures of this nature can compromise the quality and concept in the business environment, resulting in increased costs with non-compliance and fines. The accomplishment of this work intended to develop the fundamental guidelines to make compatible the characteristics of the disposal of laboratory samples and the reception capacity of the public network, in view of the Technical Standard T.187/6 of the Minas Gerais Sanitation Company (COPASA/MG). Guidelines were developed that may result in best practices in sample management at an environmental analysis laboratory in Araxá-MG. The study showed that it is essential to know the nature of these effluents and that the conducts of adapting them to the rules of disposal are viable. Procedures for volumetric, physical and chemical equalization systems were indicated to meet the legal requirements for the disposal of effluents in public networks.

Keywords: sample disposal. environmental laboratories. collector network.

1. INTRODUÇÃO


As ações do saneamento básico ainda não representam uma realidade para a maioria da população brasileira e também de empresas que atuam no setor. O tratamento dos efluentes e as obras de infraestrutura de redes de coleta indicam que ainda falta muito para a universalização dos serviços. Um diagnóstico do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS, 2018) mostra que pouco mais de 50% da população do país são atendidos por redes de esgotos e que o tratamento alcança apenas 46%. Em consequência disso, quantidade expressiva de efluente *in natura* chega aos corpos d'água, prejudicando os diversos usos dos recursos hídricos.

Para evitar os problemas relacionados à propagação de doenças e degradação do meio ambiente, os efluentes devem ser recolhidos pelas redes públicas e encaminhado a um sistema de tratamento, antes da sua disposição final. O tipo de tratamento a ser empregado depende de diversos fatores, como: características do efluente, expectativa da eficiência do sistema, legislação vigente, características do corpo receptor, disponibilidade de área e aspectos econômicos, sociais e operacionais.

Segundo Von Sperling (2005) o esgoto doméstico é composto por 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânico e inorgânico, suspensos e dissolvidos além de variedades de microrganismos. Assim, os sistemas de tratamento convencionais os seguintes níveis de tratamento: tratamento preliminar, para retirada de sólidos suspensos grosseiros; tratamento primário para remoção de sólidos suspensos sedimentava e redução de parte da matéria orgânica; tratamento secundário para remoção da matéria orgânica por processos biológicos; tratamento terciário, menos comum nas estações de tratamento, para remoção de nutrientes, organismos patogênicos, sólidos suspensos remanescentes e compostos específicos.

Coexistem preocupações com as medidas a serem adotadas para a preservação do meio ambiente e um cenário nacional de crise neste mesmo sentido, afetando diretamente os mais pobres e vulneráveis. Isso ocorre com o uso racional da água, descarte e a destinação correta dos resíduos sólidos e mais notadamente com o tratamento dos efluentes domésticos e industriais.

Nesse contexto, destaca-se que apenas 43% da população brasileira tem acesso a coleta e ao tratamento de esgoto (ATLASESGOTO), fator que reflete



diretamente na saúde pública. A população mais vulnerável fica igualmente mais exposta a doenças de veiculação hídrica e outras formas de contaminação por dejetos humanos e industriais.

Segundo FELDKIRCHER (2010) poucas cidades preocupam-se com a destinação dos efluentes gerados pela população. A mesma situação ocorre com empresas que expandem sua produção, gerando mais efluentes e resíduos. As preocupações mais presentes se voltam às atividades de laboratório de análises ambientais. Constam de amostragens coletadas para realização de análises em estações de tratamento de esgotos, lagoas de estabilização, efluentes de suinoculturas, além de outros ambientes potencialmente contaminantes. Após a realização das análises precisam ser descartadas em locais seguros e, na maioria das vezes, diretamente em redes públicas, prevendo minimamente a submissão a um tratamento preliminar. Esse nível de tratamento é o pressuposto para que ocorra o enquadramento nos valores de lançamentos sempre que solicitados pelas empresas responsáveis pelo tratamento de esgoto.

Entre os processos biológicos existem as lagoas de estabilização, os sistemas de lodos ativados, sistemas aeróbios e sistemas anaeróbios. Há outras modalidades de tratamento igualmente eficientes. Cada um apresenta uma variedade de opções, devendo ser avaliada para a melhor escolha de tratamento. Pode-se inclusive combinar mais de um desses processos para alcançar melhores resultados (ANA, 2017).

A legislação ambiental brasileira determina padrões e condições para que efluentes sejam lançados nas redes coletoras e corpos d'água. Isso porque cada efluente possui características químicas, físicas e biológicas próprias, que variam de acordo com o ramo de atividade da indústria e/ou empresa geradora e as matérias-primas utilizadas. Para se determinar o destino correto ao tratamento e a disposição final dos efluentes, a legislação ambiental exige que eles sejam analisados em laboratórios acreditados junto aos órgãos públicos competentes.

As análises necessárias para avaliação de efluentes, identificam as características de cada efluente, como pH, presença de metais, temperatura, entre outros, e suas condições de tratabilidade, indicando as técnicas de tratamento mais viáveis, além da precificação do serviço diante dos resultados de cada parâmetro. Essas características são avaliadas por meio de amostra coletada do efluente e enviadas a laboratórios acreditados.

O destino das amostras, depois de avaliadas nos ambientes laboratoriais, é o descarte em rede ou sistemas individuais. Como a maioria dos laboratórios de análises se localiza na área urbana, a rede pública é o corpo receptor habitual para esses lançamentos. Em cada localidade ou estado, dispõe-se de legislações específicas e padrões de lançamentos, amparados em normativas próprias.

O objetivo geral do trabalho compreende na adequação dos efluentes remanescentes de amostras de um laboratório localizado na Cidade de Araxá (MG) para alcançar o padrão de lançamento na rede pública. Pretendeu contribuir com as melhorias na gestão e nas boas práticas desses descartes. Recomenda também que sejam realizadas análises para a caracterização dessas amostras que serão descartadas na rede pública de esgotos do município. A partir daí, proceder às adequações dessas desconformidades e tornar adequadas aos padrões de lançamento estabelecidos em norma própria. Podendo contribuir dessa maneira com as exigências para atendimento a Norma Técnica 187/6 - Lançamento de Efluentes não Domésticos no Sistema de Esgotamento Sanitário da Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Deverá realizar análises de temperatura, DBO, DQO, pH, sólidos em suspensão totais, sólidos sedimentáveis, gorduras óleos e graxas totais e substâncias tensoativas (ATA).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O estudo envolveu um laboratório de análises ambientais situado na cidade de Araxá-MG. A rotina do estabelecimento consta do descarte de amostras, em rede pública, assim que são concluídos ensaios e análises a elas pertinentes. Durante o período das coletas de amostras descartadas foi feita a seleção de acordo com os parâmetros analisados pela Norma Técnica 187/6, compreendendo: temperatura, DBO, DQO, pH, sólidos em suspensão totais, sólidos sedimentáveis, gorduras óleos e graxas totais e substâncias tensoativas – ATA.

Os ensaios realizados para caracterização física do efluente gerado pelo descarte de amostras é muito importante. O parâmetro pH por exemplo representa uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade de água (SPERLING, 2005), e um pH baixo tem potencial corrosividade e agressividade nas tubulações e peças de abastecimento.

O parâmetro temperatura é monitorado pois grandes elevações da temperatura irá aumentar as taxas das reações físicas, químicas e biológicas em comparação com a faixa usual de temperatura (SPERLING, 2005).

Em uma empresa é muito importante a obtenção real da caracterização do efluente gerado uma vez que ocorre uma variabilidade muito grande do efluente gerado no decorrer do dia. Podemos enumerar alguns fatores que contribuem para essa variação como matéria-prima utilizada, condições dos equipamentos utilizados, forma de trabalho utilizada pela empresa, entre outros fatores. Através desses fatos sempre é necessário e bom avaliar as características reais do efluente gerado, realizando análises, medições e amostragens representativas dos efluentes gerados.

2.1. LEGISLAÇÃO E METODOLOGIA DE ANÁLISES


A legislação utilizada em Araxá-MG que estabelece os limites permitidos para lançamento na rede coletor é a Norma Técnica 187/6, que dispõe sobre o lançamento de efluentes não-domésticos no sistema de esgotamento sanitário da COPASA.

Os parâmetros foram analisados no próprio laboratório onde foram realizadas as coletas. O laboratório possui sistema de gestão possui sistema de gestão acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO (**Cgcre**), pela norma ABNT ISO/IEC 17025:2017. Estes são os requisitos para o atendimento à Norma Técnica 187/6 e as análises seguiram as referências do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition, 2017.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou que na caracterização do efluente, foi possível verificar que das 8 amostras coletadas, todas tiveram alguns dos parâmetros como o limite permitido não atendido conforme a Norma Técnica 187/6.

A seguir são apresentados os resultados das amostras coletas no período do mês de Janeiro a Abril de 2022 para demonstrar a caracterização das amostras coletadas.



De acordo com a metodologia utilizada foi possível avaliar no decorrer desses meses cerca de 8 amostras em períodos diferentes, obtendo a melhor noção das características gerais do efluente gerado pelo descarte das amostras em rede pública.

Tabela 1.1 – Resultados das análises das amostras e os limites de lançamento na rede pública.

Data da coleta	Temperatura da amostra	DBO	DQO	Óleos e graxas	Sólidos sedimentáveis	pH	Surfactantes	Sólidos suspensos totais
LP*	≤40°	N.L***	450**	150	20	6 a 10	5	300**
12/01/22	23°	199,25	451,69	27,6	5	1,73	6,48	112
12/02/22	22°	303,16	633,06	13,4	10	2,13	1,63	192
17/02/22	25°	542	785,58	10	6	2,27	0,74	126
24/02/22	23°	1.693,75	3.733,13	19.812,00	1	2,20	0,12	4.340,00
09/03/2022	26°	132,85	287,7	40,2	0,3	1,97	0,19	82
16/03/22	23°	460,48	962,08	23	2,1	2,20	18	60
01/04/22	22°	270,3	583,72	103	2	2,72	1,15	390
05/04/22	27°	231,44	523	38,6	2	2,02	0,21	162

(*) LP – Limite Permitido.

(**) Valores que são considerados para o cálculo do fato K de acordo com a Norma Técnica 187/6.

(***) N.P – Não possui limite.

Os resultados das análises realizadas foram apresentados na Tabela 1.1 juntamente com os limites permitidos (LP) da referida Norma Técnica 187/6.

Na tabela é possível verificar que alguns parâmetros ficaram acima do limite permitido pela Norma Técnica 187/6. Em todas as amostragens realizadas no período é possível evidenciar que o parâmetro pH ficou abaixo do limite permitido. É bom destacar que parâmetro pH realizado demonstra uma grande influência das amostras que são preservadas, dentre elas destacamos os parâmetros óleos e graxas e a DQO, pois de acordo com a norma de referência Standard Methods 23ª Edição é necessário que para esses ensaios no momento da amostragem esta amostra seja preservada com Ácido Sulfúrico até $\text{pH} \leq 2$, garantindo assim uma maior durabilidade e estabilidade da amostra até a realização do ensaio. Com este fato é possível demonstrar que o preservante dessas amostras influencia no parâmetro pH a ser realizado para o atendimento a norma técnica.

Nas amostragens realizadas nos dias 12/01/22 e 16/03/22 foram possíveis verificar os valores das análises de surfactantes acima do limite permitido.

Para o parâmetro de DQO nas amostragens dos dias 12/01, 12/02, 17/02, 24/02, 16/03, 01/04 e 05/04/22 o mesmo está acima do limite permitido, porém o limite estabelecido de 450 mg/L é utilizado para o cálculo do fator “k” (Fator de carga poluidora) juntamente com o ensaio de Sólidos Suspensos Totais. Nesta condição o fator “K” incidirá no cálculo da fatura mensal de esgoto da unidade usuária. Abaixo é encontra-se a Figura 1.1 em que demonstra como é realizado o cálculo quando os ensaios de DQO e Sólidos Suspensos Totais ultrapassam os limites permitidos.

No dia 24/02 houve o maior resultado em comparado com os demais dias nos ensaios realizados. Os parâmetros de DQO, Óleos e graxas, pH e Sólidos Suspensos totais ficaram acima do limite permitido pela norma técnica. Este fato foi ocasionado pelo descarte de uma amostra proveniente de caixa separadora de água e óleo no recipiente de 50 litros. Essa situação ocorre, pois, o laboratório analisa todo o tipo de efluente e locais onde possui caixas separadoras de água e óleo. É comum serem analisadas para verificar a eficiência de remoção de alguns ensaios. Este fato demonstra que deve ser olhado melhor para este tipo de amostra, uma vez que caso seja sugerida a montagem de um sistema de tratamento biológico, este tipo de amostra não seria adequado para determinados sistema de tratamento. Através do resultado apresentado neste dia para os parâmetros, seria utilizado o maior fator

de carga poluidora “k” existente na Figura 1.1 para incidir no cálculo da fatura mensal de esgoto da unidade usuária.

Figura 1.1 – Fator de carga poluidora “k” – Norma Técnica 187/6

SST mg/L DQO mg/L	≤ 300	301 a 354	355 a 425	426 a 555	556 a 720	721 a 1032	1033 a 1770	1771 a 4000
≤ 450	1,00	1,02	1,05	1,11	1,20	1,35	1,66	2,55
451 a 591	1,03	1,05	1,08	1,14	1,23	1,38	1,69	2,58
592 a 765	1,10	1,11	1,15	1,21	1,30	1,44	1,76	2,65
766 a 1040	1,19	1,21	1,25	1,31	1,39	1,54	1,85	2,74
1041 a 1430	1,33	1,35	1,39	1,45	1,53	1,68	1,99	2,88
1431 a 2000	1,53	1,55	1,59	1,65	1,74	1,88	2,19	3,09
2001 a 3360	1,94	1,96	2,00	2,06	2,14	2,29	2,60	3,49
3361 a 7000	3,00	3,01	3,11	3,11	3,20	3,34	3,66	4,55

Fonte: Norma Técnica 187/6 – COPASA-MG

Conforme é definido no item 4.15 da referida Norma Técnica 187/6 os efluentes líquidos que apresentarem parâmetros fora do limite estabelecidos nessa Norma, deverão ser pré-tratados pelo usuário, antes de serem lançados no sistema de esgotamento sanitário. Com base nos resultados apresentados, foi evidenciado que em todas as amostras analisadas obtiveram-se resultados fora do limite estabelecido, reforçando que independente do parâmetro analisado o laboratório avaliado deverá realizar um pré-tratamento desse efluente antes da realização do descarte. Caso o laboratório persista em lançar o efluente com parâmetro acima do limite permitido, o mesmo está passível a sofrer notificações e multas pela concessionária de água e esgoto do município.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado essa oportunidade de poder estar realizando a minha primeira pós-graduação e na área que sempre desejei.

A minha esposa Joyce e meu filho Vinícius pelo apoio, compreensão e amor incondicional em todos os momentos.

Ao meu tutor Dr. Amilton Diniz que não mediu esforços na ajuda para elaboração do meu trabalho e das experiências trocadas ao longo desse trabalho.

A todos os meus colegas de trabalho que de uma forma ou de outra me ajudaram na realização do meu trabalho.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Disponível em <http://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 01 nov.2021.

ATLASESGOTOS. Disponível em <http://atlasesgotos.ana.gov.br>. Acesso em: 01 nov.2021.

FELDKIRCHER, Tiago. **Avaliação de um sistema de tratamento de efluentes de laboratório de análises físico-químicas e microbiológicas**. UNIVATES. Lajeado, 2010.

Norma Técnica T.187/6 - **Norma Técnica T.187/6 – Lançamento de Efluentes não Domésticos no Sistema de Esgotamento Sanitário da Companhia de Saneamento de Minas Gerais** – COPASA MG, 2018.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: 01 nov.2021.

SPERLING, Marcos von. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: DESA – UFMG, 2001.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: DESA – UFMG, 2005.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition – 15 junho 2017.

CAPÍTULO II

GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS: CENÁRIO E PERSPECTIVAS

MANAGEMENT OF CONTAMINATED AREAS: SCENARIO AND PERSPECTIVES

DOI: 10.51859/ampla.aca426.1122-2

Rodrigo Jun Araki Higashi ¹
Cláudio Márcio de Castro ²
Daniel Pena Pereira ²

¹ Estudante do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professor do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na Área Ambiental. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

RESUMO

A geração e descarte de resíduos é um dos principais problemas existentes na sociedade atual, com grande influência da forma como esse assunto era tratado no passado. O descarte de resíduos em lugares inapropriados e sem tratamento era uma prática comum, culminando em áreas contaminadas que podem gerar riscos à saúde humana e demandar medidas de intervenção. Diante deste cenário, o Brasil vem se desenvolvendo no setor de gerenciamento de áreas contaminadas, seja pela criação de políticas públicas sobre o tema, assim como no crescimento dos atores envolvidos, como órgãos públicos e o setor privado. O presente estudo tem como objetivo apresentar o cenário atual desse setor no Brasil, assim como explicar sobre suas perspectivas de desenvolvimento, abordando novas políticas públicas e um projeto pioneiro para o ramo.

Palavras-chave: Meio Ambiente. Áreas contaminadas. Gerenciamento.

ABSTRACT

The generation and disposal of waste is one of the main problems in today's society, with a great influence on the way this subject was in the past. The disposal of waste in inappropriate and untreated places was a common practice, culminating in contaminated areas that can generate risks to human health and require intervention measures. Given this scenario, Brazil has been developing in the sector of management of contaminated areas, either through the creation of public policies on the subject, as well as through the growth of the actors involved, such as public agencies and the private sector. The present study aims to present the current scenario of this sector in Brazil, as well as explain its development perspectives, approaching new public policies and a pioneering project for the branch.

Keywords: Environment. Contaminated areas. Management.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da humanidade está atrelado diretamente à geração e descarte de resíduos desde os seus tempos primórdios, porém a conscientização dos danos causados por esse processo tem sido tratada com maior atenção em um passado recente, no início da década de 1970 (LEPSCH, 2011). Especificamente, o descarte de resíduos e efluentes no solo associados a cenários de contaminação passaram a ser regulamentados a partir da década de 1980 nos Estados Unidos, que tratava sobre a qualidade do solo (BRITO & VASCONCELOS, 2012).

Dentro do cenário do Brasil, a defesa do solo e dos recursos naturais, assim como a proteção do meio ambiente e controle da poluição são atribuições conferidas à União, são realizados conforme constam na constituição brasileira de 1988. A partir dessas premissas, foram elaborados alguns mecanismos para que o Estado pudesse desenvolver políticas públicas destinadas ao controle ambiental, sendo uma delas o Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC). O GAC, proposto inicialmente em 1999 pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), consiste em estudos que visam o processo de identificação e reabilitação de áreas contaminadas, assim como a desativação e reutilização de áreas que abrigam ou abrigaram atividades com potencial de contaminação (CETESB, 2021), como os lixões, por exemplo.

A adoção de medidas para identificação de reabilitação de áreas contaminadas tem relação direta com a definição das medidas cabíveis para que o uso e ocupação de solo seja feito de forma segura pela sociedade, assim como auxilia no processo de conscientização e na execução de boas práticas de destinação de resíduos e preservação do meio ambiente. Por constituir uma área de estudo recente, novas políticas públicas e projetos estão desenvolvendo visando o progresso dos trabalhos associados à cadeia de GAC. Logo, o objetivo deste trabalho é a realização de um levantamento de temas que pautam alguns direcionamentos que o setor do GAC tem seguido nos últimos anos por meio de uma revisão bibliográfica para auxiliar na elucidação das perspectivas do setor.

2. OBJETIVOS

A apresentação do cenário e das perspectivas do GAC neste projeto visa levantar aspectos dos novos rumos do ramo, uma vez que ele se encontra em

constante desenvolvimento. Assim, a partir da apresentação dos resultados obtidos almeja-se contribuir com a disseminação da informação, promovendo a divulgação técnica para profissionais do setor e correlatos, e fomentar discussões a respeito de novos horizontes de estudo.

3. JUSTIFICATIVA

Frente à industrialização e urbanização que ocorre no país e a inerente exploração do meio ambiente para fomentar esse avanço, cresce a necessidade de mecanismos de controles ambientais destinados à proteção da qualidade dos recursos naturais e à preservação da saúde humana. Consta no artigo 24 da Constituição Brasileira que compete à União a defesa do solo e dos recursos naturais, assim como a proteção do meio ambiente e controle da poluição.

De acordo com Faria (2015), o desempenho ambiental vem piorando de 2007 a 2011: o uso de recursos renováveis caiu de 41 % para 22 %; intensificou-se o uso de recursos não renováveis em uma taxa de 43%; a carga ambiental subiu de 3,5 para 1,5 e o índice de sustentabilidade passou de 4,6 para 2,2. Logo, vê-se uma tendência global de uso mais consciente dos recursos naturais apoiado no tripé da sustentabilidade econômica, social e ambiental.


4. METODOLOGIA

O procedimento metodológico a ser adotado neste projeto seguiu preceitos exploratórios, por meio de pesquisa bibliográfica de materiais publicados de fontes científicas confiáveis, coleta e análise dos dados. Para o levantamento bibliográfico, foram realizadas buscas em plataformas de pesquisa acadêmicas e órgãos públicos com os termos “gerenciamento de áreas contaminadas”, “passivo ambiental” e “contaminação em meios físicos” em diferentes períodos. Posteriormente foi realizada a análise dos artigos originais, revisões e capítulos de livro mais recentes para apresentação de conceitos atualizados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CENÁRIO

A situação das áreas contaminadas no Brasil atualmente está diretamente relacionada ao processo de desenvolvimento industrial e suas consequências,



associado principalmente à contaminação do meio ambiente por substâncias nocivas. Segundo Canario & Bettine (2020), os resíduos inicialmente eram descartadores sem qualquer tipo de tratamento, em locais economicamente convenientes ou ecossistemas intactos, uma vez que aspectos econômicos e redução de custos norteavam as decisões relativos ao tema.

De acordo com Cetesb (1999), por muitos anos o solo foi utilizado como um receptor ilimitado de substâncias contaminantes, por considerarem ter um “poder tampão e potencial de autodepuração”. Segundo Moura & Filho (2015), o GAC no Brasil começou a ser praticado na região sudeste pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), que por muitos anos desenvolveu seus trabalhos com base no modelo holandês, com apoio da GTZ (Agência de Cooperação Alemã).

Magalhães (2000) traz um estudo a respeito da comparação entre aspectos do GAC nos Estados Unidos, Canadá e alguns países da Europa com o Brasil. O resultado foi que no final da década de 1990 havia uma diferença significativa, uma vez que faltava uma legislação específica no país, de valores de referência para o solo, de registros oficiais de áreas contaminadas e de um fundo para a remediação de áreas órfãs.

Atualmente a principal normativa que existe no Brasil a respeito do GAC é a Resolução nº 420/2009 do Conselho de Meio Ambiente (Conama), com abrangência nacional. A nível estadual há algumas normativas de referência, como a Lei nº 13.577/2009 (São Paulo), a Deliberação Normativa Conjunta COPA/CERH nº 02/2010 (Minas Gerais) e a Resolução CONEMA nº 44/2012 (Rio de Janeiro).

A Tabela 2.1 traz a representação da classificação dos estados em relação ao nível de GAC (MOURA & FILHO, 2015). Pelos dados apresentados na Tabela 2.1 é possível observar que, embora as regiões sudeste e sul possuam uma estrutura organizacional que provém um melhor nível para o GAC, as regiões norte, nordeste e centro-oeste têm piores condições para executar trabalhos de gerenciamento de áreas contaminadas. Esse panorama reforça a necessidade de uma modernização na estrutura dos órgãos públicos para que o nível de controle ambiental no âmbito do GAC seja melhorado fora do eixo Sudeste-Sul, assim como normativas mais atualizadas a nível federal.


Tabela 2.1 – Nível de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Brasil

Estado	Nível de gerenciamento de áreas contaminadas
Região Sul	
Paraná	Médio
Rio Grande do Sul	Médio
Santa Catarina	Médio
Região Sudeste	
Espírito Santo	Baixo
Minas Gerais	Alto
Rio de Janeiro	Alto
São Paulo	Alto
Região Norte	
Acre	Baixo
Amazonas	Baixo
Amapá	Baixo
Pará	Baixo
Rondônia	Baixo
Roraima	Baixo
Tocantins	Baixo
Região Nordeste	
Alagoas	Baixo
Bahia	Baixo
Ceará	Baixo
Maranhão	Baixo
Paraíba	Baixo
Pernambuco	Baixo
Piauí	Baixo
Rio Grande do Norte	Baixo
Sergipe	Baixo
Região Centro – Oeste	
Distrito Federal	Baixo
Mato Grosso	Baixo
Mato Grosso do Sul	Baixo
Goiás	Baixo

Fonte: Moura & Filho (2015).

5.2. PERSPECTIVAS

Em 2020 é apresentado o Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas (PNRAC) pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). O PNRAC apresenta dados e diretrizes que visam principalmente a melhoria da gestão de áreas contaminadas no Brasil por meio da implementação de políticas públicas mais efetivas e a geração de resultados concretos para a sociedade (BRASIL, 2020). Em seu conteúdo são apresentados dados relativos ao cenário nacional da gestão de




áreas contaminadas no Brasil, no qual é observado que a quantidade de dados apresentados está diretamente relacionada ao nível de geração de informações em cada estado. Esse fato é reforçado pois nem todos os órgãos competentes ao tema possuem o mesmo nível de investimento e corpo técnico para realizar a gestão de modo igualitário. O PNRAC se baseia em três eixos principais para a melhoria do GAC: pessoas, processos e tecnologias.

No âmbito das pessoas, o programa busca aumentar a capacitação dos profissionais que trabalham em órgãos ambientais, de modo que a gestão dos processos relacionados ao gerenciamento de áreas contaminadas seja realizada de forma mais qualificada. Os processos se referem à melhoria e otimização dos fluxos de trabalho sobre o tema, como dar andamento às etapas necessárias para a realização de uma atualização normativa a respeito de temas que demandem uma revisão dos termos vigentes. As tecnologias são abordadas como a vertente relacionada aos processos de remediação e recuperação de áreas degradadas, setor que está continuamente em desenvolvimento e que deve acompanhar tendências que surgem em nível global. Esse eixo tecnológico também trata da forma com que os dados gerados em processos relacionados a áreas contaminadas são utilizados, de forma que eles devem ser processados de maneira a subsidiar decisões e auxiliar na implementação de políticas públicas.

A respeito dos pontos apresentados no programa, é possível observar que há um desejo por parte do MMA em gerar mais discussões e trazer mais investimentos para o setor, uma vez que as consequências à saúde pública causada por áreas contaminadas estão cada vez mais explícitas. Como principal contribuição ao tema, é possível verificar que são estabelecidas metas para a implementação de novas ações, sendo apresentadas orientações objetivas no âmbito da responsabilidade, de prazos, geração de indicadores, entre outros pontos que podem ser importantes para o desenvolvimento de novas políticas públicas.

Outro tema relevante ao assunto é o Projeto de Lei (PL) nº 2.732/2011 do deputado federal Arnaldo Jardim, que busca estabelecer medidas para prevenir a contaminação do solo. Propõe também a criação da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) sobre Substâncias Perigosas e o fundo Nacional para a Descontaminação de Áreas Órfãs Contaminadas. Em seu conteúdo são apresentadas atualizações do processo de GAC, como a atualização de normativas a respeito de algumas etapas de investigação, a criação de um tributo a ser incidido sobre a



utilização de produtos perigoso e a formação de um fundo para a descontaminação de áreas órfãs. No entanto, desde sua criação, alguns temas tratados na PL se tornaram obsoletos, uma vez que atualmente órgãos de referência nacional e internacional utilizam novas ferramentas que não tinham sido desenvolvidas à época.

Em novembro de 2021, foi aprovado um texto substitutivo ao PL nº 2.732/2011 do deputado federal José Medeiros, que busca criar uma lei nacional sobre o assunto. Este texto substitutivo se fortalece pelo fato que hoje o Brasil não possui um sistema integrado de gestão de áreas contaminadas e que gera dificuldade para a gestão das informações e a prevenção de novas contaminações e acidentes. Neste texto substitutivo são apresentados, entre outros temas, a inclusão de valores de referência de prevenção e controle das funções do solo com base em características edafológicas regionais e a respectiva competência aos estados para tal ação, o repasse a responsabilidade pela reabilitação de áreas órfãs contaminadas para o governo federal, além da proposição de medidas indutoras e linhas de financiamento e diferenciação tributárias para atividades interessadas em assumir o GAC.

A tramitação do PL nº 2.732/2011 e seu substitutivo traz o aspecto jurídico necessário para que o GAC tenha a devida abrangência a nível federal, uma vez que a falta de normativas atualizadas impede que o tema seja abordado com maior contundência em diversos estados do Brasil.

Outra tendência que se apresenta é a sistematização em grande escala de dados gerados em processos associados ao GAC. Dessa forma seriam criados bancos de dados integrados que poderiam auxiliar na análise crítica e na tomada de decisões ao fornecer informações sob um aspecto macro de um determinado tema. O grupo Sistema de Dados Ambientais, composto por profissionais do setor e idealizado pelo Engº. Rodrigo Cunha, desenvolve esse tema por meio de um projeto que visa verificar um indicador para atenuação de vapores intrusivos para o ar ambiente a partir do tratamento de dados (RIYIS, 2021). Esse experimento foi realizado com base no procedimento executado pelo órgão ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2012).

Este experimento realizado pelo grupo Sistema de Dados Ambientais tinha como objetivo a apresentação de um projeto piloto para a sistematização e tratamento de dados em grande escala, uma vez que estudos relativos ao GAC são

geralmente delimitados na escala de unidades industriais. A escolha de um indicador para atenuação de vapores intrusivos para o ar ambiente foi baseada, entre outros fatores, por ser um tema que envolve o levantamento de diversos dados no contexto brasileiro para que possibilite a adoção de padrões regionalizados, visto que atualmente são utilizados padrões internacionais.

O trabalho do grupo Sistema de Dados Ambientais é significativo para o setor por ser um projeto pioneiro para o GAC no Brasil, uma vez que esse tratamento sistemático e em grande escala é uma ferramenta útil para a tomada de decisões por parte de órgãos públicos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação do Gerenciamento de Áreas Contaminadas do Brasil se mostra ainda com necessidades que envolvem a melhoria de diversos pontos da cadeia de trabalho do setor, mas que tem como principal problema a desigualdade no nível de controle ambiental em diferentes regiões do país. Sob esse aspecto, há uma vertente de evolução, visto que o Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas (PNRAC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) busca promover diversas pautas a nível federal para desenvolver o setor.

O estabelecimento de metas no PNRAC auxiliará órgãos ambientais e o setor privado a estipular projeções para o futuro, uma vez que as medidas apresentadas no programa podem ser eficientes. A melhoria na capacitação dos profissionais do meio, o aumento no rigor técnico na avaliação de processos e revisão de textos normativos podem ser pilares importantes para que o crescimento do setor ocorra de modo estruturado e que consiga atrair cada vez mais profissionais qualificados do mercado de trabalho.

No âmbito jurídico, o avanço do Projeto de Lei nº 2.732/2011 na esfera judiciária também indica que o tema está sendo tratado com o devido rigor e análise crítica necessários para revisar as diretrizes que podem se tornar um referencial nacional para o GAC. Esse aspecto é de vital importância para destacar a evolução do setor no âmbito governamental, visto que em há alguns anos atrás o tema era marginalizado e sem o devido reconhecimento.

Em termos tecnológicos, o desenvolvimento de projetos como do grupo Sistema de Dados Ambientais indicam que o setor é formado por profissionais

altamente capacitados que podem realizar grandes avanços para trabalhos da cadeia do GAC, assim como exemplifica os vários pontos de melhoria que podem ser encontrados e que podem ser desenvolvidos para fomentar o mercado do setor.

Assim, é possível ver avanços em diferentes frentes para o setor, construindo um cenário que se mostra promissor, embora ainda existam inúmeras áreas contaminadas no Brasil que ainda dependem de avanços para que sejam diagnosticadas.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os professores que me ajudaram ao longo dos momentos difíceis. A instituição de ensino propôs vários trabalhos acadêmicos ao longo do caminho, e sem o apoio desses professores a realização desses trabalhos seria impossível. Agradeço principalmente ao professor Cláudio e Daniel por todos os momentos de apoio que me deram.

Um agradecimento à universidade que proporcionou o contato com pessoas tão inspiradoras.

Agradeço a Deus e minha família, pois sem eles eu nada seria.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 420**, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF, dez 2009. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 30 mai.2022

BRASIL. **Projeto de Lei nº 2732**, de 17 de novembro de 2011. Estabelece diretrizes para a prevenção da contaminação do solo, cria a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico sobre Substâncias Perigosas e o Fundo Nacional para a Descontaminação de Áreas Órfãs Contaminadas e altera art. 8º da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node010chubzj1smluilw3uv7x4a3k7194100.node0?codteor=939820&filename=PL+2732/2011>. Acesso em: 30 mai. 2022.

BRITO, Gabriela Cristina Barbosa; VASCONCELOS, Fernanda Carla Wasner. A gestão de áreas contaminadas em Minas Gerais: o licenciamento como instrumento preventivo. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 19-32, 2012.

CANARIO, Paula Giovana Grangeiro; DO CARMO BETTINE, Sueli. **Gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil: Uma análise crítica.** *Geociências*, v. 39, n. 03, p. 751-764, 2020.

DE ARAÚJO MOURA, Antônia Angélica Correia; CAFFARO FILHO, Roberto Augusto. Panorama do gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil após a resolução CONAMA 420/09. *Águas Subterrâneas*, v. 29, n. 2, p. 202-212, 2015.

FARIA, L. **Tendências do Desempenho Ambiental do Brasil.** Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/4B/1/faria_l_academic.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2022.

LEPSCH, Igor Fernando. **19 Lições de Pedologia.** 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011

MAGALHÃES, Jeanete Solange Braga et al. **Avaliação da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos EUA, Canadá, Países europeus e Brasil, e exemplo de um manual simplificado de avaliação de saúde ambiental destes sítios para o Brasil.** 2000. Tese de Doutorado.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental e Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Deliberação Normativa Conjunta nº 02**, de 08 de setembro de 2010. Institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas. *Diário Oficial*, 29/12/2010. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14670#:~:text=Delibera%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20Conjunta%20COPAM%2FCE RH,08%20de%20setembro%20de%202010&text=Considerando%20que%20o%20artigo%20225,as%20presentes%20e%20futuras%20gera%C3%A7%C3%B5es.>>>. Acesso em: 30 mai.2022

RIO DE JANEIRO. Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro. **Resolução nº 44**, de 14 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a obrigatoriedade da identificação de eventual contaminação ambiental do solo e das águas subterrâneas por agentes químicos, no processo de licenciamento ambiental estadual. Rio de Janeiro, RJ, dez 2012. *Diário Oficial do Estado*, 28/12/2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 30 mai.2022

RIYIS, Marcos Tanaka. **Sistemas de Dados Ambientais.** 2021. Disponível em: <<http://www.ecdambiental.com.br/2021/05/podcast-areas-contaminadas-episodio-050.html>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.** São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/manual-de-gerenciamento/>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

SÃO PAULO, **Lei nº 13.577**, de 08 de julho de 2009. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas. Diário Oficial - Executivo, 09/07/2009, p.1. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13577-08.07.2009.html>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Áreas contaminadas**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **EPA's Vapor Intrusion Database: Evaluation and Characterization of Attenuation Factors for Chlorinated Volatile Organic Compounds and Residential Buildings**. 2012. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2012. Disponível em: <<https://www.epa.gov/vaporintrusion/epas-vapor-intrusion-database-evaluation-and-characterization-attenuation-factors>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

CAPÍTULO III

PROCESSOS EROSIVOS: ESTUDO DE CASO DAS TÉCNICAS ADOTAS NA FAZENDA AGRONELLI, PARA O REEQUILÍBRIO AMBIENTAL E CONTROLE DA EROSÃO

EROSIVE PROCESSES: CASE STUDY OF THE TECHNIQUES ADOPTED IN THE AGRONELLI FARM, FOR ENVIRONMENTAL REBALANCING AND EROSION CONTROL

DOI: 10.51859/ampla.aca426.1122-3

Raiza Grazielle Mota Cavalcante ¹
Vera Lúcia Abdala ²
Marina Farcic Mineo ²

¹ Estudante do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professora do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

RESUMO

Os solos são recursos naturais indispensáveis para a conservação da biodiversidade e desenvolvimento de atividades econômicas. Sua exploração está diretamente relacionada à degradação ambiental e à presença de processos erosivos, devido ao manejo inadequado dos solos. Os processos erosivos ocorrem devido à falta de cobertura vegetal, expondo assim o solo a condições físicas como intemperismo, cujos principais agentes são chuva, vento, mudanças de temperatura, propiciando desgaste da camada superficial do solo, desencadeando os processos erosivos. O presente trabalho tem como objetivo apresentar os processos erosivos do solo em decorrência do manejo inadequado. Foi elaborada uma revisão bibliográfica apresentando as principais causas da degradação do solo em áreas rurais e as técnicas conservacionistas que combatem os processos erosivos. Definiu-se como estudo de caso a Fazenda Agronelli, localizada na zona rural de Uberaba - Minas Gerais. Onde são empregadas técnicas conservacionistas que contribuíram para recuperação dos processos erosivos (voçorocas), como a utilização do

terraceamento, bolsões, além da regeneração da cobertura vegetal e reflorestamento, utilizando espécies exóticas como o Jambolão (*Syzygium cumini*) e espécies nativas, que atuaram na proteção do solo, reduzindo o impacto da erosão hídrica. O conjunto de técnicas conservacionistas adotadas na fazenda, propiciou a restauração ambiental da área, associado ao desenvolvimento sustentável, resultando no aumento da qualidade da água e do solo.

Palavras-chave: Deterioração do solo. Jambolão. Programa Produtor de Água. Técnicas Conservacionistas.

ABSTRACT

Soils are indispensable natural resources for biodiversity conservation and development of economic activities. Its exploitation is directly related to environmental degradation and the presence of erosive processes, due to inadequate soil management. The erosive processes occur due to the lack of vegetation cover, thus exposing the soil to physical conditions such as weathering, whose main agents are rain, wind, temperature changes,

providing wear of the surface layer of the soil, triggering the erosive processes. The present work aims to present soil erosive processes due to inadequate management. A literature review was elaborated presenting the main causes of soil degradation in rural areas and conservation techniques that combat erosive processes. The Agronelli Farm was defined as a case study, located in the rural area of Uberaba - Minas Gerais. Where conservation techniques are used that contributed to the recovery of erosive processes (gullies), such as the use of terrace, pockets, in addition to the

regeneration of vegetation cover and reforestation, using exotic species such as Jambolão (*Syzygium cumini*) and native species, which acted in soil protection, reducing the impact of water erosion. The set of conservation techniques adopted on the farm, provided the environmental restoration of the area, associated with sustainable development, resulting in increased water and soil quality.

Keywords: deterioration. Jambul. Water Producer Program. Conservation Techniques.

1. INTRODUÇÃO

Um dos problemas que afetam a qualidade dos solos são os processos erosivos, que acontecem por meio da desagregação, transporte e decomposição da camada superficial do solo. Um agravante desse processo é a falta de cobertura vegetal, expondo assim, a camada superficial do solo a condições físicas e químicas que propiciam a decomposição do solo. Em situações graves da erosão ocorrem os sulcos (frestas) que são provenientes da fragmentação do solo, e o aprofundamento dos sulcos ocasionam as voçorocas. As voçorocas são formadas em decorrência de processos erosivos, e para recuperação do solo é necessário estruturar o solo, para evitar o agravamento da erosão, aumentar a taxa de permeabilidade do solo, permitindo assim a infiltração controlada por meio do manejo do solo e escolha adequada das espécies que possibilitarão a recuperação e estabilização do mesmo (CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2017).

A Fazenda Agronelli, localizada na zona rural de Uberaba, Minas Gerais, é um local em que existem processos erosivos. Para recuperar a área, iniciou-se um projeto de regeneração do solo, através da adoção de técnicas conservacionistas tais como: recuperação da mata ciliar e regeneração vegetal, terraceamento curvas de nível com o objetivo reduzir o impacto da erosão hídrica, e recuperar a capacidade de absorção do solo. As ações implantadas na fazenda contribuíram para recuperação das voçorocas e regeneração da mata nativa, utilizando a espécie Jambolão, uma espécie arbórea nativa da Índia que contribuiu para recuperação das nascentes, aumentando assim a qualidade e quantidade de água disponível, mesmo nos períodos de seca.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi elaborado em duas etapas, sendo que a primeira consistiu em uma revisão bibliográfica em artigos, periódicos, revistas, livros e anais, a respeito dos processos erosivos que ocorrem nas áreas rurais, compreendendo os principais fatores que desencadeiam a degradação do solo, e as práticas conservacionistas para preservação e conservação dos solos. Foi realizado um estudo de caso em uma área rural no município de Uberaba – Minas Gerais.

No município de Uberaba o clima é classificado como Aw de acordo com a Koppen e Geiger. A temperatura média anual em Uberaba é 22.9 °C. A média anual de pluviosidade é de 1681 mm. A fazenda possui o solo classificado como Argissolo vermelho-amarelo, distrófico com textura média e declividade média de 9,85 conforme apresentado na Figura 3.1.

Figura 3.1 - Fazenda Agronelli no início de sua aquisição



Fonte: Instituto Agronelli

Foi definida como área de estudo a Fazenda Agronelli, localizada à 31 KM de Uberaba, estado de Minas Gerais, o principal acesso ocorre pela BR 050, a localização encontra-se nas seguintes coordenadas geográficas: 19°34'21.38"S e 47°58'14.93"O. A área foi escolhida, pois apresentava processos erosivos em diferentes estágios, as áreas mais vulneráveis foram recuperadas, as diferentes técnicas conservacionistas mostram a eficácia do combate a erosão. Os resultados obtidos contribuem para a melhoria da qualidade ambiental da região.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. PROCESSOS EROSIVOS NO SOLO

Os processos erosivos ocorrem de forma natural, sendo um processo geológico originado pela decomposição de rochas por diversos fatores externos abióticos como radiação solar, temperatura, luz, umidade, ventos e fatores químicos. É importante identificar as características do solo como cor, textura, espessura para avaliar a aptidão para uso (Educação Ambiental águas e solos - UFSM). São várias as formas de degradação dos solos, entre elas o uso inadequado, desconsiderando as características particulares de cada bioma e clima, para utilizar com atividades que são consideradas mais rentáveis economicamente, como atividades que envolvem diretamente ou indiretamente a agropecuária.

Do ponto de vista agrícola, a erosão causa problemas no seu local de origem e fora dele. No local de origem, diminui a fertilidade do solo pela perda de carbono orgânico e de nutrientes da camada superficial, degradação física, biológica e quimicamente e, ao longo do tempo, rebaixa a camada arável. Isto diminui o potencial produtivo do solo e aumenta os gastos com adubação química, podendo inviabilizar a produtividade competitiva e até excluir áreas do processo produtivo. Fora do local de origem, a erosão do solo causa problemas ambientais, em razão da deposição de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica em corpos d'água. Isto causa assoreamento, diminuindo a quantidade de água disponível, e eutrofização, reduzindo a qualidade da água. Com isso, a qualidade e quantidade de vida aquática e a geração de energia pelas hidroelétricas são prejudicadas, ocorrendo, ainda, potencialização de enchentes (MARIOTI et al., 2013, p 16 apud LEITE, 2016).

A erosão hídrica ocorre em diferentes etapas, sendo a desagregação ocasionada devido ao impacto das gotas de chuva no solo desprotegido, ou durante o processo de escoamento superficial das chuvas, ocorre o desprendimento das partículas superficiais do solo, as causas podem ser naturais ou provocadas devido ao uso intensivo e manejo inadequado dos solos rurais. A ação do vento e da água levanta as partículas e as mesmas caem sobre o solo provocando mais atrito durante a colisão com o solo. Em áreas onde não há cobertura vegetal, o solo encontra-se desprotegido, nos períodos de chuva e ventos, ocorre o transporte das partículas e ao serem arrastadas aumentam a massa ao longo do trajeto ampliando ainda mais o processo erosivo. A vegetação funciona como uma barreira física, que amortece o impacto das gotas de chuva no solo, reduz a velocidade do escoamento, e dificultando o transporte do volume de sedimentos (solo arrastado) durante o

escoamento superficial, protegendo o solo e evitando o assoreamento dos corpos hídricos.


A adoção de práticas conservacionistas do solo tem como finalidade reduzir os processos erosivos que ocorrem por (exposição e enxurrada), a utilização dessas estratégias melhora a qualidade do solo, aumentam a fertilidade e conciliam com preservação e exploração sustentável do solo.

A cobertura vegetal exerce um papel fundamental no controle da erosão, as práticas vegetativas proporcionam o controle dos sulcos e voçorocas, permitindo a estabilização do solo de forma natural através das raízes das plantas. Para (MARTINS, et al., 2017 apud BURYLO et al., 2012) “tanto as características morfológicas das plantas, tais como o diâmetro da raiz, e características biomecânicas, a resistência à tração de raiz, têm efeitos significativos sobre a erosão do solo”.

Dessa forma, para minimizar os problemas de erosão, o uso do Capim Vetiver associado a outras espécies, é uma técnica de baixo custo que apresenta resultados significativos no combate a erosão segundo (TRUONG E HENGCHAOVANICH, 1997 apud MACHADO 2014), avaliações demonstram que solos cultivados Capim Vetiver, possuem um aumento de 90% na resistência ao cisalhamento do solo em comparação ao solo sem cultivo. Este incremento está associado a elevada resistência à tração do sistema radicular desta gramínea. Outra técnica de bioengenharia para conter os processos erosivos que os solos apresentam, é o bambu, uma espécie que controla a erosão moderada. O bambu é uma espécie rizomatosa, que possui a capacidade de armazenar nutrientes e água além de possuir diversas raízes que se conectam horizontalmente formando nós e entrenós. “Estudos mostram que a utilização dos colmos bambu, com plantio consorciado com outras espécies pode ser uma alternativa mais barata de controle de deslizamentos e ecologicamente melhor.” (ACHARYA & FLORINET, 2006; SUTILI, 2007 apud BARBOSA 2012,).

3.2. ESTUDO DE CASO: FAZENDA AGRONELLI, TÉCNICAS ADOTADAS NO COMBATE A EROSÃO.

A fazenda Agronelli está localizada na zona rural do Município de Uberaba, estado de Minas Gerais. A propriedade foi adquirida nos anos 80, possuía uma ampla área com degradação do solo, com inexistência de vegetação, devido ao uso



intensivo pela agropecuária, sem manejo correto do solo. Iniciando assim “processos erosivos que estavam avançados e as nascentes desaparecendo devido ao pisoteio do gado e a exploração excessiva como pode ser verificado na Figura 3.2” (CUSTÓDIO & SOUZA, 2016, p. 46)

Com o objetivo de restaurar e revitalizar a fazenda, o plano de manejo adotado na Fazenda Agronelli consiste na adoção de diversas técnicas conservacionistas que trouxeram equilíbrio ecológico entre a exploração sustentável e preservação ambiental. A fazenda Agronelli possui uma APP (Área de Preservação Ambiental), onde nascem duas nascentes formadoras do córrego Taquaral. A principal ação de recuperação foi a recomposição da mata ciliar com espécies nativas (CUSTÓDIO & SOUZA, 2016).

“A importância ambiental das matas ciliares na manutenção da integridade dos recursos hídricos, representada por sua ação direta em processos que garantem a estabilidade da microbacia, manutenção da qualidade e quantidade de água e dos ecossistemas associados” (Lima & Zakia 2000 apud BRUNO, 2014, p. 17). A preservação da mata ciliar influencia na qualidade e disponibilidade de água, regulando o regime hídrico através da absorção de água em detrimento do processo de escoamento superficial do solo sem proteção.

A mata ciliar contribui para formação de um microclima local, mantendo a temperatura, umidade e radiação solar controlada. A APP (Área de Preservação Ambiental) atua estabilizando as margens do solo prevenindo o assoreamento dos cursos hídricos, além de fornecer matéria orgânica para solo devido à queda de folhas, flores e frutos das arbóreas proporcionam uma adubação natural.

Juntamente com o reflorestamento, na Fazenda Agronelli, foi introduzido o Jambolão, espécie arbórea nativa da Índia de grande porte, que costuma atingir de 15-20m. O jambolão possui a capacidade de formar uma cobertura densa, excluindo todas as outras espécies, impedindo a entrada de luz e o restabelecimento da floresta nativa. Além disso, a espécie é capaz de tolerar diversos tipos de solos como arenosos, ácidos ou de baixa fertilidade (INSTITUTO HÓRUS, 2019, apud BERALDI & VAZQUEZ, 2020). Com essas características, o Jambolão contribuiu para o reflorestamento da área, pois se trata de uma espécie que produz grande quantidade de matéria orgânica (serrapilheira) na superfície do solo, acumulando aproximadamente 70 cm de folhagem. A folhagem juntamente com a umidade e a pouca incidência de iluminação devido a copa das árvores que se entrelaçam,

possibilitando pouca incidência de raios solares, esse conjunto de técnicas contribuem para formação de um ambiente propício à decomposição da matéria orgânica e promover a melhoria do solo.

A propriedade, ao ser adquirida possuía processos erosivos lineares, o solo encontrava-se exposto com pouca matéria orgânica e em processo de arenização da camada superior do solo, além de sulcos e voçorocas. Para combater as voçorocas foram utilizados procedimentos variados conforme o grau de complexidade da erosão. Para evitar o agravamento dos processos erosivos já iniciados, as áreas foram isoladas evitando assim a compactação do solo através do pisoteio do gado e o transporte de maquinário agrícola, essa técnica permite a recomposição da camada vegetal, melhorando assim o processo de infiltração de água no solo. Em áreas com processos erosivos avançados, destacam-se pela gravidade da exposição do solo e movimentação de massa, conforme Figura 3.2. Também foram adotadas estratégias de estabilização e drenagem da água utilizando bambu. “O dreno de bambu, é executado com bambus amarrados em feixes, assentados em vala e envolvidos com manta geotêxtil. O fechamento da vala é feito com material impermeável.”

Figura 3.2 - Voçoroca em estado grave na Fazenda Agronelli.



Fonte: Instituto Agronelli

Figura 3.3 - Voçoroca recuperada, transformada em bolsão.



Fonte: Instituto Agronelli

A topografia da fazenda possui uma declividade média de 9,85, e, para proteger o solo e evitar novos processos erosivos, foi utilizado curvas de nível para possibilitar maior infiltração de água no solo e conduzir a drenagem de forma moderada. Técnicas simples de manejo podem reduzir a ocorrência de erosão por ravinamento, como a implementação de barragens, construção de bolsões de

captação do escoamento superficial e o cultivo em curvas de nível. (POESEN, et al., 2003; RODRIGUES 2014, apud PEREIRA & RODRIGUES, 2020)

A construção de bolsões permite aumentar a área de escoamento e aumentar a taxa de absorção, são projetados para reduzir a velocidade de drenagem superficial em áreas rurais. Na fazenda possui três bolsões, que são interligados por um sistema de drenagem, que permite que a água passe de um para o outro, evitando assim o transbordamento e a ocorrência de novas voçorocas devido a força da água e o arraste de massa. O bolsão número 05, é proveniente do processo de recuperação de uma voçoroca, como mostra a Figura 3.4.

Medições periódicas da vazão das nascentes e nos bolsões são realizadas, demonstrando um aumento progressivo do volume. A técnica de canalização dos bolsões permite que o excesso de água não ultrapasse sua quantidade máxima e que o volume compreendido não extravase, conforme mostra a Figura 3.4 (CUSTÓDIO & SOUZA, 2016, p. 48)

Figura 3.4 - Sistema de Interligação dos bolsões na fazenda Agronelli



Fonte: CUSTÓDIO; SOUZA, 2009

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise da revisão bibliográfica, compreende-se que os processos erosivos ocorrem naturalmente no solo, no entanto, a prática agrícola está diretamente relacionada com a conservação ou degradação do solo. A agricultura no

Brasil é uma das principais atividades econômicas e é também a principal causadora de processos erosivos, exercendo grande desgaste dos recursos naturais.

Para mitigar os problemas relacionados e prevenir a degradação dos solos cultiváveis, é necessário que haja mais políticas voltadas para conservação do solo e consequentemente da água. A exploração do solo deve buscar conciliar a exploração e o manejo sustentável do solo, considerando suas características físicas e químicas da área, possibilitando assim potencializar a capacidade de uso do solo e preservar suas características por meio das técnicas conservacionistas. A área de estudo, apresentou resultados satisfatórios no processo de combate a erosão e regeneração ambiental, revelando a importância de um manejo estratégico para recuperação de voçorocas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Senhor pela fonte inesgotável de força e fé, me proporcionando oportunidades de crescimento e aprendizado.

À Professora Vera, minha querida orientadora que muito me ensinou, foi atenciosa e motivadora.

Ao Instituto Agronelli, especialmente a Marizélia, por nos disponibilizar todas as informações necessárias para o desenvolvimento do estudo de caso.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. E. (2021). A relação entre agricultura, degradação do solo e tempestades de areia . **REVISTA AYIKA**, 19. Acesso em: 03 de maio de 2022.
- ANA, A. (2008). **Programa Produtor de Água**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.
- ANDRADE, A. G., & CHAVEZ, T. A. (2014). Vetiver, o capim campeão contra a erosão . **AGRO DBO**, 4. Acesso em: 30 de março de 2022.
- BARBOSA, A. C. (2012). Bioengenharia Utilizando Bambus em Faixa para Controle de Processos Erosivos: Uma Análise Qualitativa . **POLIBOTÁNICA**, 223 - 243. Acesso em: 11 de maio de 2022.
- BERALDI, A. P., & VAZQUEZ, G. H. (2020). Diagnóstico das Matas Ciliares Urbanas de Votuporanga/SP - Levantamento da vegetação Exótica Invasora. **GEO AMBIENTE**, 22.

- BRITO, L., & ALMEIDA, A. B. (2013). **Manejo ecológico do solo e práticas conservacionistas**. UNESP. Acesso em: 26 de abril de 2022.
- CARVALHO, D. F., CRUZ, E. S., PINTO, F. M., SILVA, L. D., & GUERRA, J. G. (2009). Características da Chuva e Perdas por Erosão sob Diferentes Práticas de Manejo do Solo. **Engenharia de Irrigação e Drenagem**. Campina Grande, 2009. P.2-7. Acesso em: 03 de maio de 2022.
- CERETTA, C., & AITA, C. (s.d.). **MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Curso de Pós Graduação Tecnológica em Agricultura Familiar e Sustentabilidade à Distância, 2014. P. 5-17. Acesso em: 30 de março de 2022.
- CONSERVAÇÃO DO SOLO. (2017). Em L. Z. PES, & D. A. GIACOMINI. **Conservação do Solo** (P. 70). Santa Maria: Colégio Politécnico Da UFSM. Acesso em: 30 de março de 2022.
- DYONISIO, H. F. (2010). Erosão Hídrica: Suscetibilidade do Solo. **REVISTA ELETRÔNICA THESIS**, 15-25. Acesso em: 27 de abril de 2022.
- KLEMMZ, CLAUDIO; DACOL, KELLI CRISTINA; ZIMMERMAN, PATRICIA; NAYARA, JAMILI; VEIGA, FERNANDO; DIEDERICHSEN, ANITA. (2013). Experiências de Pagamentos por Serviços Ambientais. Em: S. PAGIOLA, H. C. GLEHN, & D. TAFFARELLO, **Experiências de Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil** (p. 339). SÃO PAULO: SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Acesso em: 15 de abril de 2022.
- BRASIL, LEI Nº 6.225, DE JULHO DE 1975, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. (1975). **LEI Nº 6.225, DE JULHO DE 1975**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6225. Acesso em: 15 de maio de 2022.
- LEITE, D. S. (2016). **Mapeamento da Erodibilidade e Erosividade na Bacia Hidrográfica do São Francisco Verdadeiro - Oeste do Paraná**. Medianeira. Acesso em: 29 de maio de 2022.
- MACHADO, L. (2014). **Comportamento do Capim Vertiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty), como Contribuição na Estabilidade de Talude da Margem do Rio São Francisco**. SÃO CRISTÓVÃO. Acesso em: 29 de maio de 2022.
- MARTINS, et al. (2017). Influência da Vegetação na Erosão Hidrica em Ambiente Semiárido: Uma Revisão de Literatura. **Ciência que Aproxima | Ciência que Liberta**, 6. Acesso em: 20 de abril de 2022.
- MATOS, T. D. (2015). **Determinação de áreas de Vulnerabilidade à erosão com base na Educação Universal de perdas do Solo (USLE)**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG. Acesso em: 18 de maio de 2022.

NAKAJIMA, K. K. (2015). **Proposta técnica de Controle da erosão às Margens da PR-317, entre Floresta e Peabirú.** CAMPO MOURÃO. Acesso em: 30 de maio de 2022.

PACHECO, L. C., & ALBUQUERQUE, K. F. (s.d.). **Política Ambiental e Desenvolvimento Agrícola Sustentável no Agronegócio.** Disponível em: <https://silo.tips/download/politica-ambiental-e-desenvolvimento-agricola-sustentavel-no-agronegocio-environ#:~:text=POL%C3%8DTICA%20AMBIENTAL%20E%20DESENVOLVIMENTO%20AGR%C3%8DCOLA%20SUSTENT%C3%81VEL,-A%20degrada%C3%A7%C3%A3o%20ambiental&text=Grande%20parte%20dos%20pa%C3%ADses%20do,marco%20geral%20do%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel> Acesso em: 11 de maio de 2022.

RIBEIRO, K. D. (s.d.). **MUNDO EDUCAÇÃO.** Disponível em: < <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/raizes-dicotiledoneas-monocotiledoneas.htm#:~:text=O%20sistema%20radicular%20%C3%A9%20formado,de%20%C3%A1gua%20e%20sais%20minerais.> > Acesso em 20 de abril de 2022.

SALTON, J., & TOMAZI, M. (2014). **Sistema Radicular de Plantas e qualidade do solo.** Dourados, MS: ILPF - Integração Lavoura - Pecuária - Floresta. Acesso em: 16 de maio de 2022.

SANTOS, T. (2014). **Conservação do Solo.** Instituto Formação - Técnico em Agricultura. Acesso em: 10 de abril de 2022.

SILVA, M. N., FREITAS, D. F., CANDIDO, B. M., & OLIVEIRA, A. H. (2015). **Manejo e Conservação do Solo e da água - Guia de estudos.** Lavras: Universidade Federal de Lavras - UFLA. Acesso em: 31 de abril de 2022.

CAPÍTULO IV

MANEJO DOS DEJETOS DE BOVINOCULTURA A PARTIR DO EQUILÍBRIO DA RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO (C/N) DOS INSUMOS PARA A REALIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM

MANAGEMENT OF CATTLE WASTE FROM THE BALANCE OF THE CARBON AND NITROGEN RATIO (C/N) OF INPUTS FOR COMPOSTING

DOI: 10.51859/amplla.aca426.1122-4

Paula Fernanda Monteiro da Fonseca¹

Amilton Diniz e Souza²

Magda Stella de Melo Martins²

Marina Farcic Mineo²

¹ Estudante do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professor(a) do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

RESUMO

A bovinocultura representa um segmento importante no setor alimentício mundial, tendo uma representatividade significativa na economia brasileira. Considera-se que a geração de resíduos em todos os ciclos da cadeia da bovinocultura seja proporcional a esse crescimento. Esses componentes residuais são considerados partes excedentes das atividades agroindustriais e são classificados pelas fases gasosa, líquida ou sólida. Quando dispostos no ambiente, sem o devido tratamento, podem ocasionar alterações nas características do ar, da água e solo, com consequente perda de qualidade. Os cuidados sanitários na bovinocultura surgiram para atender às demandas legais e regular a poluição do meio. Desta forma, a compostagem os dejetos associados a outros subprodutos desses ambientes, apresenta-se como opção de matéria-prima para geração de insumos, que poderão ser utilizados nas pastagens através da fertirrigação. A adoção dessa medida vem melhorando a qualidade do solo utilizado para bovinocultura e refletindo positivamente na produtividade. Este trabalho pretendeu compilar informações sobre alternativas para a destinação dos resíduos de bovinocultura, especialmente a

compostagem. Por meio de revisão bibliográfica, foram analisados os tipos de resíduos que podem ser utilizados na compostagem, bem como o cálculo para equilibrar a relação carbono e nitrogênio (C/N), acrescentando silagem de milho e capim Jaraguá como alternativa de componentes ricos em C. Conclui-se que no processo de manejo e compostagem de dejetos bovinos, pode ser utilizada uma fração de 33,56% de esterco, além de alguns materiais residuais que podem estar disponíveis nos ambientes de criação confinada e semiconfinada.

Palavras-chave: Bovinocultura. Compostagem. Dejetos. Relação C/N.

ABSTRACT

Cattle farming represents an important segment in the world food sector, having a significant representation in the Brazilian economy. It is considered that the generation of waste in all cycles of the cattle breeding chain is proportional to this growth. These residual components are considered surplus parts of agro-industrial activities and are classified by the gaseous, liquid or solid phases. When disposed in the environment, without proper treatment,

they can cause changes in the characteristics of air, water and soil, with consequent loss of quality. Sanitary care in cattle farming emerged to meet legal demands and regulate environmental pollution. In this way, composting the waste associated with other by-products of these environments, presents itself as a raw material option for generating inputs, which can be used in pastures through fertigation. The adoption of this measure has been improving the quality of the soil used for cattle farming and having a positive impact on productivity. This work intended to compile information on alternatives for the destination of cattle residues, especially composting. Through a

bibliographic review, the types of residues that can be used in composting were analyzed, as well as the calculation to balance the carbon and nitrogen ratio (C/N), adding corn silage and Jaraguá grass as an alternative for C-rich components. It is concluded that in the management and composting process of cattle manure, a fraction of 33.56% of manure can be used, in addition to some residual materials that may be available in confined and semi-confined environments.


Keywords: Cattle farming. compost. C/N ratio. waste.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a produção leiteira expandiu consideravelmente. Dados destacam que aproximadamente 150 milhões de lares no mundo estiveram envolvidos com a atividade. O segmento apresenta características peculiares, ocorrendo em países em fase de desenvolvimento, uma vez que proporciona retorno financeiro rápido aos pequenos produtores (JUNG et al., 2017). No âmbito nacional, a pecuária leiteira e de corte contribuíram nos últimos anos com um importante incremento ao PIB brasileiro, dando impulso ao agronegócio, destacando novas fronteiras produtoras e melhorando a renda de pessoas ligadas à atividade (CEPEA/CNA, 2020).

Acompanhando este contexto de prosperidade e desenvolvimento, a agropecuária produz quantidades de materiais residuários consideráveis, próprios das atividades. São resíduos de naturezas variadas, como os dejetos de animais e restos de culturas, palhas e resíduos agroindustriais. Cada um possui características específicas que, em alguns casos, provoca sérios prejuízos e problemas de poluição. Muitos desses resíduos são perdidos por não serem coletados e/ou reciclados ou por serem destruídos pelas queimadas. Todavia, quando manipulados adequadamente, podem suprir aos sistemas agrícolas boa parte da demanda de insumos sem afetar as características do solo e do ambiente (TEIXEIRA, 2002).

A compostagem é um dos processos que pode ser utilizado para transformar diferentes tipos de resíduos orgânicos em composto natural que, quando adicionado ao solo, melhora as suas características físico-químicas e biológicas. Estes insumos



proporcionam mais vida ao solo, que apresenta produção por tempo mais prolongado e com maior qualidade. As técnicas empregadas na compostagem foram desenvolvidas com a finalidade de acelerar a estabilização (também conhecida como humificação) da matéria orgânica. Entretanto, caso esses dejetos sejam dispostos na natureza, a humificação ocorre sem período definido, dependendo das condições ambientais e da qualidade dos resíduos orgânicos (COELHO, 2008).

O resultado do processo de compostagem está sujeito a técnicas de manejo adequadas dos materiais e essas boas práticas são condicionadas prioritariamente pela relação de equilíbrio das quantidades de carbono e nitrogênio presentes nos resíduos. Técnicas malconduzidas ou inapropriadas podem resultar resíduos poluentes de solo, lençol freático e corpos d'água, liberação de odor mau cheiroso atraindo insetos e outros animais que podem causar zoonoses e, ainda, ser fonte de outras doenças, como, por exemplo, parasitoses. Sendo assim, este trabalho se justifica pelo propósito de destacar que uso da compostagem para o manejo de dejetos sólidos em bovinocultura pode constituir-se em ferramenta de grande importância nos ambientes de pecuária semiconfinada ou em confinamento. Encontra-se aliada às questões sanitárias e na preservação do meio ambiente, além da gestão adequada de resíduos em setores de bovinocultura é a não dispersão de dejetos daquela atividade. Deste modo, pretende-se com o presente estudo compilar informações sobre alternativas para a destinação dos resíduos de bovinocultura, especialmente a compostagem através do manejo para equilibrar a relação carbono e nitrogênio (C/N) no composto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido pelo método de revisão bibliográfica, visando conhecer as boas práticas e condutas na gestão de ambientes onde ocorrem atividades de bovinocultura, especialmente a compostagem.

Para estabelecer procedimentos e filtrar o tema escolhido, foi realizada pesquisa por artigos indexados e monografias, como dissertações e teses. Na busca através das bases selecionadas, foram utilizadas palavras-chave como aproveitamento de dejetos na compostagem; relação carbono/nitrogênio; compostagem de dejetos de bovinos; traços de fósforo em compostos, entre outros.

Não foi utilizado parâmetro de delimitação de resultados por data e foram priorizadas as publicações nacionais.

O material foi triado, compilado e apresentado de forma a oferecer informação sobre o manejo adequado dos dejetos na bovinocultura a partir do equilíbrio da relação carbono e nitrogênio (c/n) dos insumos para a realização da compostagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 13 materiais/estudos, datados de 1985 a 2022. De acordo com Konzen e Alvarenga (2022), a produção diária de dejetos pelos bovinos leiteiros é de aproximadamente 10% de seu peso corporal, o que representa cerca de 45 a 48 kg/vaca/dia. Na bovinocultura de corte, animais confinados produzem em torno de 30 a 35 kg/cabeça/dia. A técnica de compostagem empregada para dejetos bovinos tem como vantagens a redução de massa, volume e micro-organismos patogênicos e, ainda, permite a obtenção de um produto final características fertilizantes que pode ser aproveitado de maneira consciente para produção vegetal (ORRICO JUNIOR et. Al. 2012).

O composto orgânico é considerado um adubo de excelente qualidade. A sua utilização pode proporcionar incremento de microorganismos benéficos e matéria orgânica no solo; melhoria das características físicas do solo, proporcionando aumento da infiltração e retenção de água; diminuição do risco de erosão; e disponibilização lenta de macro e micronutrientes (CATI, 2022).

Segundo Kiehl (1985), para a realização de um processo de compostagem e também objetivando a produção de biogás, a condição de equilíbrio C/N deve ser bastante rigorosa e deve obter uma relação próxima de 30:1. Os resíduos ricos em carbono aumentam muito a relação C/N e a formação do composto é mais demorada. Se for usado mais resíduo rico em nitrogênio, a relação C/N diminui e há perdas do nitrogênio não aproveitado pelos microorganismos (KIEHL 1985).

A fim de demonstrar a importância da realização do cálculo da relação C/N no processo de compostagem, utilizou-se como exemplo os valores referentes ao capim jaraguá, silagem de milho e esterco de bovinocultura, que foram determinados por Braga (2010) e Konzen (1997). Para o cálculo da composição do

material, sugere-se adotar a metodologia de Gomes, Silva e da Silva (2001), adaptada por Braga (2010).

Desta forma, primeiramente é necessário conhecer a composição de cada resíduo orgânico utilizado, para fracionar a quantidade de cada um na fórmula através da equação de partes de material rico em carbono (Equação 4.1).

Equação 4.1 – Fracionamento de materiais ricos em carbono

$$PMRC = \frac{(30 \times Nn) - Cn}{Cc - (30 \times Nc)} \quad (1)$$

Em que:

PMRC = partes de material rico em carbono;

Nn = teor de N do material rico em nitrogênio;

Cn = Teor de carbono (C) do material rico em N;

Cc = teor de carbono do material rico em C;

Nc = Teor de N do material rico em C.

Para acrescentar dois componentes ricos em carbono, capim Jaraguá e silagem de milho, porém com composição química diferente, utilizou-se frações 1:1, foi necessário realizar a média aritmética dos componentes com a mesma propriedade (Tabela 4.2). Para a confirmação da formulação da relação C/N fez uma média ponderada dos nutrientes N e C em cada material. No cálculo do C utilizou-se a soma do teor de C-org de cada fonte multiplicado pelo respectivo índice (%) relativo à sua participação na mistura e operação análoga procede-se para o cálculo do N.

A composição química dos compostos utilizados, foi identificada nos trabalhos de Braga (2010) e Konzen (1997) (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Composição química dos resíduos orgânicos

Resíduo rico em (Nitrogênio)	Matéria orgânica	Carbono orgânico	Nitrogênio orgânico	Relação C/N
Esterco de bovino	62,00	36,00	1,92	19,00
Capim Jaraguá	86,90	50,60	0,79	64,00
Silagem de Milho	60,40	33,54	1,29	26,00

Fonte: BRAGA, 2010 e Kozen, 1997, adaptado pela autora.

De acordo com Kiehl (1980; 1985) apud, Gomes, Silva e da Silva (2001), os valores encontrados para o esterco bovino são de 62,11% de matéria orgânica e 1,92% de nitrogênio. Referente ao capim Jaraguá, Senar (2006) apresenta um percentual de matéria orgânica de 90,51%, entretanto, o percentual de nitrogênio não varia. A diferença no percentual de matéria orgânica, é determinada pelo vigor da pastagem, que por sua vez depende das práticas de manejo de solo. Entretanto, os valores de nitrogênio corroboram com a escolha dos dados qualificados no presente trabalho.

Para equilíbrio na formulação do composto é necessária a busca de alternativas de compostos ricos em carbono, sendo assim, utilizou-se a silagem de milho como opção para complementar a mistura, realizando uma média aritmética de acordo com o percentual adicionado. Neste caso os cálculos foram realizados com 50% de capim Jaraguá e 50% de silagem de milho (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Descrição de materiais ricos em carbono (C) ou nitrogênio (N).

Resíduos utilizados para obter uma relação C/N próxima a 30:1		
RESÍDUOS ORGANICOS	N	C-org
RICO EM NITROGÊNIO		
Esterco de bovinocultura	1,92	36
RICO EM CARBONO		
Silagem de Milho	1,29	33,54
Capim Jaraguá	0,79	50,6
Média dos resíduos ricos em C	1,04	42,07

Fonte: BRAGA, 2010 e Kozen, 1997, adaptado pela autora.

Foi utilizado de acordo com a metodologia de Gomes, Silva e da Silva (2001), citada por Braga (2010) e acrescentando a mistura da silagem de milho resultou em um material rico em carbono com 1,04% de nitrogênio.

Com os resultados obtidos foi possível aplicar a fórmula parte de material rica em carbono, de acordo com os cálculos abaixo:

$$\text{PMRC} = (30 \times 1,92) - 36,00 / 42,07 - (30 \times 1,04) = 57,60 - 36,00 / 42,07 - 31,2$$

$$\text{PMRC} = 21,60 / 10,87$$

$$\text{PMRC} = 1,98$$

Portanto, para cada uma parte de resíduo rico em nitrogênio (dejeito bovino) deverá ser misturada 1,98 partes de material rico em carbono (resíduos de silagem de milho + capim Jaraguá). Em 1 + 1,98 temos 2,98 partes.

Ao aplicar a média percentual será possível identificar qual a porção de material rico em carbono e nitrogênio será utilizado para realizar a relação de C/N.

Em:

2,98 partestemos 1,98 partes de carbono

100 partes X (%) partes de carbono

$$X = (100 \times 1,98) / 2,98$$

$$X = 66,44 \% \text{ de carbono}$$

$$100 - 66,44 = 33,56\% \text{ de nitrogênio.}$$

De acordo com os resultados obtidos, 33,56% da mistura para compostagem serão preenchidos pelos dejetos de bovinocultura. Damatto Junior, et al. (2004) utilizou esterco bovino com serragem de madeira em um traço de 30:1, entretanto, o autor cita que mesmo com traços menores, até 18:1, foi possível identificar uma estabilidade na relação C/N em até 21 dias.

Outro fator identificado por Gomes, Silva e da Silva (2001), é que, como os esterco e resíduos vegetais possuem menos de 1% de fósforo (P), é necessário acrescentar o equivalente em 3% em fosfato natural reativo, no momento da mistura. Este percentual de 3% deve ser diminuído do material rico em carbono, ou seja, $66,44 - 3 = 63,44\%$. Na utilização do fosfato natural, escolher um fosfato de origem sedimentar e de alta reatividade no solo.

De acordo com Braga (2010), para a confirmação da formulação da relação C/N será preciso fazer uma média ponderada dos nutrientes N e C em cada material:

$$\text{C org.} = [(36 \times 33,56) + (42,07 \times 63,44)] / 100$$

$$\text{C org.} = 38,77 \%$$

No cálculo do C utilizou-se a soma do teor de C orgânico de cada fonte multiplicado pelo respectivo índice (%) relativo à sua participação na mistura.

Operação análoga procede-se para o cálculo do N:

$$N = [(1,92 \times 33,56) + (1,04 \times 63,44)] / 100$$

$$N = 1,30\%$$

No cálculo do N utilizou-se a soma do teor de N de cada fonte multiplicado pelo respectivo índice (%) relativo à sua participação na mistura.

$$\text{Relação C/N} = 38,77/1,30$$

$$\text{Relação C/N} = 29,82\%$$

A relação C/N da mistura analisada foi de 29,82:1. Gomes, Silva e da Silva (2001) e Braga (2010) encontraram resultados semelhantes 29,7:1 e 30:1, respectivamente, utilizando em seus compostos, no primeiro dejetos bovino com bagaço de cana e o segundo autor utilizou torta de usina com capim Jaraguá.

Gomes, Silva e da Silva (2001), discorrem que a compostagem feita com dejetos e resíduos vegetais possuem apenas 1% de fósforo, sendo necessário complementar com 3% de fosfato natural. Na utilização dos resíduos orgânicos, a mistura para a compostagem deverá ter: 63,44% de capim Jaraguá com silagem de milho e 33,56% de dejetos de suíno.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS


Compreender a importância da relação C/N na compostagem é extremamente relevante, visto que, se essa relação for muito baixa pode ocorrer grande parte de perda de nitrogênio pela volatilização da amônia. Em outra situação quando a relação C/N for muito elevado os microrganismos não encontrarão nitrogênio suficiente para a síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado.

Conclui-se que a compostagem com a mistura de silagem de milho mais capim Jaraguá, que são ricos em carbono e dejetos bovino, rico em nitrogênio é uma excelente formulação e proporciona uma relação C/N de 30:1, estando dentro de um padrão considerado bom, segundo a literatura analisada.

Esta relação é capaz de realizar uma decomposição uniforme e satisfatória, com bom tempo determinado e minimizando perdas de nitrogênio.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, G. N. M. Encontrando a relação C/N ideal na compostagem. 2010.
- CATI. **Compostagem**. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/compostagem>. Acesso em: 26 de maio de 2022.
- CEPEA/CNA (**Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**), da **Esalq/USP, realizados em parceria com a CNA** (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil-2020,). 2020.
- COELHO, F. C. **Composto orgânico**. Niterói – RJ. Julho de 2008. p. 04.
- DAMATTO JUNIOR, E. R; CEZAR, V. R. S; SILVA, F. A. M; BOAS, R. L. V; TRIGUEIRO, R. M. **Produção de composto orgânico a partir de serragem de madeira e esterco bovino para adubação de bananeiras**. ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável. Florianópolis – SC. 2004
- GOMES, T. C. A; SILVA, J. A. M; SILVA, M. S. L. da. **Preparo de Composto Orgânico na Pequena Propriedade Rural**. Petrolina-PE, dezembro de 2001.
- JUNG, C. F.; JUNIOR, A. A. M. **Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. Territórios, Redes e Desenvolvimento Regional: Perspectivas e Desafios**. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 13 a 15 de setembro de 2017.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 482p.
- KIEHL, C.J. **Produção de composto orgânico e vermicomposto**. Informe Agropecuário, v.22, n.212, p.40-42, 47-52, Belo Horizonte, 2001.
- KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem**: maturação e qualidade do composto. 4 ed. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2004.
- KONZEN, E. A. **Estabilização de resíduos orgânicos em processo de compostagem e vermicompostagem**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, n. 12, maio 1999.
- KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Adubação orgânica**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_48_168200511159.html. Acesso em: 26 de maio de 2022.
- ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. de; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; OLIVEIRA, E. A. de. **Compostagem dos dejetos da**



bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1301-1307. 2012.

TEIXEIRA, R.F.F. **Compostagem**. In: HAMMES, V.S. (Org.) Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v.5, p.120-123.

CAPÍTULO V

RELATÓRIO DE DADOS DO POÇO TUBULAR QUE ATENDE O SETOR DA AGROINDÚSTRIA DO IFTM CAMPUS UBERABA-MG

DATA REPORT OF THE TUBULAR WELL THAT SERVES THE AGRIBUSINESS
SECTOR OF THE IFTM CAMPUS UBERABA - MG

DOI: 10.51859/amplla.aca426.1122-5

Maria Isabel Arcanjo Dias ¹
Vera Lúcia Abdala ²
Magda Stella de Melo Martins ²
Teresa Cristina Tarle Pissarra ³

¹ Especialista em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professora do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

³ Professora do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista - *campus* Jaboticabal (SP).

RESUMO

A água subterrânea é uma fonte de grande relevância para suprir a demanda hídrica em diversas partes do mundo. A outorga é o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos e permite o gerenciamento da água pelos órgãos competentes. O IFTM - *campus* Uberaba, demanda um grande volume de água para atender as atividades desenvolvidas em suas dependências, para isso dispõe-se do poço tubular que atende ao setor da agroindústria. No entanto, será necessário a adequação do processo de outorga, para obtenção da autorização para explorar a água. Neste trabalho, são apresentados parte dos estudos exigidos pelo órgão ambiental, incluindo estudos geológicos e hidrogeológicos locais, a caracterização do *Campus* Uberaba e do poço tubular, juntamente de informações sobre a produção de água subterrânea, adquiridos por meio de dados públicos e fornecidos pelo *Campus*. Em suma, o conjunto de informações apresentada corresponde a grande parte dos itens estabelecidos para adequação da outorga do poço tubular.

Palavras-chave: Características geológicas e hidrogeológicas. Atualização de estudos técnicos. Outorga.

ABSTRACT

Groundwater is a source of great relevance to meet water demand in various parts of the world. The grant is the legal instrument that guarantees the user the right to use water resources and allows the management of water by competent agencies. IFTM - *campus* Uberaba, demands a large volume of water to meet the activities developed in its facilities, for this they have a tubular well that serves the agroindustry sector. However, it will be necessary to adapt the grant process, to obtain authorization to exploit the water. In this work, part of the studies required by the environmental agency, including local geological and hydrogeological studies, the characterization of the Uberaba *Campus* and the tubular well, together with information on the production of groundwater, acquired through public data and provided by the *Campus*, are presented. In a variety of times, the set of information presented corresponds to most of the items established to adapt the tubular well grant.

Keywords: Geological and hydrogeological features. Update of technical studies. Grants.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e industrial proporciona uma maior demanda de água para os mais diversos usos, no entanto a água disponível é acometida por um volume proporcional a demanda de contaminantes e poluentes, tornando a disponibilidade de água uma preocupação relevante nas últimas décadas (SHRESTHA; KAFLE; PANDEY, 2017; SANTANA et al., 2019).

Diante desse cenário, cresce a necessidade de entendimento da bacia hidrográfica como unidade de gestão (SWAROWSKY et al., 2011; FERREIRA et al., 2017). Os reguladores de bacias hidrográficas precisam alcançar um gerenciamento que suporte da melhor forma as variações hidrológicas dentro de uma bacia, buscando sempre identificar formas de otimizar o uso da água sem impor riscos e conflitos para o seu uso (SERRANO et al., 2020). Para Ferreira et al. (2017) relatam que a gestão inadequada de bacias hidrográficas tem ocasionado sérios problemas de disponibilidade de água, tornando-se situações de crise hídrica.

A agricultura necessita de uma grande demanda por água, ela possui um papel de vital importância, determinando o potencial produtivo de uma cultura (ARMOA BÁEZ et al., 2020; SANTANA et al., 2020). Na agroindústria da Cana-de-açúcar é um grande usuário de água em diferentes etapas do processo (TORQUATO JR et al., 2004). Observando essa necessidade, o entendimento da dinâmica do sistema solo-água-planta-atmosfera, é de vital importância para esse setor, estando relacionada, especificamente, aos manejos culturais realizados no campo e ao aporte da irrigação suplementar (ARMOA BÁEZ et al. 2020).

Não havendo produção agrícola sem água e devido à sua necessidade para a produção ocorre muitas vezes o uso de forma irracional, superdimensionando as lâminas aplicadas nos cultivos agrícolas, o que acaba tornando esse recurso cada vez mais escasso.

Carvalho et al. (2014) retratam a irrigação como uma técnica alternativa que visa suprir a carência hídrica das culturas devido a desuniformidade da precipitação em algumas regiões (CARVALHO et al., 2014). No Brasil, a irrigação se destaca entre os principais usos da água, sendo responsável por 49,8% da retirada de água nas bacias hidrográficas e 66,1% do total de água consumida nas bacias hidrográficas brasileiras em 2019 (ANA, 2020).

Considerando a relevância dessa técnica, se torna imprescindível que o manejo da irrigação e das culturas sejam realizados por meio de práticas adequadas e sustentáveis afim de garantir uma alta produtividade e baixa perda de recursos (ARMOA BÁEZ et al., 2020; SANTANA et al., 2020).

As fontes de água subterrânea são elementos importantes em diversas partes do mundo, e a relevância destas para a humanidade e para os ecossistemas, faz com que as características que regem esse recurso sejam estudadas a fim de alcançar uma maior eficácia da gestão dos mesmos (SHRESTHA; KAFLE; PANDEY, 2017). Estima-se que a disponibilidade de água subterrânea no Brasil seja em torno de $14.650 \text{ m}^3/\text{s}$, no entanto sua distribuição pelo território nacional não é uniforme e as características hidrogeológicas e produtividade dos aquíferos são variáveis, assim como ocorre com as águas superficiais (ANA, 2020).

A captação da subterrânea pode ser uma alternativa para suprir a demanda hídrica. Para tanto, a outorga é o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, essa autorização garante ao usuário o direito de seu uso (IGAM, 2020).

O Instituto Federal de Educação e Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM *Campus* Uberaba, área de estudo, demanda um grande volume de água para atender as atividades desenvolvidas em suas dependências, para isso conta com dois poços tubulares. Em suas dependências. O poço 01 que possui finalidade de uso para o abastecimento humano do *Campus* com vazão de $13,3 \text{ m}^3/\text{h}$ e 90 m de profundidade e o poço 02 que atende ao setor da agroindústria, possuindo vazão de $3,273 \text{ m}^3/\text{h}$ e 120 m de profundidade.

A outorga poço 02 encontra-se vencida, em razão disso, o presente estudo objetivou auxiliar no levantamento de dados para elaboração de um novo processo de outorga, realizando parte dos estudos exigidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), levantando as informações geológicas e hidrogeológicas da região, juntamente das características do *Campus* Uberaba e do poço tubular supracitado assim como suas informações de produção de água subterrânea.

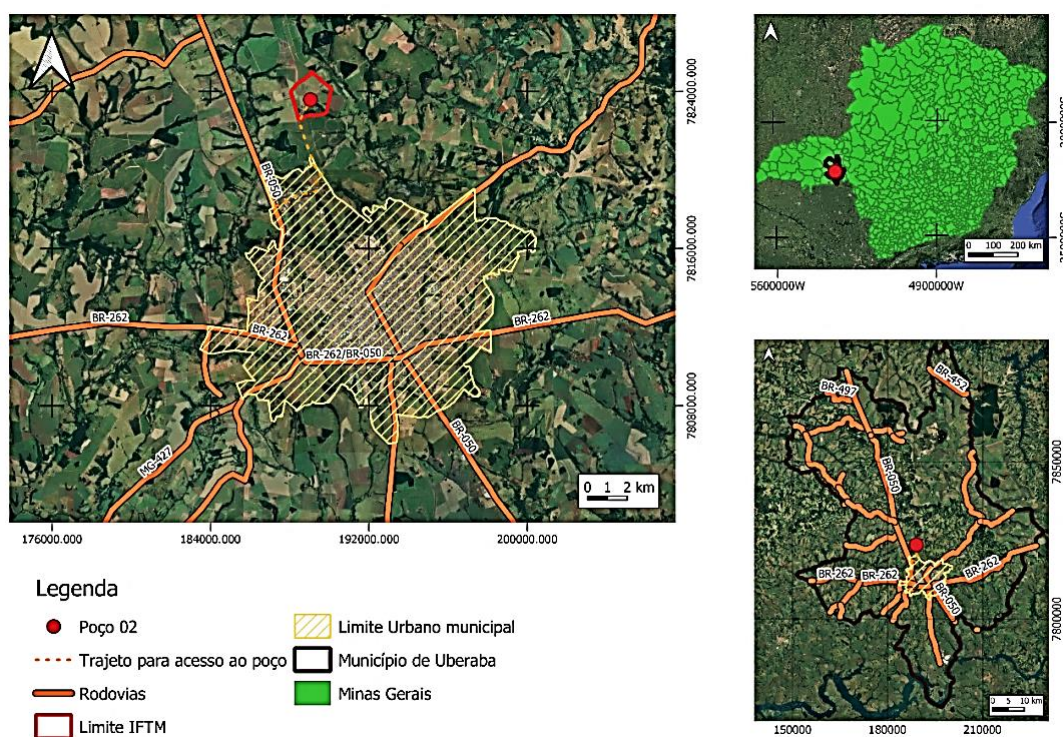
2. METODOLOGIA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida no município de Uberaba, situado na porção oeste de Minas Gerais, na Mesorregião do Triângulo Mineiro, e dista cerca de 500 Km tanto da capital do estado quanto da capital do País. A área territorial do município de Uberaba corresponde a 4.523,957 km² (IBGE, 2021).

O acesso ao *Campus* se faz pela saída da cidade sentido Uberlândia e pegar o acesso ao Distrito Industrial III e seguir a Rua João Batista Ribeiro, nº 4000 como mostra a Figura 5.1.

Figura 5.1 – Mapa de acesso ao IFTM *Campus* Uberaba



Fonte: IBGE, 2018.

Segundo Gomes, (2013), no *campus* Uberaba cerca de 2.000 pessoas entre alunos e funcionários desenvolvem atividade agrícolas e pecuárias sendo elas: Horticultura em 1,0 hectares (ha); - Cultura Anuais (milho, soja, feijão, etc.) em 80,0ha; - Cultura Perenes (banana, goiaba, etc.) em 5,0ha; - Cafeicultura em 2,0ha; - Cana de açúcar em 1,0ha; - Viveiro de mudas em 1,0ha. E na área pecuária com: - Avicultura com 26.500 cabeças; - Suinocultura (ciclo completo) com 30 matrizes; - Bovinocultura com 300 cabeças e - Piscicultura com 0,5ha.

A área do *Campus* pertence a bacia do Córrego Lanoso o qual é afluente do Rio Uberaba, pertencente à Sub-bacia do Rio Grande (Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos -UPGRH GD8 – Baixo Rio Grande) e Bacia Hidrográfica do Paraná. Esse curso d'água faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba (SANTOS; VALLE JUNIOR, 2018).

A APA é uma unidade de conservação destinada à conservação da biodiversidade onde se permite utilizar os recursos naturais de forma sustentável. A criação da APA do Rio Uberaba ocorreu com a promulgação da Lei estadual 13.183 de 21 de janeiro de 1999 (MINAS GERAIS, 1999), sendo que a microbacia do Córrego Lanoso ocupa uma área de, aproximadamente, 4,13% dessa área Fuchs (2012). Atualmente, nação efetiva da Lei estadual é observada a Lei municipal nº 9.892 de 2005 (UBERABA, 2005).

A região do Triângulo Mineiro está inserida no Domínio Morfoclimático dos Cerrados como descrito por Ab'Saber (1969) e segundo a classificação de Köppen com clima tropical quente úmido, com inverno frio e seco, sendo o domínio climático conceituado como semiúmido com 4 a 5 meses secos de acordo com Abdala (2005).

Segundo Nishiyama (1989), os solos dessa região são muito variados, podendo ser classificados de uma forma geral como Latossolos com diferentes graus de fertilidade, com predomínio de Latossolo Vermelho distroférrico típico (LVdf), Latossolo Vermelho distrófico típico (LVdt) e Argissolo Vermelho amarelo distróficos típicos (PVAd). (VALLE JUNIOR et al., 2012; PINA et al., 2016).

Para Candido et al. (2010), conforme com o tipo de solo, na Bacia do Rio Uberaba são observadas formações vegetais dos tipos: cerradão, mata ciliar, matas de topos e encostas, campos hidromórficos e campo sujo.

Geomorfologicamente o município de Uberaba, regionalmente pode ser caracterizado pela presença de chapadões, escarpas e topos arredondados, em planalto de altitude (Ribeiro et al., 2014).

A região de Uberaba está inserida no contexto geológico da Bacia Sedimentar do Paraná e na Bacia Bauru, esta é composta por rochas sedimentares datadas do Cretáceo Superior e assentada sobre rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (FERNANDES, 2004; MENEGAZZO; CATUNEANU; CHANG, 2016; SEER; MORAES, 2017).

Para Ribeiro (2014) estão presentes no município de Uberaba as formações Serra Geral, Uberaba e Marília (membros Ponte Alta e Serra da Galga) e Nova Ponte.

No entanto, o zoneamento urbano limita-se a ocorrências das três primeiras formações.

Segundo Seer e Moraes (2017) a Formação Serra Geral é recoberta por litologias da Formação Uberaba, mas também por aquelas da Formação Marília e coberturas coluvionares. É constituído dominantes por basaltos negros a cinza escuros, maciços, com textura fanerítica fina à afanítica (Ribeiro et al., 2014).

De modo geral a Formação Uberaba é caracterizada predominantemente pela presença de arenitos - conglomerático ou não - seguidos por lamitos, siltitos e conglomerados (SEER; MORAES, 2017).

A Formação Marília assenta-se diretamente sobre a Formação Uberaba. As litologias dominantes são, em ordem decrescente de importância, arenitos grossos a conglomeráticos, conglomerados e silito. Está presente nas bordas norte e leste da bacia, estando os membros Ponte Alta e Serra da Galga restritos à região do Triângulo Mineiro, enquanto o Membro Echaporã se distribui também nos estados de São Paulo e Goiás (Fernandes; Coimbra, 2000).

No contexto hidrogeológico Silvia e Campos (2018) apontam que a região engloba três sistemas aquíferos sendo eles: o Sistema Aquífero Bauru - SAB constituído basicamente por arenitos siltosos a argilosos provenientes da Formação Uberaba (BATEZELLI et al., 2005), seguido pelo Sistema Aquífero Serra Geral - SASG, constituída de rochas basálticas (BATEZELLI et al., 2005), e o Sistema Aquífero Guarani - SAG, um sistema intergranular, e confinado pelos basaltos da Formação Serra Geral.

2.2. MATERIAIS

O IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas disponibiliza instruções para elaboração de processo de outorga que auxiliam na elaboração do relatório a ser apresentado sendo eles MINAS GERAIS (2010) e IGAM (2020). Analisando essas instruções, optou-se por trabalhar em três segmentos principais sendo eles, a caracterização e descrição de forma geral do *Campus*; a delimitação das características geológicas e hidrogeológicas locais, além do levantamento das características do poço.

A fundamentação teórica deste estudo dá-se por meio de compilação de materiais bibliográficos sobre os aspectos geológicos, hidrológicos da área de estudo acessado os bancos de dados virtuais de sites de instituições públicas, como

o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, (IBGE, 2015) com informações hidrogeológicas da região Sudeste, a Companhia de Pesquisa de Recurso Minerais – CPRM com as informações geológicas para o município produzidas pela Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais - CODEMIG na Folha Uberaba – Igarapava, de escala 1:100.000, (Seer; Moraes, 2017) que disponibilizam, além de informações geológicas, dados geofísicos, estruturais e geográficos.

A rede de drenagem do IGAM disponível em SISEMA (2019) foi utilizada como base e articulada no software Quantum Gis Browser 3.8.1 with GRASS 7.6.1 juntamente aos demais dados digitais compilados para a elaboração de mapas da área em estudo.

As informações referentes à Instituição e ao instrumento foram adquiridas mediante a autorização do setor administrativo ao relatório técnico produzido por Gomes (2013) juntamente das informações adquiridas por meio de visita ao poço. Já informações sobre teste de bombeamento baseadas nas diretrizes de Custodio e Lamas (1983) e Sterrett (2007) sobre propriedades do aquífero.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO POÇO

Com intuito de garantir a disponibilidade de água no *Campus*, em 2013 foi solicitada outorga de direito de uso de água subterrâneo em poço tubular 02, afim de utilizar o recurso para atender as atividades demandadas no setor agroindustrial, como a limpeza e higienização do espaço. Observando o volume necessário para o desenvolvimento dessas atividades, foi calculado a necessidade de aproximadamente 60,00 m³/dia, especificando o tempo de bombeamento de 20 horas diárias. Esse poço conta com um reservatório do tipo taça que possui capacidade de 20.000 litros para armazenar a água bombeada, além do volume contido nas caixas menores que atendem aos setores, o reservatório não dispõe de nenhum tipo de tratamento da água retida.

Os dados do poço foram obtidos por meio de acesso ao relatório técnico e perfil litológico existentes da área produzidos por Gomes, (2013). O poço considerado artesiano, foi perfurado em 2002 utilizando-se o método de perfuração

de percussão. O Quadro 5.1 apresenta o resumo das principais características no poço 02.

Quadro 5.1 - Informações gerais do Poço 02.

ID	SIRGAS2000				N.A. (m)	PROF. (m)	AQUÍFERO	GEOLOGIA
	X	Y	lat.	long.				
Poço 02	204075	7991969	S 19º 39' 31,12"	O 47º 57' 55,94"	74	120,0	Granular	Serra Geral

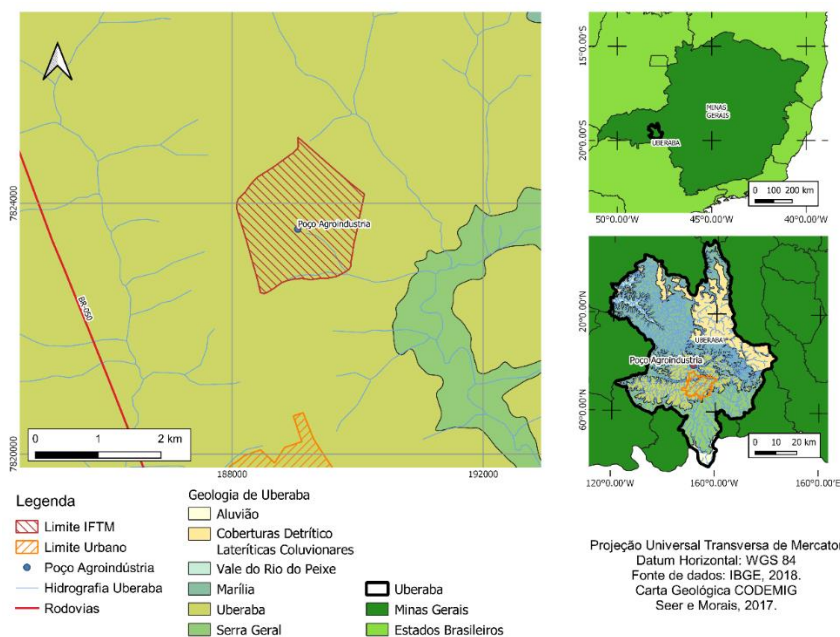
Fonte: Autoria própria.

O Relatório descreve o poço com 6" (15 mm) de diâmetro de 0 a 60 m e 5" (125mm) de 60 a 120 m, como apresentado no perfil construído de Gomes (2013). O teste de bombeamento foi realizado pela empresa ELLO Gestão Ambiental em 2013 onde foi observada vazão de 3,27 m³/h.

3.2. GEOLOGIA LOCAL

A área de estudo sobrepõe rochas da Formação Uberaba, como apresentada na Figura 5.2, onde pode-se observar dois corpos de drenagens que cortam o *Campus*, assim como a proximidade da Formação Serra Geral associada à drenagem principal.

Figura 5.2 – Mapa Geológico de Uberaba, com ênfase na área de estudo.



Fonte: IBGE, 2018 e Seer; Moraes, 2017.

Segundo Gomes (2013) de 0 a 60 m de profundidade observa-se cobertura dendrítica Terciária e Quaternária (Manto de alteração). De 60 a 120 m foi relatado a presença de arenito considerados da Formação Serra Geral.

A Figura 5.2 reflete o descrito por Seer e Moraes (2017) onde a área de estudo está sobreposta a rochas da Formação Uberaba, no entanto no perfil construtivo do poço adaptado de Gomes, (2013), de 0 a 60 m de profundidade o material recuperado foi considerado como manto de alteração.

Observando a topografia local, traçou-se uma reta partindo do ponto de locação do poço até a região de litologicamente denominada como Serra Geral, notou-se uma distância dada pelas curvas de nível de cerca de 40 m, observação essa que pode ser associada a dessecação do relevo causada pela maior densidade de drenagem.

3.3. HIDROGEOLOGIA LOCAL

No SAB a vazão explotada pode variar de 3,0 e 16,2 m³/h, sendo que a média geral dos poços é de 4,6 m³/h. A profundidade dos poços varia de 26 a 85 m, tendo em média de 44 metros. O nível estático - NE nesses poços varia de 10 a 32 m e a vazão específica varia de 0,3 a 1,1 m³/h/m (IBGE, 2015; SILVA; CAMPOS, 2018).

Para Silvia e Campos (2018) cerca de 60% dos poços cadastrados na área urbana do município explotam água do SASG. A maioria das vazões se concentra na faixa de 4 a 8 m³/h, com média de 11 m³/h. Os valores de vazão específica apresentam uma média relativamente baixa de valores de 0,9 m³/h/m (IBGE, 2015; SILVA; CAMPOS, 2018).

A profundidade dos poços no SAG varia de 570 a 630 metros, sendo que a camada aquífera do Botucatu se encontra em média a partir de 440 metros de profundidade, já a vazão específica varia de 1,3 a 10,5 m³/h/m, com uma média de 5,5 m³/h/m, o que os classificam como aquífero de alta produtividade (IBGE, 2015; SILVA; CAMPOS, 2018).

Segundo IBGE (2015) o *Campus* Uberaba está sobre o domínio de aquífero poroso com níveis de produtividade média (vazão entre 10 m³/dia e 40 m³/dia) e área de vazão específica de produtividade moderada, no entanto Silva; Campos (2018) assume que a maioria das vazões de SASG concentra-se na faixa de 4 a 8 m³/h.

A vazão solicitada anteriormente foi de 60,00 m³/dia, bombeando por 20 h/dia, valor inferior a faixa de vazões apontadas por Silva e Campos (2018), estando assim retirando menos que o potencial do aquífero, não esgotando o recurso.

O domínio poroso possui uma maior condição de armazenar devido à associação a composição litológica mais permeável e porosa, evidenciado no estudo como sendo o Manto de alteração possivelmente proveniente da Formação Uberaba. Destaca-se que as unidades de rochas arenosas compreendem aquíferos do tipo granular segundo IBGE (2015) e que possuem um maior potencial de exploração de água comparado às características de baixa produtividade da porção sul do município.

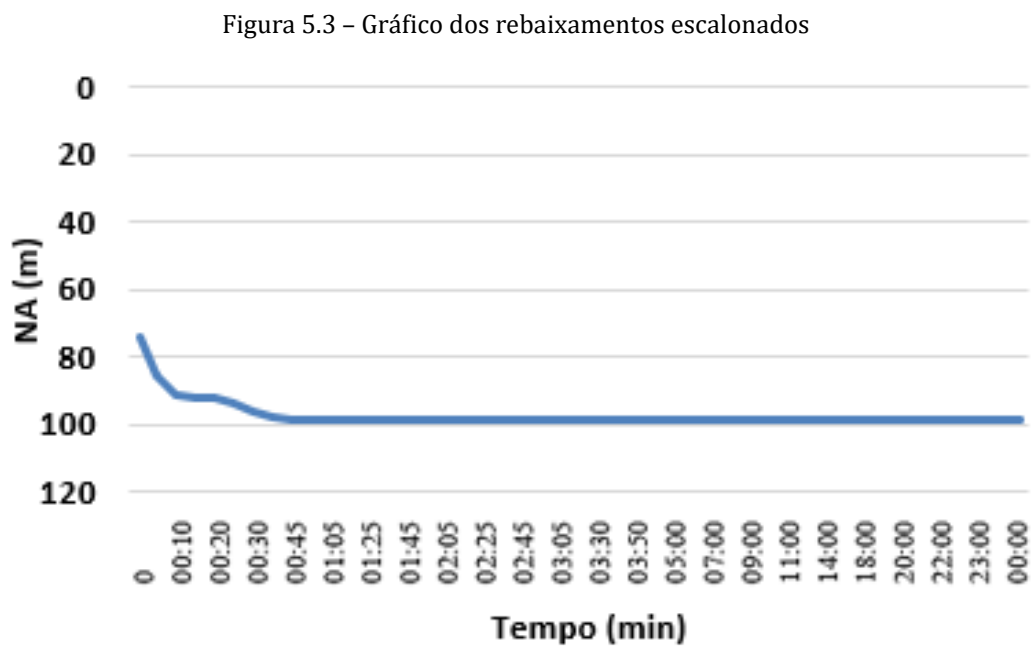
3.4. TESTE DE BOMBEAMENTO

Para justificar a possibilidade de exploração do volume d'água solicitado é importante verificar o comportamento do aquífero sobre rebaixamento e sua recuperação, fazendo-se necessária a realização de um teste de bombeamento.

Ensaio de aquíferos são testes executados para verificar o desempenho do sistema aquífero-poço bem como avaliar o próprio aquífero Sterrett (2007). Seu principal objetivo é gerar dados que permitam calcular as propriedades do aquífero.

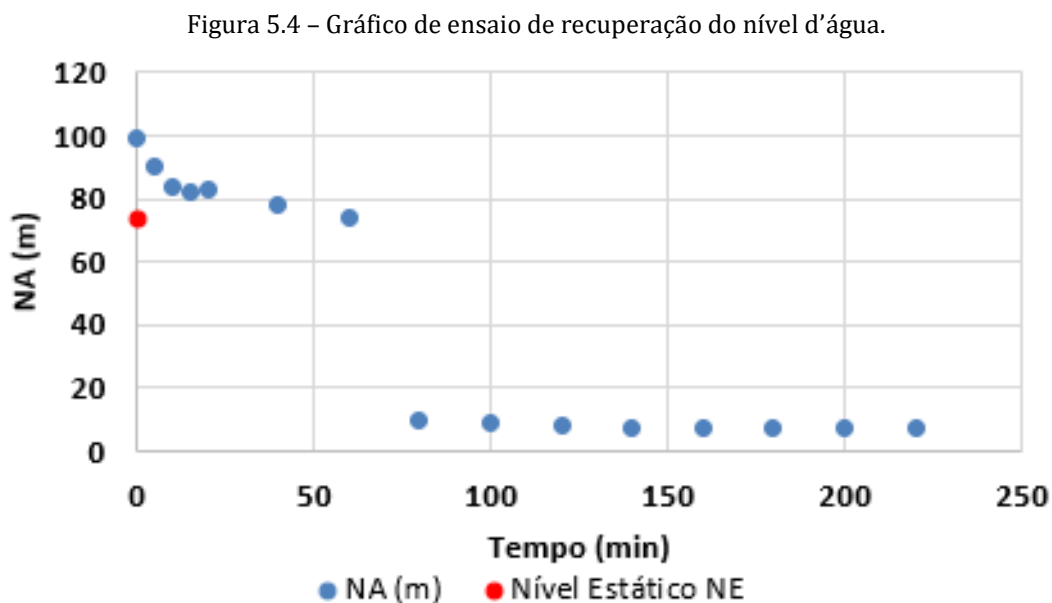
A forma mais comum de realizar os ensaios de bombeamento é extrair a água subterrânea a uma vazão constante a partir de um instante em que se pode considerar o nível d'água (NA) estacionário CUSTODIO; LLAMAS (1983). São então feitas sucessivas medidas do nível d'água, no próprio poço de bombeamento e em poços de observação, as medidas de nível d'água são programadas de tal forma, que posteriormente possam ser colocadas em escala logarítmica. Observa-se que a vazão pode interferir na duração de cada etapa de bombeamento (Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE SP (2007)).

Por meio das informações contidas na tabela do ensaio, construiu-se o gráfico de rebaixamento de nível d'água observado na figura abaixo. A Figura 5.3 apresenta o gráfico do rebaixamento escalonado, onde se observa a evolução do ensaio.




Fonte: Autoria própria.

De acordo com a Figura 5.3 observa-se que após 45 min de bombeamento, o nível dinâmico (ND). atinge a profundidade de 99 m permanecendo assim até o fim do teste. A variação de NA durante o teste atingiu apenas 25 m. Na Figura 5.4 se apresenta o gráfico de recuperação do NA após o bombeamento.



Fonte: Autoria própria.



Na Figura 5.4, após 60 minutos observa-se que o nível d'água volta ser medido antes do início do teste, nos 20 min seguintes, recuperou-se 64,5m, após 140 minutos observa-se que o nível atinge 7,5m permanecendo assim até o fim do teste.

3.5. BALANÇO HÍDRICO

Segundo Gomes (2013) a água desse setor é utilizada para o processamento de culturas perenes como banana e goiaba, ressaltando que essas atividades se alteram conforme a produtividade. Dessa forma, se faz necessário um volume diário de $60,0 \text{ m}^3$ para 20 horas de atividades, resultando em $3,0 \text{ m}^3/\text{h}$ necessárias. Observando o teste de bombeamento, há uma folga de 8,3% de vazão total do poço.

Na Tabela 5.1 observa-se as vazões em relação ao tempo de captação para cada mês do ano.

Tabela 5.1 – Vazões e tempo de captação

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão (m³/h)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Horas/dias	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dias/mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Volume (m³)	1860	1680	1860	1800	1860	1800	1860	1860	1800	1860	1800	1860

Fonte: Gomes, 2013.

A Tabela 5.1 apresenta de forma sucinta a o volume a ser bombeado no decorrer do ano de acordo com a vazão solicitada.

Considerando as atividades desenvolvidas no *Campus* supracitado (item 2.1), o consumo de água pode ser dividido em três tipos: limpeza das instalações; dessedentação de animais e psicultura. Considerando as diretrizes de MINAS GERAIS (2010) para cálculo do volume de água necessário para a realização dessas atividades temos:

- Limpeza das instalações: 3.000 Litros/dia;
- Dessedentação de animais: 300 bovinos, sabendo que cada animal consome em média 60 litros de água/dia, logo $300 \times 60 = 18.000$ litros/dia;
- Dessedentação de animais: 30 suínos, sabendo que cada animal consome em média 40 litros de água/dia, logo $30 \times 40 = 1.200$ litros/dia;
- Dessedentação de animais: 26.500 aves, sabendo que cada ave consome em média 0,588 litros de água/dia, logo $26.500 \times 0.40 = 10.600$ litros/dia;
- Psicultura em 0,50 hectares: 5.000 litros/dia.

O consumo total estimado é equivalente a 37.800 litros/dia ou 37,8 m³/dia. Sabendo que o poço 02 possui vazão de 3,27 m³/hora, dividiu-se o consumo total (37.800 litros/dia) pelo equivalente da vazão do poço em litros/ hora, obtendo assim, o tempo necessário a ser bombeado igual a 11 horas e 33 minutos por dia em 365 dias.

O tempo de bombeamento estimado foi inferior ao tempo outorgado anteriormente (20 horas por dia), sendo preciso uma nova verificação das atividades que consomem essa água, afim de outorgar o volume adequado de água para atender as demandas do setor.

Foram observados outros requisitos importantes para a adequação da outorga. Na Portaria do IGAM nº 48, de 2019 (MINAS GERAIS, 2019) os artigos 16 a

19 e 22 e 23 expõem que os poços devem possuir um sistema medição e de horímetro, incluindo os equipamentos de hidrômetro, horímetro, laje de proteção sanitária e tubo auxiliar, o que precisa ser observado no poço 02, havendo assim a necessidade de adequação e criação de um sistema de armazenamento das informações a serem apresentadas ao órgão responsável.

A água do poço 02 é bombeada para uma caixa d'água de 20 m³ que armazena a mesma que posteriormente é distribuída para as instalações por gravidade. Sugere-se atender à Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, (BRASIL, 2017) referente a ao controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e padrão de potabilidade, além da Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, (BRASIL, 2011) onde o Art. 34 estabelece a manutenção de cloro residual livre ou combinado ou dióxido de cloro em suas dissoluções em toda a extensão do sistema de distribuição para reservatório e rede, tudo isso na prevenção de outros usos dessa água não listado previamente.

Segundo a FUNASA (2014) a utilização do cloro na água vem sendo usada não só para desinfecção, como também para controle do sabor e odor, prevenção de crescimento de algas, remoção de ferro e manganês, remoção de cor e controle do desenvolvimento de biofilmes em tubulações.

Dessa forma, a instalação de um clorador como proposto em FUNASA (2014) e Rodrigues (2014) no reservatório ou na saída do poço garantiria a inocuidade da água.

Além disso, existe a necessidade da execução de um novo teste de bombeamento de 24 horas do poço, juntamente da realização de uma nova análise físico-química e bacteriológica da água do poço 02.

Observando a existência de piezômetros instalados no IFTM – *campus* Uberaba, futuramente um estudo específico do raio de influência do rebaixamento do nível dinâmico causado pelo bombeamento do poço 02, pode produzir informações importantes para um melhor gerenciamento do uso da água e do solo no *Campus*.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo levantou-se os dados geológico e hidrogeológico, e ensaios de bombeamento do poço 02, conseguindo dessa forma auxiliar no levantamento de

dados para consolidação das informações necessárias para a abertura de um novo processo de outorga.

A caracterização das atividades realizadas no IFTM *Campus* Uberaba e os dados do poço tubular foram realizadas, no entanto foi observado que a documentação existente não possui detalhamento suficiente para complementar com riqueza de detalhes esse estudo, sendo dessa forma necessária a realização de novos estudos como o teste de bombeamento atendendo parte dos itens exigidos pelo IGAM. Os dados geológicos e hidrogeológicos levantados possuem caráter regionais e locais possibilitando uma contextualização e interpretação mais adequada das características desse poço.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário**. 18. ed. São Paulo: GEOMORFOLOGIA, 1969.
- ABDALA, V. L. **Zoneamento Ambiental Da Bacia Do alto curso do Rio Uberaba - MG como subsidio para gestão do recurso hídrico superficial**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia, UFU, 2005.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual**. p. 118, 2020.
- ARMOA BÁEZ, M. S.; PETRY, M. T.; CARLESSO, R.; BASSO, L. J.; ROCHA, M. R.; RODRIGUEZ, G. J. Balanço hídrico e produtividade da soja cultivada sob diferentes níveis de déficit hídrico no Sul do Brasil TT - Soil water balance and soybean productivity cultivated under different water deficit levels in South Brazil. **Investigación Agraria**, v. 22, n. 1, p. 3-12, 2020.
- BATEZELLI, A.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; CORSI, A. C.; LANDIM, P. M. B.; PERINOTTO, J. A. J. Análise de bacia aplicada às unidades Mesozoicas do Triângulo Mineiro (sudeste do Brasil): Uma estratégia na prospecção de recursos hídricos subterrâneos. **Águas Subterrâneas**, v. 19, n. 1, p. 61-73, 2005.
- BRASIL. **Portaria de Consolidação Nº 5 de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde. Norma Federal - Publicado no DO em 03 out 2017. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-de-consolidacao-5-2017_356387.html>. Acesso em: 6 ago. 2020.
- BRASIL. **Portaria Nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde**. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília. Disponível em: <

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 6 ago. 2020.

- CANDIDO, H. G. **Degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba: uma abordagem metodológica**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008 Orientador: Unesp, 2010.
- CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. **Hidrologia subterrânea**. 2nd ed. Barcelona: Omega, 1983, 1983.
- DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - SP. **Manual de operação e manutenção de poços**. 3ª ed ed. São Paulo, 2007.
- FERNANDES, L. A. MAPA LITOESTRATIGRÁFICO DA PARTE ORIENTAL DABACIA BAURU (PR, SP, MG), ESCALA 1:1.000.000. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 55, p. 53-66, 2004.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. REVISAO ESTRATIGRAFICA DA PARTE ORIENTAL DA BACIA BAURU (NEOCRETACEO). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 4, p. 717-728, 2000.
- FERREIRA, S. C. G.; LIMA, A. M. M.; CORRÊA, J. A. M. Zoneamento da bacia hidrográfica do rio Moju (Pará): usos da água e sua relação com as formas de uso e cobertura do solo. **Rev. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 4, p. 680-693, 2017.
- FUCHS, C. Classificação da qualidade da água do Córrego Lanoso, Uberaba - MG. **Aleph**, p. viii, 50 f.: il., 2012.
- FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual De Cloração De Água Em Pequenas Comunidades**. Brasília, 2014.
- GOMES, J. C. M. **Relatório Técnico - Solicitação de Outorga em Poço Tubular**. Uberaba, 2013.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa Hidrogeológico Região Sudeste., p. 52, 2015.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área da unidade territorial: Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.
- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Outorga**.2021. Disponível em: <<http://igam.mg.gov.br/outorga>>. Acesso em: 1 ago. 2020.
- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Instruções para elaboração de processo de outorga. Captação de água subterrânea por meio de poço tubular já existente**. 2020. Disponível em: <http://igam.mg.gov.br/images/stories/2020/OUTORGA/maio/Cod_08-

Capta%C3%A7%C3%A3o_%C3%81gua_Subterr%C3%A2nea_Po%C3%A7o_Tubular_abr_2020.pdf> . Acesso em: 05 jan. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei Nº 13.183 de 20 de janeiro de 1999**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba - APA do Rio Uberaba e dá outras providências. Publicado no DOE em 30/01/99. Minas Gerais. Disponível em: < <https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-13183-1999-minas-gerais-dispoe-sobre-a-criacao-da-area-de-protecao-ambiental-da-bacia-hidrografica-do-rio-uberaba-apa-do-rio-uberaba-e-da-outras-providencias#:~:text=DISP%C3%95E%20SOBRE%20A%20CRIA%C3%87%C3%83O%20DA,UBERABA%20%2D%20E%20D%C3%81%20OUTRAS%20PROVID%C3%84NCIAS> . Acesso em: 05 jan. 2021.

MINAS GERAIS. **Manual Técnico e Administrativo de Outorga**. Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD e Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Belo Horizonte. 2010. Disponível em: < http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/864/3/Manual%20tecnico%20administrativo_MINAS%20GERAIS_2010.pdf > . Acesso em: 05 jan. 2021.

MINAS GERAIS. **Portaria IGAM Nº 48, de 04 de outubro de 2019**. Publicação – Diário do Executivo – Minas Gerais. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719> > . Acesso em: 6 ago. 2020.

MENEGAZZO, M. C.; CATUNEANU, O.; CHANG, H. K. The South American retroarc foreland system: The development of the Bauru Basin in the back-bulge province. **Marine and Petroleum Geology**, v. 73, n. May, p. 131–156, 2016.

PINA, G. F.; SIQUEIRA, H. E.; PISSARRA, T. C. T.; ABDALA, V. L.; FERREIRA, R. V. Análise temporal do uso da terra em bacias hidrográficas utilizando sistema de informação geográfica. **XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS**, n. 1, 2016.

RIBEIRO, L. C. B. **Geoparque Uberaba - Terra dos Dinossauros dos Brasil**. Tese (Doutorado em Geologia) Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia. UFRJ. p. 214, 2014.

RIBEIRO, L. C. B.; CARVALHO, I. DE S.; NETO, F. M. Geopark Uberaba: Relevance of the Geological Heritage. **Geoheritage**, v. 7, n. 3, p. 261–273, 2014.

RODRIGUES, M. E. S. S. **Tratamento de Água Clorador de pastilhas**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <[http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/LivrariaVirtual/cartilha tratamento de água montagem clorador.pdf](http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/LivrariaVirtual/cartilha%20tratamento%20de%20agua%20montagem%20clorador.pdf)> . Acesso em: 4 ago. 2020.

SANTANA, J. S.; COSTA, R. F.; DA SILVA, W. A.; LIMA, M. A. M.; ARAUJO, B. M. Diagnóstico da irrigação na agricultura familiar de Imperatriz-MA. **Revista Sustinere**, v. 8, n. 2, p. 515–538, 2020.

- SANTOS, R.; VALLE JUNIOR, R. F. Avaliação da Degradação Ambiental na Microbacia do Córrego Lanoso a partir do uso de Índice de Vegetação de Diferença Normalizada. **V Seminário de Pós-Graduação**, n. 1, p. 1–5, 2018.
- SEER, H. J.; MORAES, L. C. **Projeto Triângulo Mineiro - FOLHA UBERABA - IGARAPAVA SE.23-Y-C-IV - SF.23-V-A-I**. Escala 1:100.000. 2017.
- SERRANO, L. O.; RIBEIRO, R. B.; BORGES, A. C.; PRUSKI, F. F. Low-Flow Seasonality and Effects on Water Availability throughout the River Network. **Water Resources Management**, v. 34, n. 4, p. 1289–1304, 2020. Water Resources Management.
- SHRESTHA, S.; KAFLE, R.; PANDEY, V. P. Evaluation of index-overlay methods for groundwater vulnerability and risk assessment in Kathmandu Valley, Nepal. **Science of the Total Environment**, v. 575, p. 779–790, 2017.
- SILVA, I. D. C. O.; CAMPOS, J. C. V. Potencial hidrogeológico da cidade de Uberaba – MG. **XX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, p. 2–5, 2018.
- SISEMA - SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <idesisema.meioambiente.mg.gov.br>. Acesso em: 4 ago 2020.
- STERRETT, R. J. **Groundwater and wells: a comprehensive guide for the design, installation, and maintenance of a water well**. 3rd ed. New Brighton, Minn: Johnson Screens, 2007.
- TORQUATO JR, H.; CALLADO, N. H.; PEDROSA, V. A.; et al. Demanda de água nos processos industriais de açúcar e álcool. **XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, p. 1–13, 2004.
- UBERABA. **Lei Nº 9.892 de 28 de dezembro de 2005**. Cria a Área de Proteção Ambiental Municipal de Uberaba - APA do Rio Uberaba - e dá outras providências. Disponível em:< http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/APA/Lei%20Mun%209892%20Criacao%20APA%20605%20-%202005.pdf> Acesso em: 26 mai. 2021.
- VALLE JUNIOR, R. F.; GALBIATTI, J. A.; PISSARRA, T. C. T.; MARTINS FILHO, M. V. Caracterização morfométrica da bacia do rio Uberaba e determinação do uso potencial do solo, Uberaba-MG. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 44, p. 60–74, 2012.

CAPÍTULO VI

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM SHOPPING CENTER NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG

CHARACTERIZATION OF SOLID WASTE IN SHOPPING CENTER IN UBERLÂNDIA-MG CITY

DOI: 10.51859/ampila.aca426.1122-6

Kelly Gonçalves de Freitas ¹
Gabriel Gomes Mendes ¹
Magda Stella de Melo Martins ²
Joyce Silvestre de Sousa ²

¹ Estudante do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professora do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

RESUMO

Os shopping centers são centros de grande consumo e lazer onde a população encontra, sob um mesmo espaço, opções para compras, alimentação e diversão. A geração de resíduos dentro dessas lojas é grande, principalmente na área de alimentação. A maioria dos shoppings no Brasil não possuem um plano de gerenciamento de resíduos, o que possivelmente, contribui com problemas ambientais e a redução da vida útil nos aterros sanitários. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo elaborar um estudo gravimétrico dos resíduos sólidos de um Shopping Center na cidade de Uberlândia (MG), visando a minimização, reuso e reciclagem dos resíduos bem como o correto manejo dos mesmos. Para tal, foram levantadas informações através de estudo gravimétrico. A pesquisa se dividiu, basicamente, em diagnóstico e prognóstico. No diagnóstico foram avaliadas as atividades geradoras de resíduos bem como a identificação, classificação e quantificação dos mesmos, além das práticas de manejo dos resíduos utilizadas. Os resultados indicaram que os rejeitos são encontrados em maior quantidade (51,8%), seguido do material orgânico (21,63%), e papelão (15,99%). Outros resíduos recicláveis

também foram encontrados, porém em quantidades menos expressivas. A partir dos resultados foi possível apresentar propostas de destinações corretas como compostagem, coprocessamento e reciclagem. Conclui-se que há viabilidade para um plano de gerenciamento de resíduos com destinação ambientalmente corretas, conforme Lei 12305/2010.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Geração. Destinação

ABSTRACT

Shopping malls are centers of great consumption and leisure where the population finds, under the same space, options for shopping, food and entertainment. The generation of waste within these stores is large, especially in the food sector. Most malls in Brazil do not have a waste management plan, which possibly contributes to environmental problems and reduced lifespan in landfills. In this way, the present work aimed to develop a solid waste management plan for a Shopping Center in Uberlândia (MG) City, aiming at the minimization, reuse and recycling of waste as well as its correct management. To this end, information was collected through a gravimetric study. The research was

divided, basically, into diagnosis and prognosis. In the diagnosis, the activities that generate waste were evaluated, as well as their identification, classification and quantification, in addition to the waste management practices used. The results indicated that tailings are found in greater quantity (51.8%), followed by organic material (21.63%), and cardboard (15.99%). Other recyclable residues were also found, but in less expressive quantities.

From the results it was possible to present proposals for correct destinations such as composting, co-processing and recycling. It is concluded that there is feasibility for a waste management plan with environmentally correct disposal, according to law 12305/2010.

Keywords: Solid waste. Generation. Destination.

1. INTRODUÇÃO

Após a revolução industrial houve uma crescente produção de mercadorias. Junto a esse aumento veio a crescente exploração dos recursos naturais e consequentemente a geração de resíduos. Sem preocupação com a forma de descarte, houve um descaso que proporcionou um processo de degradação ambiental, provocando danos à qualidade do ar, água e do solo, causando alterações na fauna e flora, mudanças climáticas, entre outros.

Apesar de o aterro sanitário ser uma solução ambientalmente correta de destinação dos resíduos sólidos, não é a mais adequada, tendo em vista que pela falta da segregação, acaba-se aterrando resíduos que poderiam retornar ao processo produtivo.

Desta forma, faz-se necessário a utilização da ferramenta de gerenciamento dos resíduos sólidos, que preconiza a aplicação dos princípios para a preservação do meio ambiente, com uso das técnicas de redução, reciclagem e reutilização. Todo esse processo, tem como instrumento, as tecnologias adequadas desde o acondicionamento até sua disposição final.

Portanto, a implantação da forma correta de um gerenciamento desses resíduos, viabiliza a redução nas quantidades a serem dispostas a aterro e um melhor aproveitamento com ganho financeiro com a venda dos recicláveis.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para um shopping center na cidade de Uberlândia (MG), o qual contribuirá com a redução da destinação de resíduos ao aterro sanitário local.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SHOPPING CENTER

Os Shopping Centers são espaços integrados de lazer e compras, onde seus visitantes visualizam como ponto para encontro e diversão. As pessoas são atraídas pela disposição de mercadorias nas vitrines, cinemas, lanchonetes e restaurantes (ABRASCE, 2021). Ainda segundo o autor, são estruturas de grande relevância para a economia do Brasil que, atualmente, conta com 367 shoppings center ocupando uma área de 8,3 milhões de metros quadrados.

2.2. RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a NBR 10.004/2004, resíduos sólidos são classificados quanto à sua origem e são definidos como domiciliares, de limpeza urbana, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, industriais, construção civil, serviços de públicos e saneamento básico, serviços de saúde, agrossilvopastoril, transporte e de mineração. É possível encontrar tanto no estado sólido como semissólido, podendo ter origem de todas as atividades desenvolvidas pelos seres vivos (ABNT, 2004).

Sendo assim, o conceito de resíduo se enquadra em todo material, nos estados sólidos e semissólidos, que já não tem utilidade para seu usuário (ABNT, 2004).

2.3. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O conceito de “Gestão de Resíduos Sólidos” engloba atividades referentes à tomada de decisões estratégicas com relações aos aspectos institucionais, administrativos, operacionais, financeiros e ambientais, enfim, à organização do setor para esse fim, envolvendo políticas, instrumentos e meios (LIMA, 2002).

Para se obter sucesso, existem alguns elementos necessários para a composição da gestão. O primeiro passo é necessário conhecer todos os agentes sociais envolvidos, identificando os papéis desempenhados por cada um. Em seguida, deve-se ter também, uma base legal consolidada e implementada (PEREIRA; CURI, 2013).

2.4. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O termo “Gerenciamento de Resíduos Sólidos” relaciona-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho. Está diretamente ligada à produtividade e qualidade; relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos (LIMA, 2002).

Após a geração do resíduo, é necessário controlar da melhor maneira possível seu destino, evitando danos maiores. Alguns precisam de tratamento, outros podem ir para a reciclagem, muitos vão direto para o aterro. Portanto, o gerenciamento deverá atender, respectivamente, aos seguintes princípios do 5R's: repensar, recusar, reduzir, reutilizar e, por último, reciclar (Brasil escola 2022).

2.4.1. GRAVIMETRIA

Como ponto de partida para o PGRS, a caracterização gravimétrica consiste em caracterizar quantitativa e qualitativamente os resíduos para maior aproveitamento daqueles que são recicláveis (MENEZES *et al*, 2019).

2.4.2. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

As características dos resíduos gerados estão ligadas a cultura, classe social, hábitos da população, crescimento industrial e da população tornam o aumento de descartes.

A classificação dos resíduos pode ser determinada pelo meio físico, propriedade química e característica biológica (MONTEIRO, 2001). A característica física define a geração per capita, composição gravimétrica, peso específico aparente, teor de umidade e compressão. Já a característica biológica é determinada pela população microbiana e agentes patogênicos presentes nos resíduos. Por fim, as características químicas são definidas pelo o poder calorífico, potencial hidrogeniônico, composição química e relação do carbono com nitrogênio.

Determinar a quantidade do resíduo gerado e seu percentual de maior geração, fica mais fácil orientar o planejamento, instalações e equipamentos, para execução de um PGRS. A composição gravimétrica permite conhecer o percentual de maiores resíduos gerados do local em estudo, viabilizando a escolha do sistema mais adequado de tratamento de disposição final (MONTEIRO, 2001; CARVALHO, 2007).

2.4.3. COLETA SELETIVA

A coleta seletiva é um sistema de recolhimento dos resíduos sólidos, que são triados previamente na fonte geradora, depois, são comercializados com associações, cooperativas ou indústrias recicladoras (CEMPRE, 1999).

Conforme a CEMPRE (1999), há necessidade de se implantar dispositivos de coleta seletiva em locais pré-determinados e de acordo com o trânsito de pessoas. Deve-se também avaliar a viabilidade de comercialização dos materiais recicláveis, pois a coleta seletiva é uma forma de obtenção de lucros para a população carente, através de associação de catadores. Há também que se destacar, com a coleta seletiva, os resíduos sólidos que antes enviados para o lixão ou aterro sanitário, serão reutilizados ajudando na preservação dos recursos naturais.

2.4.4. TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL

Conforme IBAM (2001), o tratamento dos resíduos sólidos consiste em uma série de técnicas destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, transformando-os em material inerte ou biologicamente estável, reduzindo os custos com sua disposição final. Como exemplo, a incineração, compostagem, esterilização, desinfecção, reciclagem e coprocessamento.

A incineração consiste na oxidação dos materiais a altas temperaturas, sob condições controladas, convertendo os materiais combustíveis em resíduos não combustíveis (escórias e cinzas) com a emissão de gases (SCHNEIDER, 2004). Para a correta incineração, com um maior aproveitamento de todos os tipos de resíduos gerados a blindagem, consiste numa mistura de resíduos compatíveis e de forma balanceada, transformando-se em um produto homogêneo e com características físico-químicas constantes (FIGUEIREDO *et al.*, 2008).

Blendagem é um processo de mistura de resíduos compatíveis, através do qual é formado um produto homogêneo com características físico-químicas constantes 'independente dos resíduos blindados (FIGUEIREDO *et al.*, 2008).

A compostagem é um processo biológico aeróbico controlado, onde a matéria orgânica presente nos resíduos é modificada pela ação de microrganismos já existentes ou inoculados na massa de resíduo, em composto utilizado como fertilizantes (SCHNEIDER, 2004).

A esterilização é uma tecnologia utilizada como procedimento a completa destruição de todas as formas de vida microbiana, com o objetivo de evitar infecções

e contaminações devido ao uso de determinados produtos hospitalares (SCHNEIDER, 2004).

Já a desinfecção é o processo que elimina a maioria ou todos os microrganismos patogênicos, exceto os esporos bacterianos de superfícies inanimadas. Desse modo, o risco biológico não é totalmente eliminado por este processo (SCHNEIDER, 2004).

A **reciclagem** consiste em reaproveitar os resíduos como matéria prima retornando o mesmo à indústria para reaproveitamento (SCHNEIDER, 2004).

O coprocessamento consiste em utilizar os rejeitos como fonte de biocombustíveis as caldeiras e fornos de cimento (SCHNEIDER, 2004).

Nos aterros sanitários, os resíduos são dispostos segundo as normas operacionais específicas, possibilitando o confinamento seguro dos resíduos e reduzindo os impactos ambientais (SCHNEIDER, 2004).

2.5. ASPECTOS LEGAIS

No artigo 225 da Constituição Federal diz “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade e vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, p. 131).

A partir da Constituição Federal, estenderam oportunidades para outras leis e decretos à níveis federal, estadual e municipal.

A Lei nº 12.305/10, que concebe a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo indevido desses resíduos. Ela enfatiza prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de ferramentas para proporcionar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos ou promover a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (MONTEIRO, 2001).

A Lei 14.026/2020, também chamada como Novo Marco do Saneamento, traz mudanças significativas como atribuir a ANA (Agência Nacional das Águas) não só atribuição de regular a gestão das águas, mas de toda a pasta do saneamento básico,

buscando atingir a universalização através de investimentos tanto públicos como privados, caminhando para uma desestatização do serviço (D'OLIVEIRA, 2020).

No domínio federal, pode-se citar os seguintes instrumentos legais correlatos lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, onde define a classificação dos resíduos, formas de acondicionamento, disposição e responsabilidade de geradores incluindo os consumidores.

No âmbito do Estado de Minas Gerais obtém a instrução pela Estadual Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

No âmbito municipal, o município de Uberlândia, Minas Gerais dispõe de algumas leis para direcionamento como o Decreto nº7401, de 26 de setembro de 1997 que regulamenta a responsabilidade de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos que menciona e dá outras providências, de forma a reforçar a lei Federal e Estadual.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.

O shopping está localizado no município de Uberlândia, Minas Gerais e possui uma área de 79.160 m², contando com 194 lojas, que vão desde vestimentas, eletroeletrônicos, salas de cinemas, 17 lojas âncoras e 34 unidades na praça de alimentação. O estabelecimento recebe em média 583.000 clientes/mês (especialmente das classes A e B).

3.2. CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS.

A classificação dos resíduos sólidos teve por finalidade propiciar a correta segregação e destinação dos resíduos, de acordo com sua natureza. Nesta etapa foi realizada após a identificação. Para tal utilizou-se a NBR 10.004 (ABNT, 2004) que classifica os resíduos de acordo com seu potencial de risco ao meio ambiente e à saúde pública, e a RDC nº306 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004), que classifica os resíduos de serviço e de saúde.

Foi estabelecido o estudo em duas etapas para a caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados. A primeira consistiu em coletar amostra dos resíduos sólidos do shopping center os dados para a análise foram coletados no

período de setembro de 2021 a fevereiro de 2022, sendo sexta e sábado de cada semana e a outra etapa, consiste em separar e pesar os resíduos coletados.

O método utilizado na amostragem foi a técnica do quarteamento (ABNT NBR 10007:2004), para a determinação da composição física dos resíduos.

O estudo gravimétrico foi realizado pela característica física do resíduo que demonstra o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada. A sua composição de forma simples indica a quantidade de geração para cada resíduo como papel/papelão, plástico, vidros, metais, matéria orgânica e outros.

Realizada de acordo com Monteiro (2001), que indica que deve-se coletar a amostragem, espalhar a amostra, aplicar a técnica de quarteamento, classificar o material, separar por classificação, pesar cada material e calcular os percentuais.

Cada resíduo como (matéria orgânica, rejeitos, papel e papelão, metais ferrosos, metais não ferrosos, plástico duro, plástico filme, vidros, etc.) foram pesados separadamente e calculou-se o percentual em relação ao peso para estimativa da quantidade de materiais recicláveis presentes.

Para a pesagem do material foi utilizado o modelo de balança: UR 10000 Light 150/50 - Balança de plataforma 40X50 cm com capacidade de 150 kg.

A classificação dos resíduos foi feita conforme sua composição (alumínio, orgânico, papelão, plástico, rejeito e vidro) para aplicar a metodologia do quarteamento, foi recolhida uma amostra dos resíduos gerados e o mesmo foi dividido em quatro partes, onde uma foi selecionada aleatoriamente para que fosse feita a segregação e sua quantificação, conforme as classes já relacionadas. Para obter a estimativa mensal, multiplicou-se pela quantidade de dias da semana que se repetiam no mês, neste caso, sextas-feiras e sábados.

Para critério de discussão, existem conceitos diferentes na separação de resíduos considerados rejeitos e orgânicos, em que os tipos de resíduos podem ser identificados de formas diferentes, como a metodologia das revisões bibliográficas não descrevem tal critério, para efeito de análise, foram desconsideradas essas classificações e trabalhou-se com a somatória dos dois, contabilizando o percentual de rejeito e orgânico juntos.

O mesmo critério de somatória foi utilizado para análise de vidros e plásticos, como os estudos foram desenvolvidos em regiões diferentes do Brasil, neste caso

Minas Gerais e Goiás, os hábitos podem divergir entre vasilhames de vidro ou PET, não sendo possível determinar sem a devida descrição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do estudo gravimétrico foi encontrada uma grande variedade de resíduos, com destaque para o papelão e os resíduos orgânicos. Os resíduos identificados encontram-se apresentadas no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de um Shopping Center na cidade de Uberlândia – MG, 2021.

	ORGÂNICOS (kg)	REJEITO (kg)	ALUMÍNIO (kg)	PLÁSTICO (kg)	PAPELÃO (kg)	VIDROS (kg)
SET/2021	2.350	4.530	315,3	794,5	6.389,50	2.870,0
OUT/2021	7.640,00	23.940,00	3220,50	1.080,00	8.922,80	4.020,0
NOV/2021	8.940,00	34.323,0	320,20	1.145,20	9.412,40	4.090,0
DEZ/2021	21.410,0	42.042,0	1.615,40	2.053,0	11.575,82	4.680,0
JAN/2022	14.790,0	39.850,0	341,0	1.962,20	8.992,60	3.530,0
FEV/2022	17.920,00	27.859,00	649,80	1.527,20	8.703,70	3.990,0
TOTAL	17.920,0	27.859,0	649,80	1.527,20	8.703,70	3.990,0
Percentual (%)	21,63	51,08	1,91	2,53	15,99	6,86

Fonte: Autoria própria

Como pode ser observado no Quadro 6.1, a maior porcentagem de resíduos encontrados foram os rejeitos (51,08%), seguido, respectivamente pelos orgânicos (21,63%), papelão (15,99%), vidros (6,86%), plástico (2,53%) e alumínio (1,91%). A grande quantidade de rejeitos provém da praça de alimentação, que apresenta maior geração de descartáveis. Estes materiais quando em contato com alimentação, tornam-se muitas vezes inviabilizados para outros usos. Os resíduos orgânicos

ocupam segundo lugar em geração e também são, na sua maioria, provenientes dos restaurantes e lanchonetes. Os vidros representam pouca quantidade em relação aos demais. A maior quantidade de papelão observada tem sua origem principal decorrente da reposição de mercadorias, uma vez que estas, vêm encaixotadas.

Os metais (1,91%) encontrados se constituíram, em sua grande maioria, oriundos de latas de refrigerante provenientes dos restaurantes e praça de alimentação, materiais como cliques e outros metais foram insignificantes, o motivo dessa baixa quantidade se justifica pela escolha da população que frequenta o shopping em grupos, seja familiares ou sociais, e por isso, tem preferência á vasilhames maiores.

Simioni e Picolotto (2020), em seu estudo em um Shopping Center na cidade de Balneário Camboriú (SC), encontraram de papelão e metais, respectivamente, 11,3% e 2,91%, próximo aos resultados encontrados, porém em sua metodologia as autoras qualificaram apenas um sábado de feriado, portanto, dia em que geralmente há um maior fluxo de entretenimento, fato que muda o foco das atividades do comércio para mais atendimento ao cliente e menos organização de estoque.

Alves e da Luz (2017) realizaram seu estudo em dois Shopping Centers de Goiânia – GO. A comparação com os resultados deste estudo é apresentada no Quadro 6.2.

Quadro 6.2 – Comparação dos resultados de composição gravimétrica, entre o Shopping Center de Uberlândia e dois Shopping Centers de Goiânia.

	Resultados obtidos	ALVES; DA LUZ (2017)	
		Shopping alfa	Shopping beta
Orgânicos	21,63%	50,11%	41,90%
Rejeitos/outros	51,08%	21,42%	11,90%
Alumínio	1,91%	0,83%	1,48%
Plástico	2,53%	8,98%	22,86%
Papelão	15,99%	17,07%	20,75%
Vidros	6,86%	1,59%	1,90%

Fonte: Autoria própria

O Quadro 6.2 possibilitou a comparação entre os resultados apresentados por Alves; Da Luz (2017) e os deste estudo. Como a metodologia utilizada para caracterizar os rejeitos é diferente entre os estudos, realizou-se a somatória das

duas classes (rejeitos e orgânicos). Observou-se que há semelhança nos valores do objeto de estudo (72,71%) e o shopping alfa (71,53%), portanto, os resultados se assemelham com apenas 1,2% de diferença. O shopping beta gerou 53,8% de rejeito e orgânico, apresentando uma diferença de 18,91% entre os estudos. Destaca-se que Alves; Da Luz (2017) atribui em seu estudo que a variação no volume de cada estabelecimento se deve ao perfil de classe social das pessoas que são atendidas pelos mesmos.

Com relação ao alumínio e papelão, as variações são pequenas, tendo em vista as diferenças dos períodos das coletas e perfil social da clientela.

Em relação à geração do plástico e vidro, se comparado as diferenças dos resíduos pela somatória das duas classes, somam no estudo 9,39%; shopping alfa 10,54%; shopping beta 24,76%, podendo confirmar que o perfil social dos frequentadores do shopping alfa e o shopping em estudo são diferentes em relação ao shopping beta, como foi observado por Alves; Da Luz (2017). Assim como anteriormente, a diferença do objeto de estudo e o shopping alfa é de 1,18%, com consumo a mais para o shopping alfa, enquanto que o shopping beta apresentou um percentual de descarte maior em 15,37%. Tais valores foram encontrados por estudo gravimétrico.

Deve-se ter uma atenção aos resíduos recicláveis que não eram reaproveitados, pois apresentaram uma soma de 27,29%, diferentemente do resultado obtido para os demais resíduos. Sendo assim, se todas as lojas resolvessem vender seus recicláveis, a administração do shopping terá um ônus menor e, conseqüentemente, a taxa de despesas dos lojistas também terá uma redução.

No momento da coleta, como os resíduos não são segregados na fonte, desta forma, após o levantamento gravimétrico, observou-se que a maior quantidade gerada foi em praças de alimentação, demandando a realização da coleta neste local, duas vezes ao dia. Os mesmos foram direcionados para o local de acondicionamento ou segregação e para isso, foram estabelecidos dois horários, o primeiro as 09:30 hrs a finalizar as 12:00 hrs e a outra coleta iniciando as 16:00 finalizando às 21:00 hrs.

As coletas foram realizadas nos corredores com carrinho próprio de 1000 Kg até a doca onde estão instalados os acondicionamentos e mesa para segregação.

Para acondicionamento dos rejeitos e papelão foram disponibilizadas caçambas de 32m³ devida a grande quantidade de geração desses resíduos.

Para os resíduos orgânicos e vidro serão disponibilizadas caçambas de 5m³ até que a empresa prestadora de serviços faça o recolhimento para devida destinação, encaminhando assim para indústria de compostagem e reciclagem.

Os demais resíduos, foram disponibilizados suporte para bags com big bags para acondicionamento, sendo com baixa quantidade a capacidade de bag que atende a disposição desses resíduos.

No tratamento dos resíduos encontrados, buscou-se atender a premissa dos 3Rs reaproveitando-os ao máximo conforme dispõe a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Assim, a tecnologia para os rejeitos, gerados em maior quantidade, consistiu no tratamento com blendagem pela empresa contratada pelo shopping para a coleta e disposição final dos resíduos. O subproduto do coprocessamento, foi utilizado como benefício energético em fornos de cimentos e caldeiras. As cinzas geradas dessa queima, são aproveitadas na composição do próprio cimento, desta forma não houve nenhum rejeito.

Os resíduos orgânicos foram direcionados para a indústria de compostagem, para o tratamento aeróbico, onde com a decomposição dos resíduos orgânicos tem como subproduto o composto.

Os vidros, papelões, alumínio e plásticos, serão enviados as empresas de reciclagem ou cooperativas para que sejam reciclados. Exemplo: O plástico retornará para a indústria, para fabricação de sacos de lixos e outros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O shopping de estudo não possuía nenhum tipo de gerenciamento de resíduos. Pôde-se observar que este possui várias fontes geradoras de resíduos, entre elas, produtos e alimentação. O resíduo encontrado em maior quantidade foi o de rejeitos, seguido dos resíduos orgânicos. A praça de alimentação (restaurantes e lanchonetes), foi o setor que mais colaborou para a geração de resíduos orgânicos e rejeitos.

No que se refere a redução de disposição a aterro, muitos desses resíduos não estavam sendo reaproveitados da forma correta. Assim, algumas medidas foram

propostas, tais como, a segregação, coleta, disposição e destinação de cada resíduo de forma correta, visando favorecer o meio ambiente.

Os resíduos recicláveis tiveram uma parcela na composição gravimétrica de 27,29 %, sendo o papelão e o vidro com maiores representatividades. Isso significa que o Shopping Center passa a reciclar uma parte de seus resíduos que estavam sendo dispostos direto no aterro.

O plano de gerenciamento em questão, propôs a troca de destinação dos resíduos para tecnologias existentes, entre elas, compostagem, coprocessamento e reciclagem.

A proposta apresentou tipos de acondicionamento para cada resíduo, que serão levados para uma central de triagem por meio de coleta seletiva com horários determinados.

Para que o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos funcione de forma integrada, foi proposto, um treinamento dos lojistas e colaboradores do shopping, bem como a fixação de cartazes informativos para orientar a comunidade em geral.

O shopping poderá utilizar os resultados da aplicação das proposições deste estudo como forma de marketing verde.

Ressalta-se que há a necessidade de um monitoramento do plano, visando sua eficiência e atender mudanças de comportamento da comunidade em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASCE. **Associação Brasileira de Shopping Centers**. Disponível em <www.abrasce.com.br>. Acesso: 11/12/2021

ALVES, F. R. R.; DA LUZ, M. P. Análise de composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados em dois Shopping Centers de Goiânia – GO. In: **XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção”**. Joinville, SC, 2017. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_246_426_31085.pdf. Acesso em: 20 de jan. de 2022.

ANDRÉ FRANÇA- Novo Marco Legal- Acessado em 03/06/2022- <https://www.cnnbrasil.com.br/business/novo-marco-legal-do-saneamento-ja-gerou-mais-de-r-70-bilhoes-em-investimentos/>

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária **Resolução da Diretoria Colegiada -RDC nº 306**, Brasília, 2004

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde** Ed Anvisa, Brasília, 2006, 182p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências, 2010.

BRASIL. **LEI Nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

BRASIL ESCOLA. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/educacao-ambiental-os-5-rs.htm>. Acesso em 31/05/2022

CARVALHO, E.H. **Notas de aula da disciplina de Resíduos Sólidos**, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Meio Ambiente. UFG, 2007.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Guia de Coleta Seletiva**. São Paulo, 1999. 78p.

DALLAMUTA, J. (org.). **Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias 2**. (ebook). Ponta Grossa: Atena, PR, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/pjmap/Downloads/cap4_55b88179aa5358e3e47b96af3b191cf51a33ce6c.pdf. Acesso em: 20 de jan. de 2022.

D'OLIVEIRA, R. D. **Reflexões sobre o novo marco regulatório do saneamento básico.** Disponível em: <https://epbr.com.br/reflexoes-sobre-o-novo-marco-regulatorio-do-saneamento-basico-por-rafael-daudt-doliveira/#:~:text=O%20novo%20marco%20regulat%C3%B3rio%20do%20saneamento%20b%C3%A1sico%2C%20introduzido%20por%20meio,servi%C3%A7os%20de%20saneamento%3B%20promove%20mudanças%20as>. Disponível em: 05/06/2022.

FIGUEIREDO, M. K-K; da SILVEIRA, A. L.; ROMEIRO, G. A.; DAMASCENO, R. N. **Blend de Resíduos Industriais – Uma avaliação por Conversão a Baixa Temperatura.** In: **31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.** 2008. Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cdrom/31ra/resumos/T0747-2.pdf>. Disponível em: 05/06/2022.

LIMA, J.D. **Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil.** ABES. João Pessoa, 2002.

MENEZES, R.O.; CASTRO, S. R.; SILVA, J. B. G.; TEIXEIRA, G. P.; SILVA, M. A. M. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. In: **Eng Sanit Ambient.** 2019. 24:2 (271-282). DOI: 10.1590/S1413-41522019177437

MONTEIRO, J.H. IBAM. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

PEREIRA, SS.; CURTI, RC. Modelos de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos: a importância dos catadores de materiais recicláveis no processo de gestão ambiental. In: **LIRA, WS.; CÂNDIDO, GA., orgs. Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 149-172. ISBN 9788578792824. Disponível em: <https://books.scielo.org/>. Acesso em: 18 de novembro de 2021.

SCHNEIDER V.E *et al.* **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde.** Ed Educ, Caxias do Sul, RS, 2004. 2 eds. Ver. e ampl.

SIMIONI, B. E. N.; PICOLOTTO, R. Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Resíduos Gerados em um Shopping Center em Balneário Camboriú (SC). In: HOLZMANN, H. A.;

CAPÍTULO VII

POTENCIAL DE CODIGESTÃO PARA O BIODIGESTOR DO IFTM – CAMPUS UBERABA

CODIGESTION POTENTIAL FOR THE IFTM BIODIGESTOR – CAMPUS UBERABA

DOI: 10.51859/ampla.aca426.1122-7

Ana Letícia Santos Abrão¹
Magda Stella de Melo Martins²
Joachim Werner Zang³
Daniel Pena Pereira²
Amilton Diniz e Souza²

¹ Especialista em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professor(a) do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

³ Professor do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Tecnologias de Processos Sustentáveis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - *campus* Goiânia.

RESUMO

Com a elevada produção de insumos a fim de manter o abastecimento da população, houve também um grande aumento na geração de resíduos oriundos dessa produção. Visando reduzir os impactos gerados, tecnologias como o biodigestor anaeróbio, foram criadas com o intuito de reaproveitar esses rejeitos gerando subprodutos que podem ser utilizados no próprio local de estudo. Desta forma, esta pesquisa teve por objetivo analisar e estudar metodologias de retroalimentação do biodigestor canadense visando a maior eficiência para seu funcionamento. Para isso, levou-se em consideração a quantidade de estrume bovino, suíno e ovino gerados dentro do IFTM - *campus* Uberaba em busca de melhores metodologias e formas de esgotamento. Para analisar o volume utilizado e probabilidades de uso, foi calculado a quantidade de estrume gerado na sala de ordenha, geração de dejetos de ovinos, de acordo com a literatura e uso atual por suínos; a partir destes volumes, calculou-se a probabilidade de ocupação do biodigestor. Assim foi possível observar que é possível alimentar o biodigestor com dejetos bovinos, ovinos e suínos será

utilizado cerca de 75 m³ do volume total do biodigestor, perfazendo 83,050% deste. Quanto ao biofertilizante gerado como subproduto, seus efeitos benéficos viabilizam seu uso nas pastagens e até mesmo projetos de pesquisa na agricultura.

Palavras-chave: Tratamento. Resíduos. Eficiência. Dejetos. Biogás.

ABSTRACT

With the high production of inputs to maintain the population's supply, there was also a great increase in the generation of waste from this production. To reduce the impacts generated, technologies such as the anaerobic biodigester were raised to reuse these wastes, generating by-products that can be used in the study site. Thus, this research aimed to analyze and study feedback methodologies of the Canadian biodigester for greater efficiency for its operation. For this, the amount of cattle, swine and sheep manure generated within the IFTM - Uberaba Campus was taken into account, aiming at better methodologies and ways of depletion. To analyze the volume used and probabilities of use, the amount of manure generated in the milking parlor,

generation of sheep manure, according to the literature and current use by swine, was calculated; from these volumes, the probability of occupancy of the digester was calculated. Thus, it was possible to observe that it is possible to feed the biodigester with cattle, sheep and swine waste, approximately 75 m³ of the total volume of

the biodigester will be used, making up 83% of this. As for the biofertilizer generated as a by-product, its beneficial effects enable its use in pastures and even research projects in agriculture.

Keywords: Treatment. Residues. Efficiency. Waste. Biogas.

1. INTRODUÇÃO

Com o elevado crescimento da população há também crescente produção da pecuária leiteira, sendo esse avanço considerável para criações dos animais em sistemas de confinamento ou semiconfinamento ocasionando o aumento do volume dos dejetos gerados (OTENIO, 2015, p. 9). O aumento desses dejetos pecuários gera degradação da qualidade ambiental quando despejados incorretamente e sem seu devido tratamento, aliado às inadequações dos sistemas de manejo e armazenamento. Essas ações geram prejuízos sanitários a população com a disseminação de doenças vinculadas pela falta de saneamento (MORAIS, 2012, p. 11).

Com a visão de reduzir os impactos da poluição, diariamente as tecnologias voltadas para a redução dessa degradação ganham mais espaço. Tecnologia essa que visa o reaproveitamento de resíduos que seriam descartados em aterros ou até mesmo de forma irregular prejudicando o meio ambiente.

Nesse contexto, para acelerar a produção de carne com o intuito de manter a demanda de alimentos para a população, faz com que haja uma considerável geração de resíduos provenientes dessas atividades, como os dejetos de animais, entre eles, suínos, ovinos e bovinos.

Esses resíduos descartados de forma inadequada, resultam numa poluição, que por sua vez, provocam inúmeros danos diretos e indiretos no ambiente. De acordo com a Lei sobre a Política Nacional do Meio Ambiente:

“Poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente que prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota.” (BRASIL, 1981, Art. 3).

Assim, a necessidade de obter tratamentos alternativos e utilização como fonte energética dos dejetos de animais, fez com que alavancasse a importância dos

biodigestores, que além de utilizar esses excrementos também fornece o biofertilizante e o biogás.

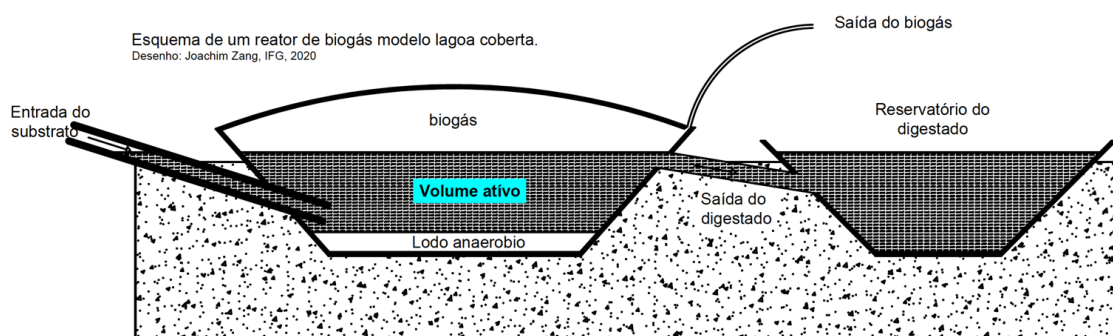
Os biodigestores são recipientes hermeticamente fechado em que no seu interior ocorre a digestão anaeróbia da biomassa, formando assim o biogás. O primeiro biodigestor foi criado em 1857 na cidade de Bombaim (hoje Mumbai) na Índia com o objetivo da produção de biogás. No Brasil, o uso do biodigestor para geração de energia começou nos meados da década de 70. A Embraer foi a primeira empresa brasileira a instalar o biodigestor de modelo chinês na “Granja do Torto” em Brasília. Para minimizar o choque da economia com os preços do petróleo em 1979, o governo adotou algumas medidas com o intuito de substituir e conservar dos derivados de petróleo, o que gerou estímulos à implantação de biodigestores (SMEJA, 2011).

Os biodigestores se subdividem em batelada e contínuo. O primeiro modelo é considerado simples e de fácil operação. Na instalação conta com apenas um ou vários tanques anaeróbios e há o abastecimento apenas uma única vez. Ocorre a fermentação e após o término da produção do biogás o material é descarregado (DEGANUTTI *et al.*, 2002, p. 2). No modelo contínuo o abastecimento de biomassa flui continuamente, com descarga proporcional à entrada de biomassa (BEZERRA *et al.*, 2014, p. 3717).

Segundo Lustosa e Medeiros (2014, p. 5) dentre os tipos de biodigestores, o modelo indiano caracteriza por utilizar uma campânula flutuante como gasômetro. Há uma parede central que tem o objetivo de separar o tanque em duas câmaras e fazer com que o material circule de forma homogênea no interior da câmara de fermentação. É de fácil execução, porém o metal presente no gasômetro aumenta seu custo final e dependendo da distância da propriedade pode inviabilizar a implantação deste modelo de biodigestor. O modelo Indiano foi adaptado no Brasil e denominado “digestor Sertanejo” (Zang *et al.*, 2021). Já o biodigestor chinês é produzido com uma câmara de fermentação cilíndrica em alvenaria, seu teto é impermeável para armazenar o biogás. Seu funcionamento é com a pressão hidráulica e por ser constituído por alvenaria, o custo é reduzido por não utilizar a chapa de aço. Sua utilização não é indicada para instalações de grande porte, pois uma parte do biogás produzido é liberado na atmosfera reduzindo assim a pressão interna do gás.

Andrade (2018, p. 17) descreve que os biodigestores canadenses possuem o fluxo tubular, sua base consiste num espaço retangular escavado no solo, totalmente impermeabilizado para depósito do substrato contendo maior área de exposição ao sol por possuir largura maior que a profundidade. A fim de facilitar o manuseio e limpeza, o gasômetro é feito de manta flexível de PVC. À medida que ocorre a produção de biogás, a manta se infla. A temperatura ambiente em regiões quentes auxilia a manter a temperatura do biodigestor para que ocorra corretamente a digestão anaeróbia, aumentando a produção de biogás. Sua composição conta com caixa de distribuição, gasômetro de PVC sendo acoplado em cima de uma lagoa impermeabilizada perfurada no solo juntamente com a tubulação de saída de gás e seus componentes. O esquema do biodigestor tipo lagoa coberta para tratamento de efluentes com baixa concentração de sólidos ou Canadense foi descrito, entre outros, por Zang *et al.* (2021) (Figura 7.1).

Figura 7.1 - Esquema do biodigestor Canadense ou de lagoa coberta



Fonte: Zang *et al.*, 2021

O biogás proveniente do tratamento trata-se de uma mistura gasosa com potencial combustível composta principalmente por metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), sua utilização se encontra na geração de energia elétrica e no aquecimento. Já o biofertilizante é um fertilizante natural rico em nitrogênio e pode ser utilizado para adubação ou empregada em compostagem (CALZA *et al.*, 2015).

O funcionamento do biodigestor modelo canadense consiste na entrada de biomassa em uma das extremidades, passa através do mesmo com um tempo de detenção hidráulica que agiliza o processo de biodigestão anaeróbia e redução de carga orgânica. Por fim, é descarregada na outra extremidade, num processo de fluxo contínuo. A relação largura: comprimento é igual ou superior a 1:5 e operam

com tempos de retenção superior a 15 dias (ZENATTI, 2019). De acordo Kunz *et al.* (2019, p. 43) esse modelo de biodigestor, geralmente, é utilizado para tratamento de efluentes com baixa concentração de sólidos, até cerca de 3% (m/v) de sólidos totais. Cada biodigestor é calculado para uma vazão de efluente específica e a sua eficiência depende de uma alimentação adequada.

A melhor eficiência de um biodigestor visa reduzir a quantidade de dejetos que seriam descartados como resíduos, gerando biogás e biofertilizantes. Urge, portanto, pesquisar formas alternativas de funcionamento de biodigestores, especialmente o tipo canadense, assim como analisar formas de esgotamento e quantificar estrumes gerados por rebanhos animais diferentes de suínos, como possível alternativa de substratos.

Assim, este trabalho tem como objetivo buscar elementos para analisar e estudar novas formas de alimentação do biodigestor canadense com foco em obter a maior eficiência possível para seu funcionamento no IFTM – *campus* Uberaba. Com o intuito de orientar o trabalho foi sistematizada a pesquisa, de forma a diagnosticar materiais gerados dentro do IFTM – *campus* Uberaba e metodologias para melhorar as formas de alimentação do biodigestor, analisar formas de esgotamento do biodigestor canadense, buscar a Legislação pertinente para utilização de biofertilizante e quantificar o estrume gerado pelo rebanho bovino, suíno e ovino no IFTM, como possível alternativa de substrato.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido no IFTM *campus* Uberaba (Figura 7.2). O Instituto Federal do Triângulo Mineiro situado em Uberaba – MG conta com uma área de 4.710.288 m² (471 hectares), sendo aproximadamente 20 mil metros quadrados de área construída (IFTM, 2020). No *Campus* há a criação animais como bovinos, suínos e ovinos com fins didáticos. Seu plantel em 2020 era de 90 cabeças, da fase maternidade até terminação, em que os efluentes gerados por essa atividade são direcionados para o biodigestor.

A oscilação de cabeças no plantel, devido a mudanças nas diretrizes para pedagogia de ensino no IFTM *campus* Uberaba, trouxe consequências na subutilização do biodigestor, uma vez que os animais passaram a ser criados com o

intuito apenas de ensino, reduzindo de forma significativa a quantidade de cabeças de gado afetando a sua retroalimentação.

Assim, o biodigestor é utilizado para gerir os excrementos solucionando assim problemas de descarte e armazenamento incorreto que causam forte odores e desconforto ao local, ações que geram significativo impacto ambiental.

Figura 7.2 - IFTM - *campus* Uberaba: Coordenadas geográficas, 2021

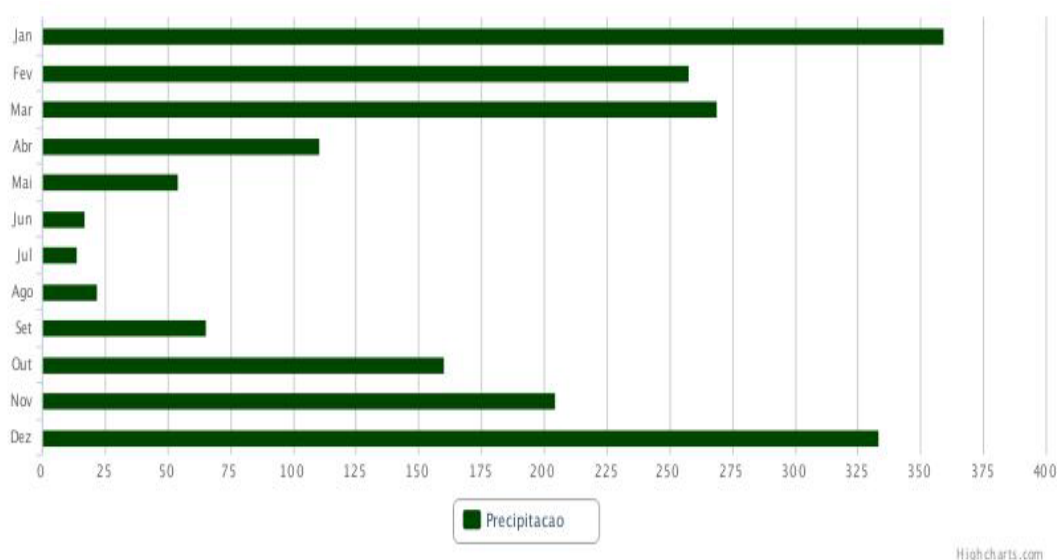


Fonte: Google Earth (2021).

Segundo Novais e Brito (2017, p. 1412), o domínio climático presente na área de estudo é do tipo tropical semisseco, em que configura seis meses de seca (abril a setembro) e de outubro a março período de chuva.

Conforme dados obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as estações climatológicas na região de Uberaba MG demonstraram que a precipitação média mensal no período de 1981 a 2010 foi de 155,8 mm conforme demonstrado na Figura 7.3. Sendo que os maiores índices de precipitação ocorrem nos meses de dezembro a janeiro.

Figura 7.3 – Uberaba (MG): Precipitação média mensal de 1981 a 2010



Fonte: INMET (2020).

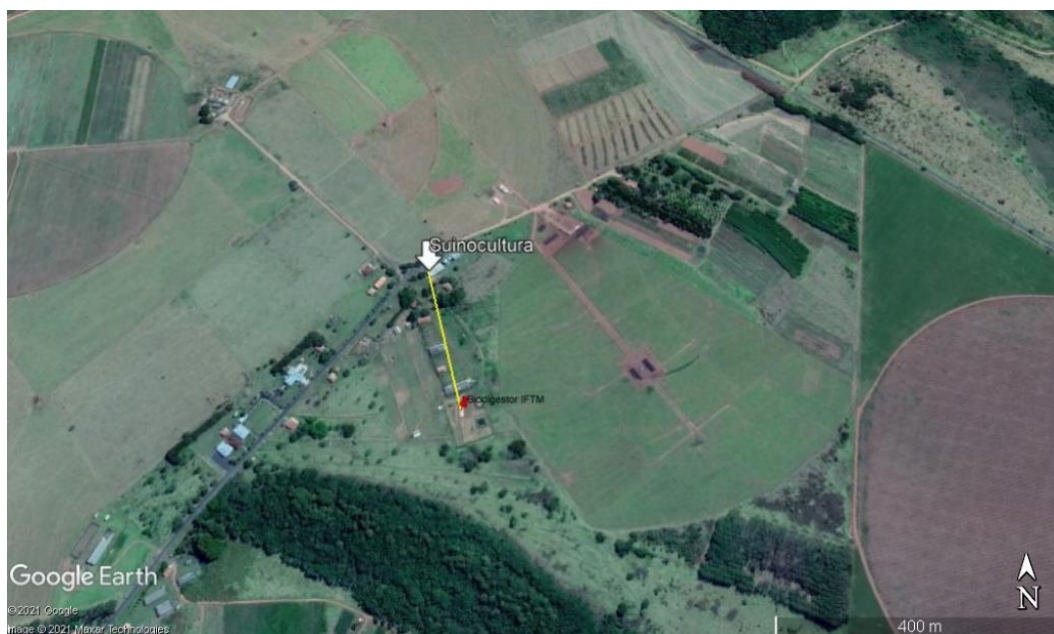
A área da bovinocultura (esterqueira) conforme Figura 7.4, obtida pelo Google Earth, tem 815 m de altitude e o biodigestor 800 m. Isso resulta em uma amplitude altimétrica entre os dois pontos de 15 m, a distância de 783 metros com declividade de 1,9%. Já a distância entre a suinocultura e o biodigestor é de 268 metros, com amplitude altimétrica de 8 metros e declividade de 2,98% (Figura 7.5). A ovinocultura se encontra com 6 m de amplitude altimétrica em relação ao biodigestor com uma distância de 176 metros e declividade de 3,41% (Figura 7.6).

Figura 7.4 – Uberaba (MG): Distância entre bovinocultura e biodigestor



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 7.5 – Uberaba (MG): Distância entre suinocultura e biodigestor



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 7.6 – Uberaba (MG): Distância entre ovinocultura e biodigestor



Fonte: Google Earth (2021).

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO BIODIGESTOR

Dentre os diversos setores presente nesse *campus*, a suinocultura é o local onde está instalado o biodigestor do tipo canadense (Figura 7.7). Ele tem por característica de ter fluxo contínuo, base retangular de alvenaria com gasômetro feito em manta de PVC, após tempo de retenção o efluente é encaminhado para uma

lagoa facultativa. A cobertura é feita com um polietileno de alta densidade (PEAD). Segundo Calza *et al.* (2015) o biodigestor modelo canadense demonstra ter o menor custo de construção e operação, sendo a opção mais viável para produção de energia a partir do biogás de dejetos de caprinos, bovinos e suínos, independentemente da quantidade de animais.

Figura 7.7 – IFTM – *campus* Uberaba: Setor do biodigestor, 2020



Fonte: Google Earth (2021).

Segundo Martins (2017, p. 38), o biodigestor presente no *Campus* do IFTM Uberaba foi projetado considerando uma capacidade ótima de 340 animais (no projeto apenas para suínos), sendo o volume útil de 90m^3 e capacidade de $3\text{m}^3/\text{dia}$ com tempo de retenção de 30 dias. No biodigestor em estudo o fluxo ocorre de forma horizontal.

2.3. CARACTERIZAÇÃO DO ESTRUME BOVINO

Com o intuito de conhecer as características do estrume bovino gerado no IFTM *campus* Uberaba, seria realizado uma visita *in loco*, porém devido as condições pandêmicas recebemos informações de professores e técnicos administrativos sobre o modo de funcionamento e características do local. Assim, a partir do reconhecimento da composteira existente na bovinocultura, efetuou-se uma média do material já depositado e também foi calculado a média diária de produção de dejetos.

Já para a retroalimentação, quantificou e qualificou o estrume bovino, suíno e ovino gerado no IFTM – *campus* Uberaba e verificou-se as características pertinentes para definir a melhor forma de se realizar este procedimento.

Para cálculo da geração do efluente gerado diariamente, utilizou-se como parâmetro de quantificação, os resultados obtidos por Gelain (2011, p. 49) como padrão e através de uma média ponderada foi possível quantificar o estrume que será conduzido ao biodigestor. Exatamente aquele que foi gerado no período de ordenha.

A fim de estimar o volume ocupado para saber o melhor momento para tal, Oliver (2008, p. 14), efetivou um método mais prático de calcular o tamanho do biodigestor por meio do produto da carga diária e o tempo de retenção (Equação 7.1).

Equação 7.1

$$VB = VC \times TRH \quad (1)$$

em que,

VB = Volume do biodigestor (m³);

VC = Volume da carga diária (dejetos + água) (m³/dia);

TRH = Tempo de retenção hidráulica (dias).

Sendo assim, Oliver (2008, p. 15) considera que a produção diária de vaca é de 7kg, bezerro 2 kg, ovino 0,5 kg e suíno 4 kg de dejetos por animal. E a diluição esterco/água de 1:1, 1:1, 1:4 e 1:1,3 respectivamente. Também considera o tempo de retenção hidráulica (TRH) de 35 dias. Porém, esse tempo foi elevado a 45 dias visto que na mistura, pela literatura, o ovino precisa desse tempo para ter a sua melhor eficiência. Portanto, como a retenção maior não interfere para os dejetos bovinos e suínos, todos eles vão ser equitativos a 45 dias. Posteriormente, juntamente com o auxílio da literatura, elaborou-se um estudo por meio da legislação vigente sobre o uso correto do biofertilizante gerado nessa atividade.

2.4. DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE EFLUENTE BOVINO

Gelain (2011, p. 49), em seu trabalho quantificou que, 804 matrizes em 4 horas de ordenha produz um total de 7330 kg de dejetos e através de uma média ponderada obteve-se a quantidade de dejetos por hora e conseqüentemente a

produção por cabeça. Readequando os valores para a quantidade de bovinos do IFTM chegou-se à quantidade de quilos produzidos por cabeça.

A partir destes dados estimou-se a melhor metodologia para complementação na retroalimentação do biodigestor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o recolhimento das informações necessárias foi possível constatar que há 280 cabeças de bovino, porém apenas uma média de 45 vacas e seus bezerros são encaminhados para a sala de ordenha, local de coleta de dejetos. A esterqueira é a forma atual de descarte desses excrementos, mas pela extensa quantidade não está atendendo a demanda para estocagem. Em relação aos ovinos, atualmente há 22 ovelhas adultas, 10 borregas (fêmeas jovens), 2 reprodutores jovens e 4 cordeirinhos (2 machos e 2 fêmeas) nascidos no mês de maio de 2021.

Quanto aos suínos, contabilizou-se atualmente 70 cabeças são criados no referido *campus*. Conforme cita Martins (2017), o biodigestor tem volume útil de 90 m³ com tempo de retenção hidráulico de 30 dias.

Considerando a quantidade de 45 matrizes em lactação presente no IFTM a produção de dejetos será de 410,26 kg em 4 horas. Ou seja, 102,56 kg/hora. Sendo a produção por cabeça de 2,28 kg/hora. E em 24 horas, 54,73 kg/cabeça. Os resultados encontrados por Gelain (2011, p. 49) validam os resultados obtidos nesta pesquisa. Sendo assim, levando em consideração que a ordenha das vacas leva em torno de 4 horas e a quantidade de 2,28 kg/hora produzidos por cabeça, a fim de obter a quantidade de esterco por animal, fez o produto entre as horas de ordenha e o quilo produzido por animal, resultando em 9,12 kg/cabeça de esterco bovino. Acrescentando a quantidade de 2 kg de esterco produzido por cada bezerro e utilizando a mesma metodologia do bovino, resulta em 2,6 kg/cabeça.

Tabela 7.1 – IFTM – *campus* Uberaba - Cálculos de volume do biodigestor, 2021

ESPÉCIE ANIMAL	ESTERCO POR ANIMAL (KG)	QUANTIDADE DE ANIMAIS	TOTAL DE ESTERCO (KG)	RELAÇÃO ESTERCO: ÁGUA	VOLUME DA ÁGUA (L)	RETIRADA DE SÓLIDOS BOVINOS	VOLUME DA CARGA (L)	VOLUME DA CARGA (M ³)	VOLUME DO BIODIGESTOR (M ³ /DIA)
	A	B	C = AxB	D	E=CxD	RSB= C*0,75	F= RSB+E		VB= VCxTRH
BOVINO	9,12	45	410,40	1:1	410,40	307,80	718,20	0,718	32,310
BEZERRO	2,60	45	117	1:1	117	87,75	204,75	0,204	9,180
OVINO	0,50	38	19	1:4	76		95	0,095	4,275
SUINO	4	70	280	1:1,3	364		644	0,644	28,980
								TOTAL	74,745

Fonte: Adaptado Oliver (2008).

De acordo com a Tabela 7.1 da página anterior adaptada de Oliver (2008, p. 15), se obtém o total de esterco aplicando o produto entre a quantidade de animais e a quantidade de esterco produzido por cabeça. Sabendo a relação de esterco:água para animais bovinos, ovinos e suínos encontra-se o volume de água em litros.

Houve uma alteração na metodologia, pois na aplicabilidade faz-se necessário para melhor eficiência que haja um peneiramento da parte sólida do bovino depois de uma equalização, a fim de se retire a parte que tem muita celulose, visto que esta interfere no processo de biodigestão anaeróbia.

A biodigestão anaeróbia ocorre quando há formação de metano, gás carbônico, água, gás sulfúrico e amônia por meio de microrganismos que se interagem e converte a matéria orgânica. É um sistema complexo, portanto a temperatura operacional do reator, tempo de residência do substrato no reator, composição do substrato, tamanho das partículas e pH do meio afetam a produção do biogás (CHERNICHARO, 1997).

Dentre os constituintes das paredes celulares das plantas, a celulose possui a estrutura mais simples, tornando-a mais fácil sua quebra. A hemicelulose é formada por polissacarídeos que são açúcares complexos e consequentemente mais difícil de ser quebrado que a celulose. Já a lignina por ligar a celulose na hemicelulose na parede celular, possui uma estrutura inquebrável. Sendo assim, a quantidade de lignina afeta diretamente a biodigestão anaeróbia (LINS, 2017, p. 54).

Portanto, de acordo com Braz *et al.* (2002) o teor de umidade das fezes é cerca de 75%, restando 25% de sólidos. Com essa consideração, o volume da carga do bovino fica igual a 0,718 m³ e do bezerro de 0,204 m³. Utilizando a fórmula do produto entre o volume da carga e tempo de retenção hidráulica encontra-se 32,310 m³/dia para o bovino e 9,180 m³/dia para o bezerro. Foram realizados os mesmos cálculos para o suíno e ovino, porém sem descontar os sólidos por não ter presença de celulose. O volume do biodigestor do suíno foi de 28,98 m³/dia e do ovino 4,275 m³/dia.

Assim, com a informação do volume utilizado do biodigestor pelos animais bovino, ovino e suíno, na Tabela 7.2 consegue-se aferir a quantidade de dejetos que irá ser redirecionada ao biodigestor nas devidas condições. Dessa forma, somou-se a quantidade de dejetos produzidos por animal em 45 dias e constatou que será redirecionado cerca de 74,745 m³ de dejetos. Com os resultados, aferiu o volume em

porcentagem e verificou que os dejetos irão atender 83,050% do volume total do biodigestor. Viabilizando acrescentar gradualmente os dejetos já depositados na esterqueira.

Tabela 7.2 – IFTM – *campus* Uberaba: Volume utilizado de cada substrato, 2020

VOLUME ÚTIL DO BIODIGESTOR	DEJETOS SUÍNOS	DEJETOS OVINO	DEJETOS BOVINO	REDIRECIONADO AO BIODIGESTOR
A	B	B	B	
90	28,98 m ³	4,275 m ³	41,31 m ³	74,745 m ³
Volume % (B/A*100)	32,20 %	4,75 %	45,90 %	83,050 %

Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme descreveu Oliver *et al.* (2008, p. 15), o biofertilizante gerado após a digestão anaeróbica no interior do biodigestor apresenta características interessantes para o uso agrícola. Dentre suas características destaca-se, corretivo de acidez do solo dificultando o crescimento de fungos no solo, nutrição para as plantas, melhoria na agregação das partículas do solo facilitando a penetração das raízes, aumento da produtividade das lavouras, redução do crescimento de plantas daninhas e diminuição da presença de coliformes fecais dos dejetos.

“Os biofertilizantes são o que resta da biomassa após a fermentação. Ele apresenta teores de nitrogênio (N), entre 1,5 e 2,0%, de fósforo (P), entre 1,0 e 1,5%, e de potássio (K), entre 0,5 e 1,0%, sendo um adubo orgânico com alta qualidade.” (JUNQUEIRA, 2014, p. 3).

Ao solo pode ser aplicado na forma líquida ou seca, sendo sua diluição 1 litro de biofertilizante para 10 litros de água. A mistura deve-se passar por peneiramento e após realiza a aplicação.

Também, os sólidos dos dejetos bovinos peneirados antes da entrada no biodigestor, deverão ir para um leito de secagem, viabilizando desta forma se transformar em composto ou resíduos ambientalmente corretos para descarte final.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cálculos demonstraram que a retroalimentação com os dejetos bovinos, ovinos e suínos ocupam cerca de 75 m³ do volume total do biodigestor e 83% do mesmo. Visto isso, verifica a necessidade da realização de mais estudos, pois a retroalimentação somente com dejetos, na realidade de hoje no Instituto, não atinge o potencial máximo do biodigestor. Sendo necessário considerar alternativas de retroalimentação.

Já o biofertilizante gerado apresenta características interessantes ao uso agrícola, como: corretivo de acidez do solo dificultando o crescimento de fungos no solo, nutrição para as plantas, melhoria na agregação das partículas do solo facilitando a penetração das raízes, aumento da produtividade das lavouras, redução do crescimento de plantas daninhas e diminuição da presença de coliformes fecais dos dejetos, podendo ser utilizado nas pastagens e até mesmo ser objeto de pesquisas, visto que a área se trata de uma instituição de ensino, pesquisa e extensão.

Vale ressaltar que esta pesquisa foi desenvolvida durante o período de pandemia, ficando impossibilitada práticas no campo, por isso seus referenciais basearam-se em pesquisa bibliográfica. Sugere-se que posteriormente, com o fim das restrições, outros estudos, sejam desenvolvidos para constatação ou ajuste de dados de acordo com a realidade local. Outro fator interessante para futuros trabalhos é calcular o potencial de geração de biogás a partir desses dejetos e sugerir possíveis aplicações desse biogás para gerar calor ou energia elétrica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço a minha orientadora prof^a Dra. Magda Stella de Melo Martins por ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

A todos os meus professores do curso de pós-graduação de Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Triângulo Mineiro pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Aos meus pais Sueli e Donizetti que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. P. **Eficiência de biodigestores canadenses no tratamento de dejetos de suínos em diferentes fases de produção.** Lavras, 2018. 49 f. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 2018.
- BEZERRA, K. L. P.; FERREIRA, A. H. C.; CARDOSO, E de S.; MONTEIRO, J. M.; AMORIM, I. S.; de SANTANA JÚNIOR, H. A.; da SILVA, R. N. Uso de biodigestores na suinocultura. **Revista Eletrônica Nutritime.** 275:11 – 05. p. 3714– 3722. Piauí, 2014. ISSN 1983-9006
- BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 5, 31 de agosto de 1981. Acesso em: Jul/2020.
- BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; CANTARUTTI, R. B.; REGAZZI, A. J.; MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M. da. Disponibilização dos Nutrientes das Fezes de Bovinos em Pastejo para a Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31:4. p.1614-1623, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000700003>. Acesso em: Jul/2020.
- CALZA, L. F.; LIMA, C. B.; NOGUEIRA, C. E. C.; SIQUEIRA, J. A. C. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Engenharia Agrícola.** 35:6. nov./dec. Jaboticabal, 2015. ISSN 1809-4430.
- CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios.** 2. Ed. Belo Horizonte: DESA-UFGM, 2007. 380 p, v.5, 1997.
- DEGANUTTI, et al. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.** Departamento de Artes e Representação Gráfica, FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. São Paulo, 2002.
- GELAIN, E. R. **Dejetos de bovinos de leite no assentamento Santa Julia – Júlio de Castilhos (RS): Produção e possibilidades de uso.** Santa Maria, 2011. Monografia (Especialização). Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, 2011.
- Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM). **HISTÓRICO: Infraestrutura do IFTM campus Uberaba.** [S. l.], [20--]. Disponível em: <https://iftm.edu.br/uberaba/historico/>. Acesso em: Jul/2020.
- Instituto Nacional De Meteorologia Do Brasil (INMET). **Precipitação média mensal (1981/2010).** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: Jul/2020
- JUNQUEIRA, S. L. C. D. **Geração de energia através de biogás proveniente de esterco bovino: estudo de caso na fazenda aterrado.** Rio de Janeiro

- (2014). Monografia (Graduação). Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
- KUNZ. et al. **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, p. 209. 2019.
- LINS, L. P. **Produção de biogás a partir de resíduos de bovinocultura leiteira por meio da codigestão com macrófitas da espécie *Salvinia***. Medianeira, 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado). Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- LUSTOSA, G. N.; MEDEIROS, I. H. B. **Proposta de um biodigestor anaeróbio modificado para produção de biogás e biofertilizante a partir de resíduos sólidos orgânicos**. Brasília, 2014. Monografia (Graduação) Engenharia Civil. Universidade de Brasília, 2014.
- MARTINS, M. S. M. **Aspectos sanitários e de segurança alimentar do emprego de efluente de suinocultura tratado em biodigestor na agricultura**. Uberaba, 2017. 61 p. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – *campus* Uberaba. 2017.
- MORAIS, M. A. **Estudo experimental e avaliação econômica da operação de biodigestores tubulares para a produção de biogás a partir de resíduos de suinocultura**. Itajubá (MG), 92p. 2012.
- NOVAIS, G.; BRITO, J. L. S. Tropical semiúmido e tropical semiseco: os tipos climáticos do domínio tropical brasileiro. **1º Congresso Nacional de Geografia física**, Campinas, SP, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2050>. Acesso em: Out/2020.
- OLIVER, et al. **Manual de Treinamento em Biodigestão**. Agência dos Estados Unidos para o desenvolvimento internacional (USAID). Instituto Winrock. Versão 2.0. Salvador, BA, 2008.
- OTENIO. et al. **Produção de biogás a partir de dejetos da pecuária leiteira**. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Embrapa. Intelactus - Plataforma de Inteligência Estratégica e Competitiva do Leite, 2015.
- SMEJA, M. **Biodigestores**. Educação e Popularização de Ciência e Tecnologia (UFPR). Orientador: Prof. André Bellin Mariano, Curso de Biomedicina. Paraná, 2011.
- ZENATTI, D. C. **Biometano – obtenção aproveitamento**. 2019. Disponível em: <https://palotina.ufpr.br/bioenergia/wp-content/uploads/sites/5/2019/05/Biogas.pdf>. Acesso em: Jul/2020.

CAPÍTULO VIII

ANÁLISE MULTICRITÉRIO COMO FERRAMENTA DE HIERARQUIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM IGARAPAVA - SP

DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE AREA OF INADEQUATE WASTE DISPOSAL OF SOLID WASTE IN IGARAPAVA - SP

DOI: 10.51859/ampla.aca426.1122-8

Patrícia Ferreira Alves¹
Joyce Silvestre de Sousa²
Cláudio Márcio de Castro²
Daniel Pena Pereira²
Hygor Evangelista Siqueira³

¹ Especialista em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professor(a) do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

³ Coordenador Técnico da ABHA Gestão de Águas, Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, Araguari (MG).

RESUMO

A geração indiscriminada de Resíduos Sólidos (RS) promove riscos ao equilíbrio ambiental e à saúde pública, e atualmente é apontada como um dos problemas ambientais mais influentes, pelo fato da disposição final desses resíduos ocorrerem em áreas totalmente indevidas para este fim. Neste trabalho foi utilizado o método de Listagem de Controle (*Checklist*) para identificar os principais impactos existentes numa área de disposição inadequada em Igarapava - SP e através da Análise Multicritério (AHP) estabelecer critérios e agregar pesos explicitando-se a ordem de importância de ações para banir os impactos a partir dos pesos atribuídos. A partir do Diagnóstico Ambiental foram listados os impactos ambientais da área e realizada uma tabela com os critérios com a ordem de priorização de ações de combate e controle. Com os resultados obtidos percebeu-se que são inúmeros os impactos causados pela disposição de resíduos nesse local, assim é de suma importância que a área seja descomissionada, quer dizer, deve ocorrer a paralização do descarte nesse local e aplicar os métodos de remediação.

Palavras-chave: *Checklist*, problemas ambientais, AHP.

ABSTRACT

The indiscriminate generation of Solid Waste (RS) promotes risk to the environmental balance and public health, and is currently seen as one of the most influential environmental problems, because the final disposal of such wastes occur in areas totally improper for this purpose. In this work we used the method Control List (*Checklist*) to identify the main existing impacts in an area of inadequate provision Igarapava - SP and through the Multi Criteria Analysis (AHP) establish criteria and add weights up explaining the importance of order actions to ban the impacts from the assigned weights. From the Environmental Diagnosis were listed the environmental impacts of the area and a table with the criteria with the order of prioritization of combat and control actions. With the results obtained it was noticed that there are numerous impacts caused by the disposal of waste in this place, so it is of the utmost importance that the area be decommissioned, that is to say, there should be a stoppage of the waste in that place and apply the remediation methods.

Keywords: Check List, Environmental Problems, AHP.

1. INTRODUÇÃO

A crise ambiental vivenciada no mundo é uma das maiores dificuldades da humanidade, o crescente aumento da poluição e utilização predatória das riquezas naturais têm acelerado o aquecimento global e a destruição de florestas e rios. Entretanto, a complexidade do contexto ecológico intervém ao contexto social, pois são variáveis que são interligadas, porém são tratadas como na maioria dos casos de forma isolada (BUTZKE; PONTALTI, 2012).

Na visão de Barreira (2005) com a disposição dos resíduos em áreas inadequadas o solo recebe substâncias com composições complexas dificultando o tratamento adequado e comprometendo a qualidade daquela área. Esse fato decorre pela falta de locais para a sua disposição e técnicas de tratamento que apresentam valores cada vez mais elevados e difíceis de serem implementadas. Os resíduos lançados a céu aberto sem nenhum tratamento provocam a geração de gases causando odores desagradáveis, intensificação do efeito estufa, proliferação de vetores, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume produzido da composição da matéria orgânica, dentre outros fatores que geram impactos negativos ao meio ambiente (RODRIGUES, 2012).

Dessa maneira, torna-se imprescindível o manejo adequado dos resíduos sólidos gerados nas áreas urbanas e rurais, adotando as técnicas de gerenciamento apropriadas, buscando atender à Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos nº 12.305 de 2010 e garantir um meio ambiente sustentável, além de proporcionar uma excelente qualidade de vida para a população. Uma boa gestão de resíduos requer a prevenção de um impacto ambiental negativo, com o objetivo de coincidir e melhorar os usos e recursos do meio ambiente em sintonia com aptidão natural dos ecossistemas (SCATENA, 2005).

Uma análise multicriterial fundamentada na interação entre diversos agentes da sociedade, pode viabilizar na escolha de alternativas para solucionar e/ou amenizar dificuldades encontradas em diferentes situações, contribuindo para uma boa gestão dos resíduos sólidos. Segundo Moraes D'Aquino (2016) essa metodologia é utilizada para identificar impactos ambientais significativos, que consiste na vinculação de parâmetros e fatores ambientais como ponto de referência na enumeração de impactos a partir de um diagnóstico ambiental. Essa ferramenta é

utilizada em vários contextos, seja de nível pessoal, seja em nível organizacional, no auxílio de tomada de decisões que permeiam a vida humana (ÁVILA, 2016).

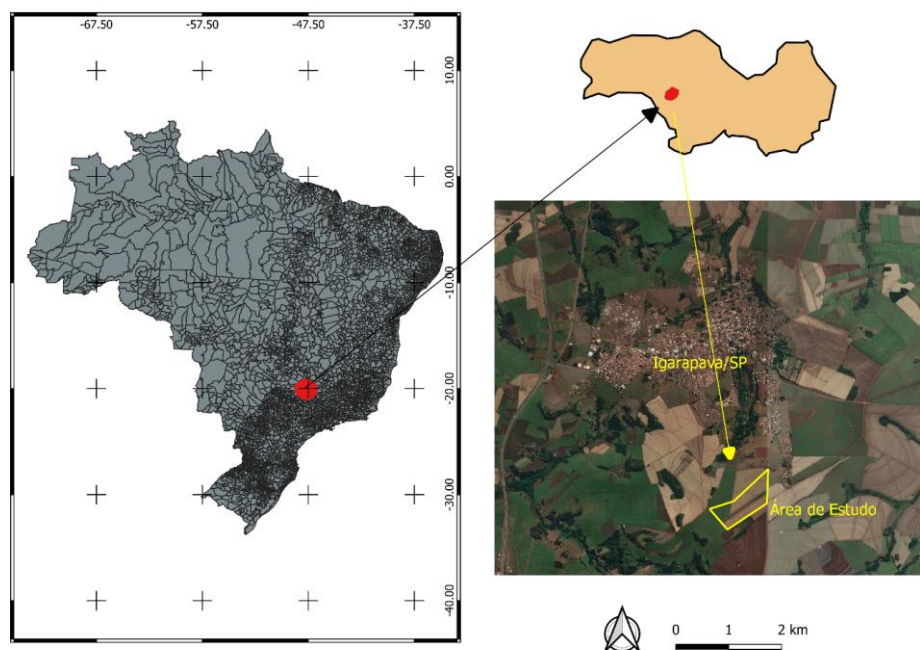
Saaty (1991) propôs o modelo de Análise Multicritério, para facilitar a tomada de decisões a partir critérios e traduzir de forma competente um sistema e conduzir a escolha de uma alternativa melhor, sendo de fácil construção, adaptável tanto aos grupos quanto aos indivíduos; natural à nossa intuição e no contexto geral, além de encorajar a formação de compromisso e do consenso. Para mais, a tomada de decisão prevê o conhecimento de algumas informações prévias como: pessoas ou grupos envolvidos, objetivos e políticas, restrições, impactos, influências e detalhes do problema a ser resolvido.

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo diagnosticar e hierarquizar os impactos ambientais (físicos, econômicos, sociais e ambientais) em área de disposição inadequada de resíduos sólidos, localizada no município de Igarapava – SP.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Igarapava – SP, que possui uma área de 468.246 km², localizando-se a uma latitude de 20° 02' 18" sul, longitude de 47° 44' 40" sul e uma altitude de 576 metros. Sua população estimada no ano de 2018 é de 30.246 habitantes (IBGE, 2018). A área de estudo é caracterizada como um lixão, pois é descartado os mais variados tipos de resíduos sólidos sem nenhum tratamento prévio ou após ser destinado no local.

Figura 8.1 – Localização da área de estudo, Igarapava – SP.



Fonte: Google Earth 2018.

O diagnóstico ambiental se constituiu inicialmente pela caracterização do local através de visitas em campo e sua circunvizinhança para observação dos aspectos ambientais existentes e inferência dos impactos. As observações foram realizadas no mês de agosto e setembro de 2018. O levantamento dos impactos foi realizado por meio da metodologia de *CheckList*, onde se listou todos os processos de degradação na área.

Nesse âmbito, os impactos catalogados por meio da análise multicritério foram ponderados e acrescentados pesos para a priorização de ações, ou seja, expressando a ordem de importância das ações para combate aos impactos pelo peso destes, frente a tomada de decisões.

A definição de pesos no presente trabalho foi realizada baseado no Processo Analítico Hierárquico apresentado por Saaty (1977), onde os fatores são comparados entre si. Essa comparação é elaborada a partir de uma matriz $n \times n$, onde linhas e colunas correspondem aos critérios considerados para o problema em questão. Deste modo, o valor a_{ij} ilustra a importância relativa do critério da linha i diante o critério da coluna j . A determinação das comparações requer uma escala, destinada à normalização par a par para todos os critérios. Na **Tabela 8.1** é apresentada a escala adaptada por Saaty (1980):

Tabela 8.1 – Escala de nove pontos

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Muito Fortemente	Fortemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fortemente	Muito Fortemente	Extremamente



Fonte: Adaptado Eastman (2001)

Realiza-se o cálculo do vetor de autovalores da matriz para gerar o conjunto de pesos com melhor ajuste. Uma excelente aproximação é possível ser obtida calculando-se o peso com cada coluna e assim tomando-se a média de todas as colunas. Então a cada coluna de valores se fizermos a sua soma e dividirmos cada uma das entradas por essa soma serão produzidos valores que, calculados a sua média para todas as colunas se aproximam bastante dos pesos calculados pelo vetor de autovalores (VETTORAZZI, 2006).

Para geração de pesos coesos Saaty (1977) apresentou a Taxa de Índice de Consistência (TC), que sugere a probabilidade de os valores não terem sido atribuídos aleatoriamente, indicando um valor ideal de TC abaixo de 0,1. Essa taxa é calculada através da divisão de consistência (CI) pelo índice de relação (RI)): $TC = CI/RI$. O valor de RI, por sua vez é calculado por: $RI = \lambda_{max}/nn-1$, em que:

λ_{max} : maior autovalor da matriz de preferência

n : ordem da matriz

O valor de RI, por sua vez, é definido de acordo com a ordem da matriz de comparação pareada, ou seja, de acordo com o número de fatores (Tabela 8.2).

Tabela 8.2 – Valores tabelados para RI

N	2	3	4	5	6	7	8
RI	0.00	0.52	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

Fonte: Saaty 1977.

A criação dos critérios para esse estudo foi adaptada do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR, proposto pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2004), com o propósito de aperfeiçoar os índices de qualidade ambiental em sistemas de disposição e tratamento de resíduos sólidos domiciliares nos municípios paulistas. Essa ferramenta torna possível analisar o resultado de ações de controle de poluição ambiental desenvolvido no Estado e supervisionar a excelência dos programas alinhados com as políticas públicas desse setor, uma vez que, essa ferramenta avalia áreas de disposição final de resíduos em: adequadas (0 a 6,0), controladas (6,1 a 8,0) e inadequadas (8,1 a 10,) a partir de uma nota de zero a dez.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos sólidos produzidos pelas cidades dão origem a uma complexa e heterogênea massa, atingindo hoje um volume tal, que a coleta e a destinação final vêm-se constituindo o grande transtorno da sociedade urbana, como ocorre atualmente em Igarapava. Dessa maneira, é importante compreender os efeitos dos impactos decorrentes da incorreta destinação.

As Figuras 8.1 e 8.2 trazem a realidade da área de estudo:

Figura 8.1 – Área de disposição inadequada



Figura 8.2 – Resíduos domiciliares



Fonte: Autoria própria.

A partir das visitas realizadas no local, foram identificados os resíduos dispostos de maneira inadequada. A **Tabela 8.3** traz a identificação dos resíduos e a classificação conforme a NBR 10004 (2004):

Tabela 8.3 – Resíduos sólidos identificados na área de estudo e classificados conforme NBR 10.004 (2004).

CONJUNTO	RESÍDUOS ENCONTRADOS NO LOCAL DE ESTUDO	ABNT NBR 10.004
Orgânicos	Restos alimentares	Classe II A
Plásticos	Sacos, sacolas, PETS, embalagens de produto de limpeza, de alimentos, de remédios	Classe II B
Papel e Papelão	Caixas, revistas, sacos de papel, jornal	Classe II A
Vidro	Garrafas de bebidas, embalagem de remédios	Classe II B
Madeira	Podas de árvore, móveis, tábuas	Classe II A
Panos e Borrachas	Roupas, pedaços de tecido, sapatos, pneu	Classe II A
Contaminante Químico	Embalagem de produtos químicos, cal, cimento, lâmpada fluorescente	Classe II B
Contaminante biológico	Papel higiênico, algodão, fralda descartável	Classe I
Construção Civil e Outros	Restos de construção, vaso sanitário, sofá	Classe II B


Fonte: Autora Própria

A Tabela 8.4, traz os resultados dos critérios analisados (impactos) a partir do índice de consistência (abaixo de 0,1) e os respectivos pesos, atribuídos após o entendimento da realidade da área de estudo.

Tabela 8.4 – Pesos atribuídos aos critérios nesse estudo.

Critérios	Pesos
Presença de Chorume	0,3433
Queima de Resíduos Sólidos	0,2496
Proximidade com Núcleos Habitacionais	0,1399
Proximidade com Recursos Hídricos	0,1192
Impermeabilização do Solo	0,0475
Compactação do Solo	0,0394
Recobrimento do Solo	0,0378
Presença de Catadores	0,0232

Fonte: Autora própria



Pela análise da Tabela 8.4, observa-se que a presença de chorume vem como primeiro na prioridade de ações. Os resíduos em fase de decomposição dispostos em lixões ou aterros são constituídos de substâncias orgânicas e inorgânicas que, após a percolação da água por esses resíduos, é formado um líquido escuro e de odor desagradável, conhecido como chorume ou lixiviado. O chorume é proveniente da decomposição da matéria orgânica e possui altas concentrações de sólidos suspensos e metais pesados originados da degradação de substâncias metabolizadas, como os carboidratos, proteínas e gorduras (DINIZ, 2016).

A quantidade e qualidade do líquido percolado produzido em uma área de acumulação de resíduos depende de diversas fontes: condições meteorológicas do local (umidade, precipitação, temperatura, vento, evaporação); geologia e geomorfologia (escoamento superficial e/ou subterrânea, grau de compactação e capacidade do solo em reter umidade); idade e natureza dos resíduos sólidos (tipo, umidade, nível de matéria orgânica, características); topografia (perfil da área) qualidade e quantidade de recicláveis e hábitos da população (TORRES et al., 1997)

O tipo de solo predominante na região de Igarapava – SP é o Latossolo Vermelho Distroférrico oriundo da decomposição do basalto e o Latossolo Vermelho Distrófico e Vermelho Amarelo proveniente dos arenitos. Conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (SANTOS et al., 2018), solos dessa tipologia apresentam um elevado grau de intemperismo com capacidade de troca de cátions, variando de fortemente a bem drenando, sendo este um fator que favorece a passagem do líquido percolado contribuindo para a contaminação do solo nessa região e o lençol freático.

Arantes (2013) afirma que da perspectiva de observação e entendimento, o chorume (lixiviado ou percolado) denota altas concentrações de matéria orgânica, do mesmo modo que consideráveis substâncias inorgânicas (metais pesados). Sendo a mais expressiva ameaça para águas subterrâneas, podendo alcançar camadas mais profundas do solo, além disso pode alterar a DBO e DQO da água influenciando negativamente a fauna e flora macro e microscópica, fora a saúde pública.

Ainda analisando a Tabela 8.4, a próxima prioridade de ação seria no sentido de evitar a queima de resíduos sólidos, umas das alternativas para essa questão seria a inclusão dos bairros próximos à área de disposição inadequada de resíduos, no

Programa de Coleta de Resíduos do município de Igarapava – SP, em razão de não receberem esse tipo de serviço.


Outro aspecto a ser considerado é a criação de Cooperativas de Reciclagem, para que o material não seja apenas descartado, porém reciclado, reaproveitado e reutilizado. Os moradores devem separar os diferentes tipos de material (metais, plásticos, vidros, sobras de alimentos) e colocar cada um em coletores específicos. O material a ser reciclado é recolhido e encaminhado para cooperativas de reciclagem (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2005).

Como alternativa para a diminuição do volume de resíduos despejados no local de disposição analisada nesse estudo, ocorre a combustão, ou seja, a queima clandestina dos resíduos sólidos. Os pontos de queimadas provocam a degradação dos resíduos, liberando gases tóxicos e disseminando gases de diferentes composições químicas, um exemplo de gás tóxico é a dioxina, que é liberada principalmente na incineração de PVC (ANDRADE; ALCÂNTRA, 2016).

Para Araújo e Ribeiro (2016) a queima realizada degrada ainda mais o ecossistema local pela emissão de gases para a atmosfera, alterando o fenômeno natural Efeito Estufa, além de contaminar o ar do município, alterar a fauna, desaparecimento das espécies vegetais, perda da cobertura vegetal, consequentemente leva a erosão do solo e o desaparecimento de animais nativos e impactos direto na saúde humana.

Na linha de prioridade de ações na área de estudo, conforme a Tabela 8.1, observa-se a proximidade com núcleos habitacionais. A área de estudo está a 806,34 metros dos núcleos habitacionais. Lima (2016) mencionam que por residirem próximos à “lixões” muitas famílias recorrem a esses locais recolhendo materiais como: papelão, plástico, metal, cobre e até mesmo restos de alimentos na maioria das vezes estragados e/ou contaminados para seu próprio consumo, fazendo com que essas pessoas sejam malvistas pela sociedade considerada a melhor de poder aquisitivo.

Analisando a Tabela 8.1, a proximidade de recursos hídricos e a impermeabilização do solo são os próximos nas prioridades de ações da área de estudo. A área de disposição dos resíduos não possui nenhum tipo de impermeabilização, tratamento dos líquidos percolados e nem drenagem para separação de águas pluviais. A contaminação superficial em geral constitui-se em um problema visível, porém a contaminação dos aquíferos é invisível e pode se



tornar um transtorno permanente, posto que a identificação dessa adversidade ocorra por meio de seus efeitos na saúde pública. Destaca-se que os resíduos sólidos se compõem de substâncias químicas que são carregadas pela chuva e entram em contato com cursos d'água superficiais e subterrâneos através do escoamento superficial e a taxa de infiltração (SISINNO; OLIVEIRA, 2000).

Pela análise da Tabela 8.1, a compactação do solo e a falta de recobrimento estão próximos na linha de prioridades de ação, um outro ponto a se evidenciar por conta do intenso fluxo de caminhões despejando os resíduos sólidos, eles chegam sem nenhum prévio processo de separação. São despejados em uma área de aproximadamente 1 km de extensão, sendo das mais variadas natureza e tipo de resíduo, dentre eles o domiciliar, restos de construção civil e podas de árvore, peças eletrônicas e de pintura.

A compactação influencia a aeração do solo, que drenam de maneira eficaz as águas pluviais e de irrigação, dessa forma a compactação pode destruir quantidades suficientes de macroporos, portanto resulta também na diminuição da quantidade de nutrientes no solo, pois o transporte de água irá diminuir. Além de que, esse impacto afeta a estabilidade dos agregados e a permeabilidade, resultando o processo de erosão (MORENO et al 2015).

Em paralelo a isso, alguns problemas são característicos de áreas que não possuem cuidados sanitários e ambientais corretos ao receber resíduos sólidos, a falta de recobrimento incentiva a presença de catadores, que buscam materiais que ainda tenha algum valor econômico e assim garantir seu sustento. Fora que, ocorre a proliferação de moscas, mosquitos, baratas, escorpiões, ratos, urubus, classificados como vetores de doenças. Outro relevante transtorno, é a poluição visual e emissão de odores desagradáveis, geração de fumaça e suspensão de poeira pelo trânsito de caminhões que carregam os resíduos, acarretando uma desvalorização econômica e imobiliária de áreas próximas (FREITAS, 2013).

Como último item, conforme a Tabela 8.1, têm-se a presença de catadores. Isso se deve ao fato do crescimento das cidades e pelo modelo consumista que passou a imperar na sociedade no início do processo de industrialização. Isto é, a urbanização intensa em paralelo com o estilo de vida adotado, transformou drasticamente o cenário de geração de resíduos sólidos, o volume de resíduos tem aumentado significativamente com o passar dos anos (PINHEL, 2013). E a presença

de catadores está influenciada também pela Proximidade com Núcleos Habitacionais, relacionada na terceira linha da Tabela 8.4.

A remediação e o fechamento de lixões compreendem o processo que objetiva reduzir, o máximo possível os impactos ambientais negativos causados pela deposição do resíduo, considerando a decisão de encerrar a operação no local, estabilizar a área (física, química e biologicamente) e destiná-la a uma utilização adequada futuramente após essa estabilização (período geralmente não inferior a 10-15 anos após encerramento da deposição de lixo).

Dentre as formas de encerramento de locais impróprios para recebimento de resíduos, de acordo com Possamai et al (2007), é a retirada da massa do resíduo, transpondo – o para um aterro sanitário e recuperando a área escavada com solo natural da região. Uma forma atualmente mais econômica para remediação e fechamento de lixões é uma sequência de fatores: eliminar fogo e fumaça; limpar a área; providenciar a cobertura final; drenar águas superficiais; drenar o biogás e o percolato do resíduo; coletar e tratar o biogás e o percolato; elaborar projeto geotécnico e ambiental e elaborar projeto paisagístico e de uso futuro da área.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS


Conclui-se que a ordem de prioridade das ações devido aos impactos ambientais são: Afloramento de Chorume, Queima de Resíduos Sólidos, Proximidade com Núcleos Habitacionais, Proximidade com Recursos Hídricos, Impermeabilização do Solo, Compactação do Solo, Recobrimento do Solo, Presença de Catadores.

Nesse sentido, a área de estudo deve ser descomissionada, pois pode apresentar suspeita de contaminação e/ou, contaminada de acordo com a listagem dos impactos presentes devido ao fato de não receber o tratamento ambiental adequado. O risco de poluição é elevado, pois este cenário promove a contaminação do solo e água, devido à ausência de impermeabilização do solo, sistemas de drenagem e tratamento do chorume, configurando-se num grave problema socioambiental e de saúde pública.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma NBR 10.004. Resíduos Sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2004.
- ANDRADE, A.T.S.; ALCÂNTRA, R.L. **Resíduos Sólidos Urbanos e Impactos Socioambientais no Bairro “Lagoa do Ferreiro”, Assu/RN.** SANTA MARIA – RS, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/20029>>. Acesso: 10 setembro 2018.
- ARANTES, C.A. **Construção de uma Proposta de Logística Reversa para Resíduos Biodegradáveis de Restaurantes em Uberlândia/MG.** UBERLÂNDIA – MG, 2013. Disponível em <<http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16183/1/ConstrucaoPropostaLogistica.pdf>>. Acesso: 5 setembro 2018.
- ARAUJO, C.C.G; RIBEIRO, R.L. **Avaliação De Impactos Ambientais No Lixão Do Município De Santa Helena De Goiás, Go.** Rio Verde, 2016. Disponível em:< <http://www.unirv.edu.br/conteudos>> Acesso: 6 novembro 2018.
- ÁVILA, P.A. **Análise Multicriterial Como Ferramenta Para a AAE Da Bacia Hidrográfica Do Rio Grande, Vertente Mineira.** 2016. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- BARREIRA, L.P. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção.** 2005. 204 f. (Tese em Saúde Pública) -Universidade de São Paulo, São Paulo 2005.
- BUTZKE, A.; PONTALTI, S. **Os recursos naturais e o homem: O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado frente à responsabilidade solidária.** Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2012. 382 p.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório de 2004.** São Paulo, 2004.
- DINIZ, L.C.C. **Avaliação Do Impacto Do Chorume Produzido Pelo Aterro Sanitário Da Cidade De Ponta Grossa Na Qualidade Das Águas Da Bacia Do Rio Cará-Cará. Ponta Grossa.** 2016. Disponível em: < <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/pdf>> Acesso: 2 novembro 2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/igarapava>>. Acesso: 26 julho 2018.
- LIMA, Cláudio Ricardo Gomes de. **Análise socioambiental da área do lixão do Jangurussu (Fortaleza-CE) e os impactos na comunidade do entorno.** 2013. 146 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/104418>>. Acesso em 05/06/2021.

- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia**: volume único. São Paulo: Ática, 2005.
- MORAES, C.D.; D'AQUINO, C.A. **Avaliação De Impacto Ambiental: Uma Revisão Da Literatura Sobre As Principais Metodologias**. SANTA CATARINA – SC, 2016. Disponível em <[http:// abhidrogeo.paginas.ufsc.br](http://abhidrogeo.paginas.ufsc.br)>. Acesso: 12 agosto 2018.
- MORENO, D.A.A.C; BEZERRA, D.C; GARCIA, E.N.A; SOUZA C.S.S. **Compactação Do Solo: Efeitos Benéficos E Adversos Da Compactação E Sua Relação Com A Engenharia E Agropecuária**. Lins, 2015. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2015/publicado/artigo0052.pdf>>. Acesso: 23 novembro 2018.
- PINHEL, J.R. **Do Lixo à Cidadania: Guia para Formação de Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis**. São Paulo: PEIRÓPOLIS, 2013. 242 p.
- POSSAMAI, F.P.; VIANA, E.; SCHULS, H.E.; COSTA, M.M.; CASAGRANDE, E. **Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente**. RIO DE JANEIRO-RJ, 2007. Disponível em < <http://www.redalyc.org/pdf/630/63012116.pdf>>. Acesso: 15 dezembro 2018.
- RODRIGUES, A.C. **Fluxo domiciliar de geração e destino de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo/ SP: caracterização e subsídios para políticas públicas**. 2012. 247 f. (Tese em Saúde Pública)-Universidade de São Paulo, São Paulo 2012.
- SAATY, L.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v.15, n.3, p.234-281, 1977.
- SAATY, T.L. Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. **McGraw-Hill**, New York, NY, USA, 1980.
- SAATY, T. L. (1991). **Método de análise hierárquica**. São Paulo: MAKRON BOOKS, 1991.
- SÁNCHEZ, L.H. **Avaliação de impacto ambiental :conceitos e métodos**. 2. ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- SANTOS, H. G., JACOMINE, P.K.T., DOS SANTOS, L.H.C. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/apresentacao>. Acesso em: 30 mai 2022.
- SCATENA, L.M. **Ações em educação ambiental: análise multivariada da percepção ambiental de diferentes grupos sociais como instrumento de apoio à gestão de pequenas bacias-estudo de caso da microbacia do Córrego da Capituva, Macedônia, SP**. 2005. 262 f. (Tese em Doutorado de



Engenharia Hidráulica e Saneamento)-Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. **Resíduos Sólidos, ambiente e saúde uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000.

TORRES, P., BARBA, L.E., RIASCOS, J. et al. **Tratabilidade biológica de chorume produzido em aterro não controlado. Engenharia Ambiental e Sanitária**. Rio de Janeiro, v. 2, p55-62, 1997.

VETTORAZZI, C.A. **Avaliação Multicritérios, em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando a conservação de recursos hídricos**. 2006. 151 f. Tese (Livre Docente do Departamento de Engenharia Rural)-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CAPÍTULO IX

USO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA ALOCAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS-MG

USE OF MULTI-CRITERIA ANALYSIS FOR SANITARY LANDFILL ALLOCATION IN THE MUNICIPALITY OF POÇOS DE CALDAS-MG

DOI: 10.51859/amplla.aca426.1122-9

Vanessa Brito Pinheiro ¹

Vera Lúcia Abdala ²

Maytê Maria Abreu Pires de Melo Silva ²

¹ Estudante do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Geoprocessamento, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professora do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

RESUMO

A deposição apropriada de resíduos sólidos urbanos (RSU) é de suma importância para a população das cidades, pois seu acúmulo pode oferecer riscos à saúde, além de riscos ambientais. No Brasil, a grande maioria dos resíduos urbanos são depositados de forma inadequada, e em 2010 foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, visando a melhoria no saneamento básico e a saúde pública das famílias brasileiras. Com isso em vista, este trabalho foi elaborado buscando encontrar o local mais apropriado para alocação de um aterro sanitário no município de Poços de Caldas-MG através de análise multicritério, usando o Processo Analítico Hierárquico (AHP) como forma de tomada de decisão. Para isso, definiram-se as seguintes variáveis: distância de ferrovias, distância de áreas populacionais, declividade, distância de minerações, distância de corpos hídricos, permeabilidade dos solos, geologia, preço da terra, distância de rodovias/estradas, distância da fonte geradora de resíduos sólidos urbanos. Para cada variável foi atribuído um peso e então a matriz AHP foi construída. Ao fim, o raster resultante da análise foi gerado através da calculadora raster e as áreas foram divididas em 5

classes, de acordo com o nível de risco que oferecem para a alocação do aterro. A análise mostrou que as áreas com menores restrições, e, portanto, ideais para a implementação do aterro sanitário, estavam muito espaçadas entre si e apresentavam áreas pequenas, o que poderia impossibilitar a alocação do aterro sanitário em tais locais.

Palavras-chave: Aterro Sanitário. Análise Multicritério. Processo Analítico Hierárquico.

ABSTRACT

The proper disposal of urban solid waste (MSW) is of paramount importance for the population of cities, as its accumulation can pose health risks, in addition to environmental risks. In Brazil, the vast majority of urban waste is disposed of improperly, and in 2010 the National Solid Waste Policy was created, aiming to improve basic sanitation and public health for Brazilian families. With that in mind, this work was designed to find the most appropriate location for the allocation of a sanitary landfill in the municipality of Poços de Caldas-MG through multicriteria analysis, using the Analytical Hierarchical

Process (AHP) as a decision-making method. For this, the following variables were defined: distance from railways, distance from population areas, slope, distance from mining, distance from water bodies, soil permeability, geology, land price, distance from highways/roads, distance from the generating source of urban solid waste. A weight was attached to each variable and then the AHP matrix was built. At the end, the resulting raster of the analysis was generated through the raster calculator and the areas were divided into 5

classes, according to the level of risk they offer for the allocation of the landfill. The analysis showed that the areas with less restrictions, and therefore ideal for the implementation of the sanitary landfill, were very spaced from each other and had small areas, which could make it impossible to allocate the sanitary landfill in such places.

Keywords: Sanitary landfill. Multicriteria Analysis. Hierarchical Analytical Process.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que mais geram resíduos sólidos no mundo, devido tanto ao tamanho da sua população, estimada em 214 milhões de habitantes (IBGE, 2022), quanto às práticas de consumo do seu povo. Tendo isso em vista, a alocação correta dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é de suma importância, já que sua deposição inadequada pode afetar a saúde da população, pois tais resíduos englobam materiais hospitalares, radioativos, agrícolas, industriais, domésticos, dentre outros (IPEA, 2021), que oferecem grandes riscos diretos à saúde humana. Além dos riscos citados, os RSU oferecem também riscos ambientais, devido, por exemplo, a geração de chorume e gases, que são produtos comuns da sua decomposição e que, quando não drenados de forma correta, podem poluir o solo e águas subterrâneas na região.

De acordo com o Ministério Público do Paraná (2008) a grande maioria dos RSU são depositados de forma inadequada no Brasil, seja em lixões e ou em depósitos irregulares. Visando reverter essa situação, em 2010 foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, buscando melhoria no saneamento básico e consequentemente a melhoria da saúde pública das famílias brasileiras, além da melhoria da qualidade do meio ambiente das cidades, através da regulamentação da deposição, monitoramento e tratamento de tais resíduos, entre outros fatores complementares.

A análise multicritério consiste numa metodologia que analisa alternativas buscando a resolução de problemas utilizando de vários critérios relacionados ao objeto de estudo, abrindo então à possibilidade de identificar alternativas para solucionar o problema (Francisco et al., 2007). Comumente utilizado na análise

multicritério, o Processo Analítico Hierárquico (Saaty, 1970) é uma ferramenta vastamente utilizada para estruturar problemas e auxiliar nas tomadas de decisões onde são levados em consideração os pesos atribuídos a cada critério.

Compreendendo a importância da deposição correta dos RSU para a saúde da população e para o meio ambiente, e das ferramentas disponíveis para análise, decidiu-se então realizar um estudo buscando áreas apropriadas para implementação de um aterro sanitário na cidade de Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais.

A cidade de Poços de Caldas está localizada no sudoeste do estado de Minas Gerais e, de acordo com o censo de 2010 (IBGE) sua população era de 152.435 habitantes. A cidade é amplamente conhecida pelas suas fontes hidrotermais, turismo balneário e pela presença forte da mineração, principalmente de bauxita (OLIVEIRA, 2014). Apesar da cidade contar com um aterro controlado, este se encontra fora de operação, já que atingiu sua capacidade máxima. Além disso, a cidade não possui aterro sanitário e seus RSU são transportados para a cidade de Casa Branca, no estado de São Paulo, distante 72 quilômetros da fonte geradora. De acordo com a Prefeitura de Poços de Caldas (2017) a cidade gera cerca de 110.000 toneladas/ano de resíduos sólidos urbanos, com previsão de geração anual de 250.000 toneladas/ano para o ano de 2019. Dada a situação atual do município, a implementação de um aterro sanitário é de extrema importância.

O objetivo do trabalho é encontrar, utilizando-se análises multicritérios, locais apropriados para a implementação de um aterro sanitário no município de Poços de Caldas-MG.

2. METODOLOGIA

2.1. LOCAL DO ESTUDO

A cidade de Poços de Caldas está localizada no sudoeste do estado de Minas Gerais, fazendo divisa com o estado de São Paulo. O município se localiza em um planalto elíptico, com altitude média de 1300 metros, apresentando campos suavemente ondulados e sendo rodeado por montanhas cujas altitudes variam entre 1600 e 1800 metros. Seu solo deriva de geologias variadas, entre elas rochas alcalinas, circundados por formações datadas do período arqueano. (PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS, 2011).

O clima da cidade é marcado por invernos secos, com temperaturas próximas à 15°C, enquanto apresenta também verões brandos, com temperatura média na casa dos 21°C. O índice pluviométrico anual é de 1745 milímetros e a chuva ocorre, em média, em 190 dias do ano (PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS, 2017).

Do ponto de vista econômico, a cidade, por um longo tempo, teve como principal renda o turismo balneário, devido às suas fontes hidrotermais, onde as pessoas buscavam tratamento alternativo para doenças, e do cassino. Com o fim dos cassinos no Brasil, em 1946, e a descoberta da penicilina, em 1938, a região sofreu grande redução na sua fonte, já que a quantidade de pessoas que buscavam tratamentos nas águas caiu drasticamente, além do movimento na cidade gerado pelo cassino praticamente cessar. A fonte de renda da cidade transitou de ser fortemente advinda do turismo para a mineração da bauxita, com a instalação de empreendimentos minerais, como a Alcoaminas e a Termocaná, entre as décadas de 60 e 70, na cidade, impulsionada pela difusão de novos usos industriais do alumínio. (OLIVEIRA, 2012)

Atualmente, de acordo com a Prefeitura de Poços de Caldas (2017), parte da sua economia vem da mineração de bauxita e da indústria de alumínio, e em menor parte do turismo (devido às suas águas termais) e pela agropecuária, sendo a prática cafeeira da região bastante conhecida.

2.2. FERRAMENTAS

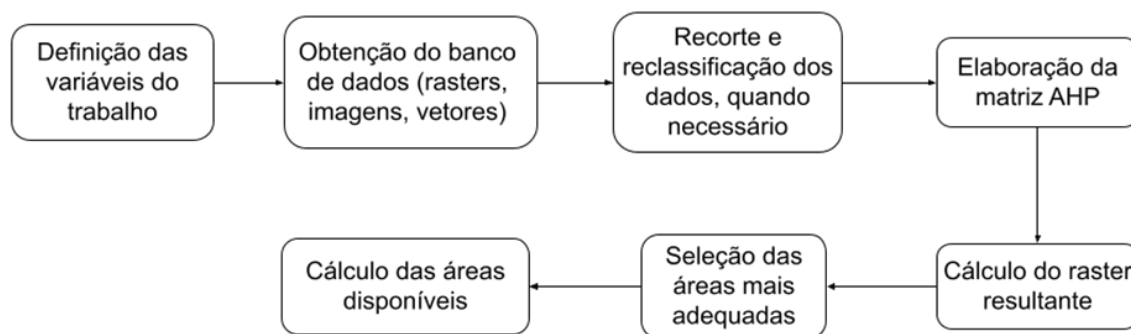
Para a elaboração deste trabalho, fez-se uso de várias ferramentas que permitiram a manipulação dos recursos disponíveis, além de servirem de apoio para a tomada de decisão. As ferramentas utilizadas foram:

- QGIS 3.16.0, com o complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), utilizado para processamento das imagens, reclassificação de rasters, geração de relatórios de área, entre outras ferramentas que o complemento fornece, além de ter sido usado outras funcionalidades básicas do software;
- QGIS 2.18.0, com o complemento Easy AHP, para realizar análises multicritério, utilizando o Método Analítico Hierárquico.
- Microsoft Excel, para análise de dados gerados pelos softwares supracitados.

2.3. VARIÁVEIS

As etapas do trabalho foram ordenadas no fluxograma apresentado na Figura 9.1:

Figura 9.1 - Fluxograma das etapas do trabalho



Fonte: Pinheiro, 2022.

Seguindo o fluxograma de etapas presente na Figura 9.1 foi necessário definir quais variáveis seriam avaliadas utilizando-se o Processo Analítico Hierárquico. Estas foram selecionadas com base no nível de importância e impacto no estudo, levando em consideração a Deliberação Normativa COPAM nº118 de 27 de junho de 2008, que estabelece diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos no estado de Minas Gerais, diretrizes estas que foram elaboradas focando o bem-estar da população e meio-ambiente. Por fim, foram definidas 11 variáveis, que foram divididas em 2 grupos, RESTRITIVOS e NÃO RESTRITIVOS. A Tabela 9.1 apresenta as variáveis do trabalho e a fonte do banco de dados utilizado:

Tabela 9.1 – Variáveis do trabalho

	VARIÁVEL	BANCO DE DADOS
RESTRITIVA	Declividade	Projeto TOPODATA
	Distância mínima de ferrovias	IDE SISEMA (IBGE)
	Distância mínima de minerações	MapBiomias
	Distância mínima de centros urbanos	MapMiomias
NÃO RESTRITIVA	Distância da fonte geradora de RSU	MapBiomias
	Distância de rodovias e estradas	IDE SISEMA (IBGE)
	Distância de cursos d'água	IDE SISEMA Bacia do Rio Grande (IGAM, 2021)
	Permeabilidade dos solos	GEOINFO (Embrapa)
	Preço da terra	EMATER
	Geologia local	CPRM
	Distância de minerações	MapBiomias

Fonte: PINHEIRO, 2022

No caso de variáveis selecionadas para a análise que não eram contempladas pela Deliberação Normativa previamente citada, estas foram definidas conforme características específicas do município, como no caso de distância de minerações, que estão espalhadas pelo município e são muito importantes para a economia local, pois geram emprego e renda. O descomissionamento de uma mina para construção de um aterro sanitário pode ter um custo financeiro elevado, ocorreria perda da exploração de um bem mineral importante (no caso das minas de bauxita do município), além da perda de postos de trabalho. Para a variável DISTÂNCIA DE MINERAÇÕES, foi considerado a mesma distância de centros urbanos por, de certa forma, se assimilarem a regiões urbanas, pois possuem intensa movimentação de veículos e pessoas, que na maioria das minas ocorrem por 24 horas, 7 dias na semana.

Para as ferrovias, foi utilizado a distância mínima igual a de rodovias e estradas, já que se trata de uma via de circulação. A ferrovia no município de Poços de Caldas é, atualmente, concessão da Ferrovia Centro-Atlântica (Ministério da Infraestrutura, 2019) e é utilizada no escoamento do minério produzido no município. Devido a concessão e a importância da ferrovia para a mineração local, foi determinado então que a região próxima à ferrovia seria restrita no estudo.

No caso do preço da terra, essa variável foi selecionada para enriquecer o estudo e guiar a seleção de áreas para aquelas que seriam economicamente mais viáveis.

Com relação aos pesos utilizados no estudo, cada variável apresenta um conjunto de pesos aplicados. A Tabela 9.2 que segue expõe os pesos determinados para as variáveis restritivas:

Tabela 9.2 - Peso das variáveis restritivas utilizadas no estudo

VARIÁVEIS RESTRITIVAS	RESTRIÇÃO	PESO
Distância de ferrovias	Distância <100m	0
	Distância >100m	1
Distância de Áreas Populacionais	Distância <500m	0
	Distância >500m	1
Declividade	Decliv <30%	1
	Decliv >30%	0
Distância de minerações	Distância <500m	0
	Distância >500m	1

Fonte: PINHEIRO, 2022.

É possível ver, na Tabela 9.2 que foram utilizados os pesos 0 e 1 para as variáveis restritivas, onde as áreas com o peso 0 são áreas restritas (inadequadas para a implantação do aterro em qualquer situação) e as áreas com peso 1 são locais que não foram restringidas pela variável.

Para as variáveis não restritivas foram usados pesos variando de 1 a 255, sendo o peso 1 o menos restritivo e o peso 255 o mais restritivo na análise. A Tabela 9.3 apresenta as variáveis não restritivas em que os pesos variavam com distâncias:

Tabela 9.3 - Peso das variáveis não restritivas do estudo

VARIÁVEL	DISTÂNCIA	PESO
Distância de rodovias e estradas	200m	255
	500m	200
	1000m	175
	2000m	150
	5000m	100
Distância de corpos hídricos	300m	255
	500m	130
	700m	75
	1000m	50
Distância da Fonte Geradora de RSU	500m	255
	1000m	200
	3000m	150
	5000m	100
	15000m	50
Distância de Minerações	500m	255
	1000m	200
	3000m	150
	5000m	100
	15000m	50

Fonte: PINHEIRO, 2022

Com relação à distância de rodovias e estradas, é necessária uma distância segura entre o local onde o aterro for implementado e estradas. A Deliberação Normativa do COPAM nº 118 determina a necessidade de manter distância de 100 metros de rodovias e estradas. Além disso, é interessante que o aterro não se localize em locais muito longes das vias de acesso e das fontes geradoras de RSU, pois poderá encarecer o transporte do material da fonte até o ponto de deposição final. Com relação às minerações, foram utilizados os mesmos critérios que a

Distância da Fonte Geradora de RSU, por se tratar de uma área com intensa movimentação de veículos e pessoas.

No caso dos corpos hídricos, de acordo com a Deliberação Normativa citada anteriormente, os aterros devem ser situados a uma distância mínima de 300 metros de qualquer corpo hídrico, em áreas que não estão sujeitas a inundação.

Analisando-se a permeabilidade dos solos, é fundamental que o aterro seja construído em solo com baixa permeabilidade, pois a deterioração do lixo gera fluidos tóxicos que podem permear pelo solo e vir a poluir águas subterrâneas, afetando o meio ambiente como um todo. A Tabela 9.4 traz os pesos da variável PERMEABILIDADE DOS SOLOS.

Tabela 9.4 - Peso da variável PERMEABILIDADE DOS SOLOS

SOLO	PESO
Argissolos Vermelhos Amarelos	255
Cambissolos Háplicos	200
Latossolos Vermelhos	130

Fonte: PINHEIRO, 2022

Com relação aos pesos utilizados, devido ao fato de o Argilosso ser o mais permeável dentre os três presentes na região de estudo, e, portanto, recebeu o maior peso na análise. Os demais solos receberam pesos menores pois são menos permeáveis.

Além da importância da permeabilidade dos solos na implantação de um aterro, o tipo de rocha também tem elevado nível de importância no projeto. É importante que o aterro seja construído sobre rochas bastante consolidadas e preferencialmente com poucas fraturas pois, assim como os solos, é necessário que a base seja o mais impermeável o possível, impedindo a percolação de fluidos gerados pela decomposição dos RSU, que podem poluir o solo e as águas subterrâneas. Com isso em vista, o ideal seria construir o aterro sobre rochas ígneas, por serem maciças, terem boa resistência mecânica (CPRM, 2015) e apresentarem poucas ou nenhuma fratura. As rochas metamórficas também são boas opções para a construção, mesmo apresentando mais fraturas que rochas ígneas. O pior cenário seria construir o aterro sobre rochas sedimentares, pois estas são formadas, em grande maioria, através da união de grãos de sedimentos, apresentando poros e

elevada permeabilidade, além de baixa resistência mecânica (CPRM, 2015). A Tabela 9.5 apresenta os pesos da variável GEOLOGIA.

Tabela 9.5 - Peso da variável GEOLOGIA

TIPO DE ROCHA	PESO
Ígnea	50
Ígnea + Metamórfica	125
Metamórfica	150
Ígnea + Sedimentar	200

Fonte: PINHEIRO, 2022

As rochas ígneas receberam o menor peso dentre todos os tipos de rocha presentes no município pois, como dito anteriormente, consistem em rochas mais consistentes e, portanto, apresentam baixa drenagem, o que é importante para implantar um aterro. As rochas metamórficas receberam peso intermediário pois apesar de apresentarem nível de consistência mais elevado, estas podem apresentar fraturas em sua estrutura, aumentando a drenagem desta. Por fim, as rochas sedimentares tiveram o maior peso, já que são a classe menos consistente dentre todos os tipos analisados, e, portanto, apresentam maior drenagem, tornando-os impróprios para implementação do aterro.

Com relação ao preço da terra, este impacta no local de implantação do aterro pois afeta o orçamento dedicado ao projeto de implantar o aterro, podendo até inviabilizá-lo, portanto é uma importante variável para a análise. Foi levado em consideração a aptidão da terra no município, bem como a cultura plantada no local. Foram consideradas áreas de aptidão boa da terra lavouras classificadas pelo MAPBIOMAS como perenes e mosaico de agricultura/pastagem.

Para as áreas de aptidão regular considerou-se outras lavouras temporárias. As áreas classificadas como rios, lagos e oceanos (MAPBIOMAS, 2019) e de formações florestais foram consideradas como áreas de preservação de flora/fauna e tiveram o maior peso da análise devido à sua importância ambiental, apesar de apresentarem menor valor por hectare da terra. A Tabela 9.6 destaca os pesos aplicados para a variável PREÇO DA TERRA.

Tabela 9.6 - Pesos da variável PREÇO DA TERRA. Fonte: EMATER-MG, 2019

APTIDÃO DA TERRA	PREÇO/ha	PESO
Aptidão Boa	R\$ 15.000,00	230
Aptidão Regular	R\$ 13.000,00	210
Pastagem Plantada	R\$ 12.400,00	190
Silvicultura/Pastagem Natural	R\$ 10.000,00	150
Preservação Fauna/Flora	R\$ 8.000,00	255

Fonte: PINHEIRO, 2022

Foi atribuído às áreas de preservação de Fauna e Flora o maior peso, devido à importância dessas áreas para o meio ambiente da região. As áreas de Boa aptidão do solo também apresentaram peso elevado pois são áreas férteis e provavelmente estavam sendo cultivadas. Remover uma área de cultivo ativo pode ser oneroso, além de impactar na economia da cidade.

2.4. MATRIZ AHP

Com o banco de dados já ordenado, a matriz AHP foi elaborada, levando em consideração os níveis de importância de cada variável para a análise, baseando-se nos pesos definidos por Saaty (1980). A Tabela 9.7 traz a matriz AHP da análise:

Tabela 9.7 - Matriz AHP

	PREÇO TERRA	GEOLOGIA	SOLOS	DIST ZONA URBANA	MINERAÇÃO	DIST CORPOS HÍDRICOS	RODOVIAS
PREÇO TERRA	1	0,333	0,333	0,5	0,5	0,2	0,333
GEOLOGIA	3	1	1	2,0	2	0,5	3
SOLOS	3	1	1	3,0	3	0,5	3
DIST ZONA URBANA	2	5	0,333	1	1	0,333	2
MINERAÇÃO	2	5	0,333	1	1	0,333	2
DIST CORPOS HÍDRICOS	5	2	2	3	3	1	3
RODOVIA	3	0,333	0,333	0,5	0,5	0,333	1

Fonte: PINHEIRO, 2022.

Após o cálculo da matriz AHP, foi obtido um peso atrelado a cada variável não restritiva do estudo, que foram utilizados para calcular a imagem resultante, utilizando-se o recurso do software QGIS chamado 'Calculadora raster', que calcula um raster novo com base em rasters pré-existent, conforme equação desejada.

Para o trabalho, utilizou-se os pesos de cada variável gerada pelo Easy AHP, através da equação que segue:

$$(\sum(\text{Rasters variáveis não restritivas} \times \text{respectivo peso})) \times (\text{raster variáveis não restritivas})$$

O raster resultante da equação é, em seguida, reclassificado em 5 classes, sendo elas:

1. Muito baixa restrição – Baixo custo de implantação e menor impacto socioambiental;
2. Baixa restrição – Custos moderados para implantação do aterro, podendo necessitar de ferramentas para reduzir os impactos no meio ambiente e população;
3. Média restrição – Apresenta custos elevados para implantação do aterro e mitigação de danos ao meio ambiente e população local, porém não inviabiliza o projeto;
4. Alta restrição – Custo de implantação elevado, e a mitigação dos danos não é suficiente para adequar as áreas a fim de não gerar impactos significativos ao meio ambiente e à população local.
5. Muito alta restrição – Custo de implantação extremamente elevado, e assim como a classe Alta restrição, mesmo utilizando-se de ferramentas mitigadoras de danos e impactos, as áreas não se adequam às normas impostas sobre a destinação de RSU.

Por fim, com base na reclassificação do raster resultante, foi tomada a decisão da área ideal para implementação do aterro sanitário.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da metodologia apresentada foi gerada então a imagem resultante após processamento dos dados no complemento Easy AHP, utilizando também a calculadora raster. O raster resultante foi então reclassificado em 5 novas classes. As Tabelas 9.8 e 9.9 apresentam os dados reclassificados do raster:

Tabela 9.8 - Base de dados para reclassificação do raster calculado

CLASSIFICAÇÃO	VALORES
VALOR MÍNIMO	88,55
VALOR MÁXIMO	223,21
AMPLITUDE	134,66
CLASSES	5
VALOR INTERCLASSES	26,932

Fonte: PINHEIRO, 2022

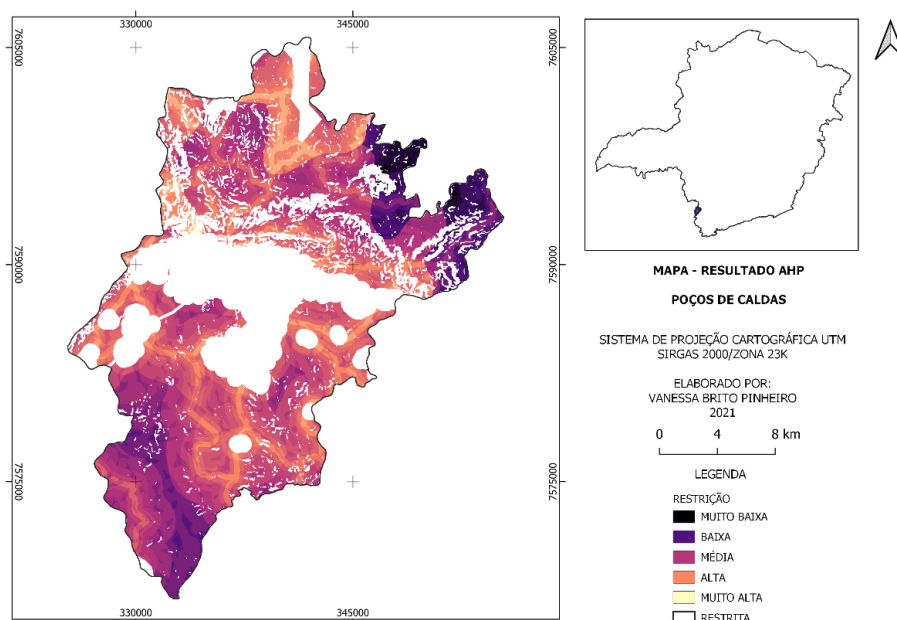
Tabela 9.9 - Novos valores das classes do raster calculado

CLASSE	VALOR
1. Muito Baixa	88,55 - 115,482
2. Baixa	115,482 - 142,414
3. Média	142,414 - 169,346
4. Alta	169,346 - 196,278
5. Muito Alta	196,278 - 223,21

Fonte: PINHEIRO, 2022.

A Figura 9.2 apresenta o raster resultante após a reclassificação:

Figura 9.2 - Raster resultante da matriz AHP



Fonte: PINHEIRO, 2022.

As áreas em branco na Figura 9.2 representam locais completamente restritos para a implementação do aterro, por conterem as variáveis restritivas

citadas anteriormente. Analisando brevemente a figura, percebe-se que grande parte da área do município foi classificada como áreas Alto e Muito Alto risco. Essa observação é confirmada pela Tabela 9.10, que apresenta as áreas de cada classe do mapa:

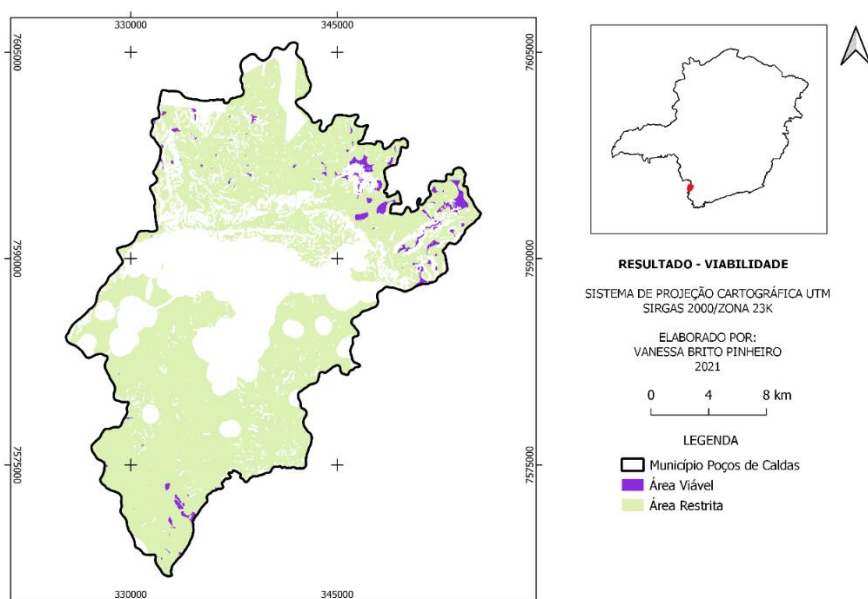
Tabela 9.10 - Áreas referentes às classes de risco

CLASSE	ÁREA (ha)	Porcentagem (%)
1. Muito Baixa	126,46	0,37
2. Baixa	720,15	2,08
3. Média	5.169,35	14,94
4. Alta	16.376,61	47,35
5. Muito Alta	12.198,14	35,26
Área Total	34.590,71	100,00


Fonte: PINHEIRO, 2022.

Nota-se que as áreas classificadas como restrição Média, Alta e Muito Alta totalizam 97,55% da área total do município, enquanto as áreas classificadas como Baixa e Muito Baixa restrição, ideais para a implementação do aterro, totalizam apenas 2,45% da área total do município. A Figura 9.3 apresenta as possíveis áreas para a construção do aterro, levando em consideração as classes de restrição Muito Baixa e Baixa:

Figura 9.3 - Mapa de áreas viáveis para construção do aterro



Fonte: PINHEIRO, 2022.



Através da Figura 9.2 é possível ver que as áreas viáveis, considerando Muito Baixa e Baixa restrição da análise, estão bastante dispersas e em poucos pontos a área da região é superior a 100 ha, sendo em média 30 a 40 ha, totalizando 846,61 ha. Outro ponto é que grande parte das áreas estão ao norte, muito próximas à serra de São Domingos, que atravessa o município transversalmente e limita a zona urbana ao norte. Além da elevada declividade da serra, o que pode dificultar a implementação do aterro, já que o transporte dos RSU até ele ficará dificultado, bem como a construção de toda a estrutura para o aterro, ela é considerada monumento natural pelo Instituto Estadual de Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA-MG). Andrade (2015), visando a implementação de um aterro na Ilha do Fogo, em Cabo Verde, utilizou a mesma metodologia do Processo Analítico Hierárquico se deparou com um resultado bastante restritivo, mesmo utilizando variáveis e pesos diferentes.

Silva (2018) utilizou variáveis bastante semelhantes às utilizadas neste trabalho, variando, na maioria das vezes, a distribuição dos pesos, e ao fim, se deparou com poucas áreas aptas à implantação de um aterro. Isso demonstra que os pesos trazem um ajuste mais refinado ao estudo, porém a quantidade de variáveis utilizadas atua como grande filtro das áreas, ou seja, quanto mais variáveis avaliadas no estudo, mais difícil será de obter áreas aptas.

4. CONCLUSÃO

Em virtude do que foi mencionado no trabalho, mesmo que o município estudado apresentasse litologia mais restritiva e relevo ser bastante irregular e íngreme, pode-se concluir que o município apresenta áreas propícias para a instalação do aterro sanitário, considerando os fatores estudados neste trabalho.

Considerando-se áreas muito pouco e pouco restritas, as opções de áreas disponíveis se localizaram, em grande maioria, na região norte do município, o que pode dificultar o transporte dos resíduos, caso o aterro seja implementado nessas áreas, visto que entre as áreas disponíveis e a área urbana existe uma serra que atravessa o território do município transversalmente. Outro ponto a ser levantado é que as áreas que não estão localizadas ao norte se localizam no extremo sul do município, fazendo com que a distância que o material teria de ser transportado seja muito grande.

É importante frisar que este estudo traz algumas possibilidades para alocação do aterro, porém necessita de estudo complementares *in locu*, tendo em vista que todas as análises foram feitas de forma remota através de SIG que não substitui uma análise presencial.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Análise multicritério na identificação de áreas prioritárias para implantação de aterro sanitário na região do maciço de Baturité, Ceará. ANA, 2017. Disponível em: <http://dspace.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/1812/1/CRISTIANO%20ALVES%20DA%20SILVA.pdf> Acesso em: 01/06/2022 às 16:32.

ANDRADE, Alex Jailson Barbosa; BARBOSA, Nelcy Paulo Pina. Combinação do método AHP e SIG na seleção de áreas com potenciais para a instalação de aterro sanitário: caso da ilha do Fogo, na República de Cabo Verde. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 32, n. 2, p. 248-266, 2015.

Deliberação Normativa COPAM nº118, 27 de junho de 2008. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7976>

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS (EMATER-MG). Preço da terra nua. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/doc/site/Valor%20Terra%20Nua/VTN%202021%20-%20pdf.pdf>

FRANCISCO, Carlos ES et al. Espacialização de análise multicriterial em SIG: prioridades para recuperação de Áreas de Preservação Permanente. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 13, p. 2643-2650, 2007.

INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO DE MINAS GERAIS (IEPHA-MG). Serra de São Domingos. Disponível em: <http://www.iepha.mg.gov.br/index.php/programas-e-aco-es/patrimonio-cultural-protegido/bens-tombados/details/1/94/bens-tombados-serra-de-s%C3%A3o-domingos>

Infraestrutura de dados espaciais. IDE-SISEMA. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA (IBGE). Censo Demográfico 2010 – Agregados por setores censitários. IBGE, 2011. Disponível em <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html> Acesso em: 05/02/2022 às 14:23

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA (IBGE). Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html> Acesso em: 05/02/2022 às 15:33

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. IPEA, 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 05/02/2022 às 15:55.

MAPBIOMAS. Coleção 5. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecao-5>

MINISTÉRIO DE INFRAESTRUTURA (MInfra). Mapa Ferroviário Concessões Vigentes. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/map-ferro-concessoes-pdf>

MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ (MPPR). Disposição dos resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <https://meioambiente.mppr.mp.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=44>

OLIVEIRA, Elias Mendes. Dinâmica locacional das indústrias e a produção do espaço urbano em Poços de Caldas (MG). 2012.

OLIVEIRA, Elias Mendes. Dinâmica locacional intraurbana das indústrias em Poços de Caldas (MG). **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 36, p. 39-59, 2014.

PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS. Agricultura de Poços de Caldas. Disponível em: <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/a-cidade/infraestrutura/agricultura/>

PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS. Clima de Poços de Caldas. Disponível em: <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/perfil/clima/>

PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS. Economia de Poços de Caldas. Disponível em: <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/perfil/economia/>

PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS. Relevo de Poços de Caldas. Disponível em: <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/noticias/relevo/#:~:text=A%20morfologia%20po%C3%A7o%2Dcaldense%20mostra,e%20o%20Serrote%20do%20Maranh%C3%A3o>.

Saaty, T.L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European journal of operational research**, 1990.

Saaty, T.L. **The Analytic Hierarchy Process**. 1980.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM) Rochas. 2015. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Canal-Escola/Rochas-1107.html>

TOPODATA. Banco de dados geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>

CAPÍTULO X

PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE ACADÊMICA DO IFTM NO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS OCASIONADOS PELO DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS

ACADEMIC COMMUNITY PERCEPTION OF THE IFTM IN THE TRIÂNGULO MINEIRO AND ALTO PARANAÍBA ABOUT THE ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE DISPOSAL OF CELLS AND BATTERIES

DOI: 10.51859/amplla.aca426.1122-10

Gabriel Gomes Mendes ¹
Kelly Gonçalves de Freitas ¹
Magda Stella de Melo Martins ²
Marina Farcic Mineo ²

¹ Estudante do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professora do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

RESUMO

As pilhas e baterias são dispositivos que convertem energia química em energia elétrica. Esses produtos estão presentes no nosso dia-a-dia contidos em diversos equipamentos eletroeletrônicos. O objetivo do trabalho foi analisar a percepção ambiental da comunidade acadêmica do Instituto Federal do Triângulo Mineiro - IFTM acerca do descarte de pilhas e baterias. Os dados foram coletados através de um questionário online estruturado, cujos resultados guiaram o processo da pesquisa. A maioria dos respondentes eram do gênero feminino (55,69%), sendo maiores de 48 anos (23,14%), com mestrado completo (22,35%) oriundos do *campus* Uberaba (27,06%). Em relação à percepção ambiental, a comunidade acadêmica tem noção dos problemas que podem vir a ser ocasionados com as pilhas e baterias que são descartadas de forma irregular. Grande parte dos indivíduos descartam os resíduos em pontos de coleta voluntária - PEVs e reconhecem a importância de iniciativas que promovam a sensibilização sobre a temática em toda rede do IFTM. Entretanto, a maioria afirmou não saber o destino das pilhas e baterias depositadas nos PEVs. Conclui-se que o desenvolvimento de atividades que tenham como base a educação ambiental são de grande importância para aprimorar a sensibilização de toda comunidade acadêmica.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Logística Reversa. Resíduos Perigosos.

ABSTRACT

Cells and batteries are devices that convert chemical energy into electrical energy. These products are present in our day-to-day contained in various electrical and electronic equipment. The objective of this work was to analyze the environmental perception of the academic community of the Federal Institute of Triângulo Mineiro - IFTM about the disposal of cells and batteries. Data were collected through a structured online questionnaire, whose results guided the research process. The majority of respondents were female (55.69%), who were over 48 years of age (23.14%), with a complete master's degree (22.35%) from the Uberaba *campus* (27.06%). In relation to environmental perception, the academic community is in the notion of problems that can be caused by batteries and batteries that are disposed of irregularly. Most individuals discard waste at voluntary collection points - PEVs and recognize the importance of initiatives that promote awareness of the theme throughout the IFTM network. However, most said they did not know the fate of the batteries and batteries deposited in the PEVs. It is concluded that the development of activities based on environmental education are of great importance to improve the awareness of the entire academic community.

Keywords: Environmental Education. Reverse Logistic. Hazardous Waste.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais nas cidades vêm se destacando a cada dia, seja nos noticiários ou no meio científico. Hoje um desses problemas mais recorrentes em qualquer cidade é a geração de resíduos sólidos urbanos, principalmente quando está atrelado a ação antrópica.

Com o desenvolvimento econômico, crescimento exponencial da população, urbanização acelerada e os avanços tecnológicos, as pessoas estão tendo hábitos de consumo cada vez mais exacerbados, e isso tem se refletido na qualidade do ambiente, com o aumento na produção de resíduos sólidos.

A problemática do descarte final dos resíduos sólidos no Brasil, é um assunto bastante recorrente nos municípios (DATTI *et al.*, 2016). Há uma crescente preocupação sobre essa temática, pois a grande maioria da população não tem conhecimento das consequências ambientais e nem sequer à saúde pública, que o descarte incorreto pode causar.

A coleta seletiva indica formas diferenciadas para o recolhimento dos resíduos sólidos que já foram desagregados nas fontes de origem (BERTICELLI *et al.*, 2020). Nesse sentido, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) divulga anualmente o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, que dos 3.712 municípios que participaram da pesquisa no ano de 2019, apenas 1.438 (38,7%) dispõe de alguma forma de coleta seletiva e que os demais declararam não dispor desse serviço, ficando claro então que a coleta seletiva ainda não é uma realidade na maioria dos municípios do Brasil (BRASIL, 2020).

Souto e Gomes Mol (2020), destacam que no Brasil a coleta seletiva é realizada principalmente no sistema porta-a-porta e por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a coleta seletiva nos municípios brasileiros na qual devem aderir no mínimo, a segregação entre os resíduos conforme sua constituição e composição (BRASIL, 2010).

Conforme abordado por Accioly *et al.* (2020, p. 858), “é importante fazer o gerenciamento desses resíduos, diminuir o consumo e fazer o descarte adequado evitando contaminar o meio ambiente”.

Dentre os vários tipos de produtos descartados estão as pilhas e baterias, que são utilizadas frequentemente em equipamentos eletrônicos. Esses produtos merecem uma atenção especial, visto que em sua composição há substâncias nocivas ao ambiente e a população. Outro destaque é o que se refere ao processo cultural das pessoas no descarte desses objetos no lixo comum.

Kemerich *et al.* (2012) destacam que, apesar da população declarar conhecimento sobre a toxicidade gerada pelas pilhas e baterias, 82% da comunidade entrevistada por eles ainda destinava de forma inadequada esses resíduos. É de grande importância e necessidade que a população tenha em mente, os dispositivos legais quanto ao gerenciamento adequado e destino final das pilhas e baterias após seu uso, e que se promova ações nos diferentes setores da sociedade, retornando-as para os locais que as comercializam (MAGGIONI; MAGGIONI; NÓBILE, 2021).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo diagnosticar o conhecimento da comunidade acadêmica do Instituto Federal do Triângulo Mineiro acerca do descarte de pilhas e baterias.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico do projeto de pesquisa, fundamentado sobre as bases de preceitos necessários, afim de detalhar os objetos que circunda o tema. Está estruturado da seguinte forma: aspectos legais; impactos causados no meio ambiente e na população; e percepção ambiental.

2.1. ASPECTOS LEGAIS

Um assunto muito importante se tratando de resíduo é a sua abordagem do ponto de vista legal, ou seja, suas implicações nas legislações e resoluções vigentes acerca de sua caracterização, coleta, acondicionamento, tratamento e destinação final.

O Brasil foi o primeiro país da América Latina a estabelecer a nível federal uma resolução que limitasse a concentração de compostos tóxicos das pilhas e baterias (SCHUH, 2012).

A partir do ano de 1999 passou a vigorar a Resolução CONAMA nº 257, que estabeleceu condutas sobre o descarte, coleta, reutilização, reciclagem e tratamento de pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. Essa resolução obriga os revendedores e importadores a

aceitarem os produtos usados dos usuários, ficando responsáveis pelo seu armazenamento de maneira adequada e de forma segregada, para posteriormente envio aos fabricantes (BRASIL, 1999).

No ano de 2008 aconteceu a revogação da Resolução nº 257, e passou valer a Resolução CONAMA nº 401, determinando uma nova redução nos limites de mercúrio, cádmio e chumbo permissíveis na composição das pilhas e baterias, destacando também seu valor educativo elucidado no capítulo V da referida lei (BRASIL, 2008). Destaca-se também a Instrução Normativa nº 8/2012, que reitera e detalha a Resolução mencionada anteriormente.

Outra legislação é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que é um marco regulatório na área de resíduos no Brasil. Ela dispõe em seus princípios sobre a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, e as responsabilidades dos geradores (BRASIL, 2010).

É importante salientar que a referida PNRS, destaca no seu artigo 30 sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de envolvendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Vale destacar que segundo a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) nº 10.004/2004, as pilhas e baterias são classificadas como resíduos perigosos do tipo classe 1, devido seus compostos conterem potencial radioativo, corrosivo e tóxico (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

A partir do momento que se conhece as legislações e resoluções é possível se ter noção sobre os aspectos que tange as suas implicações no meio ambiente e na saúde da população, principalmente devido a composição química desses resíduos.

2.2. IMPACTOS CAUSADOS NO MEIO AMBIENTE E NA POPULAÇÃO

As pilhas podem ser do tipo primária, ou seja, que não podem ser recarregáveis, como por exemplo, as pilhas comuns. Já as secundárias, tem característica de serem recarregáveis, na qual são mais conhecidas pelo termo “baterias” (BRASIL, 2008; LIMA; SILVA, 2018).

As pilhas e baterias tem em sua constituição metais pesados, por exemplo, chumbo, mercúrio, cádmio, cobre, zinco, níquel, manganês, lítio, hidreto metálico de níquel e íon-lítio (ROMÃO; SERRA, 2020; MAGGIONI; MAGGIONI; NÓBILE, 2021).

O ato de descarte de pilhas e baterias no lixo comum tende a ser bastante perigoso, visto que, esses materiais podem afetar o solo, os efluentes e também a atmosfera, gerando contaminação devido a capacidade das moléculas ficarem retidas principalmente no solo e também a alta proliferação dos íons nos níveis tróficos (BAIRD; CANN, 2011; ACCIOLY *et al.*, 2020).

Esses metais são considerados bioacumulativos, ou seja, quando acumulados nos tecidos ou órgãos dos organismos afeta suas funções biológicas, acarretando efeitos tóxicos aos seres humanos e aos animais (LIMA; SILVA, 2018).

Conforme Janke *et al.* (2020), diversos estudos têm demonstrado que a contaminação por meio de pilhas e baterias chega até a população oriundo do descarte incorreto, ocasionando assim a liberação do líquido contido nas cápsulas, na qual ocasionará a acumulação no meio ambiente, pois, na sua maioria, não são capazes de se biodegradar.

Quando ocorre o descarte ambientalmente inadequado desses resíduos, e conseqüentemente a sua disposição em aterros sanitários tende a gerar uma condição potencialmente tóxica, principalmente pelo fato que os aterros só devem ser destinados os rejeitos, nesse caso ocorrerá a dispersão dos metais pesados oriundos das pilhas e baterias (MARTINS; RUBIN; LONGHIN, 2018).

No que se refere aos efeitos negativos dos metais pesados a saúde humana, alguns autores destacam que essas substâncias podem desencadear câncer, disfunção renal, disfunção digestiva (náusea, vômito), problemas pulmonares, anemia, dores abdominais, encefalopatia sonolência, delírios, e dentre outros efeitos (FLORA; GUPTA; TIWARI, 2012; MAGNA *et al.*, 2014; CORREIA *et al.*, 2016).

Dessa forma, é muito importante promover a investigação das formas que o indivíduo entende, conhece e reage sobre as questões que envolvem os impactos ambientais que podem vir a ser desencadeados através do descarte incorreto de pilhas e baterias.

2.3. PERCEPÇÃO AMBIENTAL

O ser humano responde ao meio em que o cerca de diversas formas e sentidos, entretanto, é por meio do conjunto de mecanismos sensoriais, intelectuais e sentimentais, que se dá a percepção propriamente dita.

A percepção ambiental consiste no conjunto de atitudes, motivações e valores que influem nos distintos grupos sociais no momento de definir o meio

ambiente percebido, o qual não somente afeta o seu conhecimento como também seu comportamento dentro deste (SILVA; LEITE, 2008).

Segundo Braga *et al.* (2018), a educação ambiental é considerada uma ferramenta de promoção ao estímulo a preservação ambiental, embasando no processo de conhecimento de definições e a inserção de aptidões no intuito da mudança de condutas relacionadas ao meio ambiente, servindo também no fortalecimento da percepção sobre o ambiente.

Quando se trata de ambiente acadêmico, se faz necessário a abordagem, discussão e sensibilização por parte de todas classes que a compõe, sejam docentes, discentes e técnicos administrativos, no intuito de se promover maneiras eficazes e ambientalmente corretas para amenizar os efeitos danosos que o lixo eletroeletrônico traz (MEDEIROS; BARBOSA, 2017).

De acordo com Zago, Rocha e Costa (2020), a utilização de estudos em percepção ambiental ajuda na sensibilização, promovendo a redução de danos oriundos de ações antrópicas.

3. MATERIAIS E METÓDOS

3.1. DESENHO DO ESTUDO

O presente estudo teve como abordagem uma pesquisa quantitativa, na qual “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las” (MARCONI; LAKATOS, 2017, p. 20). Essa abordagem solicita a utilização de instrumentos e técnicas estatísticas.

Sob o ponto de vista dos objetivos da pesquisa ela será classificada descritiva, conforme destaca Gil (2017), na qual busca explicar as características de determinado grupo populacional ou fenômenos. Essa pesquisa tem como peculiaridade a utilização de técnicas pré-estabelecidas para coleta de dados, como por exemplo, questionário e a observação sistemática. No que se refere ao ponto de vista dos procedimentos técnicos, essa pesquisa se enquadra na do tipo levantamento, onde se permite a interrogação diretamente as pessoas cujo atitudes se almeja conhecer (GIL, 2017).

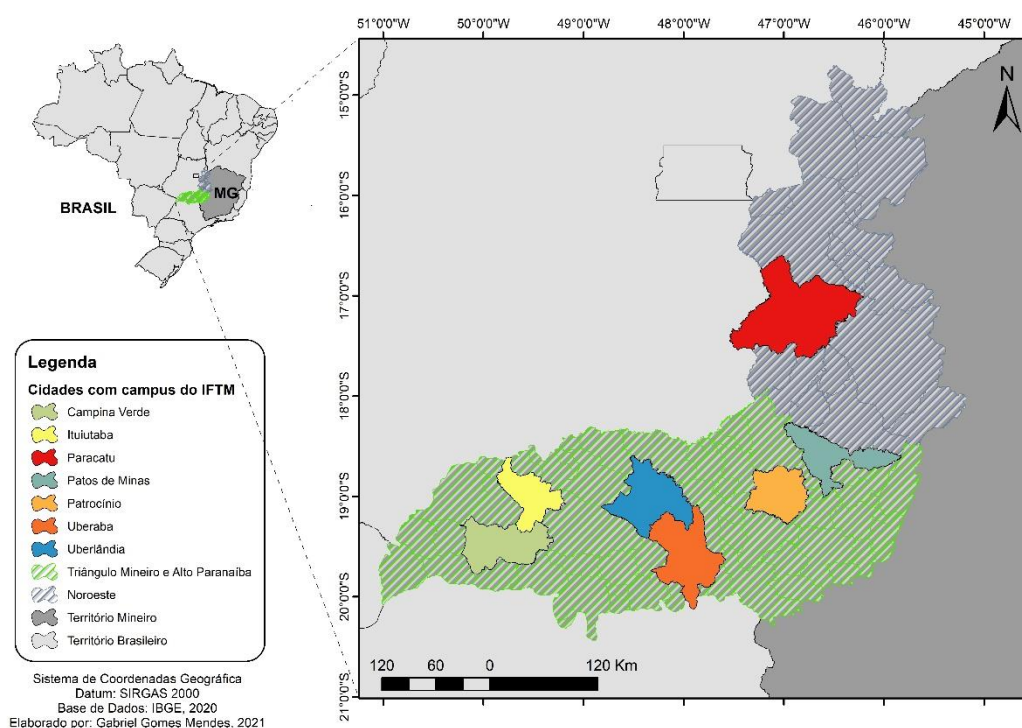
O levantamento de dados foi de ordem primária utilizando como coleta um questionário estruturado, que guiou o processo da pesquisa. Todo o processo de

construção desse projeto de pesquisa teve como embasamento a pesquisa bibliográfica e documental, com intuito no aprofundamento do marco teórico.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida em toda a rede do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM). O estado de Minas Gerais está dividido geograficamente em 12 mesorregiões. Sendo assim, o IFTM boa parte das unidades acadêmicas está localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba (Figura 10.1). Uma parte da mesorregião do Noroeste de Minas também constitui área de abrangência de atuação do IFTM.

Figura 10.1 – Mapa de localização das cidades onde se encontra o IFTM.



Fonte: Autoria própria.

Sua estrutura organizacional é composta, atualmente, pelos campi de Ituiutaba, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba, Uberlândia, Uberlândia Centro, os campi Avançados Uberaba Parque Tecnológico e Campina Verde e, também, pela Reitoria, estando presente então em 07 cidades. Anualmente, o IFTM oferece, de forma gratuita, mais de 1700 novas em cursos técnicos de nível médio, cerca de 600 vagas em cursos de graduação, além de cursos de pós-graduação e cursos de idiomas para toda comunidade interna e externa.

3.3. POPULAÇÃO E AMOSTRA DO ESTUDO

Os participantes do estudo foram selecionados a partir dos seguintes critérios de inclusão: maiores de 18 anos de idade; ser discente, docente ou técnico administrativo; fazer parte de algum dos campi do IFTM com matrícula ativa. Os critérios de exclusão foram: pessoas que não estejam ativas no IFTM; tanto discentes, quanto docentes e técnicos administrativos que se encontram em situação de licença médica, licença maternidade ou afastados por qualquer motivo.

A amostragem ela pode ser probabilística ou não probabilística. A que será utilizada nesse estudo será a não probabilística do tipo intencional, onde a escolha dos elementos não dependerá da probabilidade, mas de causas relacionadas com as características da pesquisa, como também não exige a definição de um tamanho amostral (SAMPLERI; COLLADO; LUCIO, 2013; MARCONI; LAKATOS, 2017).

Desse modo, ficou definido a aplicação de no mínimo 150 questionários (50 para os discentes, 50 para os docentes e 50 pros técnicos administrativos) e um máximo de 210 questionários (70 para os discentes, 70 para os docentes e 70 pros técnicos administrativos).

3.4. INSTRUMENTO DE COLETA DOS DADOS

A coleta de dados é a etapa da pesquisa na qual instrumentos e técnicas cuidadosamente elaborados são aplicados. Para a coleta de dados foi utilizado um questionário virtual com questões fechadas, elaborado através da ferramenta do Google Formulários, que é um instrumento que oferta um suporte para o desenvolvimento e elaboração de formulários customizados de forma fácil e simples.

O questionário foi dividido em dois eixos, perfil sociocultural e percepção ambiental, totalizando 16 questões conforme apresentado na Apêndice A. O convite para participação foi encaminhado por meio dos e-mails institucionais no dia 05 de março de 2022, com a devida apresentação do projeto, link para acessar o questionário e orientações para preenchimento. No e-mail constou também o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O questionário foi fechado para respostas no dia 23 de abril de 2022. É importante frisar que o questionário enviado para o público alvo desse estudo garantiu o anonimato dos entrevistados, ou seja, não conteve a identificação dos mesmos.

3.5. ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva básica, na qual permitiu sintetizar pelas diferentes categoriais e representá-los através de gráficos e tabelas. Após a coleta dos dados, os mesmos foram baixados e armazenados em planilha eletrônica através do software Excel®.

3.6. ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, seguindo todos os requisitos legais estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional de Saúde de nº 466/2012. Com a aprovação do projeto foi gerado o CAAE nº 55159222.4.0000.5154 sob o parecer nº 5.237.991.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os questionários foram aplicados virtualmente entre os meses de março e abril de 2022, alcançando 255 participantes. Quanto ao perfil sociocultural dos participantes percebeu-se, de acordo à Tabela 10.1, que a maioria dos respondentes foram: técnicos administrativos (36,08%), de gênero feminino (55,69%), sendo maiores de 48 anos (23,14%), com mestrado completo (22,35%) oriundos do *campus* Uberaba (27,06%).

Tabela 10.1 – Caracterização do perfil sociocultural dos participantes

Variáveis	n	%
Categoria dos participantes		
Discente	77	30,20
Docente	86	33,73
Técnico Administrativo	92	36,08
Gênero		
Masculino	113	44,31
Feminino	142	55,69
Faixa etária		
18 – 23 anos	36	14,12
24 – 29 anos	15	5,88
30 – 35 anos	50	19,61
36 – 41 anos	58	22,75
42 – 47 anos	37	14,51
+ 48 anos	59	23,14

Variáveis	n	%
Escolaridade		
Ensino médio completo	16	6,27
Superior completo	56	21,96
Superior incompleto	33	12,94
Mestrado completo	57	22,35
Mestrado Incompleto	22	8,63
Doutorado completo	49	19,22
Doutorado incompleto	17	6,67
Pós-doutorado	5	1,96
Qual instituição você estuda ou trabalha?		
Campina Verde	5	1,96
Ituiutaba	21	8,24
Paracatu	20	7,84
Patos de Minas	14	5,49
Patrocínio	18	7,06
Uberaba	69	27,06
Uberaba Parque Tecnológico	16	6,27
Uberlândia	43	16,86
Uberlândia Centro	15	5,88
Reitoria	34	13,33

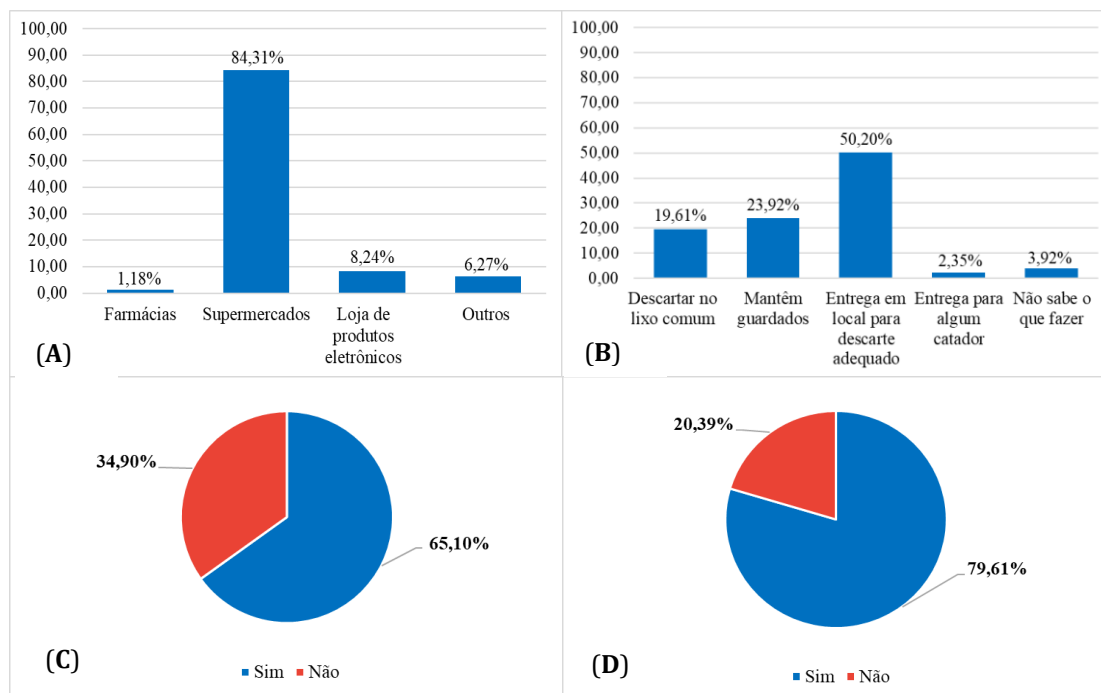
Fonte: Autoria própria.

Na Figura 10.2 é possível observar o resultado a respeito das indagações feitas aos entrevistados sobre o descarte de pilhas e baterias.

Em relação ao local de compra de pilhas e baterias, a maioria dos entrevistados (84,31%) respondeu que adquire esses produtos em supermercados (Figura 10.2A). A compra desses produtos em supermercados acaba sendo algo rotineiro, uma vez que a população tende a aproveitar a ida aos supermercados para fazerem compras.

Quando questionados sobre a medida adotada para descarte de pilhas e baterias, mais da metade dos entrevistados (50,20%) afirmaram que entregam em locais para descarte adequado (Figura 10.2B).

Figura 10.2 – Onde você costuma comprar pilhas e baterias? (A); Qual medida tomada para as pilhas e baterias quando não são mais utilizadas? (B); Você tem conhecimento sobre a composição das pilhas e baterias? (C); Em algum momento você foi informado sobre o descarte correto de pilhas e baterias? (D)



Fonte: Autoria própria.

Esses resultados apontam que, a comunidade acadêmica do IFTM tende a fazer o descarte correto desses resíduos, entretanto muitos continuam guardando em casa, ou ainda, realizam o descarte em lixo comum. Os resultados encontrados se diferem de diversos outros estudos realizados, onde o descarte de lixo comum é o principal meio para a realização do descarte (ALMEIDA *et al.*, 2020; TEIXEIRA *et al.*, 2021; MATOS *et al.*, 2022). Tal fato se deve ao nível de percepção da comunidade acadêmica, uma vez que o público alvo desse estudo se encontra vinculados a instituição de ensino.

Através da Figura 10.2C, com base na análise dos dados obtidos indicou que, dentre os indivíduos amostrados há conhecimento sobre a composição das pilhas e baterias (65,10%). Conhecer a composição das pilhas e baterias é de grande importância, pois isso resulta em procedimentos para seu gerenciamento, acondicionamento e descarte. Tal dado encontrado corrobora com a pesquisa realizada por Santos *et al.* (2021), na qual 77% dos indivíduos amostrados responderam que conhecem a composição química das pilhas e baterias. Sabe-se que esses resíduos tem em sua composição metais pesados, que são capazes de

causar sérios impactos ambientais refletindo também na saúde do ser humano (CARVALHO; BARATA; ALVES, 2016; MARTINS; SOUTO, 2020).

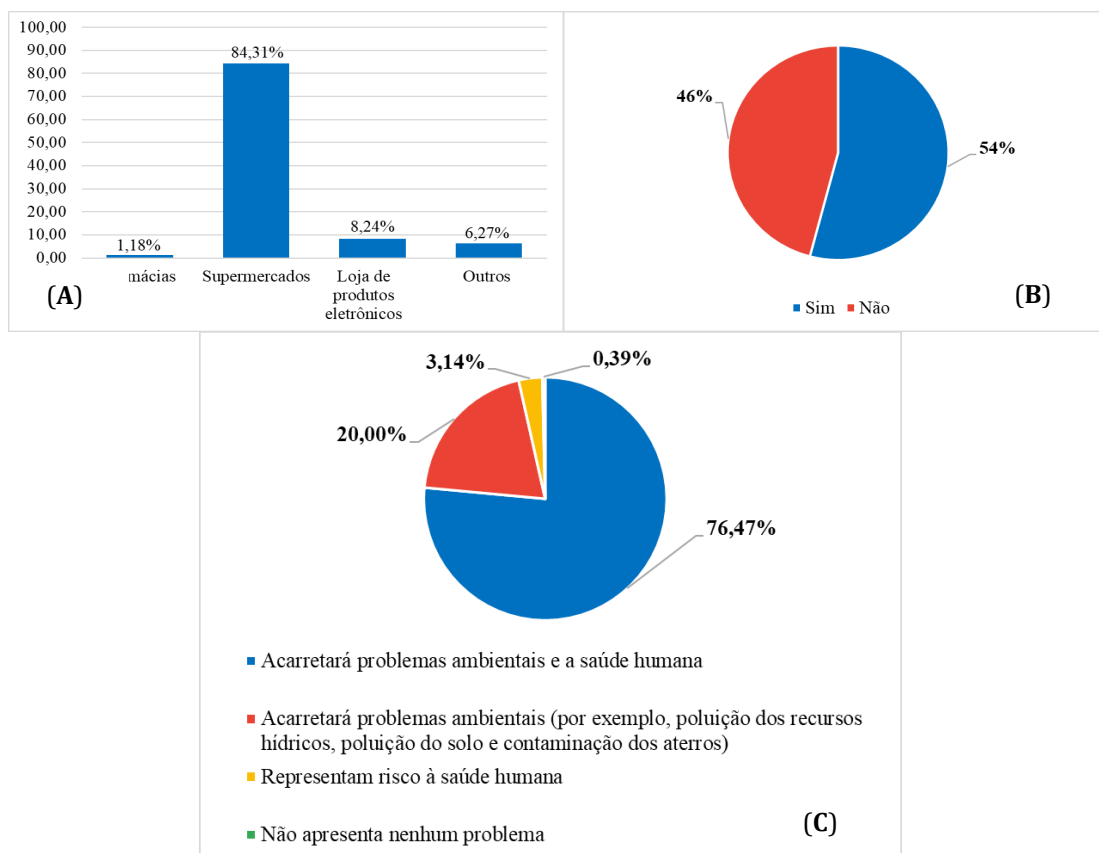
Foram questionados se em algum momento receberam alguma informação sobre o descarte de pilhas e baterias, na qual uma grande maioria dos indivíduos amostrados (79,61%) afirmaram já terem recebido (Figura 10.2D).

O processo de informação deve vir desde as embalagens das pilhas e baterias, uma vez que a Resolução CONAMA nº 401/2008 estabelece que deverão conter informações pertinentes em linguagem clara e objetiva (BRASIL, 2008).

Dessa forma, o processo de educação ambiental é mais que necessário, uma vez que se busca desenvolver valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências, tanto individual quanto coletivamente, a fim de preservar o meio ambiente (FREITAS; OLIVEIRA, 2021).

Na Figura 10.3 é dada continuidade à apresentação dos resultados das indagações feitas aos entrevistados sobre o descarte de pilhas e baterias.

Figura 10.3 – Você sabe o que é logística reversa? (A); Você sabia que é possível reciclar pilhas e baterias? (B); Em sua opinião, as pilhas e baterias descartadas incorretamente... (C)



Fonte: Autoria própria.

Quando questionados se saberiam o que é logística reversa, 166 (65,10%) indivíduos amostrados demonstraram o conhecimento sobre o funcionamento da temática perguntada (Figura 10.3A). Segundo Fernandes *et al.* (2017) a logística reversa é um instrumento normativo de grande importância, na qual permite a agregação de valor ao setor empresarial. Tendo uma condução eficiente propicia impulsionar vantagem competitiva sustentável. Até o presente momento, os resíduos de pilhas e baterias não dispõem de um acordo setorial materializado que abarque todas as partes envolvidas ou tão somente acordos técnicos de compromisso.

Ter o conhecimento sobre a logística reversa permite a contribuição da população em se destinar adequadamente as pilhas e baterias, contribuindo com o recolhimento e a reinserção desses resíduos nas vias de distribuição, fazendo valer a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos instituída na PNRS.

A PNRS apresenta diretrizes básicas para a gestão integrada dos resíduos sólidos, considerando a reciclagem como forma de inclusão social, tendo a logística reversa como forma de promover a recuperação dos produtos pós-consumo e a coleta seletiva como alternativa de reduzir a quantidade de resíduos (ALMEIDA, 2018). Nesse contexto, 54% dos indivíduos amostrados afirmaram que sabiam que as pilhas e baterias podem ser recicladas, conforme apresentado na Figura 10.3B.

Freitas e Oliveira (2021) destacam que a reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos possibilita a recuperação, o tratamento e o reaproveitamento da matéria-prima em novos produtos. Sendo assim, é possível reciclar quase todos os componentes contidos no interior das pilhas e baterias.

De acordo com Gomes e Milke (2022) o processo de reciclagem de pilhas e baterias podem adotar três séries distintas, a baseada em operações de tratamento de minérios, a hidrometalúrgica ou a pirometalúrgica. O processo de reutilização e reciclagem desses produtos viabiliza a geração de ganhos econômicos, minimiza os impactos ambientais e evita os lançamentos dos resíduos tóxicos ao ambiente (SALES *et al.*, 2017).

Em relação sobre os efeitos que as pilhas e baterias podem ocasionar quando descartadas inadequadamente, 76,47% dos indivíduos amostrados afirmaram acarretara problemas ambientais e a saúde humana (Figura 10.3C).

Um estudo realizado na cidade de Mossoró – RN o autor concluiu que os constituintes metálicos que possui na composição das pilhas e baterias são

considerados bioacumulativos, ou seja, eles se depositam no organismo, afetando o desempenho orgânico, além de que pode chegar a contaminar os cursos d'água (GAUDÊNCIO *et al.*, 2015).

Um outro estudo foi realizado no Centro Universitário Campo Real na cidade de Guarapuava-PR, constatou que 97% dos entrevistados afirmaram ter conhecimento sobre os efeitos do descarte incorreto causa sobre a saúde humana e ao ambiente (GOMES *et al.*, 2019).

A Resolução CONAMA nº 401/2008 em seu artigo 22 evidencia que o lançamento a céu aberto, em corpos d'água, praias, manguezais, pântanos, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, como também a queima, a incineração e a disposição em aterro sanitário não serão permitidas (BRASIL, 2008).

Foi questionado aos participantes do estudo sobre a questão dos PEVs tanto no ambiente acadêmico/trabalho como em seu município de residência (Tabela 10.2).


Tabela 10.2 – Percepção dos participantes quanto a pontos de descartes de pilhas e baterias

Questões	Categoria da resposta (%)	
	Sim	Não
Em sua unidade acadêmica possui algum ponto de descarte de pilhas e baterias?	50,20	49,80
Na sua cidade você já visualizou algum ponto de descarte de pilhas e baterias?	57,65	42,35
Se sim para as questões anteriores (13 e/ou 14), você sabe qual o destino delas?	14,16	85,84

Fonte: Autoria própria.

A análise dos dados indicou que, dentre os indivíduos amostrados, apenas metade dos entrevistados (50,20%) afirmou que em sua unidade acadêmica existe algum ponto de descarte de pilhas e baterias. Em uma investigação mais aprofundada, percebe-se que houve registros contraditórios, uma vez que relataram não conter esse ponto de coleta em várias unidades acadêmicas onde os coletores estão instalados. Uma possível justificativa seria que os pontos podem estar instalados em locais não estratégicos e de pouca visualização.

Foi possível constatar também que os indivíduos amostrados (57,65%) relataram que nas suas cidades já visualizaram algum ponto de entrega de resíduos



de pilhas e baterias. De maneira análoga a questão anterior, tal justificativa se aplica também nessa questão, uma vez que esses locais precisam ser pensados estrategicamente, com algo que chama atenção da população de maneira geral, como também a ampliação do número de pontos instalados em locais onde o fluxo de pessoas seja grande.

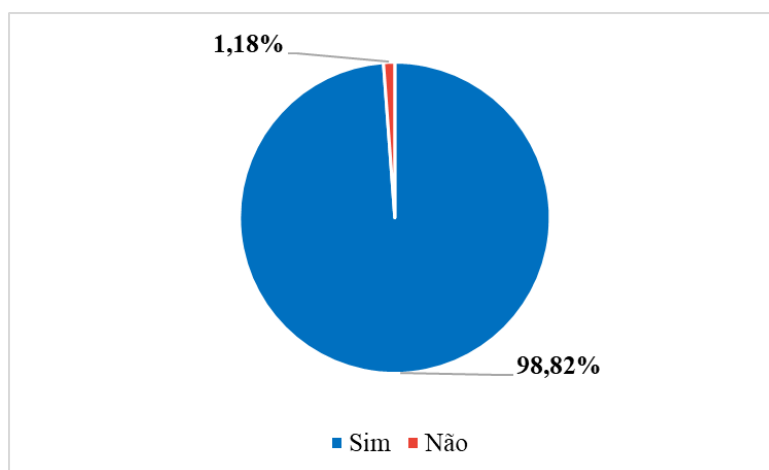
Os PEVs servem como local de coleta de embalagens ou resíduos perigosos, na qual objetivam-se destinar ambientalmente por meio de estratégias de logística no entorno dos fluxos reversos (CONCEIÇÃO *et al.*, 2018).

Em 2016 foi criada pela Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), a Green Eletron. A associação buscou estabelecer um sistema coletivo para facilitar a incorporação da logística reversa (de pilhas, baterias e eletrônicos) nas diversas atividades do setor eletroeletrônico, como também a promoção da economia circular, propondo-se à geração de valor e redução de custos. No estado de Minas Gerais a Green Eletron dispõe de 399 PEVs distribuídos entre todas mesorregiões.

Foi constatado ainda que 85,84% dos indivíduos entrevistados afirmaram não saber o destino das pilhas e baterias que são entregues nos Pontos de Entrega Voluntárias - PEVs. Atingindo a capacidade de 30kg de material nos PEVs, as unidades fazem contato com a GM&C. Por sua vez, a empresa Suzaquim recebe esse volume de objetos, destina para o reprocessamento, não ocasionando a geração de rejeitos, com intuito de destinar de modo adequado (ABINEE, 2018).

Na Figura 10.4, observa-se que 98,82% dos indivíduos amostrados reconhecem essa temática importante e de grande relevância a discussão de assuntos que circundam o descarte de correto de pilhas e baterias nas unidades acadêmicas do IFTM.

Figura 10.4 – Você acha pertinente discutir sobre o descarte de correto de pilhas e baterias em sua unidade acadêmica?



Fonte: Autoria própria.

Foi realizada uma pesquisa na cidade de João Pessoa – PB nas instituições de Ensino Superior, onde foi possível constatar que esses locais possuem uma grande responsabilidade social em promover e disseminar conhecimento ambiental para a sociedade servindo como agente transformador (SOUZA, 2014).

Fica perceptível a necessidade de promover atividades, ações e campanhas educativas nas unidades e reitoria do IFTM, com intuito de sensibilizar toda a comunidade acadêmica para a necessidade do gerenciamento ambientalmente adequado destes materiais perigosos. Nessa perspectiva, a Educação Ambiental alcança papel de grande importância para minimizar o impacto causado pelas ações antrópicas sobre o planeta (SANTOS *et al.*, 2021).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecer o perfil e a percepção ambiental da comunidade acadêmica do IFTM permitiu levantar informações relevantes para que sirvam como base para a criação de instrumentos que visem promover a Educação Ambiental. Tal comunidade, mostrou-se favorável para a discussão de assuntos que circundam a temática sobre o descarte de pilhas e baterias.

Sendo assim, o estabelecimento de políticas institucionais que regulem o gerenciamento desses resíduos é de grande relevância, principalmente com intuito de fazer cumprir a logística reversa e a diminuição dos impactos quando esses resíduos são descartados de forma irregular.

REFERÊNCIAS

- ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Relatório Anual ABINEE 2017**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/programas/imagens/rel2017.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.
- ACCIOLY, G. M. C.; CORDEIRO, L. F. A.; SALES, A. T.; ARAÚJO, J. G.; MELO, D. de C. P. de. Potencial de logística reversa de pilhas e baterias no Tribunal de Justiça de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 7, n. 16, p. 855-872, 2020. DOI: [http://dx.doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071626](http://dx.doi.org/10.21438/rbgas(2020)071626).
- ALMEIDA, C. P. M.; SOUSA, R. F.; SAMPAIO, I. S.; SILVA, R. A.; SILVA, L. N.; MORAIS, N. S.; OLIVEIRA, J. C. C.; OLIVEIRA, A. C. DESCARTE DE PILHA E BATERIAS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 6, n. 11, p. 89340-89351, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n11-380>.
- ALMEIDA, J. A. Gestão de resíduos sólidos em instituições de ensino: experiências internacionais, nacionais no município de Belo Jardim/PE. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 467-485, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e12018467-485>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 26 out. 2021.
- BAIRD, C.; CANN, M. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BERTICELLI, R.; DECESARO, A.; PANDOLFO, A.; PASQUALI, P. B. Contribuição da coleta seletiva para o desenvolvimento sustentável municipal. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 781-796, 11 abr. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p781-796>.
- BRAGA, W. R. O.; MORAES, N. R.; DIAS BAPTISTA, R.; PUTTI, F. F.; BRAGA JÚNIOR, S. S. A CONSTRUÇÃO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS BRASILEIROS. **Revista Observatório**, v. 4, n. 3, p. 1076-1106, 29 abr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2018v4n3p1076>.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 14 out. 2021.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019**. Brasília:

SNS/MDR, 2020. Disponível em:
http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico_RS_2019.pdf. Acesso em: 01 nov. 2021.

BRASIL. Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999. Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 jun. 1999. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=257. Acesso em: 21 out. 2021.

BRASIL. Resolução nº 401, de 04 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04 nov. 2008. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=570. Acesso em: 21 out. 2021.

CARVALHO, D. F.; BARATA, A. J. S. S.; ALVES, R. R. Logística Reversa de Lixo Eletrônico nas Organizações Públicas. **Ciência e Natura**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 862-872, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X21874>.

CONCEIÇÃO, M. M. M.; MARQUES, M. C.; PEREIRA, E. R.; PEREIRA JUNIOR, A. Estudo de viabilidade da implantação de um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) na Universidade do Estado do Pará, Campus VI: coleta de pilhas e baterias. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 351-371, 2018. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2018.v13.2489>.

CORREIA, L. O.; BRIZI, J. N.; MARROCOS, P. C. L.; VELASCO, F. G.; LUZARDO, F. M.; OLIVARES, D. M.; DE ALMEIDA, O. N.; SANTOS, H. M. Bioacumulação de chumbo em plantas de cenoura (*Daucus carota*) e seus efeitos na saúde humana. **Gaia Scientia**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 301-318, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.21707/gsv10.n04a25>.

DATTI, C.; COLOMBO, C.; STRABELLI, M. SPADOTTO, A. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: você deveria conhecer**. Observatório ECO - Direito Ambiental. 2016. Disponível em: <http://www.observatorioeco.com.br/index.php/2016/03/politica-nacional-de-residuos-solidos-voce-deveria-conhecer/>. Acesso em: 01 nov. 2021.

FERNANDES, S. M.; RODRIGUEZ, C. M. T.; BORNIA, A. C.; TRIERWEILLER, A. C.; SILVA, S. M.; FREIRE, P. S. Revisão sistemática da literatura sobre as formas de mensuração do desempenho da logística reversa. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 175-190, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x3177-16>.

- FLORA, G.; GUPTA, D.; TIWARI, A. Toxicity of lead: a review with recent updates. **Interdisciplinary Toxicology**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 47-58, 9 nov. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/v10102-012-0009-2>.
- FREITAS, R. R.; OLIVEIRA, V. Z. Educação Ambiental e o descarte de resíduos eletroeletrônicos no sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 134-152, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.34024/revbea.2021.v16.11872>.
- GAUDÊNCIO, H. R. S. C.; ENÉAS, A. P. S.; NASCIMENTO, L. L. S.; SOUSA, D. M. M. Gerenciamento de Resíduos Sólidos: estudo de caso em uma associação de catadores na cidade de Mossoró-RN. **Ambiência**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 685-698, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2015.03.12>.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GOMES, G. A. P. X.; DIERKA, J.; LARA, J.; CAMPOS, T. P. Reciclagem na ciência e engenharia: pilhas e baterias. **PI –Pesquisa e Inovação**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 51-63, 2019. Disponível em: <http://revista.camporeal.edu.br/index.php/pi/article/view/268/50>. Acesso em: 12 maio 2022.
- GOMES, W. R. C.; MILKE, E. C. Processos de reciclagem de pilhas e baterias: uma revisão dos principais métodos. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 17469-17484, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-%20130>.
- JANKE, R. V. V.; ANJOS, A. F.; SANTOS, P. H.; MISSIURA, F. B.; SANTANA, I. S.; BERNARDES, M.; VENTURI, R. L. A eletroquímica como fonte de energia no cotidiano do ser humano. **Nature And Conservation**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 67-76, 8 abr. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2318-2881.2020.002.0007>.
- KEMERICH, P. D. C.; MENDES, S. A.; VORPAGEL, T. H.; PIOVESAN, M. Descarte indevido de pilhas e baterias: a percepção do problema no Município de Frederico Westphalen-RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1680-1688, 2012.
- LIMA, R. B.; SILVA, C. M. L. F. O DESCARTE DAS PILHAS E BATERIAS COMO TEMA DE ENSINO EM GRUPOS COOPERATIVOS. **Revista experiências em ensino de ciências**, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/225/204>. Acesso em: 27 out. 2021.
- MAGGIONI, M. C. C.; MAGGIONI, I. C.; NÓBILE, M. F. DESCARTE CORRETO DAS PILHAS: reflexão necessária na escola. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 32454-32468, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n3-795>.
- MAGNA, G. A. M.; MACHADO, S. L.; PORTELLA, R. B.; CARVALHO, M. F. Avaliação da exposição ao Pb e Cd em crianças de 0 a 17 anos por consumo de alimentos

vegetais cultivados em solos contaminados no município de Santo Amaro (BA). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. spe, p. 3-12, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522014019010000430>.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, J. C. S.; SOUTO, N. P. B. Descarte de pilhas e baterias: avaliação do conhecimento de uma comunidade acadêmica sobre a resolução Conama nº 401/08. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 19347-19356, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n4-196>.

MARTINS, K. F.; RUBIN, J. C.; LONGHIN, S. R. IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE E A SAÚDE DECORRENTES DO DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS PORTÁTEIS EM GOIÂNIA – GOIÁS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, [S. l.], v. 15, n. 27, 2018. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/646>. Acesso em: 27 out. 2021.

MATOS, M. J. S.; SANTOS, Y. C. R.; QUINTELA, R. B.; GAMA, B. M.; RAMOS, K. P.; SILVA, F. O.; QUEIROZ, F. A.; SILVA, F. D. Promovendo conscientização ambiental referente ao descarte de pilhas e baterias por meio de gamificação. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 13296-13303, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n2-321>.

MEDEIROS, L. L. S.; BARBOSA, A. C. L. A cultura do descarte e reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos: um estudo de caso na UFERSA - Centro Multidisciplinar Pau dos Ferros/RN. **Revista Mundi Sociais e Humanidades**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 1-26, 16 out. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21575/25254774rmsh2017vol2n2297>.

ROMÃO, D. C. F.; SERRA, J. C. V. PANORAMA DA RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS NO BRASIL E NO MUNDO. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 67-75, jun. 2020. Disponível em: <https://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/view/14735/2092092134>. Acesso em: 04. out. 2021.

SALES, E. S.; RODRIGUES, G. O.; SIMONETTO, E. O.; FURTADO, W.; PEREIRA, A.; BARCELOS, D. V. O lixo eletrônico e as suas potencialidades: um estudo das teses e dissertações nos últimos 3 anos. In: **6º Fórum Internacional ECOINOVAR**, 2017, Santa Maria/RS, Anais. Santa Maria/RS: Ecoinnovar, 2017, p.1-11. Disponível em: <http://ecoinovar.com.br/cd2017/arquivos/artigos/ECO1531.pdf>. Acesso em: 08 maio 2022.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, A.; MESQUITA, A. N. S.; CARACIOLO, M. C. M.; COSTA, V. S. O. Logística reversa como instrumento de sustentabilidade ambiental em uma escola

pública. **Educação**, [S. l.], v. 46, n. 1, p. e54/ 1-19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1984644442622>.

SCHUH, A. J. **Validação de um método analítico para a determinação de chumbo, cádmio e mercúrio em pilhas alcalinas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/6211/2/471999%20-%20Texto%20Completo.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. Estratégias para realização de educação ambiental em escolas do ensino fundamental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Rio Grande, v. 20, p. 372-398, 2008. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/index.php/remea/article/view/3855/2299>. Acesso em: 25 out. 2021.

SOUTO, S. P.; GOMES MOL, M. P. AVALIAÇÃO DA COLETA SELETIVA EM UM MUNICÍPIO BRASILEIRO: ESTUDO DE CASO EM IGARAPÉ/MG. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, [S. l.], p. 104-116, abr. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.1.64694>.

SOUZA, V. O. Educação Ambiental na efetivação de práticas ecológicas: um estudo de caso sobre práticas ecológicas e coleta seletiva na Universidade Estadual da Paraíba. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 364-375, 2014. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2014.v9.1840>.

TEIXEIRA, A. M.; ESTUMANO, L. D.; MODESTO, L. S. P.; SANTIAGO, J. C. C.; MURIBECA, A. J. B. Assinalando a educação ambiental a partir de uma aula problematizadora sobre o uso e descarte de pilhas e baterias. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 9, p. e53510918126, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18126>.

ZAGO, J. P.; ROCHA, M. B.; COSTA, P. M. M. da. Percepção de estudantes de Engenharia Ambiental sobre a contribuição das atividades extraclasse em sua formação acadêmico-profissional. **Terrae Didactica**, Campinas, SP, v. 16, p. e020033, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/td.v16i0.8659791>.

CAPÍTULO XI

ADEQUAÇÃO AMBIENTAL: USO DE VÍDEO NO ENSINO

ENVIRONMENTAL ADEQUACY: USE OF VIDEO IN TEACHING

DOI: 10.51859/amplla.aca426.1122-11

Leonardo Ceccacci Lages¹

Vera Lúcia Abdala²

Marina Farcic Mineo²

Priscila de Mattos³

¹ Estudante do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

² Professora do Programa de Pós-Graduação *lato sensu* na área Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba (MG).

³ Professora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba.

RESUMO

O uso de vídeos como ferramenta de ensino, em especial na área da educação ambiental, pode chamar a atenção dos alunos, durante uma aula não convencional, possibilitando, no momento de discussão sobre o assunto apresentado, maior envolvimento e interação. Entretanto, as informações apresentadas neste tipo de material estão sujeitas a terem diversas interpretações. Neste sentido, o papel do professor é fundamental para direcionar os educandos a compreenderem e contextualizarem a informação transmitida. Com isso, é possível fazer uma ponte entre os estudos ambientais e o recurso áudio visual, buscando a sensibilização dos alunos, despertando seu pensamento crítico para as questões de impactos ambientais. O objetivo deste estudo foi utilizar documentários com a temática de resíduos sólidos em aulas do primeiro, segundo e terceiro anos do Ensino Médio, de modo a associar o uso da tecnologia de informação e comunicação - TIC com a educação ambiental crítica. Após as apresentações foram realizados debates e verificou-se que atividades de educação ambiental no ensino formal, quando bem articuladas, trazem efeitos positivos ao ensino e o uso de vídeos pode ser um eficiente instrumento de geração de debates e construção de conhecimento.

Palavras-chave: Educação ambiental. Educação formal. Sensibilização. TICs.

ABSTRACT

The use of video for teaching draws the student's attention in order to get him involved and interact, however, both the video and the audience, are subject to different interpretations, in this sense, the role of the teacher is fundamental to direct students to understand and capture the information to be transmitted. With this, it is possible to bridge the gap between environmental studies and the audio visual resource, using the latter as a tool to raise students' awareness, awakening their critical thinking to issues of environmental impacts. Therefore, this work aimed to associate the use of information and communication technology with critical environmental education regarding issues of environmental impacts generated by solid waste. The research consisted of the presentation of two documentaries referring to garbage for high school students, associated with debates about the same and environmental issues, in order to integrate the use of ICTs with environmental education, with the result that Environmental Education has arrived at the result when well articulated, it as positive effects on teaching.

Keywords: Environmental education. Formal education. Awareness. ICTs.

1. INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia tem sido muito utilizado em sala de aula por ser uma prática inovadora. Uma dessas tecnologias são os vídeos, ou seja, o recurso áudio visual, despertando interesse e envolvimento dos alunos nos conteúdos a serem ministrados. Estudos apontam que a utilização de vídeos em sala de aula desperta a criatividade e estimula os conhecimentos múltiplos, possibilitando ao educador a condução de seus educandos a fim de terem um aprendizado significativo com princípios de ética e cidadania. Segundo Moram (1995), o vídeo auxilia o professor e atrai o aluno sem modificar a relação pedagógica, além de aproximar a sala do cotidiano e das linguagens de aprendizagem e comunicação da sociedade urbana e introduz novas questões no processo educacional. Com isso, é proposto um estudo em que será utilizado o recurso tecnológico audiovisual como ferramenta de ensino sobre questões ambientais, no que se diz respeito aos resíduos sólidos gerados pelo homem, com objetivo de utilizar Educação Ambiental Crítica, de forma motivadora, sensibilizando a comunidade escolar para os problemas ambientais.

O estudo propõe aplicar aulas diferenciadas com utilização de vídeos como instrumento de ensino o sobre meio ambiente e seus indivíduos e interações, com a pretensão de iniciar discussões que culminam na sensibilização de alunos do Ensino Médio Integrado do Instituto Federal do Triângulo Mineiro - *campus* Uberaba, acerca de questões envolvendo impactos ambientais que muitas vezes são gerados pelo próprio ser humano, para que desta forma os alunos possam construir suas próprias concepções, auxiliando em sua formação enquanto cidadão.

Assim como, poder contar com que todos da comunidade escolar se envolvessem com esta pesquisa, além de opinarem sobre a mesma, assim como entenderem a importância da redução de geração de resíduos sólidos e o uso das tecnologias no ensino. De modo, a se sensibilizarem com as abordagens metodológicas significativas no processo de ensino/aprendizagem das novas tecnologias de TIC 's na área de Educação Ambiental, de modo a perpetuar a preservação e conservação do meio ambiente, visando um futuro com menos impactos ambientais.

Com isso, a pesquisa teve por objetivo observar abordagens metodológicas significativas no processo de ensino/aprendizagem das novas Tecnologias de Informação e Comunicações (TICs) na área de Educação Ambiental, assim como,

associar o uso de vídeos como instrumento didático para o ensino das questões ambientais, de forma crítica e motivadora.

2. TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC'S) E EDUCAÇÃO AMBIENTAL


A TIC é um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam, por meio das funções de hardware, software e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e de ensino e aprendizagem. Surgiu, no decorrer da história, no cenário da Terceira Revolução Industrial e foi gradualmente se desenvolvendo a partir da década de 70 e foi ganhando atenção sobretudo na década de 1990.

A área da educação pode usufruir das TICs dando pulos de qualidade e criatividade, tudo em nome de uma nova maneira de ver este “mundo” e isto irá fortalecer desde a educação básica às pesquisas científicas, passando pelo ensino à distância (EAD).

Com o avanço da tecnologia, o professor tem um leque de ferramentas metodológicas que podem lhe auxiliar na comunicação com seus alunos, sendo possível encontrar a melhor tecnologia e processos metodológicos para trabalhar, sabendo ampliar e dominar as comunicações. A tecnologia vem sendo utilizada cada vez mais em sala de aula, principalmente a internet, mas educadores não podem se apegar a uma única tecnologia educacional. Segundo Moram (2002), nós estamos encantados com o computador e a internet na escola que acabamos deixando de lado o vídeo e a TV, como se fossem ferramentas ultrapassadas.

Os meios de comunicação áudio visual, desempenham um papel educacional relevante, nos transmitindo continuamente informações, linguagens coloquiais além de modelos de comportamento.

“O vídeo explora também, e basicamente, o ver, o visualizar, o ter diante de nós as situações, as pessoas, os cenários, as cores, as relações espaciais (próximo-distante, alto-baixo, direita-esquerda, grande-pequeno, equilíbrio-desequilíbrio). Desenvolve um ver entrecortado, com múltiplos recortes da realidade, através dos planos e muitos ritmos visuais: imagens estáticas e dinâmicas, câmera fixa ou em movimento, uma ou várias câmeras, personagens quietos ou se movendo, imagens ao vivo, gravadas ou criadas no computador. Um ver que está situado no presente, mas que o interliga não linearmente com o passado e o futuro.” (MORAM, 1995)



Com isso, é possível fazer uma ponte com o uso do vídeo e a Educação Ambiente, sendo que esta última visa mudar a forma de pensar e agir, por meio de um caminho transformador com hábitos e comportamentos. Com o uso do vídeo é possível despertar o pensamento crítico, fazendo com que os alunos vejam as condições em que vivemos, de modo a se sensibilizarem para atender as necessidades atuais, sem comprometer a possibilidade de as próximas gerações atenderem às suas próprias necessidades. Segundo Silva e Oliveira (2010), através de vídeos e integração de mídias, o aluno poderá dar uma resposta das coisas que estão acontecendo a sua volta ou que já aconteceram no mundo, isto pelo fato de o recurso áudio visual tornar a prática de ensinar e aprender motivadora.

Segundo a resolução CONAMA no 001, de janeiro de 1986, o impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Deste modo, é possível perceber que alguma atividade que o homem exerça sobre o meio ambiente, pode ser causadora de algum tipo de impacto ambiental, no entanto nem sempre estes impactos trazem benefícios, sendo assim, vem a causar degradação e poluição dos ambientes, como perda da biodiversidade, escassez de água, perda dos recursos naturais dentre outros. Uma das formas de diminuição dos impactos é a sensibilização de cidadãos, para que, desta forma, formem pensamentos críticos sobre acontecimentos passados, presentes e futuros.

Para Santos, et al (2011) atualmente no ambiente escolar, a sensibilização ambiental se torna a etapa mais importante na Educação Ambiental, pois é a partir deste momento que alunos entram em contato com a temática ambiental.

Sendo assim, o quanto antes os discentes estiverem por dentro desta temática, sabendo o que anda acontecendo com o meio ambiente como um todo, ou seja, as principais causas e consequências geradoras de impactos poderão ter consciência de seus atos, cabendo a cada um tomarem suas próprias providências. Para isso, existem várias formas de mediar um assunto que de certo modo se torna de interesse para todos, como debates, pesquisas, testes e vídeos.

Nos dias atuais, os professores podem procurar maneiras que prendem a atenção de seus alunos, fazendo com que despertem o devido interesse pelo que está sendo ensinado em sala de aula. De acordo com Coelho e Viana (2010), o cinema pode ser instrumento útil relacionado com o processo de ensino aprendizagem, sendo que, utilizar o cinema em sala de aula é ensinar a ver diferente.

Estudos apontam que a utilização do cinema para o ensino em diversas áreas vem acontecendo a algum tempo, em que Souza et al (2016) aponta, que o grande marco do uso de filmes no ensino foi em 1936 com a criação do Instituto Nacional do Cinema Educativo (INCE), com a direção do antropólogo Roquette Pinto. Desde então, filmes são utilizados como ferramenta de ensino para diversas áreas. Para CIPOLINI (2008):

“O cinema não reproduz ou reflete a realidade como pretendia o cinematógrafo, e sim a (re)constrói a partir de seus sistemas de significações, da ideologia e da cultura; assim como na obra literária, no filme a narrativa é vivenciada como se estivesse acontecendo no momento em que é lida ou assistida, e no caso do filme, acrescida da materialidade das imagens.”

Como dito, o uso de vídeo para o ensino chama a atenção do aluno de forma a fazer com que se envolva e interaja, entretanto, tanto o vídeo como o público, estão sujeitos a terem diversas interpretações, neste sentido, o papel do professor é fundamental para direcionar os educandos a compreenderem e captar a informação a ser transmitida.

Sendo assim, o professor pode saber fazer a leitura do vídeo para poder mediar os debates, neste contexto Cipolini (2008) diz que o educador pode aprender a ler através de disciplinas específicas, cursos de extensão ou até mesmo por conta própria, o que o deixará instrumentalizado para tal intenção.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. COLETA DE DADOS

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) é uma instituição criada nos termos da Lei nº 11.892/2008 que está vinculada ao Ministério da Educação. O IFTM oferece a educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, possuindo sedes em várias cidades.

O *Campus* Uberaba - IFTM possui um total de 20 turmas de Ensino Médio integrado ao Ensino Técnico, sendo destas, apenas 10 turmas participaram desta pesquisa, com média de 25 alunos em cada uma. A escolha das turmas foi realizada de acordo com as aulas da unidade curricular de geografia. Sendo elas: 6 turmas do 3º ano do Ensino Médio; 3 turmas do 2º ano do Ensino Médio; 1 turma do 1º ano do Ensino Médio.

Os alunos destas turmas são regularmente matriculados nos cursos técnicos integrados em Agropecuária, Alimentos e Administração. Puderam participar desta pesquisa todos os alunos que tinham acesso a internet, devido ao fato de ter sido realizada de maneira remota por conta da pandemia gerada pelo vírus que causa a síndrome respiratória aguda grave do coronavírus 2 (Covid-19).

As turmas as quais se aplicou as atividades foram as já trabalhadas com a professora a qual me orientou nesta pesquisa. Agendou-se um total de 4 encontros síncronos com cada turma, sendo o primeiro encontro destinado para apresentação da pesquisa e aplicação de um questionário, a fim de avaliar os conhecimentos dos alunos quanto á temática ambiental, segundo e terceiro encontro destinados para debates, descritos na Tabela 11.1. O último encontro para finalização e aplicação de um novo questionário, a fim de avaliar de forma objetiva se os alunos envolvidos nesta pesquisa obtiveram algum conhecimento sobre a temática.

Tabela 11.1. Descrição de encontros

1º Encontro/ Novembro 2020	Apresentação da pesquisa, resolução de questionário.
2º Encontro/ Novembro 2020	Debate "Ilha das Flores"
3º Encontro/ Dezembro 2020	Debate "Lixo Extraordinário"
4º Encontro/ Dezembro 2020	Debate final, resolução de questionário.

Fonte: LAGES, 2021.

Os encontros foram realizados através da plataforma de reuniões Google Meet, de acordo com os horários das aulas de geografia, sendo que os links dos documentários além dos formulários foram disponibilizados aos alunos na plataforma Classroom, utilizada para realização das atividades remotas. Foi decidido previamente que as atividades aconteceriam de forma síncrona e assíncrona, ou seja, em uma semana seria realizado o debate através dos encontros online no Google Meet (síncrona), em outra semana seria destinado a assistirem os documentários e fazerem suas análises para um posterior debate (assíncrona).

Por se tratar de uma pesquisa que envolve seres humanos, foi necessário que o mesmo fosse postado para análise e apreciação do comitê de ética, que na cidade de Uberaba/MG fica localizado nas propriedades da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM. O projeto foi cadastrado na Plataforma Brasil, na qual é necessário preenchimento de alguns dados para que possam ser validados e revisados pela equipe do comitê.

3.2. APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

Para realização desta pesquisa, no primeiro encontro com alunos, foi solicitado para que os mesmos respondessem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, ou seja, um termo se aceitaria ou não a participação da pesquisa. Sendo que para aqueles alunos menores de 18 anos foi necessário que os pais ou responsáveis respondessem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Responsável Legal. Estes termos seguem o modelo disponibilizado pelo comitê de ética. O termo também foi realizado de forma remota, na qual foi elaborado e respondido através do Google Forms.

Esta aplicação foi realizada logo ao primeiro encontro com os discentes pelo Google Meet, na qual durou cerca de 40 minutos com cada sala. O mesmo serviu para explicar aos participantes da pesquisa quais eram os objetivos da mesma e como este iria ser realizado ao longo dos 4 encontros.

Além dos termos de assentimento, também foi necessária uma autorização prévia da instituição de ensino, autorizando a realização desta pesquisa com os estudantes da mesma. Com os termos assinados e consentimentos dos alunos, responsáveis e equipe pedagógica da instituição, foi aplicado um questionário aos alunos relacionados a questões ambientais, tal questionário possui o intuito de avaliar o conhecimento sobre esta temática dos alunos para realização dos debates.

Este primeiro questionário continha questões como:

O que é Educação Ambiental? O que seria resíduos sólidos? Para você o que é impacto ambiental? Ao final da pesquisa foi aplicado um segundo questionário, semelhante ao primeiro, com intuito de avaliar se os alunos absorveram algum conhecimento sobre a temática discutida.

3.3. ILHA DAS FLORES E LIXO EXTRAORDINÁRIO

Para se ter um engajamento teórico para os debates com os discentes do ensino médio, foi passado para estes, o documentário Ilha das Flores, dirigido por Jorge Furtado no ano de 1989, esta curta metragem traz de forma divertida o destino final de materiais as quais julgamos não serem mais úteis para nosso uso, além de citar questões como a desigualdade e a geração da riqueza. O link que se encontra na plataforma de vídeos do YouTube do mesmo foi disponibilizado na plataforma Classroom para os alunos e também reproduzido durante um dos encontros no Google Meet.

Outro documentário foi o Lixo Extraordinário, dirigido por Lucy Walker no ano de 2010, o filme que foi indicado ao Oscar, traz à tona a verdadeira realidade dos catadores de lixo, na qual, um artista promove um evento que irá beneficiar estes catadores, tornando o lixo em luxo. O link deste filme, foi disponibilizado apenas no Classroom para os alunos. Por ter maior duração, não foi reproduzido durante o encontro.

4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Os 4 encontros realizados de com cada turma teve a duração de cerca de 60 minutos, sendo que o primeiro foi de apenas 40 minutos devido ao fato de o mesmo ser dedicado apenas para explicação da pesquisa e aplicação do questionário. Em todas as turmas, a professora responsável estava presente durante os encontros e os alunos se apresentaram participativos, acredita-se que por ser uma aula "diferente", ou seja, fora daquilo que já estão acostumados, na qual apenas ouvem.

O questionário além de ter sido aplicado durante o encontro pelo Google Meet, também foi disponibilizado na plataforma Classroom, ficando disponível para aqueles alunos que não puderam estar presentes no encontro. O propósito dos alunos responderem o questionário durante o encontro era de avaliar o que os mesmos conheciam sobre a temática, de modo a que pudesse ser feita uma comparação ao final da pesquisa para saber se a mesma teria resultados positivos.

Através do questionário que foi aplicado, pode-se observar que alguns dos alunos já possuem um pensamento formado quanto estas questões, na qual conseguem expressar seus pensamentos de forma simples e concreta. Além de poder avaliar e ter um ponto de partida para os debates, grande maioria das

respostas, estão relacionadas a vivermos em uma sociedade "capitalista", portanto os debates se inclinaram mais para o lado dos gastos em excesso.

Após a aplicação dos áudios visual, foi dado início aos debates, no qual foi levantado questionamento aos participantes, quanto à geração em excesso de resíduos sólidos, e quanto ao descarte desnecessário de determinados produtos. Além de deixarem que os mesmos expressassem suas opiniões quanto aos documentários. A ideia principal foi despertar o pensamento crítico destes alunos, expondo as causas e consequências dos impactos ambientais gerados pelo próprio homem.

Durante os debates referentes ao documentário Ilha das flores, a principal questão levantada por eles foi o desperdício:

"Acho que faz parte do instinto da maioria que tem condição de escolher descartar algo que passou do ponto ou não está com um cheiro legal..."

"Eu acho interessante e necessário criar maneiras de reaproveitar as coisas e reeducar as pessoas visando a diminuição do desperdício. Mas, infelizmente, não acredito que um dia as pessoas se conscientizaram de maneira conjunta."

Se tratando do debate feito sobre o documentário "Lixo Extraordinário", a principal questão foi a desigualdade:

"No começo da Primeira República, quando o governo começa a limpar as cidades; mandando os pobres para os morros sem criar NENHUMA ESTRUTURA para receber essa população, é quando se cria esse abismo entre as pessoas que produzem o lixo e não ligam pra onde isso vai..."

Ao longo dos debates foram realizados outros questionamentos, de acordo com o direcionamento que o debate se tomava. Tendo este ponto como consideração, é importante citar que foi observado que cada turma apresentava uma ideia diferente relacionada a geração dos resíduos sólidos, como por exemplo, as turmas do curso de Administração levaram o debate por um lado de princípios governamentais ao questionarem quanto haver mudanças sobre os impactos ambientais.

"Sim, na minha opinião é possível haver essas mudanças, mas seria muito difícil porque somos a geração do "consumismo".

"Eu acho que se existisse um incentivo do Estado às pessoas iriam se atentar a coleta seletiva. Eu não sei se existe alguma espécie de benefício em algum país sobre a questão de quanto por cento do lixo é reciclado, mas mesmo se um grupo de pessoas não estiverem dispostas a mudar de hábito, se tiver algum benefício financeiro talvez as coisas mudem"

As turmas de Agropecuária e Alimentos conduziram o debate observando uma reeducação de hábitos:

"Eu acredito que a escola é a maior arma para TUDO que existe no mundo, inclusive nesta situação. Pode não ser a curto prazo mas daqui alguns anos, com certeza, será a solução. ..."

"Essa questão da reeducação é complicada, porque já temos hábitos desde pequenos. Mas acho que a reeducação deveria ser incentivada pelas mídias, para mudar as pessoas mais velhas, e pela escola para já crescermos com uma consciência ambiental diferente..."

"Acredito que a reeducação a partir das crianças e adolescentes é crucial e pode sim haver grandes impactos no futuro, no entanto, mudar a cabeça de pessoas mais velhas é complexo..."

A cada pauta levantada pelos alunos, eram mencionados aos mesmos as consequências causadas pela geração dos resíduos sólidos, fazendo que os mesmos refletissem sobre as questões. Sendo assim, a fim de avaliar estes alunos, foi pedido para que os mesmos pensassem em soluções para diminuir os impactos ambientais além de produzirem um material que fosse informativo e crítico para ser divulgado de forma virtual para toda a comunidade escolar. Os trabalhos realizados pelos alunos (Figura 11.1) foram apresentados para toda sala, também de forma virtual.

Figura 11.1 - Trabalho desenvolvido com os participantes da pesquisa



Fonte: LAGES (2021)

Em um mundo globalizado, faz-se necessário a interação com as novas tecnologias, sendo esta, tendo um papel fundamental para que sejam incorporadas as novas atitudes de uma forma prazerosa, Para Pazzini e Araújo (2013) é fundamental que os educadores saibam explorar tais recursos, pois tem-se a missão de criar um ambiente propício ao processo de ensino/aprendizagem.

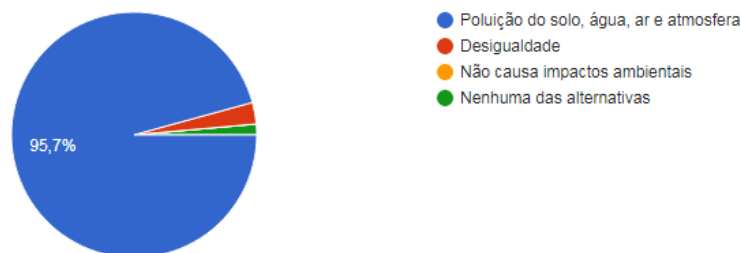
Desta forma, pode-se verificar, se os debates realizados com discentes surgiram efeito quanto aos seus pensamentos críticos referentes às questões ambientais, sendo assim integrando a Educação Ambiental e o ensino. (FIGURA 11.1)

No decorrer dos debates, pode-se observar que os alunos possuem um conhecimento prévio quanto aos impactos que podem ser gerados pelo lixo. (FIGURA 11.2)

Figura 11.2 - Questionário aplicado no início da pesquisa aos participantes da pesquisa

Alguns dos impactos ambientais gerado pelos resíduos sólidos são:

141 respostas



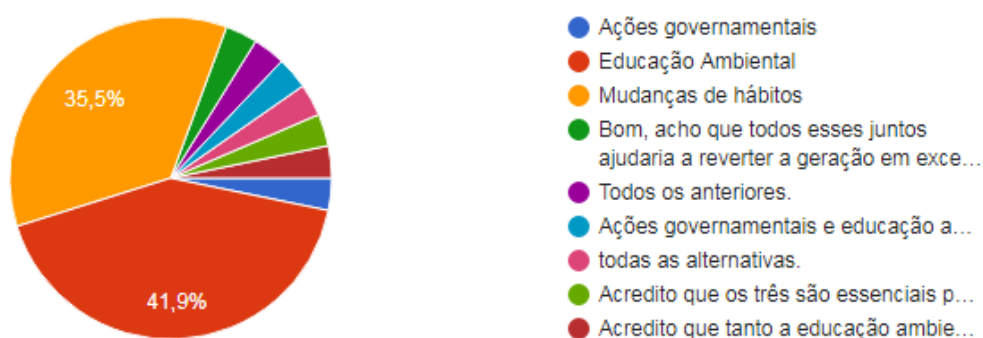
Fonte: LAGES (2021)

Como se pode observar no gráfico (Figura 11.2), ao questionar estes alunos quanto aos impactos ambientais que a geração de resíduos sólidos pode causar, os mesmos afirmam que são as diversas formas de poluição, ainda indagam a importância de se haver melhorias na educação.

"Acho que ações governamentais em conjunto com a educação ambiental seria essenciais para uma mudança, juntamente com a mudança de hábitos"

Ao se apresentar as possibilidades de impactos ambientais e as consequências dos mesmos, além de questioná-los como podemos alterar isso, os alunos se apresentam sensibilizados:

Figura 11.3 - Questionário aplicado aos participantes no final da pesquisa



Fonte: LAGES (2021)

De acordo com o que se apresenta no gráfico (Figura 11.3) grande parte dos alunos apontam que mudanças de hábitos e a educação ambiental, pode se tornar

um meio eficaz para melhorias dos impactos ambientais que são gerados pelo próprio homem.

5. CONCLUSÃO

No decorrer da pesquisa foi possível associar o uso de vídeo ligado à educação ambiental de forma crítica, sendo assim, despertando o pensamento crítico dos alunos quanto aos impactos ambientais que são causados pela geração e descarte incorreto de resíduos sólidos, ou seja, o lixo. Seguindo este aspecto, pode-se ainda observar metodologias significativas no processo de ensino/aprendizagem das novas tecnologias de comunicação, na área de Educação Ambiental.

Foram utilizadas diversas plataformas para que se pudesse comunicar e ter um retorno junto aos participantes. Ao longo das discussões foi possível verificar que a educação ambiental é necessária e que seja articulada em todas as modalidades de ensino, visto que os alunos afirmam que sentem falta de tais debates.

Eles ainda indicam que as políticas e ações governamentais que visam à preservação ao meio ambiente deveriam ser mais efetivas, além de serem mais divulgadas através das mídias sociais, para que todos possam ter acesso. Sendo assim, podemos concluir que a Educação Ambiental juntamente com as TIC 's quando bem articulada, apresenta resultados positivos na formação de pensamentos críticos de alunos.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Adriana Maria; OLIVEIRA, Mayara Lustosa de, DUTRA, Minéia Fabiano. **Educação Ambiental e novas tecnologias: o uso de vídeo em sala de aula para sensibilização da comunidade escolar**. 2010. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Goiânia. v. 6, n. 10, p. 1 – 12. 2010. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010b/educacao.pdf>>. Acesso em: 30 maio. 2020.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais. **Meio ambiente/Saúde**. vol.9. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental (SEF), 1997.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 001. 1986**. Resoluções. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 06 jul. 2020.

- BRITTO, Olívio Junior. **Lixo Extraordinário**. 2014 (1h34m44s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=61eudaWpWb8&ab_channel=Ol%C3%ADvioBrittoJr>. Acesso em: 01 ago. 2020.
- CIPOLINI, Arlete. **Não é fita, é fato: tensões entre instrumento e objeto – Um estudo sobre utilização do cinema na educação**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, 2008.
- COELHO, Roseana Moreira de Figueiredo; VIANA, Marger da Conceição Ventura. **A utilização de filmes em sala de aula: um breve estudo do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da UFOP**. 2010. Revista de Educação Matemática da UFOP. v. 1. 2011.
- CONCI, Mateus. **Ilha das flores**. 2018 (13m10s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8iGNqVhqNIs&ab_channel=MatheusConci> Acesso em: 01 ago. 2020.
- MORAN, José Manoel. **Desafios da televisão e do vídeo à Escola**. TV Escola. 2002. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacao/desafio.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020
- MORAN, José Manuel. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. Informática na Educação: Teoria & Prática**. v. 3, n. 1. Porto Alegre. p. 137 – 144. 2000. Disponível em: <<http://www.portal.educacao.salvador.ba.gov.br/site/documentos/espaco-virtual/espaco-edu-comtec/artigos/ensino%20e%20aprendizagem%20inovadores%20com%20tecnologias.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2020
- MORAN, José Manuel. **O vídeo na sala de aula. Comunicação e Educação**. Jan/abr. São Paulo: Moderna. 1995. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/desafios_pessoais/vidsal.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.
- SANTOS, G. N. A. dos; PORTELA, A. K. O.; PEREIRA, L. S. P.; ARAÚJO, R. S.; TEIXEIRA, T. T. S. **Proposta de educação ambiental a partir da sensibilização ambiental realizada no encontro dos rios Itapecuru e alpercatas no município de colinas** – ma. 2011. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.
- SILVA, Rosilma Ventura; OLIVEIRA, Elisangela Mercado de. **As possibilidades do uso do vídeo como recurso de aprendizagem em sala de aula do 5º ano**. In: EPEAL: PESQUISA EM EDUCAÇÃO, ÉTICA E RESPONSABILIDADE SOCIAL, 5., 2010. Maceió. Anais.Maceió: UFAL, 2010. Disponível em: <[http://dmd2.webfactional.com/media/anais/POSSIBILIDADE-DE-VIDEO-COMO-Documento autenticado eletronicamente - Código verificador: 9CE42DB - Código CRC: D629CBA1 - Pg 23 24 RECURSO-DE-APRENDIZAGEM-EM-SALAS-DE-AULA-DE-5-SERIE.pdf](http://dmd2.webfactional.com/media/anais/POSSIBILIDADE-DE-VIDEO-COMO-Documento%20autenticado%20eletronicamente%20-%20C%C3%B3digo%20verificador%209CE42DB%20-%20C%C3%B3digo%20CRC%20D629CBA1%20-%20Pg%2023%2024%20RECURSO-DE-APRENDIZAGEM-EM-SALAS-DE-AULA-DE-5-SERIE.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2020.

SOUZA, Ludmila. **Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano.** Agência Brasil. São Paulo. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano#:~:text=No%20Brasil%2C%20em%202018%2C%20foram,pouco%20maior%20que%20a%20gera%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 09 jun. 2020.

SOUZA, Pedro Henrique Ribeiro de. et al. **O uso do cinema no ensino de ciências: uma proposta a partir do filme “Ta chovendo hambúrguer”.** Revista da SBEnBio. n. 9. 2016. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/renbio-9/pdfs/1675.pdf>>. Acesso em: 09 jun 2020.

PAZZINI, Darlin Nalú Avila; ARAÚJO, Fabrício Viero de. **O Uso de Vídeo Como Ferramenta de Apoio ao Ensino-Aprendizagem.** Repositório UFSM. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/729/Pazzini_Darlin_Nalu_Avila.pdf?sequ>. Acesso em; 29 dez. 2020.

