

Diuliana Leandro
Andréa Souza Castro

CIÊNCIAS AMBIENTAIS: GESTÃO, PLANEJAMENTO E APLICAÇÕES

Vol 01



São José dos Pinhais

BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA

2023



Diuliana Leandro
Andréa Souza Castro
Organizadoras



**Ciências Ambientais:
gestão, planejamento e aplicações**

Vol. 01

Brazilian Journals Editora
2023

2023 by Brazilian Journals Editora
Copyright© Brazilian Journals Editora
Copyright do Texto© 2023 Os Autores
Copyright da Edição© 2023 Brazilian Journals Editora
Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim
Diagramação: Sabrina Binotti Alves
Edição de Arte: Sabrina Binotti Alves
Revisão: Priscila Pedra Garcia

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial:

Prof^a. Dr^a. Fátima Cibele Soares - Universidade Federal do Pampa, Brasil.
Prof. Dr. Gilson Silva Filho - Centro Universitário São Camilo, Brasil.
Prof. Msc. Júlio Nonato Silva Nascimento - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil.
Prof^a. Msc. Adriana Karin Goelzer Leining - Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Prof. Msc. Ricardo Sérgio da Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.
Prof. Esp. Haroldo Wilson da Silva - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.
Prof. Dr. Orlando Silvestre Fragata - Universidade Fernando Pessoa, Portugal.
Prof. Dr. Orlando Ramos do Nascimento Júnior - Universidade Estadual de Alagoas, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Angela Maria Pires Caniato - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Genira Carneiro de Araujo - Universidade do Estado da Bahia, Brasil.
Prof. Dr. José Arilson de Souza - Universidade Federal de Rondônia, Brasil.
Prof^a. Msc. Maria Elena Nascimento de Lima - Universidade do Estado do Pará, Brasil.
Prof. Caio Henrique Ungarato Fiorese - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Silvana Saionara Gollo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Mariza Ferreira da Silva - Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Prof. Msc. Daniel Molina Botache - Universidad del Tolima, Colômbia.
Prof. Dr. Armando Carlos de Pina Filho - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Brasil.
Prof^a. Msc. Juliana Barbosa de Faria - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil.
Prof^a. Esp. Marília Emanuela Ferreira de Jesus - Universidade Federal da Bahia, Brasil.
Prof. Msc. Jadson Justi - Universidade Federal do Amazonas, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Alexandra Ferronato Beatrice - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil.
Prof^a. Msc. Caroline Gomes Mâcedo - Universidade Federal do Pará, Brasil.
Prof. Dr. Dilson Henrique Ramos Evangelista - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil.
Prof. Dr. Edmilson Cesar Bortoletto - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.
Prof. Msc. Raphael Magalhães Hoed - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil.



Ano 2023

Profª. Msc. Eulália Cristina Costa de Carvalho - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.

Prof. Msc. Fabiano Roberto Santos de Lima - Centro Universitário Geraldo di Biase, Brasil.

Profª. Drª. Gabrielle de Souza Rocha - Universidade Federal Fluminense, Brasil.

Prof. Dr. Helder Antônio da Silva, Instituto Federal de Educação do Sudeste de Minas Gerais, Brasil.

Profª. Esp. Lida Graciela Valenzuela de Brull - Universidad Nacional de Pilar, Paraguai.

Profª. Drª. Jane Marlei Boeira - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil.

Profª. Drª. Carolina de Castro Nadaf Leal - Universidade Estácio de Sá, Brasil.

Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes - Universidade do Vale do Rio do Sino, Brasil.

Prof. Dr. Richard Silva Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio Grandense, Brasil.

Profª. Drª. Ana Lídia Tonani Tolfo - Centro Universitário de Rio Preto, Brasil.

Prof. Dr. André Luís Ribeiro Lacerda - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

Prof. Dr. Wagner Corsino Enedino - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

Profª. Msc. Scheila Daiana Severo Hollveg - Universidade Franciscana, Brasil.

Prof. Dr. José Alberto Yemal - Universidade Paulista, Brasil.

Profª. Drª. Adriana Estela Sanjuan Montebello - Universidade Federal de São Carlos, Brasil.

Profª. Msc. Onofre Vargas Júnior - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil.

Profª. Drª. Rita de Cássia da Silva Oliveira - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil.

Profª. Drª. Leticia Dias Lima Jedlicka - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil.

Profª. Drª. Joseina Moutinho Tavares - Instituto Federal da Bahia, Brasil

Prof. Dr. Paulo Henrique de Miranda Montenegro - Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

Prof. Dr. Claudinei de Souza Guimarães - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Profª. Drª. Christiane Saraiva Ogradowski - Universidade Federal do Rio Grande, Brasil.

Profª. Drª. Celeide Pereira - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.

Profª. Msc. Alexandra da Rocha Gomes - Centro Universitário Unifacvest, Brasil.

Profª. Drª. Djanavia Azevêdo da Luz - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.

Prof. Dr. Eduardo Dória Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

Profª. Msc. Juliane de Almeida Lira - Faculdade de Itaituba, Brasil.

Prof. Dr. Luiz Antonio Souza de Araujo - Universidade Federal Fluminense, Brasil.

Prof. Dr. Rafael de Almeida Schiavon - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Profª. Drª. Rejane Marie Barbosa Davim - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

Prof. Msc. Salvador Viana Gomes Junior - Universidade Potiguar, Brasil.

Prof. Dr. Caio Marcio Barros de Oliveira - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil.

Profª. Drª. Ercilia de Stefano - Universidade Federal Fluminense, Brasil.



Esta obra foi desenvolvida com apoio da Fundação de Amparo à pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, CNPq pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Ciências ambientais [livro eletrônico]: gestão, planejamento e aplicações: volume 1 / organização Diuliana Leandro, Andréa Souza Castro. -- 1. ed. -- São José dos Pinhais, PR: Brazilian Journals, 2023.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN: 978-65-81028-90-9

DOI: 10.35587/brj.ed.0002080

1. Ciências ambientais 2. Gestão ambiental 3. Monitoramento ambiental 4. Planejamento ambiental I. Leandro, Diuliana. II. Castro, Andréa Souza.

23-146914

CDD-363.7

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br



Ano 2023

APRESENTAÇÃO

O estudo do ambiente é complexo e sua avaliação necessita de um olhar multidisciplinar para seu entendimento mais amplo. Esta obra busca elencar questões nas quais o meio ambiente é o ator principal. Apresenta estudos direcionados para análises complexas que promovem o conceito de conservação dos recursos naturais e ordenamento territorial. A obra, também, evidencia problemas atuais com uma visão plural, apresentando possíveis alternativas de soluções que menos prejudiquem o meio. E que, ao mesmo tempo, essas preposições permitam o desenvolvimento da sociedade de forma sustentável e prepare os cidadãos para um futuro com mais respeito ao planeta.

Boa leitura!



Laboratório de Drenagem
e Águas Residuárias

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01	1
COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL	
Diuliana Leandro Jorge Antonio Centeno Claudia Pereira Krueger Suelen Movio Huinca	
CAPÍTULO 02	23
UTILIZAÇÃO DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA – RPA PARA ATUALIZAÇÃO DA BASE CADASTRAL EM ÁREA PILOTO NO MUNICÍPIO DE CRISTAL/RS	
Daniel Britto dos Santos Diuliana Leandro Suelen Movio Huinca Mery Luiza Garcia Vieira Andréa Sousa Castro Luciara Bilhalva Correa	
CAPÍTULO 03	51
UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS SIG NA ANÁLISE DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO SARANDI, PORTO ALEGRE	
Liana Kurtz Andrea Souza Castro Diuliana Leandro	
CAPÍTULO 04	69
GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNDO E SUA RELAÇÃO COM A POLÍTICA E ECONOMIA DOS PAÍSES	
Ruan Bernardy Carina Sinnott Duarte Andrea Souza Castro Diuliana Leandro Gizele Ingrid Gadotti Maurizio Silveira Quadro Everton Anger Cavalheiro	
CAPÍTULO 05	95
MAPEAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	
Carolina Pinz Medronha Ana Beatriz Gonçalves Vaz Ana Paula Rozado Gomes Diuliana Leandro Gizele Ingrid Gadotti	
CAPÍTULO 06	122
PERCEPÇÕES SOBRE O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NOS DOMICÍLIOS DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19	
Caren Wilsen M. Coelho Wanderley Débora da Silva Rodrigues Jéssica El Koury Santos Igor Borges Rocha Andréa Sousa Castro	

Diuliana Leandro
Luciara Bilhalva Corrêa

CAPÍTULO 07..... 153

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE TEMPORAL PARA ANÁLISES AMBIENTAIS: O ESTUDO DE CASO DE CHUQUICAMATA E PALM ISLAND

Larissa Aldrighi da Silva
Ottoni Marques Moura de Leon
Diuliana Leandro
Maiara Moraes Costa
Diovana da Silva Guterres
Karine Fonseca de Souza
Priscila Pedra Garcia
Larissa Medianeira Bolzan
Marlon Heitor Kunst Valentini
Maele Costa Dos Santos
Marília Lazarotto

CAPÍTULO 08..... 174

PRESENÇA DE ESPÉCIES EXÓTICAS EM ÁREAS PROTEGIDAS: O CASO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TAIM, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Ottoni Marques Moura Leon
Maiara Moraes Costa
Diuliana Leandro
Larissa Medianeira Bolzan
Tirzah Moreira Siqueira
Larissa Aldrighi da Silva
Karine Fonseca de Souza
Diovana da Silva Guterres
Alanderson Larroza Rodrigues

ÍNDICE REMISSIVO..... 195

OS AUTORES..... 197

CAPÍTULO 01

COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

Diuliana Leandro
Jorge Antonio Centeno
Claudia Pereira Krueger
Suelen Movio Huinca

RESUMO: A modelagem de fragilidade ambiental vem sendo desenvolvida no Brasil desde a década de setenta. Existem os modelos consagrados, como os de Ross (1994) e Crepani (1996), desenvolvidos com base em conhecimento empírico, e outros baseados em análise multicritério, como o modelo de Leandro (2013). As três modelagens consideram métricas ponderadas de elementos do meio, que são indissociáveis para delimitar áreas mais propensas a desequilíbrios ambientais e que exigem maior atenção do poder público. As variáveis consideradas nesses modelos são declividade do terreno, cobertura vegetal e uso do solo, tipo de solo, litologia, clima. Nesta pesquisa, se comparou a aplicação destes três modelos na bacia hidrográfica do Rio Belém, localizada na região metropolitana de Curitiba. Obteve-se resultados promissores, com a delimitação da bacia em classes de fragilidade ambiental muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Percebeu-se que as modelagens apresentam resultados distintos, mas todas delimitam áreas com índice de fragilidade ambiental muito alto e alto. Porém, o modelo de Leandro permite uma delimitação com áreas mais pontuais com potencial positivo para uso nas definições de ações de planejamento e gestão territorial.

PALAVRAS-CHAVE: SIG; Análise multicritério; Dados multiescalares.

ABSTRACT: Environmental fragility modeling has been developed in Brazil since the 1970s. There are established models, such as Ross (1994) and Crepani (1996), developed based on empirical knowledge, and others based on multi-criteria analysis, such as Leandro's (2013) model. The three models consider weighted metrics of elements of the environment that are inseparable to delimit areas more prone to environmental imbalances and that require greater attention from the government. The variables considered in these models are terrain slope, plant cover and land use, soil type, lithology, climate. In this research, the application of these three models was compared in the watershed of the Belém River, located in the metropolitan region of Curitiba. Promising results were obtained, with the delimitation of the basin into classes of very low, low, medium, high, and very high environmental fragility. It was noticed that the models present different results, but all delimit areas with very high and high environmental fragility index. However, Leandro's model allows a delimitation with more specific areas with positive potential for use in defining territorial planning and management actions.

KEYWORDS: GIS; Multicriteria analysis; Multiscale data.

1. INTRODUÇÃO

A humanidade, por mais avanços que tenha conquistado, não foi capaz de desenvolver uma forma de sobrevivência desvinculada do meio natural (GRUBBA; PELLENZ; DE BASTIANI, 2018). A relação entre ser humano e a natureza, baseada na apropriação dos recursos naturais pelo homem, com o objetivo de garantir a subsistência e progresso da sociedade, origina diversos impactos ambientais (DORS; *et al.*, 2021), evidenciando baixo senso de responsabilidade e respeito para com o meio ambiente. Com isso, são introduzidas constantes alterações no funcionamento dos ambientes naturais, devido às intervenções antrópicas que ocorrem numa velocidade maior do que aquela suportada pela natureza (GRUBBA; PELLENZ; DE BASTIANI, 2018, DOS SANTOS; MARCHIORO, 2020), provocando desequilíbrios que afetam drasticamente a vida, dando origem ao que, comumente, se chama de desastres naturais (CECCONELLO, 2019).

Essa exploração causa diversas alterações, tais como a perda do solo por erosão acelerada e desequilíbrio em ambientes aquáticos por adição de nutrientes agrícolas (DUARTE; GATO; GUANDIQUE, 2020). Criar meios que idealizem e promovam a implantação de políticas de exploração racional e preservação dos recursos naturais torna-se primordial. Assim, o planejamento físico territorial não pode ter apenas um enfoque socioeconômico, mas também ambiental, sendo levadas em consideração as potencialidades e, principalmente, a fragilidade das áreas com intervenções antrópicas (DA SILVA, 2020; DA SILVA; CUNHA; BACANI, 2018, ALVES; MARTINS; SCOPEL, 2018).

Nesse cenário, o desenvolvimento de metodologias que possibilitem simular os processos ambientais, com a função de aumentar os conhecimentos sobre as áreas e os processos que nela se desenvolvem, pode contribuir, evitar ou, pelo menos, diminuir danos ambientais; apoiando, assim, políticas de planejamento e gestão desse patrimônio, orientadas a melhorar a qualidade de vida da população e preservação do meio ambiente.

A fragilidade ambiental é a possibilidade de uma área ser afetada por alguma mudança física, como uso e ocupação do solo e, em decorrência disso, causar perdas ambientais ou mudanças no ecossistema (LEANDRO, *et al.*, 2021). E, mapeamento da fragilidade ambiental é uma das principais ferramentas

empregadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental (ANDRADE, *et al.*, 2018). Nesse contexto, a utilização de dados de Sensoriamento Remoto e técnicas de SIG são ferramentas que contribuem significativamente às metodologias de análise, pois permitem processar e integrar componentes naturais e antrópicos (relevo, pedologia, precipitação e uso e ocupação do solo) e possibilitam mapear a fragilidade ambiental da área de forma holística (DUARTE; GATO; GUANDIQUE, 2020).

Todos os processos que ocorrem em determinado meio estão interligados, uma modificação em alguma área reflete na mudança da fragilidade desse ambiente natural. Assim, modelagem da fragilidade ambiental permite avaliar as interações dinâmicas que atuam sobre o sistema natural, utilizando como unidade fundamental para análise a bacia hidrográfica. As bacias hidrográficas consistem em unidades de manejo ambiental, que apresentam particularidades como relevo, geologia e tipo de solo, o que caracteriza a vulnerabilidade natural a que uma bacia está submetida (ANDRADE, *et al.*, 2018).

Uma das primeiras metodologias apresentadas para analisar a inter-relação dos fatores ambientais responsáveis pela modelagem do relevo e os aspectos ecológicos, utilizando a análise quantitativa e qualitativa de vários ambientes, foi desenvolvida por Tricart (1977), no fim da década de setenta. Para este autor, o conceito de ecodinâmica indica um modelo de avaliação integrado das unidades territoriais, com base no balanço pedogênese¹/morfogênese², propiciando sua classificação quanto aos graus de instabilidade (SILVEIRA; FIORI; OKA-FIORI, 2005). O conceito de unidades ecodinâmicas é integrado no conceito de ecossistema, baseia-se no instrumento lógico de sistema e enfoca as relações mútuas entre diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente (TRICART, 1977).

Baseando-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), Ross (1990, 1994) propôs uma metodologia para a análise empírica da fragilidade de ambientes naturais e antropizados, com o objetivo de orientar

¹ Pedogênese é o processo natural de formação química e física do solo (adição, remoção, transporte e modificação).

² Morfogênese é o processo de modelagem do relevo em sistemas naturais relacionado à erosão.

estudos integrados aplicados ao planejamento territorial ambiental (GOUVEIA; ROSS, 2019). Em sua metodologia inicial, Ross empregava a correspondência dos elementos do meio físico e biótico, visando determinar a fragilidade ambiental. Em 1994, o mesmo pesquisador, sugeriu um novo modelo, no qual considerou a inter-relação dos ambientes naturais e a intervenção humana. Spörl & Ross (2004), destacam que os sistemas ambientais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade e qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico.

Crepani (2001), desenvolveu uma metodologia baseada, também, no modelo de Tricart, para a qual emprega parte da elaboração de mapas de Unidades Territoriais Básicas, definidas através de imagens de satélite e, posteriormente, são associadas a informações pré-existentes, como mapas geológicos, cobertura vegetal e dados de intensidade pluviométrica.

Os modelos propostos por de Crepani (1996) e Ross (1994), para determinação dos índices de fragilidade ambiental, são fundamentadas em variáveis ponderadas, baseadas em conhecimento empírico, com diferentes categorias hierárquicas, com variáveis oriundas de levantamentos básicos de geomorfologia, solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima.

O modelo para delimitação dos índices de fragilidade ambiental proposto por Leandro (2013) considerou, na modelagem, uma análise multicritério aplicada a sistemas especialistas, utilizando como métricas: relevo, solo, rocha, cobertura vegetal/uso da terra, clima, ocupação humana e áreas de preservação permanente. Para a delimitação das ponderações de cada métrica na modelagem, a autora utilizou avaliação de áreas de experimentação com feedbacks de especialistas. Estas, foram efetuadas por meio de pareceres quali-quantitativos, desenvolvidos em questionário on-line. Os especialistas responderam aos questionários com base em sua experiência pessoal, isto é, cada um deles teve um parecer de acordo com a sua especialidade no tema com formação diversa (engenheiros florestais, geólogos e agrônomos), fundamentados em análises realizadas in loco.

Leandro (2013), ressalta que a possibilidade de a delimitação das áreas de maior índice de fragilidade é essencial para os órgãos públicos organizarem

dispositivos legais de zoneamento, visando melhorar a qualidade de vida em áreas urbanizadas e buscarem realizar planejamento de áreas para crescimento urbano futuro sem impactar negativamente o meio ambiente.

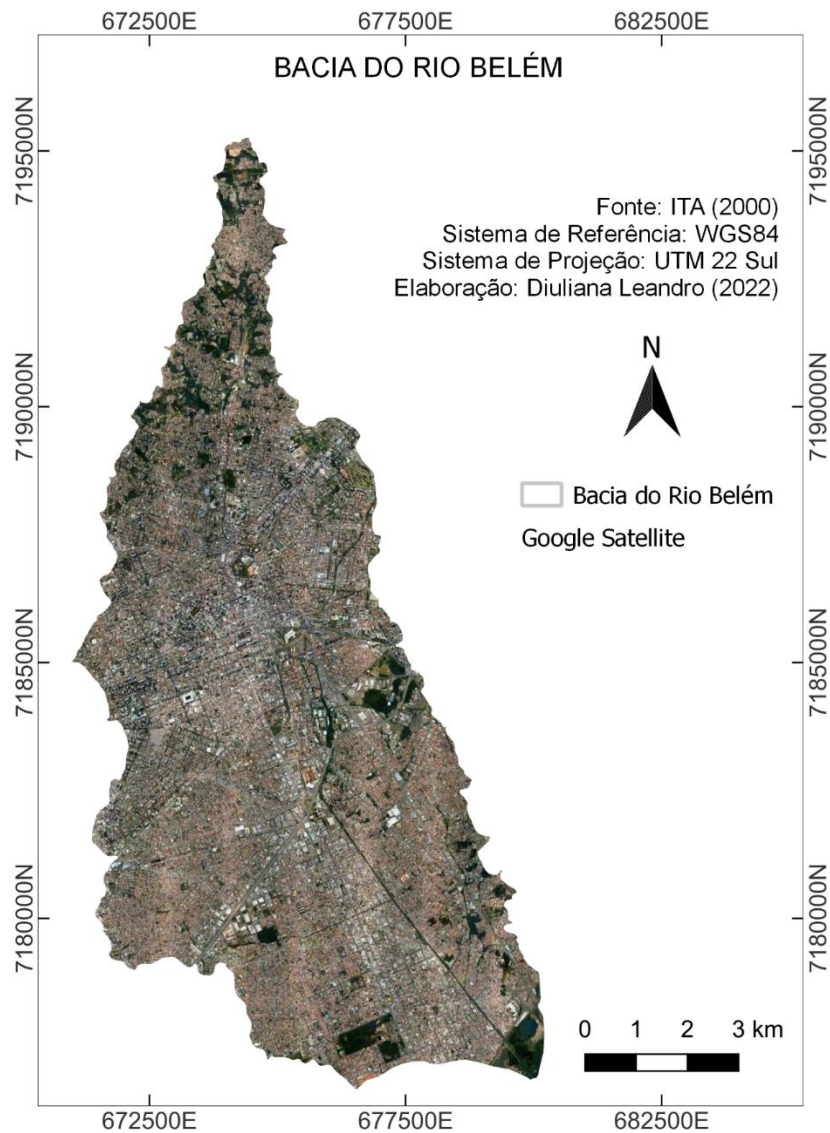
O equilíbrio natural é fortemente comprometido com a densificação da ocupação antrópica. Por isso, as bacias urbanas ou semiurbanas são as que sofrem mais estes impactos, evidenciando seu desequilíbrio e fragilidade. Este é o caso da bacia do Rio Belém, no Paraná (Brasil). Este rio, atravessa a cidade de Curitiba e, ao longo de seu percurso, sofre os efeitos de diferentes tipos de ocupação urbana, sendo altamente poluído e degradado. Recentemente a sociedade se conscientizou deste problema e busca alternativas para sua recuperação. Por isso, são necessários estudos para avaliar sua fragilidade como forma de buscar as melhores soluções. O objetivo do estudo, apresentado neste capítulo, é avaliar a aplicação de diferentes métodos de modelagem da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Belém. Pretende-se, com isso, contribuir para a organização territorial de forma abrangente e integrada, baseada em métricas ambientais que possuem relações indissociáveis.

2. ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Belém (Figura 1), é uma bacia totalmente urbanizada, localizada no Primeiro Planalto Paranaense, dentro da cidade de Curitiba, no estado do Paraná, e seu talvegue principal desenvolve-se segundo a orientação Norte-Sul, cortando regiões de alta densidade populacional, como o bairro Centro de Curitiba, como também, outros bairros periféricos das Zonas Norte e Sul do município (BERTO; NUCCI, 2019). O Rio área de drenagem compreende 87,85 km², ocupando 20 % do território da cidade e muitos dos principais bairros e elementos arquitetônicos e paisagísticos que representam Curitiba, em um contexto nacional e internacional, localizados dentro da área de captação (BARCELLOS; BOLLMANN; AZEVEDO, 2019). Segundo Boscardin (2008), o Rio Belém é o mais curitibano dos rios, pois ele nasce e têm a foz dentro da cidade. Os limites da sua bacia – a Avenida Anita Garibaldi, José Bajerki, Manoel Ribas, Avenida Brasília, Francisco Derosso, Avenida Nossa Senhora da Luz – são os divisores de água, foram os caminhos das tropas e continuam sendo os principais caminhos da cidade, perfazendo

aproximadamente 21 km de extensão. Na área da bacia, se localizam alguns dos cartões postais da cidade como o Passeio Público, o Jardim Botânico, o Bosque do Papa e o Parque São Lourenço, entre outros (BARCELLOS; BOLLMANN; AZEVEDO, 2019). Na bacia, aproximadamente 27 % da população estava localizada no ano de 2010, correspondendo a 475.606 dos 1.751.907 habitantes da cidade de Curitiba (IBGE, 2022). De acordo com Barcellos, Bollmann e Azevedo (2019), as águas dessa são poluídas e contaminadas por esgotos domésticos e resíduos sólidos, assim como no entorno de seus rios existe uma série de ocupações irregulares.

Figura 1 – Bacia do Rio Belém.



Fonte: Elaboração própria.

3. METODOLOGIA

Com o intuito de avaliar a fragilidade ambiental na bacia do rio Belém, foram comparados os resultados obtidos aplicando três metodologias: Ross (1994), Crepani (1996) e Leandro (2013). Na tabela 1, são apresentadas as métricas dos modelos de análise de índices de fragilidade ambiental, com suas distintas variáveis e ponderações. No modelo de Ross, o parâmetro com maior peso é o relevo e no de Crepani todas as métricas adotam a mesma ponderação.

Tabela 1 – Métricas para determinação dos índices de fragilidade ambiental

Métricas (parâmetros/variáveis)	Modelos – Índices de Fragilidade Ambiental		
	Ross (1994)	Crepani (1996)	Leandro (2013)
Relevo	X	X	X
Solos	X	X	X
Rochas	-	X	X
Cobertura Vegetal/Usos da Terra	X	X	X
Clima	X	X	X
Ocupação Humana	-	-	X
Áreas de Preservação Permanente	-	-	X

Fonte: Elaboração própria, 2022

A métrica denominada Relevo leva em consideração a declividade do terreno, o qual é essencial para avaliar a característica de áreas suscetíveis a processos erosivos, velocidade de escoamento superficial, intensificação de processos de lixiviação de sedimentos, limitação de áreas para ocupação urbana e as atividades agrícolas (ROSS, 1994, SANTOS, 2004, ARAÚJO *et al.*, 2017, VIJITH; DODGE-WAN, 2019, AMORIN *et al.*, 2021). O declive influencia no transporte de solo e sedimentos, sob a influência da gravidade, e a água intersticial auxilia nesse movimento, reduzindo a resistência ao cisalhamento dos materiais (DAHLGREN; MACÍAS; ARBESTAIN, 2008).

O Solo, métrica adotada nas modelagens de fragilidade ambiental, de acordo com Chandra (2021), é um recurso natural crítico não só para a produção agrícola e segurança alimentar, mas também para a manutenção da maioria dos processos vitais e do ecossistema. Edrisi *et al.*, (2021), ressaltam que o uso da terra ou a superexploração de tais recursos do solo, resultam na erosão do solo e outras perdas do estado nutricional do solo, o que posteriormente leva à

degradação desses recursos naturais. Na metodologia de Ross (1994), o autor hierarquizou a fragilidade ambiental de vários tipos de solo considerando a textura, o grau de coesão das partículas, estrutura e plasticidade dos solos, assim como em função dessas características ele sofre maior ou menor arraste de partículas das chuvas.

Outro fator determinante quanto a potencialidade de erosão de uma determinada área está relacionado à sua litologia, ou seja, quanto ao tipo de Rocha de que é constituída, quais as suas características físicas (composição mineral, distribuição e tamanho dos grãos, cor, textura, estrutura e grau de compactação dos sedimentos ou rochas) (LEANDRO, 2013). Assim, nas modelagens de fragilidade ambiental de Crepani (1977) e Leandro (2013) consideram a litologia (Rochas) como um de seus parâmetros.

Nesta mesma linha, deve-se lembrar que a ausência de vegetação favorece a erosão, porém mesmo em solos com vegetação preservada pode ocorrer erosão, só que em menor proporção. Assim, um parâmetro nas modelagens de fragilidade ambiental é a Cobertura Vegetal/Uso da Terra, Leandro (2013), ressalta que esse conhecimento é fundamental para subsidiar o planejamento ambiental, podendo ser utilizadas como suporte qualitativo à análise. De acordo com Spörl (2007), o conhecimento das formas de uso da terra e seu monitoramento e o registro das informações permitem a avaliação dos impactos produzidos, trazendo informações básicas para o manejo dos recursos naturais.

O parâmetro Clima é uma generalização ou integração das condições do tempo para um determinado período, em uma determinada área (SCHIAVETTI & CAMARGO, 2002). O tipo climático de uma região é uma informação importante nas atividades de planejamento, já que condiciona toda a dinâmica do ambiente (LEANDRO, 2013).

O parâmetro Áreas de Preservação está diretamente associado a preservar o norte da Política Nacional do Meio Ambiente relacionado a área situada na faixa marginal a corpos de água e a manutenção da preservação da flora, ou seja, da mata ciliar. Segundo Dallmann, Santos e Leandro (2021), quando as matas ciliares são mantidas, conservam a biodiversidade e preservam a qualidade da água, evitando processos erosivos ao longo das margens e

assoreamento dos corpos hídricos devido ao carreamento de solo exposto ocasionado pela falta de proteção destas.

Já o parâmetro Ocupação Humana, definido na metodologia de Leandro (2013), diz respeito a qualquer tipo de intervenção humana na área, como: construção de edificações, estradas, corpos de água artificiais. Ações antrópicas geram alterações socioambientais, que se acentuam ao longo dos anos no ecossistema, elas geram degradações do meio ambiente devido à produção de esgoto e lixo, bem como alterações no ambiente, que resultam poluição do solo, água e ar (LEANDRO, 2013). A autora ressalta, ainda, que a utilização de fatores antrópicos galga analisar também os efeitos da influência humana ao longo do tempo sobre os sistemas ambientais, relacionados com o desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas.

Nessa pesquisa, foram utilizados dados oriundos de diversas fontes, eles possuem escala, resolução espacial e estruturas diferentes (Tabela 2). Estes foram transformados e padronizados para sistema de referência WGS-84 e projetados no sistema UTM para o fuso 22 Sul.

Tabela 1 – Fonte e escalas dos dados utilizados nos modelos de índices de fragilidade ambiental.

Dado	Escala	Origem do Dado	Sistema de Referência de Origem
Dados Altimétricos	1:10.000	IAT	SAD-69
Tipo de solo	1:20.000	IAT	SAD-69
Cobertura Vegetal e uso do solo	1:10.000	IAT	SAD-69
Dados Climatológicos	1:5.000.000	IBGE	SIRGAS
Dados Geológicos	1:20.000	IAT	SAD-69
Dados Hidrográficos	1:10.000	IAT	SAD-69

Fonte: Elaboração própria, 2022

A classificação para cada métrica atrelada a cada modelo é apresentada na Tabela 3. As variáveis, Relevo, Solo e Clima foram embasadas na metodologia de Ross (1994) e foram classificadas em 5 classes: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Para a métrica geologia, utilizou-se a metodologia proposta por Crepani, em 1996, a qual classifica a fragilidade

ambiental relacionada à litologia em 5 classes: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Para o critério de Ocupação Humana, para qualificar as áreas de acordo com o índice de fragilidade ambiental de média a alta, em função da poluição do ar, água, solo e geração e detritos devido à ação antrópica. Essa variável foi proposta pelo modelo de Leandro (2013), também subdividida em 5 classes: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. A outra variável, do mesmo modelo, é a existência de mata ciliar entorno dos corpos de água em áreas urbanas e rurais, métrica denominada Área de Preservação Permanente, a qual é subdividida em 3 classes: alto, médio e baixo. Maiores detalhes dessas métricas podem ser encontrados em Ross (1994), Crepani (1996) e Leandro (2013).

Tabela 2 – Classes das variáveis utilizadas nas modelagens.

Variáveis	Classes de Fragilidade Ambiental					Fundamentação
Relevo	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Ross (1994)
Solos	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Ross (1994)
Rochas	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Crepani (1996)
Cobertura Vegetal/Uso da Terra	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Guerra e Cunha (2003)
Clima	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Ross (1994)
Ocupação Humana	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Leandro (2013)
Áreas de Preservação Permanente	Baixa	Média		Alta		Leandro (2013)

Fonte: Adaptado de Leandro, 2013

São apresentados os modelos de determinação dos índices de fragilidade utilizados com os critérios ponderados para cada modelo nas equações 1, 2 e 3:

$$GF_{Crepani} = 0,2 \cdot C_1 + 0,2 \cdot C_2 + 0,2 \cdot C_3 + 0,2 \cdot C_4 + 0,2 \cdot C_5 \quad (1)$$

$$GF_{Ross} = 125 \cdot (C_1 - 1) + 25 \cdot (C_2 - 1) + 5 \cdot (C_3 - 1) + 1 \cdot (C_4 - 1) \quad (2)$$

$$GF_{Leandro} = 7 \cdot C_1 + C_2 + 6 \cdot C_3 + C_4 + C_5 + 5 \cdot C_6 + 6 \cdot C_7 \quad (3)$$

Sendo:

GF_{Ross}	Grau de fragilidade pelo modelo de Ross (1994);
$GF_{Crepani}$	Grau de fragilidade pelo modelo de Crepani (1996);
$GF_{Leandro}$	Grau de fragilidade pelo modelo de Crepani (2013);
C_1	Grau de fragilidade relativo ao índice de dissecação do relevo;
C_2	Grau de fragilidade relativo ao solo;
C_3	Grau de fragilidade relativo ao uso da terra/cobertura vegetal;
C_4	Grau de fragilidade relativo aos dados climatológicos;
C_5	Grau de fragilidade relativo aos dados geológicos.
C_6	Grau de fragilidade relativo à ocupação humana;
C_7	Grau de fragilidade relativo à existência de áreas de preservação permanente.

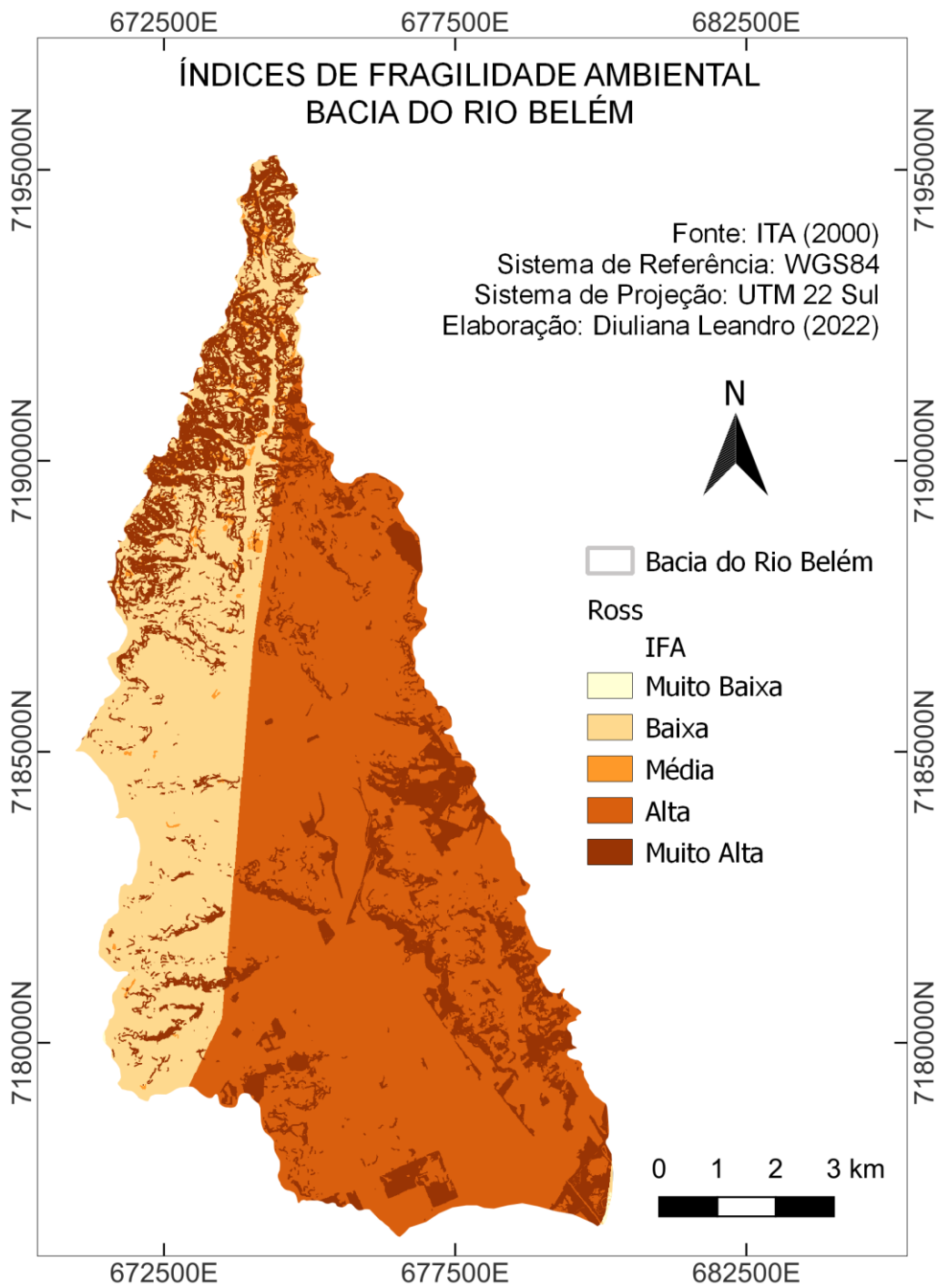
Para a comparação dos modelos para determinação dos índices de fragilidade ambiental, utilizou-se para a definição dos intervalos de classe de muito baixo a muito alto, aplicando a esses modelos situações extremas.

4. RESULTADOS

Na Figura 2, é apresentada a modelagem dos índices de fragilidade ambiental para a Bacia do Rio Belém utilizando o modelo de Ross, as delimitações de classes são representativas representam amplas áreas dentro da bacia. O modelo de Crepani é generalista, ele demarca as classes dos índices de fragilidade para áreas amplas dentro de bacia, devido à ponderação igual de todos os parâmetros. Assim, quando não existe variabilidade significativa nas classes dos parâmetros, a bacia será delimitada quase que inteiramente em um índice ou outro. Já o modelo de Leandro, quando comparado aos dois anteriores, apresenta um nível de detalhamento maior dentro da bacia. Essas diferenças

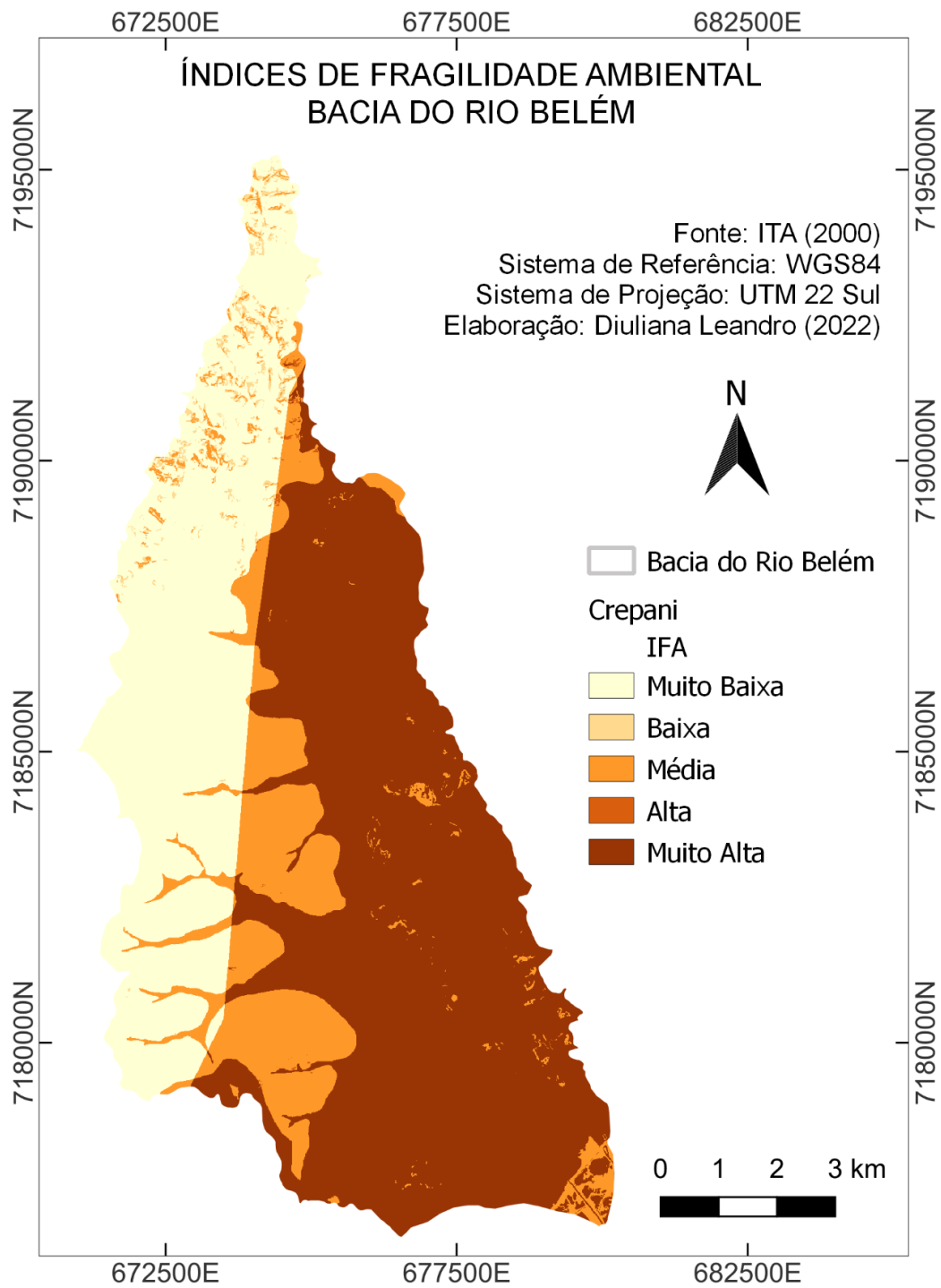
podem ser observadas nas Figuras 2, 3 e 4. Avaliando as áreas demarcadas, pode-se concluir que as áreas mais frágeis, classificadas em índices alta ou muito alta, são delimitadas nos três modelos. A diferença das delimitações está correlacionada ao nível de detalhe de cada modelo.

Figura 2 – Índices de Fragilidade Ambiental da Bacia do Rio Belém utilizando o modelo de Ross.



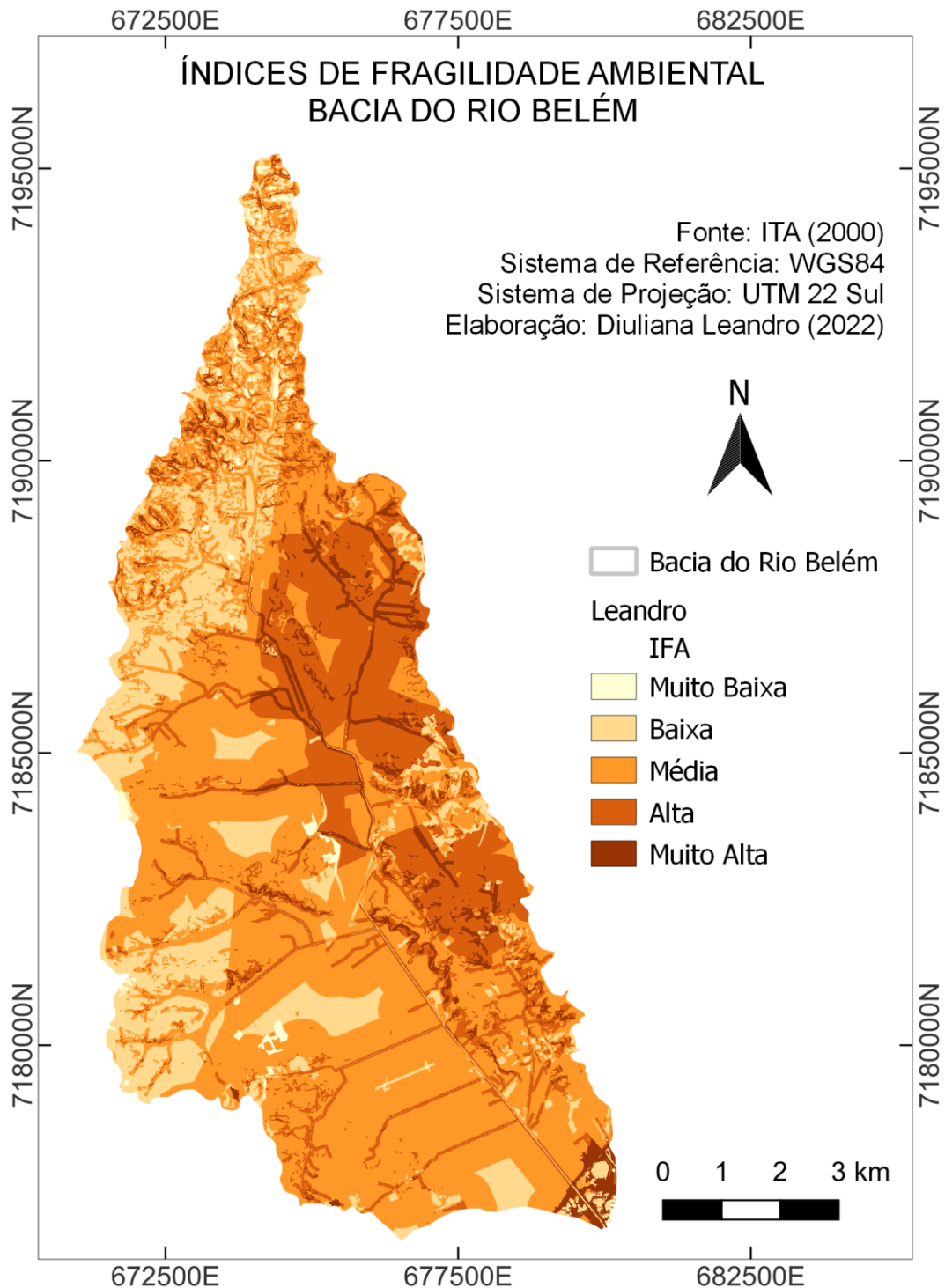
Fonte: Elaboração própria, 2022.

Figura 3 – Índices de Fragilidade Ambiental da Bacia do Rio Belém utilizando o modelo de Crepani.



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Figura 4 – Índices de Fragilidade Ambiental da Bacia do Rio Belém utilizando o modelo de Leandro.



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Nesse contexto, comparando os três modelos, verifica-se que o modelo de Leandro (2013) e Ross (1994), permitem a determinação de áreas com fragilidade ambiental muito alta de forma mais específica, possibilitando a preposição de soluções pontuais dentro de centros urbanos e implementação de

políticas direcionadas para as áreas mais sensíveis, tornando as ações mais efetivas, situação que tem como benefício público a redução de tempo e recursos nas ações propostas.

Quantificando o percentual das áreas da bacia classificadas nas distintas classes (Tabela 4), na qual se tem para o índice Muito Alto, 20 % da área da bacia mapeada nessa classe pelo modelo de Ross, 2 % no modelo de Crepani e 5 % da área total da bacia no modelo de Leandro (2013). Para a classe de Fragilidade Ambiental Alta, têm-se 53 % da área da bacia apontada nessa classe no modelo de Ross, 52 % no modelo de Crepani e 23 % no modelo de Leandro. Sendo que as divergências se concentram na classe de Fragilidade Ambiental Média, sendo respectivamente 1 % para Ross, 15 % para Crepani e 52 % para Leandro. A classe de Fragilidade Muito Baixa foi a única classe similar aos três modelos.

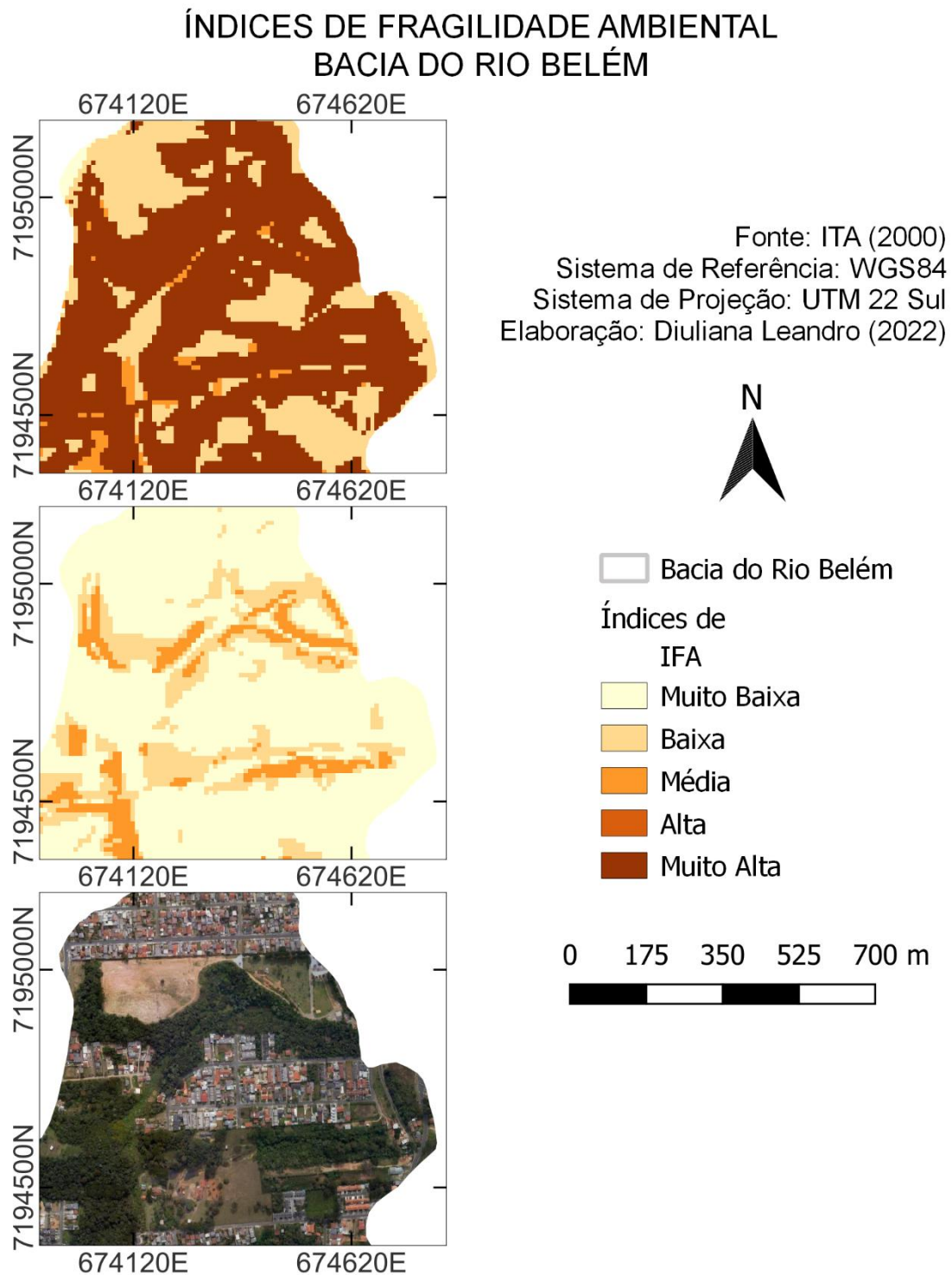
Tabela 3 – Avaliação da porcentagem área em cada classe e índice médio de fragilidade da Bacia do Rio Belém.

Índice de Fragilidade	Ross (1994)	Crepani (1996)	Leandro (2013)
Muito Baixo	1 %	1 %	1 %
Baixo	25 %	30 %	19 %
Médio	1 %	15 %	52 %
Alto	53 %	52 %	23 %
Muito Alto	20 %	2 %	5 %

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quando se compara áreas em uma escala mais detalhada (Figura 5), percebe-se as diferenças entre os modelos e como essas diferenças podem gerar discussões sobre o uso mais adequado para uma determinada bacia. No caso da Bacia do Rio Belém, que é caracterizada por um alto índice de urbanização, percebe-se que o modelo de Leandro consegue expor as áreas mais próximas aos cursos de água. Esse ponto é importante quando se pensa na integração dos problemas ambientais com as questões socioeconômicas, assim, o modelo citado pode ser mais interessante aos gestores públicos.

Figura 5 – Exemplo dos dois modelos de Índices de Fragilidade Ambiental para Bacia do Rio Belém.



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Pode-se observar (Figura 6), uma área dentro da bacia que ilustra a realidade do meio, no qual existe pressão antrópica extrema, em que área no entorno dos cursos de água são de baixo desenvolvimento econômico, nas quais

existe casas construídas sobre o leito do rio, assim como resíduos depositados de forma irregular e ausência de mata ciliar.

Figura 6 – Exemplo de ocupações irregulares no entorno do rio Belém



Fonte: Elaboração própria, 2022.

5. CONCLUSÕES

O uso dos modelos de Ross, Crepani e Leandro para modelar espacialmente a fragilidade ambiental de uma bacia urbanizada mostrou-se viável. Os mapas temáticos modelos Ross e Crepani atribuem índices de fragilidade maiores que o modelo de Leandro, pois delimitam áreas maiores para cada classe em função das ponderações e métricas envolvidas. Acredita-se que para nortear políticas de planejamento e gestão pública, ter áreas delimitadas de forma mais detalhada permite que a preposição de planos, programas e diretrizes para ordenamento territorial considerando a fragilidade do ambiente

possa ser mais realista, permitindo que se reduza recursos com ações direcionadas e que estas sejam mais efetivas.

A aplicação de modelagens espaciais, para desenvolvimento dos municípios, de forma a apontar os problemas socioambientais e a evitar expansão urbana para áreas frágeis ambientalmente é essencial para o poder público.

O uso e desenvolvimento de modelagens ambientais é um tema de grande valia as Ciências Ambientais e que possui retorno imediato ao poder público, perante diversas secretarias com temáticas ambientais, sociais, urbanísticas e de defesa civil.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Amanda Trindade *et al.*, Geomorphometric environmental fragility of a watershed: a multicriteria spatial approach. **Environmental monitoring and assessment**, v. 193, n. 12, p. 1-20, 2021.

ANDRADE, Mariane Moura *et al.*, Determinação da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica pertencente ao município de Presidente Prudente, SP. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 2, p. 278-285, 2018.

ANJINHO, P. S. *et al.*, Environmental fragility analysis in reservoir drainage basin land use planning: A Brazilian basin case study. *Land Use Policy*, v. 100, p. 104946, 2021.

ARAÚJO, A. N., PINHO, D. M., LOBATO, A. A. C., TRZECIACKD, L. S., NASCIMENTO, J. C. Morphometric analysis of four hydrographic sub-basins of Gurupi River in the Eastern Amazon. *Ciência e Sustentabilidade*, 3(2), 83–99, 2017. <https://doi.org/10.33809/2447-4606.32201783-99>

BARCELLOS, Demian da Silveira; BOLLMANN, Harry Alberto; AZEVEDO, Júlio César Rodrigues de. Priorização de fármacos nos rios urbanos: o caso dos contraceptivos orais na bacia do rio Belém, Curitiba/PR, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 14, n. 3, 2019.

BERTO, Vagner Zamboni; NUCCI, J. Mapeamento da hemerobia da parte norte da bacia do rio Belém, Curitiba/PR. *Anais do Fórum Ambiental Alta Paulista*, p. 1479-1492, 2019.

CAMPOS, J. A. *et al.*, Environmental fragility and land use capacity as instruments of environmental planning, Caratinga River basin, Brazil. *Environmental Earth Sciences*, v. 80, n. 7, p. 1–13, 2021.

CECCONELLO, S. T. Análise e mapeamento da fragilidade ambiental do município de Pelotas/RS. Dissertação Mestrado. Pelotas: UFPEL, 2019.

CHANDRA, RAMESH. Soil Biodiversity and Community Composition for Ecosystem Services. In: Rakshit, A.; Singh, S.K.; Abhilash, P.C.; Biswas; A. *Soil Science: Fundamentals to Recent Advances*. Springer, 2021.

CREPANI, E.; MEDEIROS, JS; AZEVEDO, L.C.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO. Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico. INPE, São José dos Campos, São Paulo, 1996.

DAHLGREN, R.A.; MACÍAS, F.; ARBESTAIN, M. C. *Encyclopedia of Soil Science*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer Netherlands, 2008.

DALLMANN, Daiane Kath; SANTOS, Daniel Britto dos; LEANDRO, Diuliana. Caracterização e diagnóstico ambiental das áreas de preservação permanente na zona urbana do município de Cristal-RS. In: Geotecnologias aplicadas às Ciências Ambientais, Volume 1, 2021. Disponível em: LGEA. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/lgea/files/2021/04/GEOTECNOLOGIAS-APLICADAS-AS-CIENCIAS-AMBIENTAIS-Volume1.pdf>

DA SILVA, Tatiana Acácio *et al.*, Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Candeias, RO. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 5, n. 1, p. 058-068, 2020.

DORS, Gisanara *et al.*, DELIMITAÇÃO DOS ÍNDICES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO DO SUL/RS: SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 74-95, 2021.

DOS SANTOS ALVES, Wellmo; MARTINS, Alécio Perini; SCOPEL, Iraci. Fragilidade ambiental: subsídio ao planejamento e à gestão da bacia do ribeirão da Laje (GO), Brazil. *Geografia Ensino & Pesquisa*, v. 22, p. 34, 2018.

DOS SANTOS, James Rafael Ulisses; MARCHIORO, Eberval. Análise empírica da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Duas Bocas, Espírito Santo, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 39, p. 72-87, 2020.

DA SIVA, Leandro Félix; DA CUNHA, Elias Rodrigues; BACANI, Vitor Matheus. Zoneamento ambiental de bacia hidrográfica ocupada por assentamento rural: estudo de caso do Córrego Indaiá-MS. *Geografia Ensino & Pesquisa*, v. 22, p. 11, 2018.

DA SILVA, Tatiana Acácio *et al.*, Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Candeias, RO. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 5, n. 1, p. 058-068, 2020.

EDRISI, SHEIKH ADIL; ET AL. Managing Soil Resources for Human Health and Environmental Sustainability. In: Rakshit, A.; Singh, S.K.; Abhilash, P.C.; Biswas; A. *Soil Science: Fundamentals to Recent Advances*. Springer, 2021.

GOUVEIA, Isabel Cristina Moroz-Caccia; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Fragilidade Ambiental: uma proposta de aplicação de Geomorphons para a variável relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 37, p. 123-136, 2019.

GRUBBA, Leilane Serratine; PELLEZZI, Mayara; DE BASTIANI, Ana Cristina Bacega. Cidadania ambiental: fundamentos éticos para uma sociedade sustentável. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 7, n. 3, p. 7-29, 2018.

IAT - Instituto Água e Terra. Mapas e Dados Espaciais. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapas-e-Dados-Espaciais>
IBGE. Cidades. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso: abril de 2022.

LEANDRO, D.; CENTENO, J.A.S.; ZANCHIN, M.; VIEIRA, D.S.; HUINCA, S.M.H. Preposição de metodologias para validação de modelagens dos índices de fragilidade ambiental. In: Geotecnologias aplicadas às Ciências Ambientais, Volume1, 2021. Disponível em: LGEA. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/lgea/files/2021/04/GEOTECNOLOGIAS-APLICADAS-AS-CIENCIAS-AMBIENTAIS-Volume1.pdf>

LEANDRO, D.; HUINCA, S.C.M.; KRUEGER, C.P.; CENTENO, J.A.S. Ciências geodésicas na geração de subsídios para planejamento e gestão das zonas costeiras. Artigo. Geografia Ensino & Pesquisa, v. 15, n.2, maio./ago. 2011.

LEANDRO, Diuliana. Modelagem de fragilidade ambiental usando índices baseados em dados espaciais e com suporte de sistema especialista. Tese (Ciências Geodésicas, UFPR), Curitiba, 2013.

MACEDO, D. R., *et al.*, Development and validation of an environmental fragility index (EFI) for the neotropical savannah biome. Science of The Total Environment, 635, 1267–1279. 2018.

RAKSHIT, A.; SINGH, S.K.; ABHILASH,P.C.; BISWAS; A. Soil Science: Fundamentals to Recent Advances. Springer, 2021.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

SANTOS, R. F. dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficinas de Textos, 2004.

SILVEIRA, C. T.; FIORI, A.P.; OKA-FIORI, C. Estudo das unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial na APA de Guaratuba: subsídios para o planejamento ambiental. Artigo. Boletim Paranaense de Geociências, n. 57, p. 9-23, 2005. Editora UFPR.

SHIAVETTI, A. & CAMARGO, A.F.M. Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações. Editus, Ilhéus –Bahia, 2002.

SPÖRL, C. Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SPÖRL, Christiane; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. GEOUSP-Espaço e Tempo, v. 15, p. 39-49, 2004.

VIJITH, H.; DODGE-WAN, D. Modelling terrain erosion susceptibility of logged and regenerated forested region in northern Borneo through the Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS techniques. Geoenvironmental Disasters, v. 6, n. 1, p. 1-18, 2019.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

CAPÍTULO 02

UTILIZAÇÃO DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA – RPA PARA ATUALIZAÇÃO DA BASE CADASTRAL EM ÁREA PILOTO NO MUNICÍPIO DE CRISTAL/RS

Daniel Britto dos Santos

Diuliana Leandro

Suelen Movio Huinca

Mery Luiza Garcia Vieira

Andréa Sousa Castro

Luciara Bilhalva Correa

RESUMO: O uso de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) para aerofogrametria e para o mapeamento urbano tem se tornado muito eficaz, principalmente por ser uma tecnologia de coleta de dados de menor custo para municípios de pequeno porte, como é o caso do município de Cristal/RS. As informações advindas dessa tecnologia permitem que se faça uma atualização cadastral. Nesse artigo, optou-se por testar essa tecnologia em uma área piloto, gerar uma planta cadastral com essas informações e realizar um comparativo com os dados existentes no banco de dados do município associados aos dados tributários. Isso possibilitaria tornar, para municípios de pequeno porte, o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), uma fonte de arrecadação importante, permitindo a cobrança deste tributo, fundamental para investimento em infraestrutura e/ou benefícios sociais para a população, de forma socialmente justa. Para tal, avaliou-se a eficácia do uso de RPA para futuros levantamentos e mapeamentos, além de gerar produtos cartográficos para auxiliar a gestão ambiental municipal nas suas demandas. Como resultado, alcançou-se acurácia posicional centimétrica para a delimitação de construções com o uso RPA de baixo custo, chegando, assim, a conclusão que se pode utilizar a tecnologia para atualização cadastral com diversas aplicações práticas em município de pequeno porte, entre elas a geração de uma planta de valores do município.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias; Mapeamento aéreo; IPTU.

ABSTRACT: The use of Remotely Piloted Aircraft (RPA) for aerofogrammetry and urban mapping has become amazingly effective, mainly because it is a less expensive data collection technology for small municipalities, as is the case of the Municipality of Cristal / RS. The information from this technology allows a registration update to be made. In this article, it was decided to test this technology in a pilot area, generate a cadastral plan with this information and make a comparison with the existing data in the municipality's database. This would make it possible, for small municipalities, the Tax on Urban Property and Territorial Property (IPTU), an important source of collection, allowing the collection of this tax, which is fundamental for investment in infrastructure and social benefits for the population, equitable and socially just. This article evaluates the effectiveness of using RPA for future surveys and mapping, in

addition to generating cartographic products that will assist municipal environmental management in their demands. As a result, centimetric positional accuracy was achieved for the delimitation of buildings using low-cost RPA, with the conclusion that technology can be used for cadastral updating with several practical applications in a small municipality, including the value plant of the County.

KEYWORDS: Geotechnologies; Aerial mapping; IPTU.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento desordenado das cidades, os órgãos municipais de planejamento e controle se deparam, muitas vezes, com problemas de infraestrutura básica, como a falta de habitações planejadas, saneamento básico, ruas e vias de acesso improvisadas, instalações elétricas de risco, além da falta de centros de saúde e educação adequados e próximos à população. A falta de um plano diretor, também, afeta as pequenas cidades, por possuírem menos que 20.000 habitantes, não tem obrigatoriedade de estabelecer um Plano Diretor, o qual é uma ferramenta importante quando se fala em planejamento, e sem planejamento não avançamos de maneira ordenada e eficaz.

Em estudos realizados por diversos autores (MOURA, 2014; ZYNGIER, 2012; ZYNGIER, 2016; HERCULANO, 2018), acredita-se que um dos grandes obstáculos à adoção dos preceitos do Plano Diretor é a falta de compreensão e visualização da informação, seguida da falta de envolvimento do cidadão com as questões da cidade e do aumento da complexidade das normativas que, cada vez mais, ficam inacessíveis ao entendimento comum.

O plano diretor, além de ser um instrumento de ordenamento do território, também reflete escolhas racionais, técnicas e democráticas no município, é um dos instrumentos avançados de política urbana, tal importância é ressaltada por diversos autores como Machado *et al.*, (2019), Silva *et al.*, (2020), Rezende e Ultramari (2007).

Di Sarno (2004), informa que o planejamento é instrumento necessário à adequada ordenação do espaço urbano, sendo que o “[...] planejamento urbanístico deve traduzir metas para o setor público e privado, pretendendo a transformação dos espaços, ou o estímulo a certas atividades, ou a manutenção de determinadas áreas para que, vista no conjunto, a cidade se equilibre nas suas múltiplas funções” (DI SARNO, 2004, p. 55).

Todo planejamento territorial necessita da existência de dados confiáveis como suporte para análise e tomada de decisões (ROSENFELDT, 2016). O mesmo autor, ainda, ressalta que métodos que se utilizam de imagens obtidas por sensores aerotransportados constituem-se de opção viável para construção e atualização de informações cadastrais. A fotogrametria é a ciência que consiste na arte e tecnologia de obter informações confiáveis da superfície da terra e

demais objetos físicos, através de medições, análises e representações utilizando fotografias conforme - Sociedade Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ISPRS). Segundo Silva (2015), a integração de métodos fotogramétricos com os avanços da visão computacional tem aumentado o mercado interessado em imagens digitais obtidas com plataformas não tripuladas. Dentro deste contexto, o uso de RPAs para fins de mapeamento tem crescido, em virtude do uso de receptores GNSS de maior precisão nas aeronaves, o que possibilita maior autonomia nos voos e melhor controle de estabilidade e de altitude.

A forma mais comum, tradicional e usual para atualização de informações cadastrais é realizada com trenas e medidores eletrônicos de distância ou receptores GNSS (*Global Navigation Sattelite System*). Estes métodos são considerados de alta precisão, porém lentos. Em paralelo com estes métodos tradicionais estão as aplicações fotogramétricas, que são usadas para criar e atualizar mapas, principalmente em áreas maiores (MANYOKY, 2011).

A utilização de aeronaves para mapear as cidades (aerofotogrametria), já é utilizado há anos e de forma aceitável, porém com um custo alto. E os municípios menores não têm condições de arcar com estes valores, mesmo tendo conhecimento que a arrecadação após atualização do cadastro aumente significativamente na maior parte dos casos. O principal motivo é que estes municípios não conseguem dispor de verbas para esta finalidade sem que esta decisão afete seus gastos básicos e urgentes. Portanto, atualizar a base cartográfica e a planta cadastral torna-se inviável para municípios de pequeno porte.

Com a chegada de novas alternativas como os RPAs, estas cidades podem realizar o mesmo processo com mais agilidade e menor investimento, mas, para isso, necessitam de uma metodologia bem definida, capaz de corrigir ou minimizar alguns erros e/ou distorções inerentes ao processo, para que os produtos gerados sejam de qualidade e confiança.

Assim, o município de Cristal-RS, com a planta cadastral desatualizada desde o ano de 2006, deixa de arrecadar tributos para investir em infraestrutura, seja ela na saúde, educação, saneamento básico, dentre outras. Uma possibilidade de atualização dessa planta seria a utilização de RPA, metodologia

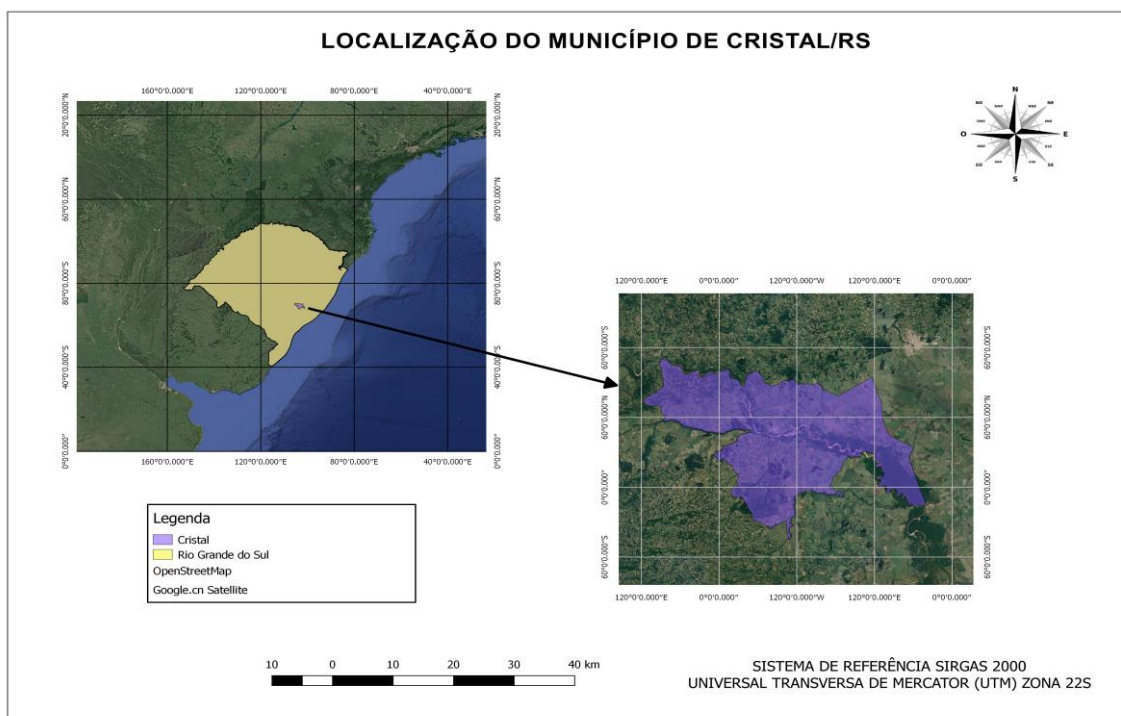
de baixo custo, pois esta seria uma forma mais justa para os contribuintes municipais, não havendo a necessidade de aumentar a alíquota geral de IPTU.

Isto exposto, o objetivo deste artigo é verificar se a tecnologia de RPA permite que se obtenha dados espaciais para gerar produtos cartográficos que poderão ser empregados para atualização cadastral e se os produtos gerados podem auxiliar na gestão ambiental municipal de Cristal/RS.

2. ÁREA DE ESTUDO

O Município está localizado à beira da BR 116, o que garante facilidade de acesso, pois dista aproximadamente 150 km de Porto Alegre e 100 km de Pelotas. Conforme IBGE (2010), em 2019 a população estimada do município era de 8.009 habitantes. Com área total de 682,138 Km², o município de Cristal faz divisa ao norte, com o município de Camaquã e Amaral Ferrador; ao sul, com São Lourenço do Sul; ao leste, com São Lourenço do Sul e Camaquã; ao oeste, com São Lourenço do Sul e Canguçu, (CRISTAL, 2008), como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Localização do município de Cristal, RS.

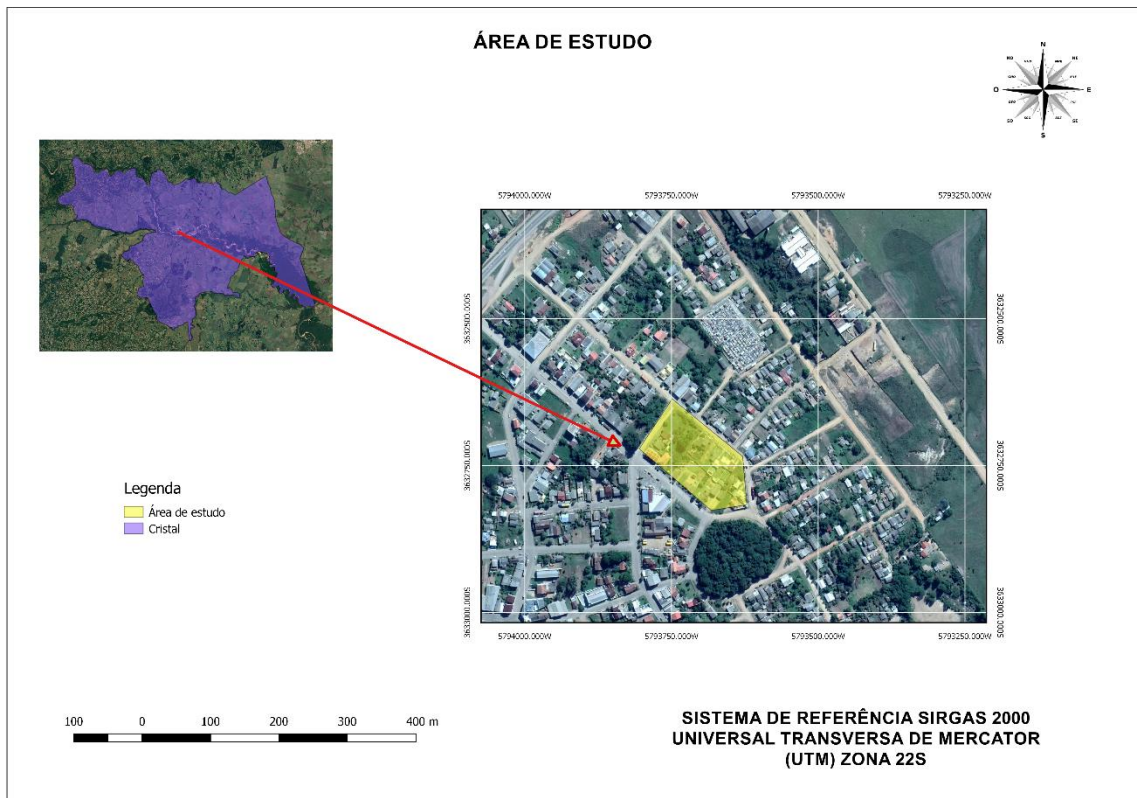


Fonte: Elaboração própria.

2.1 Área Piloto

Para o desenvolvimento do experimento, se definiu uma área piloto localizada na zona urbana de Cristal, bairro Centro, um quarteirão em formato triangular formado pelas ruas Canguçu, Sete de Setembro e Dom Feliciano, com área de 13.563 metros quadrados, conforme Figura 2.

Figura 2 – Área de estudo.



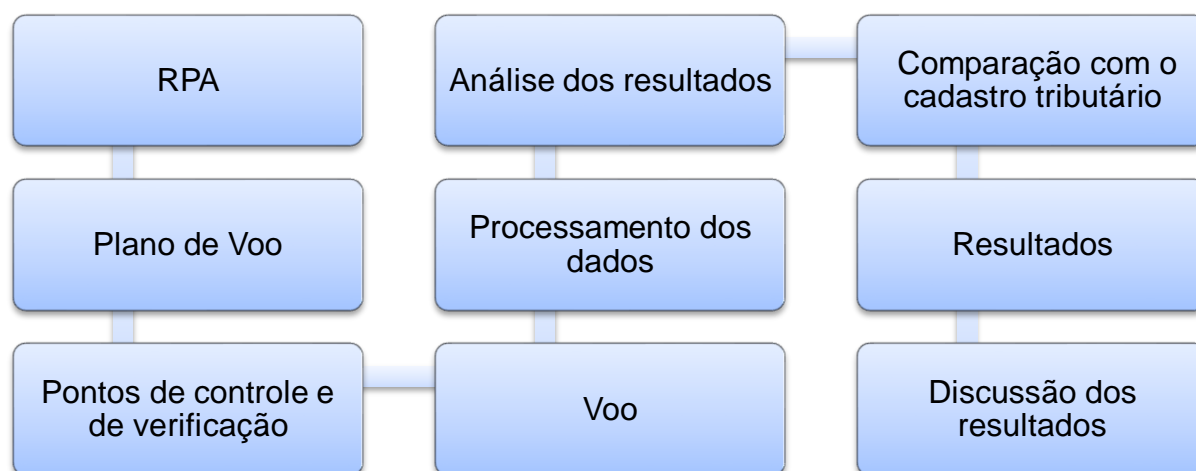
Fonte: Elaboração própria.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Materiais e métodos

Para desenvolvimento deste trabalho, inicialmente realizou-se a escolha dos pontos de apoio e checagem, a coleta e marcação destes pontos e após foram determinadas as coordenadas geodésicas dos mesmos. Após, partiu-se para o planejamento do plano de voo e execução. Com os dados obtidos, fez-se um processamento fotogramétrico para a geração das ortofotos. Essa metodologia é apresentada na Figura 3

Figura 3 – fluxograma demonstrado as etapas.



Fonte: elaboração própria.

➤ Equipamentos

Para realizar essa pesquisa empregaram-se os seguintes equipamentos:

- Receptor GNSS RTK Shouth S86, o qual foi utilizado para coletar pontos de checagem e apoio;
- RPA modelo Phanton 3 Pro, o qual empregou-se para realização do voo e coleta de imagens aéreas;
- Smartphone modelo Samsung M30, o qual foi utilizado para visualização do RPA durante a missão;
- Notebook core I5 com 8 GB RAM e HD 500 GB, utilizado para planejamento do processo e processamento das imagens;
- Desktop core I5 / 16 GB RAM / CPU NVIDIA 1660 6 GB/ SSD480, o qual empregou-se para processamento e elaboração dos produtos finais.

➤ Softwares

Empregaram-se os seguintes softwares:

- Google Earth PRO, utilizado para planejamento dos pontos de apoio, checagem e análise do terreno;
- Drone Deploy, utilizado para planejamento e execução do voo com RPA. Aplicativo para planejamento de voo e aquisição das imagens. Esse permite a parametrização do plano de voo em função da resolução desejada para as imagens originais: sobreposição das imagens, linhas de voo e resolução resultante. Possui um módulo de controle do voo em formato de aplicativo,

compatível com o dispositivo de controle do RPA, no caso, um Smartphone conectado ao rádio controlador do RPAS;

- Quantum GIS 2.16.2, utilizado para produção e geração dos mapas;
- Agisoft Photoscan, programa utilizado para processamento fotogramétrico das imagens obtidas no aerolevante. Nele, integram-se os dados obtidos de pontos de controle e de imagens para gerar modelos ajustados de terreno, superfície e o ortomosaico. Esse programa é utilizado para processamento fotogramétrico dos dados obtidos pelo RPA.

➤ **Materiais**

Os materiais listados abaixo foram utilizados para confecção dos alvos e marcação prévia dos pontos de apoio.

- Tinta e pincel foram utilizados para marcação prévia dos pontos de apoio, eucatex e folha de E.V.A foram utilizados para confecção dos alvos.
- Alvos foram utilizados para identificação dos pontos de checagem e apoio coletados com Receptor GNSS.

3.2 Desenvolvimento

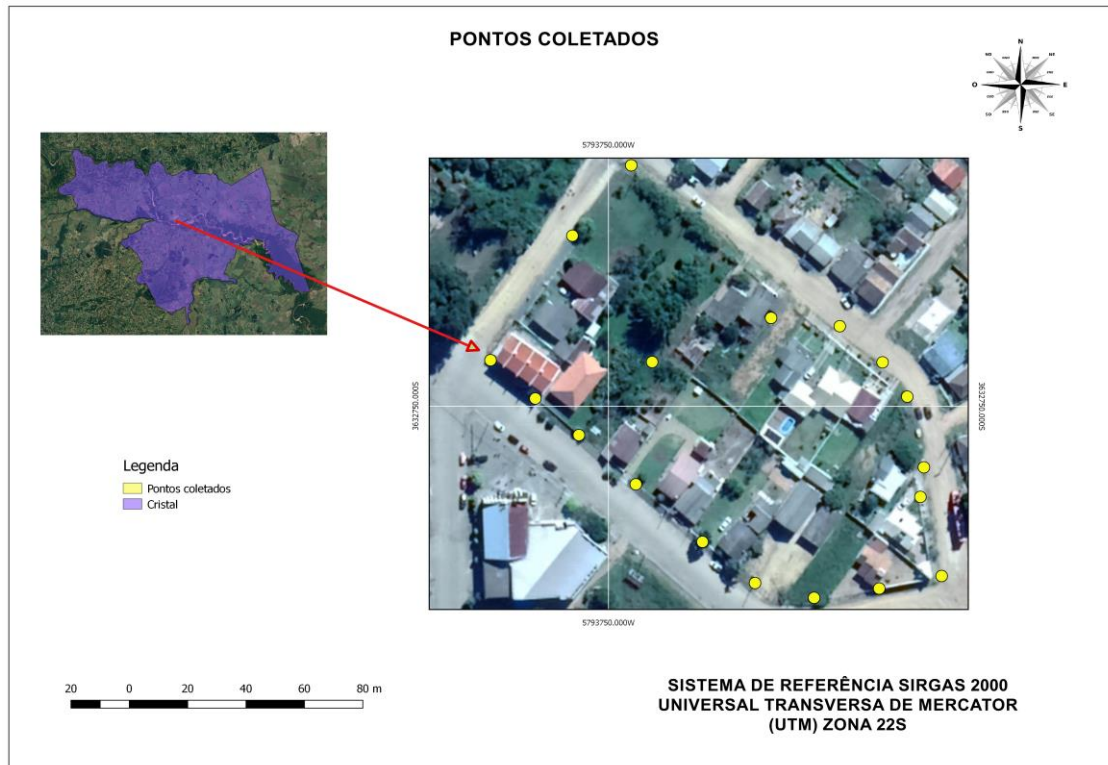
Nesta seção, é descrito o processo de coleta e análise dos dados espaciais aplicando a tecnologia RPA.

➤ **Pontos de Controle**

Para realizar o planejamento dos pontos de apoio e checagem utilizou-se o software Google Earth Pro (Figura 4). Esses pontos foram demarcados no local utilizando tinta e pincel, no total foram demarcados 18 pontos, na Figura podem ser visualizados na cor amarela. Para que se pudesse determinar as coordenadas geodésicas dos pontos aplicou-se a técnica RTK (*Real Time Kinematic*) de posicionamento. Essa técnica baseia-se na transmissão instantânea de dados de correções dos sinais de satélites pela estação base (fixa) para o receptor móvel que percorre os vértices (pontos) de interesse (pontos móveis). Desta forma, proporciona o conhecimento em tempo real de coordenadas geodésicas precisas dos pontos levantados. Para garantir a

acurácia no levantamento foi necessário determinar anteriormente a coordenada geodésica precisa da estação base (fixa) anteriormente.

Figura 4. Localização dos pontos coletados.



Fonte: Elaboração própria.

Para determinar a coordenada geodésica precisa da estação base ocupou-se esse ponto com o receptor GNSS RTK (Figura 5). Após 1 hora de rastreio os dados, foram processados pelo método de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP). De acordo com o IBGE (2020), o IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) é um serviço online gratuito para o pós-processamento de dados GNSS (Global Navigation Satellite System), que faz uso do programa CSRS-PPP (GPS Precise Point Positioning) desenvolvido pelo NRCan (Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada). A coordenada geodésica projetada no sistema UTM da estação base são: Norte (N): 6569897,678 m e Leste (E) 400232,821 m, referenciadas no sistema SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

Figura 5 – Estação Base.



Fonte: Elaboração própria.

De posse das coordenadas da estação base, aplicou-se a técnica de posicionamento RTK e determinou-se as coordenadas dos pontos denominados de móveis. Esses pontos foram utilizados como pontos de controle e verificação para o voo com a RAP. Como ressalta Pedreira *et. al.*, (2020), com os pontos de controle no terreno, incorporados na orientação exterior, e a aerotriangulação, possibilitam atribuir uma elevação a cada par conjugado de pixels.

Observa-se na Tabela 1 as coordenadas geodésicas projetadas no sistema UTM de todos os pontos (base e móvel) levantados. Verifica-se os valores de erro quadrático médio (RMSE) 2D e 3D obtidos foram subcentimétricos.

Tabela 1 – Pontos coletados pelo equipamento KTK.

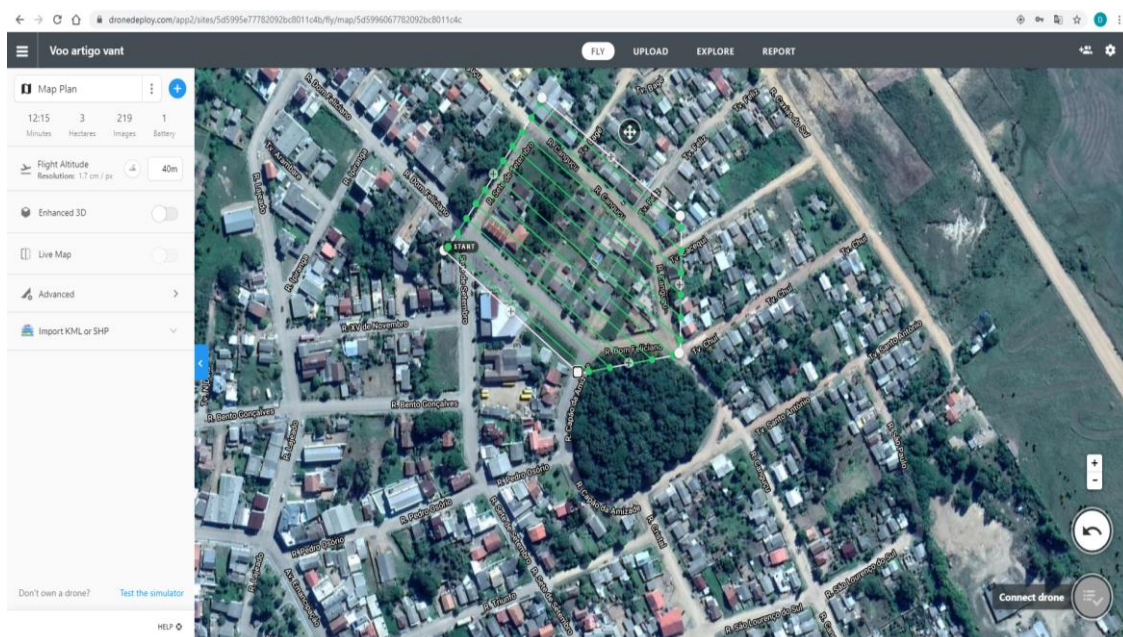
Ponto	Coord. E (X) (m)	Coord. N (Y) (m)	Altitude* (m)	RMSE 2D (cm)	RMSE 3D (cm)
1	400.232,8520	6.569.897,4500	56,300	0.10	0,10
2	400.240,3910	6.569.869,9640	54,634	0.10	0,10
3	400.233,9400	6.569.907,7530	55,019	0.10	0,10
4	400.219,4460	6.569.944,1860	54,764	0.10	0,10
5	400.181,0920	6.569.959,2960	57,410	0.10	0,10
6	400.132,6830	6.570.011,9820	62,144	0.10	0,10
7	400.112,7670	6.569.987,2880	61,818	0.10	0,10
8	400.085,1220	6.569.943,6670	60,658	0.10	0,10
9	400.100,6030	6.569.930,4650	59,621	0.10	0,10
10	400.115,6510	6.569.917,8730	59,055	0.10	0,10
11	400.140,5080	6.569.943,5570	57,135	0.10	0,10
12	400.135,3170	6.569.900,9090	58,285	0.10	0,10
13	400.158,3350	6.569.881,0700	57,541	0.10	0,10
14	400.176,4720	6.569.866,9150	57,030	0.10	0,10
15	400.196,7600	6.569.861,9570	56,603	0.10	0,10
16	400.219,0400	6.569.865,3980	55,650	0.10	0,10
17	400.228,0220	6.569.932,3130	55,034	0.10	0,10
18	400.204,6710	6.569.956,6160	54,778	0.10	0,10

*Altitude geométrica. Fonte: Elaboração própria.

➤ Plano de Voo

Empregando o aplicativo Dronedeploy, realizou-se o plano de voo (linhas verdes), conforme Figura 6. O plano de voo é muito importante para obter dados acurados, pois com o seu uso determinam-se diversas conFigurações, dentre elas, altura, sobreposições e velocidade da plataforma que realiza o imageamento.

Figura 6. Planejamento de voo no aplicativo Dronedeploy.



Fonte: Elaboração própria.

➤ Levantamento aerofotogramétrico

O levantamento aerofotogramétrico na área de estudo foi executado por um RPA do modelo Phantom 3 Pro, conforme Figura 7. Esse equipamento possui um sistema de aquisição de coordenadas do centro perspectivo das fotografias, em conjunto com um sistema inercial de controle; permitindo, assim, disponibilizar o ângulo de inclinação das imagens capturadas. Para a geração das ortofotos o voo foi realizado a uma altura de 40 metros com estimativa de geração de pixel de 1,7 cm. Para as linhas de voo foram configuradas uma sobreposição frontal de 80 % e lateral de 80 %.

Figura 7. DJI Phantom 3 Professional.



Fonte: Elaboração própria.

Para posterior visualização dos pontos de checagem e de apoio foram confeccionados alvos em eucatex e folhas de E.V.A. Antes do voo foram colocados os alvos nos pontos de controle e verificação pré-determinados, sendo os de cor amarela representando os pontos de checagem e os de cor branca os pontos de apoio, conforme Figura 8.

Figura 8. Alvos utilizados.

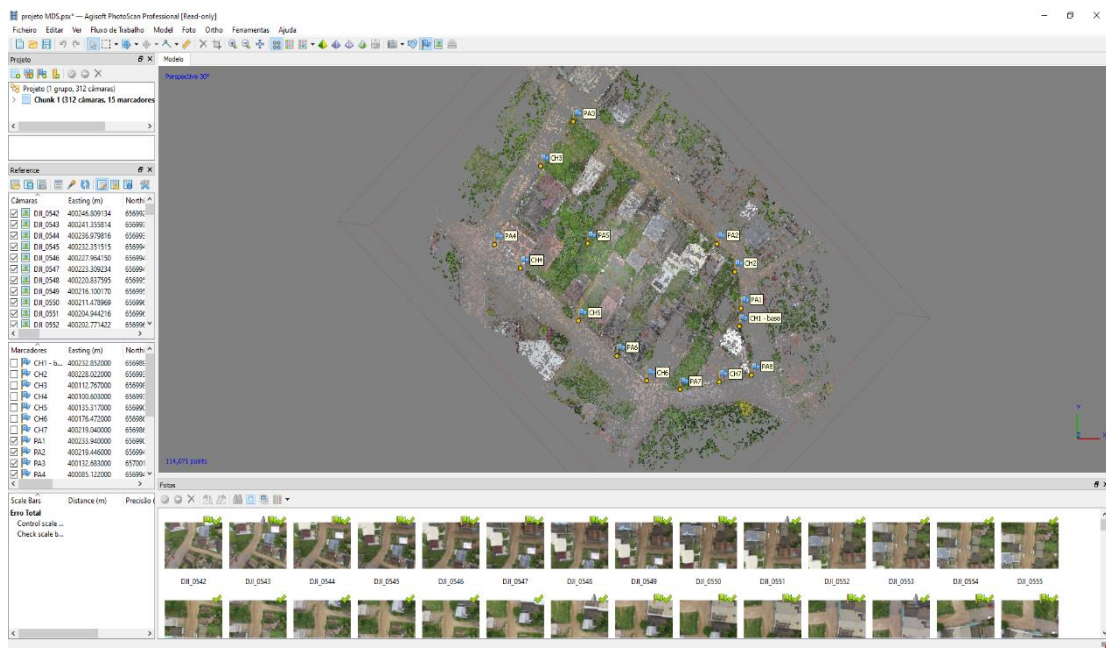


Fonte: Elaboração própria.

➤ Processamento das aerofotos

Após execução do voo e captura das imagens passou-se, então, para a fase de processamento das aerofotos com o programa Agisoft Photoscan Professional, conforme Figura 9.

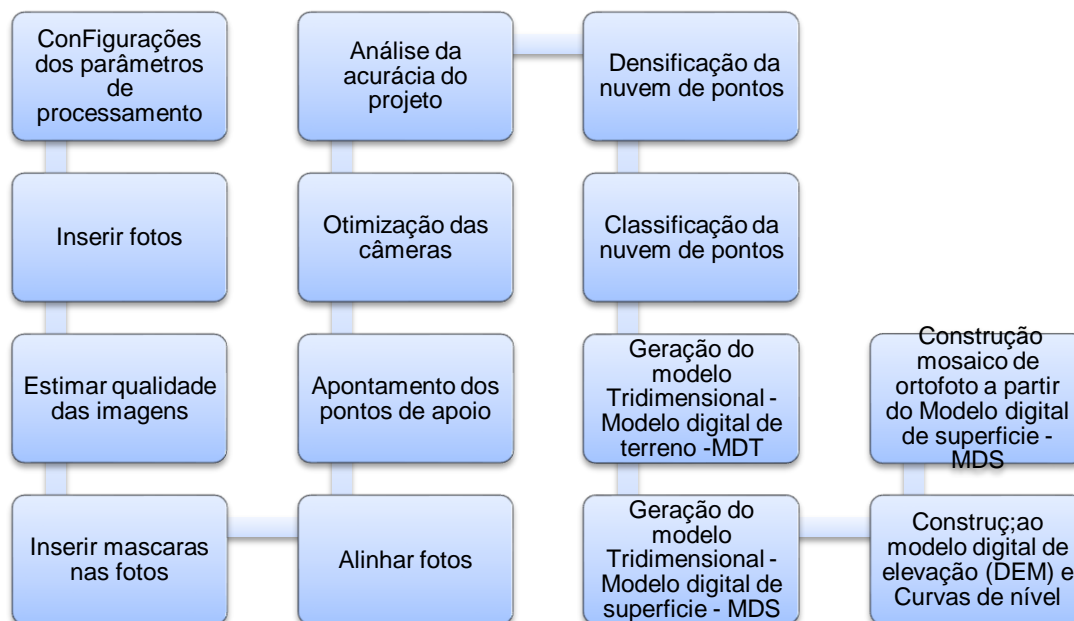
Figura 9. Programa Agisoft Photoscan.



Fonte: Elaboração própria.

Com o voo foram capturadas 312 aerofotos. Observa-se, no fluxograma, (Figura 10), as etapas realizadas no processamento destas imagens. Inicialmente se configurou os parâmetros de processamento para as imagens coletadas, essas foram inseridas no programa e avaliado sua qualidade de forma individual e como bloco.

Figura 10. Fluxograma de etapas do processamento de imagens.



Fonte: Elaboração própria.

Após a geração dos modelos digitais (MDT e MDS), estes foram salvos e importados para o software QGIS. Nesse programa realizou-se o tratamento dos modelos, foram efetuadas as medições e confeccionados os mapas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os produtos cartográficos de uma área piloto do município de Cristal – RS, foram escolhidos visando produtos que possam auxiliar a gestão ambiental municipal. Um dos produtos gerados foi uma planta cadastral atual da área piloto. Esse produto pode ser comparado com a base cadastral existente no município, após a aerotriangulação e mosaicagem das ortofotos, no qual se gerou o ortofotomosaico (Figura 11) no sistema de referência SIRGAS 2000/UTM zona 22 S. Esse ortomosaico passou pelo processo de vetorização.

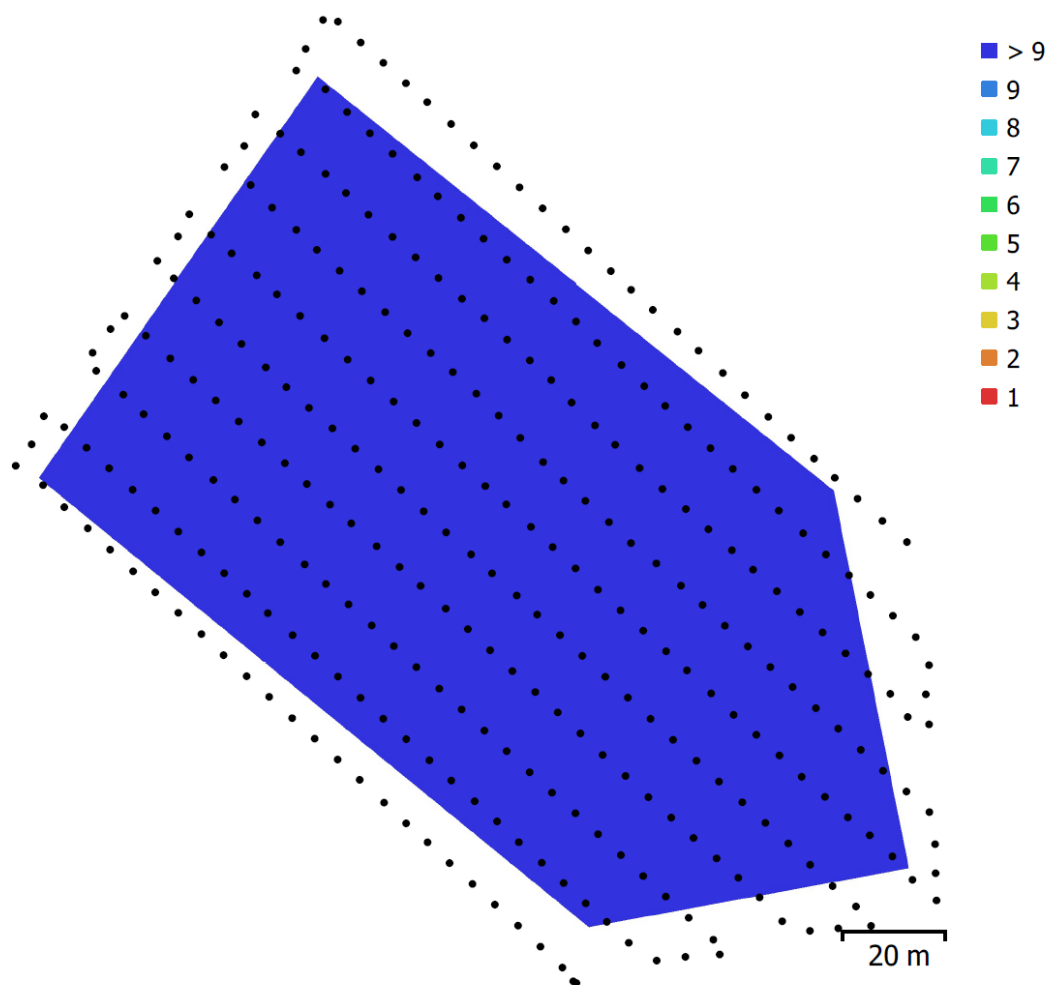
Figura 11. Otofotomosaico da área de interesse.



Fonte: Elaboração própria.

O resultado para este produto é demonstrado na Figura 12, na qual se percebe que os pontos em preto são as marcações referente as coordenadas do centro perspectivo das imagens e a cor na Figura representa a quantidade de sobreposições entre as imagens, nesse caso a cor predominante é azul, a qual representa sobreposição igual ou maior que 9. A sobreposição entre as imagens é maior referência para obtermos qualidade para a ortofoto.

Figura 12. Modelo com informações de sobreposição de imagens gerado no software Agisoft PhotoScam Professional.



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se, na Tabela 2, o resultado do modelo com as informações de sobreposição das imagens. No voo, foram capturadas 322 imagens, com altura de 42,2 metros e o GSD final de 1,62 cm/pixel, esse número representa a resolução de terreno. A área levantada tem dimensões de 0,015 km², para ela foram gerados 114.071 mil pontos com 643.,567 mil projeções, o que gerou um erro de projeção de 2,13 pixel.

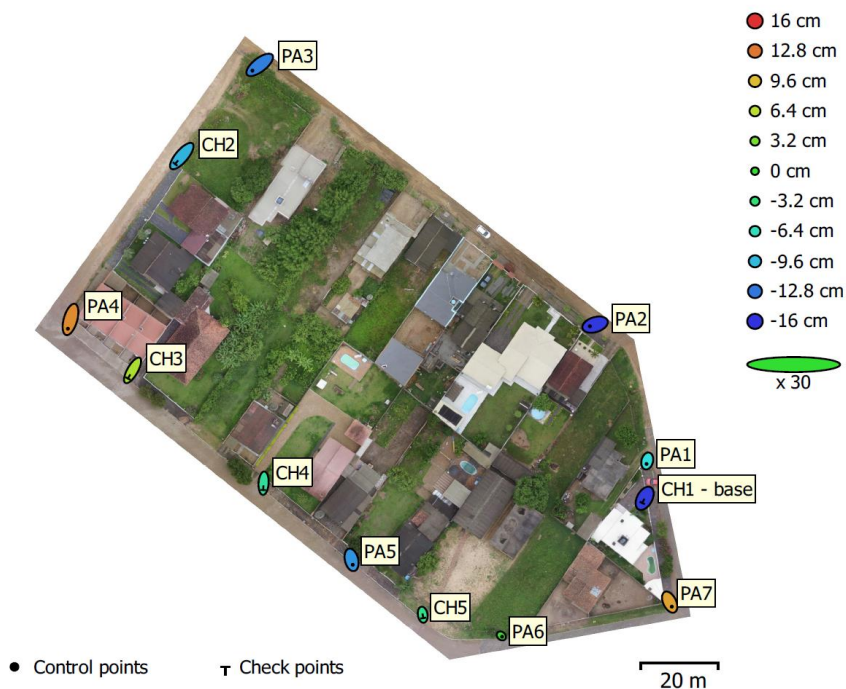
Tabela 2. Resultados do modelo com informações de sobreposição de imagens.

Número de imagens	312	Estações de câmera	312
Altitude de voo	42,2 m	Ponto de amarração	114,071
Resolução do grid	1,62 cm/pixels	Projeções	643,567
Área coberta	0,015 km ²	Erro de reprojeção	2,13 pixels

Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 13, observa-se a avaliação dos pontos de controle e dos pontos de checagem a partir das elipses de erro (elipses coloridas). Percebe-se que os maiores erros são para os pontos de checagem do que para os pontos de controle. Isso se explica pelo fato que os pontos de controle são utilizados no processo de aerotriangulação e também no processo de ajustamento. Para analisar os pontos de verificação, comparam-se as coordenadas dos pontos na aerotriangulação com as coordenadas coletadas em campo. Apesar de ser coletado um total de 18 pontos, para este processamento foram utilizados 7 pontos de apoio e 5 pontos de controle. A legenda CH é referente aos pontos de checagem e PA é referente aos pontos de apoio conforme Figura 13.

Figura 13. Avaliação dos pontos de controle e checagem.



Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se, na Tabela 3, informações gerais dos pontos de controle e pontos de checagem. Observa-se o erro médio quadrático (RMSE), calculado de forma estatística e possibilita analisar a precisão e acurácia dos produtos gerados. Nos pontos de controle podemos perceber que o erro na coordenada X foi de 6,27 cm, na coordenada Y foi de 8,82 cm, na coordenada Z de 11,01 cm, com erro tridimensional de 15,45 cm. Estes pontos são ajustados no processamento, portanto não são utilizados para verificar a qualidade posicional do produto. Os pontos de checagem são os resultados que utilizamos para avaliar a acurácia, obteve-se um erro na coordenada X, de 6,53 cm; na coordenada Y, de 11,36 cm; e na coordenada Z, de 9,07 cm; ainda, um erro planimétrico de 13,11 cm e um erro tridimensional de 15,94 cm.

Tabela 3. Avaliação dos pontos de controle e checagem.

Erro médio quadrático Pontos de Controle									
Número	Erro (cm)	X (cm)	Erro (cm)	Y (cm)	Erro (cm)	Z (cm)	Erro (cm)	Bidimensional	Erro Tridimensional (cm)
7	6,27		8,83		11,01		10,84		15,45
Erro médio quadrático dos pontos de checagem									
Número	Erro (cm)	X (cm)	Erro (cm)	Y (cm)	Erro (cm)	Z (cm)	Erro (cm)	Bidimensional	Erro Tridimensional (cm)
5	6,53		11,36		9,07		13,11		15,94

Fonte: Elaboração própria.

Ainda sobre os pontos de checagem (Tabela 3), pode se perceber que os erros bidimensionais e tridimensionais são respectivamente de 13,1124 cm e 15,9446 cm, este erro para um município de pequeno porte como Cristal-RS é considerado muito bom, pois o município não possui um sistema de informações territoriais (SIT) e o dado oficial com melhor qualidade é o mapeamento sistemático em nível nacional está na escala de 1:50.000. Esses resultados comprovam que a fotogrametria com o uso RPA de baixo custo pode obter acurácia na casa dos centímetros, assim os resultados alcançados foram dentro da expectativa, levando em consideração o GSD e a aplicação. Esse é um resultado adequado para o uso em áreas urbanas, como destaca Oliveira e Brito

(2020), como aspectos positivos, destaca-se que o uso da RAP pode ser considerado para mapeamento urbano, sendo capaz de obter produtos com qualidade cartográfica aceitável, permitindo a identificação de edificações e estradas, além de possuir vantagem na economia de tempo e após processamento gerar uma gama de informações. Assim, com a qualidade do ortofotomosaico verificada foi possível realizar a vetorização dos elementos gráficos existentes na imagem e compará-las com a base cadastral existente do cadastro da prefeitura municipal de Cristal.

Com a topografia convencional, pode-se conseguir uma melhor acurácia posicional, porém o processo muito mais oneroso na questão de tempo, já a fotogrametria pode gerar um melhor detalhamento do terreno, o que neste caso faz grande diferença já que o objetivo é atualizar a planta cadastral e utilizar produtos como o modelo digital de superfície (MDS) que usualmente chama-se realidade virtual do terreno para medição das construções existentes. E, ressalta-se, que ambas as técnicas podem ser utilizadas em conjunto, uma complementando a outra.

Para realizar a avaliação do resultado obtido pelo levantamento fotogramétrico, levou-se em consideração os pontos de checagem/verificação. Na Tabela 4 apresenta-se os resultados dos erros dos pontos de checagem, esse se faz importante para avaliar da acurácia do projeto. Observa-se que o maior erro na coordenada X ocorreu para o ponto de checagem CH2 com aproximadamente 11 cm, o maior erro na coordenada Y foi no ponto CH3 com aproximadamente 14 cm e em altitude (Z) foi em torno de 15 cm para o ponto CH1.

Tabela 4- Resultado com os erros dos pontos de checagem. Sendo X – este, Y – norte, Z – altitude.

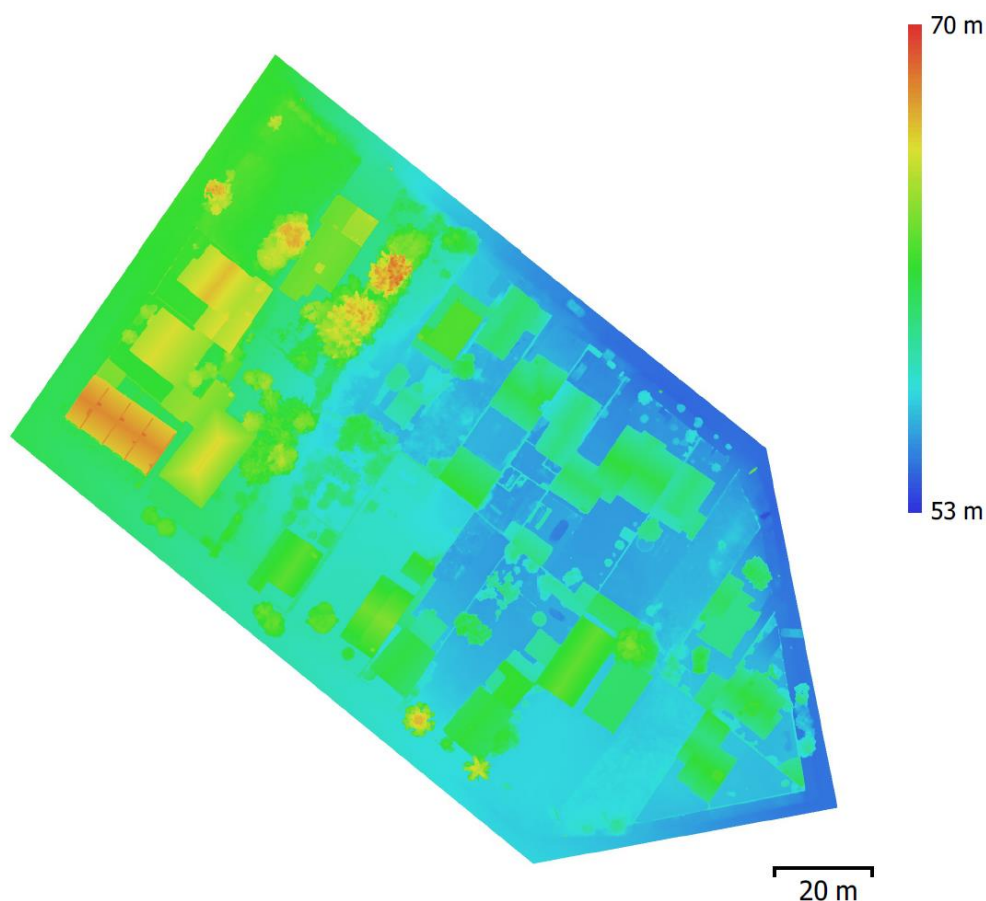
Rótulo	Erro X (cm)	Erro Y (cm)	Erro Z (cm)	Erro Total	Imagem (pixel)
CH1	-4,21	-8,073	-15,48	17,96	0,562
CH2	-11,45	-13,94	-9,98	20,62	0,412
CH3	-7,96	-14,34	5,70	17,37	0,423
CH4	-0,73	-12,03	-4,84	12,99	0,405
CH5	0,89	-5,96	-3,98	7,22	0,405
Total	6,53	11,36	9,07	15,94	0,450

Fonte: Elaboração própria.

Outro produto gerado é o modelo digital de elevação (MDE), com resolução de 3,24 cm/pixel e densificação de pontos de 952 pontos por m². Na área em estudo, pode ser percebida uma variação de altitude elipsoidal entre 53 metros e 70 metros, o que foi confirmado in loco.

Na Figura 14, observa-se o MDE da área. Percebe-se uma variação de cor, sendo as áreas que apresentam menores valores de elevação são representados na cor azul, e as maiores em vermelho. A cor verde representa a parte do terreno e das construções, amarelo representa construções até chegar na cor vermelha que são consideradas as partes mais altas da área, chegando a 70 metros.

Figura 14. Modelo Digital de Elevação – DEM.

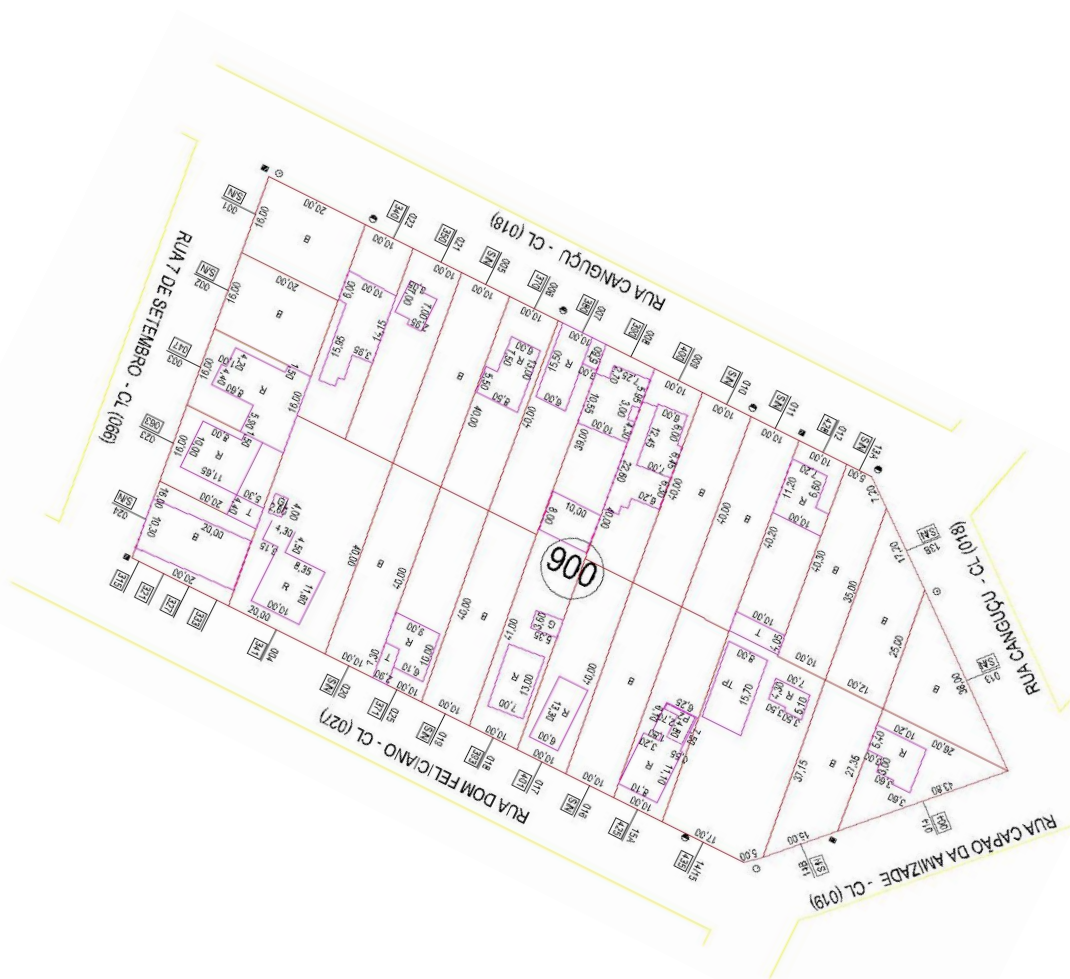


Fonte: Relatório de processamento do software Agisoft PhotoScam Professional elaborado pelo autor.

A planta cadastral da prefeitura municipal de Cristal-RS não é atualizada desde o ano de 2007, portanto, está desatualizada há 15 anos, realizados

cadastros apenas de construções que são aprovadas pela secretaria de planejamento do município. Após esse trabalho, foram desenhadas as construções na base de dados disponível para esses cadastros. Para realizar essa tarefa, empregou-se a plataforma de AutoCAD. Na Figura 15, pode-se observar a imagem existente no cadastro desta mesma área.

Figura 15. Cadastro existente da área de interesse no banco de dados do município.

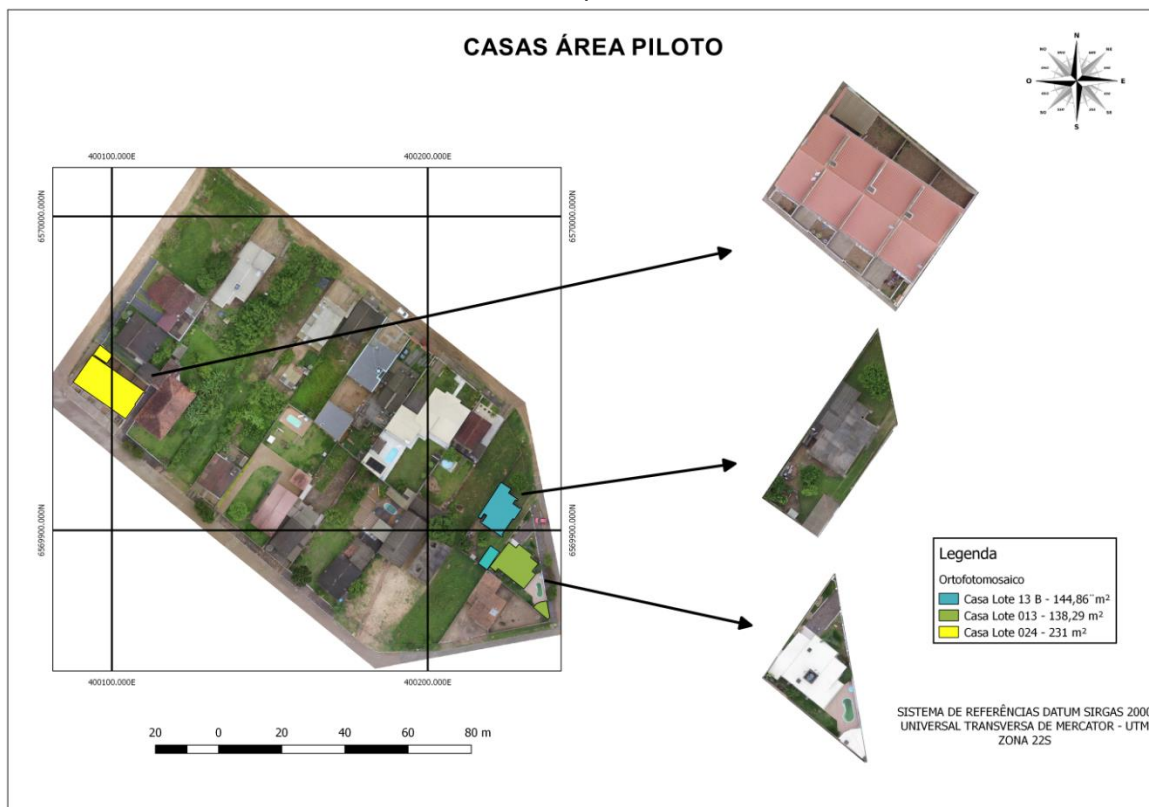


Fonte: Elaboração própria.

Para realizar a comparação entre o cadastro existente na base de dados da prefeitura e o levantamento atual da área piloto, foram realizadas as vetorizações no software QGIS e uso de calculadora de campo para as medições. Para fins de comparação foram vetorizadas três construções

existentes (13 B, 13 e 024), nas quais foi possível realizar a análise e a elaboração do mapa conforme a Figura 16.

Figura 16. Vetorização 3 lotes área piloto para comparação com existente no cadastro municipal.



Fonte: Elaboração própria.

Após realizar a vetorização, foram descontados 10 % da área de cada imóvel, esse valor equivale a uma média usualmente utilizada para desconto dos beirais, áreas construídas ao redor das casas, muitas vezes para proteção das paredes externas ou simplesmente para embelezar suas residências. Na Tabela 5, pode se observar o comparativo entre: área existente no cadastro da prefeitura, medição realizada na ortofotomosaico e a medição realizada in loco com uso de trena.

Tabela 5 – Áreas construções das parcelas analisadas em m².

Lote	13 B	13	024
Cadastro Municipal	128,14	103,82	206,00
Medição ortofotos	144,86	138,29	231,00
Medição in loco	132,50	103,82	208,00
Medição com 10 % desconto	130,37	124,46	207,90

Fonte: Elaboração própria.

No lote 13 B chegou-se a uma diferença entre o cadastro municipal e a medição in loco de $-4,36\text{m}^2$, já entre a medida final das aerofotos descontando 10 % dos beirais e o medido in loco chegou-se à diferença de $-1,53\text{m}$. Se comparados, o cadastro municipal e as aerofotos, descontando os 10 % dos beirais no lote 13 B, temos uma diferença de $2,23\text{ m}^2$.

No lote 13, o valor da área cadastrada na prefeitura é igual ao encontrado in loco, foi encontrada uma maior diferença entre a medida final com desconto de 10 % e a realidade in loco, pela análise feita e medição no local, atribui-se esta diferença às medidas dos beirais que, neste caso, ao invés de descontar 10 %, deveria ter sido descontado entre 24 e 25 %, pois os beirais desta construção possuem maiores medidas (largura de 0,80 cm), estando fora do padrão habitual. Se comparados, o cadastro municipal e as aerofotos descontando os 10 % dos beirais, no lote 13, tem-se uma diferença de $20,82\text{ m}^2$.

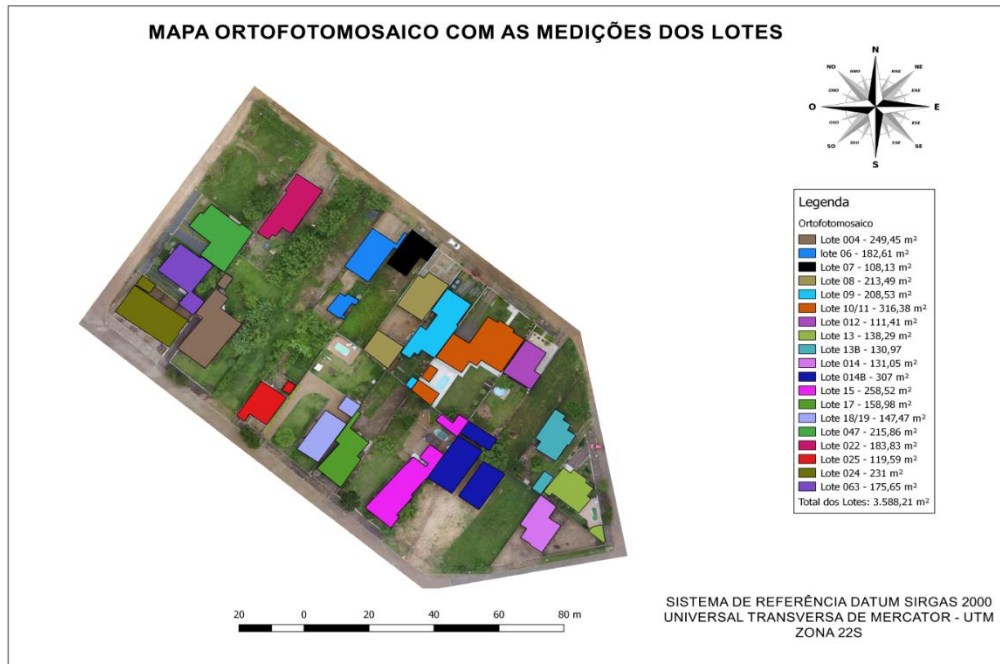
No lote 024, a diferença entre a medida contida no cadastro municipal e a medição in loco é de $-2,00\text{m}$, já a diferença da medição in loco e a medição pela ortofoto, já descontado os 10 %, foi de $0,10\text{cm}$. Se comparados o cadastro municipal e as aerofotos, descontando os 10 % dos beirais no lote 024, temos uma diferença de $1,90\text{ m}^2$.

Para finalizar o comparativo entre o cadastro municipal e o levantamento aerofotogramétrico da área total de todos os lotes, utilizou-se o ortofotomosaico para vetorização e medição das construções existentes, onde se obteve o total de $3.588,21\text{ m}^2$, diminuindo 10 % valor equivalente aos beirais, chegou-se à medida final de $3.229,39\text{ m}^2$ no total. Comparando com o existente no cadastro municipal, que é de $3.200,26\text{m}^2$, pode-se afirmar a eficácia deste método para levantamentos futuros, ocorreu divergência entre a vetorização e o cadastro municipal de $29,13\text{m}^2$, que é um erro pequeno, podendo ser facilmente identificado por algum erro na vetorização ou erro no próprio cadastro municipal, podendo, ainda, comparar com a diferença dos beirais (que são de 0,80 cm) como o do lote 13.

Deve-se salientar que, conforme informações do município de Cristal-RS, a área piloto está devidamente atualizada no sistema do cadastro tributário, porém, na planta cadastral não está, a falta de tempo dos servidores públicos do setor de tributos para 'desenhar' no arquivo do programa do AutoCAD é um dos

motivos. Na Figura 17, pode ser observado o ortofotomosaico com as medições dos lotes.

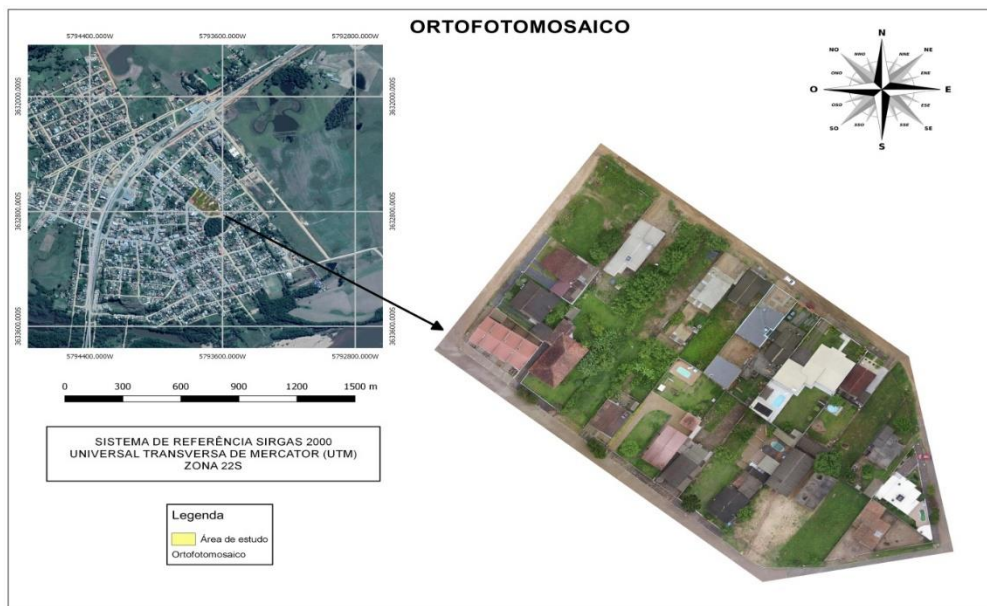
Figura 17. Ortofotomosaico com as medições.



Elaboração própria.

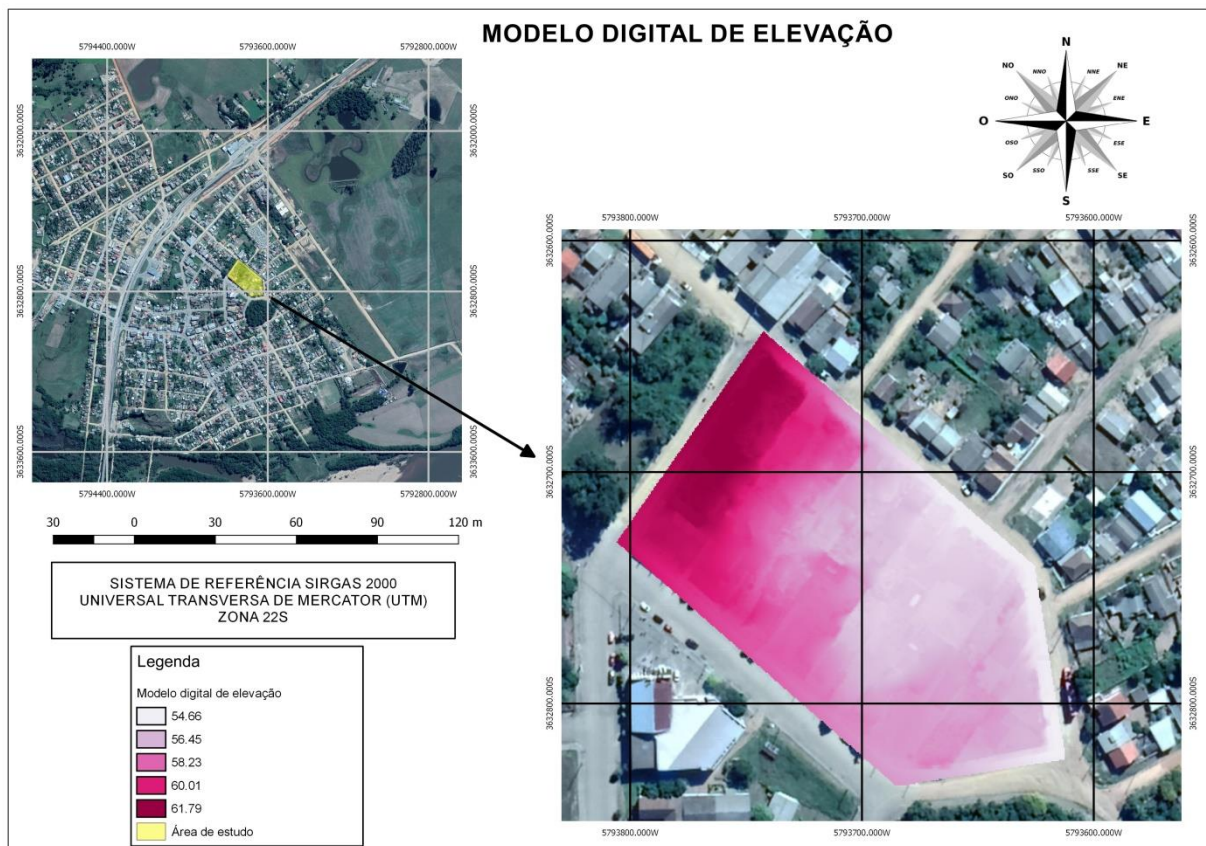
Após essas análises, fez-se a representação de mais dois mapas. Um mapa com o ortofotomosaico georreferenciado (Figura 18) e outro mapa com o modelo digital de elevação (Figura 19) da área piloto deste artigo.

Figura 18. Ortofotomosaico final.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 19. Modelo digital de elevação - DEM.



Fonte: Elaboração própria.

Os produtos resultantes da tecnologia empregada podem ser úteis à gestão municipal em diversos segmentos, dentre eles, estão o planejamento de redes de esgoto e água, planejamento de construção de estações de tratamento de efluentes, as quais devem ser instalados levando em consideração o escoamento das redes. Um exemplo refere-se a análise do MDE para avaliar o porquê as metas do plano de saneamento não estão sendo cumpridas. No município de Cristal - RS existem diversas áreas sujeitas a inundações, pois o município está às margens do rio Camaquã e seus diversos lagões, portanto o MDE pode ajudar a defesa civil municipal a planejar e/ou mapear áreas de risco, podendo definir ações para eventuais emergências.

Ainda sobre o MDE, pode-se utilizá-lo para o planejamento urbano, evitando futuras instalações em áreas de preservação permanente e áreas de risco. Pode ser elaborado mapa temático simples e claro para a população ter conhecimento e evitar problemas para com a administração pública.

CONCLUSÕES

Com o conhecimento das áreas do município, a utilização de RPA e softwares livres, foi possível comprovar a viabilidade de atualizar a planta cadastral de um município de pequeno porte que muitas vezes tem recursos escassos para este tipo de levantamento. Sendo que os produtos gerados podem contribuir de certa forma para a gestão ambiental do município, bem como atualizar a planta cadastral do município e criar um Sistema de Informação Territorial.

Com a atualização da planta cadastral foi possível fazer a medição das construções existentes e atualizar a planta cadastral, conseqüentemente pode-se realizar a atualização da planta de valores municipal para a cobrança do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), que é maneira mais justa para os munícipes. Pois, com essa estratégia não haveria aumento da alíquota geral e sim aumento do IPTU de quem realmente ampliou as construções sem a devida autorização do setor de engenharia e tributário dos municípios, deixando o processo transparente e aumentando a receita do município com baixo custo e ótima qualidade.

Após análise dos resultados, avaliou-se que o método e a técnica proposta para os levantamentos aerofotogramétricos com a utilização do RPA obtiveram qualidade técnica muito boa e são viáveis para utilização para atualização da planta cadastral da área piloto e pode ser aplicado nas demais áreas do município.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.B. **Fotogrametria**. Curitiba, 258p. 1998.
- AMERICAN **SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY(ASP)**. Manual of Photogrammetry, 1966, 1220p.
- DA SILVA, Marcelo da Fonseca Ferreira; DE MENDONÇA CRUZ, César Albenes. **Gestão e planejamento urbano—uma análise do plano diretor urbano da cidade de Vitória-ES/Urban management and planning-an analysis of the urban director's plan of the city of Vitória-ES**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 4, p. 17134-17156, 2020.
- GHILANI, C. D.; WOLF, P. R. **Geomática**. Tradução Daniel Vieira. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 13ª Edição, 2013.
- HERCULANO, Renata N. **Os (des)caminhos da linguagem coletiva nas paisagens urbanas brasileiras: a forma urbana modelada pela norma**. 2018. 248 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFMG, Belo Horizonte, 2018.
- MANYOKY M, Theiler P, Steudler D, Eisenbeiss H. Unmanned aerial vehicle in cadastral applications. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. 2011 Set;63:1-6.
- MACHADO, Gustavo Gomes; GUIMARÃES, Humberto Alvim. **Plano diretor e o futuro das cidades**. Cadernos da Escola do Legislativo-e-ISSN: 2595-4539, v. 21, n. 36, p. 9-44, 2020.
- MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2ª ed., 2008. 480p.
- MOURA, Ana Clara M.; SANTANA, Sheyla. From authorial drawings to the parametric modeling of territorial occupation: representation and modeling influences in the process of designing the urban space. **Revista Brasileira de Cartografia**. the process of designing the urban space. Revista, 2015.
- OLIVEIRA, Dayanne Vieira; BRITO, Jorge Luís Silva. Avaliação da Acurácia Posicional de Dados Gerados por Aeronave Remotamente Pilotada. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 4, p. 934-959, 2019.
- PEDREIRA, Wallace John Pereira; DE ANDRADE OLIVEIRA, Joanito; SANTOS, Pablo Santana. AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA ALTIMÉTRICA

USANDO A TECNOLOGIA VANT. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 73, p. 209–222-209–222, 2020.

REZENDE, Denis Alcides; ULTRAMARI, Clovis. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública**, v. 41, n. 2, p. 255-271, 2007.

ROSENFELDT, Yuzi Anaí Zanardo *et al.*, **Integração da geodésia, da fotogrametria e da fotointerpretação na construção de sistema cadastral para viabilizar a regularização fundiária plena**. 2016.

SILVA, D. **Evolução da Fotogrametria no Brasil**. Revista Brasileira de Geomática, Pato Branco, v. 3, n. 2, p.90-105, 14 dez. 2015. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/RBGeo/article/view/1924>.

ZYNGIER, Camila M. **Paisagens possíveis: geoprocessamento na an poss da ação de agentes modeladores das paisagens urbanas dos Bairros Santa Lúcia e Vale do Sereno**. 2012. 296 f. Dissertação Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFMG, Belo Horizonte, 2012.

ZYNGIER, Camila M. **Paisagens urbanas possíveis: códigos compartilhados através dos sistemas de suporte ao planejamento e do geodesign**. 2016. 280 f. Tese Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFMG, Belo Horizonte, 2016.

CAPÍTULO 03

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS SIG NA ANÁLISE DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO SARANDI, PORTO ALEGRE

Liara Kurtz

Andrea Souza Castro

Diuliana Leandro

RESUMO: Ao longo da história, as cidades quase sempre foram constituídas nas proximidades de corpos hídricos e um dos grandes problemas associados a esta urbanização corresponde às ocorrências de inundações, fenômenos naturais de rios e arroios, que na falta de planejamento urbano afeta diretamente a qualidade de vida dos habitantes de áreas em baixas altitudes, ou ribeirinhos. Na zona norte de Porto Alegre, RS, moradores e pessoas que circulam na região sofrem com os frequentes transbordamentos do Arroio Sarandi, a água invade ruas e casas do bairro e, em 2017, foram realizadas obras de alargamento de trechos mais curtos, mas esta medida não foi suficiente para conter as enchentes na localidade. A fim de compreender melhor os motivos dos alagamentos do arroio Sarandi, em Porto Alegre, foram empregados sistemas de informações geográficas, permitindo a visualização das características locais de topografia, uso e cobertura de solo e principais parâmetros morfométricos da bacia de estudo, fundamentais para descrição do comportamento da drenagem na região. Para tal fim, foram utilizados dados do sensor *Alos Palsar* que dispõe de alta resolução corrigida de terreno. Com a bacia hidrográfica do Sarandi definida foi possível extrair informações, aplicadas na estimativa do tempo de concentração e do coeficiente de compacidade, importantes parâmetros medida de propensão a enchentes. A bacia analisada por fatores morfométricos não apresentou propensão a enchentes, no entanto, possui grande parcela quase impermeabilizada pela urbanização e pouca área vegetada, não apresentando margens naturais, o que dificulta infiltração das águas pluviais. Com base na análise da região ao redor da bacia do Sarandi foi possível observar que o conjunto de bacias hidrográficas existentes convergem para um mesmo ponto, localizado nas proximidades do exutório da bacia do Sarandi, além de, ao mesmo tempo, não haver declividade suficiente a fim de escoar estes volumes para o rio Gravataí, o que pode dificultar a vazão do arroio, fazendo seu nível subir consideravelmente em pouco tempo, algo prejudicial aos habitantes e trabalhadores da região.

PALAVRAS-CHAVES: Áreas Impermeabilizadas; Enchentes; Drenagem.

ABSTRACT: Throughout history, cities were almost always built in the vicinity of water bodies and one of the major problems associated with this urbanization

corresponds to the occurrence of floods, natural phenomena of rivers and streams, which in the absence of urban planning directly affect the quality of life. In the northern area of Porto Alegre, RS, residents and people who circulate in the region suffer from the frequent overflows of Arroio Sarandi, water invades streets and houses in the neighborhood and, in 2017, works were carried out to widen shorter stretches, but this measure was not enough to contain the floods in the locality. To better understand the reasons for the flooding of the Sarandi stream, in Porto Alegre, geographic information systems were used, allowing the visualization of the local characteristics of topography, land use and cover, and the main morphometric parameters of the study basin, fundamental for description of the behavior of drainage in the region. For this purpose, data from the Alos Palsar sensor, which has high terrain-corrected resolution, were used. With the Sarandi hydrographic basin defined, it was possible to extract information, applied to the estimation of the concentration time and the compactness coefficient, important parameters for measuring the propensity to floods. The basin analyzed by morphometric factors was not prone to flooding, however, it has a large portion almost impermeable by urbanization and little vegetated area, with no natural margins, which makes it difficult to infiltrate rainwater. Based on the analysis of the region around the Sarandi basin, it was possible to observe that the set of existing hydrographic basins converge to the same point, located in the vicinity of the Sarandi basin outlet, in addition to, at the same time, not having sufficient slope to in order to drain these volumes to the Gravataí river, which can hinder the flow of the stream, causing its level to rise considerably in a short time, something harmful to the inhabitants and workers of the region.

KEYWORDS: Impermeable Areas; Floods; Drainage.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, as cidades quase sempre foram constituídas nas proximidades de cursos d'água, estabelecendo uma relação de proximidade, muito por um aspecto essencial de sobrevivência, que é a dessedentação da população (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Um exemplo já na Antiguidade foi a civilização Egípcia, que se desenvolveu às margens do rio Nilo, e outro é a Mesopotâmia, população circundada pelos rios Tigre e Eufrates, onde hoje está localizado o Iraque (OTERO, 2006).

A disponibilidade de água, além da dessedentação, também proporcionava, e ainda proporciona, higiene, evacuação de dejetos às populações, além de servir como insumo para atividades agrícolas e artesanais. Na época, também favorecia o comércio e comunicações por meio da navegação (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Porém, um dos grandes problemas associados à urbanização próxima a cursos d'água corresponde às ocorrências de inundações, em que os habitantes das regiões mais baixas das cidades apresentam contato direto com águas de deflúvio, muitas vezes combinadas à poluição e dejetos populacionais, podendo resultar na proliferação de vetores biológicos e doenças (DALTOÉ, 2015).

Importante ressaltar que as inundações são fenômenos naturais de rios e arroios quando ocorrem eventos intensos de precipitação, e o curso d'água aumenta de nível e alcança seu leito superior (DALTOÉ, 2015). Infelizmente, a falta de planejamento urbano ao longo dos séculos provocou uma precariedade de infra-estrutura no controle das águas urbanas, afetando diretamente a qualidade de vida dos habitantes de áreas em baixas altitudes, ou ribeirinhos. Epidemias de cólera e tifo, que assolaram a Europa no século XIX, são exemplos das consequências em relação ao contato de humanos com águas residuais (BAPTISTA *et al.*, 2005).

2. O ARROIO SARANDI

Na zona norte de Porto Alegre, RS, moradores e pessoas que circulam na região sofrem com os frequentes transbordamentos do Arroio Sarandi (Figura 1),

a água invade ruas e casas do bairro e, até mesmo, já houve registro do falecimento de um homem que foi levado pela correnteza (G1, 2015).

Segundo a prefeitura, esta região sofre historicamente com alagamentos devido à insuficiência de redes de drenagem (BOFF, 2019). Em 2017, foram realizadas obras de alargamento de trechos mais curtos para aumentar seu aporte hídrico (CUSTÓDIO, 2017), mas esta medida não foi suficiente para conter as enchentes na região.

Relatos de uma moradora (CUSTÓDIO, 2017), revelam que a localidade começou a enfrentar os problemas com o transbordamento do arroio há, pelo menos, 20 anos e, para evitar a entrada de água nas casas, muitos portões foram equipados com placas móveis de metal, que funcionam como comportas improvisadas, porém, nos últimos anos, as enchentes se tornaram mais violentas e nem estas medidas estão adiantando mais.

Segundo o Departamento Municipal de Água e Esgotos, a região do Sarandi está localizada em planície geograficamente alagável e limpeza dos canais e das redes existentes, bem como a operação das casas de bombas, buscam diminuir os impactos dos alagamentos, mas são necessárias obras de ampliação de redes e canais (PAGANELLA, 2021).

Ainda, o mesmo autor afirma que, segundo o DMAE, também há possibilidade de um problema sanitário local, em vista do descarte inadequado de resíduos sólidos por parte da população, os quais se acumulam nas pontes e córregos, e podem ser a origem do desagradável odor da água, que fica ainda mais forte ao atingir as calçadas do bairro.

Outra questão sanitária envolve o receio da população em relação aos índices de poluição e/ou contaminação da água do arroio (ISAÍAS, 2020). Segundo Crancio (2021), a estação de tratamento de esgoto do bairro Sarandi concentra grande parte do esgoto da capital e, em março de 2021, a ETE Sarandi registrou a maior carga viral de seu histórico (mais de 2 milhões de cópias genômicas por litro de esgoto).

3. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Os sistemas de informações geográficas integram, em uma única base de dados, informações específicas provenientes de: dados cartográficos, de censos e de cadastros urbanos e rurais, imagens de satélites, redes e modelos

numéricos de terrenos. Para todas estas informações, existem três grandes maneiras de se utilizar o SIG: como ferramentas para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos, e; como banco de dados geográficos, com funções de armazenar, processar e recuperar informações espaciais (CAVALLARI, 2007).

Em relação à hidrologia de uma região, a utilização de SIG possibilita um eficiente processo de análise e modelagem de informações, podendo produzir resultados de grande utilidade (CRISTELO *et al.*, 2009). Inclusive, os SIG são frequentemente aplicados para delimitação de bacias hidrográficas, as quais são áreas de captação natural de fluxos d'água originados a partir da precipitação, que escoam para um único ponto de saída, denominado exutório (COLLISCHONN & DORNELLES, 2015), sendo assim, cada bacia hidrográfica, ou bacia de drenagem, possui um único exutório.

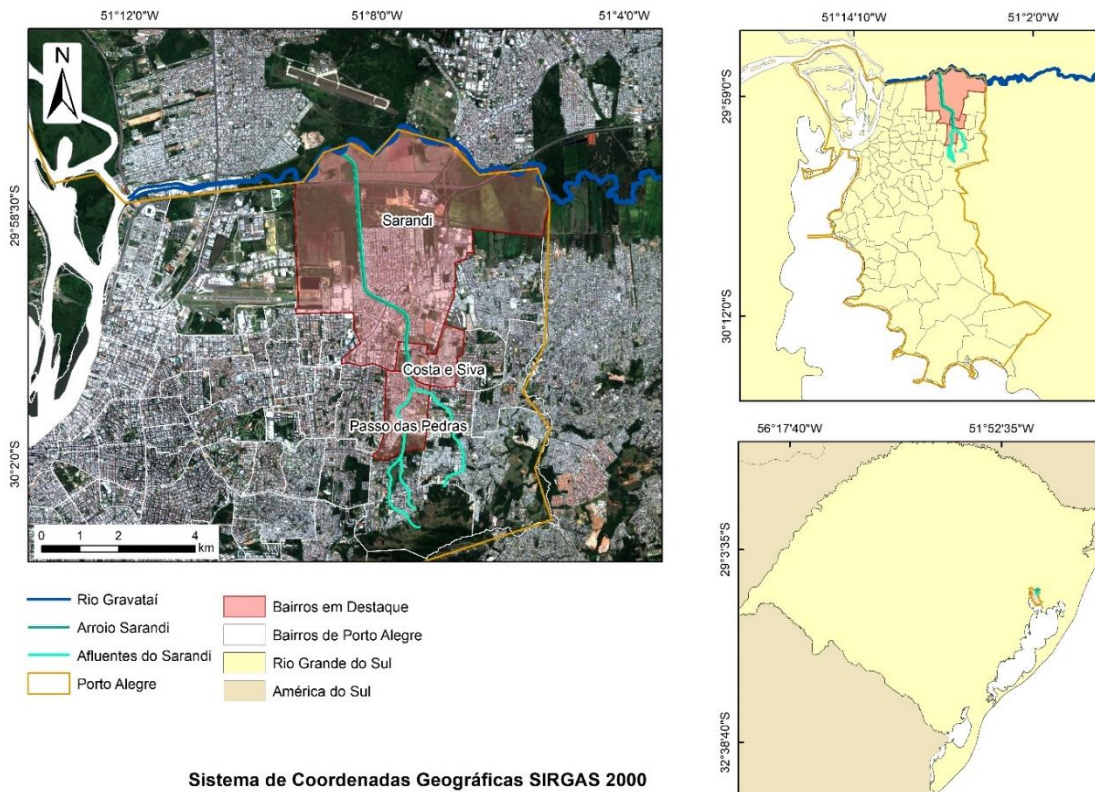
A fim de compreender melhor os motivos dos alagamentos do arroio Sarandi, em Porto Alegre, foram empregados sistemas de informações geográficas, permitindo a visualização das características locais de topografia, uso e cobertura de solo e principais parâmetros morfométricos da bacia de estudo, fundamentais para descrição do comportamento da drenagem na região.

4. METODOLOGIA

4.1 Características da Área de Estudo

O município de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, está localizado entre as latitudes 29°55'58" e 30°16'13" Sul e, longitudes 51°18'23" e 51°0'48" Oeste. Conforme a hidrografia do Rio Grande do Sul (HASENACK & WEBER, 2010), o arroio Sarandi situa-se na zona norte da capital, com origem no bairro Passo das Pedras, atravessando Costa e Silva até o bairro Sarandi, no qual está seu maior percurso até a foz, no rio Gravataí (Figura 1). O clima na região, segundo a classificação de Köppen é o Cfa, subtropical úmido com chuvas abundantes e verões quentes (MORENO, 1961), apresentando uma temperatura média de 19,6 °C e precipitação média anual igual a 1.425,2 mm, de acordo com a normal climatológica entre 1981 e 2010 (INMET, 2021).

Figura 1 – Localização do Arroio Sarandi na cidade de Porto Alegre em relação ao Rio Grande do Sul.



Fonte: Os autores, 2021.

4.2 Fonte e Tratamento dos Dados

Em relação à topografia, foram utilizados dados do sensor *Alos Palsar* (EARTH DATA, 2021) que dispõe de alta resolução corrigida de terreno (*Hi-Res Terrain Corrected*), e pixel com tamanho de células igual a 12,5 metros.

Primeiramente, o modelo digital de elevação adquirido no site do Earth Data (2021) estava projetado no *datum WGS 1984*, padrão para os Estados Unidos, porém, no Brasil, o *datum* mais adequado é o *SIRGAS 2000*, para isso foi necessário fazer a reprojeção da imagem utilizando a ferramenta *Project* no software *ArcGIS*, o qual foi aplicado em todas as análises do presente estudo, inclusive na elaboração da Figura 1, com a imagem do sensor *Sentinel 2B* (EARTH EXPLORER, 2021), com tamanho de célula igual a 10 m e visualização em cor verdadeira, gerada por meio da ferramenta *Composite Bands*.

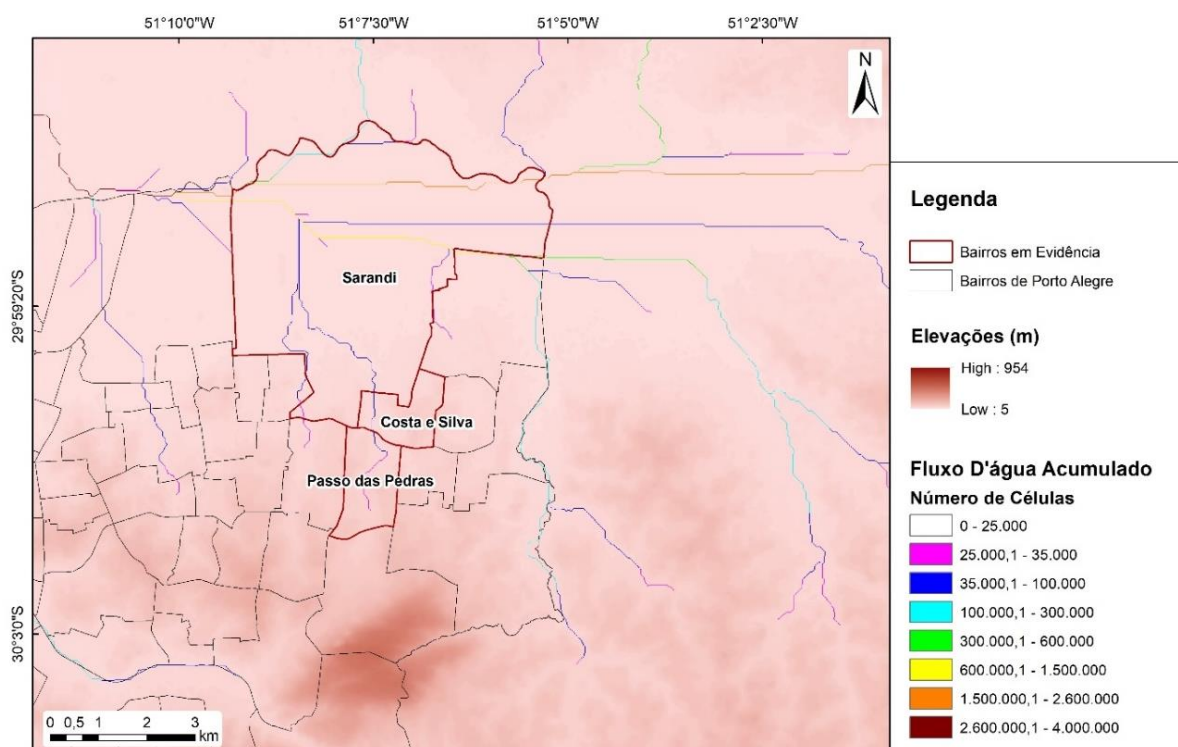
Algumas células do modelo digital de elevação proveniente do site *Earth Data* (2021) estavam sem dados (*NoData*), para corrigir este problema foram

utilizadas, respectivamente, as seguintes funções da ferramenta *Image Analysis: mask function* e *elevation void fill function*, de modo a aplicar o método de ajuste de plano e, em caso de ocorrer um erro muito grande no resultado, um algoritmo de distância ponderada inversa, *IDW*, é aplicado (ESRI, 2021).

Após a correção dos dados iniciais de elevação, a fim de avaliar a região do ponto de vista hidrológico, a opção foi delimitar a bacia hidrográfica do arroio Sarandi, para isso, foram utilizadas ferramentas de análises espaciais do *Archidro*. A etapa inicial consistiu no tratamento de suavização de altitudes, com base na ferramenta *fill*, em seguida, foram gerados os mapas de direção e acúmulo de fluxo superficial, que possibilitou traçar as linhas de fluxo d'água sobre a superfície da região.

Já no mapa de acúmulo de fluxos, foi possível visualizar o percurso do arroio Sarandi, em vista do mesmo corresponder a um curso preferencial de escoamento superficial de água da chuva (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de Elevações e de Fluxo D'água Acumulado da região de estudo.



Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000

Fonte: Próprio autor, 2021.

Com a bacia hidrográfica do Sarandi definida, foi possível verificar suas diferentes elevações e declividades, além de visualizar os tipos de uso e cobertura do solo encontrados. Além disso, também foi possível extrair, com base na tabela de atributos do *ArcGIS*: a área, o comprimento do talvegue, o comprimento total da rede de drenagem da bacia e demais informações que foram aplicadas na estimativa do tempo de concentração e do coeficiente de compacidade, importantes parâmetros medida de propensão a enchentes.

O tempo de concentração corresponde ao tempo necessário para que toda a bacia esteja contribuindo na seção de saída, ou seja, é o tempo de equilíbrio quando se estabelece o regime permanente entre uma chuva efetiva de intensidade constante e o escoamento superficial direto dela decorrente. No presente estudo, este parâmetro foi determinado com base na equação de *Kirpich* (Equação 1), escolhida por apresentar um desempenho razoável em bacias urbanas, recomendada para bacias de até 2.700 ha (SILVEIRA, 2005).

$$\text{Equação 1: } T_c = 0,0663 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

Na qual, o tempo de concentração, T_c , é expresso em horas; L representa o comprimento em km do canal ou talvegue principal; S equivale a sua declividade média em m/m; A , corresponde à área total da bacia hidrográfica de estudo, o tempo de concentração por meio da equação de *Kirpich* (Equação 1), a qual foi escolhida por apresentar desempenho razoável em bacias urbanas.

Já o coeficiente de compacidade (K_c) é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho: para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1, por outro lado, quando este coeficiente for igual a um, significa que o formato da bacia é circular e propensa a enchentes mais acentuadas. O K_c foi determinado baseado na seguinte equação (CARDOSO *et al.*, 2006).

$$\text{Equação 2: } K_c = 0,28 * P / \sqrt{A}$$

Em que, K_c é o coeficiente de compacidade; P , o perímetro (m), e; A , a área de drenagem (m^2).

Investigou-se, também, a localização da estação de tratamento de efluentes Sarandi (ETE Sarandi), com base no *software Google Earth Pro*.

No intuito de verificar o uso e cobertura de solo da bacia de estudo, foi aplicada a classificação supervisionada de máxima semelhança na imagem Sentinel 2B, com base na ferramenta *Maximum Likelihood Classification*.

Além disso, também foi realizada uma análise de fluxos na região ao redor do Arroio Sarandi, para tal fim, aplicou-se as mesmas ferramentas de delimitação de bacias que as mencionadas acima.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do Arroio Sarandi, disposta na Figura 3, resultou em uma área de 1.308,6 ha, apresentando exutório localizado nas proximidades do Rio Gravataí, e o perímetro da bacia correspondeu a 27,4 km. Sendo assim, o coeficiente de compacidade foi igual a 2,12, significando que a bacia é bem alongada e seu formato, a princípio, não é um fator responsável pelos alagamentos na região.

Com base na Figura 3, também foi possível definir o comprimento total da rede de drenagem (arroio Sarandi e afluentes), o qual teve um valor de 15 km.

Outro aspecto importante, a ser observado na Figura 3, é a localização da ETE Sarandi estar à jusante da bacia do Arroio Sarandi que, a princípio, trata-se de algo benéfico aos moradores da região.

O modelo digital de elevação da bacia analisada (Figura 4), possibilitou a visualização da distribuição das altitudes ao longo na região, o ponto mais alto da bacia teve um valor igual a 316 m e, no exutório, este valor foi igual a 10 m.

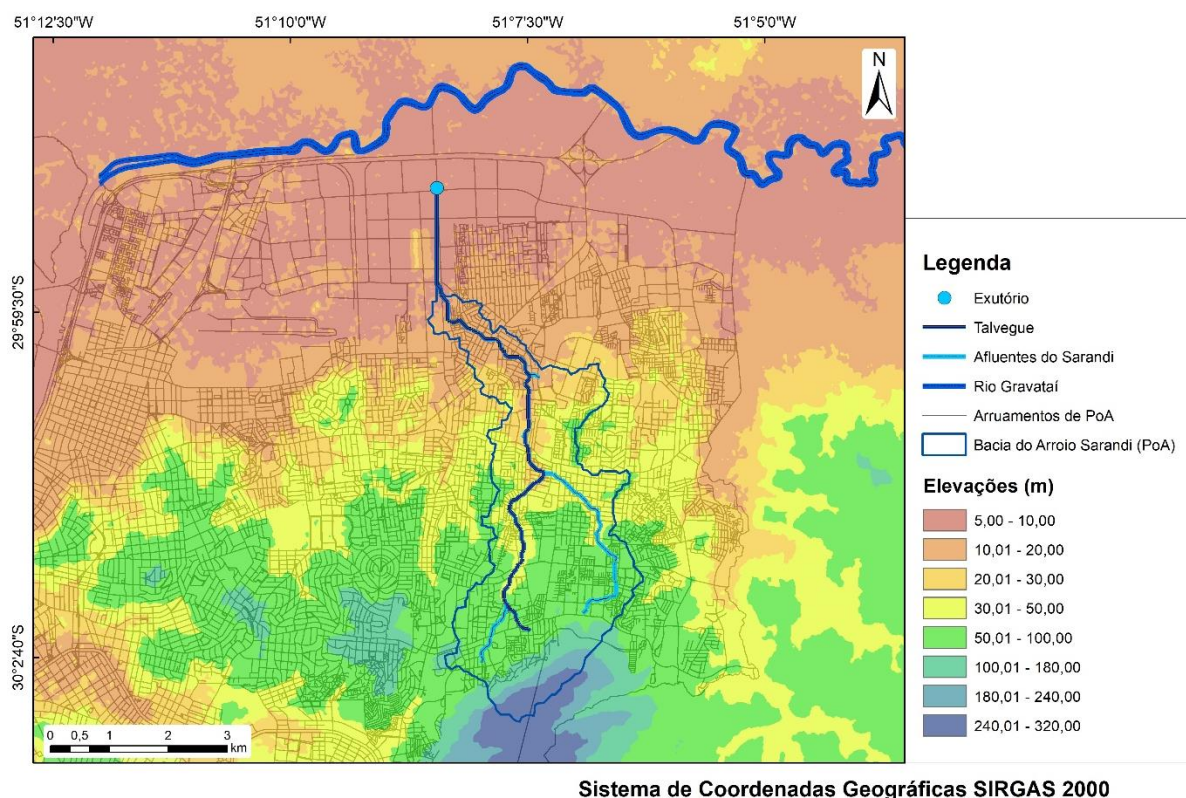
Figura 3 – Bacia hidrográfica do arroio Sarandi, contendo rede de drenagem e local do exutório.



Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000

Fonte: Os autores, 2021.

Figura 4 – Modelo digital de elevação da bacia do arroio Sarandi e arredores.



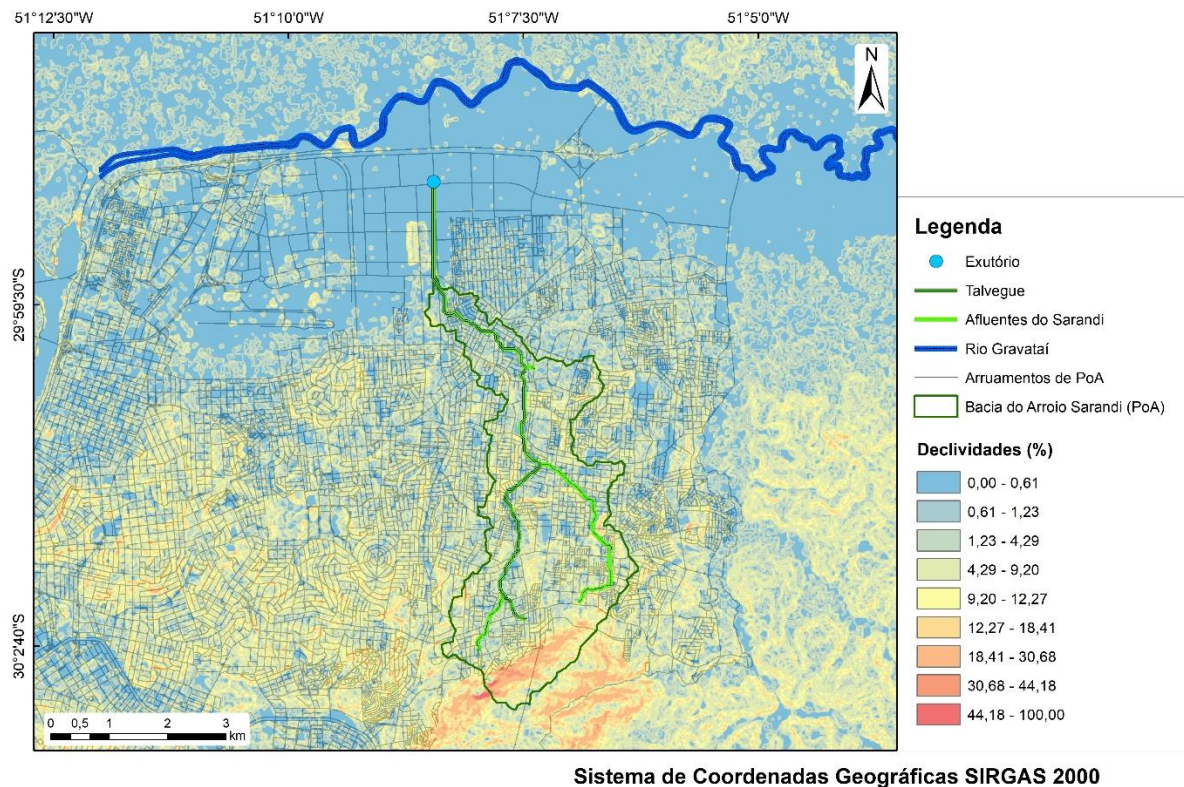
Fonte: Os autores, 2021.

O comprimento do talvegue, no qual está situado o arroio Sarandi, apresentou um valor de 9,79 km e a variação de declividades, ao longo da região da bacia de interesse (Figura 5), resultou na declividade média de 7,84 %. Desta forma, o tempo de concentração da bacia de estudo foi calculado em 1,02 h, ou seja, uma hora e um minuto após a primeira incidência de precipitação, a água incidente em toda bacia atinge o exutório.

Todas as informações da bacia hidrográfica do arroio Sarandi estão resumidas na Tabela 1, para melhor visualização dos parâmetros morfométricos e características hidrológicas, em geral.

A bacia analisada possui cobertura de vegetação em, apenas, 17,32 % da sua área total, água e áreas úmidas compreendem 8,42 %, a área urbana atinge um agravante índice de 69,61 % e o solo exposto é de 4,65 %, revelando uma alta impermeabilização desta área, que facilita a geração de escoamentos superficiais e pode resultar em grandes acúmulos de fluxo na região.

Figura 5 – Mapa das declividades da bacia do arroio Sarandi e as áreas adjacentes.

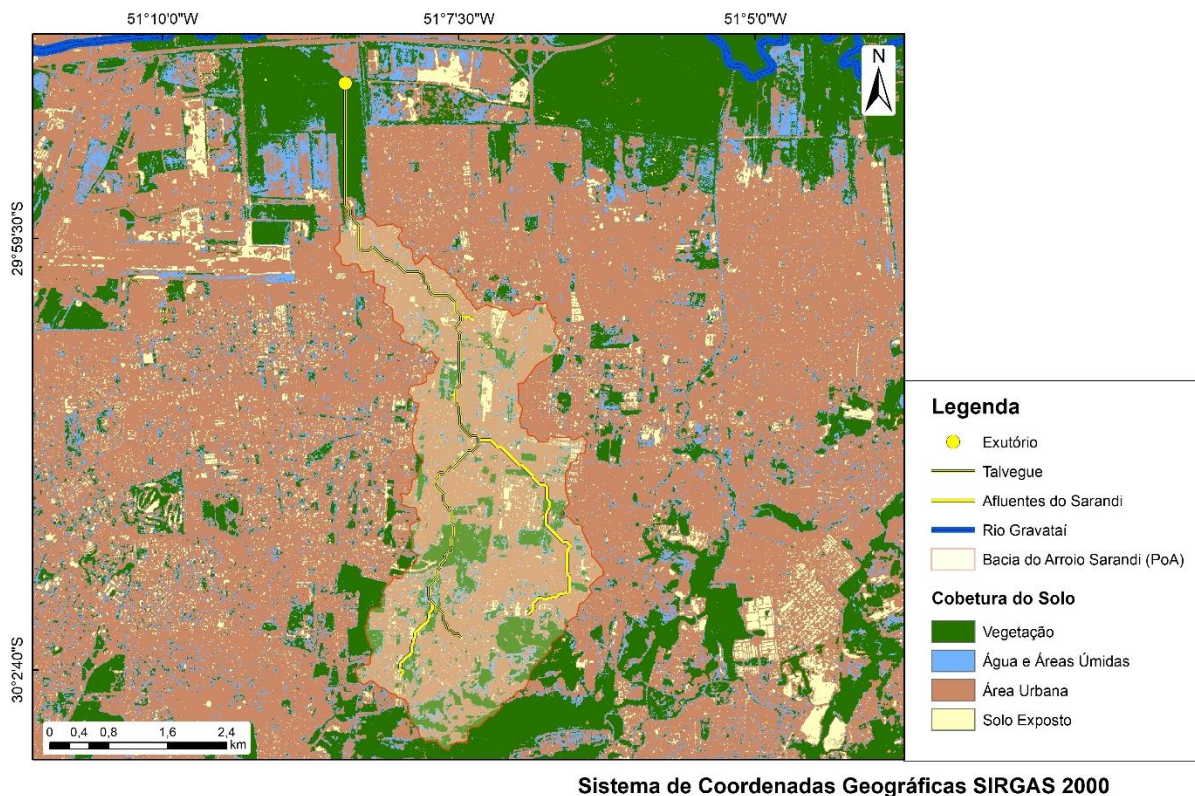


Fonte: Próprio autor, 2021.

Analisando os fluxos em toda a região, verificou-se que um conjunto de bacias urbanas, incluindo a bacia do Sarandi, convergem para um mesmo ponto, localizado próximo ao exutório da bacia de estudo (Figura 8), o que pode ser um agravante para enchentes em períodos chuvosos, visto que este grupo de bacias configura uma bacia hidrográfica maior, cujo coeficiente e compacidade é igual a 1,34, ou seja, é um número próximo de 1, caracterizando um encontro de fluxos gerados nesta maior área, praticamente ao mesmo tempo, na região do exutório do Sarandi.

A princípio todos estes deflúvios migram para o rio Gravataí, porém não houve observação de suficiente declive para que o rio esteja à jusante do ponto deste ponto convergente (Figura 5), sendo possível visualizar que a declividade é muito próxima de zero e a elevação é praticamente a mesma na localidade entre o exutório do arroio Sarandi e o rio Gravataí (Figura 4), fator que pode dificultar o escoamento dos volumes para o rio e gerar acúmulos nas proximidades do exutório da bacia do Sarandi, podendo resultar na impossibilidade da vazão d'água do arroio em questão e fazendo seu nível subir rapidamente.

Figura 6 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do arroio Sarandi e arredores.

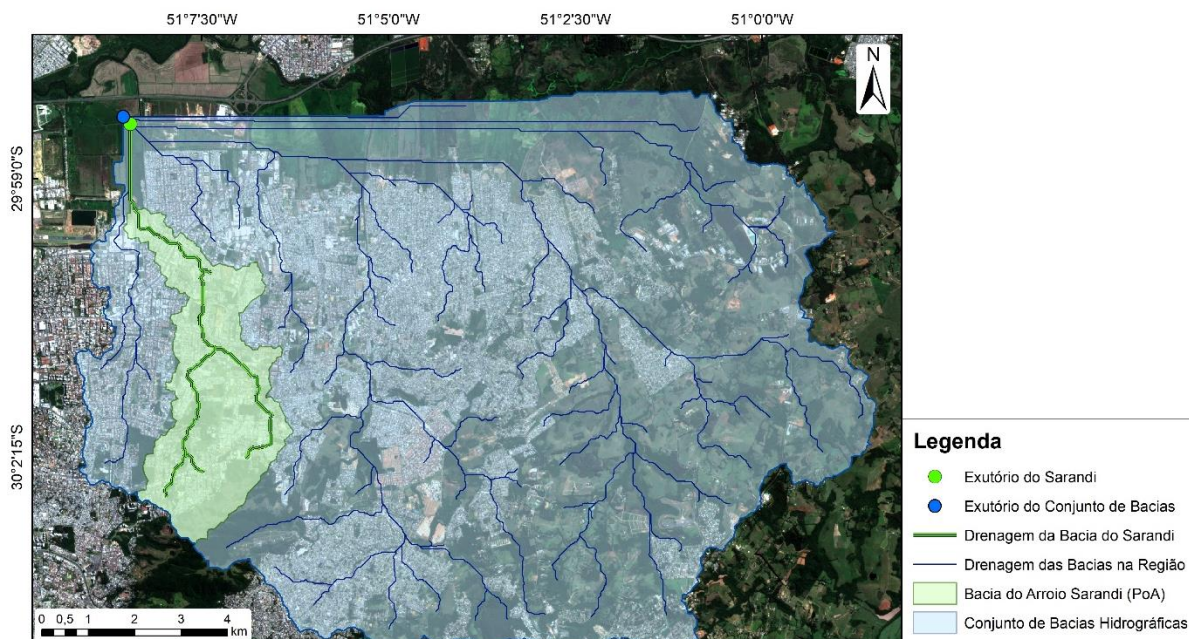


Fonte: Próprio autor, 2021.

Vale ressaltar, também, a proximidade deste local inundável da estação de tratamento de esgotos Sarandi, a fim de não haver piora na qualidade da água pluvial disposta na região em períodos chuvosos, o monitoramento do lençol freático pode ser uma poderosa ferramenta na garantia das questões sanitárias locais, independente da estação utilizar medidas de infiltração, ou não, como opção no tratamento de esgoto.

Outra importante questão é a educação sanitária populacional no descarte adequado de resíduos sólidos na localidade, pelo fato de ser uma área inundável, segundo observado neste estudo e, conforme o próprio relato do DMAE (PAGANELLA, 2021), garantindo uma melhoria nas condições de qualidade da água e, até mesmo, na drenagem, uma vez que os resíduos sólidos entopem as estações de bombeamento, responsáveis pela vazão da água em locais de elevações mais baixas.

Figura 7 – Rede de drenagem dos arredores da bacia do arroio Sarandi.



Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000

Fonte: Os autores, 2021.

Outros fatores, além da morfometria, podem ser considerados agravantes de enchentes, por exemplo, na Figura 8 é possível observar o arroio Sarandi foi canalizado e está inserido em zona urbana, não apresentando margens de vegetação e sujeito à impermeabilização ao longo do leito e arredores.

Tabela 1 – Principais parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do arroio Sarandi.

Área	ha	1.308,60
Perímetro	km	27,40
Coeficiente de Compacidade	adimensional	2,12
Comprimento da Rede de Drenagem	km	15,00
Elevação Máxima	m	316,00
Elevação Mínima	m	10,00
Comprimento do Talvegue	km	9,79
Declividade Média	%	7,84
Tempo de Concentração	h	1,02

Fonte: Os autores, 2021.

Figura 8 - Arroio Sarandi canalizado



Fonte: Anselmo Cunha. Adaptado de Paganella, 2021.

6. CONCLUSÃO

Os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas poderosas no suporte de análises hidrológicas, porque espacializam as informações e proporcionam melhores condições de visualização e interpretação de condições hidrográficas e hidrológicas apresentadas em contexto de drenagem urbana.

A bacia do arroio Sarandi por fatores morfométricos não apresentou propensão a enchentes, apresenta considerável declividade média e um formato alongado que distribui de forma adequada os escoamentos incidentes na superfície. Por outro lado, é uma bacia com quase 70 % de área com características impermeáveis devido à urbanização e apresenta menos de 20 % de vegetação, que está ausente nas margens de parte predominante do arroio principal, e também dos afluentes, desta forma, uma considerável parcela do escoamento superficial poderia infiltrar, porém, não existe esta opção devido ao asfalto e aos calçamentos, elevando o volume de deflúvio escoado, e posteriormente, acumulado em superfície.

A análise da região ao redor da bacia do Sarandi proporcionou uma melhor compreensão da possível situação conFigurada a partir do conjunto de

bacias hidrográficas existentes convergirem para um mesmo ponto, localizado nas proximidades do exutório da bacia do Sarandi, além de, ao mesmo tempo, não haver declividade suficiente a fim de escoar estes volumes para o rio Gravataí, o que pode provocar um acúmulo d'água à jusante da bacia do Sarandi, dificultando a vazão do arroio e fazendo seu nível subir consideravelmente em pouco tempo, algo prejudicial aos habitantes e trabalhadores da região. Para comprovar estes fatores, sugere-se, em estudos posteriores, uma análise de áreas e suas respectivas cotas de inundação para a localidade do Sarandi.

Outros aspectos importantes na situação sanitária da região é o monitoramento da qualidade da água subterrânea nas proximidades da estação de tratamento de esgotos Sarandi, uma vez que a mesma está localizada nas proximidades do exutório do conjunto de bacias hidrográficas da região e, também, a fiscalização e a educação da população em relação ao descarte de resíduos sólidos, responsáveis pelo entupimento de sistemas de drenagem, que apresentam considerável importância em eventos de precipitações mais intensas.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Márcio; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005. 266 p.

BOFF, Tiago. **Chuva alaga ruas e água invade casas no bairro Sarandi, em Porto Alegre**. Gaúcha ZH. Porto Alegre, 28 de Maio de 2019. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2019/05/chuva-alaga-ruas-e-agua-invade-casas-no-bairro-sarandi-em-porto-alegre-cjw7mcta5009001qtmt3no544.html>>. Acesso em: Abril de 2021.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CAVALLARI, R. L.; TAMAE, R. Y.; ROSA, A. J. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Garça. ano 6, n. 11, jun. 2007.

CRANCIO, Fernanda. **Pesquisa que monitora presença do coronavírus no esgoto indica desaceleração da COVID-19**. Jornal do Comércio. Porto Alegre, 12 de Abril de 2021. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/especiais/coronavirus/2021/04/787371-pesquisa-que-monitora-presenca-do-coronavirus-no-esgoto-indica-desaceleracao-da-covid-19.html>. Acesso em: Maio de 2021.

CRISTELO, V. P.; ALMEIDA, M. M.; MENDONÇA, A. S. F. Utilização de Sistemas de Informações Geográficas na Estimativa de Vazões Máximas de Projeto. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009, Campo Grande. **Anais...** XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH, 2009.

CUSTÓDIO, Aline. **Obras que melhorariam arroio estão paradas e causam transtornos no Bairro Sarandi**. Gaúcha ZH. Porto Alegre, 04 de Maio de 2017. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2017/05/obras-que-melhorariam-arroio-estao-paradas-e-causam-transtornos-no-bairro-sarandi-9785561.html>>. Acesso em: Abril de 2021.

DALTOÉ, M. F; CASTRO, A. S; CORRÊA, L. B; LEANDRO, D; BARCELOS, A. A. **Resíduos Sólidos na Rede de Microdrenagem: Uma Análise Qualitativa da Cidade de Pelotas – RS**. REMOA/UFSM, v. 15, n. 1, jan. – abr., 2016.

EARTH DATA. **ASF Data Search Vertex**. Disponível em: <<https://search.asf.alaska.edu/#/>>. Acesso em: Maio de 2021.

EARTH EXPLORER. **Imagem Sentinel 2B gerada em 20 de março de 2021**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: Maio de 2021.

ESRI. **Elevation Void Fill Function**. ArcGIS Desktop: ArcMAP 10.8. Disponível em: <<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/elevation-void-fill-function.htm#>>. Acesso em: Junho de 2021.

G1, Portal de Notícias da Globo. **Temporal em Porto Alegre deixa 1 morto e 11 feridos**. Porto Alegre, 15 de Outubro de 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/10/porto-alegre-registra-uma-morte-e-11-pessoas-feridas-durante-temporal.html>>. Acesso em: Abril de 2021.

HASENACK, H.; WEBER, E.(org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN 978-85-63843-01-2 (DVD).

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: Maio de 2021.

ISAÍAS, Cláudio. **Chuva faz arroio transbordar e causa transtornos em Porto Alegre**. Correio do Povo. Porto Alegre, 30 de Junho de 2020. Disponível em: <<https://www.correiodopovo.com.br/not-%C3-%ADcias/geral/chuva-faz-arroio-transbordar-e-causa-transtornos-em-porto-alegre-1.443102>>. Acesso em: Maio de 2021.

McKINNEY, D. C.; X. Cai. **Linking GIS and water resources management models: an object oriented method**. Environmental Modelling & Software 17: p. 413–425, 2002.

MORENO, José Alberto. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 42p.

OTERO, Edgardo. **A origem dos nomes dos países**. São Paulo: Panda Books, 2006.

PAGANELLA, Eduardo. **Arroio Sarandi transborda e provoca alagamento em rua da zona norte de Porto Alegre**. Gaúcha ZH. Porto Alegre, 28 de Maio de 2021. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2021/05/arroio-sarandi-transborda-e-provoca-alagamento-em-rua-da-zona-norte-de-porto-alegre-ckp8kob6o005a0180j4geqc07.html>. Acesso em: Junho de 2021.

CAPÍTULO 04

GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNDO E SUA RELAÇÃO COM A POLÍTICA E ECONOMIA DOS PAÍSES

Ruan Bernardy

Carina Sinnott Duarte

Andrea Souza Castro

Diuliana Leandro

Gizele Ingrid Gadotti

Maurizio Silveira Quadro

Everton Anger Cavalheiro

RESUMO: A população mundial vem crescendo em ritmo acelerado, com expectativas de chegar a cerca de 10 bilhões de pessoas no mundo até 2050. Mais de 2 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos são gerados a cada ano no mundo, podendo chegar em 3,4 bilhões de toneladas por ano até 2030. Dado o exposto, este artigo visa analisar o uso da ferramenta Google Colaboratory para calcular a correlação entre a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Produto Interno Bruto (PIB), informações de classe econômica, existência e cumprimento das leis por parte da população, em 99 países, através de dados fornecidos pelo Banco Mundial. A coleta de dados foi realizada através do sistema online do *The World Bank* em formato de texto. Por meio da plataforma Google Colaboratory, conhecido como “Google Colab”, a planilha foi importada, trabalhando as correlações por meio do Coeficiente de Correlações de Pearson (r), onde este mede a relação entre duas variáveis quantitativas e exprime o grau de correlação através de valores situados entre -1 e 1. Foram atribuídos valores numéricos para as classes econômicas médias de cada país, além das informações relacionadas à existência de leis nacionais para gestão de RS e cumprimento destas por suas agências. As relações mais fortes se dão para a geração de metal e papel, além de uma relação inversamente proporcional na geração de resíduos orgânicos. Também, foi encontrada correlação mais forte entre a geração de plástico e orgânicos e a classe econômica da população. A correlação realizada entre o PIB e o cumprimento das leis nacionais sobre RS foi fraca, bem como a encontrada entre a existência de leis nacionais e PIB. Os resultados mostraram que a ferramenta Google Colab pode ser útil para realização dessas correlações. É possível perceber que as correlações encontradas não são extremamente fortes segundo a escala estabelecida pela ferramenta, em função da heterogeneidade dos países, onde vários fatores podem influenciar na geração de resíduos sólidos. Sugere-se, também, estudos acerca da existência de leis, visto que muitos países ainda possuem sistemas de descarte incompatíveis com a atual situação do planeta.

PALAVRAS-CHAVE: Google colab; Meio ambiente; Gestão ambiental.

ABSTRACT: The world population has been growing at a rapid pace, with expectations of reaching about 10 billion people worldwide by 2050. More than 2 billion tons of municipal solid waste are generated each year in the world and

may reach 3.4 billion tons per year by 2030. Given the above, this paper aims to analyze the use of the Google Colaboratory tool to calculate the correlation between Municipal Solid Waste (MSW) generation, Gross Domestic Product (GDP), economic class information, existence, and compliance of laws by the population, in 99 countries, through data provided by the World Bank. Data collection was conducted through The World Bank's online system in text format. Through the Google Colaboratory platform, known as "Google Colab" the spreadsheet was imported, working the correlations through Pearson's Correlation Coefficient (r), which measures the relationship between two quantitative variables and expresses the degree of correlation through values between -1 and 1. Numerical values were assigned for the average economic classes of each country, in addition to information related to the existence of national laws for SR management and compliance with these laws by their agencies. The strongest relationships are found for metal and paper generation, and an inversely proportional relationship in organic waste generation. Stronger correlation was also found between plastic and organic generation and the economic class of the population. The correlation performed between GDP and compliance with national SR laws was weak, as was that found between the existence of national laws and GDP. The results showed that the Google Colab tool can be useful for performing these correlations. It is possible to notice that the correlations found are not extremely strong according to the scale established by the tool, due to the heterogeneity of the countries, where several factors can influence the generation of solid waste. Studies about the existence of laws are also suggested, since many countries still have disposal systems that are incompatible with the current situation of the planet.

KEYWORDS: Google colab; Environment; Environmental management.

1. INTRODUÇÃO

A população mundial vem crescendo em ritmo acelerado, com expectativas de chegar a cerca de 10 bilhões de pessoas no mundo até 2050 (ONU, 2019). A geração de “lixo” acompanha esse mesmo ritmo, mesmo com países em crise e a perda do poder econômico da população, situações que se fortaleceram com a pandemia de COVID-19 (FMI, 2020). O chamado lixo, segundo Assunção (1994, p.79), “é tudo aquilo que não se sabe aproveitar”, pois boa parte deste é composto por resíduos como papel, plástico e restos de alimentos, que poderiam ter outro destino.

Resíduo é todo o material que não tem mais utilidade para o seu possuidor, podendo ter origem industrial, doméstica, hospitalar, agrícola, comercial, e de serviços de varrição (ABNT, 2004 e 2010). Ainda assim, esse material muitas vezes pode ser reciclado, tornar-se recurso para a indústria se manejado de forma correta, diminuir o impacto ambiental, minimizar emissões de gases de efeito estufa e, ainda, gerar renda (LCA, 2019).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil - PNRS (Lei n.º 12.305/2010), resíduo sólido é definido como sendo todo o material, substância ou bem descartado resultante de atividades humanas no meio ambiente, podendo ser encontrado na forma de sólidos ou semissólidos. No Brasil, os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são caracterizados por resíduos domiciliares e de limpeza urbana, como varrição e limpeza de vias públicas (BRASIL, 2010). Essa caracterização pode variar de acordo com o país.

Em 2012, a expectativa de aumento na geração de RSU era de 2,2 bilhões de toneladas até 2025, de acordo com o Banco Mundial (2012). Só no Brasil, entre 2010 e 2019, houve uma considerável elevação na geração de RSU, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano (ABRELPE, 2020). Segundo o Banco Mundial (2018), mais de 2 bilhões de toneladas de RSU são gerados a cada ano no mundo, podendo chegar em 3,4 bilhões de ton/ano até 2050.

A composição dos RSU pode ser influenciada por fatores como cultura, desenvolvimento econômico, clima e fontes de energia; e impacta a forma e frequência da coleta e descarte dos mesmos (BANCO MUNDIAL, 2012; CAMPOS, 2012). A (boa ou má) gestão de resíduos sólidos afeta a todos,

contudo, os mais afetados pelos impactos negativos do gerenciamento de resíduos geralmente são os mais vulneráveis (BANCO MUNDIAL, 2018). O meio ambiente também sofre, pois, somente no ano de 2016, foram geradas 242 milhões de toneladas de lixo plástico, que pode levar centenas de anos para se decompor na natureza (BANCO MUNDIAL, 2018).

Estudos indicam que a geração de resíduos sólidos está diretamente ligada ao estilo de consumo adotado pelas pessoas nos países, onde, por exemplo, os europeus – que possuem alta qualidade de vida – geram menos RSU que os EUA. Um estudo da Universidade de Columbia estimou que o consumo de energia e a geração de resíduos sólidos *per capita* nos EUA é o dobro da Europa e Japão, países com padrão de vida similar, sendo que em 2010 a Agência de Proteção Ambiental americana calculou cerca de 34 milhões de toneladas de comida descartadas nas lixeiras (BRASÍLIA, 2014).

Embora o Brasil tenha menos de 50 % dos RSU gerados destinados de forma ambientalmente correta (ABRELPE, 2020), o país é um bom exemplo na reciclagem de latas de alumínio, se mantendo entre os líderes mundiais de reciclagem desse tipo de resíduo, com mais de 97 % do material reciclado, de acordo com informações do Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. Em 2019, foram mais de 390 mil toneladas de latas. O material gera renda para milhares de famílias brasileiras, revendido para as próprias empresas fabricantes de alumínio, que produzem outros produtos com custo mais baixo (INBS, 2021).

Segundo Campos (2012), países mais ricos, assim como cidades maiores e famílias com melhores condições financeiras, apresentam indicadores de geração *per capita* de resíduos sólidos superiores aos seus respectivos menores e mais pobres. De acordo com o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Central, onde existe qualidade e expectativa de vida alta, elevado nível tecnológico e baixos níveis de analfabetismo são geradas maiores quantidades de “lixo”. Países como Canadá, Estados Unidos, Europa Ocidental, Japão e Austrália, considerados de “primeiro mundo” ou mais desenvolvidos, geram mais de 600 quilos anuais *per capita* de lixo, números preocupantes para várias economias mundiais. (BRASÍLIA, 2014).

Um estudo da ONU, publicado no site do Senado Federal do Brasil, apontou que de 20 a 30 % dos orçamentos das cidades já estão comprometidos com a coleta e destinação dos resíduos sólidos, porém, nesta pesquisa não foi

considerado que somente metade da população mundial é atendida pela coleta de “lixo”, conforme a *International Solid Waste Association* (ISWA). Regiões da África, Sudeste Asiático e América Latina é onde se encontra a maior deficiência de coleta e a ISWA estima que seja necessário US\$40 bilhões (cerca de R\$ 125 bilhões) de investimento anual para garantir que todo o “lixo” seja recolhido nessas regiões (BRASÍLIA, 2014).

Com a complexidade desse setor, existe a necessidade de uma representação desse conhecimento de forma estruturada, possibilitando que seja compreensível ao ser humano e esse possa extrair detalhes desses dados. Estudos recentes estão sendo focados em bases de dados que utilizam a inteligência artificial (IA) e plataformas com linguagem de programação para a realização de tarefas sem a necessidade de realizar cálculos manuais, onde o operador somente insere os dados e fornece os comandos necessários para que o sistema efetue o que foi solicitado, objetivando facilitar e melhorar o entendimento de modelos que utilizam esse sistema, otimizando tempo e recurso.

Essa aproximação entre homem e máquina está sendo amplamente abordado pela ciência atualmente. É desafiador construir um computador que possa se igualar ao cérebro humano (NEUMANN, 2019). Empresas mundiais estão desenvolvendo robôs, sensores e sistemas que utilizam *softwares* de aprendizagem de máquina (*machine learning*) para serem instaladas em locais de reciclagem nos Estados Unidos, Japão e Europa (FAGUNDES, 2020).

Sensores para identificar na triagem e reciclagem os alimentos com mais inteligência e lixeiras inteligentes, que utilizam *machine learning* para identificar qual o destino correto para o lixo reciclável, depositando no container correto, são algumas das ferramentas já desenvolvidas (FAGUNDES, 2020). Estas, não só facilitam o processo, como também trazem precisão para a reciclagem, acelerando a recuperação de áreas degradadas pelo depósito incorreto de resíduos.

Dado o exposto, este artigo visa analisar o uso da ferramenta Google Colab para calcular a correlação entre a geração de Resíduos Sólidos, Produto Interno Bruto (PIB), informações de classe econômica, existência e cumprimento das leis por parte da população em 99 países, através dos dados fornecidos pelo Banco Mundial.

1.1 Hipóteses

1. Quanto maior o PIB do país, maior será sua geração de resíduos sólidos.

2. Países onde a população se encontra, em média, na classe econômica alta possuem leis que regem a gestão de resíduos, auxiliando na redução de impactos gerados no meio ambiente.

3. As nações que possuem economia fortalecida não necessitam colocar regras para obrigar as pessoas a contribuírem com o meio ambiente, pois a elevada taxa de alfabetização será suficiente para uma educação ambiental mais efetiva por parte da população, diferente do que ocorre em populações mais pobres, onde o governo precisa agir com maior atenção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Era Industrial surgiu para favorecer o crescimento econômico, utilizando recursos não renováveis da natureza e gerando muitos resíduos nas cidades (CARVALHO JUNIOR, 2013). Segundo o autor, é importante analisar alternativas, como a expectativa de mudanças nos hábitos de consumo, de modo a garantir a sobrevivência. A Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra durante a metade do século XVIII colaborou para a consolidação do sistema de industrialização, mudanças dos meios de transporte, crescimento da urbanização, desenvolvimento tecnológico e a substituição do trabalho humano pelo mecanizado (BOSQUILIA e MARTIRANI, 2019).

Estimulado por essa revolução, o sistema capitalista foi introduzido no final do século XVIII, visando sempre o ganho, o lucro e o acúmulo de riquezas (MARX, 2013; LOPES *et al.*, 2021). Porém, a demanda pelo consumo de produtos cresceu, gerando impactos negativos no meio ambiente (CERDOTES; ANTUNES, 2019). Toda essa transformação que a sociedade sofreu proporcionou o aumento na geração de resíduos sólidos das mais diversas naturezas, biodegradáveis ou não, resultando em um processo de degradação do meio ambiente, influenciando diretamente na qualidade de vida das pessoas (CERDOTES; ANTUNES, 2019).

Essa revolução trouxe uma busca incessante, por parte do ser humano, de crescer infinitamente no desenvolvimento de novas tecnologias. Porém, no auge de sua capacidade produtiva, a sociedade de produtores confundiu o desenvolver com crescer, invertendo a lógica tradicional, onde a demanda impulsiona a produção, criando uma cultura consumista (MORAES, 2015).

De acordo com Beras e Luiz (2019), a sociedade consome produtos e produz resíduos todos os dias, tais como: papéis, sobras de alimentos, plásticos, latas de bebidas, tecidos, metais e mais uma infinidade de outros materiais. Tais resíduos devem ser gerenciados corretamente para minimizar os custos e reduzir o potencial de geração de problemas sanitários e ambientais (MASTER AMBIENTAL, 2022).

A prática de gerar resíduos sólidos é um dos impactos ambientais que mais preocupa, pois em diversas vezes as práticas de sustentabilidade são ignoradas e seu destino final não é gerenciado de forma correta (HAUBRICK; MOREIRA; GONÇALVES, 2020). Segundo Cerdotes e Antunes (2019), a humanidade já enfrenta os reflexos desse consumo desenfreado, como o aquecimento global, escassez de água potável, poluição atmosférica e do solo.

2.1 Resíduos sólidos urbanos

Para entender primeiramente o que é um Resíduo Sólido, o Brasil regulamenta a Lei Federal n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa, determina em seu Art. 3º, inciso XVI, que resíduo sólido é:

(...) material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, n.p.).

Para D'Almeida e Vilhena (2018), RSU é o conjunto de detritos gerados em decorrência das atividades humanas nos aglomerados urbanos. Se incluem neste contexto resíduos orgânicos e secos.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente do Brasil (2018b), constitui-se resíduo sólido orgânico todo aquele oriundo de restos de animais, vegetais descartados por atividades humanas, sendo de origem doméstica ou comercial, de saneamento básico, entre outros. Além disso, afirma que em ambientes equilibrados, são decompostos espontaneamente, reciclando os nutrientes na própria natureza; porém, quando oriundo de atividades humanas, podem constituir um sério problema ambiental em função do volume gerado e disposição errada. Por outro lado, os resíduos considerados secos são compostos geralmente por metais, papel, papelão, tetra pak, diferentes tipos de plásticos e vidro (MMA, 2018).

A PNRS ainda cita, em seu Art. 3º, inciso VIII, que a disposição final ambientalmente correta deve seguir pela “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas”, para que seja evitado “danos ou riscos à saúde pública e à segurança”, além de minimizar os impactos ambientais que podem ser gerados pela disposição inadequada (BRASIL 2010, n.p.).

Além disso, a lei determina, ainda no mesmo artigo, no inciso X, que o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos deve seguir um “conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final adequado”, observando o “plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei” (BRASIL 2010, n.p.).

O Governo Federal brasileiro criou uma legislação de modo que a sociedade em geral observe todos os impactos decorrentes do excesso de resíduos gerados e dispostos sem o mínimo controle. Dependendo de suas características físicas, um resíduo se torna perigoso e pode afetar a saúde da população, resultando em doenças e contribuindo para o aumento da taxa de mortalidade, assim como pode ocasionar riscos para o meio ambiente (HAUBRICK; MOREIRA; GONÇALVES, 2020).

2.2 Renda *per capita* x Consumo

O modo de vida atual, cercado de tecnologias, que rapidamente se tornam obsoletas e requerem novas versões/modelos, produtos descartáveis e/ou de

curta durabilidade, consumo de produtos excessiva ou desnecessariamente embalados envolvem ampla demanda de recursos naturais para sua fabricação. Esse modelo de consumo gera um número compatível de resíduos para descarte, em sua maioria executado de forma incorreta ou inadequada, por parte associado ao distanciamento dos consumidores dos processos de produção e pós consumo dos produtos que consomem (MARTIRANI; BONZANINI, 2015).

A Agenda 21 Global, documento escrito durante a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio ECO-92), já expressava uma preocupação com os padrões de produção e consumo insustentáveis que os países industrializados adotaram, degradando mais ainda o meio ambiente e os sistemas naturais (MARTINS, 2020). Em 2015, a ONU aprovou durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável a Agenda 2030, com o objetivo de colocar "um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade" que almeja "assegurar os direitos humanos de todos e alcançar a igualdade de gênero e o empoderamento de mulheres e meninas" (ONU, 2015, p. 1). Souza (2017), aponta o processo intergovernamental como forma de negociar os objetivos desse desenvolvimento sustentável que resultaram na nova Agenda da ONU.

Para Carvalho Junior (2013), a geração de resíduos urbanos depende de muitos fatores, dentre os quais está a renda média da população. O PIB está atrelado ao maior consumo e ao maior poder aquisitivo da população, assim, a geração maior de resíduos cresce proporcional ao poder aquisitivo e não mais somente pelo crescimento populacional (CARVALHO JUNIOR, 2013).

Alguns estudos já apontavam para essa relação, visto que a emissão de gases do efeito estufa é um dos efeitos encontrados em economias fortes. Essa emissão relacionada ao crescimento econômico é embasado nos estudos realizados por Shafik e Bandyopadhyay (1992), Selden e Song (1994) e discutido por Evangelista *et al.*, (2020).

Segundo Evangelista *et al.*, (2020, p. 4), isso ocorre devido ao "baixo nível de renda per capita, implicando em um baixo nível de poluição per capita e, à medida que há uma tendência de aumento da renda, a poluição aumenta até um determinado nível", sendo que se observa, posterior a isso, uma diminuição da poluição concomitante ao aumento de renda. Essa redução é explicada pelo fato de existirem demandas sociais por bem-estar da parcela mais rica da população (EVANGELISTA *et al.*, 2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A fonte de dados utilizada foi o banco de dados do Banco Mundial (<https://www.worldbank.org/pt/country/brazil>), onde, através do sistema online disponibilizada pela organização, foi possível extrair as informações de todos os países em relação ao consumo, geração de resíduos, população, renda per capita, além de outras características. O conjunto de dados original continha 54 colunas de informações com 218 países. Porém, devido à falta de dados em algumas colunas e/ou linhas, o total analisado foi reduzido para 13 colunas com informações de 99 países. A Tabela 1 contempla alguns dos países analisados e as variáveis analisadas.

Tabela 1 – Alguns países e a descrição das variáveis analisadas em cada país.

País	Descrição	Valor
Azerbaijão	Classe Social	{baixa, média e alta}
Brasil	PIB	{US\$}
Suíça	Resíduos Orgânicos	{ %}
China	Vidro	{ %}
Equador	Metal	{ %}
Grécia	Papel	{ %}
Israel	Plástico	{ %}
Luxemburgo	Outros	{ %}
Nova Zelândia	Agência faz cumprir as leis?	{Sim, Não}
Rússia	Existe lei nacional p/ gestão de resíduos?	{Sim, Não}
:	População	{nº de hab.}
Estados Unidos	Total de resíduos sólidos	{ton/ano}

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

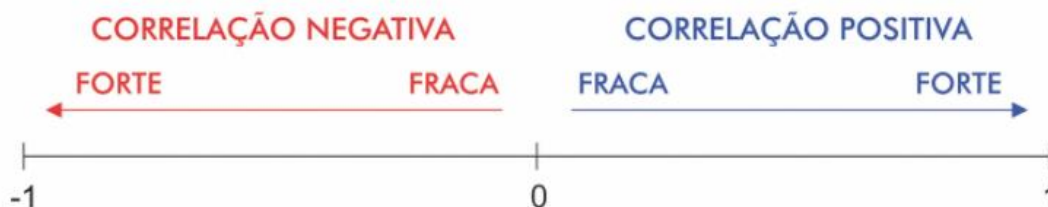
O arquivo original, em formato de texto (.csv), foi convertido para o formato de tabela (.xlsx) no Excel, com o auxílio de uma plataforma online, de modo que se pudesse efetuar o tratamento dos dados no *software* em questão, em um computador com o Sistema Operacional Microsoft Windows 11. Após a extração e conversão dos dados, foram analisadas correlações entre a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) urbanos e rurais, Produto Interno Bruto (PIB), Classes Econômicas Médias, Existência de Leis para Gestão de RSU e Cumprimento das Leis pelas Agências Nacionais.

Países com valores faltantes foram excluídos do estudo, assim como colunas com informações irrelevantes para essa pesquisa, com o intuito de balancear os dados. Foram atribuídos valores numéricos para as médias das classes econômicas de cada país conforme as seguintes categorias: Classe Baixa (0), Média Baixa (35), Média Alta (75) e Alta (100). Além disso, informações relacionadas à existência de leis nacionais para a gestão de resíduos sólidos e cumprimento destas pelas agências dos países também receberam pesos numéricos, sendo atribuído 1 para “sim” e 0 para “não”, de modo que o Google Colab pudesse efetuar os cálculos de correlação.

As correlações foram trabalhadas utilizando o Coeficiente de Correlações de Pearson (r), também conhecido como correlação linear ou r de Pearson, grau este que mede a relação entre duas variáveis quantitativas e exprime o grau de correlação através de valores situados entre -1 e 1 (JOHNSON; WICHERN, 2007).

Quando o coeficiente se aproxima de 1, percebe-se um aumento no valor de uma determinada variável quando a outra também se eleva, ou seja, existe uma relação linear positiva. Quando esse coeficiente se aproxima de -1, também é possível concluir que as variáveis possuem correlação, porém, nesse caso são inversamente proporcionais, onde ao ponto que uma eleva, a outra está diminuindo, sendo chamado de correlação negativa ou inversa. Quando esses coeficientes ficam próximos de zero, o indicador é de que não existe correlação, ou seja, uma variável não depende da outra. A Figura 1 ilustra o que foi descrito acima.

Figura 1 – Coeficiente de Correlação de Pearson.



Fonte: OLIVEIRA, 2021.

De acordo com Oliveira (2019), os coeficientes de correlação possuem várias aplicações, como identificar a taxa de desemprego e o índice de criminalidade, a poluição no ar com problemas respiratórios, etc. Estes

coeficientes são muito importantes na evolução do conhecimento humano, onde vários estudos científicos tiveram avanço com base nesses conceitos (OLIVEIRA, 2019).

Para duas variáveis quaisquer (x, y) sendo testadas, calcula-se o coeficiente de correlação de Pearson, como segue (HAIR *et al.*, 2005; JOHNSON; WICHERN, 2007):

$$r = \frac{\sum_i(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i(x_i - \bar{x})^2(y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

em que \bar{x} e \bar{y} são as médias amostrais dos conjuntos de dados.

Os cálculos foram executados utilizando a plataforma Google Colaboratory, conhecido como “Google Colab”, disponível gratuitamente pela empresa Google.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao ser avaliado o impacto causado pelos resíduos gerados, é imprescindível que sistemas de controle da geração de resíduos sólidos sejam implementados mundialmente para garantir condições ambientais favoráveis para as futuras gerações (HAUBRICK; MOREIRA; GONÇALVES, 2020).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Brasil (SNIS) divulgou, em 2016, através do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, que 58,9 milhões de toneladas de RSU foram coletados somente no ano em questão, diminuindo cerca de 5,7 % em relação ao ano anterior (MCIDADES, 2018). Porém, apesar de ser constatada essa queda, é de conhecimento que a produção e o consumo de bens vêm aumento todos os anos no Brasil e no mundo, em função do significativo crescimento populacional (PEREIRA, 2018). Assim, é necessário desenvolver sistemas inteligentes de avaliação para conseguir diagnosticar problemas e possíveis soluções de modo a processar todo esse “lixo”.

Há uma variação na geração de resíduos sólidos nas cidades ao longo do tempo, em função das diferentes características socioeconômicas que as tornam heterogêneas (GALLARDO *et al.*, 2014). Vários são os aspectos que interferem na geração dos resíduos, tais como: físicos, geográficos, climáticos, políticos, econômicos, entre outros (KAWAI; TASAKI, 2016; XU *et al.*, 2016). Por isso, é fundamental prevê-las para efetuar um planejamento e dimensionamento adequado, de modo que se tenha uma boa gestão destes materiais (SALADIÉ, 2016; PISANI JÚNIOR *et al.*, 2018).

Sendo assim, se torna importante avaliar a correlação do PIB de cada país com a geração de Resíduos Sólidos (Tabela 2), para entender como a economia e o modo de consumo das nações afeta o meio ambiente.

Tabela 2 – Resultados da correlação entre RSU e PIB.

Resíduos Sólidos Urbanos	PIB
Resíduos Orgânicos	-0.565
Vidro	0.231
Metal	0.317
Papel	0.524
Plástico	0.085
Outros	0.111
Total de Resíduos	0.014

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Conforme a Tabela 2, as relações mais fortes se dão para a geração de metal e papel, além de uma relação inversamente proporcional na geração de resíduos orgânicos, indicando que quando a economia é mais forte, a população pode ter mais acesso a produtos industrializados e, conseqüentemente, embalados.

Países em desenvolvimento e, conseqüentemente, rápido crescimento populacional, apresentam um crescente problema de geração e acúmulo de resíduos, por não possuírem políticas públicas e espaços ambientalmente adequados para o descarte, além de outros fatores. Foi o que constataram

Yukalang, Clarke e Ross (2018) em um estudo de caso realizado em um município da Tailândia.

À medida que os países vão se tornando mais ricos, há uma redução gradual dos componentes orgânicos no lixo, elevando a geração de metal e papel no resíduo doméstico (HIDROSAM, 2021). O Presidente da ISWA, David Newman, explicou de forma simples que as populações, além de crescerem rapidamente, cada vez mais possuem acesso à renda, elevando o consumo e conseqüentemente a geração de resíduos (MAVROPOULOS; NEWMAN, 2015).

Morais *et al.*, (2019), citam que cerca de 45,36 % de toda a pressão exercida sobre o meio ambiente é de pessoas com renda per capita considerada média e alta, sendo essa realizada através da utilização dos recursos naturais por meio da alimentação, cerca de 45,36 %. Evangelista *et al.*, (2020), encontraram relações fortes na relação entre a renda per capita alta e o aumento de atividade econômica, elevando a emissão de gases do efeito estufa. Além disso, os autores do segundo estudo citado também demonstraram em seus estudos que os efeitos ocasionados por essa relação serão transferidos para as gerações futuras, necessitando “desenvolver mecanismos de compensação para mitigar esses efeitos” (EVANGELISTA *et al.*, 2020, p. 20).

Devido a isso, a estrutura operacional de resíduos sólidos necessita de uma mudança de paradigma (SILVA *et al.*, 2020). Este sistema econômico deve ser estruturado em uma lógica operacional cíclica, ao invés da linear, numa perspectiva sistêmica e não fragmentada (ZAMAN, 2014; DUTRA *et al.*, 2018).

A gestão linear é o modelo aplicado na maioria dos municípios brasileiros (SILVA *et al.*, 2020). Segundo Silva *et al.*, (2020), este modelo atenta pela cadeia tradicional de manejo dos resíduos, da geração à destinação final, incentivando o consumo e elevando a geração de RSU, sem considerar as externalidades processuais. Isso é considerado perigoso e insustentável, pois trata a gestão de resíduos de maneira fragmentada, focando apenas as estruturas de forma individual (SILVA *et al.*, 2020).

A partir da atribuição de valores numéricos para as classes econômicas, foi possível realizar o cálculo de correlação destas com a geração de RSU. Os resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados da correlação entre RSU e Média das Classes Econômicas.

Resíduos Sólidos Urbanos	Média das Classes Econômicas
Resíduos Orgânicos	-0.478
Vidro	0.399
Metal	0.214
Papel	0.077
Plástico	0.418
Outros	0.147
Total de Resíduos	0.063

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A Tabela 3 mostra uma correlação mais forte entre a média das classes econômicas e geração de plástico e vidro; e mais fraca com resíduos orgânicos, indicando novamente que a ocorrência de uma economia mais forte pode estar relacionada com a quantidade de RSU gerados.

Os resultados apresentados corroboram o estudo realizado por Silva *et al.*, (2020), onde os autores detectaram correlação positiva entre a renda familiar e a geração per capita de resíduos. O estudo mostra que os indicadores de renda per capita foram determinantes para a geração de RSU, ou seja, a população com maior poder aquisitivo e, portanto, em classe econômica melhor, apresenta maior geração de RSU.

O crescente consumo de material plástico impacta diretamente no aumento de resíduos para descarte, e como já levantado anteriormente, boa parte dos resíduos são descartados de forma incorreta. Segundo a ONU (2019a), 12 % dos lixos municipais é composta de plástico, e 40 % do lixo no mundo é queimado. A queima do plástico gera gases tóxicos, representando riscos à saúde humana e animal e à vegetação (ONU, 2019).

Em países como Polônia, Brasil e Taiwan, ainda predomina a deposição final de resíduos em aterros sanitários e outros métodos de gestão de resíduos ainda não são muito desenvolvidos, como compostagem e incineração (ALWAEI, 2015, ALFAIA *et al.*, 2017) ou, ainda, despejos ilegais e turismo de lixo (HUANG *et al.*, 2020). Antelava *et al.*, (2019), propõem métodos alternativos de tratamento do “lixo”, como, por exemplo, a pirólise, em vista da preocupação

com o aumento de resíduos em aterros, sobretudo os resíduos plásticos, na China e em outras partes do mundo.

Cerdotes e Antunes (2019), alertam para a necessidade de existir uma consciência ambiental, construindo métodos sustentáveis pelo modo capitalista e midiático de utilizar os recursos naturais e da produção desenfreada de resíduos sólidos, visando o papel de todos na conservação do meio ambiente.

Quando realizada a correlação entre a existência de uma lei nacional que rege a gestão de RSU e o PIB, o resultado foi de 0.149, mostrando a fraca relação. Isso indica que a nação não é dependente de uma economia forte para criar e impor leis que façam o gerenciamento mais eficiente e inteligente desses resíduos.

Segundo estudo do Banco Mundial, baseado em gestão de resíduos de diversos países, o erro dos iniciantes na gestão de resíduos está em copiar modelos que possuem alta renda, esperando que funcione em qualquer lugar. Ainda sobre esse estudo, tais modelos devem ser adotados conforme a legislação vigente e recursos financeiros disponíveis e viáveis de cada país. Todavia, cada país deve avaliar sua situação econômica e social para viabilizar o processo de transição do descarte para redução, tratamento e reciclagem, pois todo processo resulta em custos (BANCO MUNDIAL, 2018a).

Outra correlação foi realizada entre o PIB e o cumprimento das leis nacionais sobre RSU, onde o resultado foi de 0.296, demonstrando que mesmo as pessoas possuindo maior poder aquisitivo, com elevada taxa de alfabetização, o governo precisa impor as mesmas leis que nações mais pobres impõem aos seus habitantes para conseguir manter o ambiente limpo.

Segundo Carvalho Junior (2013), o Brasil teve acréscimo na geração de RSU entre os anos de 2001 e 2011, crescendo 23,58 %. Segundo o autor, nesse mesmo período foi diagnosticado aumento do PIB brasileiro, onde o mesmo se elevou 218,17 %, mostrando a correlação positiva entre os dois indicadores. Já Almeida *et al.*, (2020), encontraram correlações variadas em pesquisa realizada considerando a relação entre o PIB e a geração de resíduos sólidos em construções civis em municípios de Minas Gerais, Brasil. Os autores mostraram correlação moderada entre os dois parâmetros de avaliação quando a população é mais de 50mil habitantes, com coeficiente de Pearson ficando em 0,4312. Por outro lado, quando a população é menor que 50mil habitantes,

as correlações são fracas, indicando uma dependência para o PIB incidir na elevação da geração de RSU (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Almeida *et al.*, (2020) citam que, considerando valores médios para PIB, tamanho da população e geração de RSU advindo de construção civil, a relação entre PIB e geração de resíduos é alta, com r igual a 0,9996. O resultado indica que existe influência no tamanho da população, entretanto a proporção não cresce de maneira uniforme considerando as faixas populacionais (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Em estudo realizado por Maestri *et al.*, (2018), a correlação foi positiva quando realizada entre a renda familiar e a geração de resíduos sólidos em municípios selecionados do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, sendo de aproximadamente 90 %, mostrando dependência entre as duas variáveis.

O gerenciamento dos resíduos sólidos de forma sustentável envolve, além de questões ambientais, questões econômicas, como reaproveitamento de resíduos, questões sociais, na forma do trabalho de catadores, e questões de saúde pública, como saneamento e destinação adequada desses materiais (PEREIRA, 2018).

Em estudo realizado com consumidores norte-americanos, por Ertz *et al.*, (2021), indicou que uma boa infraestrutura para descarte, reciclagem e a percepção dos cidadãos de que têm poder de ação para fazer a diferença em questões relacionadas ao meio ambiente contribuem para um comportamento adequado no que se refere ao descarte de resíduos.

Diante disso, é de fundamental importância que se faça uma reflexão sobre os recursos naturais do planeta, não se limitando apenas àqueles que lutam pelo desenvolvimento sustentável junto à visão mais ecológica da vida, devendo envolver todos os aspectos do desenvolvimento e alcançar todos os setores da sociedade, possibilitando diminuir não apenas a pressão sobre recursos naturais, mas também a distância para o alcance de uma civilização mais ecológica (MORAIS *et al.*, 2019).

De acordo com Silva *et al.*, (2018), um dos grandes desafios para o desenvolvimento sustentável é a crescente geração de RSU no mundo. O desafio maior é repensar a produção e o consumo de bens, estabelecendo uma gestão integrada de resíduos sólidos de modo a manter um ambiente equilibrado e saudável (FERRARI *et al.*, 2015). Com isso, ao ponto que se percebe aumento

de população, e, conseqüentemente, de resíduos, os países devem colocar suas atenções para o gerenciamento adequado desse material, a fim de proteger o meio ambiente e as pessoas que vivem nele.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que a ferramenta Google Colab pode ser útil para realização de correlações entre a geração de resíduos sólidos e os parâmetros que medem a economia dos países.

É possível perceber que as correlações encontradas não são extremamente fortes segundo a escala estabelecida pela ferramenta, em função da heterogeneidade dos países, onde vários fatores podem influenciar na geração de resíduos sólidos. Além disso, mesmo possuindo relações positivas, a relação entre PIB e geração de RSU deve ser estudada com mais afinco em pesquisas futuras.

Contudo, estudos recentes já demonstram que essas correlações podem variar de acordo com a geografia estabelecida, sendo necessário analisar as relações entre esses indicadores por regiões, diminuindo a área de estudo; e, também, por tipo de resíduo gerado, além de alternativas de reutilização e/ou reciclagem dos mesmos.

Sugere-se, também, estudos acerca da existência de leis sobre o descarte de resíduos sólidos e a eficiência das mesmas, visto que muitos países ainda possuem sistemas de descarte incompatíveis com a situação ambiental atual do planeta, ou, ainda pior, recebem lixo de outros países, sobretudo dos mais ricos, tornando o sistema ineficiente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Fundação de Amparo à pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12980**: COLETA, VARRIÇÃO E ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - TERMINOLOGIA. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. ABRELPE: 2020. 52 p.

ALFAIA, R. G. de S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C.i. Municipal solid waste in Brazil: a review. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, [S.L.], v. 35, n. 12, p. 1195-1209, 1 nov. 2017. SAGE Publications. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0734242x17735375>.

ALMEIDA, Marianne Silvestre Teixeira *et al.*, Análise da correlação do volume de resíduos sólidos provenientes da construção civil com o produto interno bruto para os municípios no estado de minas gerais. **Augustus**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 49, p. 320-331, fev. 2020. Disponível em: <<https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/478/242>>. Acesso em: 05 abr. 2022.

ALWAELI, M. An overview of municipal solid waste management in Poland: the current situation, problems and challenges. **Environment Protection Engineering**, v. 41, n. 4, p. 181 - 193, jan., 2015. DOI: 10.37190/epe150414.

ANTELAVA, Ana; DAMILOS, Spyridon; HAFEEZ, Sanaa; MANOS, George; AL-SALEM, Sultan M.; SHARMA, Brajendra K.; KOHLI, Kirtika; CONSTANTINOU, Achilleas. Plastic Solid Waste (PSW) in the Context of Life Cycle Assessment (LCA) and Sustainable Management. **Environmental Management**, [S.L.], v. 64, n. 2, p. 230-244, 22 jun. 2019. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-019-01178-3>.

ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.

ASSUNÇÃO, W. L. Lixo? O que é lixo? **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 6, n. 11/12, p. 79-81, jan/dez, 1994.

BANCO MUNDIAL. **What a waste**: a global review of solid waste management. THE WORLD BANK: mar., 2012, n. 15, 116 p.

BANCO MUNDIAL. **What a waste 2.0**: A global snapshot of solid waste management to 2050. WORLD BANK GROUP: 2018. DOI: 10.1596/978-1-4648-1329-0.

BANCO MUNDIAL. **Municipal solid waste management**: a roadmap for reform for policy makers. WORLD BANK GROUP: abril, 2018a. 162 p.

BERAS, César; LUIZ, Gustavo de Carvalho. A RACIONALIZAÇÃO CAPITALISTA E A CRESCENTE GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: três problemas contemporâneos. In: OLIVEIRA, Gerson de Lima *et al.*, (org.). **Comunicação em contexto de pesquisa**. São Borja: Triunfal Gráfica e Editora, 2019. p. 137-154. Unipampa.

BOSQUILIA, Samira Gaiad Cibim de Camargo; MARTIRANI, Laura Alves. Consumo e geração de resíduos: estudo de caso em Piracicaba e Saint Petersburg. **Geomae**: Geografia, Meio Ambiente e Ensino, Campo Mourão, v. 10, n. 2, p. 80-91, 2019. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/1932/pdf_374>. Acesso em: 05 out. 2021.

BRASIL. **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. Diário Oficial da União, 02 de ago. 2010.

BRASÍLIA. Senado Federal. Secretaria de Comunicação Social. **Em discussão**: resíduos sólidos, lixões persistem. 22. ed. Brasília: Secretaria Agência e Jornal do Senado, 2014. 35 p. (5). Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/mundo-rumo-a-4-bilhoes-de-toneladas-por-ano>>. Acesso em: 05 out. 2021.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 171-180, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522012000200006>.

CARVALHO JUNIOR, Francisco Humberto de. **Estudos de indicadores de sustentabilidade e sua correlação com a geração de resíduos sólidos urbanos na cidade de fortaleza-ce**. 2013. 210 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7981/1/2013_tese_fhcarvalhojunior.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2022.

CERDOTES, Angélica; ANTUNES, Murilo Velasques. A geração de resíduos sólidos a partir do apelo e das estratégias de consumo impostas pela mídia e pelo capitalismo e a regularização no Brasil. In: PEREIRA, Agostinho Oli Koppe *et al* (org.). **Socioambientalismo, consumo e biopolítica**. Caxias do Sul: Educs, 2019. p. 115-128. Disponível em: <<https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-socioambientalismo.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero; VILHENA, André (org.). **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. São Paulo: Cempre, 2018. 374 p. (revista e ampliada). ISBN 978-85-87345-02-8. Disponível em: <https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2022.

DEMAJOROVIC, J.; BENSON, G. R.; RATHSAM, A. Os desafios da gestão compartilhada de resíduos sólidos face à lógica do mercado. In: JACOBI, P., FERREIRA, L. C (org). **Diálogos em ambiente e sociedade no Brasil**. São Paulo: ANPPAS, 2006. p.389-410.

DUTRA, R. M. S.; YAMANE, L. H.; SIMAN, R. R. Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers organizations: a case study of 16 Brazilian cities. **Waste Management**, [S.L.], n. 77, 2018, p. 50–58.

ERTZ, Myriam *et al.*, To waste or not to waste? Empirical study of waste minimization behavior. **Waste Management**, [S.L.], v. 131, p. 443-452, jul. 2021. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2021.06.032>.

EVANGELISTA, Isaac Ricarte *et al.*, A relação entre emissão de CO2 e PIB per capita: análise para os países sul-americanos no período de 1980 a 2009. **Revista de Economia**, Curitiba, v. 41, n. 74, p. 1-22, jan. 2020. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/63671/40241>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

FAGUNDES, Eduardo. **Uso da robótica e inteligência artificial na gestão de resíduos sólidos**. 2020. Disponível em: <<http://forumnegociossustentaveis.com.br/blog/uso-da-robotica-e-inteligencia-artificial-na-gestao-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

FERRARI, M.V.D.; LUZ, M. L. A.; ZANETI, I. C. B. B.; SOARES, P. M.; TAVARES, D. V. **Desafios à gestão de resíduos em IES pública - estudo de caso na Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro**. In: II Encontro Latinoamericano de Universidades Sustentáveis, 2015, Porto Alegre. Anais do

II Encontro Latinoamericano de Universidades Sustentáveis. Porto Alegre: Escola de Administração da UFRGS, 2015.

FMI. International Monetary Fund. **Os desequilíbrios da economia mundial e a COVID-19**. FMI: 2020. Disponível em: <<https://www.imf.org/pt/News/Articles/2020/08/04/blog-global-rebalancing-and-the-covid19-crisis>>. Acesso em: 12 out. 2021.

GALLARDO, A.; CARLOS, M.; PERIS, M.; COLOMER, F.J. Methodology to design a municipal solid waste generation and composition map: a case study. **Waste Management**, [S.L.], n. 34, 2014, p.1920–1931.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. A. Porto Alegre: Bookman. 2005.

HAUBRICK, Suelen Cristine Oliveira de Paula; MOREIRA, Jose Roberto Ribeiro GONÇALVES. MEDIDAS DE REDUÇÃO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO ATENDIMENTO DOS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE DO PBQP-H/SIAC. **Augustus**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 12-32, jun. 2020. Disponível em: <<https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/511/266>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

HIDROSAM. **Rumo a 4 milhões de toneladas por ano**. 2021. Disponível em: <<https://hidrosam.com.br/noticias/detalhe/rumo-a-4-bilhoes-de-toneladas-por-ano>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

HUANG, Y.; STEVENS, R. B.; SHAW, W. D. Waste reduction and waste spillovers: evidence from unit-based pricing of municipal solid waste in taiwan. **Journal Of Environmental Economics and Policy**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 223-242, 17 dez. 2020. Informa UK Limited. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/21606544.2020.1844064>.

INBS. Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. **Reciclagem de latinhas no Brasil**. Disponível em: <<https://www.inbs.com.br/reciclagem-de-latinhas-no-brasil/>>. Acesso em: 10 out. 2021.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**, 6 ed. Madison: Prentice Hall International, 2007. 816p.

KAWAI, Kosuke; TASAKI, Tomohiro. Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability. **Journal Of Material Cycles and Waste Management**, Japão, v. 18, n. 1, p. 1-13, 5 fev. 2015. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10163-015->

0355-1. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10163-015-0355-1.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

LOPES, Quenizia Vieira; SILVA, Maiara Sobral; SANTOS, Adriana Regina de Jesus. O capitalismo e a educação. **Conjecturas**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 387-401, 27 set. 2021. Uniao Atlantica de Pesquisadores. DOI: <http://dx.doi.org/10.53660/conj-124-222>. Disponível em: <<http://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/124/100>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

LCA - Consultores. **Anuário da reciclagem 2017 - 2018**. ANCAT; PRAGMA: 2019. 56 p.

MAESTRI, Alice Borges *et al.*, Correlação entre percentual de resíduos recicláveis e indicadores socioeconômicos em municípios do rio grande do sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE, 48., 2018, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Assemae, 2018. p. 1-11. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/188107/001084906.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

MARTINS, Joana D'arc Dias. **A TRIBUTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE DO CONSUMO**: reflexos sobre o meio ambiente. 2020. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Universidade de Marília, Marília, 2020. Disponível em: <<https://portal.unimar.br/site/public/pdf/dissertacoes/8EEA6AB84876A79449EC9ACF1D844D74.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

MARTIRANI, L.; BONZANINI, T. K. Educação ambiental e a Pedagogia do ciclo de vida. **Ambientalmente Sustentable**, Coruña, v. II, n. 20, p. 111 - 131, jul./dez., 2015.

MASTER AMBIENTAL. Gerenciamento de Resíduos, 2022. Disponível em: <<https://www.masterambiental.com.br/consultoria-ambiental/gerenciamento-de-residuos/>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (MCIDADES). **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2018. Disponível em: <<http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Coleta Seletiva. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores->

de-materiaisreciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento> Acesso em: 05 abr. 2022.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gestão de Resíduos Orgânicos. 2018b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuossolidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos#oque-sao-residuos-organicos>> Acesso em: 05 abr. 2022. MAVROPOULOS, A.; NEWMAN, D. Wasted Health—The Tragic Case of Dumpsites. **International Solid Waste Association**, Vienna, 2015.

MORAES, Kamila Guimarães de. **Obsolescência Planejada e Direito:** (in)sustentabilidade do consumo à produção de resíduos. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2015. 160 p.

MORAIS, Daniel Pereira de *et al.*, A PRESSÃO AMBIENTAL E O CONSUMO EXAGERADO DE ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR - IFCE, CAMPUS JUAZEIRO DO NORTE. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE, 1., 2019, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2019. p. 1-8. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD1_SA45_ID502_19092019105017.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2022.

NEUMANN, Bruno Germano. **Identificação de doenças na soja utilizando inteligência artificial por meio de análise de imagens.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharel em Sistemas de Informação, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2019.

OLIVEIRA, Bruno. **COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO.** 2019. Disponível em: <<https://operdata.com.br/blog/coeficientes-de-correlacao/>>. Acesso em: 06 maio 2022.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Acordo de Paris.** Paris: ONU, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>>

ONU – Organização das Nações Unidas. Department of economic and social affairs. **Population facts.** How certain are the United Nations global population projections? United Nations: 2019. 4 p.

ONU – Organização das Nações Unidas. **ONU News.** ONU alerta para poluição causada por queima de lixo plástico. 2019a. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/05/1671451>>. Acesso em: 16 abr. 2022.

PEREIRA, Aline de Melo Faria. **Do global ao local: a agenda 2030 da onu e a gestão de resíduos sólidos no brasil.** 2018. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Artes e Ciências Professor Milton Santos, Instituto de Humanidades, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/28564/1/DISSERTAÇÃOAlinedeMeloFariaPereira.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

PEREIRA, Aline de Melo Faria. Desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil: as políticas de gestão dos resíduos sólidos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL FOMERCO, 16., 2017, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Uneb, 2017. p. 1-16. Disponível em: <http://www.congresso2017.fomerco.com.br/resources/anais/8/1507989867_ARQUIVO_ARTIGO.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2022.

PISANI JÚNIOR, R.; CASTRO, M. C. A. A.; COSTA, A. A. Influence of population, income and electricity consumption on per capita municipal solid waste generation in São Paulo State, Brazil. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, São Paulo, n. 20, 2018, p. 1216–1227.

SALADIÉ, O. Determinants of waste generation per capita in Catalonia (North-eastern Spain): the role of seasonal population. **European Journal of Sustainable Development**, [S.L.], v. 5, n. 3, 2016, p. 489-504.

SELDEN, T. M.; SONG, D. Environmental quality and development: is there a Kuznets Curve for air pollution emissions?. **Journal of Environmental Economics and Management**, [S.L.], v. 27, n. 2, 1994, p. 147-162.

SHAFIK, N.; BANDYOPADHYAY, S. Economic growth and environmental quality: a time series and cross-country evidence. **Journal of Environmental Economics and Management**, [S.L.], v. 4, 1992, p. 1-24.

SILVA, Arthur Diniz Faustino da *et al.*, Geração de resíduos sólidos e seus reflexos socioeconomicos na região nordeste: uma correlação frente aos objetivos do desenvolvimento sustentável. In: JORNADA DE EDUCAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO, 1., 2018, Jaboatão dos Guararapes. **Jornada de Educação, Desenvolvimento e Inovação.** Jaboatão dos Guararapes: Unifg - Laureate International Universities, 2018. p. 168-174. Disponível em: <<https://unifg.edu.br/wp-content/uploads/2020/02/JEDI-2018-ATUALIZADO-3.pdf#page=168>>. Acesso em: 06 abr. 2022.

SILVA, Rodrigo Cândido Passos da *et al.*, Correlação entre indicadores de resíduos sólidos domiciliares em Recife, Brasil. **Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, Desarrollo y Práctica**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 1048, 6 dez. 2020. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. DOI:

<http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.3.69494>. Disponível em: <<http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/69494/68762>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

SIQUEIRA, Mônica Maria; MORAES, Maria Sílvia de. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, São José do Rio Preto, v. 14, n. 6, p. 2115-2122, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232009000600018>.

SOUZA, Pedro Tiê Candido. Divisão de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável, MRE (Palestra). In: VI CORE – Conferência sobre Relações Exteriores: O Brasil e as Tendências do Cenário Internacional. Ministério das Relações Exteriores, Brasília, 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Ois7ID7MwGM>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

XU, L.; LIN, T.; XU, Y.; XIAO, L.; YE, Z.; CUI, S. Path analysis of factors influencing household solid waste generation: a case study of Xiamen Island, China. **J Mater Cycles Waste Management**, Xiamen Island, n. 18, 2016, p. 377–384.

YUKALANG, N.; CLARKE, B.; ROSS, K. Solid Waste Management Solutions for a Rapidly Urbanizing Area in Thailand: recommendations based on stakeholder input. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S.L.], v. 15, n. 7, p. 1302, 21 jun. 2018. MDPI AG. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15071302>.

Zaman, A. U. Measuring waste management performance using the “Zero Waste Index”: the case of Adelaide, Australia. **Journal of Cleaner Production**, Adelaide, v. 66, n. 1, 2014, p. 407-419.

CAPÍTULO 05

MAPEAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Carolina Pinz Medronha
Ana Beatriz Gonçalves Vaz
Ana Paula Rozado Gomes
Diuliana Leandro
Gizele Ingrid Gadotti

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi identificar no estado do Rio Grande do Sul em que biomas se encontram as Unidades de Conservação instituídas pelo Governo Federal e pelo estado do Rio Grande do Sul, bem como identificar as Unidades de Conservação instituídas antes e após a criação do Sistema de Unidades de Conservação pela Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Os dados foram coletados na Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – SEMA e no Ministério do Meio Ambiente – MMA, são dados geoespaciais, em que é incluso coordenadas vetoriais em sua geometria. Para a manipulação desses arquivos foi utilizado o programa Quantum GIS (QGis). Foram identificados, no bioma Pampa, 3 unidades de conservação instituídas pelo Governo Federal e 10 unidades de conservação instituídas pelo governo do estado do Rio Grande do Sul, sendo 4 delas localizadas tanto no bioma Pampa, quanto na Mata Atlântica. Já para o bioma Mata Atlântica, foram identificadas 6 unidades de conservação instituídas pelo Governo Federal e 12 unidades de conservação instituídas pelo Governo do estado do Rio Grande do Sul, sendo 4 delas localizadas tanto no bioma Pampa, quanto no Mata Atlântica. Ao todo, existem 9 unidades de conservação no Bioma Pampa e 14 unidades de conservação no Bioma Mata Atlântica, sendo 4 unidades pertencentes a ambos os biomas.

PALAVRAS-CHAVE: Unidades de Conservação; QGIS; Biomas.

ABSTRACT: The objective of this work was to identify in the State of Rio Grande do Sul in which biomes the Conservation Units established by the Federal Government and the State of Rio Grande do Sul are located, as well as the identification of the Conservation Units established before and after the creation of the System of Conservation Units by Law No. 9,985, of July 18, 2000. The data were collected at the Environment and Infrastructure Secretariat – SEMA and at the Ministry of the Environment – MMA, they are geospatial data in which vector coordinates are included in its geometry. For the manipulation of these files, the Quantum GIS (QGis) program was used. Three conservation units instituted by the Federal Government and 10 conservation units instituted by the State Government of Rio Grande do Sul were identified in the Pampa biome, 4 of them located in both the Pampa biome and the Atlantic Forest. As for the Atlantic Forest biome, 6 conservation units established by the Federal Government and 12 conservation units established by the State Government of Rio Grande do Sul were identified, 4

of which are in both the Pampa biome and the Atlantic Forest. In all, there are 9 conservation units in the Pampa Biome and 14 conservation units in the Atlantic Forest Biome, with 4 units belonging to both biomes.

KEYWORDS: Conservation Units; QGIS; Biomes.

1. INTRODUÇÃO

As unidades de conservação são de extrema importância para preservação e conservação da biodiversidade, considerando que o Brasil é um país rico em biodiversidade, possuindo diversos biomas, cada um com suas características peculiares e com fauna, flora e solos característicos, faz com que haja uma real diversidade desses biomas (MMA, 2021).

Pensando nisso, o mapeamento para identificação dessas áreas se torna especialmente importante, pois através dele podemos verificar a real localização dessas unidades de conservação no espaço e, nesse caso, no bioma em que estão localizadas de um modo de fácil visualização para tomada de decisão, seja para a criação de novas unidades de conservação, seja para a manutenção das já existentes, bem como uma possível alteração de limites, seja para uma nova classificação da unidade conforme a lei que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação ou, ainda, para que se possa ajustar medidas do plano de manejo da unidade segundo o bioma em que se encontram.

O objetivo deste trabalho foi identificar, no estado do Rio Grande do Sul, em que biomas que se encontram as unidades de conservação instituídas pelo Governo Federal e pelo estado do Rio Grande do Sul, bem como identificar as unidades de conservação instituídas antes e após a criação do Sistema de Unidades de Conservação pela lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000).

2. METODOLOGIA

Primeiramente, houve a realização de uma pesquisa exploratória, com o objetivo de definir quais as unidades de conservação seriam alvo do estudo. Para a realização deste trabalho, foi definido que as unidades de conservação que seriam mapeadas para a identificação espaço-temporal seriam as instituídas pela Federação e pelo estado do Rio Grande do Sul.

Desta forma, foram obtidos arquivos em formato *shapefile* das Unidades de Conservação (UC), onde é possível saber a distribuição espacial das UC, categorias, ano de criação, biomas, localização, gestão, objetivos. Assim, foi possível realizar a confecção de tabelas, gráficos e cartogramas personalizados.

Os arquivos *shapefile* (.shp) foram coletados no website do Ministério do meio ambiente – MMA, para as UC instituídas pela Federação, e no website da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do estado do Rio Grande do Sul SEMA/RS, os arquivos em (.kml) das UC instituídas pelo Estado.

Os dados coletados são dados geoespaciais, em que é incluso coordenadas vetoriais em sua geometria. Para a manipulação desses arquivos foi utilizado o programa Quantum GIS (QGis), (QGis, 2021), um software de código aberto.

Com os dados coletos, foi possível realizar a análise das unidades de conservação antes e depois da instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, através da lei n.º 9.985 de 2000. Através dos mapas, foi possível observar as unidades de conservação instituídas, tanto pelo Governo Federal quanto pelo Governo do Estado, antes e depois deste período, nos biomas do Estado.

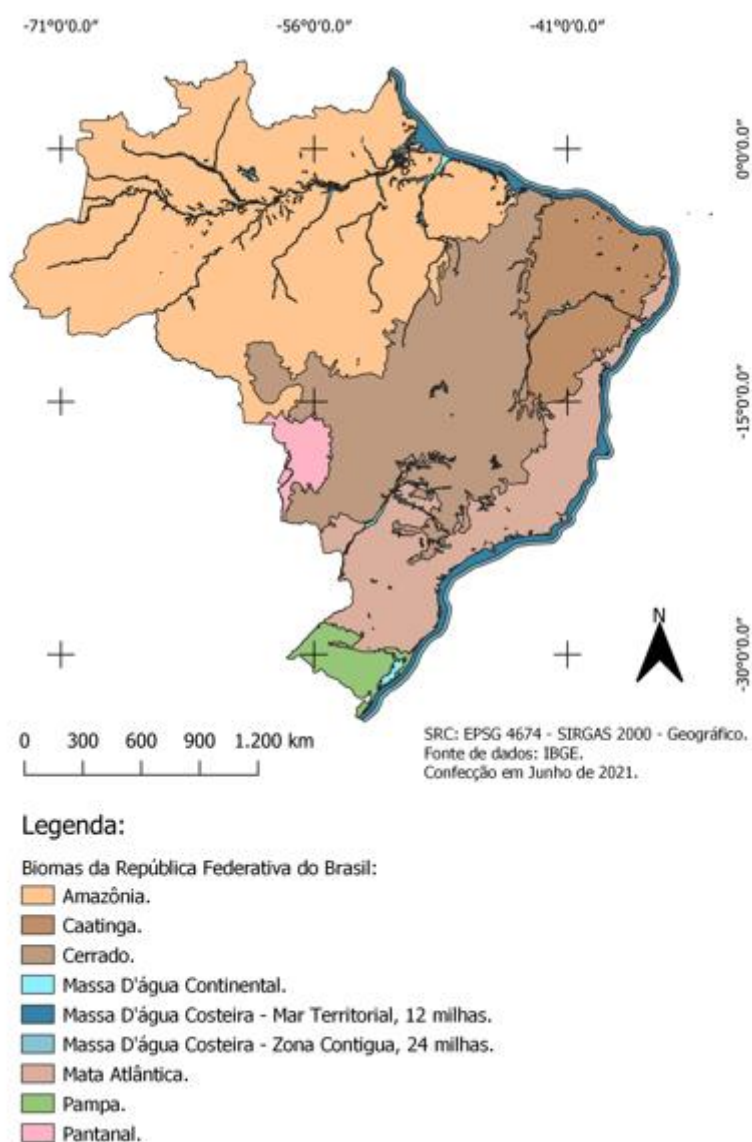
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Os Biomas da República Federativa do Brasil e os localizados no Rio Grande do Sul

Bioma é um conjunto de vida vegetal e animal, constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação, que são próximos e que podem ser identificados em nível regional, com condições de geologia e clima semelhantes e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma diversidade de flora e fauna própria (IBGE, 2021).

De acordo com a Figura 1, o Brasil tem seis biomas continentais – Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa. Além dos biomas continentais, há ainda os Biomas Marinho e Oceânico. Os seus tamanhos variam muito, o que é ilustrado sinteticamente pelo contraste entre os extremos: o maior bioma, a Amazônia, e o menor, o Pantanal (IBGE, 2021).

Figura 1 – Biomas Brasileiros.

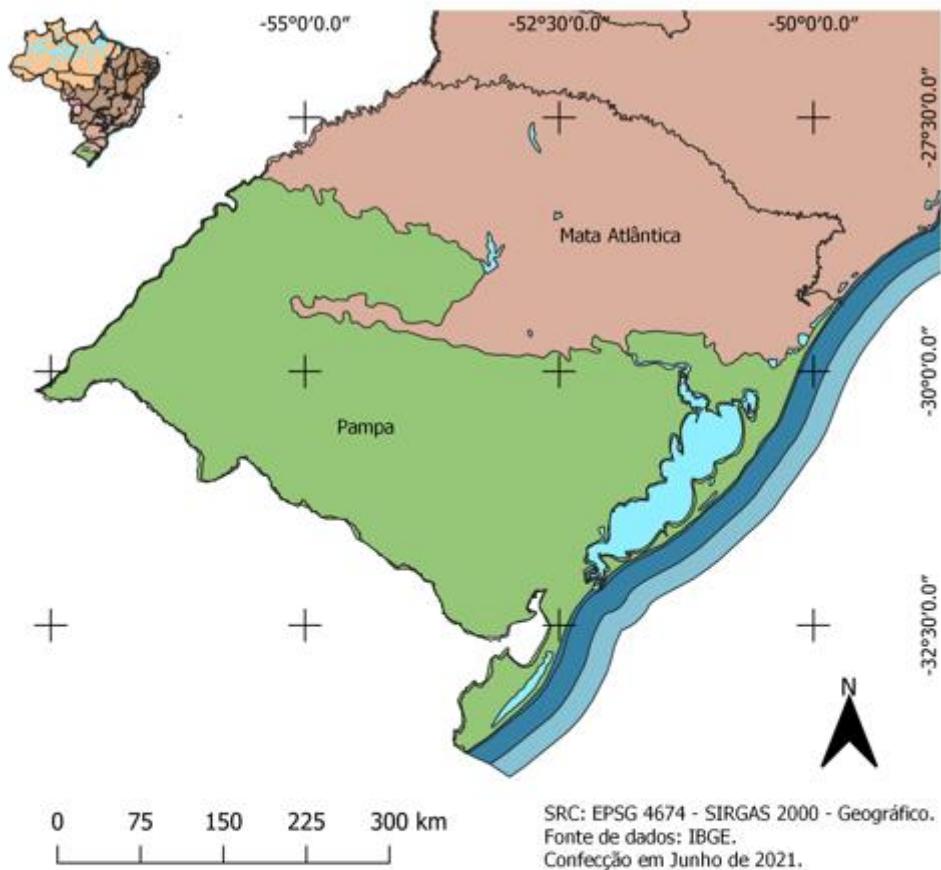


Fonte: Os autores, dados adaptados de IBGE, 2021.

É possível visualizar, através desta Figura (Figura 1), que o estado do Rio Grande do Sul tem a predominância de dois biomas, do bioma Pampa, na parte Sul do Estado e do Bioma Mata Atlântica, mais ao norte do Estado.

Na Figura 2, é possível observar a localização destes biomas específicos do Estado do Rio Grande do Sul, o bioma Pampa e o bioma Mata Atlântica. O bioma Pampa, que significa região plana, também é denominado como Campos Sulinos, bioma este, de única ocorrência no Brasil, no estado do Rio Grande do Sul.

Figura 2 – Biomas no estado do Rio Grande do Sul.



Legenda:

□ Delimitação da UF - Rio Grande do Sul.

Biomas:

- Massa D'água Continental.
- Massa D'água Costeira - Mar Territorial, 12 milhas.
- Massa D'água Costeira - Zona Contigua, 24 milhas.
- Mata Atlântica.
- Pampa.

Fonte: Fonte: Elaboração própria, Dados adaptados de (IBGE, 2021).

Já o bioma Mata Atlântica, estende-se por grande parte do litoral brasileiro, ocupando uma longa faixa paralela ao litoral atlântico, penetrando de algumas dezenas a algumas centenas de quilômetros para o interior. Essa faixa vai desde o norte do Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte. Com 111.018.200 de hectares (pouco mais de um milhão de km²) abrange trechos de 15 estados brasileiros (DRUMMOND, FRANCO e OLIVEIRA, 2010).

3.2 Unidades de Conservação Federais no Rio Grande do Sul

As UC são divididas, pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), em dois grupos, de acordo com suas características: proteção integral (PI), cujo objetivo é a conservação da biodiversidade, admitindo-se apenas o uso indireto dos seus recursos, excetuando-se casos previstos em Lei; e as unidades de uso sustentável (US), que tem como objetivo compatibilizar a conservação ambiental com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

A tabela 1 apresenta o grupo, a área e o ano de criação das Unidades de Conservação Federais no Rio Grande do Sul, bem como identifica bioma que pertencem.

Tabela 1 – UC Federais com seu respectivo bioma.

UC Federais – RS	ANO	GRUPO	ÁREA(Ha)
BIOMA - MARINHO COSTEIRO			
Refúgio de Vida Silvestre da Ilha dos Lobos	1983	Proteção Integral	142,38
BIOMA - MATA ATLÂNTICA			
Parque Nacional de Aparados da Serra	1959	Proteção Integral	13.148,14
Floresta Nacional de São Francisco de Paula	1968	Uso Sustentável	1.615,60
Floresta Nacional de Canela	1968	Uso Sustentável	563,52
Floresta Nacional de Passo Fundo	1968	Uso Sustentável	1.333,63
Estação Ecológica de Aracuri-Esmeralda	1981	Proteção Integral	276,97
Parque Nacional da Serra Geral	1992	Proteção Integral	17.302,01
BIOMA – PAMPA			
Parque Nacional da Lagoa do Peixe	1986	Proteção Integral	36.721,93
Estação Ecológica do Taim	1986	Proteção Integral	32.806,31
Área de Proteção Ambiental do Ibirapuitã	1992	Uso Sustentável	316.792

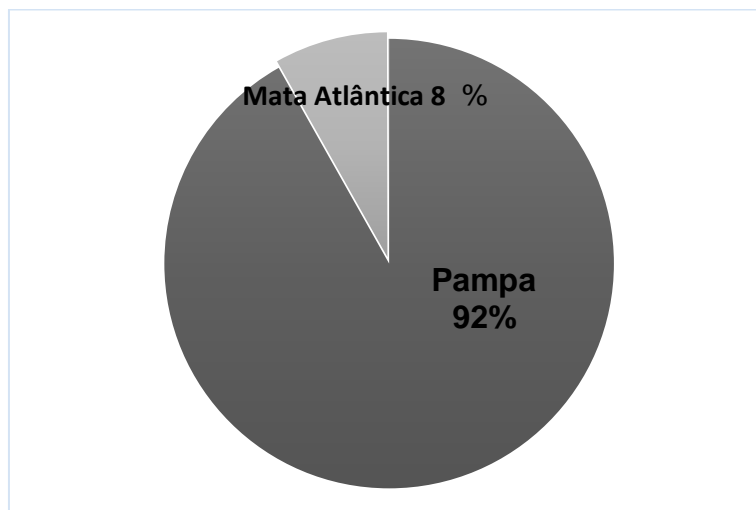
Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (ICMBIO, 2019).

Ao todo, são 10 (dez) unidades de conservação federais que foram instituídas no Estado, perfazendo uma área de 420.702,5 de hectares. A maior parte se encontra no bioma Mata Atlântica, totalizando 6 (seis) unidades, com

um total de 34.239,88 hectares, já no bioma Pampa, há 386.320,3 de hectares dedicados ao sistema, com apenas 3 (três) unidades instituídas.

Na Figura 3, considera-se a porcentagem de UC pertencente ao seu respectivo bioma.

Figura 3 – Gráfico das porcentagens de UC pertencentes ao bioma.



Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (ICMBIO, 2019).

Observa-se que os percentuais de áreas instituídas de UC pela Federação no Estado, o bioma Pampa possui a maior parte, correspondendo a 92 % de área total das UC instituídas pela Federação, embora o bioma Mata Atlântica tenha o maior quantitativo de unidades criadas.

As Unidades de Conservação instituídas pela federação totalizam 420.702 de hectares, correspondendo, portanto, a apenas 1,49 % de área de Unidades de Conservação no Estado. Nota-se que todas as unidades criadas e instituídas pela federação, foram criadas antes da data de criação do SNUC, sancionada em 19 de julho de 2000, entrando em vigência na data da publicação.

É interessante ressaltar que no ano de 1968, foram instituídas 3 (três) unidades de conservação no bioma Mata Atlântica da categoria de Floresta Nacional do grupo de uso sustentável. A característica desse grupo, segundo o sistema, art. 2º XI do SNUC, é de que pode haver exploração do ambiente desde que se possa garantir a perenidade e a manutenção dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos que caracterizam a floresta (BRASIL, 2000).

O SNUC agrupa as UC em dois grupos (Figura 4), de acordo com seus objetivos de manejo e tipos de uso: **Proteção Integral** e **Uso Sustentável**.

Figura 4 – Gráfico dos Grupos UC.



Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (ICMBIO, 2019).

As UC instruídas pela Federação no Estado, do grupo de proteção integral, correspondem a 60 % do total das unidades de conservação no Estado, enquanto a do grupo de uso sustentável corresponde a 40 % destas unidades. Das unidades de proteção integral, somente duas encontram-se no bioma Pampa, são elas: o Parque Nacional da Lagoa do Peixe (localizada nos municípios de Mostardas e de Tavares) e a Estação Ecológica do Taim (localizada nos municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar).

3.3 Unidade de Conservação Estaduais no Rio Grande do Sul

Em se tratando das unidades de conservação temos as seguintes (Tabela 2), instituídas pelo estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 2 - UC Estaduais e seus respectivos biomas.

UC Estaduais – RS	ANO	GRUPO	ÁREA(Ha)
BIOMA - MATA ATLÂNTICA E PAMPA			
Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande	1998	Uso Sustentável	136.935,00

Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí	1975	Uso Sustentável	22.826,39
Parque Estadual Delta do Jacuí	1975	Proteção Integral	14.242,00
Parque Estadual do Camaquã	1975	Proteção Integral	7.992,50
BIOMA - MATA ATLÂNTICA			
Área de Proteção Ambiental Rota do Sol	1997	Uso Sustentável	54.670,00
Estação Ecológica Estadual Aratinga	1997	Proteção Integral	5.882,00
Parque Estadual de Espigão Alto	1949	Proteção Integral	1.331,90
Parque Estadual de Itapeva	2002	Proteção Integral	998,06
Parque Estadual do Ibitiriá	1975	Proteção Integral	415,00
Parque Estadual do Papagaio Charão	1982	Proteção Integral	1.000,00
Parque Estadual do Tainhas	1975	Proteção Integral	6.654,70
Parque Estadual do Turvo	1947	Proteção Integral	17.491,40
Parque Estadual Quarta Colônia	2005	Proteção Integral	1.847,90
Reserva Biológica da Serra Geral	1982	Proteção Integral	4.845,76
Reserva Biológica do Mato Grande	1975	Proteção Integral	5.161,00
Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa	1998	Proteção Integral	271,87
BIOMA – PAMPA			
Parque Estadual de Itapuã	1973	Proteção Integral	5.566,50
Parque Estadual do Espinilho	1975	Proteção Integral	1.617,14
Parque Estadual do Podocarpus	1975	Proteção Integral	3.645,00
Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico	2014	Proteção Integral	6.253,00
Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos	2002	Proteção Integral	2.560,00
Reserva Biológica do São Donato	1975	Proteção Integral	4.392,00

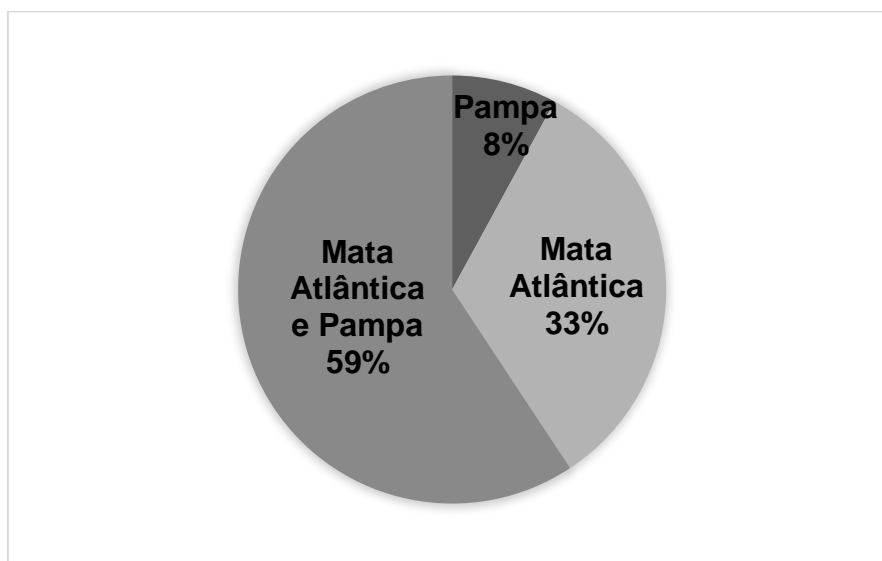
Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (SEMA, 2021).

Ao todo, 23 (vinte e três) unidades de conservação estaduais foram instituídas, perfazendo uma área de 306.951 hectares. A maior parte se encontra no bioma Mata Atlântica, 12 (doze) unidades, totalizando 100.570 hectares, já no bioma Pampa, há 24.385 de hectares dedicados ao sistema, com 7 (sete) unidades instituídas.

Das 23 (vinte e três) unidades, 4 (quatro) delas localizam-se em ambos os biomas, totalizando, portanto, 181.996 hectares em ambos os biomas. Ao todo, as unidades instituídas pelo Estado correspondem a 1,09 % da área total do Estado. Somadas, as UC instituídas pela Federação (1,49 %) e pelo Estado (1,09 %) correspondem a 2,58 % da área total do Estado do Rio Grande do Sul.

Nesta situação, de unidades instituídas pelo Estado, em se tratando de área em hectares, as unidades de conservação que se encontram em ambos os biomas correspondem a 59 %, seguido do bioma Mata Atlântica com 33 % da área em hectares dedicados a unidades de conservação com 12 (doze) unidades instituídas e 8 % de área em hectares com 7 unidades instituídas, diretamente proporcionais (Figura 5).

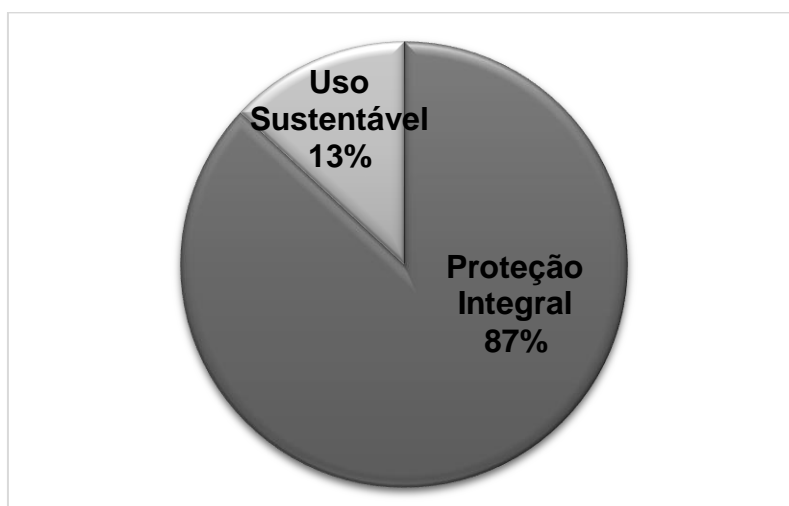
Figura 5 – Gráfico das UC e seus respectivos biomas.



Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (SEMA, 2021).

Nota-se que das 23 unidades de conservação instituídas pelo Estado, 19 (dezenove) foram criadas antes da criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em julho de 2000, sendo que as outras 4 unidades foram criadas no ano de 2002 (Parque Estadual do Itapeva, Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos), 2005 (Parque Estadual Quarta Colônia), 2014 (Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico). Todas estas unidades criadas após a instituição do sistema são do grupo de proteção integral em que não poderá haver qualquer manutenção dos ecossistemas por interferência humana, sendo permitido apenas o seu uso indireto de seus atributos naturais (Art.2º, VI - SNUC). Das unidades instituídas pelo Estado temos (Figura 6).

Figura 6 – Gráfico dos grupos UC Estaduais.



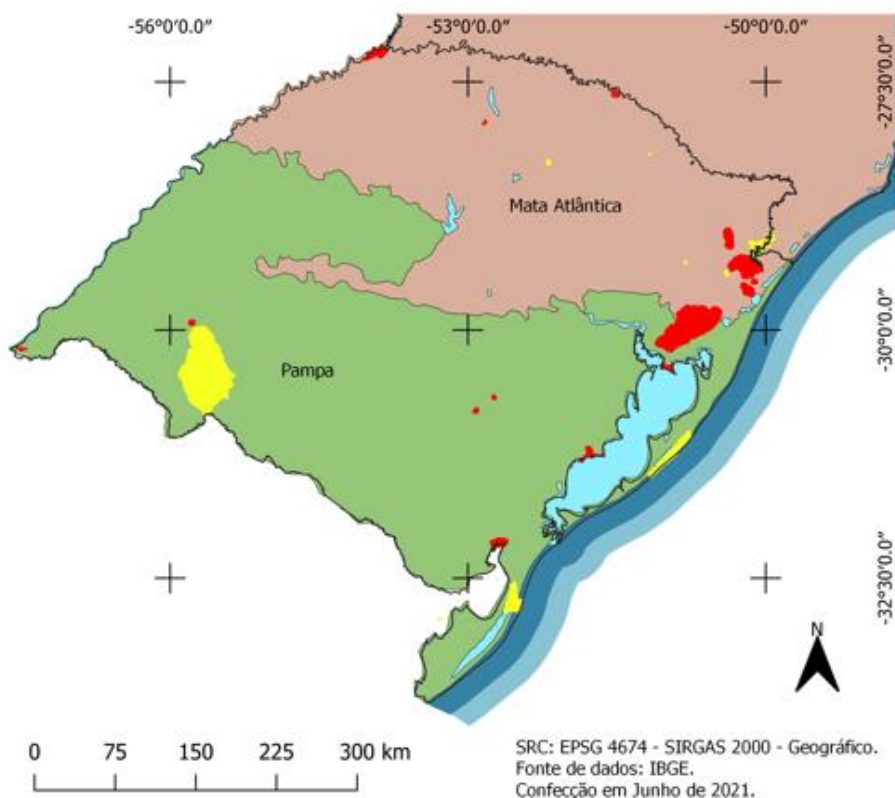
Fonte: Elaboração própria dados adaptados de (SEMA, 2021).

As UC instituídas pelo Estado, do grupo de proteção integral, correspondem a 87 % do total das unidades de conservação, enquanto a do grupo de uso sustentável corresponde a 13 % destas unidades. Das unidades de proteção integral, das 20 instituídas neste grupo, apenas 7 delas estão totalmente inseridas no bioma Pampa, sendo que outras duas estão localizadas tanto no bioma Pampa, quanto no bioma Mata Atlântica.

3.4 Unidades de Conservação no Estado do Rio Grande do Sul instituídas antes da criação do Sistema de Unidades de Conservação

A Figura 7 apresenta a localização das unidades de conservação instituídas pelo estado do Rio Grande do Sul antes da criação do SNUC, bem como a identificação dos biomas ao qual pertencem.

Figura 7 – UC no RS instituídas antes da criação do SNUC.



Legenda:

- Delimitação da UF - Rio Grande do Sul.
 - Unidades de Conservação Federais.
 - Unidades de Conservação Estaduais.
- Biomos:**
- Massa D'água Continental
 - Massa D'água Costeira - Mar Territorial, 12 milhas
 - Massa D'água Costeira - Zona Contigua, 24 milhas
 - Mata Atlântica

Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (IBGE, 2021), (SEMA, 2021).

Tabela 3: UC instituídas pela Federação antes da criação do SNUC.

Área de Proteção Ambiental do Ibirapuitã
Estação Ecológica de Aracuri-Esmeralda
Estação Ecológica do Taim
Floresta Nacional de Canela
Floresta Nacional de Passo Fundo
Floresta Nacional de São Francisco de Paula
Parque Nacional da Lagoa do Peixe
Parque Nacional da Serra Geral
Parque Nacional de Aparados da Serra
Refúgio de Vida Silvestre da Ilha dos Lobos

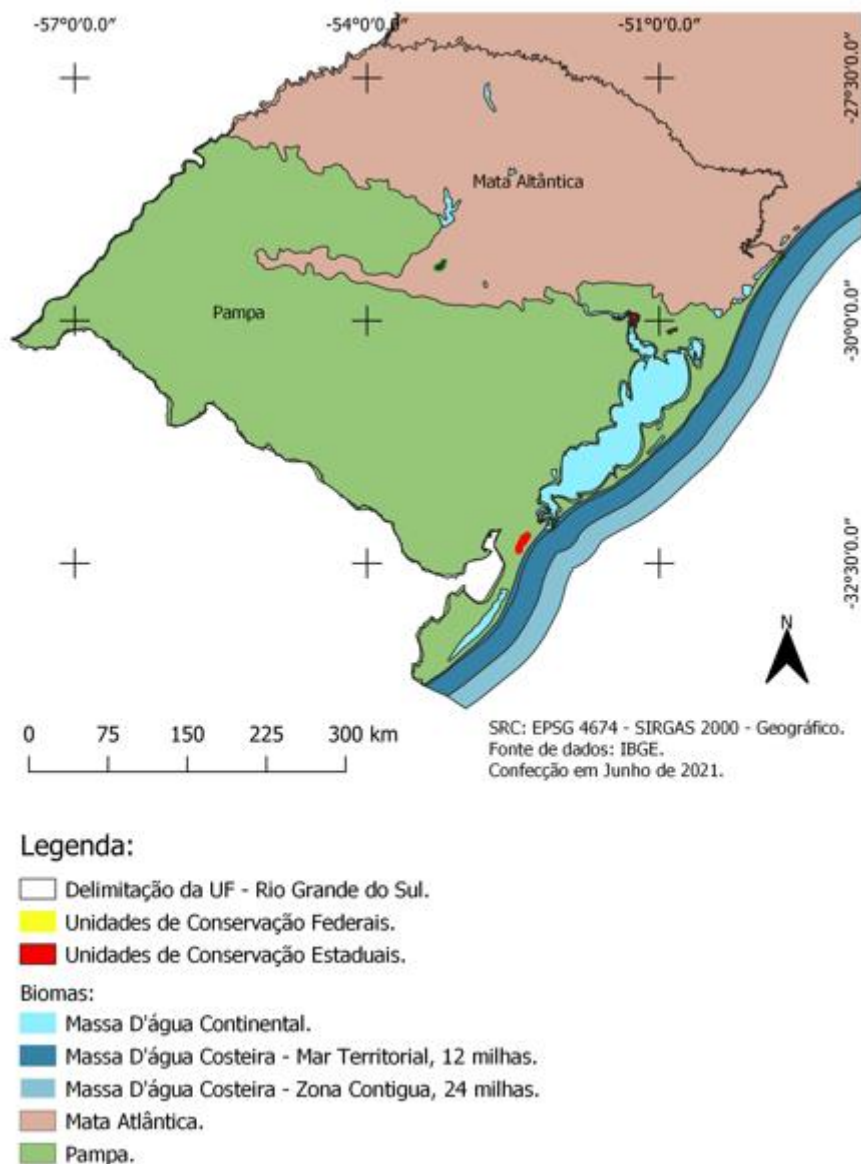
Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande
Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí
Área de Proteção Ambiental Rota do Sol
Estação Ecológica Estadual Aratinga
Parque Estadual de Espigão Alto
Parque Estadual de Itapeva
Parque Estadual de Itapuã
Parque Estadual Delta do Jacuí
Parque Estadual do Camaquã
Parque Estadual do Espinilho
Parque Estadual do Ibitirá
Parque Estadual do Papagaio Charão
Parque Estadual do Podocarpus
Parque Estadual do Tainhas
Parque Estadual do Turvo
Parque Estadual Quarta Colônia
Reserva Biológica da Serra Geral
Reserva Biológica do Ibirapuitã;
Reserva Biológica do Mato Grande
Reserva Biológica do São Donato
Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa

Fonte: (ICMBIO, 2021). Adaptado pelos autores.

3.5 Unidades de Conservação no Estado do Rio Grande do Sul instituídas após a criação do Sistema de Unidades de Conservação

A Figura 8 apresenta a localização das unidades de conservação instituídas pelo estado do Rio Grande do Sul após a criação do SNUC, bem como a identificação dos biomas ao qual pertencem.

Figura 8 - UC no RS instituídas após a criação do SNUC.

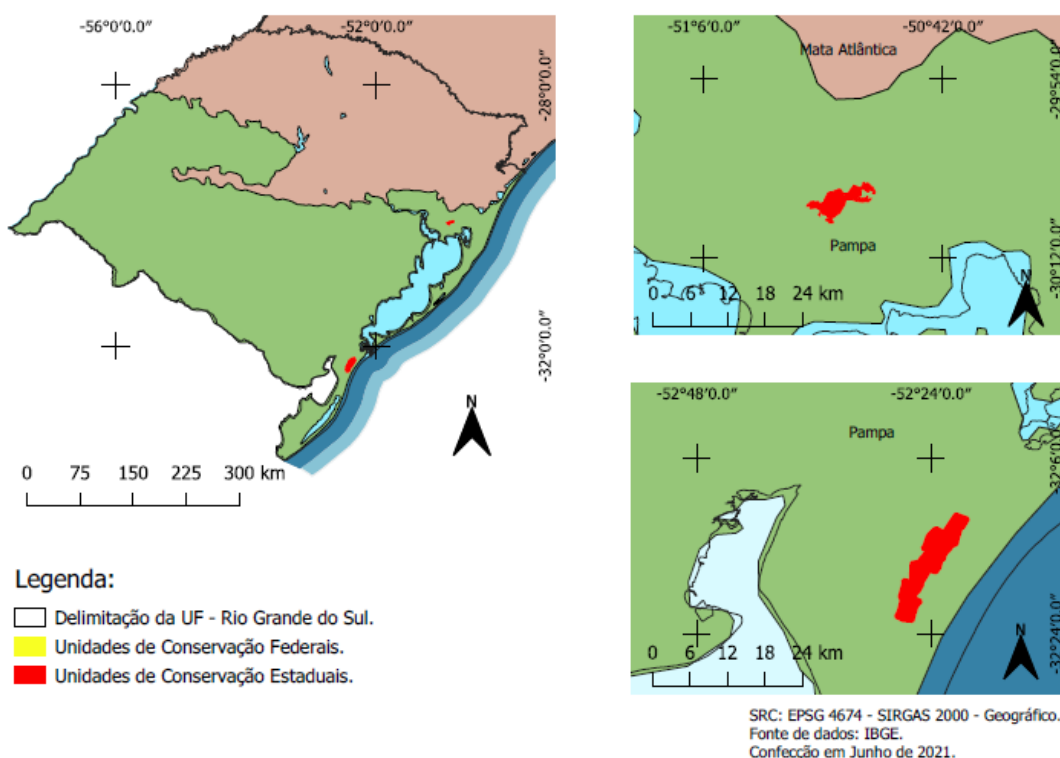


Fonte: Elaboração própria dados adaptados de IBGE, 2021 (SEMA, 2021).

Após a criação do SNUC, o estado do Rio Grande do Sul instituiu duas unidades: Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos e Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico. Já a federação não instituiu quaisquer unidades de conservação no Estado após a criação do SNUC.

Na Figura 9, observam-se as unidades de conservação estaduais, Parque Estadual Delta do Jacuí e Refúgio da Vida Silvestre Banhado do Maçarico.

Figura 9 - Detalhe das UC.



Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de IBGE, 2021 (SEMA, 2021).

As duas unidades de conservação instituídas pelo Estado, no bioma Pampa, após a criação do SNUC, são: o Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos e o Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico.

Nota-se que ambas as unidades instituídas são do grupo de proteção integral, ou seja, o objetivo da criação dessas unidades é a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais.

Tabela 4: UC instituídas pelo Estado, após a criação do SNUC.

UC	Bioma	Área (ha)	Município	Ano de criação	Instrumento de criação	Plano de manejo
Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos	Pampa	2560	Viamão	2002	Decreto Estadual nº 41.559/2002.	Não possui
Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico	Pampa	6253	Rio Grande	2014	Decreto nº 52.144/2014	Não possui

Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (SEMA, 2021).

Embora tenham sido instituídas após a criação do sistema, ambas as unidades de conservação não possuem plano de manejo, ou seja, não possuem um instrumento para atender os objetivos de criação.

O objetivo de criação da UC Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, tem o objetivo de proteger nascentes do rio Gravataí, além de ser uma área considerada de fundamental importância para a fauna residente e migratória (SEMA, 2002).

Já os objetivos da criação da UC Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico são: a preservação da dinâmica hídrica das áreas de nascente que alimentam o sistema hidrológico do Taim ao sul e as drenagens naturais associadas ao estuário da Laguna dos Patos; a preservação de amostras das fisionomias palustres do Banhado do Maçarico e de seus ecossistemas associados; a preservação da área de reconhecida importância internacional para conservação de aves; a garantia da integridade de habitats para manter populações de espécies ameaçadas de extinção; a preservação de áreas insubstituíveis para uma população isolada de macuquinho-da-várzea (*Scytalopus iraiensis*) e preservar áreas de importância para a reprodução da espécie migratória caboclinho-de-papo-branco (*Sporophila palustres*) (SEMA, 2014).

Ambas as unidades possuem, nos objetivos de criação, a proteção da água. O fato de não possuírem planos de manejo, faz com que a proteção das áreas de seus entornos e áreas de influência não tenham parâmetros e/ou indicadores que possam assegurar medidas de proteção com fins a atender realmente aos objetivos de criação de cada uma das unidades.

3.6. Objetivos da criação das Unidades de Conservação localizadas no Bioma Mata Atlântica

No Bioma Mata Atlântica ocorrem 61 UC, número maior em comparação aos demais Biomas do RS. Devido a sua riqueza biológica e níveis de ameaça, a Mata Atlântica, juntamente a outras 33 regiões emergentes em outras partes do planeta, foi indicada como um dos *hotspots* mundiais, por ser uma das prioridades para a conservação de biodiversidade em todo o mundo (MYERS, MITTERMEIER, *et al.*, 2000).

Disposta ao longo da área brasileira, a mais de 27 graus de latitude, como partes da Argentina e do Paraguai, a Mata Atlântica se caracteriza com grandes variações no relevo, nos regimes pluviométricos e nos mosaicos de unidades fitogeográficas, responsáveis pela imensa biodiversidade encontrada nesse *hotspot* (PINTO, COSTA, *et al.*, 1997).

No Brasil, a Mata Atlântica brasileira se apresenta desde do Ceará até o Rio Grande do Sul. Originalmente, o bioma ocupava mais de 1,3 milhões de km² em 17 Estados do território brasileiro. Porém, devido à ocupação e atividades humanas na região, hoje resta cerca de 29 % de sua cobertura original (MMA, 2020).

Este bioma é de grande representatividade para o país, visto que abriga mais de 60 % da população brasileira, responsável por quase 70 % do Produto Interno Bruto (PIB) Nacional (PINTO, COSTA, *et al.*, 1997).

A degradação da Mata Atlântica provém da ocupação territorial e da exploração desordenada dos recursos naturais, observados especialmente pela drástica redução na cobertura vegetal natural, que hoje é denotada pelas áreas ocupadas pelo homem (MITTERMEIER, GIL, *et al.*, 2005).

A estratégia de descentralizar ações de conservação e sustentabilidade é essencial para tratar os desafios do desenvolvimento na Mata Atlântica e no país, já que esse bioma comporta mais de 145 milhões de habitantes em 3.429 municípios, sendo que 72 % (2.481 municípios) possuem suas áreas no território do bioma. Nesse contexto, é pertinente a existência das UC para contribuir com a proteção da biodiversidade mais integrado entre as diferentes esferas político-administrativas e no provimento de serviços ambientais necessários para a sociedade.

No trato das UC municipais, a maioria se encontra em ambiente urbano e periurbano: 71 % e 10 % das unidades, respectivamente. A modalidade de Parque Natural Municipal é a principal categoria de manejo adotada pelos municípios nesse tipo de ambiente. Portanto, 81 % das UC municipais estão sob a influência dos centros urbanos, o que proporciona desafios pertinentes para o manejo dessas áreas, devido ao alto grau de urbanização no bioma (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017-2018).

Nesse contexto, o manejo de uma UC implica compreender sua dinâmica, para uma gestão e uso sustentável dos recursos naturais, em qualquer atividade

do local e entorno, de modo a conciliar, de maneira adequada e em espaços apropriados, os diferentes tipos de usos com a conservação da biodiversidade.

De acordo com a lei n.º 9.985/2000, que estabelece o SNUC, o plano de manejo conFigura o documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma UC, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais. Portanto, toda UC deve dispor de um Plano de Manejo de forma a contemplar sua área, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, bem como providenciar ação de integração à vida econômica social das comunidades vizinhas, conforme disposição do artigo 27, §1º do SNUC.

O plano de manejo visa induzir a UC a efetivar os objetivos estabelecidos na sua criação, orientando a gestão e proporcionando o manejo da UC, seguindo o conhecimento gerado. Ele estabelece as diferenças e intensidade de uso mediante zoneamento, de forma a proteger seus recursos naturais e culturais e enfatiza a representatividade da UC no SNUC diante à valorização dos seus recursos como: biomas, convenções e certificações internacionais. O plano de manejo é um documento de consulta contínua e tomada de decisão. Cabe a equipe técnica, multidisciplinar, a supervisão e orientação ativa das equipes de planejamento das UC no processo de planejamento (ICMBIO, 2021).

3.7 Objetivos da criação das unidades de conservação localizadas no bioma Pampa

O bioma Pampa representa um patrimônio cultural pertinente associado à biodiversidade. Na sua paisagem natural predomina os campos nativos, com a presença de vegetação ciliar. O Bioma Pampa condiz a 63 % do território estadual e já contabiliza a perda de mais de 49 % da vegetação nativa. Assim, o Estado apresenta menos de 31 % da cobertura vegetal nativa no Bioma Pampa (MMA, 2014).

A perda de biodiversidade significa a perda de organismos que têm uma determinada função, sem os quais outros organismos serão afetados, conseqüentemente todo o ecossistema de um determinado local será alterado e os serviços ecossistêmicos serão modificados. Além disso, a perda da biodiversidade implica, muitas vezes, na falta de conhecimento científico sobre

as espécies que estão em fase de extinção, que poderiam ser importantes em um futuro próximo, quer como princípios ativos para medicamentos, quer para fins industriais diversos, por exemplo (PILLAR, MÜLLER, *et al.*, 2009).

O Pampa é considerado um conjunto de ecossistemas muito antigo, apresentando flora e fauna próprios e grande biodiversidade e geodiversidade, um patrimônio genético, natural e cultural de grande valor. Porém, com relação às áreas naturais protegidas no Brasil, o Pampa é o que tem menor representatividade no SNUC, com apenas 0,4 % da área continental brasileira protegida e, mesmo ocupando apenas 2,07 % do território brasileiro, é o segundo que mais perdeu cobertura vegetal nativa (MMA, 2014).

Embora aos olhos do leigo possa parecer simples, trata-se de um bioma complexo, formado por várias formações vegetacionais, dentre as quais o campo dominado por gramíneas é o mais representativo. A matriz geral é formada por áreas extensas de campos, com inclusões de florestas pelas margens de rios. Destacam-se os campos de barba-de-bode do Planalto, os campos sobre solos rasos e solos profundos da Campanha, os campos de areia, os campos da Depressão Central e os campos litorâneos (PILLAR, MÜLLER, *et al.*, 2009).

A implantação de UC no bioma Pampa é relevante devido apresentar uma riqueza de biodiversidade que deve ser preservada e por obter pouca porcentagem de áreas protegidas, além de ser o bioma brasileiro com menor representatividade de UC (MMA, 2014). Também, vale ressaltar que esse Bioma vem sofrendo uma crescente pressão em relação ao agronegócio (PICOLLI e SCHNADELBACH, 2007). As práticas de expansão da silvicultura e sojicultura no Estado têm atingido a biodiversidade e modificado a paisagem local. A criação de UC possibilita diminuir a descaracterização da paisagem local, limitando a disseminação de atividades externas ao local, nos espaços de relevância ambiental.

O Pampa possui 9 UC próprias, ou seja, que se localizam apenas no bioma Pampa, destas, somente 3 delas possuem plano de manejo, sendo que uma delas possui apenas um instrumento de gestão e não um plano propriamente dito (Tabela 5).

Tabela 5 - UC Estaduais e seus respectivos biomas.

UC NO PAMPA	PLANO DE MANEJO
Parque Estadual de Itapuã	Sim, em 1996.
Parque Estadual do Espinilho	Sim, em 2012.
Parque Estadual do Podocarpus	Não possui.
Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico	Não possui.
Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos	Não possui.
Reserva Biológica do Ibirapuitã	Possui um instrumento de gestão embora não tenha um plano, 1998.
Reserva Biológica do São Donato	Não possui.
Parque Nacional da Lagoa do Peixe	Não possui.
Estação Ecológica do Taim	Não possui.

Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (SEMA, 2021).

Neste contexto, o bioma Mata Atlântica possui maior quantidade de UC em comparação ao bioma Pampa. Isto está relacionado ao contexto histórico de necessidade de proteção. A relevância ambiental procede nos dois biomas, com vistas ao patrimônio cultural associado à biodiversidade existente no Pampa e da atual expansão da silvicultura e sojicultura nesse Bioma. Uma maior quantidade de UC no bioma Pampa seria necessária para efetivar a real proteção e/ou conservação ambiental deste patrimônio.

3.8 Unidades de conservação instituídas antes e após o SNUC

Ao todo, foram apenas 4 unidades criadas após a instituição do sistema no estado do Rio Grande do Sul, sendo elas todas instituídas pelo Estado, ambas de proteção integral: Parque Estadual Itapeva, Refúgio da Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, Parque Estadual Quarta Colônia, Refúgio da Vida Silvestre Banhado do Maçarico, perfazendo apenas 1,65 % do total de unidades de conservação, federais e estaduais, que é de 727.653,06 hectares.

Do grupo de proteção integral, tem-se 26 unidades das 33 unidades existentes no Estado, o que corresponde a aproximadamente 79 % (78,78 %) das unidades de conservação que o Estado possui.

É relevante ressaltar que todas as unidades que foram instituídas no estado do Rio Grande do Sul, após a criação do Sistema, são do grupo de proteção integral, ou seja, não admitem a manutenção dos ecossistemas por

intervenção humana, ou seja, há uma restrição maior quanto ao uso dessas unidades.

No entanto, as unidades do grupo de uso sustentável foram instituídas antes da criação do sistema, como: Floresta Nacional São Francisco de Paula (1968), Floresta Nacional de Canela (1968), Floresta Nacional de Passo Fundo (1968), Área de Proteção Ambiental Ibirapuitã (1992), Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí (1975), Área de Proteção Ambiental Rota do Sol (1997), Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande (1998). Nota-se que essas unidades de uso sustentável são da categoria de Floresta Nacional e de Área de Proteção Ambiental.

As florestas Nacionais são unidades que permitem certo grau de exploração das florestas, desde que esse o seja feito de modo sustentável (Art.17. SNUC). Além dessa característica principal, a posse e o domínio público (§º1, Art.17. SNUC), podendo ser desapropriadas conforme disposição legal.

Já as Áreas de Proteção Ambiental, podem ser constituídas tanto de terras públicas como terras privadas (Art.15, §1º), sendo permitido um certo grau de ocupação humana, desde que esta ocupação tenha objetivos de proteger a diversidade biológica e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. (Art.15). Na tabela 6, encontram-se os grupos com suas respectivas categorias.

Tabela 6 – Categorias X Domínio - Grupo UC.

GRUPO DE USO SUSTENTÁVEL		GRUPO DE PROTEÇÃO INTEGRAL	
Categoria	Domínio	Categoria	Domínio
Área de Proteção Ambiental (art.15).	Terras públicas ou privadas.	Estação Ecológica (Art.9).	Posse e domínio públicos.
Área de Relevante Interesse Ecológico (Art.16).	Terras públicas ou privadas.	Reserva Biológica (Art.10).	Posse e domínio públicos.
Floresta Nacional (Art.17).	Posse e domínio públicos.	Parque Nacional (Art.11).	Posse e domínio públicos.
Reserva Extrativista (Art.18).	Domínio público.	Monumento Natural (Art.12).	Pode ser constituído por áreas particulares, desde que (...).
Reserva de Fauna (Art.19).	Posse e domínio públicos.	Refúgio de Vida	Pode ser constituído por áreas particulares, desde que (...).

		Silvestre (Art.13).	
Reserva de Desenvolvimento Sustentável (Art.20).	Domínio público, se, em áreas particulares devem ser desapropriadas.		
Reserva Particular do Patrimônio Natural (Art.21).	Área privada, gravada com perpetuidade.		

Fonte: Elaboração própria, dados adaptados de (BRASIL, 2000), (MMA, 2021), (SEMA, 2021).

Embora todas as unidades de conservação instituídas pelo estado do Rio Grande do Sul sejam da categoria de proteção integral, elas não são de propriedade do Estado, ou seja, apenas estão sendo utilizadas por ele através do instrumento de posse e domínio público, ou seja, o Estado não tem a propriedade desses imóveis, fazendo com que, em muitos casos, os proprietários dessas áreas se sintam lesados por não poderem usufruir da propriedade como gostariam, pois, precisam respeitar a posse indireta do Estado.

Essa situação faz com que muitas dessas áreas não acabem sendo protegidas de modo integral, como previsto no SNUC, por haver uma certa dificuldade/resistência desses proprietários quanto à obrigação de auxiliar o Estado na proteção integral dessas áreas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As unidades de conservação geram benefícios diretos para toda a sociedade, protegendo mananciais de água, ajudando a regular o clima, contendo erosões, oferecendo oportunidades de lazer com apreciação de paisagens únicas, mantendo riquezas culturais e trazendo alternativas econômicas sustentáveis de desenvolvimento (ARAÚJO, RODRIGUES e SANTOS, 2019).

Nas Unidades de Conservação Federais no RS, ao todo, são 10 (dez) UC federais que foram instituídas no Estado, criadas antes da data de criação do SNUC. No ano de 1968, foram instituídas 3 (três) unidades de conservação no

bioma Mata Atlântica da categoria de Floresta Nacional do grupo de uso sustentável.

Nas Unidades de Conservação Estaduais no RS, ao todo, são 23 (vinte e três) UC estaduais que foram instituídas. A maior parte se encontra no bioma Mata Atlântica, 12 (doze) unidades, já no bioma Pampa, 7 (sete) unidades instituídas. Das 23 (vinte e três) UC instituídas pelo Estado, 19 (dezenove) foram criadas antes da criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Também, foi possível observar que não houve um aumento significativo no número de UC após a criação da Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2020, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.

É importante ressaltar que todas as UC que foram instituídas no RS após a criação do Sistema são do grupo de proteção integral, ou seja, não admitem a manutenção dos ecossistemas por intervenção humana. Já as unidades do grupo de uso sustentável foram instituídas antes da criação do sistema.

Nota-se que embora tenha sido criado um sistema para a instituição de unidades de conservação, não houve qualquer acréscimo significativo ao número de unidades, inclusive o fato de terem sido instituídas apenas unidades de proteção integral, aquelas em que não há previsão de intervenção humana em seu ecossistema, pode-se afirmar que houve um interesse em proteger o ecossistema em si através da preservação, da realização de pesquisas científicas do desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, e de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Portanto, há uma tendência em não mais se permitir a utilização de recursos ambientais, mesmo que compatibilizado com os objetivos a qual foi criada.

Existem muitos problemas a serem superados para que o Sistema Nacional de Unidades de Conservação seja consolidado. Muitos autores citam a falta de planejamento a longo prazo, a pressão de uso sobre os recursos naturais, dificuldade na preservação dos processos que mantêm a diversidade biológica, conflitos com as populações humanas que vivem no interior e no entorno das UC, a necessidade de recursos humanos para fiscalizá-las e o aporte mais significativo de recursos financeiros (GARAY e BECKER, 2006).

A identificação dessa nova tendência de proteção integral deve ser melhor estudada, visto que, das unidades criadas, duas delas tem o objetivo de proteger a fauna e flora local, proporcionando condições para a reprodução de espécies

ou de comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória - Refúgio da Vida Silvestre Banhado dos Pachecos (2002) e Refúgio da Vida Silvestre Banhado do Maçarico (2014).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Fundação de Amparo à pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. F. S.; RODRIGUES, C. G. D. O.; SANTOS, F. P. D. Desafios no financiamento da conservação da natureza no Brasil. **Desafios do desenvolvimento - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1062&catid=29&Itemid=34 %3E.>.
- BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação SNUC. **Planalto**, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 18 Agosto 2021.
- DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. D. A.; OLIVEIRA, D. D. Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. **Conservação da Biodiversidade. Legislação e Políticas Públicas**, 2010. Disponível em: <https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/28053/mod_resource/content/1/Drummond_et_al_2010_UC_legislacao_historico.pdf>. Acesso em: 25 junho 2021.
- GARAY, I.; BECKER, B. K. Dimensões humanas da biodiversidade: o desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI. **Singularidades do sistema de áreas protegidas no Brasil e sua importância para a conservação da biodiversidade e o uso sustentável de seus componentes.**, 2006. 159-184.
- IBGE. Geociências. **Informações Ambientais**, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 14 junho 2021.
- ICMBIO. Ministério do Meio Ambiente, ICMBio. **Mapa Temático e Dados Geoestatísticos das Unidades de Conservação Federais**, 2019. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s>>. Acesso em: 03 Janeiro 2021.
- ICMBIO. Ministério do Meio Ambiente. **Planos de Manejo**, 2021. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/planos-de-manejo>>. Acesso em: Junho 2021.
- MITTERMEIER, R. A. *et al.*, Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. **Conservation International**, Washington, 2005. Disponível em: <<https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/distributed/H/bo3707156.html>>. Acesso em: Junho 2021.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Pampa**, 2014. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biomas/pampa.html>>. Acesso em: Junho 2021.
- MMA. Mata Atlântica. **Ministério do Meio Ambiente**, 2020. Disponível em: <[https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atl %C3 %A2ntica_emdesenvolvimento.html](https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atl-%C3%A2ntica_emdesenvolvimento.html)>. Acesso em: Junho 2021.

MMA. Ministério do Meio Ambiente - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo**, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/visite-as-unidades-de-conservacao-federais>>. Acesso em: 14 junho 2021.

MYERS, N. *et al.*, Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, , 24 Fevereiro 2000. 403(6772):853-8.

PICOLLI, L. R.; SCHNADELBACH, C. V. []. O Pampa em disputa: a biodiversidade ameaçada pela expansão da monocultura das árvores, 2007. Disponível em: <<https://pt.calameo.com/read/000073590f70a4d9d6129>>. Acesso em: Junho 2021.

PILLAR, V. D. P. *et al.*, Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília/DF, 2009. Disponível em: <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Livros/CamposSulinos.pdf>>. Acesso em: junho 2021.

PINTO, L. P. S. *et al.*, Mata Atlântica: ciência, conservação e políticas. **Documentos Ambientais. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**, São Paulo, Caderno n.º15 - Mata Atlântica, n. Ciência, conservação e políticas públicas, 1997. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_15.pdf>. Acesso em: Julho 2021.

QGIS. Quantum Gis. **A Free and Open Source Geographic Information System**, 2021. Disponível em: <<https://www.qgis.org/en/site/>>. Acesso em: julho 2021.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos**, 2002. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/refugio-de-vida-silvestre-banhado-dos-pachecos>>. Acesso em: junho 2021.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico**, 2014. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/refugio-de-vida-silvestre-banhado-do-macarico>>. Acesso em: junho 2021.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Unidades de Conservação Estaduais**, 2021. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-estaduais>>. Acesso em: 12 julho 2021.

SOS MATA ATLÂNTICA, F. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. **Relatório Técnico**, Brasil, 2017-2018. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Atlas-mata-atlantica_17-18.pdf>. Acesso em: Junho 2021.

CAPÍTULO 06

PERCEPÇÕES SOBRE O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NOS DOMICÍLIOS DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19

Caren Wilsen M. Coelho Wanderley

Débora da Silva Rodrigues

Jéssica El Koury Santos

Igor Borges Rocha

Andréa Souza Castro

Diuliana Leandro

Luciara Bilhalva Corrêa

RESUMO: O desordenado crescimento das cidades brasileiras, associado ao consumo em larga escala, produz uma exacerbada quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos. Durante quarentena, muitas pessoas passaram a trabalhar no regime home office, a fim de diminuir a propagação do vírus da COVID-19, resultando aumento de volume de lixo produzido nas residências. O presente estudo tem por objetivo realizar uma investigação das percepções da população sobre o reaproveitamento de resíduos orgânicos e reparação do lixo em suas residências, durante a pandemia do COVID-19. Foi utilizada a metodologia de questionário (10 questões fechadas e 2 semiabertas) de acordo com o método de Gil (1999). O questionário elaborado foi encaminhado via redes sociais para a comunidade em geral. Obteve-se 100 repostas em 48 horas. Observou-se, nas respostas, que 72 % dos entrevistados fazem o descarte e a separação adequada dos próprios resíduos gerados em sua residência. No entanto, uma questão ainda fica evidente, muitos deixam de fazer em algum momento. Constata-se que o Brasil precisa melhorar consideravelmente no quesito descarte de resíduos, com a efetivação de maiores campanhas e programas de educação ambiental, com divulgação eficiente nos meios de comunicação: televisão, rádio e internet.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos; Compostagem; Educação Ambiental; Lixo Residencial.

ABSTRACT: The disorderly growth of Brazilian cities associated with large-scale consumption produces an exacerbated amount of Urban Solid Waste. During quarantine, many people started working from home, in order to reduce the spread of the COVID-19 virus, resulting in an increase in the volume of garbage produced in homes. The present study aims to carry out an investigation of the population's perceptions about the reuse of organic waste and repair of garbage in their homes, during the COVID-19 pandemic. The questionnaire methodology was used (10 closed and 2 semi-open questions) according to the method of Gil (1999). The questionnaire prepared was sent via social networks to the community in general. 100 responses were obtained in 48 hours. It was observed in the answers that 72 % of the interviewees make the proper disposal and separation of their own waste generated in their residence. However, one issue is still evident, many fail to do at some point, Brazil certainly needs to improve considerably in the waste disposal issue, with the implementation of greater

environmental education campaigns and programs, with efficient dissemination in the media: television, radio and internet.

KEYWORDS: Solid Waste; Composting; Environmental Education; Residential Waste.

1. INTRODUÇÃO

O consumo humano desordenado nas cidades brasileiras gerou um aumento significativo na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), principalmente os de origem domiciliar e de limpeza pública urbana (SILVA, 2021a). Segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, em 2019 foram gerados 79 milhões de toneladas de RSU, um acréscimo de quase 1 % em relação ao ano anterior. Desses resíduos, 45,3 % são formados por matéria orgânica (MO) (MMA, 2020; ABRELPE, 2019).

Embora a maior parte da fração orgânica seja coletada no país, 40,5 % seguem para descarte inadequado, sobretudo para lixões. Esse descarte inviabiliza a aproveitamento adequado dessa fração orgânica, pois ao se misturar ao lixo comum, torna-se chorume tóxico composto também por metais pesados, gerando contaminação do solo e emissão de gases de efeito estufa e promovendo uma preocupação ambiental eminente (MMA, 2020; CHIABI, 2017; ABRELPE, 2020; (SILVA, 2021b).

Em dezembro de 2019, inúmeros casos de pneumonia, de origem desconhecida, foram relatados na China, sendo anunciados em janeiro de 2020 como sendo causados por um novo tipo de Coronavírus, o (SARS-CoV-2). Esse vírus é definido como o agente causal da doença por Coronavírus, a COVID-19, e pode provocar uma síndrome respiratória aguda grave. Apesar das tentativas intensas e em larga escala de conter a doença na China, o vírus se espalhou pelo mundo em tempo recorde, sendo declarado como uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em março de 2020 (MORAIS; PROTÁSIO; VENTURA, 2021)

Durante a quarentena muitas pessoas passaram a trabalhar home office, o que gerou um aumento no volume de lixo produzido nas residências. De acordo com a ABRELPE (2020), estima-se que as medidas de isolamento social para conter a propagação do vírus causem aumento de 15 % a 25 % na quantidade de lixo residencial. Em decorrência desse aumento, a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo recomenda a compostagem doméstica como tratamento adequado e pontua a importância da separação prévia desse material nas residências (MINKE, 2020; SILVA, 2021).

Atualmente, os resíduos orgânicos são dispostos em aterros sanitários (método mais comum) ou recebem tratamento biológico. Entre os tipos de tratamentos biológicos destaca-se o tratamento anaeróbio com biodigestores e o tratamento aeróbio através da compostagem e reatores biológicos.

A compostagem é um processo de decomposição da fração orgânica dos resíduos, efetuada por microrganismos aeróbios, o qual ocorre em duas etapas: a degradação ativa, por meio de bactérias termofílicas e a maturação, através de bactérias mesofílicas. Dentre os subprodutos obtidos nesse processo, destaca-se o biofertilizante, produto natural que contém quase todos os macro e microelementos necessários à nutrição vegetal, que atua como um protetor natural das plantas cultivadas contra doenças e pragas, com menos danos ao ambiente e sem perigo para a saúde humana e pode ser usado em culturas anuais e perenes, em sistemas convencionais e orgânicos (FERNANDES, 2000; VITAL, *et al.*, 2018). Normalmente o processo de compostagem dura entre 90 à 120 dias, dependendo das condições do tempo (ABNT, 1996; SENAR, 2009, GOMES, 2021).

Também, os biofertilizantes se destacam por serem de alta atividade microbiana e bioativa, capazes de produzir maior proteção e resistência à planta contra o ataque de agentes externos (pragas e doenças), esses compostos quando aplicados, também atuam nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes no solo por serem de baixo custo e podem ser fabricados nas residências (VITAL *et al.*, 2018).

De acordo com Zand e Heir (2020), o manejo não sustentável de resíduos sólidos em muitos países em desenvolvimento os tornam mais vulneráveis à possibilidade de propagação do Coronavírus, por meio de práticas inadequadas de gerenciamento.

Atualmente, os efeitos da pandemia aos sistemas de gestão de resíduos sólidos estão em processo de investigação científica. Certamente, os materiais descartados incorretamente, como os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) contaminados, devem agravar os problemas ambientais e de saúde, se não forem gerenciados principalmente em países em desenvolvimento, que geralmente possuem estratégias insatisfatórias na gestão de resíduos (MORAIS; PROTÁSIO; VENTURA, 2021). Além disso, o atual período pandêmico gerou preocupação com a saúde mental da população. Estudos relatam a ocorrência

de sintomas psicológicos, distúrbios emocionais, depressão, estresse, irritabilidade, insônia e sintomas de estresse pós-traumático nas pessoas em quarentena, devido à insegurança provocada pelo vírus da COVID-19 (BARROS *et al.*, 2020).

Neste contexto, a Organização Mundial da Saúde - OMS divulgou, em seu guia, algumas recomendações relativas ao cuidado com a saúde mental, destacando a importância do desenvolvimento de atividades de ocupação, rotinas e tarefas regulares, envolvimento em atividades físicas e atividades lúdicas (NAÇÕES UNIDAS, 2020). De acordo com Silva (2021d) envolver-se em atividades de caráter socioambiental pode ser uma excelente ferramenta para manutenção do bem-estar físico e mental.

No âmbito da Educação Ambiental, a prática do plantio em horta pode ser considerada um instrumento de terapia, que engloba um processo de cuidado e cura do agravo, visando promover a prática voluntária e autônoma de hábitos alimentares saudáveis (BRASIL, 2012), aliado a compostagem é uma alternativa simples e econômica de aproveitamento dos resíduos orgânicos para fertilização do solo, que pode gerar benefícios diversos ao agricultor familiar e a comunidade em geral (OLIVEIRA, 2021a).

Diante disso, o presente estudo tem por objetivo fazer um levantamento de dados sobre as percepções da população sobre o reaproveitamento de resíduos orgânicos nas residências, bem como a separação do lixo, durante a pandemia do COVID-19.

1.1 Pandemia com ênfase na geração de resíduos e suas consequências

Em 31 de dezembro de 2019, a cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China, emitiu um alerta para uma sequência de casos de infecções respiratórias, logo essa cidade com pouco mais de 11 milhões de pessoas tornou-se o epicentro de uma infecção viral de fácil transmissão, denominada de coronavírus (SARS-CoV-2) (ARAÚJO, 2020).

Diante disso, o SARS-CoV-2 se propagou rapidamente, contaminando mais de 100 países nos cinco continentes, o que levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) no dia 11 de Março de 2020 identificar que o vírus constituía um risco de saúde pública de âmbito internacional e declarar a COVID-19 como

uma pandemia global, pedindo uma ação coordenada de combate à doença, impondo uma campanha simultânea de isolamento social (Fica em casa/Stay home) (CONJO, 2021).

Quanto ao contágio, pode ocorrer pelo ar ou pelo contato direto das pessoas através de gotículas de saliva, espirro, tosse e secreções que podem contaminar mãos e superfícies (OLIVEIRA, 2020b), podendo permanecer ativos nas superfícies e ambiente por mais de 24 horas (SILVA, 2021c). Sendo o SARS-CoV-2 um vírus de alto risco de transmissão que possuem capacidade de transmissão via respiratória e causam patologias potencialmente letais em humanos e animais (ARAÚJO, 2020).

Em síntese, os principais sinais e sintomas provocados pela SARS-CoV-2 incluem febre, tosse e dificuldade para respirar e sintomas gastrointestinais, como diarreia, vômitos e dor abdominal também foram relatados para a COVID-19, assim como reinfecções por outras variantes do coronavírus (OLIVEIRA, 2020d). Sendo que os casos mais graves evoluem para síndrome respiratória aguda leve (cerca de 80 % dos contaminados) a casos muito graves com insuficiência respiratória (5 % a 10 %) (SILVA, 2020c). A letalidade também é variável e o comportamento do vírus pode variar entre países, regiões, a idade e condições de saúde do indivíduo (ARAÚJO, 2020; CONJO, 2021).

Por essa razão, a abordagem dos governos para combater o coronavírus variou e as medidas adotadas, com objetivo de controlar a pandemia, gerou impactos positivos e negativos ao meio ambiente, visto que a maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial está intrinsecamente relacionado com o meio ambiente (AUAD, *et al.*, 2021).

Decerto, que essa pandemia impôs uma série de mudanças na vida das pessoas por todo o mundo, além de intensificar as preocupações econômicas e sociais, trouxe destaque para o agravamento de problemas ambientais oriundos da geração excessiva de resíduos sólidos (JOSÉ; FELISARDO, 2021).

De fato, a problemática que envolve o gerenciamento de resíduos sólidos é um grande desafio para a sustentabilidade, por isso, tem sido alvo de discussões em todo planeta nas últimas décadas, visto que os resíduos, independentemente de suas variações, quando descartados de forma incorreta, são considerados um grave problema para o meio ambiente e

consequentemente ao homem, que pode ser acometido por diversas doenças oriundas do mau gerenciamento de resíduos (AUAD, *et al.*, 2021).

Os locais com pouco ou nenhum acesso ao serviço de saneamento básico são diretamente afetados pelas Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), que são doenças virais, parasitárias, bacterianas, dentre outras. Logo, nesses locais a relação entre saúde e saneamento básico é intrinsecamente relacionada. Além disso, o aumento de incidências destas doenças intensificam a instalação de vetores contaminantes a água, esgoto e solo (ROSA *et al.*, 2021).

Um exemplo disso é a diarreia que, com mais de quatro bilhões de casos por ano, é uma das doenças que mais afligem a humanidade na atualidade, e ainda é causa de morte com cerca de 30 % das mortes de crianças com menos de um ano de idade, sendo um dos principais motivos dessa significativa letalidade as condições inadequadas de saneamento básico (AUAD, *et al.*, 2021).

Por esses e outros motivos já abordados, a pandemia, além de intensificar os problemas já existentes, desenvolveu uma crise de saúde que rapidamente evoluiu para uma ameaça econômica, social e ambiental, representando um desafio sem precedentes para os governos em todo o mundo que desafiou os sistemas de saúde dos países desenvolvidos e, principalmente dos países em desenvolvimento (ARAÚJO, 2020; FELISARDO, SANTOS, 2021).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010, tornou-se uma importante ferramenta diante da pandemia de 2020, pois direcionou ações de planejamento, gestão e gerenciamento dos resíduos gerados frente a essa situação emergencial (AUAD, *et al.*, 2021). Com isso, é indispensável chamar a atenção das diferentes esferas da sociedade quanto à conscientização dos riscos e vantagens obtidas mediante a adoção de medidas ambientais corretas, com o propósito de estancar a propagação do vírus em todo planeta (CONJO, 2021; FELISARDO; SANTOS, 2021).

Contudo, são necessárias mudanças no padrão de geração e descarte de resíduos durante e após a pandemia do COVID-19 definindo novos desafios para a gestão adequada dos resíduos sólidos, de modo que as implicações significativas e principalmente negativas geradas pelo SARS-COV-2 possam ser reduzidas através de mecanismos que promovam o desenvolvimento

sustentável como forma de recuperação econômica, social e ambiental (AUAD, *et al.*, 2021).

1.2 Consumo de produtos alimentícios no período da pandemia

Durante o período de quarentena, a maioria dos países desenvolveu iniciativas para diminuir a propagação do vírus da COVID-19, o que, conseqüentemente, impactou a cadeia de alimentos em todo mundo (SILVA, 2021c). Diante disso, muitos estabelecimentos comerciais de refeições foram fechados e os supermercados passaram a implantar regras para acesso e aquisição de produtos, a fim de evitar o desabastecimento (OLIVEIRA, 2020b).

Nesse período, muitas pessoas passaram a trabalhar no regime home office, o que estimulou as compras online com entrega domiciliar. (ZAMBRANO-MONSERRATE; RUANO; SANCHEZ-ALCALDE, 2020). Especificamente, o comércio de alimentos online testemunhou um aumento explosivo na demanda, o que proporcionou o aumento do lixo orgânico e conseqüentemente o inorgânico (GALANAKIS, 2021).

Decerto, os setores que mais se beneficiaram dos desafios provindos da COVID-19 incluem as empresas que produzem alimentos não perecíveis e empresas de alimentos processados. Devido ao pânico na compra durante o isolamento, os consumidores acabaram desenvolvendo novos hábitos e adquirindo produtos que não haviam comprado antes, como refeições prontas a seco e congeladas, produtos reidratados, refeições prontas à base de vegetais, fontes alternativas de proteína à carne, produtos lácteos, dentre outros. Acredita-se que a demanda por esse tipo de produto aumente nos próximos anos (GALANAKIS, 2021).

Estudos recentes relataram que o confinamento se associou a uma mudança marcante no estilo de vida (IZZO, 2021). Considerando o longo tempo que o vírus levará para diminuir, o impacto no comportamento relacionado ao estilo de vida provavelmente se tornará significativo. Por isso, são necessárias novas soluções de embalagens sustentáveis devido ao rápido aumento da necessidade de alimentos embalados (GALANAKIS, 2021).

Essas mudanças comportamentais relacionadas ao COVID-19 foram observadas e incluem uma maior ingestão de energia, pois a comida tende a

trazer conforto às pessoas em condições de estresse. É sabido que alimentos ricos em carboidratos simples possuem um efeito positivo no humor e reduzem o estresse devido o aumento na produção de serotonina (IZZU, 2021).

De modo geral, a crise está afetando a qualidade da alimentação humana devido ao aumento no consumo de alimentos altamente processados e redução no consumo de frutas e vegetais frescos, por estarem menos disponíveis e mais caros nas cadeias de abastecimento convencionais (O'HARA; TOUSSAINT, 2021).

Em estudo realizado por Iso (2021), constatou-se que houve um aumento de 81,3 % em relação ao consumo de produtos congelados, também se comprovou que houve uma reação instintiva em acumular alimentos através da compra de produtos de maior durabilidade como enlatados e ultraprocessados, gerando conseqüentemente maior desperdício e geração de resíduos.

E, no Brasil, um estudo também evidenciou aumento no consumo de alimentos ultraprocessados no período da quarentena, especialmente guloseimas. Este estudo aportou significativas mudanças no hábito alimentar do brasileiro durante o isolamento, para evitar o contágio da COVID-10 (RAPHAELLI, *et al.*, 2021).

De fato, a população, como forma de proteção contra uma possível escassez, passou a armazenar mais alimentos processados e ultraprocessados, uma vez que estes têm menor perecibilidade, são práticos, de fácil acesso e, por vezes, com menor preço quando comparados aos alimentos in-natura. Embora, o acesso à alimentação equilibrada é necessária para o enfrentamento da doença (OLIVEIRA; ABRANCHES; LANA, 2020d).

Por outro lado, é importante adentrarmos sucintamente em outra esfera duramente afetada pela pandemia da COVID-19 que agravou o problema da insegurança alimentar e nutricional. De modo que quase todas as atividades humanas evitáveis ao ar livre cessaram no mundo, gerando recessão econômica e aumento da desigualdade social (O'HARA; TOUSSAINT, 2021).

E, isso se agravou sem os meios econômicos e físicos para adquirir alimentos à luz do isolamento social forçado, restrições de movimento, interrupções no fornecimento, perda de renda e aumento no preço dos alimentos (ALDACO *et al.*, 2020).

Em razão do enfraquecimento dos vínculos empregatícios, que já estavam debilitados diante da crise econômica atual, mas foram agravados pela pandemia, os mais afetados foram os grupos populacionais em vulnerabilidade socioeconômica, principalmente aqueles que residem em áreas risco e que compõem a massa de desempregados ou de subempregados no Brasil, e a população em situação de rua (OLIVEIRA, 2020b).

A saber, antes da COVID-19, mais de 800 milhões de pessoas já sofriam de insegurança alimentar e muitos milhões mais já viviam perigosamente perto da linha da pobreza (FAO, 2021) o que certamente aumentou após essa crise pandêmica. Por isso, é fundamental a inserção de ações pontuais que desenvolvam o combate ao COVID - 19 junto a preservação da segurança alimentar desses grupos populacionais que foram duplamente afetados pela pandemia do COVID-19 (OLIVEIRA, 2020b).

1.3 A importância da Educação Ambiental na disseminação de saberes sobre a forma correta de dispor e tratar os resíduos orgânicos

A maior parte dos impactos negativos que concorre para a crise ambiental estão relacionados à percepção equivocada que os seres humanos possuem sobre os resíduos sólidos, que são, erroneamente, confundidos com lixos. Agregado a essa problemática, estão padrões de produção insustentáveis (SILVA, *et al.*, 2021c).

E, mesmo com toda informação e sensibilização sobre a Educação Ambiental (EA), ainda há muito descarte inadequado de resíduos sólidos, sobretudo os sólidos orgânicos (ARAÚJO, 2020).

Nesse sentido, é essencial que os resíduos orgânicos, sejam separados dos outros tipos de resíduos e não sejam descartados em aterros sanitários, antes sejam enviados para tratamentos adequados (ARAÚJO, 2020).

De acordo com a ABRELPE (2020), houve uma estagnação nos índices de reciclagem. Embora haja várias ações, campanhas e iniciativas para alavancar o setor e viabilizar o aproveitamento dos materiais descartados, o mercado ainda é frágil e apresenta várias dificuldades logísticas e tributárias. Segundo essa Associação, é necessária que a estruturação desses sistemas seja definida por lei, já que no período de uma década só houve mudanças satisfatórias, onde houve obrigatoriedade definida pelo PNRS.

É neste contexto de mudanças e transformações que a EA se torna indispensável, pois modifica a percepção equivocada quanto a padrões de produção e consumo (SILVA, 2020d). No Brasil, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) foi instituída em 1999 e tem como um dos seus objetivos “o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos” (BRASIL, Art. 5º, I, 1999, online).

Logo, a EA pode ser compreendida como a responsabilidade que cada cidadão toma para si, ao mesmo tempo, gera valor para toda coletividade, sendo adquirida pela construção de valores e atitudes socioambientais através de conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a preservação do meio ambiente (OLIVEIRA, 2019e; MENZES; DE MIRANDA, 2021).

Em suma, existem diversas maneiras para realizar a EA, dentre essas destacam-se as reuniões a nível dos bairros, distribuição de folhetos, campanhas e mutirões de limpeza nos bairros e comunidades, uso dos meios de comunicação social e até cartazes nos locais de aglomeração e de despejo de resíduos (CONJO, 2021).

Decerto, se a construção do conhecimento sobre a EA ocorrer de forma dinâmica, contextualizada e lúdica em diversas áreas da sociedade, pode proporcionar reflexões críticas por parte dos envolvidos quanto às questões que afetam o ambiente que vivem, e através disso incentivar na tomada de decisão permitindo, o debate e melhoria do processo de gestão de resíduos sólidos em geral (SILVA, *et al.*, 2020; (MARIA *et al.*, 2020)

Os dados publicados no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, ao longo da última década, demonstram que a carência de recursos para custear as operações do setor é crônica e afeta diretamente a execução, ampliação e modernização dos serviços, num período em que o aumento da geração de resíduos foi considerável. Sendo o sudeste do Brasil responsável por quase 50 % da geração de resíduos do país, a destinação inadequada gera prejuízo de 1 bilhão de reais ao ano.

Decerto, que a escassez nos investimentos em programas e projetos de EA, é um problema persistente e enquanto não sanado, resultará em mais

desperdícios financeiros e ambientais, até que se tais impactos se tornem irreversíveis no meio ambiente (SILVA, 2021d).

Sendo recomendado, por diversos autores, a introdução de conceitos de EA para crianças das séries iniciais, pois é nesse período que se destaca a importância do processo de aprendizagem construído através das vivências com os fenômenos que ocorrem à sua volta, e deve ser alicerçado por conceitos científicos pertinentes (OLIVEIRA, 2019e).

Assim, as estratégias de EA devem ser seguidas a partir das condições econômicas, sociais e ambientais do país, sendo que o mais valioso é se concentrar em ações simples e fáceis de serem executadas por todas as esferas da sociedade (SOUZA, 2020; ARAÚJO, SILVA, 2020).

A partir disso, é possível compreender que a problematização das questões ambientais estará sempre carregada de um caráter social, político e econômico de expressiva importância multidisciplinar (OLIVEIRA, 2019e).

E isso, além de ser um dever de todos os segmentos sociais em busca de meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, é um direito previsto na Constituição Brasileira de 1988, que diz que a qualidade de vida seja garantida para as atuais e futuras gerações (SILVA *et al.*, 2020d).

Sobretudo, é importante que a população tenha consciência das ações e utilize os meios de comunicação em prol da gestão de resíduos sólidos, colaborando com a coleta seletiva de forma responsável e segura. E, principalmente, ao findar da crise, possam continuar dedicadas no seu papel de cidadão contribuindo na gestão integrada de resíduos sólidos (ARAÚJO; SILVA 2020c).

Sendo assim, é através da EA, que o indivíduo se torna apto a assumir o papel de protagonista na construção do desenvolvimento sustentável e construir com ética e respeito o futuro daqueles que ainda não nasceram e de todos os seres vivos, em geral (SILVA, *et al.*, 2020d).

2. METODOLOGIA

O procedimento adotado para a realização desta pesquisa consiste em apresentar os resultados de um questionário online, realizado com objetivo

entender a percepção de um grupo de pessoas sobre o reaproveitamento de resíduos orgânicos, bem como a separação do material orgânico e reciclável em suas residências, durante a pandemia do COVID 19.

Essa pesquisa é classificada como pesquisa quantitativa, de caráter exploratório e foi realizada entre os meses de outubro e novembro de 2021. A técnica metodológica empregada para obtenção dos resultados foi o questionário, de acordo com Gil (1999), é um conjunto de questões que são submetidas a diferentes grupos de pessoas, com o intuito de obter como resultado informações pertinentes, sobre um determinado assunto específico e apresenta diversas vantagens como o alcance de um grande número de pessoas, mesmo em grandes distâncias geográficas; redução de gastos para obtenção dos resultados; garantia sobre anonimato das respostas obtidas; possibilidade do entrevistado responder no momento e lugar que achar mais adequado e expor sua opinião pessoal, sem causar influência da pessoa que elaborou o questionário.

No intuito de se identificar a temática que originou esse trabalho, foi desenvolvido um questionário, através da elaboração de 10 questões fechadas e 2 semiabertas, que foi elaborado na plataforma Google Forms, e encaminhado para respostas por redes sociais como Instagram, Facebook e via WhatsApp.

Devido ao período pandêmico, optou-se pelo questionário online via Google Forms, um aplicativo que permite criar formulários personalizados, por meio de uma planilha no Google Drive com opções de respostas nos formatos múltipla escolha, checkbox, dentre outras. (GOOGLE, 2017). Além disso, esse modelo é interessante pela praticidade, pois é possível enviá-lo aos respondentes através de um link, as respostas obtidas são agrupadas em uma planilha dentro da estrutura Google e os resumos das respostas se apresentam em gráficos, a fim de melhorar a visualização e compreensão dos resultados (MOTTA, 2019).

Anteriormente à aplicação do questionário, foi realizado o pré-teste, de modo a verificar possíveis erros pré-existentes e conforme recomendação de Gil (1999). Quanto ao período de permanência do questionário aberto para resposta dos alunos, servidores e comunidade em geral, foi até se atingir 100 respostas válidas. As questões contidas no questionário, podem ser observadas logo abaixo na Tabela 1.

Tabela 1 - Questionário sobre as percepções de reaproveitamento de resíduos orgânicos nos domicílios durante a pandemia do COVID-19.

Questões contidas no questionário	Alternativas para respostas
1 Qual sua idade?	Menos que 20 anos 20 a 30 anos 30 a 40 anos 40 a 50 anos Mais de 50 anos
2 Você mora em Pelotas?	Sim Não
3 Você possui algum vínculo com a UFPEL?	Sim Sim, servidor Não
4 Atualmente você faz a separação de lixo reciclável e orgânico em sua residência?	Sim, faço Não
5 Você percebeu que aumentou a quantidade de lixo em sua residência durante a Pandemia?	Sim Não
6 Se sim, qual tipo de "lixo" mais aumentou?	Resíduos orgânicos (restos de alimentos) Papel e papelão Plásticos Vidros Metais Não teve aumento
7 Na cidade ou bairro em que reside, há algum tipo de coleta específica para resíduos orgânicos?	Sim Não
8 Já ouviu falar sobre compostagem?	Sim Não
9 Se sim, onde?	Faculdade Associação de moradores Prefeitura Condomínio Outro
10 Você sabia que através da compostagem é possível produzir fertilizante orgânico, eletricidade e combustível através de uma tecnologia sustentável que não polui o ambiente?	Sim, eu sabia Não, nunca ouvi falar Já ouvi falar, mas nunca me explicaram
11 Você gostaria de ter conhecimento sobre o manejo dos resíduos orgânicos na sua residência através da Educação Ambiental?	Não tenho interesse Tenho interesse através de um curso online Tenho interesse através de

	uma disciplina da universidade
	Outros
12 Você acha que a educação ambiental pode auxiliar no melhor aproveitamento de resíduos orgânicos nas residências?	Sim
	Não
	Talvez
	Outro

Fonte: Elaboração própria, 2021.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas iniciaram às 12h33mm, do dia 19 de novembro de 2021, e encerraram às 12h27mm, do dia 21 de novembro de 2021, completando as 100 respostas válidas previstas na metodologia deste trabalho e os resultados obtidos foram discutidos individualmente.

Conforme o resultado obtido no questionário, verificou-se que a maioria dos indivíduos que se dispuseram a responder todas as questões, possuíam de 20 a 30 anos de idade, sendo um total de 39 pessoas, representando 39 % das amostras. Logo em seguida, foram encontrados valor de 35 pessoas com faixa etária entre 30 e 40 anos, 15 pessoas com idade entre 40 e 50 anos, 8 pessoas na faixa etária atribuída a maiores de 50 anos, o menor número encontrado foi de 3 pessoas, que apresentaram idade etária inferior a 20 anos.

Das 100 pessoas que responderam ao questionário, 66 pessoas delas, residem na cidade de Pelotas – RS, e 44 % das pessoas residem em outras localidades. Com aproximadamente metade das respostas providentes de outras localidades, foi constatado um ponto positivo, pois o trabalho conseguiu alcançar, em pouco tempo de avaliação, habitantes da cidade de Pelotas (RS) onde começou a construção do estudo, assim como habitantes de outras regiões interessadas no estudo.

A metodologia questionário, presente no estudo, se mostrou positiva pelo alcance que pode chegar, pois segundo Gil (1999), uma das vantagens da metodologia questionário, se evidencia nas respostas colhidas por habitantes de diferentes localidades, em pequenas, médias e grandes distâncias geográficas.

Para conseguir uma abordagem mais ampla, a questão contemplou pessoas que tinham vínculo com a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e

pessoas que compõem a comunidade em geral. Com a análise dos resultados, foi possível encontrar pessoas que não estudam, não trabalham e não residem na cidade de Pelotas – RS, mas gostaram do tema de pesquisa e decidiram responder todas as questões referentes ao reaproveitamento de resíduos orgânicos nos domicílios durante a pandemia do COVID-19.

Os valores encontrados foram os seguintes: 62 pessoas, não apresentam nenhum vínculo com a (UFPEL), mas entre esses valores, 36 residem na cidade de Pelotas – RS e 26 não são domiciliados no município. Foram encontrados 32 alunos da (UFPEL), entre eles 24 morando na cidade de Pelotas – RS e 8 morando em outros municípios. E, finalmente, foram encontrados 6 servidores da (UFPEL), domiciliados em Pelotas – RS, que responderam todas as 12 perguntas do questionário.

Diante dos resultados obtidos na questão, foi observado que o maior número de respostas foi atribuído às pessoas que são moradores do município de Pelotas – RS, localidade que se encontra estabelecida a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

A Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), com ajuda da comunidade pelotense, construiu o projeto de hortas urbanas, onde conforme UFPEL (2021), a proposta tem como objetivo incentivar e organizar um número adequado de hortas orgânicas para população do município de Pelotas –RS. No projeto, são reaplicadas tecnologias sociais, selecionadas e de baixo custo, sendo englobado no processo a compostagem, adubação verde, canteiros com garrafas pet, caldas para controle de insetos e doenças, coleta de água da chuva e manejo com plantas medicinais.

Ao serem questionados sobre a separação de lixo em casa entre recicláveis e orgânicos, como resultado, dos 100 participantes, 72 pessoas afirmam fazer a separação do lixo entre reciclável e orgânico, seguido de 25 participantes que já fizeram em algum momento, mas hoje não fazem mais e apenas 3 indivíduos nunca fizeram essa separação.

Por isso, é necessária a conscientização da população sobre as formas de separação do lixo e reutilização de materiais recicláveis para que às agressões que o ambiente vem sofrendo ao longo dos anos, principalmente com o acúmulo de lixo nos aterros e terrenos baldios, seja minimizado ou até mesmo

irradicado. O excesso de lixo acarreta graves prejuízos ao meio ambiente e a qualidade de vida da população (ALVES, 2012).

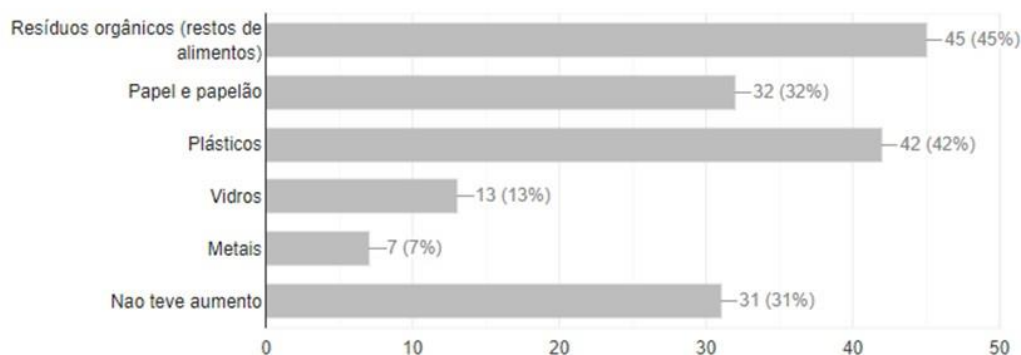
De acordo com as projeções de geração de resíduos sólidos urbanos no país, realizada pela ABRELPE (2020), estima-se que até 2050, o Brasil terá um aumento de quase 50 % no montante de RSU, em comparação ao ano de 2019, de modo que para o mesmo período temporal, esta projeção também prevê um crescimento populacional de 12 %.

Dos entrevistados, 66 % disseram que houve um aumento na produção de lixo durante o período da pandemia e 34 % relataram que não houve aumento, isso ocorre pelo fato que com o comércio e restaurantes fechados, as pessoas passaram a consumir mais produtos em casa, principalmente no que se refere a produtos alimentícios entregues em embalagens, estes que não são reaproveitados e acabam sendo descartados no lixo (WEBER; CENCI, 2021). O surto causado por uma variação do Coronavírus (COVID-19) marcou o ano de 2020, gerando, dessa forma, um novo panorama mundial, o que obrigou a população a adotar uma série de novos hábitos, como a adesão da quarentena. Com uma maior quantidade de horas da população em casa, o consumo de energia e de água, além de uma maior produção de resíduos, foi consideravelmente ampliado (OLIVEIRA *et al.*, 2020b). Contudo, a epidemia do Coronavírus trouxe um aumento de aproximadamente 20 % de lixo hospitalar e 25 % residencial, isto é, até 10 vezes mais do que era produzido anteriormente à pandemia.

Figura 1 - Referente ao tipo de “lixo” que mais aumentou durante o período da Pandemia do COVID-19

6. Se sim, qual tipo de “lixo” mais aumentou?

0 / 100 respostas corretas



Fonte: Autores, gerado pelo GOOGLE FORMS, 2021.

Baseado nas respostas, observou-se que o tipo de lixo que mais aumentou nas residências foram os resíduos orgânicos (45 %), seguido de plásticos (42 %), papel e papelão com 32 %, 31 % relataram que não houve aumento, depois 13 % disseram que o vidro aumentou e por fim os metais com 7 % (Figura 1).

Em 2016, o Brasil gerou cerca de 78,3 milhões de toneladas de RSU, com uma geração per capita em torno de 1 kg/hab./dia. Sendo que metade de todo volume gerado em ambiente urbano é proveniente de resíduos orgânicos, seguido por plástico 13 %, papel e papelão com 9 % e vidro e metal com 3 % cada, outros materiais somam 22 % (ABRELPE 2017; BRASIL 2017; GOMES 2021).

Além disso, a quarentena trouxe consequências para o meio ambiente no que se refere ao aumento do lixo, grande parte dele doméstico, contendo produtos feitos de plástico, o qual é um componente que demora cerca de 450 anos para se decompor, resultado do crescente consumo inconsciente que junto com a falta de coleta de lixo e reciclagens paralisadas, em grande parte do mundo, amplificaram o número de resíduos sólidos na natureza (WEBER; CENCI, 2021).

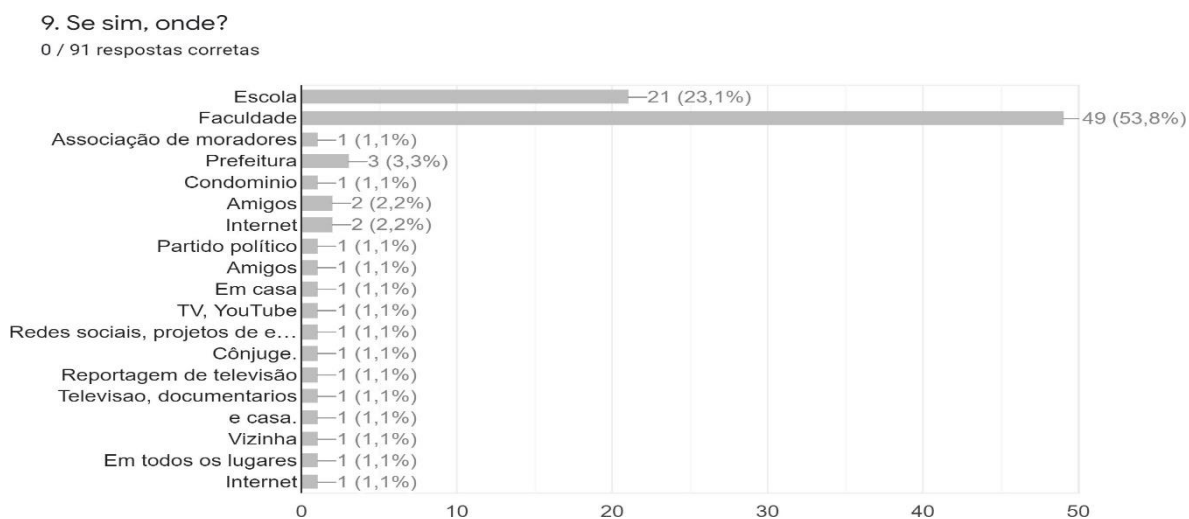
Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a implantação do plano de gerenciamento integrado, no qual a coleta seletiva é obrigação dos municípios e metas referentes à coleta fazem parte do conteúdo mínimo que deve constar nos planos de gerenciamento integrado de resíduos sólidos dos municípios.

Pode-se observar que a grande parte dos entrevistados (52 %) está consciente e tem o conhecimento da coleta seletiva para resíduos orgânicos. Silva (2021), relata que nos últimos anos ocorreu um avanço em relação à coleta, por outro ângulo analisou-se que 48 % dos entrevistados não conhecem a coleta seletiva de orgânicos. Segundo Coelho (2021), há uma falta de conscientização da população, há falta de programas de coleta seletiva e de reaproveitamento de materiais recicláveis e o descaso da gestão pública, dificultando o desenvolvimento de um modelo apropriado de gerenciamento de resíduos. Diante deste cenário, o objetivo é desenvolver uma proposta de coleta seletiva da fração orgânica domiciliar junto à comunidade do bairro, buscando uma ação coletiva em prol da consciência ecológica.

Dos 92 % entrevistados que já ouviram falar sobre a compostagem em algum momento, contra 8 % que declararam não conhecer esse processo de tratamento para resíduos orgânicos. A compostagem é uma técnica simples e de baixo custo e provavelmente a seja o mais antigo sistema de tratamento biológico utilizado pelo homem, tendo sido utilizado pelas antigas civilizações como um método natural de reciclagem dos nutrientes (LIBÉRIO *et al.*, 2019).

De acordo com a Resolução n.º 481, de 3 de outubro de 2017 do Conama, compostagem é o processo controlado de decomposição biológica de resíduos orgânicos, realizado por um consórcio de diversos organismos, em condições aeróbias e termofílicas. Este processo resulta em um material estabilizado, com propriedades e características completamente distintas daqueles que lhe deram origem.

Figura 2 - Referente ao local de conhecimento sobre a compostagem



Fonte: Autores, gerado pelo GOOGLE FORMS, 2021

A pergunta 9 do questionário (Figura 02) é complementar a pergunta anterior, e tem por objetivo identificar quais foram os locais que os entrevistados obtiveram conhecimento sobre a compostagem. Quanto aos resultados, 76,9 % conheceram sobre a compostagem na escola (23,1 %) ou na faculdade (53,8 %) e 23,1 % em locais como: associação de moradores, prefeitura, condominio, partidos políticos, redes sociais, programas de tv, internet; ou através de amigos, vizinhos e familiares.

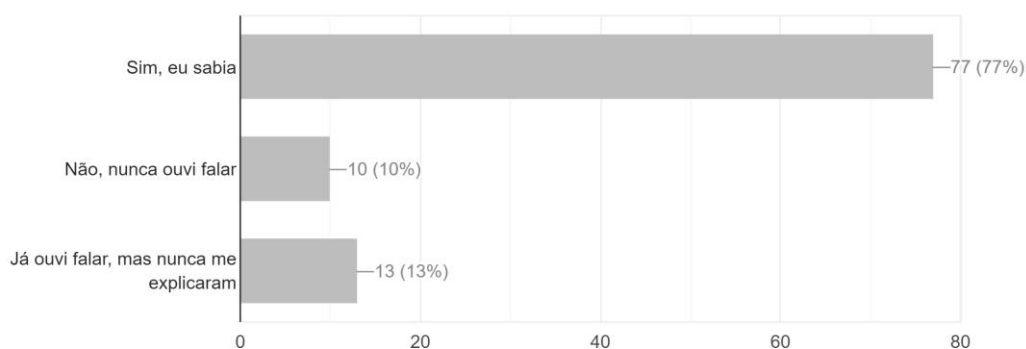
Diante disso, é possível comprovar que a Educação Ambiental em ambientes de aprendizagem como escolas e universidades é fundamental para

o desenvolvimento e construção de uma responsabilidade coletiva capaz de prevenir e resolver problemas socioambientais existentes, como é o caso do descarte incorreto dos resíduos orgânicos em aterros sanitários.

Entretanto, desenvolver mudanças de posturas e consciência ambiental não é simples. Para Jacobi (2021), a relação entre o meio ambiente e a educação ambiental demandam a emergência de novos saberes para compreender processos sociais complexos e os riscos ambientais que se intensificam. O autor, também, informa que o principal desafio é formular uma educação ambiental que seja crítica e inovadora, e que não seja somente uma mera aplicação de conhecimentos científicos disponíveis.

Por isso, diante do atual cenário de crise climática e degradação do meio ambiente atual, é latente a necessidade de informar, organizar e responsabilizar a sociedade sobre a gestão de resíduos sólidos que se agravou ainda mais durante o período da pandemia da COVID-19 (BET, 2020).

Figura 3 - Referente ao conhecimento sobre os benefícios da compostagem
10. Você sabia que através da compostagem é possível produzir fertilizante orgânico, eletricidade e combustível através de uma tecnologia sustentável que não polui o ambiente?
0 / 100 respostas corretas



Fonte: Autores, gerado pelo GOOGLE FORMS, 2021

Na décima questão (Figura 3), os entrevistados foram questionados se sabiam que a compostagem é uma tecnologia capaz de gerar benefícios como produção de biofertilizante orgânico, eletricidade e combustíveis sustentáveis. Destes, 77 % afirmaram conhecer os benefícios, 10 % disseram que nunca ouviram falar e 13 % que embora já tenham ouvido falar, nunca receberam informações mais detalhadas sobre os benefícios desse processo.

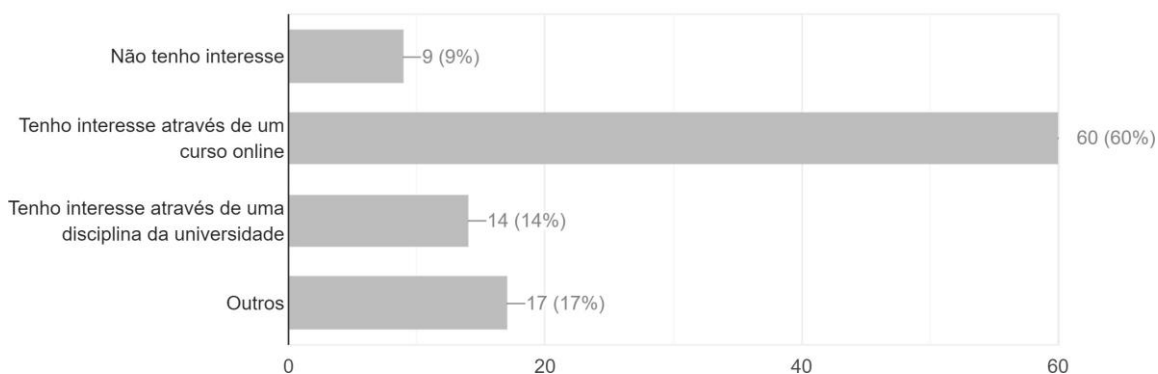
Em relação ao biofertilizante orgânico, é um composto orgânico de qualidade ambiental e agrônômica que é obtido no final do processo de compostagem. Este composto pode ser utilizado como condicionador do solo, fornecendo nutrientes para ele. No entanto, no período da pandemia esse composto pode ser utilizado para construção de horta doméstica, onde será cultivado alimentos livres de agrotóxicos, proporcionando segurança alimentar (BET, 2020).

A geração de eletricidade através da biomassa (obtida a partir de resíduos orgânicos), é um tipo fonte renovável que mais cresce no país. Segundo a EPE (2020), em 2019 houve um aumento de 169 % na capacidade de geração de energia elétrica através de biogás produzido por bactérias atuantes na decomposição de matéria orgânica, entre outros. É, também, um biocombustível renovável, considerado uma importante fonte energética presente na matriz energética brasileira, pois possui um bom poder calorífico, podendo ser utilizado para geração de eletricidade.

Figura 4 - Referente ao conhecimento sobre o manejo dos resíduos orgânicos na sua residência através da Educação Ambiental

11. Você gostaria de ter conhecimento sobre o manejo dos resíduos orgânicos na sua residência através da Educação Ambiental?

0 / 100 respostas corretas



Fonte: Autores, gerado pelo GOOGLE FORMS, 2021

Segundo Medeiros (2011) e Oliveira; Amaral (2019c), a educação ambiental (EA) tem o dever de proporcionar condições para o desenvolvimento de grupos sociais, em diferentes contextos socioambientais, em busca de despertar a preocupação individual e coletiva.

Cerca de 60 % dos entrevistados obtiveram interesse de um aperfeiçoamento sobre o manejo dos resíduos orgânicos através da EA,

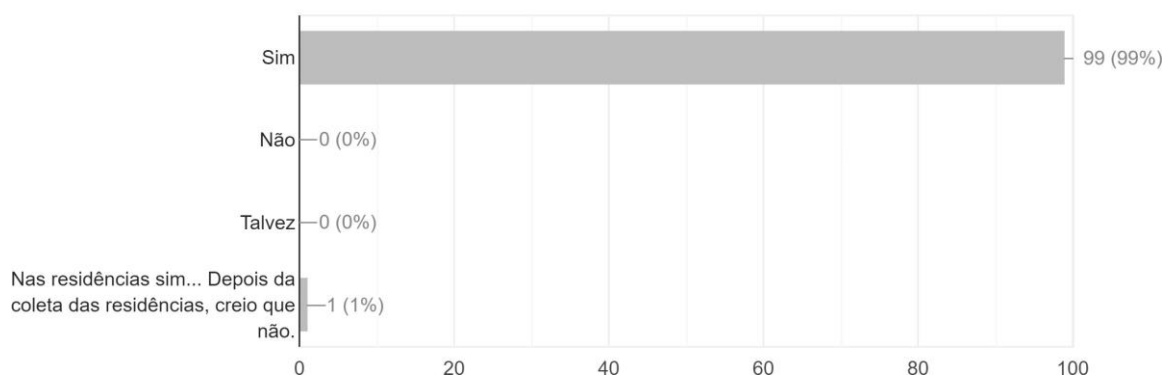
utilizando com ferramenta um curso online (Figura 4). Segundo Tedesco (2015), a incorporação das novas tecnologias à educação é considerada parte de uma estratégia global de política educativa, indicando caminhos claros para enfrentar o desafio do conhecimento. Sendo que Arruda (2020), destaca que o coronavírus transformou a educação em um grau tecnológico, no qual elas passam a ser incorporadas como a única medida de disseminação de conhecimento.

Dos entrevistados, 14 % optaram por ter uma disciplina na universidade que complemente os conhecimentos referentes a EA, Favaro (2020), relata que ações dentro das universidades, como projetos, extensões e disciplinas voltadas à sustentabilidade permitem o ganho de um potencial dos meios de comunicação como agentes complementares de informação. Ainda se obteve 9 % que não possuem o interesse e 117 % que responderam outros.

Figura 5 - Referente a Educação Ambiental como meio de auxiliar no reaproveitamento de resíduos orgânicos

12. Você acha que a educação ambiental pode auxiliar no melhor aproveitamento de resíduos orgânicos nas residências?

0 / 100 respostas corretas



Fonte: Autores, gerado pelo GOOGLE FORMS, 2021.

Na questão 12, os entrevistados foram questionados se a EA auxiliaria como meio de melhor aproveitamento de resíduos orgânicos, a minoria dos entrevistados, sendo 1 % acredita que a EA pode auxiliar como ferramenta para o aproveitamento de resíduos orgânicos nas residenciais, mas na coleta seletiva não se faz necessário (Figura 5).

No Brasil, a EA já vem sendo tratada legalmente desde a Constituição Federal de 1988, no artigo 225, inciso IV, que incumbe ao poder público

“Promover a EA em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988).

Cerca de 99 % dos entrevistados responderam satisfatoriamente, que é fundamental realizar estudos, campanhas e ações educativas para mobilizar e evitar a problemática, acreditando na EA como processo permanente e contínuo, possibilitando o esclarecimento da população, de forma clara, respeitando a realidade dos moradores da região. Trentin (2021), relata que a EA é necessária para que a nova geração tenha a consciência e os conhecimentos necessários para que se tenha um melhor cuidado com as condições do planeta, Jacobi (2021), relata que a EA é uma forma de desenvolver no senso ecológico da comunidade, sendo em decisões simples e nas fiscalizações, em relação ao progresso socioambiental.

Segundo Souza (2021), uma alternativa para a gestão correta desses resíduos é a compostagem; este é um processo natural, resultando em um fertilizante passível de utilização em diversos aspectos, a partir deste processo, ecologicamente correto, com grande benefício para o meio ambiente e com uso de uma das ferramentas da EA.

4. CONCLUSÃO

Para um futuro pós-pandemia, é fundamental que haja mudança nos padrões de vida da sociedade. Principalmente em relação ao gerenciamento dos resíduos orgânicos, que antes já enfrentavam sérios problemas e que foram intensificados durante o isolamento social, aumentando os impactos prejudiciais ao meio ambiente como propagação de pragas, vetores, doenças, gases de efeito estufa, dentre outros.

Referente aos resultados obtidos no questionário, mesmo sendo observado que um número representativo de pessoas já conhecem e fazem o descarte e a separação adequada dos próprios resíduos gerados em sua residência, uma questão ainda fica evidente: o Brasil ainda precisa melhorar, consideravelmente, no quesito descarte de resíduos, com a efetivação de maiores campanhas e programas de educação ambiental, com divulgação eficiente nos meios de comunicação: televisão, rádio e internet.

Observa-se que, por meio da aplicação do questionário apresentado neste estudo, as 100 pessoas envolvidas no experimento foram submetidas a um processo de reflexão e autoavaliação, ao repensar suas atitudes diárias e como é influenciado diretamente no meio ambiente. Desta forma, estudos voltados à educação ambiental como ferramenta para minimizar os impactos dos resíduos podem mudar o cenário caótico, da falta de utilidade do lixo orgânicos nas residências. E, como foi destacado nos resultados, na pandemia os resíduos orgânicos tiveram um aumento, sendo na maioria dos casos feito um gerenciamento adequado, voltado a compostagem e a separação correta nas coletas seletivas orgânicas.

Neste contexto, a compostagem surge como alternativa sustentável de baixo custo e possível de ser realizada em ambiente doméstico. A implementação de ações sustentáveis como esta é imprescindível, visto que as problemáticas ambientais tendem a piorar. E, a Educação Ambiental é uma ferramenta essencial nesse processo, pois é capaz de transformar a percepção equivocada quanto aos padrões de produção, consumo e destinação inadequada dos resíduos, promovendo reflexão e incentivando a construção do respeito ao meio ambiente e as gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Fundação de Amparo à pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 13591:Compostagem. Rio de Janeiro: **Associação Brasileira de Normas Técnicas** (ABNT). 1996.

ARRUDA, Eucidio Pimenta. Educação, educação a distância e tecnologias digitais: perspectivas para a educação pós-COVID-19. **Pensar a Educação em Revista, Belo Horizonte**, v. 6, n. 1, 2020. acessado em novembro de 2021. Disponível em /; http://pensaraeducacao.com.br/pensaraeducacaoemrevista/wp-content/uploads/sites/4/2020/06/Texto_n.1_2020_EaD.pdf. Acesso em 24 de nov. 2021.

ALDACO, R. *et al.*, Food waste management during the COVID-19 outbreak: a holistic climate, economic and nutritional approach. **Elsevier**, v. 742, 2020. ALVES, Ana Terezinha Jaques *et al.*, Reciclagem: educar para conscientizar. **Anais do II Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. UNICRUZ**, 2012.

ARAÚJO, ELAINE CRISTINA DOS SANTOS; SILVA, VIVIANE FARIAS. A gestão de resíduos sólidos em época de pandemia do COVID-19. **GeoGraphos. Revista Digital para Estudantes de Geografia y Ciencias Sociales**, [s. l.], v. 11, p. 192–215, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14198/geogra2020.11.129>. Acesso em: 10 out. 2021.

AMBIENTE, Ministério do Meio. **Conama** 481/2017[S. l.: s. n.], 2017. p. 5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - **ABRELPE**. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020. Disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama-2020>. Acesso em: 10 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Os descaminhos do lixo. **ABRELPE**, 2019. Disponível em: [https://abrelpe.org.br/brasil-produz-maislixo-mas-nao-avanca-em-coletaseletiva/#:~:text=Segundo % 20 %20 Panorama %20dos %20 Res %C3 %ADduos,total %2C %2092 %25 %20 foram %20 coletados](https://abrelpe.org.br/brasil-produz-maislixo-mas-nao-avanca-em-coletaseletiva/#:~:text=Segundo%20Panorama%20dos%20Res%C3%ADduos,total%20de%20foram%20coletados). Acesso em: 21 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. **ABRELPE**, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 21 nov. 2021

AUAD, GA.; MARQUES, RF de PV; RITA, FS; ALCANTRA, E.; OLIVEIRA, AS de.; FREITAS, AS de.; RODRIGUES, L. dos S. Reflexões sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a pandemia COVID-19: Gestão adequada. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S.l.], v. 10, n. 10, pág. e42101018653, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.18653. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18653>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BARROS, M. B. A. *et al.*, Relato de tristeza/depressão, nervosismo/ansiedade e problemas de sono na população adulta brasileira durante a pandemia de COVID19. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, 2020. DOI 10.1590/S1679-49742020000400018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/nFWPcDjfNcLD84Qx7Hf5ynq/?lang=pt>. Acesso em: 21 nov. 2021.

BRASIL. 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. DOU de 3.8.2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 12 out. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a **Política Nacional de Educação Ambiental** e dá outras providências. DOU de 28.4.1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 12 out 2021.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome**. Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas. Brasília: MDS. Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. 2012. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wpcontent/uploads/2017/03/marco_EAN.pdf. Acesso em: 21 nov. 2021.

BRASIL Parágrafo 4 Artigo 225 da **Constituição Federal de 1988**. Acessado em novembro de 2021, disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10645242/paragrafo-4-artigo-225-da-constituicao-federa-l-de-1988>.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação / Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017. 168 p., il.; gráficos. ISBN: 978-85-7738-313-9.

BET, L, T.; Educação Ambiental aplicada à gestão de resíduos sólidos: a iniciativa inovadora do Programa Condomínio Sustentável. **Revista Brasileira de Educação Ambiental** (RevBEA), [s. l.], v. 15, n. 5, p. 282–298, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10791>. Acesso em: 23 nov. 2021.

CHIABI, L. **Principais Problemas do Lixo Orgânico ir para o Aterro**. Blog Ciclo Orgânico. 23 jun. 2017. Disponível em: <http://blog.cicloorganico.com.br/sustentabilidade/principais-problemas-do-lixoorganico-ir-para-o-aterro/>. Acesso em: 21 Nov. 2021.

COELHO, João Paulo Ferreira. **ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE**

TERESINA-PI. 2020. Disponível em:
<https://repositorio.ufpi.br/xmlui/handle/123456789/2140>. Acesso em: 21 Nov. 2021.

CONJO, M. P. F. *et al.*, O COVID-19 e meio ambiente, Educação Ambiental como ferramenta alternativa para consciencialização das pessoas. Revista Ibero-americana de Humanidades, **Ciências e Educação**, v. 7, n. 6, p. 62–81, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v7i6.1356>. Acesso em: 15. out. 2021.

CRUZ, Ana Vitória de Souza. Gestão de resíduo sólido orgânico residencial em período de pandemia COVID-19. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

DE MEDEIROS, Aurélia Barbosa *et al.*, A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 4, n. 1, 2011. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/a-importancia-da-educacao-ambiental-na-escola-nas-series-iniciais.pdf> . Acesso em: 21 nov. 2021.

DE SOUZA, Karine Fonseca *et al.*, GERAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO POR PROCESSO DE COMPOSTAGEM E AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS. Disponível em:
<http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2021/XII-002.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

DODE, L. B; CHAVES, A. L. S. ZANUSSO, J. T.; TORSIAN, W. S. Microverdes: cultivo doméstico na promoção da saúde e bem-estar. **Revista Expressa Extensão**. ISSN 2358-8195, v. 26, n. 1, p. 172-181, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/expressaextensao/article/view/19664/pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional - Relatório Síntese**, [s. l.], p. 73, 2020. Disponível em:
https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relatório Síntese BEN 2020-ab 2019_Final.pdf. Acesso em 24 de nov. 2021.

FÁVARO, Leandro Costa *et al.*, PROCESSO DIAGNÓSTICO PARA A EFETIVAÇÃO DE PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO SUPERIOR COM FOCO NOS RECURSOS HÍDRICOS. **Educação Ambiental em Ação**, v. 19, n. 72, 2020. Disponível em:
<https://revistaeea.org/artigo.php?idartigo=4017>. Acesso em nov. de 2021.

FELISARDO, SANTOS, Raul José Alves; DOS SANTOS, Gláucia Nicolau. Aumento da geração de resíduos sólidos com a pandemia do COVID-19: desafios e perspectivas para a sustentabilidade. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 3, 2021.

FERNANDES, M. do C. **O biofertilizante Agrobio**. Informe do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia, v. 4, n.13, p.1-16, Set, 2000.

GALANAKIS, CHARIS M. *et al.*, Innovations and technology disruptions in the food sector within the COVID-19 pandemic and post-lockdown era. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 110, n. February, p. 193–200, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.002>. Acesso em: 10 out. 2021.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: **Atlas**, 1999.

GOMES, Juliano DA CUNHA. Formação de multiplicadores para reciclagem de resíduos orgânicos por meio da compostagem em tempos de pandemia. **Revista ELO–Diálogos em Extensão**, v. 10, 2021.

IZZO, L.; Santonastaso, A.; Cotticelli, G.; Federico, A.; Pacifico, S.; Castaldo, L.; Colao, A.; Ritieni, A. An Italian Survey on Dietary Habits and Changes during the COVID-19 Lockdown. **Nutrients** 2021, 13, 1197. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu13041197>. Acesso em: 10 out. 2021.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/YgnDNBqW633Y8nfLF5pqLxc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 nov. 2021.

LIBÓRIO, J. B.S.; SOARES, R.B. RESUMO: TEORES DE NUTRIENTES EM COMPOSTO ORGÂNICO À BASE DE RESÍDUOS DE ALIMENTOS. In: , 2019. **Mostra Científica de Práticas Pedagógicas - FORINT**. [S. l.: s. n.], 2019. p. 155–158.

LIMA, Rosimeire Susuki. **Gestão de resíduos sólidos: Gestão ambiental**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

LUDWIG, S.; ZARBOCK, A. Coronaviruses and SARS-CoV-2: a brief overview. **Anesthesia and analgesia**, v. 131, n. 1, p. 93-96, 2020.

MARIA, M. *et al.*, VIII – 003 - Educação Ambiental; ferramenta indispensável à gestão municipal de resíduos sólidos. **ABES**, v. 8, n. 1, p. 1–7, 2020.

MENZES, Geisa Defensor Oliveira; DE MIRANDA, Maria Anália Macedo. O LUGAR DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA NOVA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR PARA O ENSINO MÉDIO. **Educação Ambiental em Ação**, v. 20, n. 75, 2021.

MINKE, P. Compostagem: fazer do lixo orgânico um bom composto pode ser uma ótima atividade em família. **Agricultura e Abastecimento**, São Paulo, 30 abr. 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/compostagem-fazer-do-lixo-organico-umbom-com-posto-pode-ser-uma-otimaatividade-em-familia/> Acesso em: 21 nov. 2021.

MORAIS, M. S. DE.; PROTÁSIO, J. R.; VENTURA, K. S. Análise da Gestão de Resíduos Sólidos Durante a Pandemia da COVID-19 em Países da América do Sul. *Analysis of Solid Waste Management During the COVID-19 Pandemic in South American*. p. 174–189, 2021.

NAÇÕES UNIDAS. COVID-19: OMS divulga guia com cuidados para saúde mental durante pandemia. **ONU News**. 18 mar. 2020. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/03/1707792>. Acesso em: 21 nov. 2021.

O'HARA, S.; TOUSSAINT, E. C. Food access in crisis: Food security and COVID-19. **Ecological Economics**, v. 180, p. 106859, 2021.

OLIVEIRA, A. C. DE; MEIRA, J. C. **Impactos Ambientais Decorrentes Da Falta De Compostagem Do Lixo Orgânico No Município De Morrinhos/Goiás**. p. 28–41, 2017. Acesso em 12 out 2021a.

OLIVEIRA, M. N., Campos, M. A. S., & Siqueira, T. D. C. (2020). Coronavírus: globalização e seus reflexos no meio ambiente. **BIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia**, 20(14), 1-12, 2020b.

OLIVEIRA, M.S.J.L. *et al.*, Meio ambiente e educação ambiental na percepção de professores de ensino fundamental e médio. **BioFar Revista de Biologia e Farmácia**, v.3, n.1, p. 88-104, 2009. Acesso em 16 out 2021c.

OLIVEIRA, T. C.; ABRANCHES, M. V.; LANA, R. M. Food (in)security in Brazil in the context of the SARS-CoV-2 pandemic. **Cadernos de Saude Publica**, v. 36, n. 4, 2020.d

OLIVEIRA, T. M. R.; AMARAL, C. L. C. Discutindo Conceitos De Educação Ambiental Com Professores Em Uma Escola Pública De São Paulo. **Ensino, Saude e Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 140–155, 2019e.

PROSAB. Manual **PRÁTICO PARA A COMPOSTAGEM DE BIODSÓLIDOS**. Londrina:[s.n.],[s.d.]. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-e-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

RAUBER, M. E. Apontamentos sobre a política nacional de resíduos sólidos, instituída pela Lei Federal n 12.305, de 02.08. 2010. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 4, n. 4, p. 01-24, 2011., disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/3893> acesso em: Novembro 2021.

RAPHAELLI, CHIRLE OLIVEIRA *et al.*, A pandemia de COVID-19 no Brasil favoreceu o consumo de alimentos ultraprocessados? / COVID-19 pandemic in Brazil favored the oliveira consumption of ultra-processed foods? **Brazilian Applied Science Review**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 1297–1313, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34115/basrv5n3-002>. Acesso em: 10 out. 2021.

SENAR. **Programa Olericultura Orgânica**. São Paulo: [s.n.], 2009. Disponível em: <<http://www.agrarias.ufpr.br/portal/marzagao/wp-content/uploads/sites/25/2015/12/ApostilaSENAR-M2-Olericultura-Compostagem.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2021.

SILVA, Jóiingrid da *et al.*, **Uso de indicadores de sustentabilidade para analisar o desempenho do programa de coleta seletiva e da gestão das organizações de catadores do município de João Pessoa-PB**. 2021. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3763>. Acesso em 24 de nov. 2021a.

SILVA, M. M. C.; MENDES, M. F.; GUEDES, L. S. A agricultura urbana em Ananás/TO: subsídios para a segurança alimentar e geração de renda. **Geografia em Questão**, v. 14, n. 1, p. 77-97, 13 abr. 2021b.

SILVA, A. V. DE S. C. R. J. GESTÃO DE RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO RESIDENCIAL EM PERÍODO DE PANDEMIA DO COVID-19. RESIDENCIAL. **Universidade Federal Rural de Pernambuco**, 2021c.

SILVA, Monica Maria Pereira *et al.*, Educação Ambiental: ferramenta indispensável à gestão municipal de resíduos sólidos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 28743-28757, 2020d.

TEDESCO, Sirlei *et al.*, Formação continuada de professores: experiências integradoras de políticas educacionais-PNAIC e PROUCA-para alfabetização no ensino fundamental de uma escola pública. 2015. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3819/1/466414.pdf>. Acesso em 24 de nov. 2021.

TRENTIN, Alex Batista; REFFATTI, Paula Raquel; DE OLIVEIRA SEREIA, Desses Aparecida. Educação ambiental e reutilização de resíduos orgânicos: uso de compostagem em um colégio da rede estadual do Paraná. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 20, p. 6-18, 2021.

VITAL, Adriana de Fátima Meira *et al.*, Compostagem de resíduos sólidos orgânicos e produção de biofertilizante enriquecido. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 7, n. 2, p. 339-351, 2018.

WEBER, Natália Cerezer; CENCI, Daniel Rubens. O ACÚMULO DE LIXO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA PANDEMIA DO COVID-19: UMA ANÁLISE À LUZ DOS ODS. In: **Congresso Internacional em Saúde**. 2021.

ZAMBRANO-MONSERRATE, M. A.; RUANO, M. A.; SANCHEZ-ALCALDE, L. Indirect effects of COVID-19 on the environment. **Science of the Total Environment**, v. 728, p. 1–4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138813>. Acesso em: 10 out.2021.

ZAND, AD, & HEIR, AV (2020). Desafios emergentes na gestão de resíduos urbanos em Teerã, Irã, durante a pandemia COVID-19. **Recursos**,

conservação e reciclagem. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105051>. Acesso em: 21 nov. 2021.

CAPÍTULO 07

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE TEMPORAL PARA ANÁLISES AMBIENTAIS: O ESTUDO DE CASO DE CHUQUICAMATA E PALM ISLAND

Larissa Aldrighi da Silva
Ottoni Marques Moura de Leon
Diuliana Leandro
Maiara Moraes Costa
Diovana da Silva Guterres
Karine Fonseca de Souza
Priscila Pedra Garcia
Larissa Medianeira Bolzan
Marlon Heitor Kunst Valentini
Maele Costa Dos Santos
Marília Lazarotto

RESUMO: Alterações ambientais, embora comumente vivenciadas na atualidade, são realizadas, muitas vezes, por empresas que estão a serviço do capital, as quais, firmando-se no encaixe de turismo e lucro, não se ocupam de questões atinentes à preocupação socioambiental. Há, por outro lado, uma ferramenta de geotecnologia que permite a observação, pormenorizada, das atividades realizadas em determinado local, facilitando a identificação de desastres e operando como subsídio para tomadas de decisões, qual seja, o sensoriamento remoto. Com intuito de apresentar a relevância da utilização do mecanismo supracitado, a presente pesquisa objetivou analisar as mudanças espaciais, oriundas de ações antrópicas, sofridas pelo meio ambiente. Para isso, selecionou-se duas atividades distintas, delimitando, como espaço temporal, os anos 2000, 2011, 2014 e 2021. A primeira atividade refere-se à extração de cobre da mina Chuquicamata, no Chile; a segunda, a seu turno, consiste nas construções da Palm Islands, três ilhas em formato de palmeira dentro do mar. Ambas apresentaram alterações ambientais, tanto alteração da paisagem natural, da fauna e da flora, quanto impactos à saúde da população circundante.

PALAVRAS-CHAVES: Chuquicamata; Palm Island; Sensoriamento Remoto; Geotecnologias; Monitoramento.

ABSTRACT: Environmental changes, although commonly experienced nowadays, are often carried out by companies that are at the service of capital, which, establishing themselves in the pursuit of tourism and profit, do not deal with issues related to socio-environmental concerns. There is, on the other hand, a geotechnology tool that allows detailed observation of activities carried out in each location, facilitating the identification of disasters, and operating as a subsidy for decision-making, that is, remote sensing. To present the relevance of using the mechanism, the present research aimed to analyze the spatial changes, arising from human actions, suffered by the environment. For this, two distinct activities were selected, delimiting, as a temporal space, the years 2000, 2011, 2014 and 2021. The first activity refers to the extraction of copper from the

Chuquicamata mine, in Chile; the second, in turn, consists of the constructions of the Palm Islands, three islands in the shape of a palm tree in the sea. Both presented environmental alterations, both alteration of the natural landscape, of fauna and flora, as well as impacts on the health of the surrounding population.

KEYWORDS: Chuquicamata; Palm Island; Remote Sensing; Geotechnology; Monitoring.

1. INTRODUÇÃO

Borges, Rodrigues e Leite (2019), consideram o sensoriamento remoto (SR) fundamental, em razão das mudanças frequentes, no cotidiano, do meio onde vivemos, porquanto a utilização da técnica permite identificar as diferentes características do objeto em análise, sejam elas espectrais, espaciais e/ou temporais; tornando possível, logo, uma visualização precisa das alterações ocorridas na paisagem. O auxílio do procedimento efetiva-se devido o desenvolvimento tecnológico da humanidade, que proporcionou o monitoramento constante das ações humanas e a consequente compreensão da maneira como influenciam o ambiente. No presente trabalho, então, serão abordadas duas situações nas quais a intervenção humana envolve-se no meio ambiente e seus factíveis resultados, são elas: as atividades mineradoras do Chile – na mina de Chuquicamata – e as grandes obras de Dubai – a partir da construção da Palm Islands.

Cumprе mencionar que o Relatório de Competitividade Mundial, ao referir-se à mineração, associou-a ao Chile, indicando que o país ocupava a 28ª posição, dentre 59 países, indicando que mantém a maior competitividade da América Latina e do Caribe. Consoante o Instituto de Competitividade, o Chile encontra-se entre os 18 países latino-americanos que têm seus aspectos econômicos analisados, sendo responsável, ainda, por 11 % da produção mundial de cobre (MUÑOZ, 2014; NOTÍCIA DE MINERAÇÃO BRASIL, 2020).

O auge da mineração, relativo ao minério de cobre, transcorreu entre as décadas de 1990 e 2000, vez que, em 1990, apresentou-se a maior e mais relevante expansão da história do Chile na mineração. Este fator, em apertada síntese, conduziu o país ao posto de principal minerador do mundo, elevando a economia, por construções, transportes e serviços, corroborando o aumento da economia emergente, primordialmente a da China (MUÑOZ, 2014).

O Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM) classifica as mineradoras, conforme sua métrica, produzidas em Grande, Média e Pequena Mineração de cobre. A Codelco (Corporação de Cobre do Chile), nesse contexto, é considerada a maior e principal empresa de extração do minério no Chile. Trata-se de uma empresa chilena privada, responsável pela mina de Chuquicamata, a qual tem como produção mensal mais de 250 mil toneladas;

comprometendo-se, com efeito, pelo sustento de mais de três mil famílias, de forma direta ou indireta (COSTA, 2005; MUÑOZ, 2014).

Chuquicamata situa-se no deserto do Atacama, no norte do Chile, a 2.870 metros acima do nível do mar; é, por isso, apontada como a maior mina de extração de cobre a céu aberto. Para Flores e Catalan (2019), sua profundidade é de 1.100 m, seu comprimento é de 4.500 m e sua largura é de 3.000 m, resultando em distâncias de transporte superiores a 11.000 m do fundo do poço. A referida mina tem mais de 104 anos de operação e inaugurou, no ano de 2019, o Subterrâneo de Chuquicamata, com objetivo de exploração de minério a pouco mais de 1km de profundidade. Dispõe-se, atualmente, de mais de 4300 Mt de recursos ecológicos, contendo 0,7 % de cobre em 340 ppm (1 ppm = 1 g/t) de molibdênio remanescentes, abaixo da casca final da cava (FLORES; CATALAN, 2019).

Weinberg (2021), enfatiza que modernização tecnológica, utilizada pela empresa centenária, causa prejuízos não somente ao meio ambiente, mas também à saúde dos mineiros e população local. Costa (2005), sublinha haver uma imensa onda de poeira, emitida diariamente pela mineradora, culminando doenças na população local, especialmente respiratórias, em virtude do excesso de partículas em suspensão da poeira e pelo residual do arsênio constante no ar, afora a silicose, que se refere a uma doença que comumente acomete trabalhadores das áreas de minas.

Vale mencionar que, para a execução inicial das atividades, aplicou-se uma estratégia que consistia na instalação de acampamentos no espaço de extração. O recurso, todavia, implicou numa sucessão em relação aos trabalhadores – e suas famílias – e o cobre, provocando mudanças para a cidade de Calama que, por seu turno, ensejou benefícios econômicos (WEINBERG, 2021). O município localiza-se a 10 km, próximo à mina, fazendo com que cada explosão interfira, diretamente, na qualidade de vida dos moradores locais, devido à imensa nuvem de poeira que invade as ruas e dificulta a visão e respiração da população (COSTA, 2005; CODELCO, 2022).

Toda e qualquer atividade que envolva o meio ambiente poderá implicar riscos e desastres. Com a mineração, não é diferente. Mostra-se necessário, explicitar que o risco se refere a possibilidade de perigo a uma sociedade vulnerável, incapaz de absorver os impactos, sejam eles oriundos de ações

antrópicas ou de origem natural; o desastre, nada obstante, conFigura-se a ocorrência concreta do perigo, ou seja, um fenômeno provindo de alguma forma natural poderosa, que atinge os seres humanos e seu meio. Acentua-se, ademais, que o risco não se distribui de maneira homogenia, fazendo das comunidades em situações de vulnerabilidade as mais suscetíveis aos riscos (APARÍCIO, A. T.; CANALES, P. de J. H.; 2017; MONTEIRO, J. B.; ZANELA, M. E., 2019).

A população de Chuquicamata, de fato, viveu exposta aos riscos desde sua abertura, em 1915, até 2013, período em que seus moradores passaram a ser transferidos para Calama. A mudança, no entanto, embora tenha sido implementada sob a égide de bem-estar dos indivíduos, não eliminou, por completo, o risco, posto que, embora a exposição não aconteça no mesmo nível e intensidade, a toxicidade ainda alcança a vila construída em Calama, agora com refúgio na suportabilidade do organismo humano. A Codelco estabeleceu, como alternativa, investimentos para diminuição de toxinas no ar, assim como construção de um hospital especializado no atendimento às doenças causadas pela exploração à mineração. Intitula-se Hospital do Cobre, localizado em Calama (COSTA, 2005).

Em 1917, o já mencionado acampamento, fixado na própria área de extração, ampliou-se, em consequência do aumento de produção e novos prestadores de serviços, dando origem a chamada vila dos operários. As condições de vida, sem embargo, apresentavam-se cada vez mais precárias, acarretando posterior realocação para uma cidade próxima. A quantidade de operários, porém, fora drasticamente reduzida, graças aos processos de mecanização que se encontram em processo de implantação na mineradora, desde 2019, culminando empobrecimento e desemprego populacional (Weinberg, 2021). O panorama do período pandêmico, compreendido entre 2020 e 2021, potencializou a diminuição de empregos, pois a mecanização diminuiu o tempo para as mesmas atividades, outrora manuais, demandando maior distanciamento e menor número de funcionários. Em junho de 2020, três funcionários da Codelco vieram a óbito, vítimas do vírus, motivo que suscitou a empresa definir paralisação das atividades, prevendo retorno para agosto do mesmo ano, o que ocorreu, de fato, somente em abril do ano seguinte (NOTÍCIA DE MINERAÇÃO BRASIL, 2020; 2021).

No que se refere a Ilha das Palmeiras, cumpre salientar que consiste em três arquipélagos em forma de palmeiras, quais sejam, The Palm Jumeirah, The Palm Jebel Ali e The Palm Deira. Àquelas concluídas; estas, contudo, em fase de implantação do projeto, o qual conta com construções extremamente luxuosas como residências, shoppings e marinas, isto porque a construção foi desenvolvida com vistas ao turismo, modernização e tecnologia, haja vista a principal fonte de renda atual do Emirado de Dubai, a saber, o petróleo. Revela-se, ainda, que próximo a elas, estão em andamento outros projetos similares, dentre eles o de uma ilha em formato do mapa mundo, o The World (HELLEBRAND, FERNANDEZ, STIVE; 2004).

Estabeleceu-se o formato de madeira, a fim de maximizar o espaço a beira-mar para a população. As construções da Palm Islands, porém, causaram impactos físicos e hidrogeográficos, assim como afetaram – diretamente – a biota marinha, contando com toda a atenção do Programa local que monitora as Zonas Costeiras do município voltadas, apenas, os aspectos topográficos e hidrográficos (SALAHUDDIN, 2006).

O crescimento rápido, seja em virtude da expansão da mina de Chuquicamata, no Chile, ou do arquipélago da Ilha das Palmeiras em Dubai, acabam acelerando os processos de degradação ambiental em diferentes escalas, bem como amplificando os conflitos entre o ser humano e a natureza. A compressão dessas alterações, no ambiente, pode ocorrer mediante auxílio de ferramentas de geotecnologias, que possibilitam o reconhecimento, a análise e a divulgação dos fenômenos (SILVA *et al.*, 2022).

O emprego dessas ferramentas permite gerir diversos instrumentos, tais como, recursos hídricos, cobertura da terra e uso do solo, porquanto as supracitadas geotecnologias e suas imagens de satélites possibilitam o monitoramento do avanço das atividades e as mudanças locais que carregam com si (SILVA, 2018).

O SIG (Sistemas de Informações Geográficas) e o SR (Sensoriamento Remoto) consistem importantes mecanismos que servem como auxílio na geração de documentos capazes de facilitar a localização de eventos naturais e/ou de saúde, além de fundamentar tomadas de decisões, por permitir a extração de informações quantitativas, por meio de caracterizações especiais

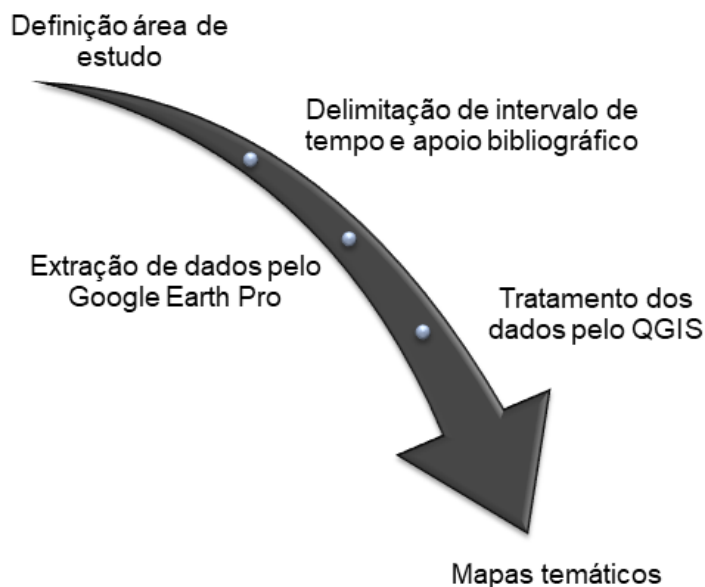
dos objetos, em mapas temáticos (REBOLLEDO *et al.*, 2018; GAIDA *et al.*, 2020).

Simultaneamente às atividades está o desejo humano de geração de mais capital, seja pela ambição de expandir uma mina de extração de cobre e outro (Chuquicamata-Chile) ou buscando avanço, através de construções sobre o oceano, visando o aumento do turismo local (Palm Islands-Dubai). Ante o designo de demonstrar a importância do sensoriamento remoto, a partir da análise das mudanças espaciais, providas de atividades antrópicas, a presente pesquisa objetiva analisar as mudanças espaciais ocasionadas pelas ações humanas, identificando como o ser humano utiliza-se dos recursos naturais disponíveis, para, finalmente, compreender a movimentação e adequação do meio ambiente nos últimos anos.

2. METODOLOGIA

Com intuito de analisar as alterações da cobertura, assim como o uso do solo das duas atividades distintas (mineração e construções de alto padrão), ao longo do tempo, adotou-se o método de análise temporal, do meio ambiente, por meio de imagens (Figura 1), o qual foi abordado em três etapas, a saber:

Figura 1. Fluxograma metodológico.



Fonte: Os Autores (2022).

A primeira etapa constituiu-se na definição da área de estudo, delimitação do intervalo de tempo a ser utilizado e designação dos aplicativos para tratamento dos dados. Foram escolhidas, assim, duas áreas de estudos: a mina Chuquicamata e a Palm Islands. Para a análise da mina Chuquicamata, localizada no Chile, delimitaram-se os períodos de 2004, 2001 e 2021. Para análise da Palm Islands, em Dubai, delimitaram-se os anos de 2000, 2004, 2011 e 2021. Para escala de 3 km e 10 km respectivamente. Escolheu-se, para manipulação e tratamento dos dados, as plataformas Google Earth Pro e o QGIS versão 3.10.10. Salienta-se que o intervalo de tempo das duas áreas escolhidas não se configura análogo, devido ao recobrimento de nuvens das imagens de satélite para Chuquicamata, no ano de 2000, demonstrando inoperância da realização de observação em tal período.

Após, na plataforma Google Earth Pro, foram delimitadas as áreas dentro de vetores, em escala que possibilitasse perceptível visualização da área de interesse. Em seguida, extraiu-se, da plataforma, imagens, em formato png e de dados vetoriais (.kml). Os mencionados dados serviram de base para o manuseio do software utilizado na etapa seguinte.

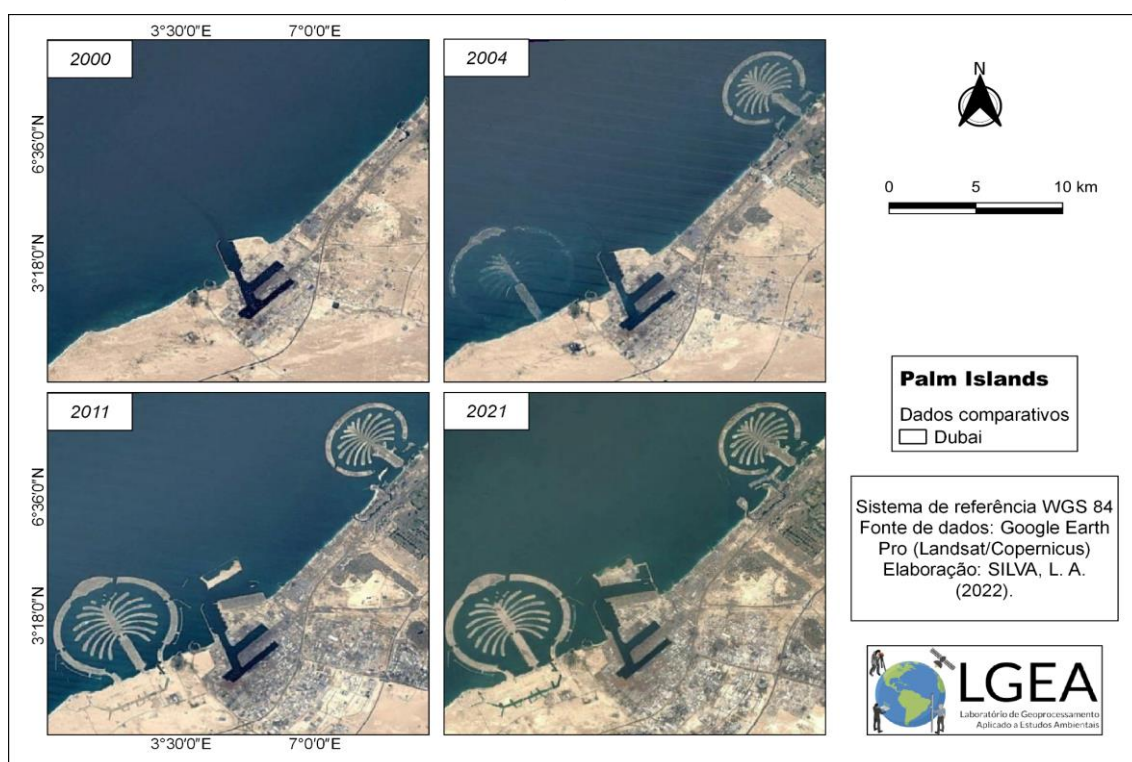
Por último, fez-se o tratamento, na plataforma QGIS, versão 3.10.10., o qual refere-se a um software livre, aberto e com uma interface amigável. Ocorre que no processo de transição entre aplicativos as imagens perderam seu sistema de referência, tornando imprescindível uma nova etapa de georreferenciamento. Então, foram elaborados mapas didáticos dos espaços em questão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que concerne à Palm Islands, conhecida popularmente como Ilha das Palmeiras, pode-se observar, na Figura 2, a evolução e construção do projeto dos Emirados Árabes, projeto de geoengenharia que estendeu o uso da terra alterando as características da superfície de Dubai (SENGUPTA; CHEN; MEADOWS, 2018). A implantação da primeira etapa do projeto pode ser observada do espaço desde o início do ano de 2001 e, desde então, compõe a paisagem local da região. Na Figura 2, são apresentadas as duas principais ilhas, a Palm Jumeirah e a Palm Jebel Ali; uma terceira ilha, no entanto,

encontra-se em fase de construção nesse espaço, apesar de não se encontrar presente nessa Figura.

Figura 2. Evolução Palm Islands.



Fonte: autores (2022).

Tem-se, na Figura 2, imagens que ilustram um espaço-tempo de 21 anos, retratando do início ao ponto, onde a construção se encontra no ano de 2021. O processo de construção se iniciou em agosto de 2001 (GIBLING, 2013). A segunda ilha teve sua construção iniciada no ano de 2004 e possui 558 hectares de área (Gregory, 2019). É possível, através da observação da Figura 2, constatar que existe uma grande modificação na paisagem natural local, uma vez que foi necessário um grande projeto de engenharia, visando a segurança e estabilidade das ilhas artificiais, tamanha dimensão, observável espaço, conforme ilustra a Figura. Esse feito é possível devido ao sensoriamento remoto que, com recursos computacionais e visuais, permitem enxergar a dimensão das ilhas construídas pelo ser humano.

As cidades litorâneas aliam o seu desenvolvimento econômico ao crescimento populacional (SMALL; NICHOLLS, 2003), ora pelo poder turístico das cidades. Esse aumento urbano pode ser direcionado ao mar, tal como pela

expansão artificial da terra, comportando-se como fator econômico que desempenha grande papel (SENGUPTA; CHEN; MEADOWS, 2018).

O desenvolvimento de estruturas artificiais possui a capacidade de modificar as características da superfície terrestre, impactando a ocorrência de processos geomórficos, como a erosão do solo, a hidrologia, a dinâmica sedimentar e a subsidência de terra (HONG *et al.*, 2016). No entanto, a demanda por solos urbanos com espaços físicos, impõe o desafio do equilíbrio entre o desenvolvimento social e econômico junto à sustentabilidade ambiental (SENGUPTA; CHEN; MEADOWS, 2018).

A cidade de Dubai é mundialmente conhecida pelas construções exuberantes, compõe os maiores e melhores arranha-céus e diversas avenidas do mundo. As construções são de diferentes estilos arquitetônicos, são considerados edifícios icônicos, colaborando para o aumento da população no país. Além disso, as infraestruturas das praias fornecem visibilidade mundial, fomentando a atividade turística de todo o mundo (Ali, Vasconcelos, 2018).

A construção de ilhas luxuosas é destinada para finalidade residencial e comercial. A forma de palmeira foi pensada para um maior aproveitamento da área construída e para possibilitar a maior área extensão de margem (GIBLING, 2013). Na Figura 2 observa-se que a área de margem da construção é bastante extensa em relação à área construída, tendo em vista que as ruas da palmeira possuem margem dos dois lados.

Pelo avanço da construção em direção ao mar, o fluxo de água, na margem do continente, na localidade específica, foi modificado, assim como a biota e o ecossistema aquático ao redor. Fato que pode ou não ser ambientalmente significativo, já que espécies que vivem na margem, com o término da construção, possuem mais área de margem para servir como habitat. Elhacham e Alpert (2021), apresentaram, em seus estudos, o impacto do aumento da urbanização costeira nos padrões de temperatura, baseado em dados MODIS, em que identificaram as ilhas de calor urbanas superficiais no continente, com aumento de temperatura de até 2,5 °C ou mais, a diminuição da temperatura no mar, superiores a -0,1 °C/ano, com ênfase em como essas descobertas afetam diretamente a população e o ecossistema costeiro local. Mansourmoghaddam *et al.*, (2022), avaliaram os efeitos da construção da Ilha Palm Jumeirah com relação à qualidade e temperatura da água circundante,

utilizando imagens Landsat para calcular a temperatura da superfície do mar (TSM), identificando que esta aumentou 7,5 °C em 19 anos. Bolleter *et al.*, (2021) em sua pesquisa aponta a vulnerabilidade da região as alterações de temperatura e a elevação do nível do mar e a necessidade de planejamento regional para se adaptar a eventos extremos.

Nesta conjuntura, o uso das geotecnologias, principalmente as que envolvem técnicas de SIG, estão sendo amplamente utilizadas, por possibilitarem a coleta, tratamento, armazenagem e análise das informações, através de uma localização, provendo subsídio para o controle e fiscalização das atividades antrópicas (HAAS *et al.*, 2018). Ferramentas de sensoriamento remoto, como imagens de satélites da cobertura terrestre, são empregadas com a finalidade de estudos e pesquisas devido à qualidade, acessibilidade e magnitude que esse instrumento fornece (SENGUPTA; CHEN; MEADOWS, 2018). Esse método tende a ser de baixo custo e com uma alta capacidade de monitoramento, além disso, através da análise criteriosa de imagens de satélite, torna-se possível avaliar a cobertura e uso da terra ao longo do tempo (HUANG *et al.*, 2015).

A Figura 3 ilustra o objetivo final do desenvolvedor dos projetos Nekheel, composto por todas as ilhas artificiais que desejam construir nesta área, onde algumas construções já se encontram finalizadas.

Figura 3. Demonstrativo do planejamento do Litoral de Dubai, segundo o desenvolvedor Nekheel.



Fonte: ALI; VASCONCELLOS, 2018.

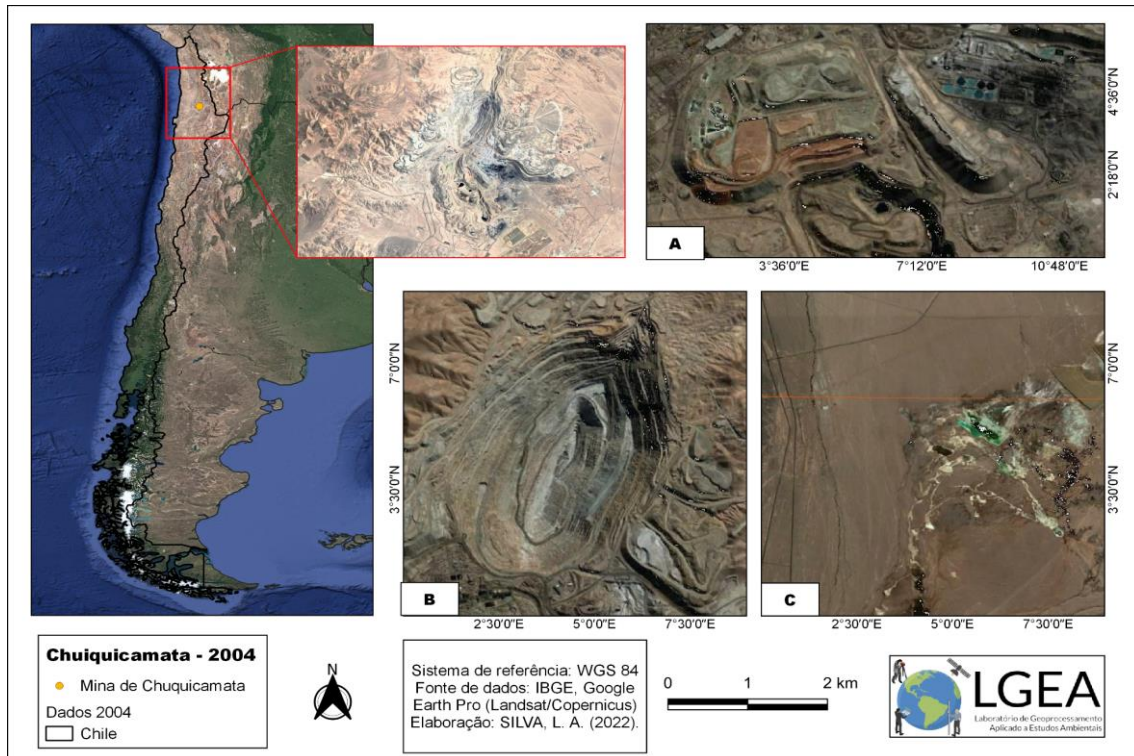
É possível observar a quantidade de construções que compõem o planejamento para a costa de Dubai, onde além das ilhas Palm Jabel Ali, Palm Jumeirah e Palm Deira, existem as ilhas The World e Water Front. As construções podem ser analisadas e acompanhadas pelo sensoriamento remoto, ferramenta que possibilita identificar mudanças na costa, que podem decorrer da construção das ilhas artificiais, como o arraste de sedimentos, dentre outras mudanças observáveis.

Quanto a análise das Figuras 4, 5 e 6, ocorre a apresentação da área principal da mina de Chuquicamata. As informações das Figuras são expostas tais: item “a” consiste no entorno do poço de extração; item “b” indica do próprio poço; item “c” análise da mudança de uso de uma parte do terreno. No item c, em específico, o local contava com uma pequena presença de água, no entanto, foi modificado e reduzindo sua reserva hídrica, a fim de tornar-se uma área de produção.

As instalações da mina ocorreram no fim do século XIX e a mudança da região foi de extrema significância, passando de um local tranquilo para um local de extração e extrema movimentação, tornando-se o maior empreendimento de mineração a céu aberto do mundo (FLORES; CATALAN, 2019). Até o ano de 2004 (Figura 4), ao entorno na mina, havia uma vila de trabalhadores na região que foi realocada em 2005 para a cidade de Calama que foi construída com recursos extraídos da mina com o intuito de que os mineradores e suas famílias tivessem em uma melhor qualidade de vida.

As questões socioambientais, ao contrário do que se costuma pensar, apresenta-se desde a fase inicial de um projeto, pois a instalação dos empreendimentos de grande porte fomenta o desenvolvimento econômico, através da apropriação dos recursos naturais, bem como a flexibilização das políticas ambientais, e torna as populações locais (in)visibilizadas social, política e culturalmente, visto que as mesmas ficam à mercê de decisões de terceiros (LUDWIG, 2021). Em complemento, faz-se necessário dar voz as comunidades locais, valorizando a importância das memórias ali produzidas (ROLO; OLIVEIRA, 2018).

Figura 4. Mapa demonstrativo de Chuquicamata para o ano de 2004.



Fonte: Os autores (2022).

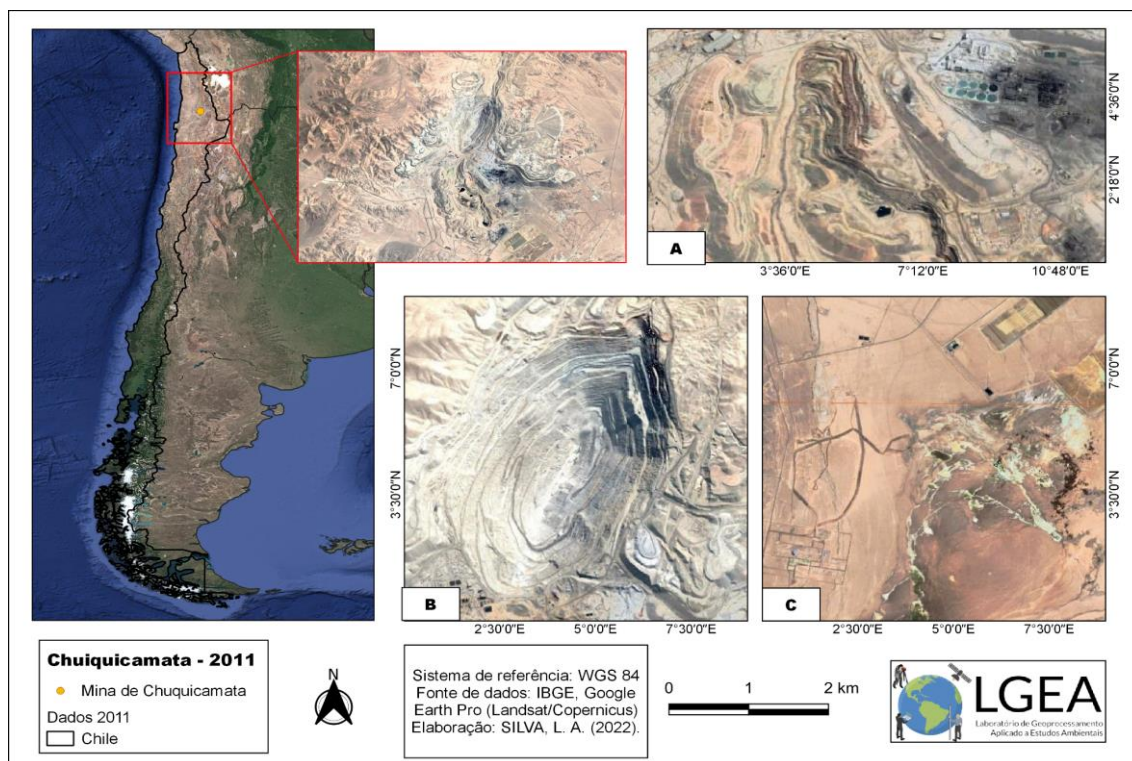
Ao passar dos anos, aumentou-se, consideravelmente a produção e, conseqüentemente, a área construída e modificada, como é visível na Figura 5. Neste momento, encontrava-se em andamento o projeto de construção da Mina Chuquicamata Subterrânea, orçada em 2013 em US\$ 4,2 bilhões, empregando, somente na fase de construção, uma média de 6 mil pessoas, tendo os mais altos padrões de segurança em todo o mundo e, dentre as questões atinentes à segurança para os trabalhadores, está na qualidade de ar com um sistema de ventilação que fornece 8 milhões de pés cúbicos do ar fresco por minuto (CODELCO, 2022b).

Faz-se imprescindível que áreas de mineração em expansão façam uma avaliação periódica da qualidade da saúde da população que habita o entorno do empreendimento e dos trabalhadores do mesmo, com o intuito de identificar aspectos ambientais que possam implicar em risco para a saúde humana em áreas de mineração (SILVEIRA, *et al.*, 2020).

Em seu estudo, Catsossa (2020), discorre que as populações que vivem nas proximidades da concessão de uma mineradora, sofrem diversos impactos negativos da expansão da mesma como, a banalização da condição humana,

além de presenciarem a degradação ambiental e a emergência de doenças respiratórias, decorrente da poluição do ar.

Figura 5. Mapa demonstrativo de Chuquicamata para o ano de 2011.



Fonte: autores (2022).

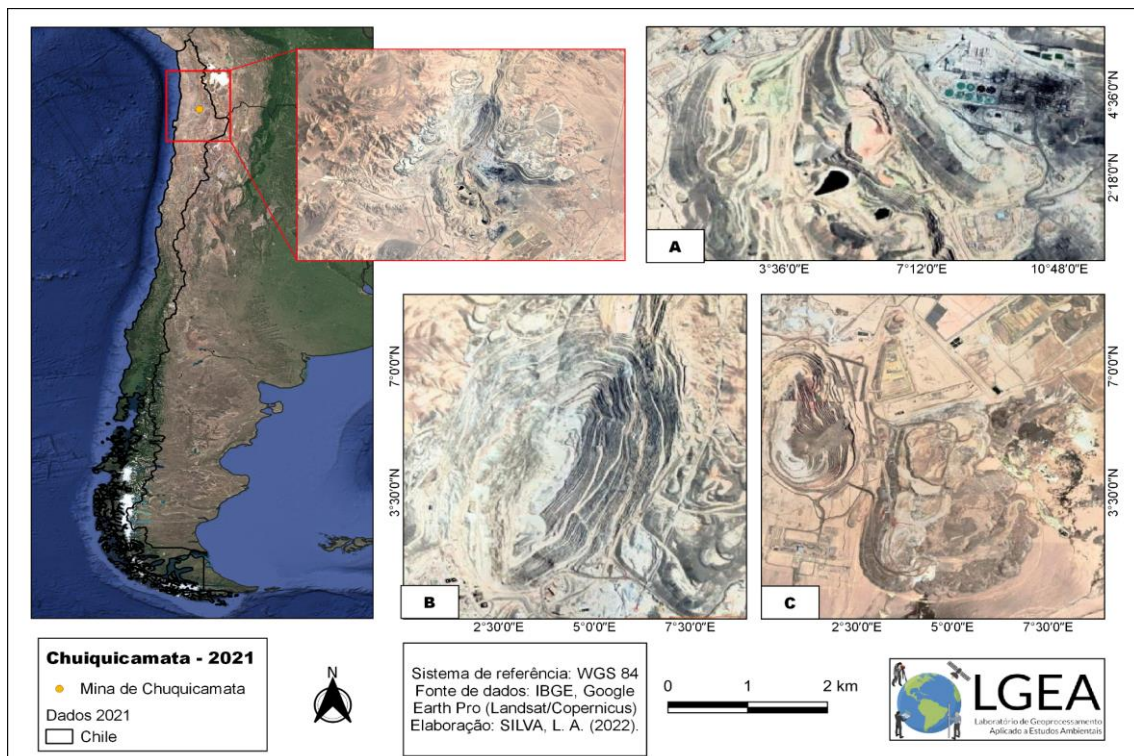
A própria empresa Codelco (2022b), apresenta dados indicando que o projeto subterrâneo transforma a maior mina a céu aberto do mundo em uma enorme operação subterrânea que permite a extração dos recursos em uma estimativa de 60 % a mais que foi extraído nos últimos 90 anos, o que vai equivaler em quase 1700 milhões de toneladas da reserva de cobre e molibdênio.

A mineração subterrânea tende a apresentar menor, impacto visual (MEDEIROS; DANTAS; BARROS; GONZAGA, 2019). Porém, causa subsidência do solo e traz riscos de segurança; costuma, além disso, ser um ambiente de altas temperaturas, ameaçando a saúde dos trabalhadores, diminuindo seu desempenho, culminando alguns desastres dinâmicos de rochas que, não somente induziram consequências desastrosas na segurança e eficiência da mineração subterrânea, mas também tornaram extremamente difícil a sua aceitação e implementação (DONG, *et al.*, 2019).

Os sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto funcionam como instrumentos auxiliares à análise dos impactos que a mineração causa; estudo sobre os impactos que esse modelo de empreendimento causa, não obstante, pode ser melhor compreendido, mediante exame de várias categorias de impactos, permitindo identificar a influência e relação que um causa no outro (WERNER; BEBBINGTON; GREGORY, 2019). Outras ferramentas podem participar em conjunto com os sistemas de informação geográfica, como a avaliação de riscos induzidos por mineração, a qual prevê as áreas inundadas em minas subterrâneas de calcário (SUH; KIM; YO; CHOI, 2017).

No que se tange à extração de minérios subterrâneos, não se fez possível avaliar as imagens através do sensoriamento remoto e analisar imagens espaciais temporais de forma tão significativa, quando comparada com atividades realizadas na superfície terrestre. Por outro lado, os impactos sociais e ambientais continuarão existindo e, para enfrentamento desta problemática, é necessário a adoção de medidas mitigadoras.

Figura 6. Mapa demonstrativo de Chuquicamata para o ano de 2021



Fonte: autores (2022).

A produção da mina, com chegada do subterrâneo, ficou estimada em 140 mil toneladas de minério por dia, equivalendo uma produção de 360 mil toneladas e 18 mil toneladas de cobre fino e molibdênio por ano, respectivamente. Em 2021, essa meta quase foi atingida, chegando a um valor de 319.280 toneladas de cobre fino, sendo levantada a informação para o ano de 265.842 mil quilos de prata (HARRIS, 2021; CODELCO, 2022b).

Na Figura 6, nota-se a transformação que a região sofreu, o que fica mais perceptível comparando com a Figura 4. O acompanhamento dessas transformações é possível devido ao sensoriamento remoto, pois com ele foi possível traçar o histórico da área e então analisar esse entorno da mina por meio da análise temporal do uso e ocupação do solo em diversos momentos (LEITE, 2012). Além das mudanças espaciais, o Sensoriamento Remoto ainda possibilita analisar os avaliar a poluição atmosférica na região, o comportamento de ventos e como é a dispersão de material particulado no entorno da mina, assim sendo uma ferramenta essencial para o monitoramento ambiental dessa categoria de empreendimento.

A extração de recursos minerais é uma atividade necessária para a sociedade moderna, uma vez que se utiliza diversos equipamentos eletrônicos e elétricos que utilizam metais na sua composição. Neste caso, considerando a dimensão da mina de Chuquicamata, pode-se realizar análises temporais espaciais das mudanças na mina, sua expansão para extração de cobre. Sendo assim, o sensoriamento remoto se mostra uma ferramenta fundamental para o acompanhamento das atividades, possibilitando visualizar as mudanças ocorridas no espaço durante o período de atividade da mina.

Uma parte significativa dessas mudanças, nos meios abióticos, ocorre em detrimento da ação antrópica sobre o ambiente local, modificando o ecossistema, que por consequência desencadeia impactos negativos ambientais e a sociedade (SILVA; FARIAS, 2019).

Cabe ressaltar que a sociedade pós-moderna e a sociedade líquido-moderna fomentaram o consumismo desenfreado, suscitando o hiperconsumismo que, por sua vez, gera o desequilíbrio ambiental. O desequilíbrio ambiental promove a degradação do meio ambiente ecologicamente equilibrado, podendo ocasionar a extinção em massa de

espécies, desmatamento predatório, poluição nos rios e mares, devastando flora e fauna local (FRAGA, 2020).

4. CONCLUSÃO

Percebe-se, à vista disso, que grandes construções acarretam impactos de grande dimensão. Foram diversos os grandes empreendimentos no século XX e XXI que tiveram consequências não esperadas no momento da sua execução. Na década de 1960, na então União Soviética, dois rios tiveram seus cursos modificados, o rio Amu e o rio Syr; o Mar de Aral, em consequência, local de onde muitas famílias obtinham o seu sustento através da pesca, secou, impossibilitando as atividades até então ocorrentes no local. Ambos os empreendimentos, relatados no presente estudo, indicaram consequências ambientais, durante a execução e na posteridade dessa.

Vale salientar que, no contexto do custo-benefício das construções, Dubai é uma cidade que busca impulsionar o turismo; empreendendo, logo, na direção de megas construções emblemáticas. De fato, objetivo de aumentar a demanda turística na região tem sido atingido, pois, conforme a Agência de Notícias dos Emirados Árabes (ALLIM, 2021), de janeiro a outubro do ano de 2021, durante a pandemia de COVID19, Dubai recebeu 4,88 milhões de turistas.

A mineração, em suma, é uma atividade historicamente impactante, pois compreende um processo longo, visando a obtenção de lucro. Ocorre que, por vezes, a procura por custos mínimos acarreta inúmeros impactos socioambientais que, a seu turno, merecem preocupação e investimentos para além do mínimo possível para a realização sustentável das atividades.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Fundação de Amparo à pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, CNPq pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ALI, K., VASCONCELLOS, V. Os Mega Projetos Imobiliários e Seus Impactos Sociais. O Caso da Ilha Palm Jumeirah. In: *Anais da 18ª Conferência Internacional da LARES*. São Paulo: LARES. 2018. Disponível em: <https://lares.architexturez.net/system/files/47-%20-%20Vasconcellos-%20-%2B-%20Ali.pdf>. Acesso: may 2022.
- ALLIM, N. O crescimento do turismo em Dubai se acelera com 4,88 milhões de visitantes entre janeiro e outubro de 2021. Agência de notícias dos Emirados, 2021. Disponível em: <https://wam.ae/pt/details/1395303002112>. Acesso em: 14 maio 2022.
- APARÍCIO, A. T.; CANALES, P. de J. H. Gestão de riscos socioambientais e desastres. O caso da mina de cobre Buenavista em Cananea. *Investigações Geográficas*, 2017, 93: 0-0.
- BOLLETER, J., GRACE, B., HOOPER, P., & FOSTER, S. Wet-bulb Temperature and Sea-level Rise in the United Arab Emirates—Planning Responses. *Planning Practice & Research*, 36(4), 408-429, 2021
- BORGES, M. G.; RODRIGUES, H. L. A.; LEITE, M. E. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento do Cerrado no Norte de Minas Gerais e suas fitofisionomias. *Caderno de Geografia*, 2019, 29.58: 819-835.
- CODELCO PARALISA FUNDIÇÃO DE COBRE NA MINA DE CHUQUICAMATA POR CAUSA DA COVID-19. Notícias de Mineração Brasil. 2020. Disponível em: <https://www.noticiasdemineracao.com/produ%C3%A7%C3%A3o/news/1389779/coldeco-paralisa-fundi%C3%A7%C3%A3o-de-cobre-na-mina-chuquicamata-por-causa-da-covid-19>. Acesso em; 11/05/2022.
- CODELCO. Divisão Chuquicamata. Operações. Codelco. 2022a. Disponível em: https://www.codelco.com/division-chuquicamata/prontus_codelco/2016-02-25/122529.html. Acesso em 11/05/2022.
- CODELCO. Mina Chuquicamata Subterrânea. Projetos em desenvolvimento. Codelco. 2022b. Disponível em: https://www.codelco.com/mina-chuquicamata-subterranea/prontus_codelco/2011-07-06/103025.html. Acesso em 17/05/2022.
- COSTA, J. T. Triste fim de Chuquicamata. Eco. Reportagens. 2005. Disponível em: https://oeco.org.br/reportagens/1026-oeco_11756/. Acesso em: 10/05/2022.
- ELHACHAM, Emily; ALPERT, Pinhas. Temperature patterns along an arid coastline experiencing extreme and rapid urbanization, case study: Dubai. *Science of The Total Environment*, v. 784, p. 147168, 2021.
- FLORES, G.; CATALAN, A.. A transition from a large open pit into a novel “macroblock variant” block caving geometry at Chuquicamata mine, Codelco Chile. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, v. 11, n. 3, p. 549-561, 2019.

- GAIDA, W., *et al.*, Correção Atmosférica em Sensoriamento Remoto: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2020, 13.01: 229-248.
- GIBLING, Colin. Construction process and post-construction impacts of the Palm Jumeirah in Dubai, United Arab Emirates. **Proto-Type**, v. 1, 2013.
- GREGORY, Joy. **Palm Islands**. Weigl Publishers, 2019.
- HARRIS, P. Produção de Cobre do Chile começa mais lenta em 2021. Notícias de Mineração Brasil. 2021. Disponível em:
<<https://www.noticiasdemineracao.com/produ%C3%A7%C3%A3o/news/1407867/produ%C3%A7%C3%A3o-de-cobre-do-chile-come%C3%A7a-mais-lenta-em-2021>>. Acesso em 11/05/2022.
- HELLEBRAND, S.; FERNANDEZ, J.; STIVE, R. Estudo de caso: Projeto de Palm Island No. 1 Dubai. *Terra et Aqua*, 2004, 14-20.
- LEITE, Manoel Reinaldo, *et al.*, Sensoriamento remoto aplicado à análise temporal da relação uso da terra/temperatura e albedo de superfície na bacia do Rio Vieira no Norte de Minas Gerais. 2012.
- LUDWIG, Cleide Josiane dos Santos Silva. **Questão socioambiental e a mineração: estudo da produção do serviço social**. 2021. 112 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Serviço Social, Escola de Humanidades, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em:
<https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/9506#preview-link0>. Acesso em: 21 maio 2022.
- MEDEIROS, A. R. S.; DANTAS, J. S.; BARROS, P. S. C.; GONZAGA, L. M. Avaliação dos impactos ambientais gerados pela pequena mineração no município de Picuí:PB. In: ANDRADE, Dr. Darly Fernando. **Seminário Brasileiro**. Belo Horizonte: Poisson, 2019. Cap. 2. p. 15-25. Disponível em:
https://web.archive.org/web/20200319063937id_/https://www.poisson.com.br/livros/semiarido/volume2/Semiarido_vol2.pdf#page=15. Acesso em: 21 maio 2022.
- MONTEIRO, J. B.; ZANELA, M. E. Desnaturalização ou desastre: Os diferentes conceitos teóricos que cercam o conceito de desastre natural. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, 2019, 21.1: 40-54.
- MANSOURMOGHADDAM, M., GHAFARIAN MALAMIRI, H. R., ROUSTA, I., OLAFSSON, H., & ZHANG, H. Assessment of Palm Jumeirah Island's Construction Effects on the Surrounding Water Quality and Surface Temperatures during 2001–2020. *Water*, 14(4), 634, 2022.
- MUÑOZ, M. J. Donoso O mercado chileno de cobre diante dos problemas financeiros internacionais. *Eu vou engenheiro. Revista Chilena de Engenharia*, 2014, 22.1: 99-115.
- REBOLLEDO, E. A. S.; CHIARAVALLOTI NETO, F.; GIATTI, Leandro. Luiz. Experiências, benefícios e desafios do uso do geoprocessamento para o

desenvolvimento da atenção primária à saúde. *Revista Pan-Americana de Saúde Pública*, 2018, 42: e153.

Rolo, A.; Oliveira, S. Ribeiro de Moinhos (Felgar e Souto da Velha). Contributo para a memória de uma realidade desaparecida. **Revista Memória Rural**, v. 1, n. 1, p. 219-231, 24 Nov. 2018. Disponível em: <https://museudamemoriarural.pt/revistamemoriarural/index.php/revista/article/view/29/24>. Acesso em: 21 maio. 2022.

SALAHUDDIN, B. Os impactos ambientais marinhos da construção de ilhas artificiais Dubai, Emirados Árabes Unidos. 2006.

SEMGUPTA, D.; CHEN, R.; MEADOWS, M. E. Building beyond land: An overview of coastal land reclamation in 16 global megacities. *Applied Geography*, 2018, 90: 229-238.

SILVA, H. J. Utilização de ferramentas SIG como subsídio ao ordenamento territorial – estudo de caso do Ribeirão Do Feijão, São Carlos – SP. *Revista Brasileira de uso de geoprocessamento para el desarrollo de la atención primaria de salud*. Ver Panam Salud Publica. 42:e153. 2018.

SILVA, L. A. da *et al.*, Mesorregiões centro oriental e centro ocidental do Rio Grande do Sul – um estudo de vulnerabilidade. *Multiplicidades do meio ambiente na contemporaneidade*. **e-Publicar**. v.1. p. 322-339. 2022. Doi: 10.47402/ed.ep.c202296522115

SILVA, M. R. S.; FARIAS, J. F. O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NOS ESTUDOS DE GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS: um estudo de caso sobre o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN). **Revista Equador (Ufpi)**, Piauí, v. 8, n. 2, p. 276-289, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9235/5409>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SILVEIRA, H. .; DOS SANTOS SILVA, K. .; GONÇALVES CAMELO BARBOSA, J. .; DA SILVA FONSECA, J. V. .; LIBA, C. M. . APROVAÇÃO DE LICENÇAS AMBIENTAIS PARA EXPANSÃO DA MINERAÇÃO DE LÍTIO NO BRASIL E FALTA DE INFORMAÇÕES SOBRE IMPACTOS À SAÚDE HUMANA. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 39, 2020. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/remas/article/view/214>. Acesso em: 21 maio 2022.

SMALL, C.; NICHOLLS, R. J. (2003). A global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of Coastal Research*, 2016, 19.3: 584–599. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/4299200>.

SUH J.; KIM S. M.; YI H.; CHOI Y. An Overview of GIS-Based Modeling and Assessment of Mining-Induced Hazards: Soil, Water, and Forest. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017, 14: 1463.

HAAS, A.; CONCEIÇÃO, S. R.; DESCOVI FILHO, L.; HENKES, J. A. DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE APP ATRAVÉS DO USO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG): O CASO DAS APP'S NOS

CURSOS DE ÁGUA DA SUB-BACIA DO LAJEADO PARDO, NOROESTE DO RS. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 640-649, set. 2018. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Leonidas-Filho/publication/329454195_DELIMITACAO_E_CHARACTERIZACAO_DE_APP_ATRAVES_DO_USO_DE_UM_SISTEMA_DE_INFORMACAO_GEOGRAFICA_SIG_O_CASO_DAS_APPS_NOS_CURSOS_DE_AGUA_DA_SUB-BACIA_DO_LAJEADO_PARDO_NOROESTE_DO_RS/links/5c09b673299bf139c74463be/DELIMITACAO-E-CARACTERIZACAO-DE-APP-ATRAVES-DO-USO-DE-UM-SISTEMA-DE-INFORMACAO-GEOGRAFICA-SIG-O-CASO-DAS-APPS-NOS-CURSOS-DE-AGUA-DA-SUB-BACIA-DO-LAJEADO-PARDO-NOROESTE-DO-RS.pdf. Acesso em: 01 mar. 2022.

HONG, C. X.; XIN, C.; PING, L. A.; JUN, C. L.; SHU, P.; MIAO, L. Science China special topic: Global mapping of artificial surfaces at 30-m resolution. *Science China Earth Sciences*, 2016, 59: 2295–2306. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11430-016-5291-y>.

HUANG, Y.; TIAN, F.; WANG, Y.; WANG, M.; HU, Z. Effect of coal mining on vegetation disturbance and associated carbon loss. **Environmental Earth Sciences**, v. 73, n. 5, p. 2329- 2342, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3584-z> > Acesso em: 11 set. 2021.

WEINBERG, M. Cuerpos de cobre: Extractivismo en Chuquicamata, Chile. *The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology*, v. 26, n. 2, p. 200-218, 2021.

WERNER, T. T.; BEBBINGTON, A.; GREGORY, GILIAN. Assessing impacts of mining: Recent contributions from GIS and remote sensing. *The Extractive Industries and Society*, 2019, 6: 993-1012.

CAPÍTULO 08

PRESENÇA DE ESPÉCIES EXÓTICAS EM ÁREAS PROTEGIDAS: O CASO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TAIM, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Otoni Marques Moura Leon

Maiara Moraes Costa

Diuliana Leandro

Larissa Medianeira Bolzan

Tirzah Moreira Siqueira

Larissa Aldrighi da Silva

Karine Fonseca de Souza

Diovana da Silva Guterres

Alanderson Larroza Rodrigues

RESUMO: As Unidades de Conservação são áreas destinadas para promover a conservação da biodiversidade. No entanto, a presença de espécies exóticas invasoras nessas áreas coloca em risco essa finalidade. O presente estudo aborda a presença da atividade de silvicultura na região da Estação Ecológica do Taim. A atividade de silvicultura na Estação Ecológica do Taim é composta por Pinus e Eucalipto, que fazem parte das espécies exóticas, com grande capacidade invasora e baixa capacidade invasora, respectivamente. A preocupação com a presença de espécies exóticas se deve ao fato de que esta é considerada a maior causadora de perda de biodiversidade em Unidades de Conservação. Esse estudo teve como objetivo realizar o levantamento dos diferentes usos do solo na região da Estação Ecológica do Taim, tendo por finalidade averiguar a presença da silvicultura na região. A metodologia possui por base a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto, através destas gera mapas de utilização do solo da região em períodos diferentes, para a realização da análise da silvicultura em diferentes períodos. Imagens oriundas de satélites também são utilizadas como ferramenta para uma melhor análise temporal das áreas de silvicultura na região. No que se refere aos resultados da pesquisa, foi observado que não houve expansão das áreas de silvicultura no decorrer dos anos avaliados nas zonas de amortecimento da Unidade de Conservação. Tal fato pode ser explicado pela utilização de espécie nativa como barreira à dispersão do pinus. Por fim, a utilização de espécies nativas corresponde a uma forma de controle de dispersão de espécies exóticas, promovendo a biodiversidade na Unidade de Conservação e garantindo a sustentabilidade do meio ambiente.

PALAVRAS CHAVES: Sensoriamento remoto; Unidades de Conservação; Análise temporal; Silvicultura.

ABSTRACT: Conservation Units are areas designed to promote the conservation of biodiversity. However, the presence of invasive alien species in these areas jeopardizes this purpose. The present study addresses the presence of forestry activity in the region of Estação Ecológica do Taim. The silviculture activity at the Taim Ecological Station is composed of Pinus and Eucalyptus, which are part of the exotic species, with high invasive capacity and low invasive capacity, respectively. The concern with the presence of exotic species is since this is considered the biggest cause of biodiversity loss in Conservation Units. This study aimed to carry out a survey of the different land uses in the region of the Estação Ecológica do Taim, to investigate the presence of forestry in the region. The methodology is based on the use of remote sensing tools, through which it generates maps of land use in the region in different periods, to carry out the analysis of forestry in different periods. Satellite images are also used as a tool for a better temporal analysis of forestry areas in the region. Regarding the research results, it was observed that there was no expansion of forestry areas over the years evaluated in the buffer zones of the Conservation Unit. This fact can be explained using native species as a barrier to pine dispersion. Finally, the use of native species corresponds to a way of controlling the dispersion of exotic species, promoting biodiversity in the Conservation Unit, and guaranteeing the sustainability of the environment.

KEYWORDS: Remote sensing; Conservation Units; Temporal analysis; Forestry.

1. INTRODUÇÃO

A Estação Ecológica do Taim é uma Unidade de Conservação (UCs) e, portanto, possui uma função ambiental de ser um local para a conservação da biodiversidade. Trata-se de uma zona úmida que faz parte dos Sítios Ramsar brasileiros, logo, possui relevância internacional para a conservação da biodiversidade.

Outra função importante da Estação Ecológica (ESEC) do Taim é conectar, através de banhados, a Lagoa Mangueira e a Lagoa Mirim. Essa função beneficia a saúde da agricultura da região de uma maneira geral, por ajudar a manter os recursos hídricos locais. No Plano de Manejo da ESEC do Taim são apresentados os principais propósitos da UC:

“A Estação Ecológica do Taim, situada na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, no extremo sul do Brasil, com extensos banhados que conectam a Lagoa Mirim e a Lagoa Mangueira, contribui para a regulação do balanço hídrico sazonal e a manutenção da qualidade da água em nível regional e preserva importante biodiversidade, com destaque para as aves migratórias” (ICMBio, 2021, n.p.).

A região da Estação Ecológica do Taim possui diversos usos do solo ao seu redor, estando dentro da sua zona de amortecimento ou não, estando presente entre esses a silvicultura. Um dos principais impactos da silvicultura é a dispersão da espécie exótica utilizada no cultivo. A invasão de espécies exóticas é o maior causador da diminuição da biodiversidade em UCs (ZILLER; ZALBA, 2007).

As UCs são áreas que possuem por objetivo a conservação da biodiversidade. Tais áreas recebem manutenção através de fundos provenientes do poder público, privado ou também por parcerias público privadas (VALLEJO, 2002; DOS SANTOS, 2021). O processo de criação das UCs parte da ação do poder público, independentemente do instrumento legal utilizado, realizado a partir de estudos técnicos e consulta pública (MIRANDA *et al.*, 2017).

Na atualidade, a criação de UCs é uma das principais formas de manter a biodiversidade frente às mazelas causadas pela degradação ambiental de origem antropogênica. Para Vallejo (2002), a tomada de consciência ecológica global que está ocorrendo nos tempos atuais, faz com que a população pressione as forças governamentais em busca de soluções para os problemas ambientais, e a criação de UCs é uma forma de preservar os ecossistemas.

O Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas incorpora os conceitos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e o Código Florestal define áreas protegidas como áreas naturais ou seminaturais que possuem como objetivo a conservação e uso sustentável da biodiversidade, sendo elas: Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais e Unidades de Conservação (MMA, 2006).

A Lei n.º 9.985 de 2000 instituiu o SNUC e estabeleceu critérios e normas para a criação, implantação e gestão das UCs. As UCs se dividem em dois grupos: as UCs de Proteção Integral, que tem como objetivo a proteção da natureza e não permite usos diretos dos recursos naturais; e as UCs de Uso Sustentável, que tem como objetivo conciliar a conservação da natureza e o uso sustentável dos recursos naturais. Inseridas no grupo das UCs de Proteção Integral, encontram-se a Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. No que se refere às UCs de Uso Sustentável estão inseridas as categorias: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (BRASIL, 2000).

Neste trabalho, é abordado sobre espécies arbóreas exóticas em uma Estação Ecológica, integrante do grupo de UCs de Proteção Integral. As UCs de proteção integral possuem por objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas, outras intervenções humanas não são permitidas e propriedades particulares nas suas áreas devem ser desapropriadas (BRASIL, 2000). Dentre as UCs de Proteção Integral, está inserida a Estação Ecológica do Taim (ESEC do Taim), criada pelo Decreto n.º 92.963, de 21 de julho de 1986, que teve seus limites alterados por outro Decreto, s/n, no dia 5 de junho de 2017.

Toda UC precisa possuir o próprio Plano de Manejo, que se trata de um documento de significativa importância para as tomadas de decisão no que concerne ao planejamento de UCs de âmbito federal, aborda a missão da UC, seu propósito, significância, recursos naturais e valores. Além disso, nesse documento consta a definição do zoneamento e normas (ICMBio, 2021). O Plano de Manejo da ESEC do Taim foi publicado no ano de 2021 e no documento discorre sobre a contenção da dispersão de espécies arbóreas exóticas invasoras na área da Estação, entre diversos outros tópicos (ICMBio, 2021).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, espécie exótica se refere às espécies que se encontram fora da área de distribuição natural e Espécie Invasora são espécies que ameaçam os ecossistemas, habitats ou outras espécies existentes, que possuem vantagens de competição, ausência de predadores e, portanto, dominam espaços ocupados pelas espécies nativas (MMA, 2006). As espécies exóticas invasoras competem com as espécies nativas pelos recursos disponíveis, causando a homogeneização dos ambientes e extinção de espécies locais. Em razão disso, as espécies exóticas invasoras se conFiguram como uma ameaça para a perda de biodiversidade do planeta, juntamente com outras causas de perda de biodiversidade, como a mudança climática, perda de habitat e poluição (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

As sociedades contemporâneas dependem diretamente da biodiversidade do planeta, uma vez que esta fornece produtos diretos e indiretos, serviços ecológicos, como a redução da emissão de gases de efeito estufa, além de possuir valor social, cultural e econômico para os seres humanos (WWF BRASIL, 2021).

Segundo a European Environment Agency (2022), espécies exóticas são compreendidas como espécies que estão presentes em locais externos à sua área de distribuição natural, resultando da dispersão antrópica intencional ou acidental. Quando esse grupo de indivíduos conquista a capacidade de instalação em curto espaço de tempo e conseguem formar grupos de populações são compreendidas como espécies invasoras (BLACKBURN *et al.*, 2011; OCCHIPINTI-AMBROGI; GALIL, 2004; PYŠEK *et al.*, 2004; RICHARDSON *et al.*, 2000), que podem intensificar o processo de alterações ambientais em ecossistemas ou causam perdas de biodiversidade (BELLARD *et al.*, 2016; CARRUTHERS, 2004; WALKER; STEFFEN, 1997).

A International Union for Conservation of Nature's (IUNC) em 2020, associa a definição de espécies exóticas invasoras à sua capacidade de causar prejuízos, uma vez que seus efeitos ecológicos podem ser de grande magnitude por conta da inexistência de predadores, ataque a espécies nativas e alteração de ecossistemas. Essas características podem alterar o processo de interação ecológica e as taxas de produtividade de determinado meio, podendo levar a

uma redução das espécies nativas ou até a extinção (PEJCHAR; MOONEY, 2009; SIMBERLOFF, 2005).

Segundo o Conselho Estadual do Meio Ambiente - CONSEMA Silvicultura: Plantações florestais cultivadas com enfoque econômico e com fins comerciais, para gerar produtos florestais madeiráveis ou não madeiráveis para diferentes usos, não se inserindo neste conceito as plantações florestais com espécies de baixo e médio potencial poluidor: a) com fins paisagísticos, como alamedas; b) para conforto térmico, como para residências e animais; c) para quebra-ventos (RIO GRANDE DO SUL, 2018, n. p.).

A atividade de Silvicultura no Brasil é relativamente nova, tendo seu início na segunda metade do século XX e, atualmente, é uma grande variável da economia brasileira; o estado do Rio Grande do Sul (RS), por sua vez, atualmente é um dos grandes estados da indústria de base florestal no país, principalmente com cultivo dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (BINKOWSKI, 2009). Esses dois gêneros arbóreos apresentam como principal impacto ambiental a proliferação não desejada (ROCHA, 2021).

Essa atividade, por sua vez, é objeto de licenciamento ambiental, baseado no Zoneamento Ambiental da Silvicultura do estado do Rio Grande do Sul, realizado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - FEPAM. Além disso, cabe ressaltar que silvicultura de exóticas com alta capacidade invasora como, por exemplo, o *Pinus spp*, considerada uma atividade com potencial poluidor alto, já a atividade de silvicultura de *Eucalyptus spp.*, *Acacia mearnsii*, por serem exóticas de baixa capacidade invasora são caracterizadas por apresentar potencial poluidor médio (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Grande parte das áreas de silvicultura no estado do Rio Grande do Sul estão sendo implantadas e cultivadas em áreas sensíveis, como as próximas a UCs (PIAIA, 2020). A ESEC do Taim é uma das áreas que sofre consequência de ações com matriz de usos antrópicos rurais, vinculada à silvicultura (COSTA; SATO, 2021). Isso se deve à capacidade de modificação que essa atividade é capaz de exercer em variados aspectos, como sociais e culturais, a disponibilidade hídrica, as alterações do solo e as mudanças na fauna e na flora (MOLEDO *et al.*, 2016).

Atualmente, no Brasil, áreas importantes ambientalmente como a de Mata Atlântica estão sendo convertidas em lavouras para o cultivo de eucalipto

(SIMINSKI; FANTINI, 2010). Essa prática tem alterado a composição do substrato das nascentes, modificando a granulometria de areia no local, ressaltando a importância de se evitar que impactos ambientais dessa prática afetem a mata nativa (AMARAL *et al.*, 2020).

A silvicultura é uma importante fonte de renda na região do Taim e também pode ser uma atividade geradora de impacto ambiental na ESEC do Taim. Diante da problemática exposta, o presente estudo foi elaborado com o objetivo de realizar o levantamento dos diferentes usos do solo na região da ESEC do Taim no ano de 2021, tendo por finalidade averiguar a presença da silvicultura na região.

2. METODOLOGIA

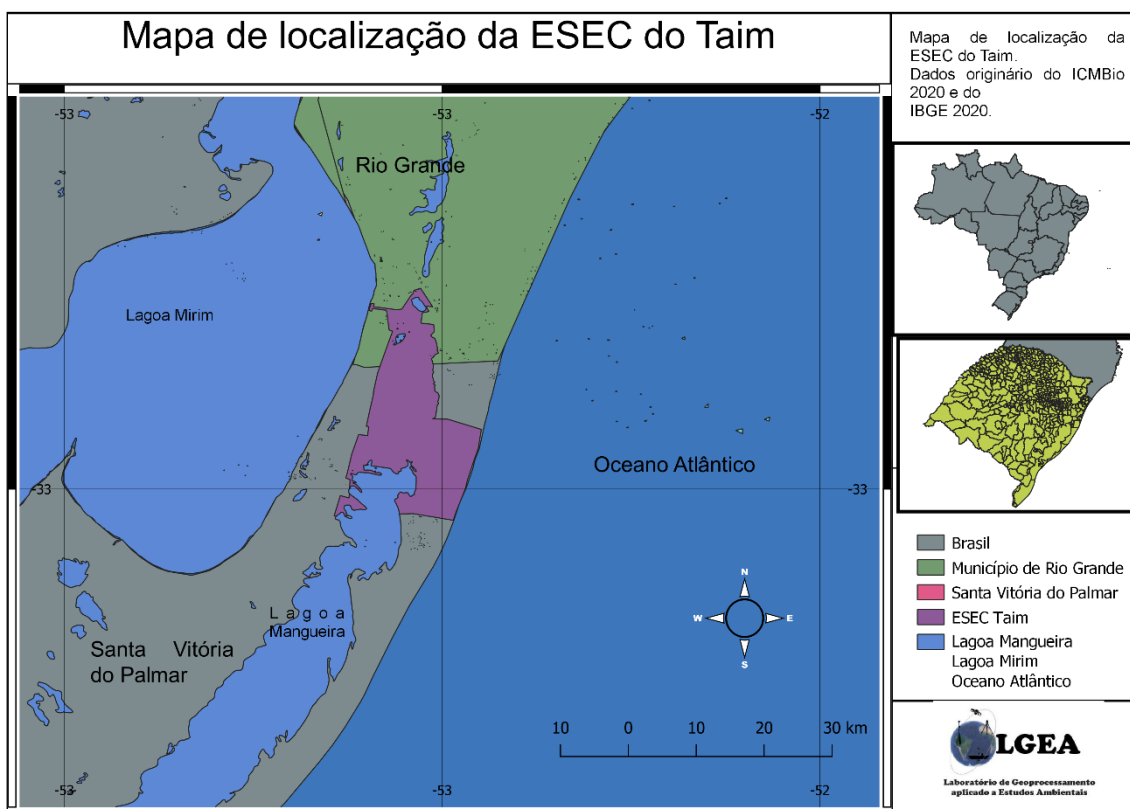
2.1 Caracterização da área

O trabalho realizou a análise sobre a silvicultura na região da Estação Ecológica do Taim, localizada no estado do Rio Grande do Sul. Na Figura 1, mapa de localização, é possível perceber que a ESEC do Taim, representada pela cor roxa no mapa, está localizada entre os municípios de Rio Grande, cor verde no mapa, e no município de Santa Vitória do Palmar, cor rosa no mapa. Aproximadamente 70 % da estação está localizada no município de Santa Vitória do Palmar e 30 % no município de Rio Grande.

A Estação Ecológica fica localizada na BR 347, é banhada pela Lagoa Mirim, Lagoa Mangueira e o Oceano Atlântico. O escoamento proveniente da Lagoa Mirim é a principal fonte hídrica para manter a existência da zona úmida banhado do Taim (TASSI, 2017). A ESEC do Taim possui em sua composição diversas áreas alagadas, lagoas e canais de diferentes dimensões (REYES, *et al.*, 2021).

A ESEC do Taim possui como coordenadas 32° 44' 33" de latitude sul e 52° 34' 28" de longitude oeste, a área da estação é de 32.806,31 hectares e o bioma é costeiro marinho. O clima da região é subtropical e a temperatura média varia entre 9,4°C em julho e 27°C em janeiro, a média de precipitação anual é de 1205 mm, sendo setembro o mês mais chuvoso (QUINTELA, 2019). A área de localização da UC objeto deste estudo encontra-se na Figura 1.

Figura 1: Mapa de localização da ESEC do Taim.



Fonte: Os autores

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos do trabalho, foram utilizadas ferramentas de Sistema de Informação Geográfica - SIG. O software utilizado para a realização do trabalho foi o Quantum GIS, que é uma multiplataforma de Sistema de Informação Geográfica construído em uma plataforma de software livre e de código aberto que permite a visualização, a edição e a análise de dados georreferenciados (QGIS.ORG, 2021).

Para a identificação da área de interesse, gerou-se um mapa de localização da região. Esse foi criado no QGIS, no qual se utilizou a camada vetorial de identificação dos limites geográficos do Brasil e do estado do Rio Grande do sul, ambas oriundas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Também, se usou a camada vetorial de limite territorial dos municípios do estado do Rio Grande do Sul, oriunda da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), do ano de 2009 e o polígono de demarcação da ESEC do Taim do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) do ano de 2020.

Para o desenvolvimento do trabalho, criou-se um mapa temático de cobertura da Terra e uso do solo. Neste mapa, foram utilizados dados vetoriais da região, oriundos da Fundação Estadual para Conservação Ambiental Henrique Luis Rossler, datados do ano de 2009.

Posteriormente, se construiu mapa temático de cobertura da terra e uso do solo do ano de 2021. Por não existirem as informações sobre temáticas do uso do solo em plataformas oficiais do governo referentes ao ano de 2021, classificou-se a cobertura da terra e uso do solo da região através de uma imagem de satélite. O estudo se iniciou com a busca pelas imagens da região da ESEC do Taim, na plataforma do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na qual se utilizaram os seguintes critérios: ano, órbita e ponto, satélite, nível de processamento da imagem e porcentagem de nuvem por quadrante. As imagens selecionadas foram do satélite CBERS 4A, com a máxima de 10 % de cobertura de nuvem por quadrante, a data das imagens utilizadas é de 17 de outubro de 2021. Foi efetuado o download de todas as bandas das imagens através da plataforma do INPE.

Foram utilizadas duas cenas, se fez a fusão da banda pancromática com bandas multiespectrais, oriundas do sensor WPM do satélite CBERS 4A. De posse das bandas da imagem se realizou a junção das bandas multiespectrais 2, 3, 4 e 5. Com a junção das bandas no software, para facilitar a interpretação visual da região, utilizou-se a composição natural.

No passo seguinte, foi realizada a fusão da imagem multiespectral com a imagem pancromática. Como resultado, obteve-se um dado matricial com uma resolução espacial igual à da imagem pancromática e a resolução espectral igual à da imagem multiespectral. Posteriormente, foi realizado o recorte deste matricial com a camada vetorial da ESEC do Taim, otimizando as análises para a região de interesse. Como a classificação da cobertura da terra e do uso da ESEC do Taim. Foram escolhidas oito classes representativas deste uso, sendo elas: silvicultura, mata nativa, vegetação rasteira, solo arenoso, água salgada, água doce, zona úmida e solo exposto.

O método de classificação utilizado foi o supervisionado. Para atingir o objetivo de uma classificação representativa da ESEC, foi necessário primeiro gerar uma camada vetorial composta por polígonos, para sobrepor áreas da imagem com pixels representativos de cada tipo de cobertura da terra e uso do

solo. Esse dado vetorial além da geometria contém em seus atributos o nome das classes e um número de id. Os pixels precisam ser representativos de cada classe porque cada material devido a sua composição físico-química e geometria reflete a energia eletromagnética de maneira diferente, logo os polígonos demarcados como áreas amostrais permitem que os algoritmos realizem a classificação supervisionada, agrupando os pixels semelhantes das imagens nas classes pré-definidas.

Para o fornecimento das amostras de treinamento ao programa de classificação de imagens foram selecionados cerca de 40 polígonos de cada tipo de cobertura da terra e uso do solo. O complemento utilizado para realizar a classificação supervisionada foi o Plugin Dzetsaka do QGIS. O Dzetsaka é uma ferramenta de classificação supervisionada, a camada matricial da região da ESEC do Taim foi inserida como matricial para ser classificada e a camada vetorial foi inserida contendo os polígonos de exemplo de níveis de cinza para o treinamento do algoritmo para realização da classificação.

Com a camada matricial resultante do processo de classificação supervisionada, se representou as classes, através do menu propriedades da camada, na aba simbologia, na opção banda simples falsa-cor. Onde o produto do processo de classificação aplicou-se o método de agrupamento de dados pelo método contínuo, o que resultou na identificação dos oito tipos de cobertura e usos do solo distintos pré-definidos a priori da classificação supervisionada.

Nessa fase, através da interpretação visual da região, verificou-se que o Dzetsaka agregou a classe 4, solo arenoso, a classe nuvens, presentes na imagem. Para solucionar o problema da presença das nuvens e obter um resultado final satisfatório, fiel ao uso do solo existente na região no ano de 2021, transformou-se o dado matricial em dado vetorial, carregando na tabela de atributos o valor numérico correlacionado a cada classe, através do processo de poligonização. Para isso, se utilizou o auxílio do software Google Earth, a ferramenta imagem histórica, no qual se utilizou a ferramenta de imagens históricas para reclassificar as áreas recobertas por nuvens.

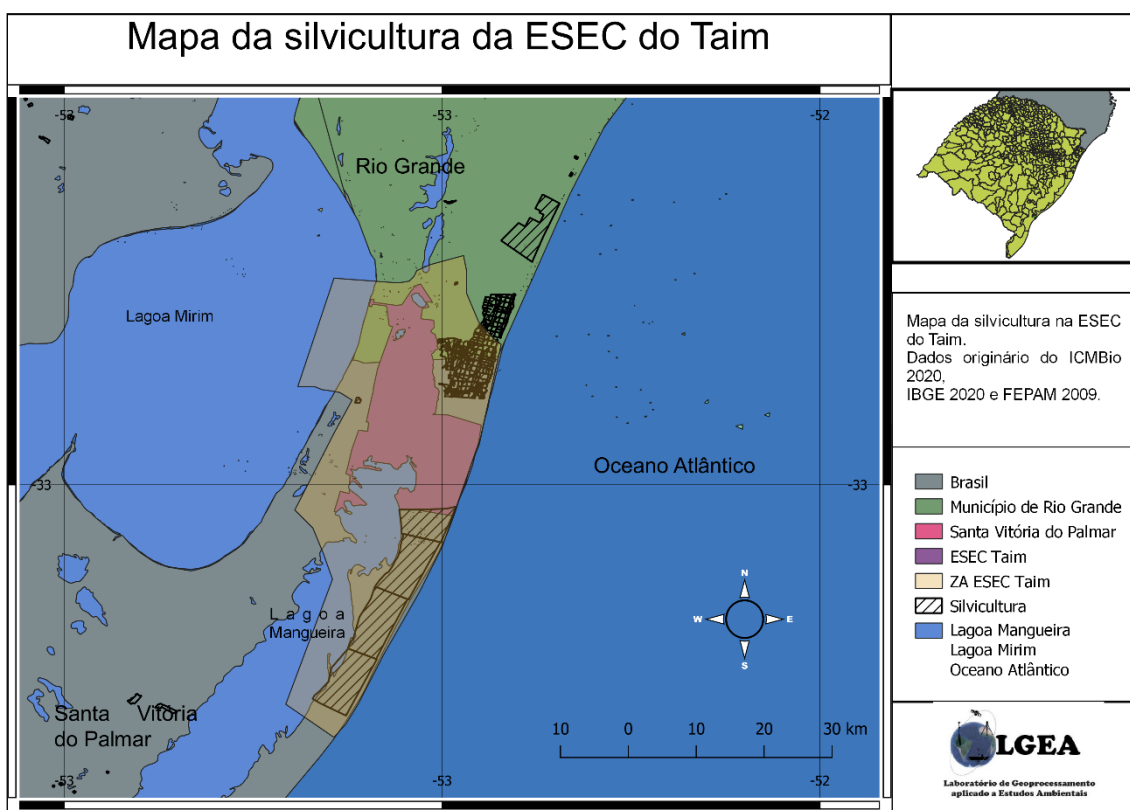
Posteriormente, para a construção do mapa de cobertura e uso do solo, foi utilizado o dado reclassificado no QGIS através da função atlas.

Através de interpretação visual ao longo do tempo da cobertura e uso do solo, para o ano de 1984, 2009 e 2020, no software Google Earth verificou-se a modificação da paisagem no período.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ESEC do Taim possui diferentes formas de uso do solo dentro da sua área. Na Figura 2 está apenas representada a silvicultura.

Figura 2: Mapa sobre utilização do solo na região da ESEC do Taim no ano de 2009.

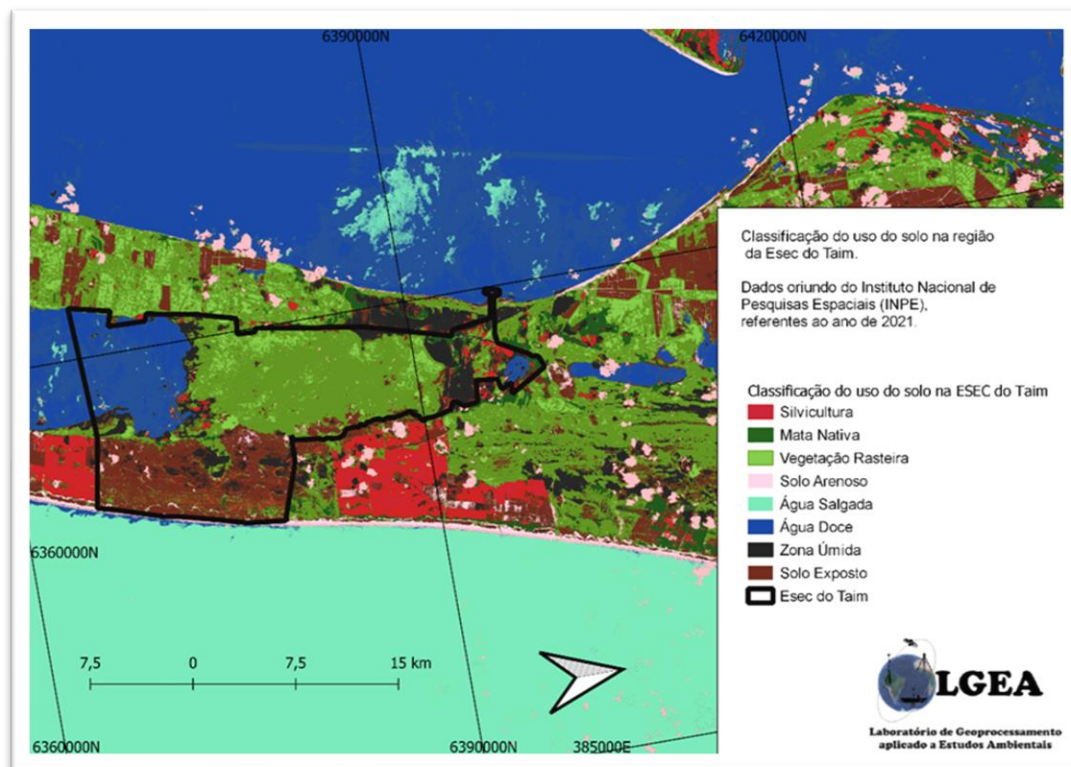


Fonte: Os autores

Na Figura 2, o polígono vermelho é a área da ESEC do Taim, o polígono amarelo transparente é a zona de amortecimento da ESEC e os polígonos traçados são as áreas de silvicultura na região. Esses dados, de uso do solo, são originários da FEPAM e representam a realidade do ano de 2009. Também, se percebe que os polígonos que representam as áreas de silvicultura estão sobrepostos pela zona de amortecimento (ZA), o que indica que na ZA existe a presença de silvicultura sobre a ESEC. Existe uma área significativa de silvicultura ao norte e outra ao sul da ESEC e ambas invadem a ZA. Esse

resultado vai de encontro com o abordado no estudo de Ilha (2018), onde é mencionado que no entorno da UC existem diversas formas de uso de solo, dentre elas o reflorestamento com espécies exóticas, realizado por empresa de especializada, que utiliza espécies exóticas com grande poder de dispersão, como o *Pinnus* spp. e *Eucalyptus* spp., ocasionando uma demanda intensa sobre o controle de dispersão das espécies.

Figura 3: Utilização do solo na região da ESEC do Taim no ano de 2021.



Fonte: Os autores

A Figura 3 trata da presença da silvicultura na região da ESEC do Taim no ano de 2021. Na Figura, estão ilustrados a área da ESEC do Taim, representada pelo contorno preto, e a silvicultura está ilustrada com a coloração vermelha. Observa-se que as áreas em que a silvicultura se faz presente na região são as mesmas que no ano de 2009. Com áreas de silvicultura ao norte e ao sul da ESEC que não se alteraram significativamente no intervalo de 11 anos.

Na Figura 4, são apresentadas três imagens de satélite da região da área de silvicultura ao norte da ESEC do Taim, representando respectivamente os anos de 1985, 2009 e de 2020. A imagem referente ao ano de 1985, diz respeito

ao período anterior à data de criação da UC. As imagens seguintes, dos anos de 2009 e 2020, correspondem ao período em que a UC já havia sido criada por meio de decreto.

Figura 4: Imagens de satélite da região da ESEC do Taim em três décadas diferentes.



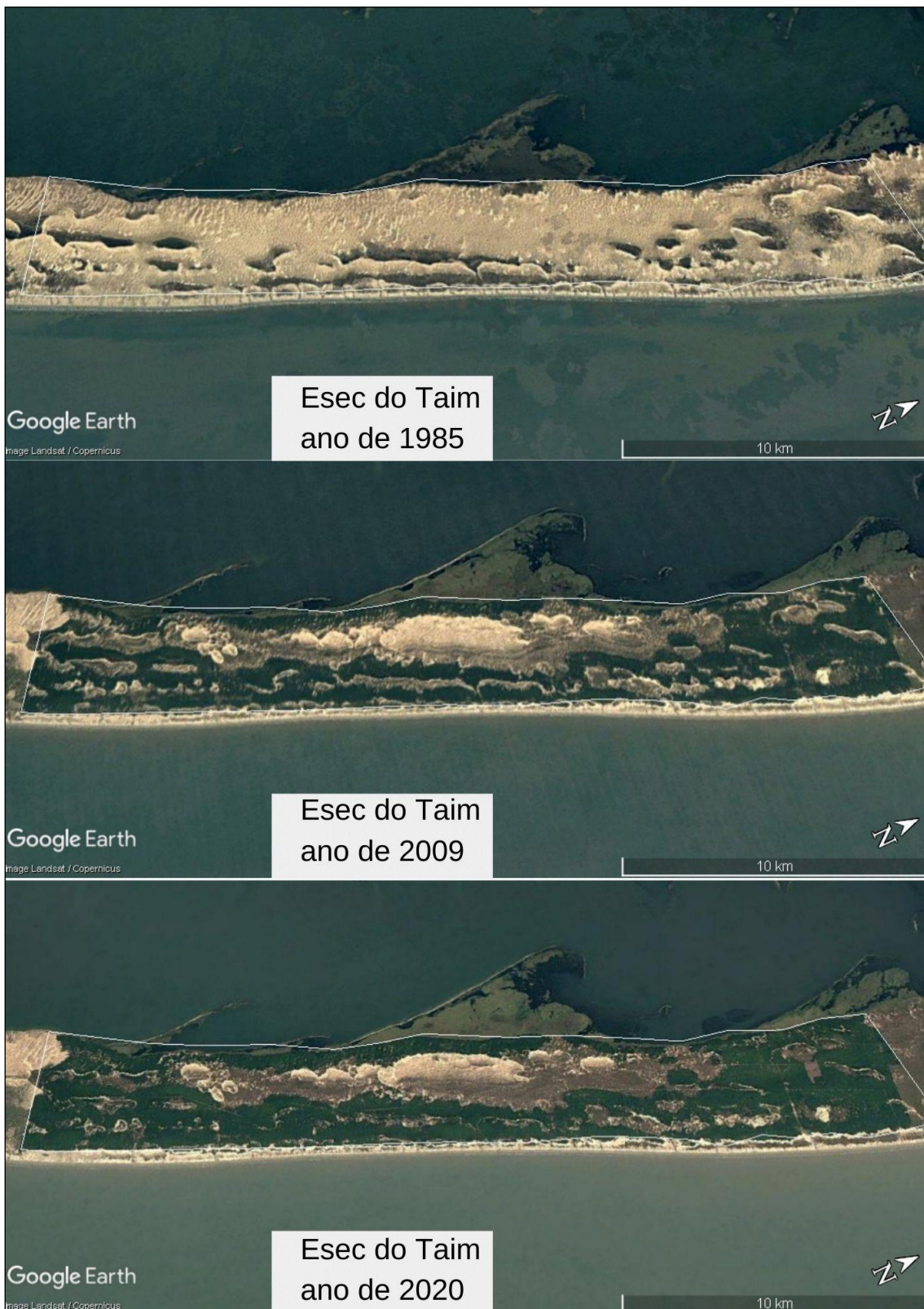
Fonte: Os autores

É possível observar que no ano anterior à criação da ESEC do Taim, em 1985, a atividade de silvicultura já era desenvolvida na região. No ano de 2009, parte das árvores foram cortadas e em 2020 já havia sido realizado o plantio na área cortada.

Ao observar o decorrer dos anos nas imagens, interpreta-se que a silvicultura se manteve controlada na ESEC do Taim, uma vez que o espalhamento das espécies exóticas ocorreu dentro dos limites observados na Figura. Tal fato é explicado no estudo de Ilha (2018), onde discorre que um empreendimento de silvicultura da região plantou 5 mil mudas de uma espécie nativa, chamada de Aroeira precoce (*Schinus terebentifolis*) para servir como barreira à dispersão do pinus.

Na zona de amortecimento da ESEC do Taim a presença da silvicultura é registrada (Figura 5). Nesta região, no período de tempo retratado nos intervalos da imagem, é possível perceber um aumento da silvicultura.

Figura 5: Imagem de satélite da região da zona de amortecimento da ESEC do Taim.



Fonte: Os autores

Na Figura 5, estão contidas três imagens ilustrando a área de silvicultura ao sul da ESEC do Taim de anos diferentes da zona de amortecimento da ESEC

do Taim, representando os anos de 1985, de 2009 e de 2020. Através da análise das imagens é possível notar que existe uma diferença significativa na presença da silvicultura entre os anos de 1985 e com os demais períodos. No ano de 1985 é possível notar que na região predomina o solo arenoso e não é significativa a presença de espécies arbóreas.

A situação da silvicultura na ESEC do Taim é explicada no estudo de Eichenberger (2015), onde menciona que os plantios na região precedem o plano de Zoneamento Ambiental da Silvicultura do Rio Grande do Sul, a atividade é permitida desde que não seja aumentada. O mesmo autor relata que existem ações de controle da dispersão e erradicação de talhões de plantio de pinus sobre as APPs como as margens da Lagoa Mangueira e nas áreas próximas à ESEC do Taim. Segundo Ilha (2018), com a ampliação da ESEC do Taim houve uma elaboração de proposta para a delimitação da ZA da UC, onde ficou decidido que as atividades produtivas tradicionais da ZA permanecerão, dentre as atividades está a silvicultura.

4. CONCLUSÕES

A silvicultura na região Taim não apresentou um aumento significativo nas últimas décadas, uma vez que a área de cultivo de árvores exóticas é a mesma há mais de uma década. Faz-se importante considerar o fato que a atividade foi iniciada antes da criação da UC. Isso faz com que a silvicultura tenha uma representatividade econômica local.

As árvores exóticas causam uma série de impactos ambientais, porém no caso da ESEC do Taim, o avanço dessas espécies vem sendo controlado através das práticas que utilizam espécies nativas, como forma de controle de dispersão das espécies exóticas. Tal iniciativa, serve como modelo de conservação ambiental para as demais UCs que possuem a presença de espécies exóticas. A utilização de espécies nativas corresponde a uma forma de controle de dispersão de espécies exóticas, promovendo a biodiversidade na UC e garantindo a sustentabilidade do meio ambiente.

É importante salientar que na região da ESEC do Taim a silvicultura nos arredores da reserva não tem causado danos significativos e é uma fonte de renda significativa para os moradores da região. Para que a cultura de espécies

arbóreas exóticas siga sendo conveniente para ambos os aspectos, social e ambiental, se faz necessário que as medidas tomadas para conter a dispersão das espécies sigam sendo realizadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Fundação de Amparo à pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, CNPq pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, P. H. M.; PEIXOTO, S. J.; MACHADO, M. M. M.; ROCHA, C. H. B.; ALVES, R. G. Caracterização granulométrica do sedimento de nascentes tropicais em áreas plantadas com eucalipto. **Ciência Florestal** (01039954) . 2020, v. 30 Edição 4, p1075-1084. 2020. Disponível em: <https://web.p.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=01039954&AN=147666962&h=ZeWAbwRDcnZ2%2fIreJFIERD3F0cZRz8dG8OxsdOQCgaPTrlZ1X6ceYx1cv0Be4Flwl6s5ns9gfU18J1HWT%2biZsg%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrInotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d01039954%26AN%3d147666962>. Acesso em: 23/maio/2022.
- BELLARD, C.; CASSEY, F.; BLACKBURN, T. M. Alien species as a driver of recent extinctions. **Biology Letters**, v. 12, 2016.
- BINKOWSKI, Patrícia. Conflitos ambientais e significados sociais em torno da expansão da silvicultura de eucalipto na "metade sul" do Rio Grande do Sul. 2009.
- BLACKBURN, T.; PYŠEK, P.; BACHER, S.; CARLTON, J.; DUNCAN, R.; JAROŠÍK, V.; WILSON, J.; RICHARDSON, D. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 26, p. 333–339, 2011.
- CARRUTHERS R. Biological control of invasive species, a personal perspective. **Conservation Biology**, v. 18, n. 1, p. 54-57, 2004
- COSTA, M. S.; SATO, S.E. Estação ecológica do Taim: uma análise sobre uso do espaço físico-natural e a legislação ambiental. **GeoUECE(online)**, v. 10, n. 18,p. 122-134, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/4338/5659>. Acesso em: 23/maio/2022.
- DOS SANTOS CÔRTEZ, M. *et al.*, Avaliação dos indicadores de implementação e gestão das Unidades de Conservação estaduais do Amapá no período de 2013 a 2018. **Brazilian Journal of Business**, v. 3, n. 2, p. 1956-1978, 2021.
- ECOLÓGICA, PLANO DE MANEJO DA ESTAÇÃO; TAIM, D. O. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). 2021.
- EEA, European Environment Agency. **GEMET – Environmental thesaurus**. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/gemet-environmental-thesaurus>. Acesso em: 23/maio/2022.
- EICHENBERGER, C. C. D. Diagnóstico participativo no planejamento e ordenamento territorial de Unidades de Conservação: o caso da Estação Ecológica do Taim. 2015. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro).

Programa de Pós-graduação em Gerenciamento Costeiro, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande.

ILHA, H.H., 2018. Gestão estratégica da Estação Ecológica do Taim na abordagem de Capra: nutrindo relações para a sustentabilidade costeira regional. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro). Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 97p.

IUNC, International Union for Conservation of Nature's. **Invasive alien species**. Disponível em: <https://www.iucn.org/regions/europe/our-work/biodiversity-conservation/invasive-alien-species>. Acesso em: 23/maio/2022.

MIRANDA, C.; SANTOS, O. S. dos; SANTOS, E. C. dos. Conflitos entre unidades de conservação e povos tradicionais: o caso da Vila de Taperebá no Parque Nacional do Cabo Orange. **Anais do VIII Simpósio Internacional de Geografia Agrária e IX Simpósio Nacional de Geografia Agrária, Curitiba, 2017**.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Espécies exóticas invasoras na mira do MMA. *In*: MINISTÉRIO DO MEIO MABIENTE. Espécies exóticas invasoras na mira do MMA. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/especies-exoticas-invasoras-na-mira-do-mma>. Acesso em: 15/julho/2021.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Brasil. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/calendario/item/7501-esp_%C3_%A9cies-ex_%C3_%B3ticas-invasoras.html. Acesso em: 13/março/2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP. Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília, 2006.

MOLEDO, J. C.; SAAD, A. R.; DALMAS, F. B.; ARRUDA, R O. M.; CASADO, F. IMPACTOS AMBIENTAIS RELATIVOS À SILVICULTURA DE EUCALIPTO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO NO PLANO DE MANEJO FLORESTAL. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 35, n. 4, p.512-530, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/11997/7976>. Acesso em: 23/maio/2022.

OCCHIPINTI-AMBROGI, A.; GALIL, B. A uniform terminology on bioinvasions: a chimera or an operative tool? **Marine Pollution Bulletin**, v. 49, p. 688–694, 2004.

PIAIA, C. P. **Avaliação da qualidade da estratégia de controle da invasão de pinus spp. Em áreas licenciadas (e suas áreas adjacentes) no Rio Grande do Sul**. 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais, Universidade La Salle, Canoas, 2020. Disponível em: <https://dspace.unilasalle.edu.br/https://dspace.unilasalle.edu.br/bitstream/11690>

/1576/1/cppiaia.pdf<https://dspace.unilasalle.edu.br/bitstream/11690/1576/1/cppiaia.pdf>. Acesso em: 23/maio/2022.

PEJCHAR, L.; MOONEY, H. Invasive species, ecosystem services and human well-being. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 9, p. 497-504, 2009.

PYŠEK, P.; RICHARDSON, D.; REJMÁNEK, M.; WEBSTER, G.; WILLIAMSON, M.; KIRSCHNER, J. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. **Taxon**, v. 53, p. 131–143, 2004.

QGIS.ORG. QGIS - A liderança do SIG de código aberto. *In*: QGIS - A liderança do SIG de código aberto. [S. l.], 2021. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html. Acesso em: 01/maio/2022.

QUINTELA, F. M. *et al.*, High arsenic and low lead concentrations in fish and reptiles from Taim wetlands, a Ramsar site in southern Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 660, p. 1004-1014, 2019.

REYES, J. *et al.*, Free-living Microturbellarians (Platyhelminthes) from Wetlands in Southern Brazil, with the Description of Three New Species. **Zoological Studies**, v. 60, 2021.

RICHARDSON, D.; PYŠEK, P.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, M.; PANETTA, D.; WEST, C.. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, v. 6, p. 93–107, 2000.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Portaria FEPAM n° 51, de 2014**. Dispõe acerca da definição dos procedimentos para o licenciamento ambiental da atividade de silvicultura, no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/Portaria051-2014.pdf>. Acesso em: 23/maio/2022.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Resolução CONSEMA n° 390, de 2018**. Dispõe sobre os procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental da atividade de silvicultura de florestas plantadas no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201812/20133340-390-2018-dispoe-sobre-os-procedimentos-e-criterios-para-o-licenciamento-ambiental-da-atividade-de-silvicultura-de-florestas-plantadas-no-estado-do-rio-grande-do-sul.pdf>. Acesso em: 23/maio/2022.

ROCHA, L. H. F. da. **A proliferação do gênero Pinus provenientes de áreas de silvicultura no município de Osório, Rio Grande do Sul - Brasil um diagnóstico ambiental com uso de geotecnologias**. 2021. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira Charelado em Ciências Biológicas, Ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Osório, 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/234804>. Acesso em: 23/maio/2022.

SIMBERLOFF, D. Non-native species do threaten the natural environment! **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 18, p. 595-607, 2005.

SIMIONI, J. P. D.; WOLLMANN, Cássio Arthur. Caracterização e variabilidade interanual da precipitação pluviométrica na Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, no período de 1996 a 2009. **Revista Geoaraguaia**, v. 6, n. 1, 2016.

SIMINSKI, Alexandre; FANTINI, Alfredo Celso. A Mata Atlântica cede lugar a outros usos da terra em Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 51-59, 2010.

TASSI, R. *et al.*, Identificação do padrão de distribuição de macrófitas aquáticas emergentes no banhado do taim-rs-brasil, frente a diferentes condições hidrológicas. **Geosciences= Geociências**, v. 36, n. 4, p. 771-784, 2017.

VALLEJO, L. R. Unidade de conservação: uma discussão teórica à luz dos conceitos de território e políticas públicas. **Geographia**, v. 4, n. 8, p. 57-78, 2002.

WALKER, B.; STEFFEN Will. An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. **Conservation Ecology**, v. 1, n. 2, 1997.

WWF. Benefícios e custos do uso da biodiversidade. *In*: WWF. Benefícios e custos do uso da biodiversidade. [S. l.], 2021. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/biodiversidade/beneficios_custos_biodiversidade/. Acesso em: 15/abril/2022.

ÍNDICE REMISSIVO

A

ações antrópicas, 153
Ações antrópicas, 9
áreas de preservação, 11
Áreas de Preservação, 177

B

bacia, 5
Bacia, 5
BACIA, 51
biofertilizante orgânico, 141
biomas, 97
Biomass, 95

C

características físicas, 8
clima, 4
Clima, 8
cobertura e uso do solo, 183
compostagem, 125
Compostagem, 122
Conama, 140
consumo, 77
Consumo, 76
Correlações de Pearson, 79
COVID-19, 67
crise econômica, 131

D

declividade, 1
declividades, 58
degradação, 74
desenvolvimento sustentável, 77
desperdício, 130

E

educação ambiental, 74
erosão, 162
Estação Ecológica, 174

F

fragilidade, 1

G

geração de resíduos, 69

I

ilha, 158
ilhas, 160
imagens de satélite, 4
imagens de satélites, 54
inundação, 66
IPTU, 23

L

lixo, 71

M

MDE, 42
meio ambiente, 71
mina, 156
minas, 156
modelo digital de elevação, 42

O

ocupação do solo, 168
ocupação humana, 4

P

Pampa, 95
PIB, 112
precipitação, 180
produtos alimentícios, 129

R

recuperação, 5
Resíduos Sólidos, 67
reutilização, 86

S

saneamento básico, 128
saúde, 128
sensoriamento remoto, 153
SIG, 158
Silvicultura, 174
solo, 7
solos, 8

T

Taim, 103

U

Unidades de Conservação, 117
uso da terra, 160

V

vegetação, 113

OS AUTORES



Alanderson Larroza Rodrigues - Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas. Graduado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio-Grandense no Curso Superior de Viticultura e Enologia. Atua no ramo cervejeiro como mestre cervejeiro desde 2011, também com estágios e trabalhos na área de regularização e legalização junto ao MAPA e outros. Pesquisas na área de equilíbrio e reaproveitamento de resíduos industriais.
E-mail: alandersonlarroza@gmail.com



Ana Paula Rozado Gomes - Engenheira Agrônoma, formada pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – UFPel, especialista em Perícia e Auditoria Ambiental pela UNINTER, especialização em andamento em Perícias de Avaliação Patrimonial de Bens e Direitos pela Unyleya, mestre em Ciências Ambientais pelo Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas. Doutoranda em Ciências e Tecnologia de Sementes pela UFPel.
E-mail: agro.anapaula@hotmail.com



Ana Beatriz Gonçalves Vaz - Natural de Alegrete/RS, licenciada em Ciências Biológicas pela UFSM, especialista em Gestão e Manejo Ambiental na Agroindústria pela UFLA, mestranda em Ciências Ambientais pelo Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas.
E-mail: anabiagv@hotmail.com



Andréa Souza Castro - Natural de Pelotas-RS. Engenheira Agrícola formada pela UFPel. Mestrado e Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS). Atualmente é professora Associada do Centro de Engenharias (CEng) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). É membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCamb-UFPel).
E-mail: andreascastro@gmail.com



Carina Sinnott Duarte - Natural de Pelotas/RS, licenciada em Ciências Biológicas (IFSul-CaVG) e mestranda em Ciências Ambientais (UFPel). Pesquisa sobre saneamento básico, COVID-19, educação sanitária e ambiental.
E-mail: carinasinnott@gmail.com



Caren Wilsen M. Coelho Wanderley - Natural de Suzano / SP, Mestranda em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas, Graduada em Nutrição na Universidade de Guarulhos.
E-mail: carenwilsenn@gmail.com



Carolina Pinz Medronha - Natural de Pelotas/RS, Mestranda em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas, Graduada em Engenharia Civil na Universidade Católica de Pelotas.
E-mail: carolinamedronha@gmail.com



Cláudia Pereira Kruger - Natural de Curitiba/PR. Engenheira Civil pela UFPR, mestre e doutora em Ciências Geodésicas (UFPR). Sendo que este último foi cursado na modalidade sandwich entre a UFPR e o Institut für Erdmessung da Universidade de Hannover. Atualmente é professora associada da Universidade Federal do Paraná. É docente permanente dos Programas de Pós-graduação em Ciências Geodésicas (PPGCG/UFPR - mestrado e doutorado) e em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais (PPGERH/UFPR mestrado e doutorado). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geodésia Espacial e Geodésia Marinha, atuando principalmente nos seguintes temas: GPS, DGPS, GNSS, levantamentos geodésicos em áreas costeiras, monitoramento das áreas costeiras, calibração de antenas GNSS, levantamentos hidrográficos.
E-mail: cpkrueger64@gmail.com



Daniel Britto dos Santos - Natural de São Lourenço do Sul/RS. Tecnólogo em Gestão Ambiental pela UNOPAR. Aperfeiçoado em Educação Ambiental pela FURG. Especialista em Gestão Ambiental em Municípios pela FURG. Especialista em Educação Ambiental pela FURG. Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos pelo IFCE. Biólogo pela UNICID. Mestre em Ciências Ambientais pela UFPEL. Graduando em Engenharia de Minas pela FINOM. Gestor Ambiental na prefeitura de Cristal/RS desde 2011, Sócio da empresa Pérola Ambiental com foco em prestação de serviços de consultoria e licenciamento ambiental/mineral de empreendimentos de mineração.
E-mail: daniel@perolaambiental.com



Débora da Silva Rodrigues - Natural de Pelotas / RS, Mestranda em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas, Graduada em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Pelotas.
E-mail: deborar999@gmail.com



Diovana da Silva Guterres - Natural de Santana da Boa Vista/RS. Mestranda em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas. Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Pelotas.
E-mail: guterresdiovana@gmail.com



Diuliana Leandro - Natural de Curitiba/PR. Engenheira Cartógrafa pela UFPR, mestre e doutora em Ciências Geodésicas (UFPR). Professora do Curso de Engenharia Sanitária Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Atua principalmente nos seguintes temas: Posicionamento GPS, Sensoriamento Remoto, monitoramento ambiental, fragilidade e vulnerabilidade ambiental, desastres naturais, mapeamento ambiental.
E-mail: diuliana.leandro@gmail.com



Everton Anger Cavalheiro - Professor Adjunto da Universidade Federal de Pelotas e Professor Permanente do Mestrado Profissional em Administração Pública, possui graduação em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria (2006), especialização (MBA) pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2007 e mestrado em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em 2010 e Doutorado em Administração (2015), ênfase em Economia, Controle e Finanças. Seus interesses em pesquisa são: Finanças, Finanças Públicas, Finanças Comportamentais, Econometria de Séries Temporais e Mercado de Capitais.
E-mail: eacavalheiro@hotmail.com



Gizele Ingrid Gadotti - Gizele Ingrid Gadotti – professora doutora e Engenheira agrícola pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). Também possui formação e experiência técnica na área agrícola, com Técnico em Agropecuária realizado na UFSC. É natural de São Caetano do Sul SP. Exerceu a função de pesquisadora no Paraná trabalhando com sementes e ambiente. Atualmente é professora nos Programas de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Ciência e Tecnologia de Sementes. É lotada no Centro de Engenharias da UFPeL
E-mail: gizele.gadotti@ufpel.edu.br



Igor Borges Rocha - Natural de Pelotas / RS, Mestrando em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas, Graduado em Engenharia Civil na Universidade Católica de Pelotas, E-mail: igorborgesrocha@yahoo.com.br



Jéssica El Koury Santos - Natural de São Gabriel / RS, Mestranda em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas, Graduada em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Pelotas. E-mail: jessicaeksantos@hotmail.com



Jorge Antonio Silva Centeno – Natural de La Paz, Bolívia. Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1988), mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1991) e doutorado em Geodésia - Universitat Karlsruhe (2000). Atualmente é professor titular do Departamento de Geomática da Universidade Federal do Paraná. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Fotogrametria, atuando principalmente nos seguintes temas: sensoriamento remoto, laser scanner, cartografia, fotogrametria e processamento de imagens. E-mail: centeno@ufpr.br



Karine Fonseca de Souza - Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Pelotas, bolsista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), na área de geotecnologias como ferramentas para mapear APPs no entorno de sistemas lagunares e atua como voluntária do Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão de Resíduos e Sustentabilidade (NEPERS) desenvolvendo atividades laboratoriais, projetos de extensão nas áreas: resíduos de serviço de saúde e projeto de pesquisa com higienizadores sobre gerenciamento de resíduos sólidos de instituições de ensino superior. Bolsista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), na área de geotecnologias como ferramentas para mapear APPs no entorno de sistemas lagunares.
E-mail: karinefonseca486@gmail.com



Larissa Aldrighi da Silva – Natural de Pelotas/RS Engenheira Ambiental e Sanitarista formada pela Universidade Federal de Pelotas em 2021, atualmente mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (UFPel), atuante em projetos e pesquisas voltadas para as geotecnologias como auxílio de tomada de decisões.
E-mail: larissa.aldrighi@gmail.com



Larissa Medianeira Bolzan - Natural de Santa Maria/RS. Pós-doutora em Administração, com pesquisas sobre Escalabilidade de Inovações Sociais, pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Doutora em Administração, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com pesquisas sobre os Processos de Ensino, Aprendizagem e Avaliação no Ensino Superior. Realizou Estágio Doutoral no Instituto de Educação, da Universidade de Lisboa (ULisboa), com estudos sobre Pedagogia Universitária e Avaliação Formativa no Ensino Superior. Mestre e Bacharel em Administração, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com pesquisas sobre Tecnologias de Informação e Sociedade. Tem como interesses de pesquisas: Metodologias Ativas de Ensino para Engenharias, Metodologias de Cocriação com vistas a

promover Inovação Social e a utilização de Tecnologia de Informação pela Sociedade.

E-mail: larissambolzan@gmail.com



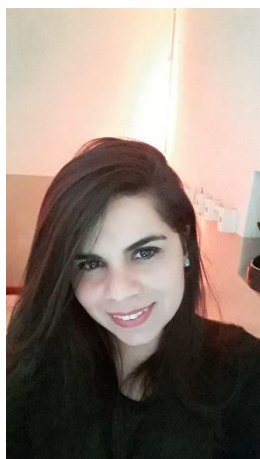
Liara Kurtz da Veiga - Natural de Pelotas/RS. Engenheira Hídrica pela Universidade Federal de Pelotas (2019). Atualmente é autônoma pelo CREA/RS desenvolvendo atividades na área de consultoria ambiental e recursos hídricos, além de cursar mestrado na Universidade Federal do Rio Grande na área de modelagem computacional.

E-mail: liara.kurtz@gmail.com



Luciara Bilhalva Correa - Natural de Pelotas. Possui graduação em Economia Doméstica pela Universidade Federal de Pelotas (1999). Mestrado em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande (2005). Doutora em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande (2009). Professora da Universidade Federal de Pelotas. Coordena o Laboratório de Educação Ambiental e o Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade. Atua nos Programas de Pós-Graduação nível Lato Sensu - Especialização em Educação Ambiental, e Stricto Sensu - Mestrado em Ciências Ambientais e Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais. Integra a Rede Brasileira de Educação Ambiental e a Rede Sul Brasileira de Educação Ambiental. Pesquisas relacionadas aos temas: consumo sustentável, família, criança, catadores, saneamento, educação ambiental na escola, universidade, educação ambiental no âmbito não-formal, gerenciamento de resíduos sólidos domésticos, coleta seletiva, resíduos sólidos de serviços de saúde, higienização, qualidade de vida, sustentabilidade.

E-mail: luciarabc@gmail.com



Maele Costa Dos Santos- Natura de Pinheiro Machado/RS, Mestranda em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCamb) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Especialista em Geração e Uso da Energia na Faculdade Educamais (UNIMAIS), Graduada em Engenharia Química na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) campus Bagé.

E-mail: maeledossantoseq@gmail.com



Marília Lazarotto - natural de Santa Maria - RS, graduada em Engenharia Florestal, Mestrado e Doutorado em Engenharia Florestal - Área de Concentração Silvicultura pela Universidade Federal de Santa Maria. Professora do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2014 a 2020) e, desde 2020, Professora do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas. As áreas de atuação em Pesquisa, Ensino e Extensão concentram-se nas temáticas: Recursos Florestais, Recuperação de áreas degradadas, Patologia Florestal e Arborização Urbana.

E-mail: marilia.lazarotto@ufpel.edu.br



Marlon Heitor Kunst Valentini - Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Pelotas. Possui mestrado em Recursos Hídricos e graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, ambos pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), e técnico em Controle Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia (IFSul) - Campus Camaquã.

E-mail: marlon.valentini@hotmail.com



Maurizio Silveira Quadro – Natural de Jaguarão/RS. Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas (2001), Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (2004), na área de concentração de Solos, com ênfase na área de Descarte de Resíduos. Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2008), na área de concentração de Reaproveitamento de Resíduos e Dinâmica de Poluentes no solo. Especialista em Gestão de Recursos hídricos e Saneamento Ambiental. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Resíduos Sólidos, Domésticos e Industriais, atuando principalmente nos seguintes temas: Tratamento de Resíduos Sólidos e Líquidos; Reaproveitamento de resíduos sólidos e líquidos; Minimização da geração de Resíduos.

E-mail: mausq@hotmail.com



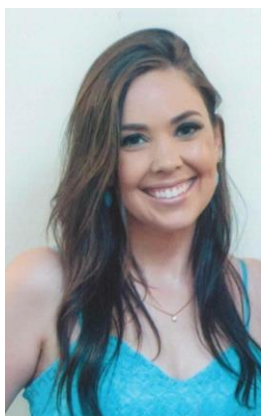
Mery Luiza Garcia Vieira - Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande (2012), mestrado (2014) e doutorado (2018) em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande. Atuou como Professora substituta no Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas (2019). Atua em Projetos que abrangem os seguintes temas: Operações Unitárias, Aproveitamento de rejeitos, Recobrimento de partículas, Tratamento de efluentes e Adsorção. Atualmente atua como mentora acadêmica.

E-mail: meryluiza@yahoo.com.br



Otoni – Mestrando do curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas - PPGCAMB - UFPEL. Formado no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Pelotas – UFPEL. Integra o Laboratório de Geoprocessamento aplicado e Estudos Ambientais. Orientado pela Professora Diuliana Leandro e coorientado pela Professora Larissa Medianeira Bolzan. Possui por tema central de pesquisa a relação entre a cultura e o meio ambiente.

E-mail: ottonibaixo@gmail.com



Priscila Garcia – Advogada. Bacharela em Direito pela Universidade Federal de Pelotas. Licenciada pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense Campus Pelotas. Pós-graduada em Direito Constitucional. Pós-graduanda em Docência do Ensino Superior. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas.

E-mail: priscilapedragarcia@gmail.com



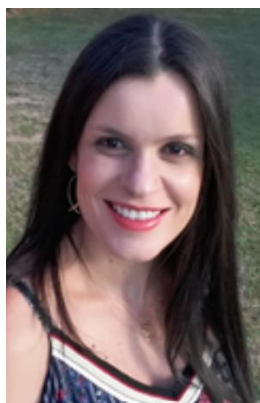
Ruan Bernardy - Engenheiro agrícola, graduado pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Também possui formação e experiência técnica na área agrícola, com Técnico em Agropecuária realizado no Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves/RS. É natural de Passa Sete/RS, onde trabalhou como técnico, além da serra gaúcha. Exerceu a formação de engenheiro em Pinheiro Machado e Pelotas, trabalhando com planejamento agrícola e consultoria para produção de pellets de madeira. Atualmente é mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela UFPel, analisando o uso de Inteligência Artificial e técnicas de aprendizagem de máquinas na avaliação de sementes, com objetivo de tornar o setor mais sustentável.

E-mail: ruanbernardy88@gmail.com



Suelen Cristina Movio Huinca - Natural de Curitiba – PR. Professora do Grupo Magistério Superior da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) desde dezembro de 2012, atualmente atua junto ao Curso de Agronomia. Doutora em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná (2014). Possui mestrado em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná (2009), graduada em Engenharia Cartográfica pela Universidade Federal do Paraná (2006) e tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Ciências Geodésicas, atuando principalmente com os temas relacionados a Geodésia Espacial.

E-mail: suelen.huinca@gmail.com



Tirzah Moreira Siqueira - Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestre e Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professora Adjunta do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas. Atualmente, é membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UFPel.
E-mail: tirzahsiqueira@hotmail.com



Maiara Moraes Costa - Natural de Tavares/RS Engenheira Ambiental e Sanitarista, formada pela Universidade Federal de Pelotas. Atualmente é aluna no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais na Universidade Federal de Pelotas.
E-mail: maiaraengambientalesanitaria@gmail.com

Agência Brasileira ISBN
ISBN: 978-65-81028-90-9