

v. 2

2023

Jader Silveira (Org.)

SUSTENTABILIDADE em ação

Ciência e Práticas para um Futuro Verde

v. 2

2023

Jader Silveira (Org.)

SUSTENTABILIDADE em ação

Ciência e Práticas para um Futuro Verde

2023 – Editora Uniesmero

www.uniesmero.com.br

uniesmero@gmail.com

Organizador

Jader Luís da Silveira

Editor Chefe: Jader Luís da Silveira

Editores e Arte: Resiane Paula da Silveira

Imagens, Arte e Capa: Freepik/Uniesmero

Revisão: Respective autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Me. Elaine Freitas Fernandes, Universidade Estácio de Sá, UNESA

Me. Laurinaldo Félix Nascimento, Universidade Estácio de Sá, UNESA

Ma. Jaciara Pinheiro de Souza, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Dra. Náyra de Oliveira Frederico Pinto, Universidade Federal do Ceará, UFC

Ma. Emile Ivana Fernandes Santos Costa, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Me. Rudvan Cicotti Alves de Jesus, Universidade Federal de Sergipe, UFS

Me. Heder Junior dos Santos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP

Ma. Dayane Cristina Guarnieri, Universidade Estadual de Londrina, UEL

Me. Dirceu Manoel de Almeida Junior, Universidade de Brasília, UnB

Ma. Cinara Rejane Viana Oliveira, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Esp. Jader Luís da Silveira, Grupo MultiAtual Educacional

Esp. Resiane Paula da Silveira, Secretaria Municipal de Educação de Formiga, SMEF

Sr. Victor Matheus Marinho Dutra, Universidade do Estado do Pará, UEPA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S587p Silveira, Jader Luís da
Sustentabilidade em Ação: Ciência e Práticas para um Futuro Verde - Volume 2 / Jader Luís da Silveira (organizador). – Formiga (MG): Editora Uniesmero, 2023. 124 p. : il.
Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5492-035-3
DOI: 10.5281/zenodo.10155806

1. Sustentabilidade. 2. Meio Ambiente e Ecologia. 3. Ciência e Natureza. I. Silveira, Jader Luís da. II. Título.

CDD: 577.5
CDU: 577.4

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora Uniesmero
CNPJ: 35.335.163/0001-00
Telefone: +55 (37) 99855-6001

www.uniesmero.com.br
uniesmero@gmail.com

Formiga - MG

Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

Acesse a obra originalmente publicada em:

<https://www.uniesmero.com.br/2023/11/sustentabilidade-em-acao-ciencia-e.html>



AUTORES

ALDO BRAGHINI JUNIOR
ALEX GUESSER
ANDRÉ CARLOS CRUZ COPETTI
BRUNO JOAQUIM LIMA
CAROLINE EMILIANO SANTOS
CÁTIA VIVIANE GONÇALVES
CRISTHIAN AUGUSTO BUGS
DANIEL JADYR LEITE COSTA
DENISE PARIZOTTO
EDUARDA PEREIRA DE PEREIRA
ELIAS MATHIAS SAND
EVERALDO VERES ZAHAIKEVITCH
GUILHERME FERNANDO RIBEIRO
HELOÍSA BRUXEL
KELI HEPP
LEONARDO LEON LEITE MOREIRA
MAURÍCIO SCHÄFER
OLIVIA GOMES VERONESE
PAULO ROBERTO BAIRROS DA SILVA
PEDRO DA SILVA SANTIAGO
PEDRO LIMA CORÇAQUE
RAFAEL AUGUSTO DE OLIVEIRA
RICARDO ÂNGELO ROMAN
VINÍCIO CECCONELLO

APRESENTAÇÃO

Vivemos em um momento crítico da história da humanidade, em que os desafios ambientais e sociais que enfrentamos são inegáveis e urgentes. A crescente degradação do nosso planeta, a escassez de recursos naturais, a mudança climática e a perda de biodiversidade são ameaças reais que exigem ação imediata. Nesse cenário, a busca pela sustentabilidade tornou-se imperativa, e a ciência desempenha um papel fundamental na compreensão, na mitigação e na resolução desses problemas.

"Sustentabilidade em Ação: Ciência e Práticas para um Futuro Verde" é uma obra que surge como um farol de conhecimento e inspiração em meio às incertezas de um mundo em transformação. A obra explora as raízes de nossos problemas ambientais e as complexidades de sua resolução. Mas "Sustentabilidade em Ação" não se detém na análise: ele também oferece um tesouro de práticas e experiências reais que demonstram como a teoria se traduz em ações tangíveis.

Nossa jornada começa com uma reflexão sobre o que sustentabilidade realmente significa, mergulhando em uma visão holística que abrange não apenas o meio ambiente, mas também questões sociais, econômicas e culturais. A partir daí, exploramos as bases científicas da sustentabilidade, abordando tópicos que vão desde a conservação da biodiversidade até a gestão dos recursos hídricos, da energia renovável à agricultura sustentável.

Este livro é uma fonte valiosa de informações para estudantes, acadêmicos, formuladores de políticas e qualquer pessoa que esteja comprometida em promover a sustentabilidade em sua vida pessoal ou profissional. Ao folhear estas páginas, você será levado a explorar as muitas maneiras pelas quais a ciência e a prática se entrelaçam para moldar um futuro mais promissor para todos.

"Sustentabilidade em Ação" é uma chamada à ação, um lembrete de que todos nós temos um papel a desempenhar na construção de um mundo mais sustentável. Convidamos a se inspirar, a se informar e a se engajar, pois juntos podemos transformar a teoria em ação e pavimentar o caminho para um futuro verde e próspero para as gerações vindouras.

Que este livro sirva como um farol de esperança e sabedoria em nossa busca incessante por um mundo mais sustentável. O futuro está em nossas mãos, e a ciência é nossa bússola. É hora de agir.

Boa leitura!

SUMÁRIO

Capítulo 1 ECOTOXICOLOGIA DE SEDIMENTOS: REVISÃO SISTEMÁTICA DO CENÁRIO LATINO AMERICANO CONSIDERANDO A DÉCADA 2012-2021 <i>Caroline Emiliano Santos; Denise Parizotto; Paulo Roberto Bairros da Silva</i>	9
Capítulo 2 O USO DO SIG COMO FORMA DE CORRELACIONAR ACESSO INADEQUADO AO SANEAMENTO BÁSICO E PROBLEMAS DE SAÚDE: CRIAÇÃO DE MAPA DE TENDÊNCIA À OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA <i>Leonardo Leon Leite Moreira; Rafael Augusto de Oliveira; Daniel Jadyr Leite Costa; Bruno Joaquim Lima</i>	28
Capítulo 3 ANÁLISE DO DESEMPENHO MECÂNICO DE CUAD COM A ADIÇÃO DE FIBRAS DE AÇO CARBONO E DE POLIPROPILENO <i>Ricardo Ângelo Roman; Vinício Cecconello; Maurício Schäfer</i>	45
Capítulo 4 SISTEMA AUTOMÁTICO DE COLETA DE DADOS DO SOLO UTILIZANDO TECNOLOGIA HÍBRIDA DE BAIXO CUSTO <i>Eduarda Pereira de Pereira; Pedro Lima Corçaque; Pedro da Silva Santiago; Olivia Gomes Veronese; Cristhian Augusto Bugs; André Carlos Cruz Copetti</i>	58
Capítulo 5 DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR ALIMENTÍCIO COM FOCO NA CRIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL <i>Heloísa Bruxel; Cátia Viviane Gonçalves; Keli Hepp</i>	70
Capítulo 6 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS PARA GERAÇÃO DE BIOENERGIA: APRESENTAÇÃO DE CINCO IDEIAS PARA OS SETORES INDUSTRIAIS <i>Guilherme Fernando Ribeiro; Aldo Braghini Junior</i>	84
Capítulo 7 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE CONTABILIDADE AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM PERIÓDICOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS <i>Alex Guesser; Elias Mathias Sand; Everaldo Veres Zahaikevitch</i>	100
AUTORES	118

Capítulo 1
ECOTOXICOLOGIA DE SEDIMENTOS:
REVISÃO SISTEMÁTICA DO CENÁRIO
LATINO AMERICANO CONSIDERANDO A
DÉCADA 2012-2021
Caroline Emiliano Santos
Denise Parizotto
Paulo Roberto Bairros da Silva

ECOTOXICOLOGIA DE SEDIMENTOS: REVISÃO SISTEMÁTICA DO CENÁRIO LATINO AMERICANO CONSIDERANDO A DÉCADA 2012-2021

Caroline Emiliano Santos

*Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária e Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria,
caroline_emiliano@hotmail.com*

Denise Parizotto

*Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFSM. Mestre e Doutoranda em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo,
deniseparizotto3@gmail.com*

Paulo Roberto Bairros da Silva

Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental, Graduado em Física e Especialista em Educação Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo, paulo.bairros-silva@ufsm.br

RESUMO

Na última década, uma notável diversidade de ensaios ecotoxicológicos têm sido empregados na tentativa de monitorar a qualidade ambiental de sedimentos em sistemas hídricos da América do Sul. No entanto, ainda não há uma avaliação bibliométrica sistemática da magnitude e dos principais assuntos sobre os quais estes ensaios têm se debruçado. Este estudo se propõe a analisar tendências e padrões da pesquisa científica sobre ecotoxicologia de sedimentos na América do Sul, utilizando a metodologia *Proknow-C* de revisão sistemática, avaliando indicadores bibliométricos por meio do software Iramuteq e mapeando livremente as relações colaborativas entre e áreas de pesquisa. Foram identificados 30 artigos publicados sobre o tema no período de 2012 a 2021 em revistas latino americanas. Demonstra-se que os estudos têm sido produzidos em maior expressão no Brasil, utilizando ensaios no

modelo estático, com avaliação da toxicidade aguda e, na maioria dos casos, utilizando um único organismo teste. O acervo construído como banco de dados possibilitou a realização de avaliações lexicométricas simples e análises multivariadas, identificando a ligação direta de palavras corpus textual.

Palavras-chave: Biomonitoramento, *Software* Iramuteq, Análise bibliométrica.

ABSTRACT

In the last decade, a remarkable diversity of ecotoxicological assays has been used in an attempt to monitor the environmental quality of sediments in South American water systems. However, there is still no systematic bibliometric assessment of the magnitude and main issues on which these trials have addressed. This study aims to analyze trends and patterns of scientific research on sediment ecotoxicology in South America, using the Proknow-C methodology of systematic review, evaluating bibliometric indicators through Iramuteq software and freely mapping collaborative relationships between and research areas. We identified 30 articles published on the topic from 2012 to 2021) in Latin American journals. It is demonstrated that the studies have been produced in greater expression in Brazil, using tests in the static model, with assessment of acute toxicity and in most cases using a single test organism. The collection built as a database made it possible to carry out simple lexicometric evaluations and multivariate analyzes identifying the direct connection of textual corpus words.

Keywords: Environmental monitoring, Iramuteq software, Bibliometric analysis.

INTRODUÇÃO

Os sedimentos servem de alimento e hábitat para espécies que contribuem com o equilíbrio do meio ambiente, principalmente no ecossistema aquático, em função do armazenamento, transporte e a difusão de compostos nos sistemas hídricos (MIZAEL et al. 2020, SILVA et. al. 2019). Contudo, problemas ambientais podem ser causados por sedimentos contaminados com elementos químicos provindo de atividades antrópicas como, industrialização, mineração, construção de edificações, agricultura, entre outros exemplos importantes (SILVA et al. 2021, REMOR et al. 2018, GERBERSDORF et al. 2015). Este estudo propõe analisar tendências e padrões da pesquisa científica sobre a Ecotoxicologia de Sedimentos na América do Sul, avaliando um conjunto de indicadores bibliométricos e mapeando relações entre os países e as áreas de pesquisa.

As revisões sistemáticas reúnem um conjunto de estudos que facilitam a identificação de lacunas sobre o tema a ser explorado, tornando-se uma ferramenta importante na investigação científica (SZTEREN; LERCARI 2022, BARUFALDI et al. 2021, LIMA et al. 2020). Nesse estudo, de revisão sistêmica, buscam-se auxílios de fundamentação teórica na pesquisa qualitativa exploratória com levantamento bibliométrico baseadas no método ProKnow-C (Knowledge Development Process - Constructivist).

O método consiste na seleção de uma quantidade de trabalhos representativos sobre o tema de investigação, por intermédio de procedimentos de filtragem e seleção de artigos, considerados relevantes para a pesquisa, dentro das condições que o pesquisador adota anteriormente (ENSSLIN et al. 2015, AFONSO et al. 2011). O Proknow-C foi desenvolvido pelo Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA) da Universidade Federal da Santa Catarina (UFSC) o qual apresenta aplicações no campo de pesquisa de naturezas distintas, tais como gestão pública, gestão ambiental, educação, avaliação de desempenho organizacional e avaliação de programas de treinamento (VILELA 2012, AFONSO et al. 2011). Além disso, construiu-se um mapeamento quali-quantitativo por meio de análises estatísticas da produção de conhecimento sobre o tema considerando a última década (2012-2022) como horizonte de eventos.

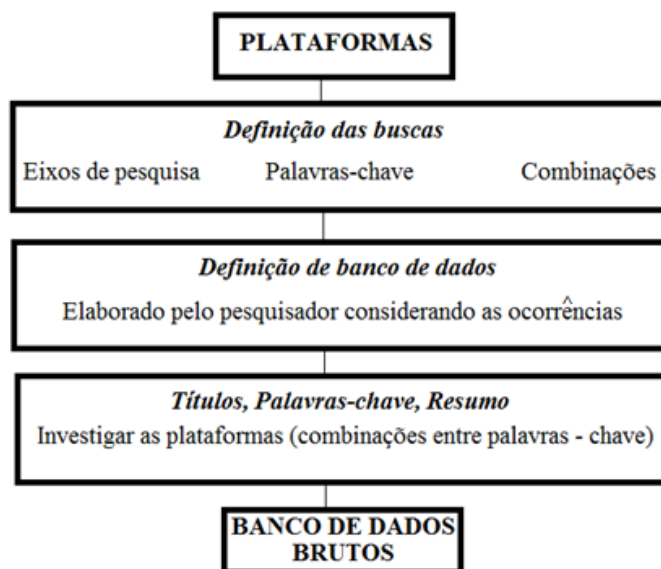
Nesse sentido, foi elaborado um banco de dados composto por artigos de periódicos latino-americanos de natureza distinta que abordaram o tema ecotoxicologia de sedimentos entre os anos de 2012-2021 (10 anos). Os resumos dos artigos foram analisados com o Iramuteq (Interface de R por les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires), um software livre; gratuito e de interface amigável que possibilita a realização de análises estatística textuais (análises lexicográficas, análises confirmatórias, classificações hierárquicas descendentes, análises de similitude, geração de nuvens de palavras) por meio da construção de um banco de corpus textuais (MARTINS et al. 2021, TINTI et al. 2021, SOUZA et al. 2018).

MATERIAL E MÉTODOS

Na aplicação do método ProKnow-C é necessário estabelecer as palavras e mecanismos de busca com a finalidade de constituir um banco de dados brutos sobre

o assunto, que posteriormente pode ser exportada para um software de gestão de informações. A seleção de periódicos e artigos nesse estudo foi composta por três etapas: (1) seleção de um banco de artigos bruto; (2) filtragem do banco de artigos; e (3) teste de representatividade e adequação ao tema de estudo. A sequência adotada foi esquematizada na Figura 1.

Figura 1 - Metodologia Proknow-C representada em etapas



Fonte: Adaptado de Elssin et al. (2010)

As buscas por periódicos foram realizadas na plataforma internacional SCImago Journal Rank (<https://www.scimagojr.com/>), no qual, considera a influência científica de periódicos acadêmicos pelo número de citações recebidas e o prestígio dos periódicos que essas citações são feitas por meio de um ranqueamento. Na plataforma, refinou-se a busca pelas áreas 'Environmental Science', 'Earth and Planetary Sciences', 'Agricultural and Biological Sciences' e 'Multidisciplinary', considerando todas as categorias e periódicos na região da América Latina, totalizando 118 revistas incluídas no banco de dados brutos.

Somado a isto, foram realizadas buscas na biblioteca digital SCIELO - Scientific Eletronic Library Online (<https://www.scielo.br/>), onde se obteve 5 novas revistas para inclusão no banco de dados brutos (Tabela suplementar 01, disponível no Material Suplementar). O mecanismo de busca virtual Google Scholar (<https://www.scholar.google.com.br>) associado ao navegador Google Chrome também foi empregado possibilitando a inclusão de 13 revistas.

Na filtragem de dados manual no banco de dados brutos, optou-se pela exclusão de periódicos com a mesma nomenclatura inacessíveis digitalmente na forma pública. Adotou-se como mecanismo de busca aos artigos nos periódicos selecionados as palavras-chave 'ecotoxicologia e sedimento', 'ecotoxicologia y sedimiento', 'ecotoxicology and sediment', e considerou-se um horizonte de eventos relativo ao período de 2012 a 2021 (10 anos).

Entende-se que estas palavras representam o tema de estudo, e que se pesquisadas separadamente, devido a ampla literatura das áreas de ecotoxicologia e de sedimentos, dificultar-se-ia a definição de um banco de dados confiável. Finalmente, criou-se um banco de dados formados pela descrição dos artigos em planilha eletrônica, objetivando averiguar-se as palavras-chave selecionadas de acordo com o tema de pesquisa.

Precedeu-se a leitura aleatória de dois dos artigos, identificando se as palavras-chave escolhidas estavam adequadas com a representatividade do tema e verificou-se a necessidade de incorporar novas palavras-chave na busca pelos artigos científicos. Posteriormente, realizou-se a exclusão de artigos repetidos e a filtragem por meio da leitura individual dos títulos, resumos e palavras-chave, selecionando os que contemplam o assunto do tema da pesquisa.

Estabeleceu-se o corpus textual específico com as informações disponíveis no banco de dados possibilitando o uso do software Iramuteq. Desenvolvido na linguagem Python, o Iramuteq trabalha em interface com o software R na realização da análise de dados pelo método de Lematização que busca palavras relacionadas em função de seu radical, ignorando tempo verbal, gênero e plural (ARUJO et al. 2022, SZTEREN; LERCARI 2022).

Além disso, o software Iramuteq converte textos em segmentos, identificando a frequência das palavras, comparando e relacionando variáveis específicas, gerando novos níveis de categorização e de tomada de decisão (ARUJO et al. 2022, TINTI et al. 2021, SOUZA et al. 2018). Para a constituição de um glossário de palavras, o programa Iramuteq realiza emprega o teste estatístico do qui-quadrado (χ^2), no qual revela a força associativa entre as palavras e a respectiva classe. A análise da força associativa é representativa estatisticamente na condição do $p < 0,0001$, consequentemente no estabelecimento de um glossário de formas reduzidas (MARTINS et al. 2021, SOUZA et al. 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O banco de dados brutos foi formado por um total de 121 periódicos (Tabela suplementar 01, disponível no Material Suplementar) onde foram filtrados 30 artigos (Tabela suplementar 02, disponível no Material Suplementar) que apresentaram relevância para o tema 'Ecotoxicologia de Sedimentos' no período de 2012 a 2021 (10 anos). A Tabela 1 apresenta os periódicos selecionados para o estudo.

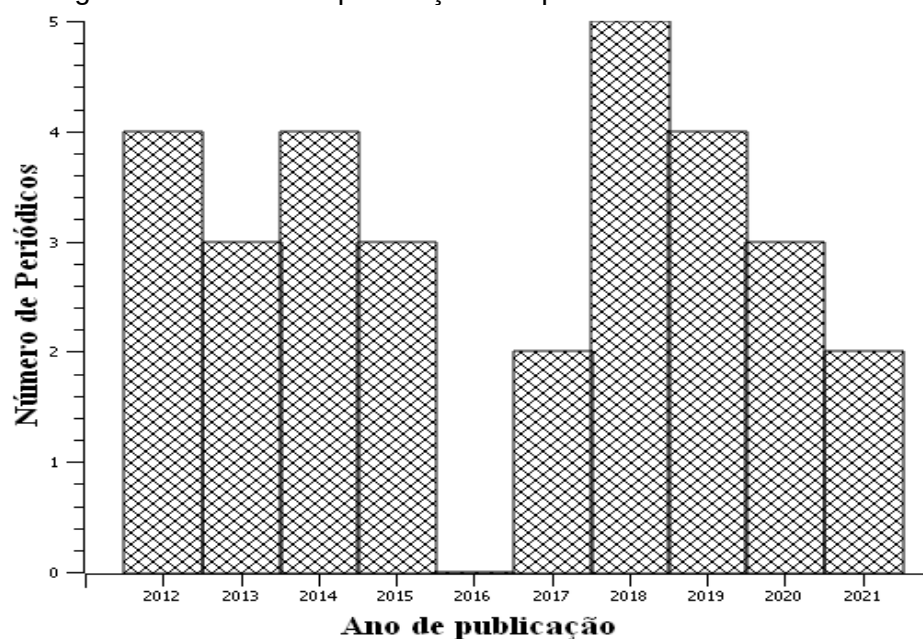
Tabela 1. Base de dados brutos formada pelos periódicos selecionados para o estudo.						
ORDEM	PERIÓDICO	SJR	H	FI	ARTIGOS	PAÍS
01	Acta Limnologica Brasiliensia	0,38	19	1,28	1	Brasil
02	Ocean and Coastal Research	0,30	28	0,98	2	Brasil
03	Oecologia Australis	0,25	22	0,65	1	Brasil
04	Revista Ambiente e Água	0,24	16	0,83	2	Brasil
05	Engenharia Sanitária e Ambiental	0,21	20	0,42	1	Brasil
06	Revista Internacional de Contaminacion Ambiental	0,17	21	0,46	2	México
07	Geociências	0,22	20	0,31	2	Brasil
08	Revista de Biología Marina y Oceanografía	0,21	27	0,48	1	Chile
09	Brazilian Journal of Biology	0,40	57	1,32	1	Brasil
10	Revista Brasileira de Entomologia	0,30	33	1,13	1	Brasil
11	The Biologist (Lima)	*	*	0,45	1	Peru
12	O Mundo da Saúde	0,12	10	0,16	3	Brasil
13	Ecología Aplicada	*	*	*	1	Peru
14	Revista del Museo de la Plata	*	*	*	1	Argentina
15	Ciencia y Tecnología del Mar	*	*	*	1	Chile
16	Geochimica Brasiliensis	*	*	*	1	Brasil
17	Ciencias Marinas	0,20	31	0,50	1	Venezuela
18	Revista da Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia	*	*	*	3	Brasil
19	AVANCES - Investigación en Ingeniería	*	*	*	1	Colômbia
20	Acta Toxicologica Argentina	*	*	*	1	Argentina
21	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	0,21	34	0,41	1	Brasil
22	Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú	0,17	12	0,26	1	Peru

*Não identificado nas plataformas ou em buscas livres na internet.

Fonte: Autor

A análise bibliométrica do banco de dados pelo método ProKnow-C revela um cenário de estabilidade em relação ao número de publicações anuais sobre o tema (Figura 2).

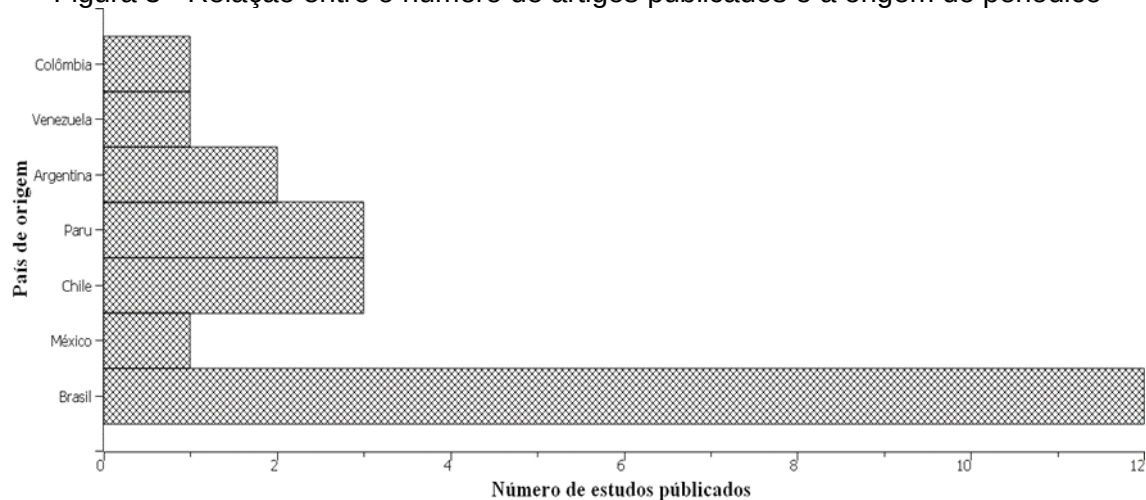
Figura 2 - Número de publicações no período entre 2012 e 2021



Fonte: Autor.

O Brasil destaca-se como principal agente na editoração de estudos em Ecotoxicologia de Sedimentos, à frente de Chile e Peru (Figura 3).

Figura 3 - Relação entre o número de artigos publicados e a origem do periódico



Fonte: Autor.

Nos ensaios de sedimentos ainda há predomínio de testes para avaliação de toxicidade aguda, em modelo estático e utilizando apenas um único organismo (Figura 4).

Figura 4 - Número de organismos, tipo de ensaio e modelo dos testes ecotoxicológicos



Fonte: Autor.

Uma possibilidade do resultado destes testes está relacionada aos ensaios com protocolos definidos, de fácil execução, amplamente aceitos e com organismos de simples manuseio. No entanto, estes ensaios não representam uma avaliação ampla e segura do potencial risco ambiental associado na medida que os ensaios de espécies diferentes em níveis tróficos distintos são mais representativos.

No estudo, destacam-se o uso dos organismos como microcrustáceos, microalgas, ensaios de com raízes, bactérias, larvas de mosquito, equinodermas e peixes. Este fato pode estar ligado a simplicidade de obtenção dos organismos, a facilidade de adaptação e criação destes em laboratórios, a boa representatividade em termos de respostas as alterações ambientais, a existência de protocolos específicos de manuseio e de realização de ensaios, além do custo reduzido de manutenção.

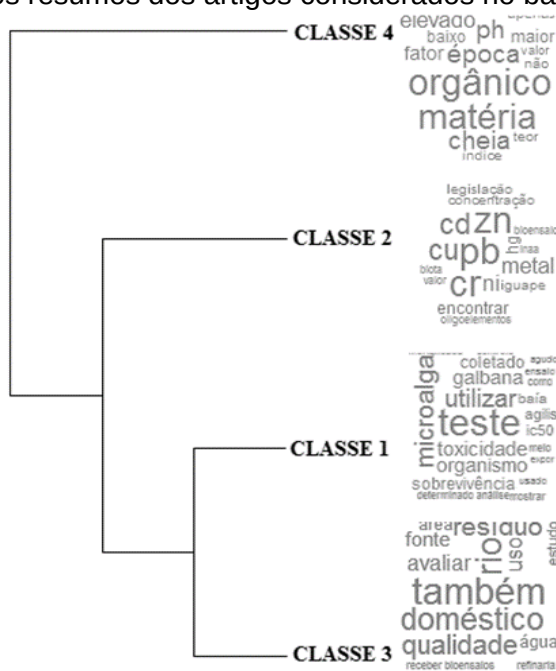
Ainda, neste estudo, com auxílio do software Iramuteq estabeleceu-se a uma estrutura geral constituído por 30 resumos de textos, os quais foram selecionados a partir dos artigos do banco de dados formado com 189 textos, dos quais 127 segmentos de texto obtiveram sucesso (cerca de 70 %). Cada resumo foi separado em língua portuguesa por uma linha de comando, compreendendo somente uma variável (n), escolhida conforme o número de dados (**** *Artigo_1, **** *Artigo_2 até **** *Artigo_30).

A tradução de idioma, quando necessário, ocorreu de forma livre pelos pesquisadores. A transcrição dos textos foi realizada no programa Documento do Only Office Editors, e a codificação de caracteres realizada no padrão UTF-8 (Unicode Transformation Format 8 bit codeunits).

Com relação ao número de ocorrências (palavras, formas ou vocabulários) foram 6656, com 1143 palavras distintas. Enquanto o conteúdo analisado foi

categorizado em quatro classes: classe 1 (com 35 segmentos de texto, 27,6 %); classe 2 (com 38 segmentos de texto, 29,9 %); classe 3 (com 34 segmentos de texto, 26,8 %) e classe 4 (com 20 segmentos de texto, 15,7 %), conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Dendrograma produzido no software IRAMUTEQ segundo classes de palavras abordadas nos resumos dos artigos considerados no banco de dados.



Fonte: Autor.

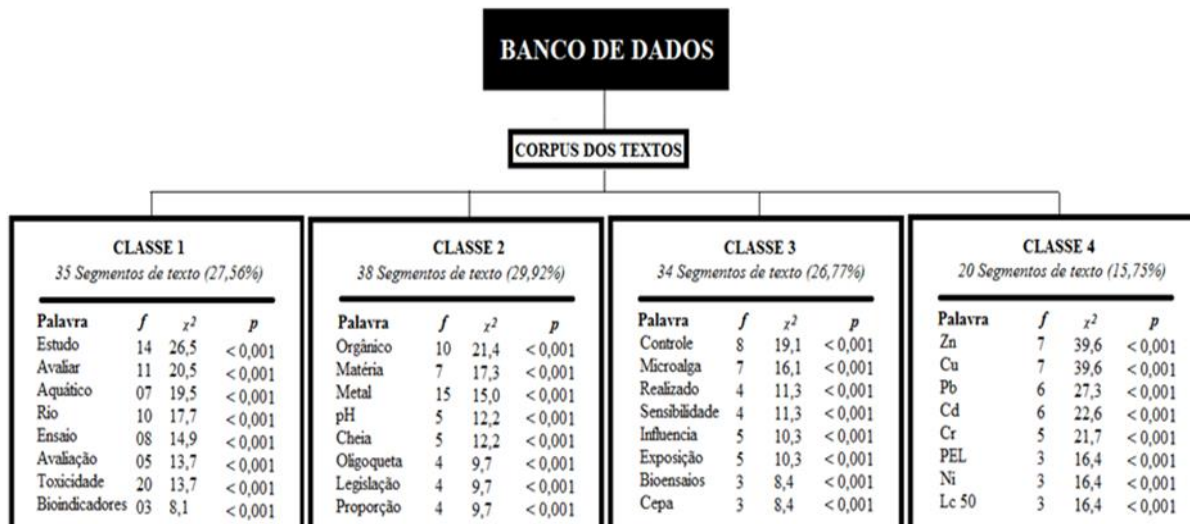
Na Figura 5, observa-se a existência de ramificações relacionada ao corpus total de análise. Na ramificação composta pela Classe 1, destacam-se as palavras com teste, toxicidade, organismo, microalga, sobrevivência; sugerindo referências aos testes de toxicidade e aos organismos utilizados. A ramificação ligada a Classe 2 apresenta as palavras com metal, legislação, oligoelemento, Cd, Cr, Zn, Pb e Cu, que podem estar ligadas às espécies tóxicas mais visadas em termos de estudos por parte dos pesquisadores da área.

Para a ramificação ligada a Classe 3 visualizam-se palavras como rio, qualidade água e bioensaios, as quais associam ao local de amostragem, a matriz ambiental (inúmeros testes ecotoxicológicos consideram a avaliação de qualidade sobre organismos bioindicadores por meio da interação coluna de água/sedimentos) e a finalidade do ensaio ligada ao monitoramento da qualidade ambiental.

Por fim, na ramificação ligada a Classe 4 destacam palavras como orgânico, matéria, teor, pH e índice, fator associado à avaliação de parâmetros físicos e químicos dos sedimentos correlacionando-se à toxicidade. A proficuidade das classes

na formação de um dicionário de palavras (teste estatístico do qui-quadrado χ^2) é apresentada por meio de um organograma com a lista de palavras (Figura 6).

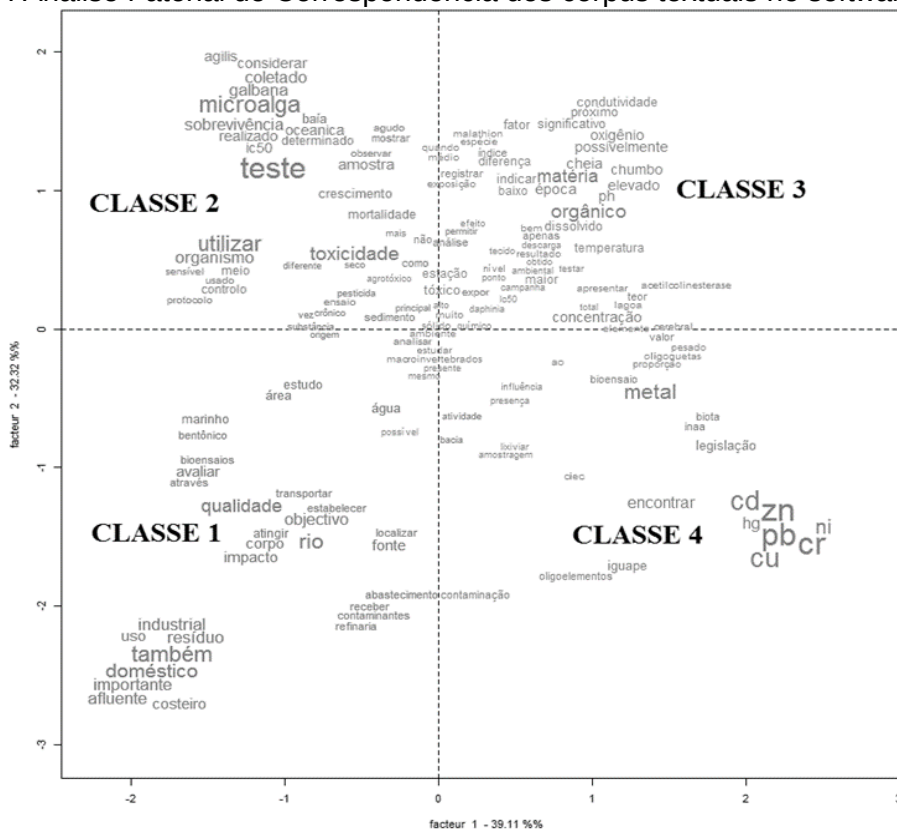
Figura 6. Organograma das análises lexotextuais realizado no software Iramuteq



Fonte: Autor.

A análise fatorial de correspondência (AFC) expressou a combinação do texto entre as palavras consideradas frequentes na incidência e as classes num plano cartesiano bidimensional, apresentado na Figura 7.

Figura 7. Análise Fatorial de Correspondência dos corpus textuais no software Iramuteq.

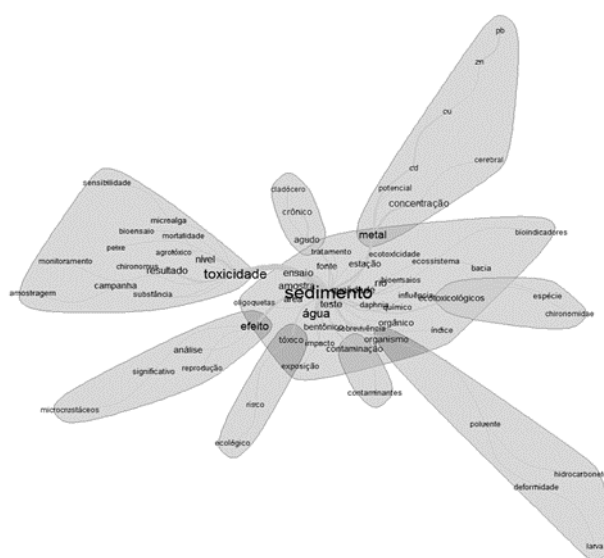


Fonte: Autor.

Na Figura 7, apresentam-se as classes num segmento centralizado que expande em direção a periferia da imagem, no entanto, poucas palavras ultrapassam as fronteiras entre os quadrantes. Destacam-se no centro da imagem palavras que convergem em relação às classes, tais como sedimento, analisar, sólido, ambiente, macroinvertebrados, analisar, tóxico, daphnia e químico.

A análise de similitude, apresentada na Figura 8 possibilitou constatar agrupamentos de palavras com relações intrínsecas estabelecidas no corpus. A análise de similitude é uma interpretação que orienta pela teoria dos grafos (ramo da grande área da matemática que estuda as relações entre os objetos sustentada por permitir ao cientista identificar as co-ocorrências e a conexidade entre as palavras, assim como, os resultados colaboram com o cientista na verificação da estrutura textual adequada (MARTINS et al. 2021, TINTI et al. 2021).

Figura 8 - Análise de similitude entre grupos do corpus textual no software Iramuteq



Fonte: Autor.

Estes grupamentos indicam a conectividade entre as palavras e possibilita na construção da estrutura de conteúdo específicos. Na Figura 8 destacaram-se as expressões (sedimento, toxicidade, efeito, metal), diretamente relacionadas à temática ecotoxicologia de sedimentos. O diagrama de nuvem de palavras, apresentado na Figura 9, evidencia as palavras mais frequentes em um corpus textual, agrupando-as e organizando-as por meio da frequência estabelecida (ARAÚJO et al. 2022, TINTI et al. 2021).

Figura 9. Nuvem de palavras gerada pelo software Iramuteq



Fonte: Autor.

Os resultados destacam termos como sedimento, toxicidade, metal, qualidade, concentração, amostra, tóxica, água, teste, ensaio agudo, rio, análise, organismo, crônico e ecotoxicológicos. Esses termos confirmam relações com o tema adotado no estudo e serão empregados na sequência para a construção de um texto sucinto de revisão de literatura sobre a Ecotoxicologia de Sedimentos com o intuito de apresentar de forma sucinta os conceitos destacados, explicando sua definição e explanando sobre a sua importância para os estudos ambientais.

REVISÃO NA LITERATURA DA ÁREA

As matrizes ambientais complexas dentro de sistemas hídricos constituem por sedimentos constituídos partículas minerais poligranulares, de estrutura porosa e multielementar (MIZAEL et al. 2020, SILVA et al. 2019, LONE et al. 2018). No entanto, os sedimentos no passado foram considerados um sumidouro para nutrientes e contaminantes. Enquanto atualmente, têm conhecimento que o equilíbrio de forma dinâmica permite o intercâmbio de espécies, no qual influencia diretamente na qualidade do meio (SILVA et al. 2019, REMOR et al. 2018).

Os sedimentos agem de maneira deletéria para os organismos quando estão contaminados, pois, ocasionam mudanças nas comunidades (perturbação entre predador-presa), nos mecanismos vitais do ecossistema (alterações nos processos de respiração, fotossíntese e no fluxo de nutrientes) e nas dinâmicas das populações

(padrões de fecundidade, morbidade, mortalidade, migração, nupcialidade e estrutura etária). Nesse sentido, a análise ecotoxicológica dos sedimentos é capaz de responder preventivamente à contaminação por compostos antropogênicos e pode auxiliar no monitoramento da sua qualidade (SILVA et al. 2017, SILVA et al. 2015, COSTA et al. 2008).

Nascida como uma ferramenta de monitoramento ambiental, a ecotoxicologia baseia-se em respostas individuais de organismos a ação de estressores ambientais (SILVA et al. 2015, OLIVEIRA-FILHO; SISINNO 2013). A ecotoxicologia retrata a relação entre a biota e as atividades que geram poluentes realizadas pelo homem no ambiente. Essa relação traz respostas gerando efeitos sobre organismos (SILVA et al. 2017, SILVA et al. 2015, COSTA et al. 2008).

Os efeitos observados são relacionados com as taxas de nascimento, crescimento ou mortalidade causadas por alterações fisiológicas ou bioquímicas. Nesse sentido, essa ciência é uma ferramenta para auxiliar na avaliação da toxicidade de organismos que causam impactos ambientais no meio (LÓPEZ et al. 2021, GABER et al. 2021, PERINA; ABESSA 2020, SILVA et al. 2017).

Os testes de toxicidade são realizados em ambientes de laboratório, tendo como permissão a modificação de substâncias em nas amostras para avaliar o momento torna tóxica ao organismo-teste. O experimento é realizado através de ensaios de cunho experimental específico e controlado por intermédio do comportamento da amostra no organismos-testes observa-se e quantifica-se os efeitos tóxicos (PERINA; ABESSA 2020; SILVA et al. 2015, COSTA et al. 2008).

A escolha do organismo atende a fatores como a representatividade da espécie no ecossistema, aspectos fisiológicos e alimentares, genéticos, homogeneidade de populações, pequeno índice de sazonalidade, sensibilidade e facilidade de cultivo (LÓPEZ et al. 2021, SILVA et al. 2017, COSTA et al. 2008). Considerando essas variáveis não existe apenas uma única espécie possível de avaliar e quantificar integralmente os efeitos causados em um ecossistema. Dessa forma, a utilização de no mínimo três espécies de forma representativa em diferentes níveis tróficos são recomendadas para os ensaios (GABER et al. 2021, PERINA; ABESSA 2020, SILVA et al. 2015).

O organismo exposto a substâncias tóxicas pode sofrer efeitos agudos, onde o efeito surge num período de até 24 horas, devido à alta concentração da substância rapidamente absorvida, ou sofrer efeitos crônicos, o qual a substância tóxica

apresenta a liberação intermitente com concentrações relativamente baixas (sub-letal) por um período prolongado (CARVALHO; PIVOTO 2011, ARAÚJO et al. 2008, MAGALHÃES; FERRÃO FILHO 2008).

Quando os organismos estabelecem uma ligação com uma substância química em um único evento ou múltiplos eventos durante um curto período (horas, dias) a exposição é aguda (PERINA; ABESSA 2020, OLIVEIRA-FILHO; SISINNO 2013, COSTA et al. 2008). Por outro lado, na exposição crônica, ocorre em um contínuo período (semanas, meses, anos) no qual o organismo é exposto a substâncias com baixas concentrações, podendo ser letais (GABER et al. 2021, SILVA et al. 2015, COSTA et al. 2008).

Os testes de ecotoxicidade também podem ser classificados em estáticos, semi-estáticos e fluxo contínuo, de acordo com o método de adição das soluções-teste, considerando sua renovação ou não (CARVALHO; PIVOTO 2011; ARAÚJO et al. 2008; MAGALHÃES; FERRÃO FILHO 2008). Além de ensaios laboratoriais, os testes ecotóxicológicos também podem ser realizados no local de interesse para observar o comportamento do organismo, esse cenário possui a chance de realidade devido as dinâmicas que ocorrem nos ecossistemas aquáticos possibilitando observar o sinergismo e antagonismo de maior ou menor toxicidade sobre diferentes organismos.

No local escolhido, expõe-se os organismos-teste em gaiolas dentro das condições ambientais do corpo d'água receptor (PERINA; ABESSA 2020, GABER et al. 2021, ARAÚJO et al. 2008). As condições utilizadas são a exposição no organismo a sedimentos contaminados por substâncias químicas ou sedimento parcial (fração líquida), caracterizada por exposição do organismo à água intersticial ou solubilizada (LÓPEZ et al. 2021, CEZAR et al. 2015, COSTA et al. 2008, MAGALHÃES; FERRÃO FILHO 2008).

Contudo, para realização dos testes e ensaios de toxicidade com sedimentos o ideal são a utilização dos organismos bentônicos devido o contato direto com os sedimentos. Assim, anfípodos, como *Hyalella azteca*, e larvas de insetos, como *Chironomus xanthus*, vêm sendo utilizados nos vários estudos que envolvem a determinação da toxicidade de sedimentos (PERINA; ABESSA 2020, CEZAR et al. 2015, COSTA et al. 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática pelo método Proknow-C selecionou um banco de dados brutos representativo sobre o tema ecotoxicologia de sedimentos com base nos periódicos presentes nas plataformas SCImago Journal Rank, Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Google Scholar. A análise bibliométrica identificou periódicos e 30 artigos publicados sobre o tema ecotoxicologia de sedimentos nos últimos 10 anos (período de 2012 a 2021) em revistas latino-americanas.

Embora o banco de dados fosse definido com um número expressivo de revistas científicas, existe carência de estudos que englobem simultaneamente ecotoxicologia e sedimentos no contexto latino-americano, indicando a pouca expressividade da discussão local entre os pares, ou a baixa representatividade do tema nos periódicos. Na maior parte dos estudos apresentados em revistas científicas latino-americanas sobre o tema, tem-se utilizado ensaios no formato estático, com avaliação da toxicidade aguda e utilizando um único organismo teste.

Essa constatação pode ser considerada como uma lacuna na pesquisa científica local, e pode ser explorada por novos estudos que abordem a questão. O uso do software Iramuteq ligada por interface ao pacote estatístico R permitiu a avaliação do banco de dados formado pelo resumo de 30 artigos selecionados sobre a temática ecotoxicologia de sedimentos. Foram realizadas análises de diferentes naturezas, desde lexicometrias simples até análises multivariadas com formação de imagens representativas.

O acervo formado permite identificar a ligação direta no corpus textual entre a palavra 'sedimento' com 'toxicidade' (nível, substância, agrotóxico, resultado, mortalidade, campanha, bioensaio, sensibilidade, monitoramento, amostragem), com 'efeito' (análise, reprodução, significativo, reprodução), com 'organismo' (poluente, deformidade, larva), com 'ecotoxicológicos' (influência, espécie, chironomus) e com 'metal' (concentração, potencial, Cd, Cr, Cu, Zn). Essas expressões foram generalizadas e serviram como base de investigação para a escrita da revisão textual apresentada no estudo.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, M.H.; SOUZA, J.D.; ENSSLIN, S.R.; ENSSLIN, L. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo Proknow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 5, n. 2, p. 47-62, 2011.
- ARAUJO, L.A.M.M.; SILVA, M.T.; BASANTE, J.G. Competências dos Engenheiros na Indústria 4.0. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 8, e24211830695, 2022.
- ARAÚJO, R.P.A.; SHIMIZU, G.Y.; BOHRER, M.B.C.; JARDIM, W. Avaliação da qualidade de sedimentos. In: *Ecotoxicologia Aquática princípios e aplicações*. São Carlos/BR: Editora RIMA, p. 293-326, 2008.
- BARUFALDI, L.A.; GUERRA, R.L.; ALBUQUERQUE, R.C.R.; NASCIMENTO, A.; CHANÇA, R.D.; SOUZA, M.C.; ALMEIDA, L.M. Risco de iniciação ao tabagismo com o uso de cigarros eletrônicos: revisão sistemática e meta-análise. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, n. 12, p. 6089-6103, 2021.
- CARVALHO, N.L.; PIVOTO, T.S. Ecotoxicologia: conceitos, abrangência e importância agrônômica. *Revista de Monografias Ambientais*, v. 2, n. 2, p. 176-192, 2011.
- CESAR, R.; COLONESE, J.; BIBONE, E.; CASTILHOS, Z.; EGLER, S.; POLIVANOV, H. Disposição continental de sedimentos de dragagem em solos tropicais: avaliação do risco ecológico de metais baseada em bioensaios com organismos aquáticos e edáficos. *Engenharia Sanitária & Ambiental*, v. 20, n. 2, p. 181-189, 2015.
- COSTA, C.R.; OLIVI, P.; BOTTA, C.M.R.; ESPINDOLA, E.L.G. A toxicidade em ambientes aquáticos: Discussão e métodos de avaliação. *Química Nova*, v.31, n.7, p.1820-1830, 2008.
- ENSSLIN, L., ENSSLIN, S.R., LACERDA, R.T.D.O., TASCA, J.E. (2010). ProKnow-C, knowledge development process-constructivist. *Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil*, v. 10, n. 4, 2015.
- GABER, M.; SEQUELY, A.A.; MONEM, N.A.; BALBAA, M. Effect of polyaromatic hydrocarbons on cellular cytochrome P450 1A induction. *Ocean and Coastal Research*, v. 69, e21026, 2021.
- GERBERSDORF, S.U.; et al. Anthropogenic trace compounds (ATCs) in aquatic habitats - research needs on sources, fate, detection, and toxicity to ensure timely elimination strategies and risk management. *Environmental International*, v. 79, p. 85-105, 2015.
- LIMA, K.S.F.; CASTRO, A.C.M., BAPTISTA, J.S. Segurança ocupacional em sistemas de gestão da floresta nativa: revisão sistemática. *Ciência Florestal*, v. 30, n. 2, p. 602-612, 2020.

LONE, A.M., ACHYUTHAN, H., SHAH, R.A; SANGODE, S.J. Environmental magnetism and heavy metal assemblages in lake bottom sediments, Anchar Lake, Srinagar, NW Himalaya, India. International Journal of Environmental Research, 2018 doi: 10.1007/s41742-018-0108-9.

LÓPEZ, H.; MIGLIO, M.C.; PAREDES, C. PRUEBAS DE TOXICIDAD CON ELUTRIADOS DE SEDIMENTO MARINO DE LAS BAHÍAS LOS CHIMUS, TORTUGAS Y CASMA EN PERÚ EMPLEANDO LAS MICROALGAS *Isochrysis galbana* Y *Nannochloropsis* oceânica. Ecologia Aplicada, v. 20, n. 2, 2021.

MAGALHÃES, D.P.; FERRÃO FILHO, A.S. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. Revista Brasileira de Oceanografia, v. 12, n. 3, p. 355-381, 2008.

MARTINS, B.V.S.; FERREIRA, G.S.; RAMOS, H.C. Sustainability Reporting in Higher Education Institutions: a systematic approach using VOSViewer and Iramuteq softwares. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 08, n. 03, 2021.

MIZAE, J.O.S.S., CARDOSO-SILVA, S., FRASCARELI, D., POMPÊO, M.L.M.; MOSCHI-CARLOS, V. Ecosystem history of a tropical reservoir revealed by metals, nutrients and photosynthetic pigments preserved in sediments. Catena, v. 184, p. 104242, 2020.

OLIVEIRA-FILHO; E.C.; SISINNO, C.L.S. Histórico, evolução e conceitos básicos da toxicologia. IN: Princípios de Toxicologia Ambiental. Rio de Janeiro/BR: Editora Interciência, p. 01-16, 2013.

PERINA, F.C.; ABESSA, D.M.S. Contamination and toxicity in a subtropical Estuarine Protected Area influenced by former mining activities. Ocean and Coastal Research, v. 68, e20313, 2020.

REMOR, M.B., SAMPAIO, S.C., RIJK, S., BOAS, M.A.V., GOTARDO, J.T., PINTO, E.T.; SHARDONG, F.A. Sediment geochemistry of the urban Lake Paulo Gorski. International Journal of Sediment Research, doi.org/10.1016/j.ijsrc.2018.04.009, 2018.

SILVA, D.C.V.R.; POMPÊO, M.; PAIVA, T.C.B. Ecotoxicologia no contexto do Brasil. In: Ecologia de Reservatórios e Interfaces, p. 340-353, 2015.

SILVA, P.R.B.; MAKARA, C.N.; MUNARO, A.; SCHNITZLER, D.C.; DIACONU, D.C.; SANDU, I.; POLETO, C. Risks Associated of the Waters from Hydric Systems Urban's The case of the rio Barigui, south of Brazil. Revista de Chimie (Bucharest), v. 68, n. 8, 2017.

SILVA, P.R.B.; DALLA NORA, F.E.; CASTRO, R.J.; WASTOWSKI, A.D.; MAUAD, F.F. The environmental quality of sediments of rivers near prospection areas of semiprecious rocks. Environmental Monitorament Assessment, v. 191, n. 364, 2019.

SILVA, P.R.B.; SCHNITZLER, D.C.; MAUAD, F.F. Construção do background da bacia hidrográfica do rio da Várzea - RS: conceitos e estratégias. In: Gestão e Tecnologias para o Meio Ambiente: visões e ações interdisciplinares. Volume II - Recursos Hídricos e Saneamento. Caxias do Sul/BR: Educs, 2021.

SOUZA, M.A.R.; WALL, M.L.; THULER, A.C.M.C.; LOWEN, I.M.V.; OERES, A.M. O uso do software IRAMUTEQ na análise de dados em pesquisas qualitativas. Revista da Escola de Enfermagem da USP, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-220X2017015003353>

SZTEREN, D.; LERCARI, D. Marine mammal research in South America: 30 years of publication efforts and collaborative networks. Latin American Journal of Aquatic Research, v. 50, n. 2, p. 251-266, 2022.

TINTI, D.S.; BARBOSA, G.C.; LOPES, C.E. O software IRAMUTEQ e a Análise de Narrativas (Auto)biográficas no Campo da Educação Matemática. Bolema: Boletim de Educação Matemática, v. 35, n. 69, p. 479-496, 2021.

VILELA, L.O. APLICAÇÃO DO PROKNOW-C PARA SELEÇÃO DE UM PORTIFÓLIO BIBLIOGRÁFICO E ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO. Revista Gestão Industrial, v. 08, n. 01, p. 76-92, 2012.

Capítulo 2
O USO DO SIG COMO FORMA DE
CORRELACIONAR ACESSO INADEQUADO
AO SANEAMENTO BÁSICO E PROBLEMAS
DE SAÚDE: CRIAÇÃO DE MAPA DE
TENDÊNCIA À OCORRÊNCIA DE DOENÇAS
DE VEICULAÇÃO HÍDRICA
Leonardo Leon Leite Moreira
Rafael Augusto de Oliveira
Daniel Jadyr Leite Costa
Bruno Joaquim Lima

O USO DO SIG COMO FORMA DE CORRELACIONAR ACESSO INADEQUADO AO SANEAMENTO BÁSICO E PROBLEMAS DE SAÚDE: CRIAÇÃO DE MAPA DE TENDÊNCIA À OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Leonardo Leon Leite Moreira

Rafael Augusto de Oliveira

Professor Dr. Daniel Jadyr Leite Costa

Bruno Joaquim Lima

RESUMO

Este trabalho analisa a relação existente entre saneamento básico e saúde por meio do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A relação entre estes dois temas tem sido pauta de vários estudos e análises ao longo da história da humanidade. Pesquisas já realizadas confirmam a relação intrínseca entre um ambiente com acesso inadequado de saneamento básico e a ocorrência de doenças. Neste artigo, utilizou-se dados disponíveis sobre áreas com déficit de saneamento básico no município de Juiz de Fora-MG para a geração de um mapa de tendência à ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Como forma de validar o resultado gerado, comparou o mapa final elaborado com a ocorrência de doenças registradas no município, obtendo uma proximidade significativa entre eles. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que um ambiente com acesso adequado ao saneamento básico contribui com a redução de ocorrências de doenças, melhorando a qualidade de vida da população.

Palavras-chave: saneamento básico, doenças, SIG.

1. INTRODUÇÃO

A relação existente entre a saúde e saneamento foi sendo comprovada ao longo dos tempos por meio de práticas científicas, como foi o caso do médico britânico John Snow, que em 1854 conseguiu comprovar que a incidência de cólera em Londres estava interligado a fonte de água contaminada consumida pela população (HIDO et al., 2006).

Mais recentemente, com a disseminação da pandemia da Covid-19, inúmeras pesquisas foram realizadas nos últimos anos. Dentre essas, cabe citar a realizada por Ferreira et al (2021), que analisaram a relação entre a existência de saneamento básico adequado e a disseminação da Covid-19 nas capitais brasileiras. Como resultado, foi percebido que as capitais com níveis altos de acesso ao saneamento básico apresentaram taxas menores de incidência e mortalidade ocasionadas pelo Covid-19.

No mundo, mais de 80% das águas residuais geradas retornam ao meio ambiente sem nenhum tipo de tratamento. Além disso, várias doenças, inclusive a cólera e esquistossomose, continuam com taxas crescentes em países em desenvolvimento onde o tratamento das águas residuais domésticas atingem percentuais baixos (WWAP, 2017).

Ao analisar dados de 2015, observou-se que três entre dez pessoas ainda não dispunham de um serviço de água potável gerenciado de forma segura, água disponível no próprio local livre de contaminação fecal e de produtos químicos. Ainda de acordo com estudos no mesmo ano de referência, 844 milhões de pessoas ainda não tinham acesso a um serviço básico de água potável (WWAP, 2019).

Diante deste cenário, a Organização das Nações Unidas propôs dentre os famosos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), a ODS 6 - Água e Saneamento, onde estabeleceu como um das metas a serem alcançadas 6.2:

“Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade” (ONU, 2015).

Trazendo dados mais atualizados, no Brasil, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, estima-se que mais de 33 milhões de pessoas não são atendidas com redes de água tratada e que 93,7 milhões não têm acesso a redes de coleta de esgoto, de acordo com levantamento feito em 2020 (BRASIL, 2021).

Teixeira et al (2014), relataram em seu estudo que no período de 2001 a 2009 foram registrados 466.351 notificações compulsórias de casos de doenças relacionadas com saneamento básico deficiente no Brasil, o que gerou uma despesa de R\$ 30.428.324,92 em consultas médicas.

O Instituto Trata Brasil (2019), uma organização da Sociedade Civil de Interesse Público formada por empresas com interesse nos avanços do saneamento básico e na proteção dos recursos hídricos do país, aponta que em 2019 ocorreu 273.403 internações por doenças de veiculação hídrica no Brasil, o que ocasionou despesas com internações na ordem de R\$ 108 milhões, onerando o sistema de saúde do país.

Diante deste cenário, o estudo realizado neste artigo propõe criar um mapa de tendência de doenças de veiculação hídrica com base em dados de déficits de acesso ao saneamento de qualidade em um município brasileiro.

Com forma de buscar a validação do mapa de tendência gerado, foi comparado às regiões que mais tiveram casos notificados de doenças de veiculação hídrica, segundo dados da Prefeitura Municipal, com as regiões indicadas pelo mapa gerado.

2 METODOLOGIA

2.1 Saneamento Básico

Heller (1998) relata que, segundo a OMS, saneamento é o controle de todos os fatores realizados pelo homem no meio físico, que tem o potencial de impactar o seu bem-estar físico, mental e social.

No Brasil, o saneamento básico é definido pela Lei Federal 11.445, instituída em 07 de janeiro de 2007, como sendo o “conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas”. Esta lei foi atualizada em junho de 2020 pela Lei Federal 14.026, onde foi definido, dentre outros pontos, as novas metas de universalização do acesso a estes serviços públicos (BRASIL, 2007).

As novas metas estabelecidas pelo marco regulatório do saneamento básico no Brasil determinam que até 2033 os municípios brasileiros alcancem 99% de atendimento à população com água potável e que 90% da população tenha acesso a coleta e tratamento de esgoto.

Bayer et al (2021), realizaram um estudo analisando o impacto das Políticas Municipais de Saneamento Básico na ocorrência de doenças relacionadas ao saneamento inadequado, incluindo as de veiculação hídrica, onde foi apontado que a existência de uma política de saneamento, e a proximidade com outros municípios

que também detém tal política, reduz as chances de ocorrência destas doenças no município. Ainda de acordo com os autores, o saneamento básico inadequado tem potencial para gerar uma série de doenças endêmicas e epidêmicas.

A Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), utilizando como base a classificação proposta por Cairncross e Feachem (1993) para doenças relacionadas à água, esgoto e lixo, criou, em 2010, uma seleção de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (Drsai). Entre as doenças selecionadas pelo órgão, encontram-se diarreias, febres entéricas, hepatite A, dengue, febre amarela, malária, doença de chagas, esquistossomose, leptospirose, doenças dos olhos, doenças da pele, micoses superficiais (BRASIL, 2010).

2.2 Análises espaciais

Câmara e Monteiro (2001) relata que com a crescente quantidade de dados relacionados à saúde coletados dentro de ambientes geográficos de referência, os métodos geocomputacionais, processos que utilizam a tecnologia computacional para problemas geográficos, tem grande potencial para analisar dados de saúde, como no caso da ocorrência de doenças em um território.

Ainda de acordo com Câmara e Monteiro (2001), a representação computacional do espaço geográfico utilizando tecnologias atuais de Sistemas de Informações Geográficas é, essencialmente, estática. Sendo assim, a geocomputação pode produzir modelos combinados de objetos geográficos (espaços) e processos que modificam estes objetos, como ações humanas que são realizadas ao longo do tempo.

Silva et al (2015) realizou, em 2013, uma pesquisa relacionando dados pluviométricos e umidade relativa do ar com ocorrência da dengue no município de João Pessoa-PB, Brasil. Por meio dos dados obtidos, os autores concluíram que ferramentas aplicadas dentro dos Sistemas de Informações Geográficas são de grande valia para estudos e análises das relações entre os fenômenos termopluviométricos e os casos de doenças endêmicas.

Ainda de acordo com Silva et al (2015), o uso de geotecnologias para mapeamentos de ocorrência de doenças tem crescido ao redor do mundo, como exemplo, tem-se os estudos realizados por Barcellos et al (2005) no Brasil, Mena (2011) na Costa Rica, Khormi et al (2011) na Arábia, entre outros.

2.3 A área de estudo

Para a realização do estudo, foi selecionado o município brasileiro de Juiz de Fora, a fim de proceder com o levantamento e organização de dados, e uma análise exploratória. A escolha pelo município se deve à facilidade de obtenção de registros recentes sobre saneamento básico, visto que o município passa por uma revisão do seu plano de saneamento básico.

Juiz de Fora é um município localizado no sudeste do estado de Minas Gerais (Figura 1), na região conhecida como Zona da Mata Mineira, próximo a importantes capitais regionais como Rio de Janeiro (184 km), Belo Horizonte (272 km) e São Paulo (506 km). Tem uma população estimada, segundo dados do IBGE (2021), de 577.532 habitantes, com grande predominância urbana (JUIZ DE FORA, 2022).

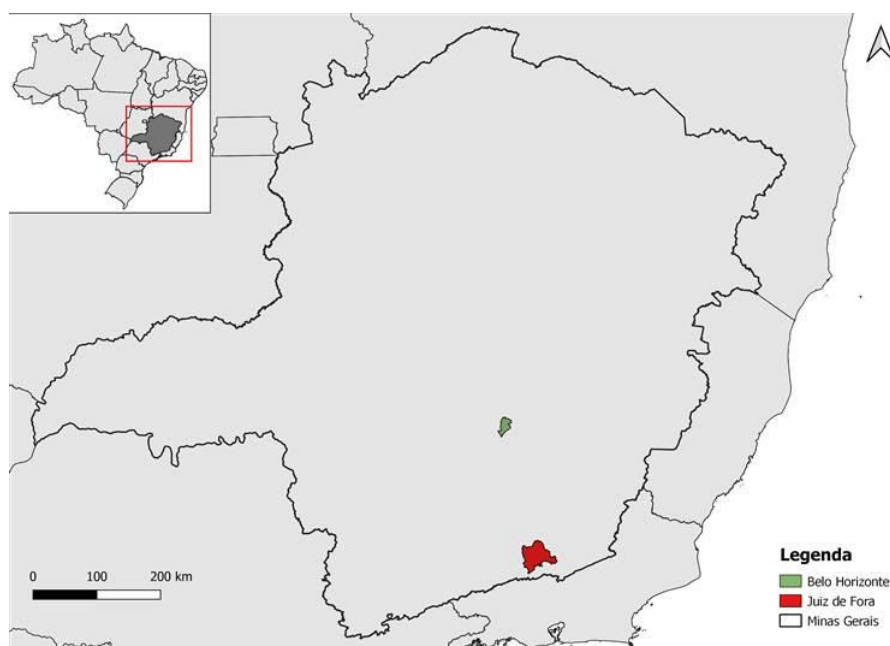


Figura 1 - Localização do município de Juiz de Fora.
Fonte: dos Autores (2022).

A área em estudo compreende ao Distrito Sede do município, subdividida em territórios socioassistenciais, cuja delimitação se aproxima dos limites dos bairros, conforme indicado na Figura 2.

Em relação às suas características naturais, o município tem um clima classificado como Tropical de Altitude (Cwa mesotérmico), com dois períodos distintos: um mais quente e chuvoso, entre outubro e abril, e um com temperatura mais amena e mais seco, entre maio e setembro. Com um relevo predominantemente

acidentado, inserido na tipologia popularmente conhecida como os “mares de morros de Minas”, o município se desenvolveu ao longo dos vales formados pelos cursos d'água e tem, como vegetação predominante, remanescentes de mata atlântica. (JUIZ DE FORA, 2022).

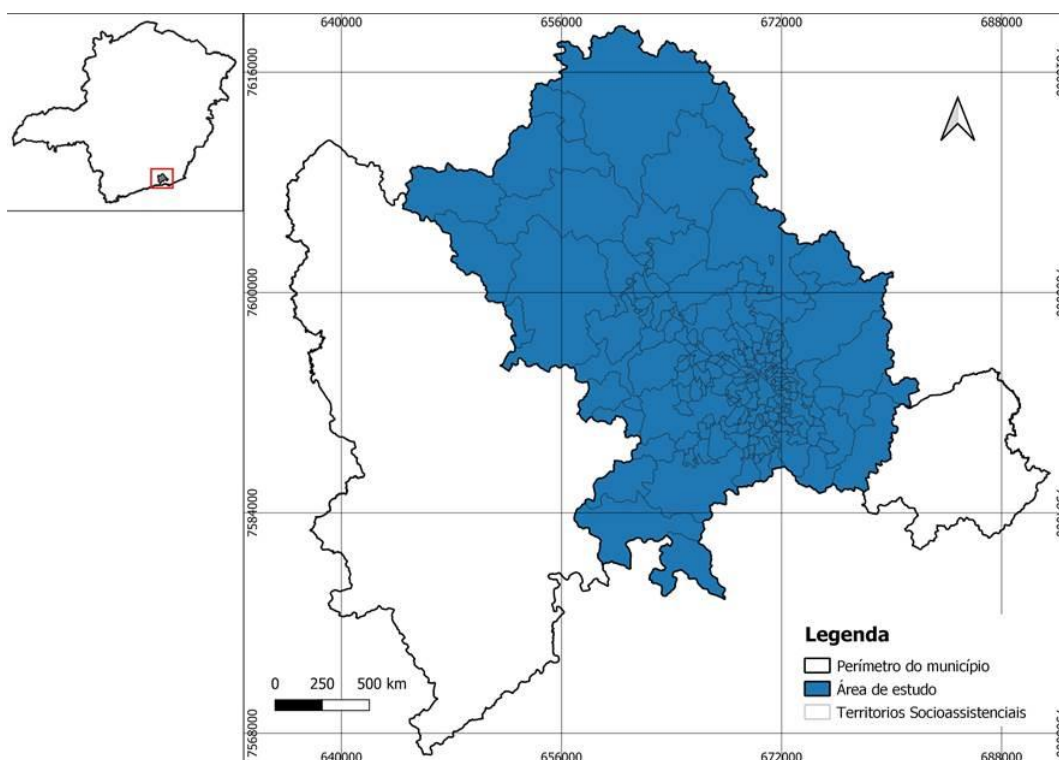


Figura 2 - Delimitação da área de estudo.

Fonte: dos Autores (2022).

O município desenvolveu, em 2014, o seu primeiro Plano Municipal de Saneamento Básico, denominado PSB-JF, onde procedeu-se com o diagnóstico da situação do saneamento básico no território e foram criados uma série de programas e projetos a fim de melhorar os índices de atendimento. Atendendo à legislação correlata, o município iniciou em fevereiro de 2022 a revisão deste plano, tendo realizado até o momento a atualização da situação do saneamento a nível local.

Nesta atualização, o Plano de Saneamento Básico do município indicou as áreas com principais problemas de acesso a água tratada, esgotamento sanitário e sistema de drenagem urbana. Em relação à água e ao esgoto, foram indicadas as regiões conhecidas como ZEIS (Zonas Especiais de Interesse Social), criadas pelo Plano Diretor Municipal, como as áreas mais problemáticas do município, contendo índices baixos de atendimento. Em relação à drenagem urbana, o plano indicou as manchas de inundações mapeadas no município (JUIZ DE FORA, 2022).

Além destes dados, o PSB-JF indica os casos de doenças de veiculação hídrica observados no município entre os anos de 2014 e 2021, horizonte de análise do plano, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Número de casos de doenças de veiculação hídrica por ano em Juiz de Fora - MG (2014 a 2021).

Doenças de Veiculação Hídrica	Número de casos por ano							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Hepatite A	3	3	2	0	10	0	0	0
Leptospirose	2	4	3	4	4	5	0	3
Esquistossomose	1	2	5	0	8	0	0	0
Cólera	0	0	0	0	0	0	0	0
Febre Tifóide	0	0	0	0	0	0	0	0
Toxoplasmose Ocular	0	0	0	0	3	6	0	2
Toxoplasmose Gestacional	0	0	0	0	3	11	17	27

Fonte: Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora (2022).

Ainda em relação aos dados levantados sobre as doenças, algumas observações se fazem necessárias. A partir dos dados de veiculação hídrica obtidos no PSB-JF, provocou-se a Prefeitura de Juiz de Fora sobre a existência de dados de outras doenças, em especial dengue e diarreias. Em retorno a provocação, informou-se que dados sobre a dengue não estavam disponíveis no momento devido a problemas na plataforma nacional do DATASUS. Em relação à diarreia, os dados, segundo o setor responsável, encontram-se subnotificados, não traduzindo a realidade do município.

2.4 Método aplicado

Para a pesquisa foram utilizados dados secundários disponíveis em plataformas públicas, como o DATASUS e o portal eletrônico da Prefeitura de Juiz de Fora. Por meio do DATASUS (2022) obteve-se dados sobre o número de notificações

de cada tipo de doença por bairro, contudo, algumas informações complementares foram solicitadas à prefeitura.

Em relação aos dados e informações sobre a situação atual do saneamento básico no município de Juiz de Fora, estes foram obtidos por meio do seu Plano de Saneamento Básico, em processo recente de atualização. Dados geoespaciais do município, como limites e divisões territoriais, também foram obtidos no portal eletrônico da prefeitura, enquanto outros foram também solicitados.

Alguns dados obtidos não se encontravam georreferenciados ou estavam representados em sistemas de referência diferentes, por isso foi necessário seu tratamento prévio e reprojeção para o sistema SIRGAS2000. A visualização, organização e manipulação da base de dados foram realizadas por meio do *software* livre QGIS.

Os mapas elaborados no estudo ilustram as distribuições das variáveis consideradas no território e os mapas temáticos de proximidade (ou calor) indicam as tendências relativas a cada uma delas. Uma combinação entre eles foi obtida por meio de álgebra de mapas, a fim de levantar uma hipótese (mapa de tendência) de suscetibilidade a doenças hídricas, originada por riscos ou déficits de saneamento - que possuem vinculação com as ZEIS. A validação é proposta por comparação com o mapa de doenças de veiculação hídrica registradas no município.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) configuram-se como porções do território municipal, indicadas no Plano Diretor, que encontram-se com escassez de acesso à infraestrutura adequada e ainda irregulares perante a legislação local, e estão localizadas como indica a Figura 3, todas inseridas na área em estudo.

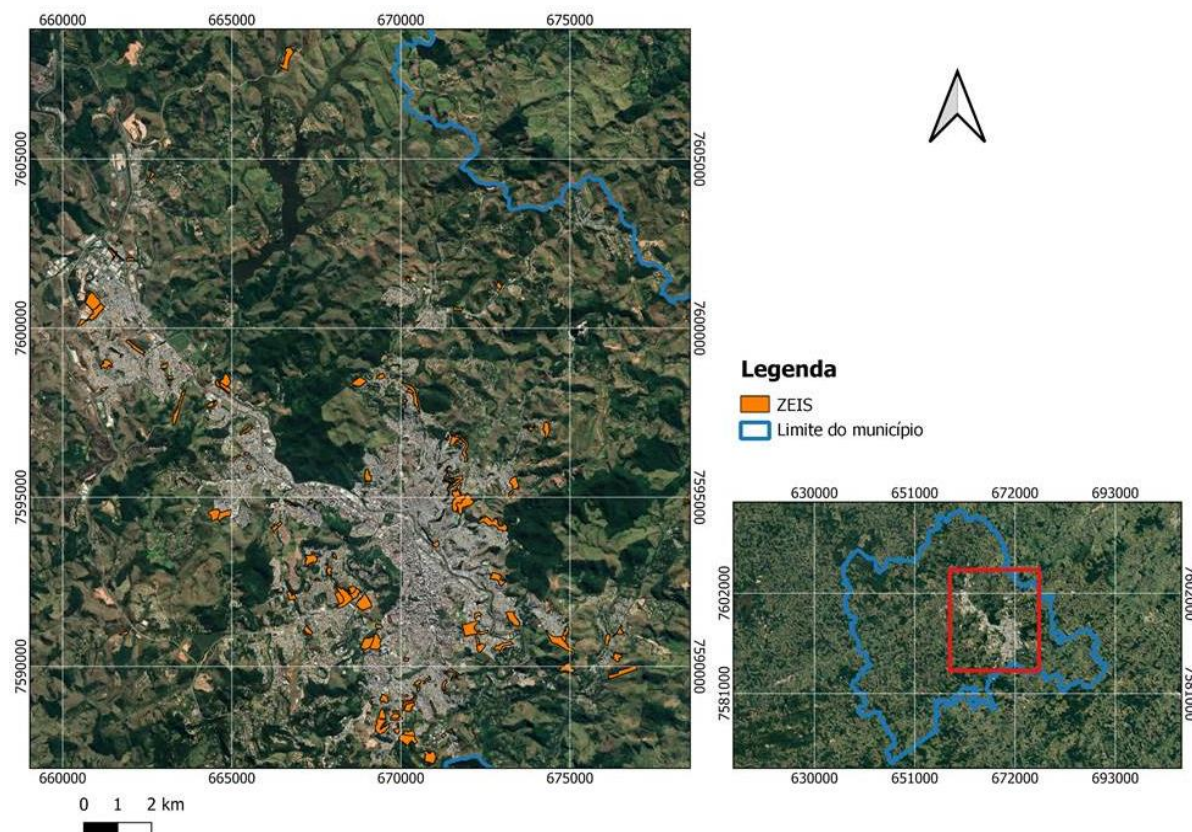


Figura 3 - Localização das ZEIS.
Fonte: dos Autores (2022).

Entre os dados relacionados às ZEIS constavam os índices de abastecimento de água e esgotamento sanitário, indicados na Figura 4. É possível perceber que a maior parte das ZEIS possuem acesso a água tratada a nível universal (4 A), porém há uma queda em relação aos índices de coleta de esgoto (4 B), onde são identificados os maiores déficits.

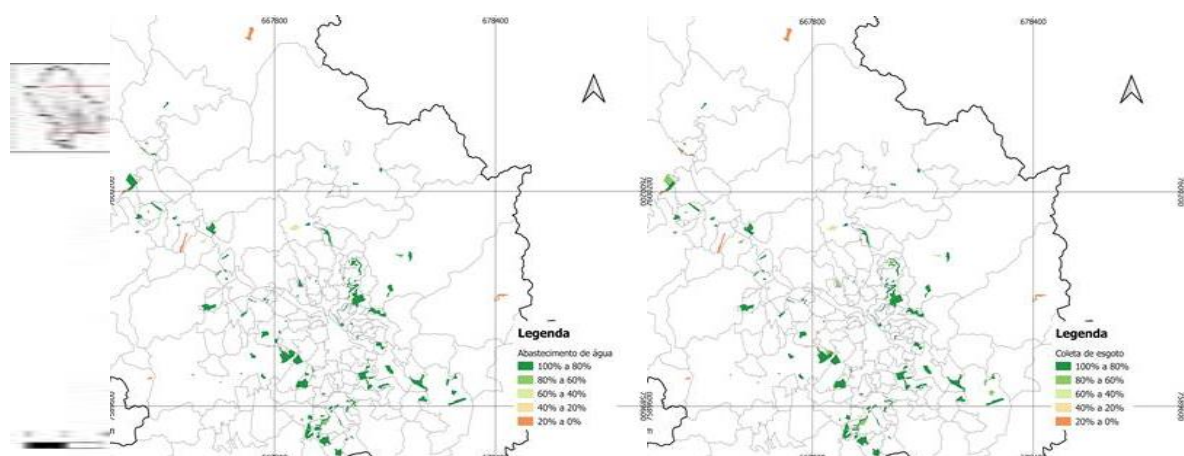


Figura 4 - Índices de abastecimento de água e esgotamento sanitário das ZEIS, 4 (A) Abastecimento de água, 4 (B) Coleta de esgoto.
Fonte: dos Autores (2022).

Em relação aos dados de risco, que estão associados à suscetibilidade a fenômenos hidrológicos (como inundações, alagamentos e enxurradas, objetos de interesse deste estudo) e de movimentos de massa, a classificação das áreas consta no Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) do Município de Juiz de Fora de 2007 e seu mapeamento na revisão datada de 2013 (JUIZ DE FORA, 2022). A Figura 5 indica essas áreas dentro da região em estudo e sua proximidade em relação às ZEIS.

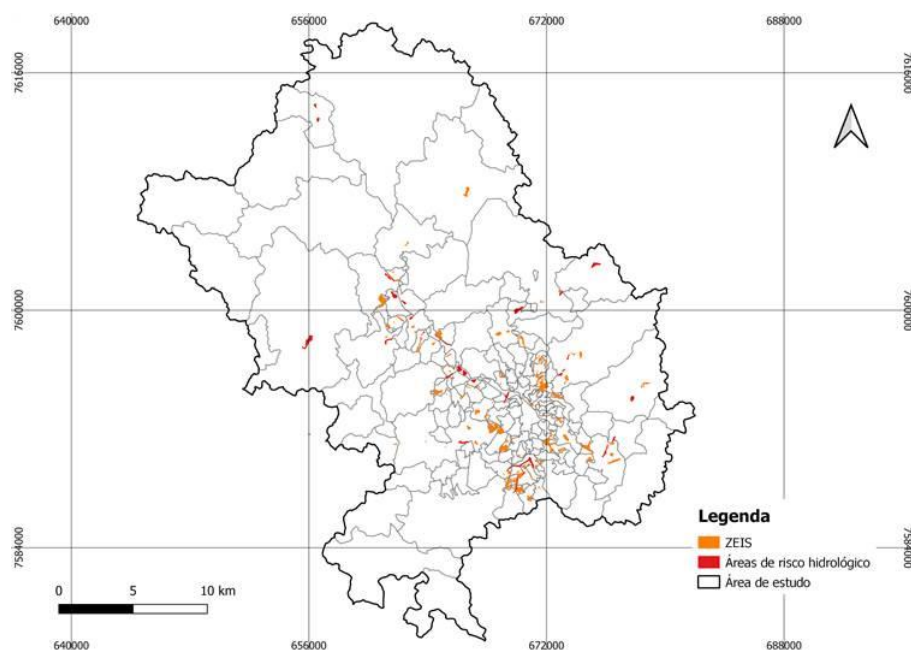


Figura 5 - Localização das áreas de risco hidrológico
Fonte: Adaptado de Juiz de Fora (2022).

Como resultado das primeiras operações feitas, transformação de dados vetoriais em raster e subsequente geração de mapas de calor, foram obtidos os mapas de influência relacionados a deficiências no abastecimento de água (Figura 6), no esgotamento sanitário (Figura 7) e às áreas que apresentam algum tipo de risco a fenômenos naturais, em especial o hidrológico (Figura 8).

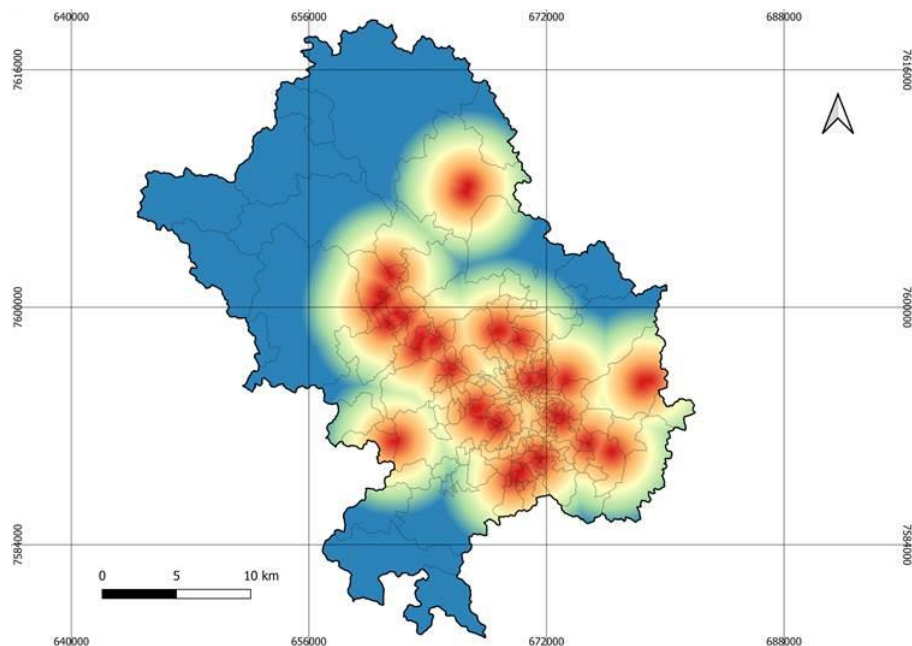


Figura 6 - Mapa de influência de ZEIS com déficit de abastecimento de água.
Fonte: dos Autores (2022).

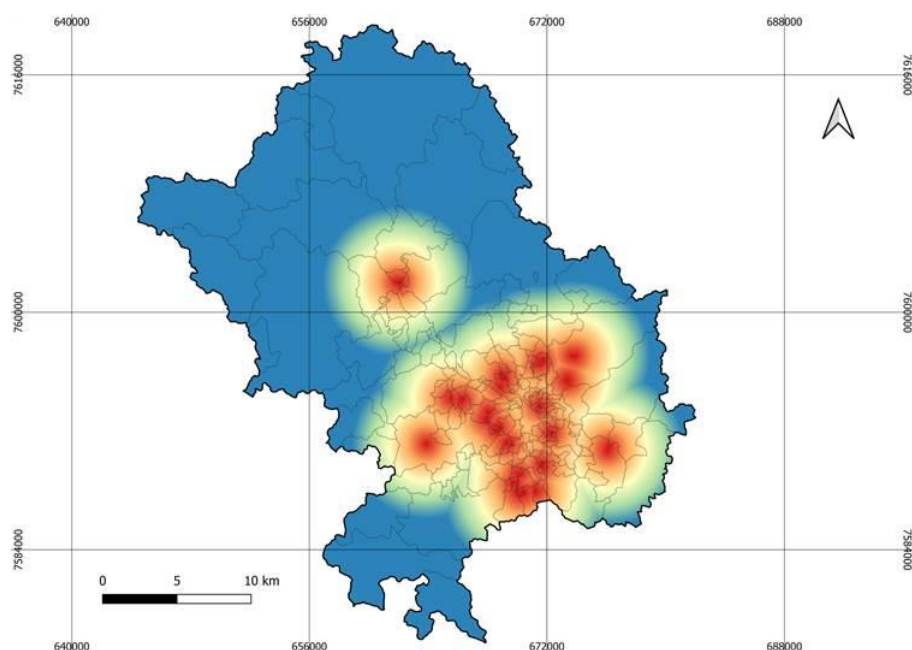


Figura 7 - Mapa de influência de ZEIS com déficit de esgotamento sanitário.
Fonte: dos Autores (2022).

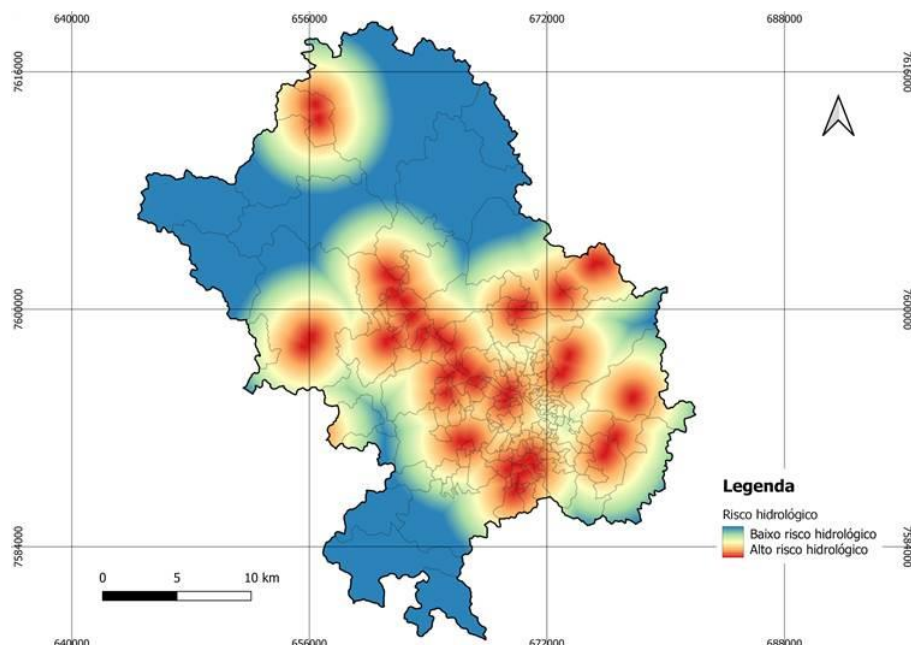


Figura 8 - Mapa de influência das áreas suscetíveis a riscos hidrológicos.
Fonte: dos Autores (2022).

A partir de uma combinação destes por meio de álgebra de mapas, a fim de gerar um mapa final contendo as indicações de áreas suscetíveis à ocorrência de doenças de veiculação hídrica, de acordo com a hipótese de dependência a essas variáveis, obteve-se o produto indicado na Figura 9 (A). Para fins de comparação, também são apresentadas as ocorrências registradas dessas doenças no município na Figura 9 (B).

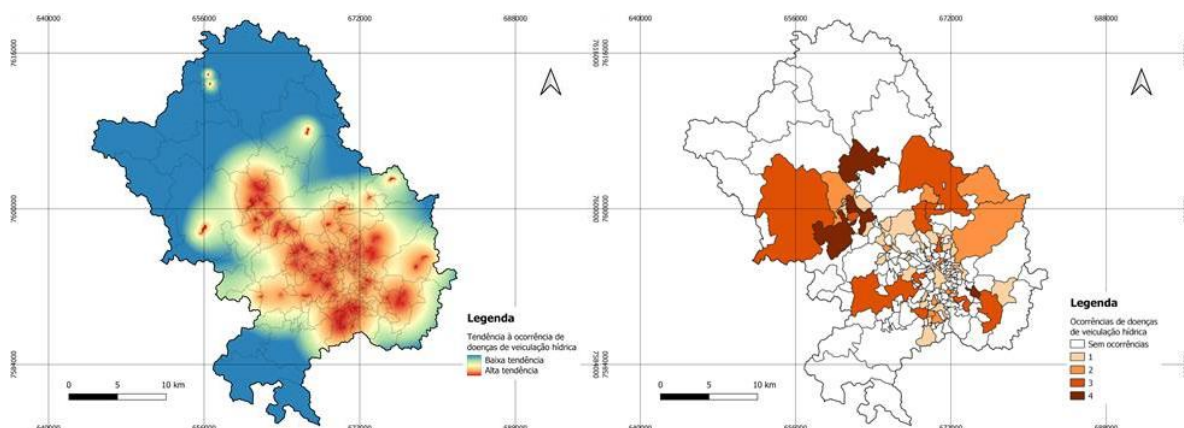


Figura 9 - Comparativo entre o mapa de tendência à ocorrência de doenças de veiculação hídrica e o mapa do registro de doenças no município, 9 (A) Mapa de tendência, 9 (B) Mapa de registros de doenças.
Fonte: dos Autores (2022).

A comparação permite perceber que, para territórios socioassistenciais de menores extensões, as manchas de tendências se aproximam dos territórios com mais registros de doenças, como pode ser observado na parte norte e na parte sul do município, e em parte da região mais central. Em contrapartida, nos territórios socioassistenciais de maiores extensões, principalmente mais ao norte, a relação fica menos evidente.

Esta diferença pode ser relacionada às grandes extensões destas unidades territoriais, que prejudicam uma análise mais detalhada e muito se deve ao fato dos dados fornecidos pela gestão municipal, como também pelo DATASUS, indicarem o número de ocorrência de doenças relacionadas aos bairros. Caso os dados obtidos estivessem relacionados às ruas ou pontos mais específicos, esta diferença poderia ter sido minimizada.

Contudo, mesmo com a existência deste problema analítico, percebe-se a existência de manchas pontuais com coloração avermelhada nos territórios de maiores extensões (Figura 8), o que representa uma possível relação entre as doenças indicadas e a proximidade a locais onde há acesso deficitário ao saneamento de qualidade.

4 CONCLUSÕES

As discussões envolvendo o acesso ao saneamento básico e o impacto na saúde coletiva não vem da atualidade, sendo um assunto tratado desde os séculos passados. Entretanto, mesmo com inúmeros estudos e pesquisas já realizadas, pouco avanço no tratamento integrado dos temas tem sido observado, principalmente em países subdesenvolvidos.

A geração de um mapa de tendências à ocorrência de doenças de veiculação hídrica, pode orientar a alocação de esforços e recursos por parte da gestão pública, em ações profiláticas para minimizar e combater a ocorrência destas doenças. Isto reforça a importância de se investir em ações voltadas à promoção da universalização do saneamento a fim de melhorar a qualidade de vida da população, podendo reduzir a incidência de doenças no território.

Ou seja, promovendo a ampliação da infraestrutura de abastecimento de água tratada e de esgotamento sanitário, como também da mitigação dos efeitos causados por eventos hidrológicos de inundações, alagamentos e enxurradas, pode-se

conseguir uma significativa redução no índice de doenças infecciosas nos municípios, reduzindo, assim, gastos públicos em saúde.

Ainda, pelo fato de terem sido obtidos dados municipais somente para quatro tipos de doenças, a análise comparativa se concentrou nestas, a fim de validar o mapa de tendências gerado. Como sugestões para novas pesquisas, indica-se a análise de outras doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, conforme apontado por Brasil (2010), em especial podem ser utilizadas notificações de dengue ou outras doenças causadas pelo mesmo vetor de transmissão, e doenças diarreicas, que geralmente são subnotificadas no sistema público.

Além disso, sugere-se que outros dados sobre acesso inadequado de saneamento seja utilizado para a geração do mapa de tendência, como por exemplo pontos recorrentes de descarte irregular de resíduos sólidos. No município de Juiz de Fora, por exemplo, existe um levantamento constante dos pontos de descarte irregular recorrentes no território, porém, até a conclusão deste estudo, o mapeamento destes pontos concentrava-se somente em duas regiões do município, o que prejudicaria a análise global pretendida.

5 REFERÊNCIAS

BAYER, N. M.; URANGA, P. R. R.; FOCHEZATTO, A. Política Municipal de Saneamento Básico e a ocorrência de doenças nos municípios brasileiros. *urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v.13, e20190375, 2021. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190375>

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil (2007). Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978 e dá outras providências. Diário Oficial da União, 8 jan. 2007 [retificado no DOU de 11 jan. 2007]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm>. Acesso em: 25 ago. 2022.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, Visão Geral ano de referência 2020. Brasília, DF:

SNS/MDR, 2021, 180 p. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos/agua-e-esgotos>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V.. Geocomputation Techniques for Spatial Analysis: are they relevant to health data?. Caderno de Saúde Pública, v.17, n.5, 2001, p. 1059-1081. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/8mh3J5rVXD4BxnGcYDxjVxR/?lang=en>> . Acesso em: 31 ago. 2022.

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. (2022) Indicadores e Dados Básicos de Saúde – Brasil - 2022. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

FERREIRA, D.; SILVA, L.; FILHO, D.B.F. Saneamento importa? Uma análise da relação entre condições sanitárias e COVID-19 nas capitais brasileiras. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.26, n.6, 2021, p. 1079-1084. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/tG9Fs4jkNgvCW4DCSXzRJxr/>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/4wdHGnBkYZg4qzdgSMnLwgx/?lang=pt>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

HIDO, P.; VILLA, T.C.S.; SASSAKI, C.M.; NOGUEIRA, J.A; SANTOS, C.B.S. Geoprocessamento aplicado à área da saúde. Revista Latino-Americana de Enfermagem, v. 14, n. 6, 2006, p. 939-943. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rlae/a/XwwGhR3rDb7BG4GjFMq3JFh/?lang=pt>>. Acesso em: 31 ago. 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Saneamento e Doenças de Veiculação Hídrica - ano base 2019. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/saneamento-e-doencas-de-veiculacao-hidrica-ano-base-2019/>>. Acesso em: 28 ago. 2022.

JUIZ DE FORA. 1ª Revisão do Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora. 2ª versão: Juiz de Fora-MG, 2022. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/sepur/planos_programas/saneamento_basico/revisao_psb2022/index.php>. Acesso em: 24 ago. 2022.

ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova Iorque, NY: ONU, 2015, 49 p.

SILVA, A.M; SILVA, R.M.; ALMEIDA, C.A.P; CHAVES, J.J.S. Modelagem geoestatística dos casos de dengue e da variação termopluviométrica em João Pessoa, Brasil. Sociedade e Natureza, v.27, n.1, 2015, p. 157-169. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sn/a/3QSHWNr4wzwmY7Dzvcq8S6Q/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 31 ago. 2022.

TEIXEIRA, J.C.; OLIVEIRA, G. S.; VIALI, A. M.; MUNIZ, S. S. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.19, n.1, 2014, p. 87-96.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/esa/a/phssQJJDhpFtNjB7dLtwW4b/?lang=pt>> . Acesso em: 31 ago. 2022.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource. Paris: UNESCO, 2017, 198 p. Disponível em:

<<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247153>>. Acesso em: 05 set. 2022.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind. Paris: UNESCO, 2019, 201 p. Disponível em:

<<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>>. Acesso em: 05 set. 2022.

Capítulo 3
ANÁLISE DO DESEMPENHO MECÂNICO DE
CUAD COM A ADIÇÃO DE FIBRAS DE AÇO
CARBONO E DE POLIPROPILENO

Ricardo Ângelo Roman

Vinício Cecconello

Maurício Schäfer

ANÁLISE DO DESEMPENHO MECÂNICO DE CUAD COM A ADIÇÃO DE FIBRAS DE AÇO CARBONO E DE POLIPROPILENO

Ricardo Ângelo Roman

Graduado em Engenharia Civil. Universidade de Caxias do Sul – UCS, Caxias do Sul – RS, E-mail: raroman@ucs.br

Vinício Cecconello

Doutorando em Engenharia de Processos e Tecnologias - UCS, Caxias do Sul – RS, E-mail: vceccconello@ucs.br

Maurício Schäfer

Doutorando em Engenharia de Processos e Tecnologias - UCS, Caxias do Sul – RS, E-mail: mschafer2@ucs.br

RESUMO

O constante desenvolvimento da sociedade demanda por aprimoramento em todas as áreas do conhecimento de maneira a garantir constante crescimento sem comprometer o ecossistema, dentre essas necessidades compreende-se a produção de materiais mais eficientes e com menor consumo de matéria prima natural. A necessidade da utilização de concretos com elevada resistência mecânica para atender decisões arquitetônicas, muitas vezes, pode comprometer o desempenho devido a sua dificuldade na trabalhabilidade o consumo excessivo de cimento Portland e aço carbono. Nesse contexto, o artigo avaliou o comportamento de concretos de ultra alto desempenho (CUAD) utilizando cinza de casca de arroz como adição mineral e reforçados com fibras poliméricas e metálicas, a fim de avaliar o seu comportamento no estado fresco e endurecido. As amostras foram compostas por um teor fixo de fibras de aço carbono de 75 kg/m³ e variação do teor da adição de fibras de polipropileno em 0,0%, 0,2%, 0,6% e 1,0%, possibilitando o uso de resíduos fabris e a avaliação de sua interferência frente o desempenho no estado fresco, determinado pelo ensaio de mini-slump, visto que, o aumento de fibras interfere na trabalhabilidade do concreto. No estado endurecido, através dos ensaios de tração na flexão e compressão, o CUAD apresenta propriedades elevadas de resistência. As amostras reforçadas com de fibras hibridas apresentaram boa compatibilidade em relação as suas propriedades

físicas, apesar da trabalhabilidade sofrer redução com o aumento do teor de fibra de polipropileno, em relação as propriedades mecânicas (resistência à compressão e à tração) os concretos reforçados com fibras híbridas tiveram desempenho semelhante ao referência, destacando-se a adição de 0,6% de fibras de polipropileno que apresentou resistência próxima ao concreto reforçado apenas com fibras metálicas, aos 35 dias de análise.

Palavras-chave: Concreto de Ultra Alto Desempenho. Fibras de Aço. Fibras de Polipropileno. Preservação Ambiental.

ABSTRACT

The constant development of society demands improvement in all areas of knowledge in order to guarantee constant growth without compromising the ecosystem, among these needs is the production of more efficient materials and with less consumption of natural raw materials. The need to use concrete with high mechanical strength to meet architectural decisions can often compromise performance due to its difficulty in workability and excessive consumption of Portland cement and carbon steel. In this context, the article evaluated the behavior of Ultra High Performance Concretes (UHPC) using rice husk ash as a mineral addition and reinforced with polymeric and metallic fibers, in order to evaluate their behavior in the fresh and hardened state. The samples were composed of a fixed content of carbon steel fibers of 75 kg/m³ and variation of the content of the addition of polypropylene fibers in 0.0%, 0.2%, 0.6% and 1.0%, allowing the use of industrial residues and the evaluation of their interference with the performance in the fresh state, determined by the mini-slump test, since the increase of fibers interferes in the workability of the concrete. In the hardened state, through traction tests in flexion and compression, CUAD presents high resistance properties. The samples reinforced with hybrid fibers showed good compatibility in relation to their physical properties, despite the workability being reduced with increasing polypropylene fiber content, regarding the mechanical properties (compressive and tensile strength) the concretes reinforced with hybrid fibers had a similar performance to the reference, highlighting the addition of 0.6% polypropylene fibers, which showed resistance similar to concrete reinforced only with metallic fibers, after 35 days of analysis.

Keywords: Ultra High Performance Concrete. Steel Fibers. Polypropylene Fibers. Environmental Preservation.

1. Introdução

A necessidade de misturas que viabilizem a concepção de estruturas mais esbeltas, com elevada durabilidade e reduzido impacto ambiental, impulsionou pesquisas para aprimoramento do concreto convencional (CC). A partir de alterações

da matriz cimentícia e melhora dos materiais integrantes do concreto foi possível a obtenção de compósitos com maior desempenho, boa fluidez e adensabilidade. Vanderlei (2004), afirma que os estudos que impulsionaram as pesquisas do CUAD foram desenvolvidos como alternativa para o concreto de alto desempenho (CAD) e, até mesmo o aço, se consolidando assim como um material de alta tecnologia.

Basicamente, este concreto busca aumentar sua homogeneidade excluindo os agregados graúdos e substituindo os mesmos por agregados miúdos. Christ (2014), descreve o CUAD como um concreto formado por cimento, areia, sílica ativa, pó de quartzo, água, superplastificante e fibras. Para o presente estudo, em substituição a sílica ativa, foi utilizado a cinza de casa de arroz por esta possuir percentuais superiores a 70% de sílica, tornando-se uma adição pozolânica sustentável.

Anterior, Kalifa; Menneteau; Quenard (2000), alegam que a redução na proporção de a/c (água / cimento), o uso de superplastificantes, otimização do tamanho dos grãos, utilização de adições pozolânicas e a adição de fibras, levam a melhorias notáveis frente as propriedades de resistência, reologia do concreto fresco, ductilidade e compactação do material. Estas melhorias reduzem os impactos ambientais uma vez que, há redução na adição de água de amassamento e, em contrapartida, um aumento no uso de fibras que, geralmente, são oriundas de resíduos fabris.

O uso de fibras de aço concomitante às fibras de polipropileno, podem trazer benefícios às estruturas, uma vez que as fibras de PP (polipropileno) proporcionam prevenção dos fenômenos de fragmentação, ocasionado pelo fogo enquanto, as fibras de aço conferem ao material certa resistência à flexão residual, mesmo expostas a altas temperaturas Colombo; Di Prisco; Felicetti (2010). Eles ressaltam que, com a adição de fibras, obtiveram uma melhora na resistência pós fissuração na flexão, contudo, a resistência a compressão uniaxial não sofreu alteração significativa frente a ação do fogo e a resistência a tração axial sofreu danos gradativos conforme à exposição a elevação da temperatura assemelhando-se ao concreto convencional.

A busca por melhorias na composição do concreto, principalmente no que se refere à resistência ao fogo, se justifica na amplitude atingida atualmente pela sociedade a qual, almeja construções mais imponentes, com design contemporâneo e que possuam estruturas mais esbeltas, contudo, há a necessidade de garantir a segurança humana, patrimonial e ambiental. Cuoghi (2006) afirma que é necessário inserir o incêndio dentro do contexto de sustentabilidade da edificação, uma vez que,

ocorrido o incêndio, seu prazo de depreciação fica comprometido, além de haver necessidade do uso de novos materiais para o reparo dos danos sofridos. Além disso, o autor destaca que a frequência e severidade de cada incêndio geram elevadas quantidades de gases tóxicos que agravam os fenômenos de aquecimento do planeta e poluição ambiental. Frente a isso, o presente trabalho busca analisar o desempenho do CUAD, a hibridização de fibras de polipropileno e aço carbono na mistura, de forma a possibilitar a análise do compósito em seu estado fresco e endurecido.

2. Materiais e métodos

Para a concepção do UHPC, foi adaptado o traço desenvolvido por Abbas, Soliman e Nehdi (2015), com traço 1:0,2:0,3:1,20, (cimento, cinza de casca de arroz, pó de quartzo, areia), relação a/c de 0,33 e consumo de superplastificante em 3,36%. O consumo de fibras de aço seguiu os limites apresentados por Ahmad *et al.* (2019) e Sciarretta *et al.* (2021) sendo fixado em 75 kg/m³. Já, a adição de fibras de polipropileno, variou em percentuais de 0,2%, 0,6% e 1,0% sobre a massa de cimento, conforme programa experimental proposto por Suda e Sutradhar (2021). A Tabela 1, apresenta a identificação de cada amostra com base no percentual de adição das fibras de PP e o quantitativo de materiais para obtenção de quinze amostras com dimensões de 4 x 4 x 16 cm de cada composição.

Tabela 1 – Quantitativo total de materiais por traço em kg.

Nomenclatura	C	S	Q	A	Água	FA	FP*	SP (%)*
CUAD FA	3,176	0,635	0,953	3,811	0,730	0,288	-	3,36
CUAD FA + 0,2% FP	3,176	0,635	0,953	3,811	0,730	0,288	0,006	3,36
CUAD FA + 0,6% FP	3,176	0,635	0,953	3,811	0,730	0,288	0,019	3,36
CUAD FA + 1,0% FP	3,176	0,635	0,953	3,811	0,730	0,288	0,032	3,36

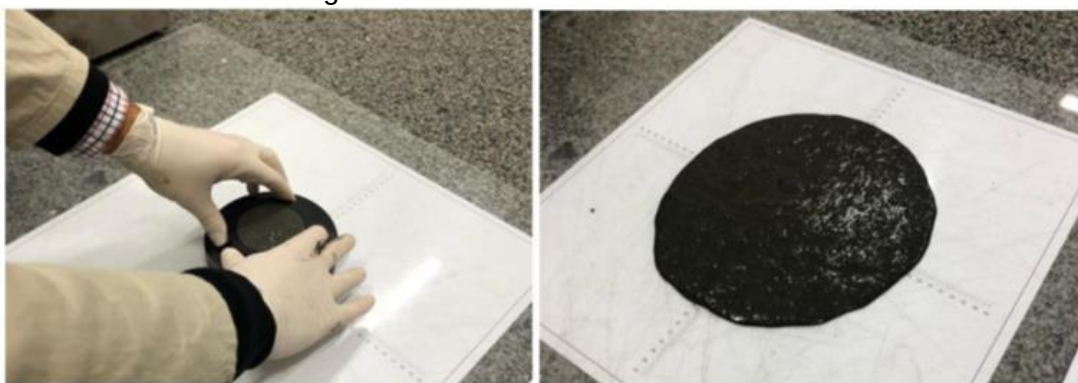
Legenda: C – Cimento; S – Cinza de casca de arroz; Q – Pó de quartzo; A – Agregado miúdo; FA – Fibras de aço; FP – Fibras de polipropileno; SP – Aditivo superplastificante; *Consumo sobre a massa de cimento Fonte: autores (2023).

O cimento utilizado foi o CP V-ARI; agregado miúdo natural com massa específica de 2,604 g/cm³, módulo de finura 2,21 e dimensão máxima do agregado 2,36 mm; pó de quartzo com peso específico de 2,65g/cm³; cinza de casca de arroz com massa específica de 2,16 g/cm³; superplastificante a base de policarboxilato de terceira geração; água e fibras de aço carbono e polipropileno.

O processo de mistura levou cerca de 10 a 12 minutos, sendo conduzido por um misturador planetário, realizando uma pré-mistura dos materiais secos (cimento, pó de quartzo, sílica de casca de arroz e areia), em baixa rotação; seguindo, com um aumento na rotação do misturador, com a inserção de 90% da água com diluição de um teor inicial de 1,0% de aditivo superplastificante nos 10% de água restantes; colocação do restante do aditivo e, por fim, introdução das fibras metálicas e de polipropileno.

A trabalhabilidade das composições de CUAD foi avaliada através do ensaio de mini abatimento, conforme apresentado por Choi *et al* (2016), Teng *et al* (2021) e Roberti *et al* (2021). O ensaio consiste na utilização de um molde tronco cônico de 70 x 100 x 50 mm, sendo este disposto sobre uma placa de acrílico sob a qual, há uma escala graduada fixada com diferentes diâmetros, permitindo a visualização do espalhamento. Inicialmente o molde foi preenchido com o CUAD sem sofrer qualquer tipo de adensamento ou arrasamento superficial. Posteriormente, o molde foi erguido deixando a mistura fluir por ação da gravidade onde, em intervalos de tempo de 10 segundos, visualmente através da escala, tornou-se possível determinar o diâmetro de espalhamento das amostras. A Figura 1 ilustra a sequência da realização do ensaio.

Figura 1 – Ensaio de mini abatimento.



Fonte: autores (2023).

Após a desmoldagem, ocorrida 48 horas posterior a realização da mistura, procedeu-se a etapa de cura que onde, todos os corpos de prova foram colocados em cura submersa, em temperatura aproximada de 20°C, até completar o período de 7, 28 e 35 dias.

A resistência à tração na flexão, foi avaliada para cada idade de ensaio 7, 28 e 35 dias, em três corpos de prova de cada traço de CUAD, aplicando uma velocidade

de carregamento de 50 ± 10 N/s até que ocorra a ruptura das amostras, conforme a NBR 13279 (ABNT, 2005). A resistência à compressão axial foi avaliada, nas metades das amostras oriundas do ensaio de tração à flexão, aplicando uma velocidade de carregamento de 500 ± 50 N/s até que ocorra a ruptura das amostras, conforme a NBR 13279 (ABNT, 2005).

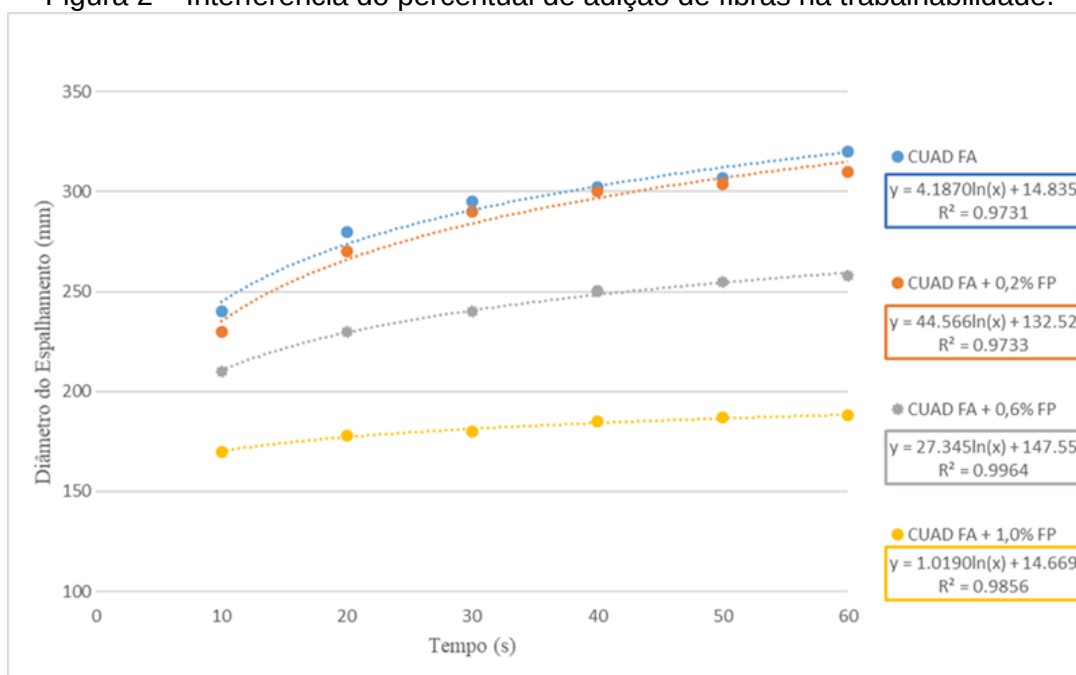
3. Resultados

3.1 Trabalhabilidade

Através do ensaio de mini abatimento, mantendo fixo o consumo de superplastificante e da relação água-cimento para todas as composições de CUAD, a trabalhabilidade foi avaliada visando identificar a interferência da adição das fibras de polipropileno e aço carbono na mistura.

O gráfico apresentado na Figura 2, demonstra o comportamento do espalhamento ao longo do tempo com o qual, observa-se que com o aumento dos percentuais de fibras de polipropileno há uma redução na trabalhabilidade da mistura. Tal fato fora observado por Afroughsabet, Biolzi e Monteiro (2018), eles também ressaltaram que com a substituição de fibras de aço por fibras de polipropileno, houve uma redução no abatimento do concreto.

Figura 2 – Interferência do percentual de adição de fibras na trabalhabilidade.



Fonte: autores (2023).

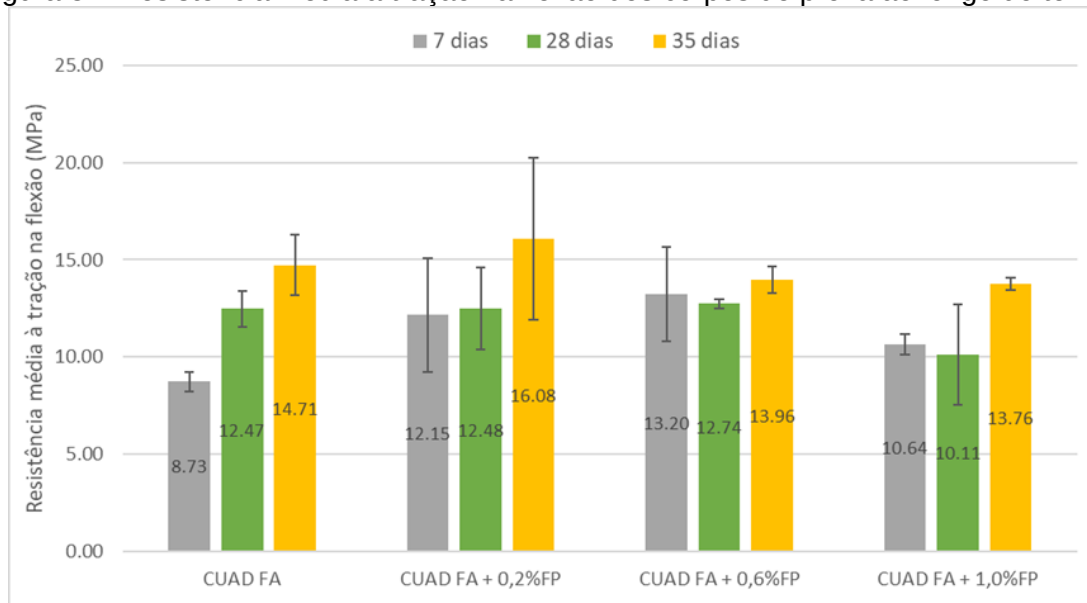
O traço CUAD FA + 1,0% FP, apresentou um percentual de redução aproximado de 41% em relação ao traço com apenas adição de fibras de aço.

3.2 Resistência à tração na flexão

Avaliando os resultados em cada idade de ensaio, aos 7 dias, o CUAD FA + 0,6% FP apresentou um maior índice de resistência que, em comparação ao FA, obteve um crescimento de aproximadamente 33,86%. Aos 28 dias, novamente a composição CUAD FA + 0,6% FP se demonstrou como a melhor mistura, obtendo crescimento aproximado de 20,64% em relação ao CUAD FA + 1,0% FP, sendo esta a composição com menor resistência à tração na flexão. Já, aos 35 dias, o CUAD FA + 0,2% FP apresentou um crescimento de 13,18% em relação a composição de CUAD FA + 0,6% FP. A Figura 3 apresenta as médias obtidas de resistência à tração na flexão.

A influência das fibras de aço também foi observada por Abbas, Soliman e Nehdi (2015), em corpos de prova cilíndricos onde, aos 28 dias, relatam um aumento de 48% de resistência à tração em corpos de prova com a adição de 1% de fibras de aço, em relação ao traço controle sem a adição de fibras. Complementam que na mesma idade de análise, em uma dosagem de 6%, a resistência foi de aproximadamente 4 vezes superior que no concreto sem adição.

Figura 3 – Resistência média à tração na flexão dos corpos de prova ao longo do tempo.

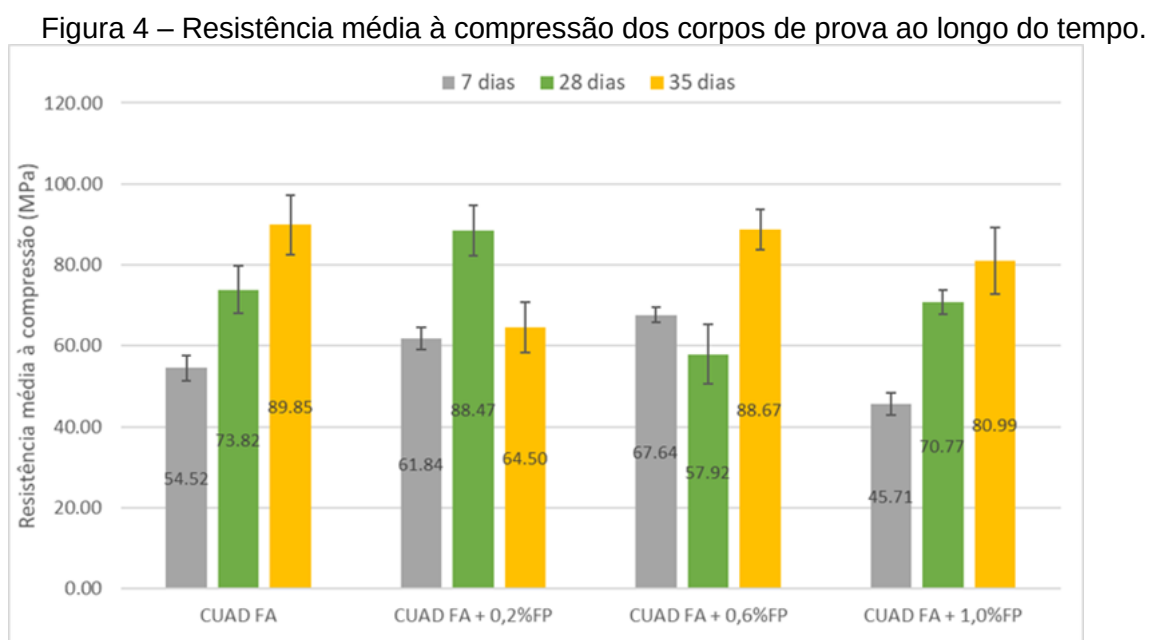


Fonte: autores (2023).

A influência da adição de microfibras de polipropileno na resistência à tração foi observada por Ganasini (2019), relatando que, quanto maior o teor de fibras adicionado, mais efetivo foi o crescimento de resistência. A autora variou o consumo de fibras em 1, 2 e 3 kg/m³ obtendo, aos 7 dias, um aumento respectivamente de 7,34%, 10,84% e 9,27%. Aos 28 dias, os acréscimos de resistência à tração foram de 3,13%, 9,70% e 10,86%.

3.3 Resistência à compressão

Dentre as amostras com a adição de fibras de polipropileno, aos 7 dias, o CUAD FA + 0,6% FP apresentou um maior índice de resistência que, em comparação ao CUAD FA obteve um crescimento aproximado de 19,40%. Aos 28 dias, o CUAD FA + 0,2% FP se demonstrou como a melhor mistura, obtendo um crescimento aproximado de 34,53% em relação ao CUAD FA + 0,6% FP, sendo esta a composição com menor resistência à compressão. Na última idade de ensaio, o CUAD FA apresentou um crescimento de 28,21% em relação ao CUAD FA + 0,2% FP. A Figura 4 apresenta as médias obtidas de resistência à compressão.



Fonte: autores (2023).

O consumo de fibras de aço manteve-se o mesmo para todas as composições de CUAD, conforme programa experimental proposto. Com isso, as variabilidades

dentre as amostras de cada composição, frente a resistência a tração na flexão e compressão ao longo das idades, foram atreladas a má distribuição das fibras, principalmente as de aço. Isto ocasionado possivelmente pelo processo de mistura, ordem de colocação dos materiais e a restrições do equipamento utilizado. Além disso, foi observado que as amostras, com maior quantidade de fibras de polipropileno, não apresentaram um grau de segregação tão severo quanto as composições CUAD FA e CUAD FA + 0,2% FP.

4. Conclusão

Dentre todas as composições de CUAD, ficou evidente a influência da adição de fibras de polipropileno nas propriedades do estado fresco da mistura, o CUAD FA + 1,0% FP apresentou o pior desempenho frente a trabalhabilidade comprovando que, quanto maior for a adição de fibras de polipropileno menor será a trabalhabilidade do concreto ao longo do tempo analisado para um teor fixo de superplastificante utilizado.

No que se refere a resistência à tração na flexão, as amostras com hibridização de fibras de aço carbono e de polipropileno obtiveram um desempenho melhor frente a composição CUAD FA isso devido à combinação da resistência das fibras de PP com o concreto. A composição que atingiu os melhores resultados foi o CUAD FA + 0,2% FP, contudo, à medida que o teor de fibras de polipropileno foi aumentado para 1,0%, o desempenho à tração na flexão das amostras diminuiu em função do aumento de vazios na matriz cimentícia.

Dentre as amostras com hibridização de fibras, os resultados obtidos à compressão apresentaram um comportamento atípico ao longo das idades para as amostras com adição de fibras de polipropileno em percentuais de 0,2% e 0,6%. Porém para a mistura híbrida CUAD FA+0,6%, aos 35 dias, tivemos desempenho muito próximo a mistura de referência (1,3 % menor que a mistura de referência), levantando a hipótese do efeito pozolânico da cinza de casca de arroz utilizada o que pode estar contribuído para um ganho de resistência a longo prazo devido a compatibilização do efeito e a rede de poros criadas a partir da hibridização das fibras nessa proporção.

Já a mistura com 1,0% de fibras de polipropileno obteve um crescimento de resistência ao longo das idades, entretanto, em comparação à composição de CUAD FA demonstrou uma perda de resistência.

O final observa-se um campo promissor de pesquisa, buscando compreender os efeitos da hibridização de fibras poliméricas e metálica, assim como a utilização de cinza de casca de arroz em concretos de alta resistência, oportunizando a criação de concretos mais eficientes com materiais alternativos as matérias primas naturais. Proporcionando uma maior resistência a ação de altas temperaturas (efeito da utilização das fibras poliméricas), sem alterar seu desempenho mecânico (efeito observado com a utilização de fibras metálicas) e de igual forma, a utilização da cinza de casaca de arroz em substituição da sílica ativa, garante o uso deste resíduo, proveniente da queima da casca de arroz, em benefício da estrutura do concreto por manter as reações pozolânicas da mistura.

Referências

ABBAS, S.; SOLIMAN, A. M.; NEHDI, M. L. **Exploring mechanical and durability properties of ultra-high performance concrete incorporating various steel fiber lengths and dosages**, Construction and Building Materials, Volume 75, 2015, Pages 429-441.

AFROUGHSAKET, V.; BIOLZI, L.; MONTEIRO, P. J. M. **The effect of steel and polypropylene fibers on the chloride diffusivity and drying shrinkage of high-strength concrete**, Composites Part B: Engineering, Volume 139, 2018, Pages 84-96.

AKCA, A.H.; ZIHNIÖĞLU, N.Ö. **High performance concrete under elevated temperatures**. Construction and Building Materials, Volume 44, 2013, Pages 317-328.

AHMAD, S.; MOHAISEN, O. M.; ADEKUNLE, S. K.; AL-DULAIJAN, S. U.; MASLEHUDDIN, M. **Influence of admixing natural pozzolan as partial replacement of cement and microsilica in UHPC mixtures**. Construction and Building Materials, Volume 198, 2019, Pages 437-444.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12142**: Concreto — Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16916**: Agregado miúdo - Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16972**: Agregados - Determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697**: Cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

CHOI, Myoung Sung; LEE, Jung Soo; RYU, Keum Seong; KOH, Kyung-Taek; KWON, Seung Hee. **Estimation of rheological properties of UHPC using mini slump test**. Construction And Building Materials, [S.L.], v. 106, p. 632-639, mar. 2016. Elsevier BV.

CHRIST, R. **Desenvolvimento de compósitos cimentícios avançados à base de Pós-Reativos com misturas híbridas de fibras e reduzindo impacto ambiental**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, 2014. 110f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2014.

COLOMBO, M.; DI PRISCO, M.; FELICETTI, R. **Mechanical properties of steel fibre reinforced concrete exposed at high temperatures**. Mater Struct 43, 475–491 (2010).

CUOGHI, R. S. **Aspectos de análise de risco das estruturas de concreto em situação de incêndio**. Dissertação de mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana. Universidade de São Paulo, 2006.

GANASINI, DEBORA **Concretos de alto desempenho reforçados com microfibras de polipropileno e submetidos a elevadas temperaturas**, Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Joinville, 2019.

KALIFA, P.; MENNETEAU, F.D.; QUENARD, D. **Spalling and pore pressure in HPC at high temperatures**. Cem Concr Res, 30 (3) (2000) , pp. 1915 – 1927.

LEE, G.; HAN, D.; HAN, M.; HAN, C.; SON, H. **Combining polypropylene and nylon fibers to optimize fiber addition for spalling protection of high-strength concrete**. Construction and Building Materials, Volume 34, 2012, Pages 313-320.

MUGUME, R.B.; HORIGUCHI, T. **Prediction of spalling in fibre-reinforced high strength concrete at elevated temperatures**. Mater Struct 47, 591–604 (2013).

PARAMESHWAR, N. H.; SUBHASH, C. Y, **Performance evaluation of reactive powder concrete with polypropylene fibers at elevated temperatures**, Construction and Building Materials, Volume 169, 2018, Pages 499-512.

RASHAD, ALAA M, e SAYIEDA R ZEEDAN. **A Preliminary Study of Blended Pastes of Cement and Quartz Powder under the Effect of Elevated Temperature**. Construction & Building Materials, Volume 29, 2012, Pages 672-681.

ROBERTI, Fernanda; CESARI, Vanessa Fernandes; MATOS, Paulo Ricardo de; PELISSER, Fernando; PILAR, Ronaldo. **High- and ultra-high-performance concrete produced with sulfate-resisting cement and steel microfiber: Autogenous shrinkage, fresh-state, mechanical properties and microstructure characterization**, Construction and Building Materials, Volume 268, 2021.

SCIARRETTA, F.; FAVA, S.; FRANCINI, M.; PONTICELLI, L.; CACIOLAI, M.; BRISEGHELLA, B.; NUTI, C. **Ultra-High performance concrete (UHPC) with polypropylene (Pp) and steel Fibres: Investigation on the high temperature behaviour**, Construction and Building Materials, Volume 304, 2021.

SUDA, V. B. R.; SUTRADHAR. R. **Strength characteristics of micronized silica concrete with polyester fibres**, Materials Today: Proceedings, Volume 38, Part 5, 2021, Pages 3392-3396.

TENG, Le; HUANG, Huanghuang; DU, Jiadi, KHAYAT, Kamal H. **Prediction of fiber orientation and flexural performance of UHPC based on suspending mortar rheology and casting method**, Cement and Concrete Composites, Volume 122, 2021.

VANDERLEI, R.D. **Análise experimental do concreto de pós reativos: dosagem e propriedades mecânicas**. São Carlos, 2004.

ZHENHAO, M.; JICHENG, Z.; ZHUOZHUO, L.; QIANKUN, M.; YANNI, D.; SHIJIE, L.; YUAN, M. **Behavior evaluation of hybrid fibre-reinforced reactive powder concrete after elevated temperatures**, Construction and Building Materials, Volume 306, 2021.

Capítulo 4
SISTEMA AUTOMÁTICO DE COLETA DE
DADOS DO SOLO UTILIZANDO TECNOLOGIA
HÍBRIDA DE BAIXO CUSTO
Eduarda Pereira de Pereira
Pedro Lima Corçaque
Pedro da Silva Santiago
Olivia Gomes Veronese
Cristhian Augusto Bugs
André Carlos Cruz Copetti

SISTEMA AUTOMÁTICO DE COLETA DE DADOS DO SOLO UTILIZANDO TECNOLOGIA HÍBRIDA DE BAIXO CUSTO

Eduarda Pereira de Pereira

*Graduanda em Ciências Biológicas (bacharelado), atuação em biologia do solo
eduardapdp2.aluno@unipampa.edu.br*

Pedro Lima Corçaque

*Graduando em Engenharia de Automação, atuação em robótica
pedrollcorc@gmail.com*

Pedro da Silva Santiago

*Graduando em bacharelado em Ciência da Computação, atuação em
Desenvolvimento Web Full-stack , pedrossantiago1@gmail.com*

Olivia Gomes Veronese

*Graduanda em Engenharia Florestal, atuação em Silvicultura
oliviaveronese.aluno@unipampa.edu.br*

Cristhian Augusto Bugs

*Professor adjunto em matemática da Universidade Federal do Pampa, Doutor em
física pela UFSM, cristhianbugs@unipampa.edu.br*

André Carlos Cruz Copetti

*Professor adjunto de irrigação e drenagem da Universidade Federal do Pampa,
Doutor em Ciência do Solo, andrecochetti@unipampa.edu.br*

RESUMO

No setor agrícola aflora uma demanda no ramo do uso e aprimoramento de processos que envolvem o monitoramento dos recursos hídricos. No entanto, apesar de vivermos rodeados por tecnologias, são tecnologias caras que necessitam de grandes investimentos fazendo com que os pequenos produtores não tenham total acesso a essas ferramentas em suas atividades, tornando o

processo inseguro. Este trabalho objetivou apresentar uma análise exploratória da capacidade de coleta de dados detalhados de umidade e temperatura do solo utilizando tecnologia híbrida de baixo custo. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa - São Gabriel/RS, sobre um Planossolo, no ano agrícola 2021/22 e visão geral dos dados de umidade e temperatura do solo em duas condições de cobertura do solo: sistema com palha (CP) e sem palha no solo (SP). A análise exploratória foi avaliada ao longo de 21 dias do ciclo do milho, através de sensores de umidade. A análise exploratória da dinâmica da umidade e temperatura do solo, os dados coletados pelos sensores foram submetidos a rotinas computacionais implementadas no software R 4.1.0, correlação de Pearson seguido do pacote *corrplot*. A partir do acompanhamento dinâmico de variáveis ambientais sugere que é possível o desenvolvimento de sistemas automáticos de variáveis ambientais com alta frequência e ainda a possibilidade de interpretação em tempo real. Ademais, permite que seja uma alternativa para monitorar a qualidade da água a ser aplicada e avaliar o conteúdo de água absoluta existente no solo em qualquer profundidade e com nível de precisão relativamente alto.

Palavras-chave: Tecnologia. Recursos hídricos. Ambiental

ABSTRACT

Língua Inglesa. Mesma formatação do Resumo em Língua Portuguesa.

In the agricultural sector, there is a demand for the use and improvement of processes that involve the monitoring of water resources. However, although we live surrounded by technologies, they are expensive technologies that require large investments, making small producers not have full access to these tools in their activities, making the process unsafe. The objective of this study was to present an exploratory analysis of the capacity to collect detailed soil moisture and temperature data using low-cost hybrid technology. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal University of Pampa - São Gabriel/RS, on an Planosol, in the 2021/22 agricultural year and an overview of soil moisture and temperature data in two soil cover conditions: straw system (CP) and strawless system (SP). The exploratory analysis was evaluated over 21 days of the corn cycle, using moisture sensors. The exploratory analysis of soil moisture and temperature dynamics, the data collected by the sensors were submitted to computational routines implemented in the R 4.1.0 software, Pearson's correlation followed by the *corrplot* package. Based on the dynamic monitoring of environmental variables, it suggests that it is possible to develop automatic systems of environmental variables with high frequency and also the possibility of real-time interpretation. In addition, it allows it to be an alternative to monitor the quality of the water to be applied and to evaluate the absolute water content existing in the soil at any depth and with a relatively high level of precision.

Keywords: Technology .Water resources. Environmental.

Introdução

Vive-se em uma era da informação, e mais do que recursos para obter informações confiáveis é preciso ter recursos para processar tantas informações. Isso é possível pois cada vez mais tem-se tecnologias que permitem processar tudo de forma rápida e com recursos acessíveis. Com o advento da tecnologia de informação e a disponibilidade de um processamento de dados por meio de microcontroladores é possível executar rápidas coletas de dados. No entanto, são tecnologias caras que necessitam de grandes investimentos fazendo com que agricultores de pequeno e médio porte não tenham total acesso a essas ferramentas.

A falta de um instrumento preciso e de baixo custo impossibilita o monitoramento por parte dos pequenos agricultores em suas atividades, tornando o processo inseguro sem o acompanhamento ideal (JUNIOR, A.D.A, 2018). O monitoramento contínuo de variáveis ambientais relacionadas ao solo integrada à uma rede de sensores é fundamental, desde o plantio até a colheita. A aferição dos dados por meio da coleta de dados sobre um determinado ambiente, proporcionam uma produção mais segura, com eficiência e sustentabilidade.

Sabe-se que há uma grande demanda na sociedade em todos os ramos das atividades econômicas e, sobretudo, agrícola, a partir de um acompanhamento rápido de coleta de informações para a interpretação da real situação das características hidrológicas do solo. O monitoramento da temperatura e a umidade do solo, são essenciais na tomada de decisão para acionamento de irrigação na cultura do milho, por exemplo, em que a demanda varia com o estágio fenológico do mesmo.

Segundo Maggi (2006), o manejo de água de irrigação em uma cultura é de fundamental importância, pois permite o uso racional desse recurso obtendo a máxima produção. Diversas variáveis são normalmente consideradas para o monitoramento de recursos hídricos visando no aumento na produtividade e diminuição de custos de produção, sendo necessário a adoção de práticas que garantam melhor aproveitamento de água por parte da cultura, minimizando assim o desperdício.

Dentre os cereais mais cultivados no Brasil, a cultura de milho destaca-se por ser uma das mais expressivas, com cerca de 40,8 milhões de toneladas de grãos produzidos, em uma área de aproximadamente 12,55 milhões de hectares (CONAB, 2006). O milho verde é uma cultura que desperta interesse por ser uma alternativa de grande valor econômico e seu cultivo irrigado associado à densidade adequada de

semeadura tem papel importante em seu rendimento (OLIVEIRA, et. al, 2020). Além disso, por sua versatilidade, adapta-se a diferentes sistemas de produção, uma vez que as condições de crescimento e desenvolvimento do milho são influenciadas pelas mudanças de temperatura, radiação solar, luminosidade e fundamentalmente pela irrigação.

O uso de sensores com a função de monitorar umidade do solo para auxiliar no manejo de irrigação constitui um dos principais temas investigados na literatura (RIQUELME, et al., 2009). Visto que quando começamos a monitorar o ambiente, passamos a entender sua complexa dinâmica de funcionamento. Segundo Ramos e Junior (2016) o monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar qualitativa e quantitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo.

As variáveis envolvidas na análise de recursos hídricos incluindo temperatura, precipitação, irrigação, evapotranspiração, escoamento superficial, drenagem profunda, água armazenada no solo, entre outros, são responsáveis pela complexidade envolvendo o uso racional da água, uma vez que quase todas elas são dependentes entre si e a combinação entre elas determina a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos necessários para a vida neste planeta e principalmente para todos os setores que envolvem a cadeia produtiva. Entretanto, sabe-se que as constantes alterações climáticas e as mudanças em consequência de ações humanas são responsáveis pelas variações que influenciam o monitoramento ambiental de um modo geral.

O solo para plantio sofre com a falta de água causada por fenômenos meteorológicos associados aos períodos de estiagem cada vez mais prolongados, em virtude das mudanças climáticas que afligem o nosso planeta, com perdas significativas em várias safras agrícolas. A necessidade de uma rápida coleta das informações ambientais de forma precisa é crucial, uma vez que a execução da coleta de dados e monitoramento em campo auxiliam a descrever e interpretar dados específicos nas diversas áreas de conhecimento, sendo uma ferramenta de extrema importância para a solução de problemas reais e para a fundamentação de decisões.

Assim, esses aspectos evidenciam ser imprescindível o monitoramento acerca da gestão de recursos hídricos a partir de uma rápida coleta de informações para a interpretação da real situação de sistemas hidrológicos. Para que isso aconteça de

forma eficiente, é indispensável compreender as diversas variáveis ambientais atuantes sob a dinâmica relação entre a planta e o solo, assim como umidade e temperatura do solo em casos de irrigação, por exemplo.

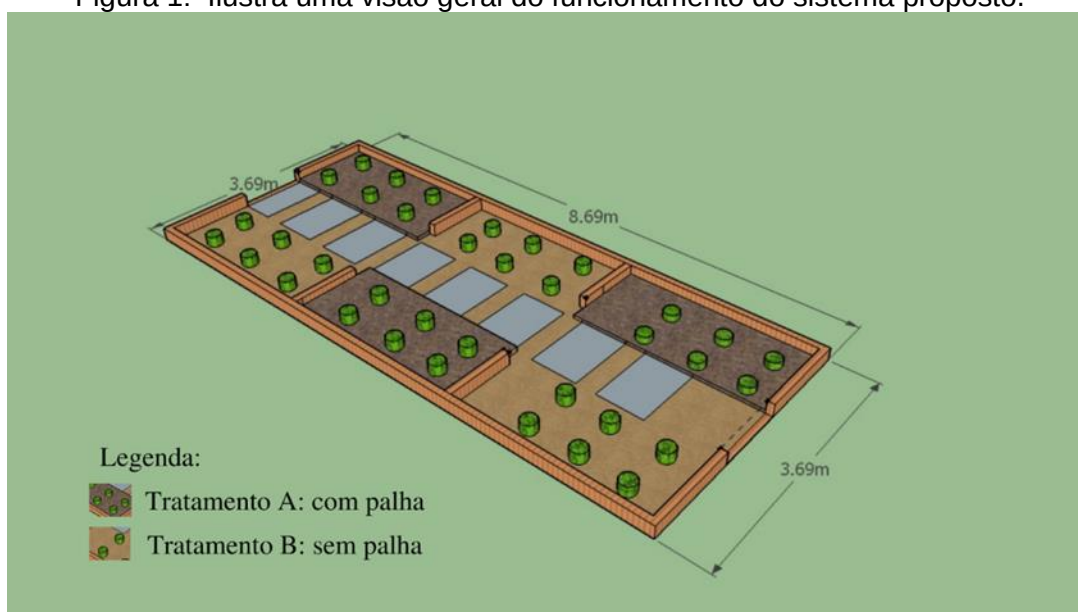
Dentre todas as variáveis envolvidas na análise de recursos hídricos a umidade do solo é essencial para a compreensão de processos hidrológicos, já que para maximizar a sua produção em diferentes culturas e a otimização da gestão hídrica é necessário o balanço hídrico. Na análise da umidade do solo, diversos dispositivos estão disponíveis para a coleta de dados. Existe uma tendência para o desenvolvimento de sistemas de menor custo para a coleta de dados importantes para o acompanhamento dinâmico das características de diferentes tipos de solos. O uso de plataformas virtuais que gerem transmissões e que permitam a disponibilidade de dados brutos com um menor custo ao ser utilizado na automação de dados ambientais são essenciais para impulsionar diversos estudos.

Dessa forma, o presente estudo tem caráter descritivo acerca da utilização de dados demonstrativos, por meio de uma análise exploratória da dinâmica da umidade e temperatura do solo utilizando tecnologia híbrida com coletores de dados em tempo real e periódicos.

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa – São Gabriel, na área demonstrativa do Laboratório de Matemática e Biologia Computacional (LMBC) em conjunto o Grupo Interdisciplinar de Desenvolvimento Ambiental (GIDANE), juntamente com o apoio e parceria do Grupo de Robótica e Automação Inteligente que trabalham no Laboratório e Grupo de Sistemas Digitais e Embarcados, do Centro de Ciências Computacionais da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

O estudo foi realizado no ano agrícola 2021/2022, com a semeadura do milho manualmente, utilizando 3 sementes por covas no período de novembro de 2021, em uma faixa de 8,5m x 3,5m, onde foram adotados dois tratamentos, com palha e sem palha (cobrindo o solo), separado por linhas com 6 covas em cada tratamento, totalizando 108 covas, porém apenas 56 pés de milho se desenvolveram (figura 1). Com o intuito de avaliar a temperatura e umidade foram por meio da coleta de dados em tempo real, tendo como caráter de variação e amplitude, ou seja, os sensores não apresentam calibração, para que expressem a sua real situação, mas sim de forma relativa, até final de fevereiro de 2022.

Figura 1: Ilustra uma visão geral do funcionamento do sistema proposto.



Fonte: Autor, 2022.

Instalou-se sensores em uma das parcelas dos tratamentos, conectados a uma plataforma Arduino, um sistema de prototipagem eletrônica de Hardware livre e de placa única, onde foram realizadas coletas diárias, durante o período de safra.

As leituras registradas pelos sensores foram realizadas de hora em hora sem interrupções, e enviados para a nuvem, salvo em exceções de falta de energia no local, porém o sistema registrava e posteriormente os dados eram importados manualmente para a nuvem.

Em suma, foi instalado um sistema de irrigação por gotejamento e automatizado, possibilitando que o solo seja adequadamente umedecido, utilizou-se um solenóide controlado por timers. Com a automação por meio dos sensores, são capazes de acionar ou desligar os sistemas de irrigação a partir dos dados enviados continuamente aos sensores de umidade do solo (LEÃO, et. al., 2007) nos períodos da 00:00 às 00:10; 8:00 às 8:15; 17:00 às 17:10; 17:20 às 17:30; 19:00 às 19:15. A utilização dessa tecnologia permite que ocorra um melhor aproveitamento hídrico, evitando desperdício e trazendo mais vantagens econômicas.

Para fazer uma análise exploratória da dinâmica da umidade e temperatura do solo, os dados coletados pelos sensores foram submetidos a rotinas computacionais implementadas no software R 4.1.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2021). Foi utilizada a correlação de Pearson para as análises de correlações (SCHOHER, et al., 2018). O pacote *corrplot* foi utilizado para a construção da matriz de correlações obtida

com nível de significância de 5% usando a correlação de Pearson (WEI, T; Simko, V., 2021). Para a construção dos gráficos foi utilizado o pacote *ggplot2* (WICKHAM, H., 2016).

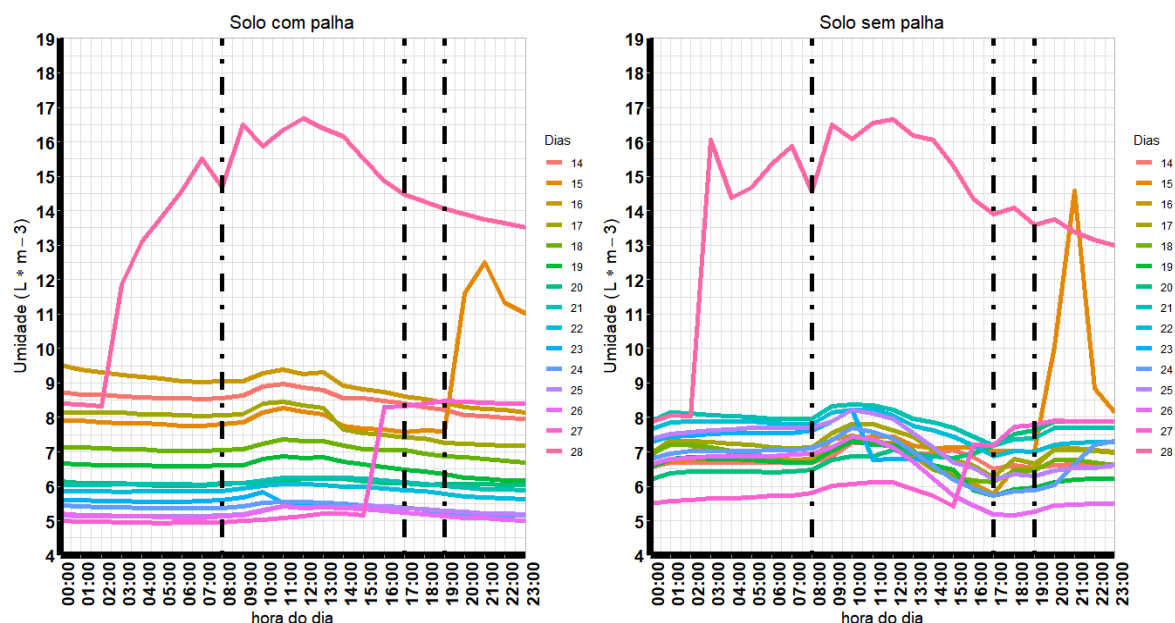
Resultados

Análise e visão geral dos dados de umidade e temperatura do solo em duas condições de cobertura do solo

A partir dos resultados obtidos, foi possível perceber uma grande amplitude nos dados ao longo do dia. Análises frequentes em curtos espaços de tempo entre coletas, permite um diagnóstico real das variações que ocorrem ao longo do dia, e especialmente, detalhes que seriam impossíveis de explicar e entender com somente algumas coletas aleatórias no tempo. Dentre os principais detalhes podemos destacar primeiramente a amplitude, tanto térmica como de umidade, a sensibilidade dos sensores diante da aplicação de água por irrigação ou por precipitação, da amplitude térmica provocada pela ação direta da insolação e sombreamento e entre outros. Com isso foi possível determinar os horários de maior temperatura, inversão térmica e alteração de umidade.

O comportamento dos dados de umidade mostra bem a diferença entre os tratamentos (Figura 2). No tratamento que recebeu cobertura de palha inicia com uma umidade próxima a 8 L.m^{-3} , alterando para o máximo de $12,5 \text{ L.m}^{-3}$ às 21 horas devido a aplicação de água pela irrigação em abundância, enquanto o tratamento sem palha iniciou com umidade em torno de 7 L.m^{-3} e chegou na máxima de $14,5 \text{ L.m}^{-3}$. Após estabilização e distribuição da umidade, o solo com palha manteve em torno de $9,55 \text{ L.m}^{-3}$ em relação aos $7,5 \text{ L.m}^{-3}$ no solo sem palha. Percebe-se que a umidade foi decrescendo no tratamento com palha ao longo do tempo, chegando a valores próximos de 5 L.m^{-3} , enquanto no tratamento sem palha a variação não foi tão ampla mantendo uma leve tendência entre 8 e $5,5 \text{ L.m}^{-3}$ nos períodos sem interferência da precipitação, porém isso pode ser atribuído ao fato do sensor do tratamento sem palha ficar próximo ao gotejador, mostrando assim a importância de se ter cuidado nesse aspecto também.

Figura 2: Variação da umidade em solos com e sem palha na superfície, durante o período de 14 a 28 de fevereiro de 2022 em São Gabriel/RS.



*As linhas no formato de "traço-ponto", indicam os períodos que há a aplicação de água por irrigação.

Fonte: Autor, 2022.

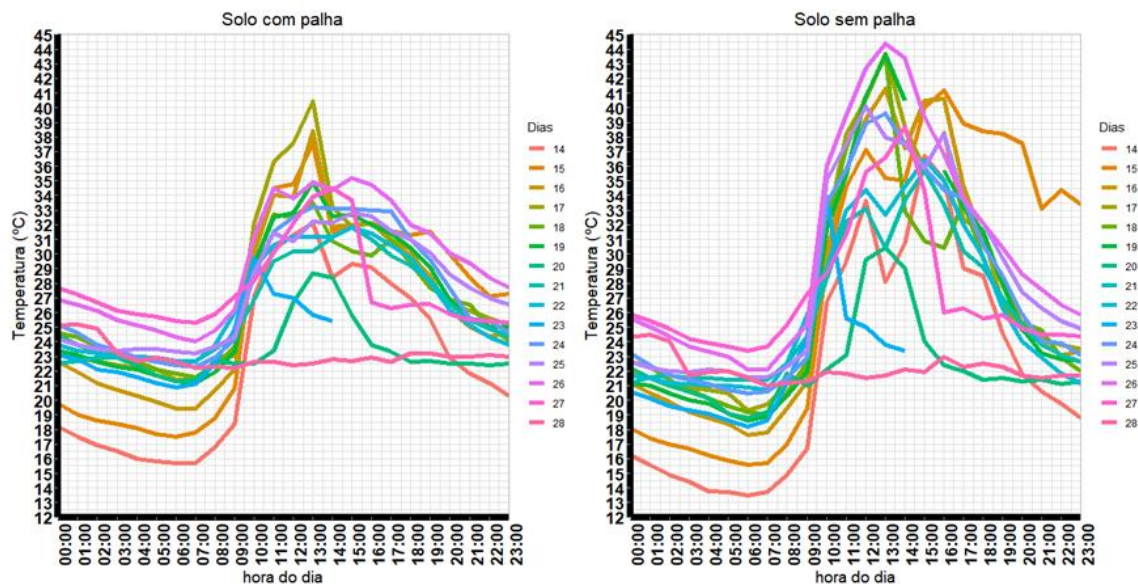
No mesmo gráfico é possível verificar a resposta da irrigação para ambos os tratamentos. A aplicação de água através da irrigação é sinalizada na figura pela linha "traço-ponto", e sempre que ocorreu aplicação de irrigação houve um aumento do valor da umidade de até $0,5 \text{ L.m}^{-3}$ no tratamento com palha, pelo menos mantendo acima do valor lido antes da aplicação durante 5 horas. No tratamento sem palha o valor chegou a 1 L.m^{-3} na maioria das vezes e também permaneceu acima da leitura anterior à aplicação pelo período em torno de 5 horas, isso na aplicação realizada às 8 horas da manhã. Para a aplicação realizada às 17 e 19 horas, apenas o sensor instalado no tratamento sem palha registrou mudanças nos valores de umidade. Esse resultado, mostra que nesse horário há uma grande demanda de água e no tratamento em que o sensor ficou fora da zona de gotejamento, a água não avançou pela distribuição capilar até a ponto de ser detectado pelo sensor.

Um detalhe muito importante pode ser ressaltado nesse gráfico em relação a diferença do comportamento da umidade entre os tratamentos durante um evento pluviométrico, que ocorreu no dia 27. A umidade no tratamento com palha estava em torno de 5 L.m^{-3} e foi rapidamente (1 hora depois) para $8,5 \text{ L.m}^{-3}$, enquanto que no tratamento sem palha, que inicialmente estava próximo a $5,5 \text{ L.m}^{-3}$ foi a 8 L.m^{-3} apenas 4 horas depois. Essa diferença no comportamento pode ser atribuída à melhor

estruturação do solo com palha, permitindo uma infiltração mais eficiente em relação ao solo do tratamento sem palha, uma vez que solo exposto tende a se desestruturar ao receber a energia da gota da chuva, causando salpicamento e selamento superficial, o que impede a infiltração da água.

Os resultados encontrados para a variável temperatura mostram claramente a importância da palha como proteção do solo contra o aquecimento, e consequentemente às perdas de água. A maior amplitude térmica foi unânime no tratamento sem palha em relação ao tratamento com palha (Figura 3). As máximas durante o dia foram encontradas no tratamento sem palha, enquanto que na madrugada, as mínimas foram encontradas também nesse tratamento. Essa condição de menor variação de temperatura é favorável ao desenvolvimento da biota do solo, pois segundo Klein e Klein (2022), a cobertura do solo com palha permite uma maior condição térmica aos organismos, bem como é fundamental para alimentação dos mesmos.

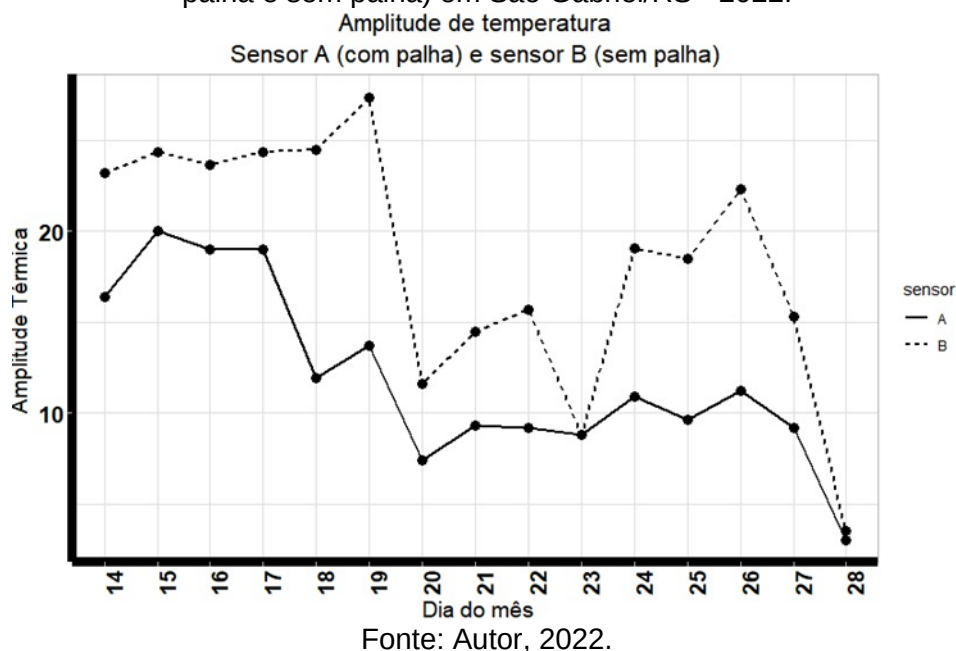
Figura 3: Variação da temperatura em solos com e sem palha na superfície, durante o período de 14 a 28 de fevereiro de 2022, em São Gabriel/RS.



Fonte: Autor, 2022.

Nos gráficos (figura 4) é possível verificar que as máximas de temperatura no solo chegaram próximo a 45°C e a mínima próximo a 12 °C, sendo os extremos ocorridos no tratamento sem cobertura do solo.

Figura 4: Diferença entre máxima e mínima temperatura no dia para cada tratamento (com palha e sem palha) em São Gabriel/RS - 2022.



O monitoramento contínuo com vários dados coletados ao longo do dia e do processo, são extremamente importantes, uma vez que possibilitam uma rápida e eficiente coleta por parte dos sistemas automatizados permitindo verificar as condições ambientais, assim como possibilita a estimativa, quando e quanto irrigar mantendo a eficiência de irrigação, minimizando o estresse hídrico às culturas. Ademais, permite que seja uma alternativa para monitorar a qualidade da água a ser aplicada e avaliar o conteúdo de água absoluta existente no solo em qualquer profundidade e com nível de precisão relativamente alto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concebe-se que o acompanhamento dinâmico de variáveis ambientais visa, não somente agregar e aprimorar o conhecimento acerca do monitoramento de recursos hídricos, mas também, apontar a tendência para desenvolvimento de sistemas de menor custo para coleta de dados importantes que influenciam o monitoramento ambiental de um modo geral. Portanto, a partir dos resultados obtidos sugere-se que é possível por meio do uso de dados, mesmo de forma exploratória mostrar a aplicabilidade do desenvolvimento de sistemas automáticos de variáveis ambientais com alta frequência e ainda a possibilidade de interpretação em tempo

real, que são fundamentais, desde a automação de sistemas produtivos até sistemas de alertas para eventos de segurança.

REFERÊNCIAS

CONAB. **Acompanhamento da safra 2005/2006** - Quinto levantamento. Brasília, DF. 2006. 28 p.

JUNIOR, Antonio Decelmo et. al. **Estação Meteorológica de baixo custo para aplicação agrícola**. Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-árido. (UFERSA). 2018. 45 p.

KLEIN, Claudia; KLEIN, Vilson Antonio **Influência do manejo do solo na infiltração de água**. Revista Monografias Ambientais. Revista Monografias Ambientais. 2014. 3918p.

LEÃO, Raimundo; TEIXEIRA, Adúnias; CANAFÍSTULA, Francisco; MESQUITA, Paulo; COELHO, Silvana. **Desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para calibração de umidade do solo**. Eng. Agríc. Jaboticabal. 2007. 294p.

MAGGI, Marcio Furlan. **Especialização da Evaporação de três variedades de alface sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido**. Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação (UNESP). 2006. 78p.

RIQUELME, Juan Antonio López; SOTO, Fulgencio; SUARDÍAZA, Juan Muro; SÁNCHEZA, Pedro; **Wireless Sensor Networks for precision horticulture in Southern Spain**. Computers and Electronics in Agriculture, 2009. 35 p.

R CORE TEAM. **language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acessado em: 20/02/2022.

SCHÖBER, Patrick. et al. **Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation**. Anesthesia & Analgesia. 2018. 1765p.

OLIVEIRA, Felipe de Assis. SILVA, Julianna Catonio. SANTOS, Daniela Pereira. BARRETO, José Adeilson Santos. SILVA, Cinara Bernardo. SANTOS, Márcio Aurélio Lins. SANTOS, Valdevan Rosendo. **Níveis crescentes de irrigação e maior densidade de plantas aumentam a produtividade do milho verde**. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6. 2020. 43371 p.

WEI, Taiyun ; Simko V. **R package 'corrplot': Visualization of a Correlation Matrix**. (Version 0.90) 2021. Disponível em: <https://github.com/taiyun/corrplot>. Acesso em: 20/08/21.

WICKHAM, Hadley. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York. 2016. Disponível em: <https://ggplot2.tidyverse.org>. Acesso em: 20/08/21.

Capítulo 5
DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS
EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR ALIMENTÍCIO
COM FOCO NA CRIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS
DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL
Heloísa Bruxel
Cátia Viviane Gonçalves
Keli Hepp

DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR ALIMENTÍCIO COM FOCO NA CRIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Heloísa Bruxel

*Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura e graduanda em Ciências Biológicas
Bacharelado pela Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES,
heloisa.bruxel@universo.univates.br*

Cátia Viviane Gonçalves

*Professora da Universidade do Vale do Taquari - Univates, graduada em Ciências
Biológicas Licenciatura Plena - Habil. em Biologia pelo Centro Universitário Univates,
Me. em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS),
biologacatia@univates.br*

Keli Hepp

*Supervisora de Meio Ambiente, graduada em Ciências Biológicas Licenciatura pela
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Me. em Ambiente e Desenvolvimento
(UNIVATES) e Especialista em Perícias, Auditorias e Gestão Ambiental pelo IPOG,
keli.hepp@docile.com.br*

RESUMO

As indústrias são responsáveis pela produção de grande quantidade de resíduos sólidos e rejeitos, resultantes de suas atividades. Nesse sentido, as empresas estão comprometidas com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no intuito de realizar o gerenciamento através do correto acondicionamento, coleta, transporte e destinação/disposição final ambientalmente adequado de seus resíduos. Os resíduos quando dispostos incorretamente podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana. Dessa forma, este trabalho teve o objetivo de realizar um diagnóstico da geração de resíduos em uma indústria do setor alimentício, no Vale do Taquari - RS, com foco na criação de estratégias e ações de educação ambiental, em vista à redução da geração de resíduos e melhorias no procedimento de coleta seletiva da área de manutenção. Para a obtenção dos dados foi realizado um diagnóstico da geração através

de acompanhamento, quantificação e identificação dos resíduos dispostos no ponto de coleta e aplicação de um questionário quali-qualitativo. O diagnóstico evidenciou a necessidade de melhorias nos pontos de armazenamento e coleta. O questionário quali-quantitativo destacou a falta de informações relacionadas ao procedimento de coleta seletiva e sugestões dos colaboradores. Após a análise dos dados foram realizadas melhorias no ponto de coleta e de armazenamento com a substituição e identificação dos coletores. Além disso, os colaboradores receberam treinamento com a utilização de uma metodologia de ensino ativa. Após o momento de aprendizado foi aplicado mais um questionário, em que foi possível evidenciar resultados positivos em relação a correta classificação dos resíduos classe I e II.

Palavras-chave: Coleta seletiva. Gestão de resíduos. Educação ambiental.

ABSTRACT

Industries are responsible for the production of a large amount of solid waste and waste resulting from their activities. In this sense, companies are committed to the National Policy on Solid Waste (PNRS), in order to perform the management through the correct packaging, collection, transportation and disposal / final disposal of their waste in an environmentally appropriate way. When disposed of incorrectly, waste can cause damage to the environment and human health. Thus, this work aimed to perform a diagnosis of waste generation in a food industry in Vale do Taquari - RS, focusing on the creation of strategies and actions for environmental education, in order to reduce waste generation and improvements in the selective collection procedure in the maintenance area. To obtain the data, a diagnosis of the generation was performed through monitoring, quantification and identification of the waste disposed at the collection point and the application of a qualitative-quantitative questionnaire. The diagnosis showed the need for improvements in the storage and collection points. The quali-quantitative questionnaire highlighted the lack of information related to the selective collection procedure and suggestions from employees. After the data analysis, improvements were made in the collection and storage points with the replacement and identification of the collectors. In addition, the employees received training using an active teaching methodology. After the learning moment another questionnaire was applied, in which it was possible to evidence positive results regarding the correct classification of class I and II waste.

Keywords: Selective collection. Waste management. Environmental education.

INTRODUÇÃO

As indústrias são responsáveis pela produção de grande quantidade de resíduos sólidos e rejeitos, resultantes de suas atividades. Todavia, o gerenciamento deve ser de modo integrado e as fases de acondicionamento, coleta, tratamento/reciclagem e disposição final devem ser planejadas de modo interligado, visando sempre salvaguardar os recursos naturais e a saúde humana (CAPAZ; NOGUEIRA, 2014. p.166-167). Barros (2012, p. 198), explica que disposição incorreta dos resíduos sólidos pode gerar passivos ambientais e por isso há de se considerar fortemente que os resíduos sólidos industriais podem ser reciclados.

Em vista disso, este trabalho teve objetivo de realizar um diagnóstico da geração de resíduos em uma indústria do setor alimentício, no Vale do Taquari - RS, com foco na criação de estratégias e ações de educação ambiental, em vista à redução da geração de resíduos e melhorias no procedimento de coleta seletiva no setor de manutenção.

Para a obtenção dos dados, o diagnóstico da geração dos resíduos foi realizado através de acompanhamento, quantificação e identificação dos resíduos dispostos no ponto de coleta e aplicação de um questionário quali-quantitativo. Os dados serão analisados para identificar os pontos críticos e auxiliar na busca de estratégias e ações de educação ambiental. As melhorias obtidas através dessas atividades estarão ligadas aos impactos ambientais, econômicos e sociais, como, por exemplo, a formação de sujeitos capazes de pensar em seu ambiente e torná-los atuantes nas questões pertinentes ao convívio e problemáticas ambientais decorrentes de seu cotidiano.

REFERENCIAL TEÓRICO

Definição de Resíduos Sólidos

Conforme Calijuri e Cunha (2019), os resíduos sólidos são gerados nas mais diversas atividades humanas e acompanham as evoluções tecnológicas e da sociedade, alterando em quantidade e qualidade de geração ao longo dos anos. Ainda de acordo com os autores, aumentou-se a preocupação com a questão dos resíduos sólidos e sua relação com saúde e qualidade de vida.

De acordo com a Lei Nº 12.305, de 2 de agosto 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), entende-se por resíduo sólido:

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, Art. 3º, XVI).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), diante das problemáticas ambientais relacionadas aos resíduos, criou a Norma Brasileira (NBR) 10004 de 2004, para classificar os resíduos, com finalidade para o correto gerenciamento e disposição final. De acordo com essa norma, os resíduos sólidos são definidos da seguinte forma:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, NBR 10004, 2004. p.1).

Diferente do resíduo, os rejeitos, conforme a PNRS (BRASIL, 2010), são considerados como os materiais os quais se esgotaram todas as possibilidades econômicas e viáveis de reutilização, reciclagem ou recuperação. Restando desse modo, somente o descarte em aterros. Abaixo é descrita a definição de rejeito, conforme a Lei:

resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, Art. 3º, XV).

Canejo (2022), explica que é com base na diferença entre os conceitos de resíduo e rejeito que se torna possível a gestão e gerenciamento de resíduos. Isso porque “são substancialmente diferentes. Em síntese, o resíduo ainda é passível de algum tipo de aproveitamento, enquanto já rejeito não” (CANEJO, 2022, p. 11).

Resíduos Sólidos Industriais (RSI)

Os resíduos sólidos industriais (RSI) são gerados em quantidade significativa e diferem com o ramo de atividade industrial, podendo apresentar periculosidade (CANEJO, 2022). Esses resíduos são “resultantes dos processos existentes nas indústrias. São diferentes um dos outros, mas cada um em si é muito mais homogêneo que os RSU e tem uma composição usualmente bem definida” (CALIJURI & CUNHA, 2013, p. 572).

Nesse sentido, “é importante conhecer o processo produtivo de uma indústria, assim como de suas instalações auxiliares” (CAPAZ & HORTA NOGUEIRA, 2014, p.161).

Caracterização dos resíduos sólidos

A classificação dos resíduos sólidos é descrita pela NBR 10004 (ABNT, 2004), em que são classificados como resíduos classe I (perigosos) ou classe II (não perigosos), nessa última categoria são subdivididos ainda em classe IIA (não inertes) e IIB (inertes).

Para a constatação do tipo de resíduo a norma orienta que:

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, NBR 10004, 2004, p. 2).

Capaz & Horta Nogueira (2014, p. 158), afirmam que “a classificação é de suma importância, pois a partir dessa categorização torna-se possível elaborar, planejar e efetivar corretamente o seu gerenciamento em conformidade com os seus riscos à saúde pública e/ou ao meio ambiente”.

Educação Ambiental e Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, possui como objetivo principal “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País,

condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (BRASIL, 1981, Art. 2º). Para fins de conceituação, a Lei define meio ambiente como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981, Art. 3º, I).

A PNMA dentre seus princípios prevê a “educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente” (BRASIL, 1981, Art. 2º, X).

Diante disso, foi criada a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Entende-se por Educação Ambiental (EA):

[...] processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999, Art. 1º)

Os autores Pelicioni & Philippi (2014), reforçam em sua obra intitulada “Educação Ambiental e Sustentabilidade” que “a educação ambiental vai formar e preparar cidadãos para a reflexão crítica e para uma ação social corretiva, ou transformadora do sistema, de forma a tornar viável o desenvolvimento integral dos seres humanos” (PELICIONI; PHILIPPI JR, 2014, p.3).

Em relação aos sujeitos envolvidos, a PNEA dispõe que todos têm direito à EA, seja de caráter formal ou informal e deve ser promovido pelo poder público, instituições educativas, órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente, empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas e sociedade como um todo (BRASIL, 1999).

Nesse âmbito, a Lei prevê que a EA aconteça dentro dos espaços formais e informais de ensino. Carvalho (2008), relata que os espaços informais têm relação com a identificação das problemáticas envolvidas no entorno do local onde a própria população ou comunidade convivem. Assim, “o ambiente apresenta-se como espaço onde se dá, na prática cotidiana, o encontro com a natureza e a convivência dos grupos humanos” (CARVALHO, 2008, p.157).

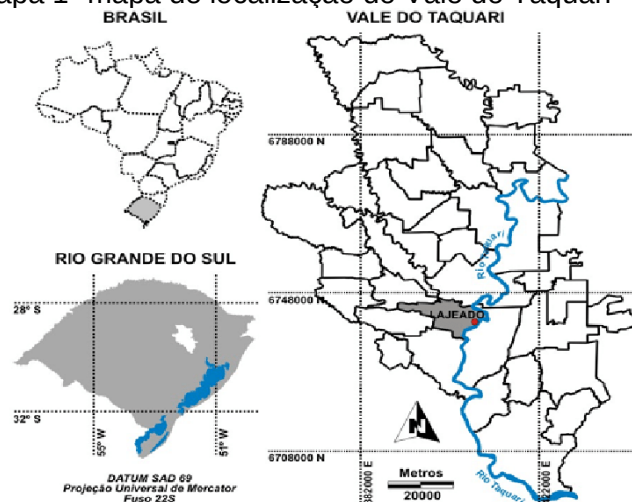
A EA crítica é “imersa na vida dos educandos, na história e nas questões urgentes de nosso tempo” (CARVALHO, 2008, p. 156). Ela tem o intuito de “contribuir

para uma mudança de valores e atitudes, formando um sujeito ecológico capaz de identificar e problematizar as questões socioambientais e agir sobre elas” (CARVALHO, 2008, p. 157).

METODOLOGIA

A atividade da indústria em estudo é de fabricação de balas e doces, incluindo as balas de goma, balas de gelatina, marshmallows, chicles recheados, pastilhas e regaliz. A empresa, localizada no Vale do Taquari - RS, conta com aproximadamente 1.100 funcionários. A localização da mesma está presente no mapa 1.

Mapa 1- mapa de localização do Vale do Taquari – RS



Fonte: ECKHARDT et al. (2007)

O presente estudo realizou o acompanhamento de coletas nos meses de agosto e setembro de 2022, a fim de identificar a classe e tipos de resíduos, quantificar e observar a forma de disposição no ponto de coleta e a destinação ou disposição final. O acompanhamento aconteceu em duas semanas distintas, terceira semana de agosto e segunda semana de setembro, e em cada semana foram realizadas 3 campanhas de verificação (segunda, quartas e sextas-feiras) e em dois horários (entre 9:00 -10:00 e entre 17:00 e 18:00).

Em cada campanha de verificação eram realizadas as seguintes atividades: a) tomadas fotografias do espaço temporário de armazenamento de resíduos; b) recolhimento dos resíduos e encaminhamento para a CAR; c) verificação do conteúdo das embalagens acondicionadas (sacos plásticos coloridos e caixas de papelão) para

confirmação do material; d) pesagem de cada grupo de resíduos; d) armazenamento no local definido para envio/destinação final.

Entre as duas semanas de acompanhamento das coletas, os funcionários dos setores de manutenção, engenharia e terceiros receberam um questionário impresso com 10 questões (7 objetivas e 3 descritivas), com o intuito de compreender as dificuldades e os conhecimentos prévios que os colaboradores possuem sobre os resíduos e o procedimento de coleta seletiva.

Após a análise dos dados, foi aplicado um treinamento utilizando uma metodologia de ensino ativa e também informações referentes a separação e acondicionamento, horários de coletas, os 3 Rs e o convite para a participação dos colaboradores nas ações ambientais que a empresa promove. Ao finalizar o treinamento, os colaboradores receberam outro questionário impresso com 3 questões objetivas, retiradas do primeiro questionário entregue. As questões do questionário foram escolhidas com o intuito de compreender as dificuldades e os conhecimentos adquiridos pelos colaboradores durante o treinamento.

RESULTADOS

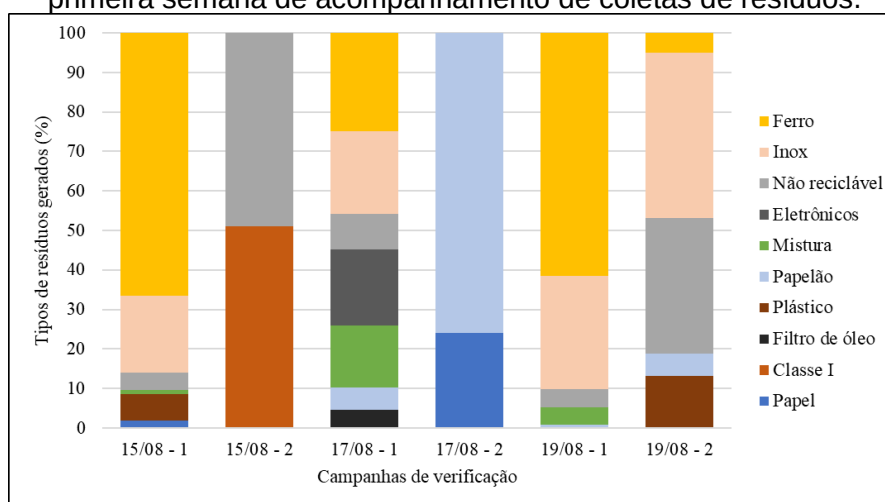
De acordo com Lopes & Kemerich (2007, p. 7), “O diagnóstico é o pilar para a proposição de cenários, definição de diretrizes e metas, para o relato de projetos e ações. Na elaboração do diagnóstico é importante apontar as principais deficiências na gestão dos resíduos”. A primeira semana de acompanhamento resultou em 239,76 kg de resíduos coletados. Do total, 97% dos resíduos eram classe II e 3% classe I (Figura 2). A segunda semana de acompanhamento resultou em 250,34 kg de resíduos coletados. Do total, 99% dos resíduos eram classe II e apenas 1% classe I (Figura 3).

Na Figura 3, é possível verificar que os resíduos de ferro foram identificados em todas as campanhas de verificação, esse resultado confirma a dinamicidade da geração desse resíduo devido às demandas de manutenções realizadas ao longo da semana. Em comparação à primeira semana de coleta, a geração desses materiais foi muito mais expressiva.

Em todas as campanhas foi verificado a mesma forma de disposição de ponto de coleta, que era um palete de madeira em área externa posicionado sobre o chão sem impermeabilização. De acordo com Barros (2012, p. 204), “a área de

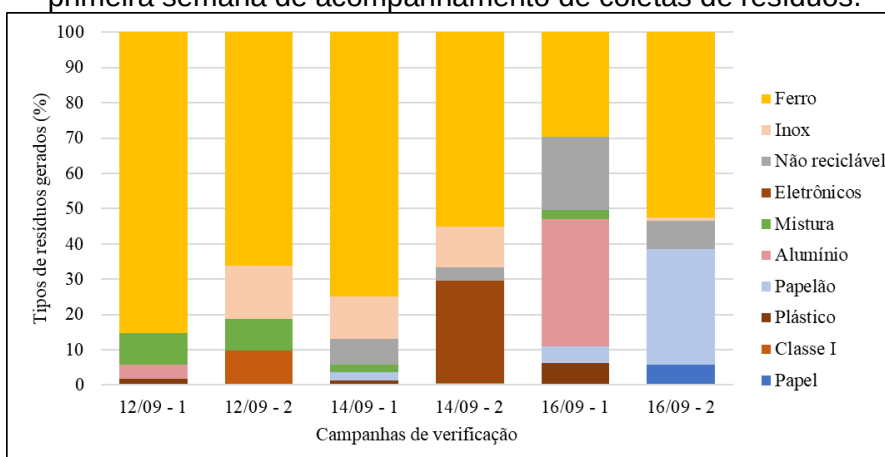
armazenagem interna em uma indústria também pode consistir em uma edificação coberta, ao abrigo do tempo, e impermeabilizada que possua um sistema de verificação de vazamentos [...]”. A autora ainda cita que a gestão adequada dos resíduos devem ser “adequadamente acumulados em recipientes, tanques ou edifícios de contenção” (BARROS, 2012, p. 205). Nesse sentido, verificou-se a necessidade de um ponto de coleta em local determinado que atenda às condições de estrutura comentadas por Barros (2012) em sua obra.

Gráfico 1 - Geração de resíduos em porcentagem de cada campanha de verificação da primeira semana de acompanhamento de coletas de resíduos.



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Gráfico 2 - Geração de resíduos em porcentagem de cada campanha de verificação da primeira semana de acompanhamento de coletas de resíduos.

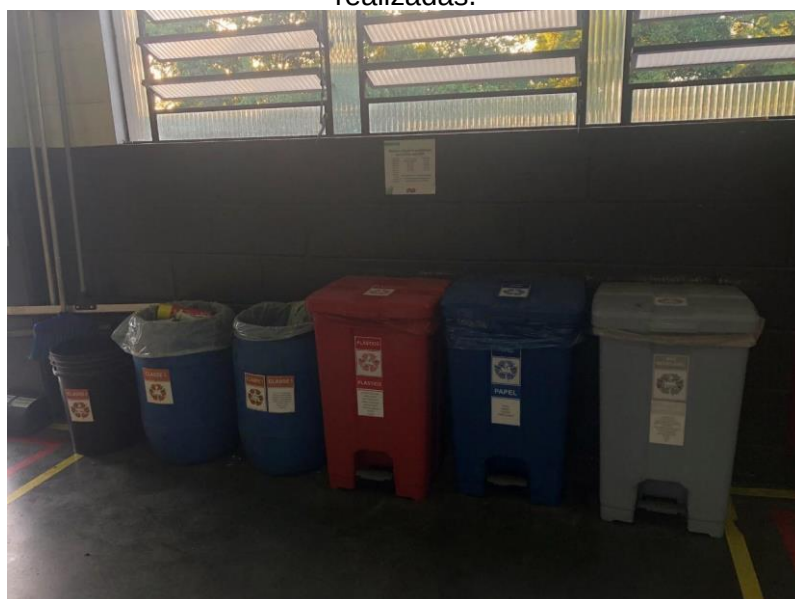


Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Com base no diagnóstico do acompanhamento de coletas e no questionário, foram realizadas melhorias no ponto de coleta e nos pontos de armazenamento temporário como: a) colocação de um suporte metálico para acondicionamento de

papelão; b) a substituição de bombonas e instalação de uma bombona a mais para descarte do ferro; c) junção do descarte de alumínio e inox em somente uma bombona e substituição por uma nova ; d) substituição das etiquetas de identificação dos coletores e colocação de novas junto ao ponto de coleta e ponto de armazenamento temporário; e) elaboração de etiquetas informativas sobre os resíduos permitidos em cada coletor, horários de coleta e etiqueta específica para o resíduo de papelão.

Figura 1 – Ponto de coleta e ponto de armazenamento próximo ao prédio com as melhorias realizadas.



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

A partir da análise do questionário em complemento com os resultados do diagnóstico de geração verificou-se a necessidade da realização do treinamento básico de coleta seletiva para os colaboradores dos setores envolvidos.

O treinamento seguiu como premissa a andragogia, que conforme Carvalho (2010, p.81), a palavra vem “(do grego: andros = adulto e gogos = educar), como “a arte e a ciência de ajudar adultos a aprender”. Nesse sentido, na educação de jovens e adultos “as experiências dos alunos devem ser relacionadas aos conteúdos abordados em aula, dando significados à construção de conhecimento [...]” (SIQUEIRA; GUIDOTTI, 2017, p. 47). A dinâmica de coleta seletiva realizada nos treinamentos vem ao encontro de uma educação ambiental mais crítica e das metodologias de ensino ativas.

A dinâmica consistiu em uma atividade em grupo em que os colaboradores tiveram que separar alguns resíduos e acondicionar nos sacos plásticos das cores

que a empresa utiliza para o procedimento de coleta seletiva. Após um minuto de separação foi verificado cada saco para identificar a separação (Figura 2). As turmas com maior quantidade de colaboradores foram divididas em dois grupos e cada resíduo colocado no saco plástico adequado correspondia a um ponto, vencendo o grupo que mais pontos possuía.

Figura 2 - Registro fotográfico do momento da dinâmica de coleta seletiva durante o treinamento.



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

A partir dessa dinâmica foi possível identificar as principais dúvidas relativas à separação. Foram aplicados cinco treinamentos com duração de uma hora em que compareceram 35 colaboradores internos e de serviços terceirizados no total.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve o objetivo de efetuar o diagnóstico da gestão de resíduos sólidos em uma indústria do setor alimentício, com ênfase no setor de manutenção, com vistas a obtenção de dados que permitam planejar ações de educação ambiental.

O diagnóstico realizado evidenciou a necessidade de uma estrutura com divisórias, em local coberto e com piso impermeável, para o acondicionamento de resíduos sólidos classe I, não recicláveis, papel, papelão e plástico próximo ao prédio. Além disso, a coleta seletiva não estava de acordo com os procedimentos internos da empresa em relação às cores de sacos plásticos para acondicionar os resíduos e

mistura de materiais. Foram realizadas melhorias nas identificações e nos coletores dos pontos de armazenamento de resíduos.

O questionário quali-quantitativo evidenciou que os colaboradores tinham dificuldade para realizar a separação dos resíduos, não conheciam os horários de coleta e a diferença entre resíduos classe I e II. Diante disso, a estratégia de educação ambiental utilizada foi a aplicação de um treinamento para os setores contemplando uma metodologia de ensino ativa e relacionando o treinamento com os resíduos e situações associadas ao setor. Ao analisar o questionário respondido, após o treinamento, foi possível evidenciar que o momento de aprendizado trouxe resultados positivos em relação a correta classificação dos resíduos classe I e II.

Os próximos passos para a continuação do trabalho são a aplicação de treinamentos para os colaboradores que ainda não participaram e treinamento dos novos colaboradores, a criação de material educacional que contemple as respostas para as dúvidas que surgiram durante os treinamentos e alterar o procedimento de coleta dos resíduos eletrônicos conforme o sugerido em treinamento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <https://analiticagmcredutos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf> Acesso em: 18 mai. 2022.

BARROS, Regina Mambeli. **Tratado sobre resíduos sólidos**: gestão, uso e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 28 mai. 2022.

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. Diário Oficial da União. Brasília, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 03 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 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. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 18 mai. 2022.

CANEJO, Carlos. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2022. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/196877/pdf/0> Acesso em 28 mai. 2022.

CAPAZ, Rafael S.; HORTA NOGUEIRA, Luiz A. H. **Ciências ambientais para engenharia**. 1. Ed. – Rio de Janeiro : Elseiver, 2014.

CARVALHO, Isabel C. de M. **Educação ambiental**: a formação do sujeito ecológico. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008. p. 156-158

ECKHARDT, Rafael Rodrigo et al. PREVISÃO E MAPEAMENTO DA ÁREA URBANA INUNDÁVEL NA CIDADE DE LAJEADO-RS-BRASIL. **Série Histórica**, v. 24, n. 09/2, p. 007, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/C-Haetinger/publication/265944073_Prediction_and_mapping_of_floodable_urban_areas_in_the_city_of_Lajeado-RS-Brazil_PREVISAO_E_MAPEAMENTO_DA_AREA_URBANA_INUNDAVEL_NA_CIDADE_DE_LAJEADO_RS-BRASIL/links/54217c130cf274a67fea9078/Prediction-and-mapping-of-floodable-urban-areas-in-the-city-of-Lajeado-RS-Brazil-PREVISAO-E-MAPEAMENTO-DA-AREA-URBANA-INUNDAVEL-NA-CIDADE-DE-LAJEADO-RS-BRASIL.pdf. Acesso em: 06 jun. 2022.

LOPES, G. V.; KEMERICH, P. D. da C. Resíduos de oficina mecânica: proposta de gerenciamento. **Revista Ciências Naturais e Tecnológicas**, Vol.8, n. 1, p. 81-94, 2007. Disponível em: <https://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/202.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

PELICIONI, M. C. F.; PHILIPPI JR., A. **Educação ambiental e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2014. cap. 1. p. 3-4.

SIQUEIRA, Antonio Rodolfo D.; GUIDOTTI, Viviane. **Educação de Jovens e Adultos**. Porto Alegre: SAGAH, 2017. 1. ed. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595020535/>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SOUTO, Gabriel D'Arrigo de Brito; POVINELLI, Jurandyr. Resíduos Sólidos. In: CALIJURI, Maria do C.; CUNHA, Davi Gasparini F. (org). **Engenharia Ambiental**: conceitos, tecnologias e gestão. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

Capítulo 6
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS
PARA GERAÇÃO DE BIOENERGIA:
APRESENTAÇÃO DE CINCO IDEIAS PARA OS
SETORES INDUSTRIAIS
Guilherme Fernando Ribeiro
Aldo Braghini Junior

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS PARA GERAÇÃO DE BIOENERGIA: APRESENTAÇÃO DE CINCO IDEIAS PARA OS SETORES INDUSTRIAIS

Guilherme Fernando Ribeiro

Professor Mestre, UTFPR, Brasil

ribeiro.guilherme91@gmail.com

Aldo Braghini Junior

Professor Doutor, UTFPR, Brasil

aldo@utfpr.edu.br

RESUMO

Promover o uso de fontes de energia renováveis está se tornando mundialmente uma importante estratégia política para mitigar as mudanças climáticas e melhorar a segurança energética e a sustentabilidade econômica, além de contribuir para os compromissos assumidos internacionalmente por diversos países para a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. É essencial usar novas fontes de energia para superar os problemas causados pelas fontes de energia não renováveis. Com o intuito de investigar, e compreender, as oportunidades de implementação de novas fontes de energia renováveis, uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) foi planejada e executada. Constatou-se que os resíduos agrícolas tem grandes potenciais para receber atenção significativa em todo o mundo como fonte de energia alternativa, sustentável e verde. Porém, de modo geral, os estudos existentes sobre resíduos agrícolas para geração de bioenergia são relativamente poucos, e ainda apresentam lacunas importantes, se comparado com outras fontes de energia renováveis que receberam muita atenção nos últimos dez anos (2012-2022), como é o caso da energia eólica e solar. A utilização dos resíduos agrícolas para geração de bioenergia, é um cenário amplo e propício para exploração. Identificou-se caminhos, quase não explorados, com potencial de realização de estudos que visam contribuir e estimular pesquisadores e os setores industriais visando entregar soluções tecnológicas para a sociedade e setores industriais visando incentivar a utilização dos resíduos agrícolas, para a produção de briquetes e pellets, como alternativa sustentável, para fins de geração de bioenergia, visando contribuir para uma matriz energética cada vez mais sustentável.

Palavras-chave: Biomassa. Resíduos agrícolas. Briquetes.

ABSTRACT

Promoting the use of renewable energy sources is becoming an important political strategy worldwide to mitigate climate change and improve energy security and economic sustainability, in addition to contributing to the commitments assumed internationally by several countries to reduce carbon dioxide emissions. carbon (CO₂) in the atmosphere. It is essential to use new energy sources to overcome the problems caused by non-renewable energy sources. In order to investigate and understand the opportunities for implementing new renewable energy sources, a Systematic Bibliographic Review (SBR) was planned and executed. It was found that agricultural waste has great potential to receive significant attention around the world as an alternative, sustainable and green energy source. However, in general, existing studies on agricultural residues for bioenergy generation are relatively few, and still have important gaps, compared to other renewable energy sources that have received much attention in the last ten years (2012-2022), as is the case of wind and solar energy. The use of agricultural residues to generate bioenergy is a broad and favorable scenario for exploration. Paths, almost unexplored, were identified with potential for carrying out studies that aim to contribute and stimulate researchers and industrial sectors in order to deliver technological solutions to society and industrial sectors in order to encourage the use of agricultural residues, for the production of briquettes and pellets, as a sustainable alternative, for the purpose of generating bioenergy, aiming to contribute to an increasingly sustainable energy matrix.

Keywords: Biomas. Agricultural waste. Briquettes.

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, o homem usa energia para realizar as tarefas que garantiam sua sobrevivência como, a capacidade de produção do fogo – primeira forma de energia dominada pelo homem, depois da força. Após a Revolução Industrial houve um aumento significativo do consumo de energia, pois as indústrias se multiplicaram criando a necessidade de se utilizar novos combustíveis.

Alguns anos se passaram e é nítida nossa dependência de fontes de energia, sendo ela essencial para realização de diversas atividades (ou quase todas). Com os avanços tecnológicos, surgiram diversas formas de exploração, geração e distribuição de energia a partir de diferentes matérias-primas energéticas.

Fontes de energia renováveis, podem reduzir a dependência da sociedade em relação aos combustíveis fósseis (fontes de energia não renováveis) e, com isso,

reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera – que vêm alterando, ao longo dos anos, o meio ambiente (SHEZAN et al., 2016).

Existem diversas fontes de energia renováveis, que são representadas por recursos naturais disponíveis de forma praticamente infinita na natureza: como o vento (energia eólica), o sol (energia solar fotovoltaica) e o bagaço da cana-de-açúcar (energia de biomassa) que podem, em um curto período de tempo, trazer uma contribuição significativa para a geração de energia limpa.

Os combustíveis fósseis não podem fornecer toda a energia necessária no futuro devido à sua exaustibilidade. Sua utilização também leva a enormes problemas ambientais. Portanto, é vital encontrar novas fontes de energia inesgotáveis e limpas que possam ser armazenadas e transportadas.

O Brasil é responsável por, aproximadamente, um terço das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) da América Latina e Caribe, um terço da população da região e um terço do Produto Interno Bruto (PIB) da região, estando, portanto, no centro do palco das discussões sobre o clima global e o uso das fontes de energia renováveis (CARVALHO et al., 2020).

De acordo com Jenner, Groba e Indvik (2013), é importante salientar que o uso de cada uma das fontes de energia renováveis possui diferentes vantagens e desvantagens, que vão desde os custos da tecnologia, até a sazonalidade da produção e a variabilidade do recurso energético, e por essa razão, o aproveitamento das mais diversas fontes de energia, se torna oportuno.

A busca por fontes de energia renováveis garante o desenvolvimento sustentável dos países, contemplando os aspectos ambientais, estratégicos e econômicos. Assim, existe uma série de alternativas a serem exploradas no Brasil, com vistas à geração de energia.

Gawel et al. (2017) consideram que o aumento do investimento em fontes de energia renováveis é necessário para atender o crescimento da demanda por energia, de forma sustentável e com baixa emissão de dióxido carbônico (CO₂).

Líderes de diversos países passaram a se engajar, dar atenção e firmar políticas e acordos internacionais de curto, médio e longo prazo em prol do uso de fontes de energia renováveis para a geração de energia, visando reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) – contribuindo com a diversificação da matriz energética e, conseqüentemente, mitigando os riscos de mudanças climáticas e visando à promoção do desenvolvimento sustentável (HUENTELER, 2014).

Como consequência, diversas conferências e acordos ambientais vem sendo firmados por vários países (ZHAO *et al.*, 2022). Na Figura 1, apresenta-se os marcos das principais conferências ambientais bem como seus principais destaques.

Figura 1 – Marcos e destaques das principais conferências ambientais

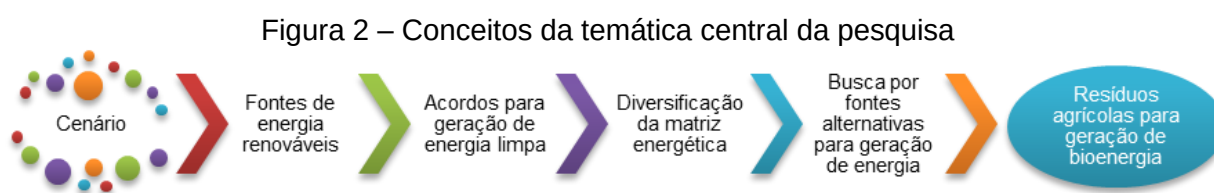


Fonte: Autoria Própria

O grande desafio desses acordos é desenvolver novas matrizes energéticas a partir de fontes alternativas para geração de energia de baixo custo, tornando-as competitivas economicamente. Diante desta situação, vários centros de pesquisas do país, têm se esforçado para desenvolver novas alternativas de fontes de energia renováveis.

Entre as diversas possibilidades, destaca-se o da utilização de resíduos de biomassa para geração de energia através da combustão dos mesmos. E, com isso, os briquetes e pellets produzidos a partir dos resíduos agrícolas (que é considerado um tipo de biomassa) para fins de geração de bioenergia, apresentam diversas vantagens e torna-se extremamente oportuno.

Na Figura 2, a partir dos conceitos principais envolvidos neste artigo, apresenta-se a temática central desta pesquisa – que é a utilização dos resíduos agrícolas para geração de energia renovável.



Fonte: Autoria Própria

Com a preocupação com o desenvolvimento sustentável torna-se de extrema importância realizar estudos que visam a multiplicação de práticas de aproveitamento de recursos renováveis. Ou seja, garantir mudanças para potencializar iniciativas e contribuir para o processo de transformação desses resíduos agrícolas em energia limpa. Assim, pode-se dizer que existem condições favoráveis para utilizar resíduos agrícolas, como fontes de energia renováveis, para geração de bioenergia, e esse tema se torna extremamente importante e relevante, além de abrir caminhos e discussões para que se possa atingir uma matriz energética cada vez mais sustentável.

2 OBJETIVOS

Visando atender as necessidades da diversificação da matriz energética e, bem como, avançar nas pesquisas em relação a utilização dos resíduos agrícolas para geração de bioenergia, esta pesquisa tem os seguintes objetivos:

2.1 Objetivo Geral

Visando elucidar o problema de pesquisa apresentado, estabeleceu-se como Objetivo Geral: **Apresentar ideias promissoras, aos setores industriais, para utilização de resíduos agrícolas para geração de bioenergia.**

2.2 Objetivos Específicos

a) Realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) para identificar as temáticas, sugestões importantes e as lacunas para avançar nas pesquisas em relação a utilização dos resíduos agrícolas para geração de bioenergia;

b) Evidenciar as possíveis oportunidades promissoras, para a coleta dos resíduos agrícolas e produção de briquetes e pellets a partir dos mesmos;

c) Propor cinco ideias e possibilidades envolvendo desde a coleta dos resíduos agrícolas, até os aspectos operacionais como produção, comercialização e utilização dos briquetes e pellets.

Vale mencionar ainda que esta pesquisa justifica-se também pelo fato de contribuir com quatro dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), destacando-se que, dois deles têm relação direta com a temática da pesquisa aqui apresentada, são eles: **7) energia limpa e acessível** e **13) ação contra a mudança global do clima**. E ainda que, de acordo com os direcionamentos posteriores com as ideias que serão apresentadas, esta pesquisa fornecerá sugestões que contribuirão para outros dois Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sendo eles: **9) Indústria, inovação e infraestrutura** e **11) Cidade e comunidades sustentáveis**.

3 METODOLOGIA

Para classificação da pesquisa utilizou-se Gil (2008). Do ponto de vista do objeto, a pesquisa classifica-se como bibliográfica e de campo. Bibliográfica, pelo uso de literatura técnica pertinente ao tema abordado para a elaboração da teoria de base, neste caso, predominantemente artigos de periódicos. E de campo, pois envolveu a coleta dos dados com um grupo significativo de especialistas acerca do problema

estudado, participação em eventos científicos da área, e visitas técnicas para, em seguida, obter as conclusões das ideias apresentadas.

Do ponto de vista da sua natureza, esta pesquisa classifica-se como uma pesquisa aplicada, pois servirá para gerar conhecimentos para aplicação prática na solução de um problema específico, além de caracterizar-se como uma investigação concebida pelo interesse em adquirir novos conhecimentos. A pesquisa aplicada é a junção do conhecimento disponível e sua ampliação.

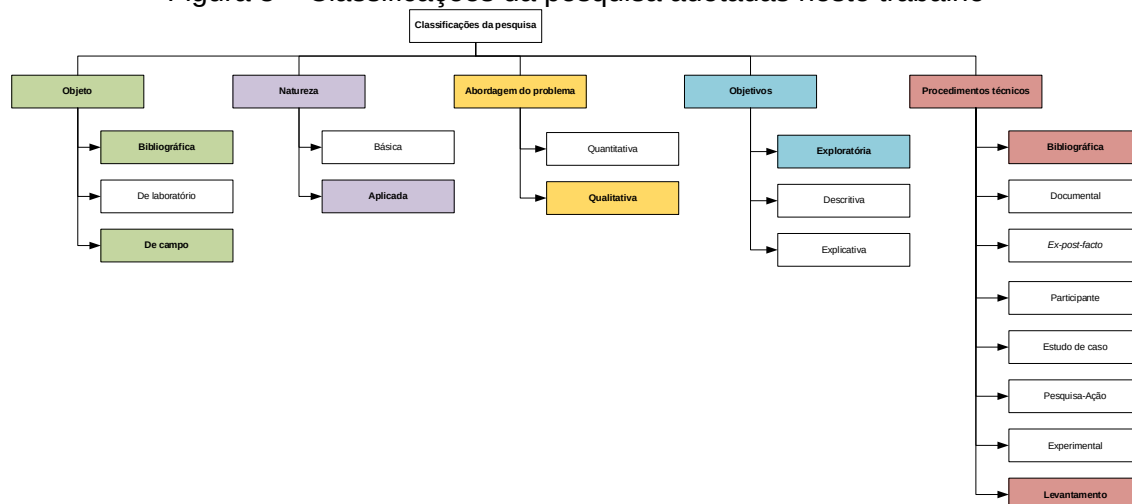
Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois o método utilizado na análise dos dados considera experiências, percepções e intuições lógica e completa de especialistas, ou seja, busca aproximar-se da realidade incluindo e medindo todos os fatores qualitativamente mensuráveis, tangíveis ou intangíveis.

Do ponto de vista de seus objetivos, assume o perfil de pesquisa como exploratória, que é um tipo de pesquisa que está em consonância com outras fontes que darão base ao assunto abordado, como é o caso da pesquisa aqui apresentada, que utiliza-se bibliografias (literatura técnica) e entrevistas com os especialistas e visitas técnicas.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa apresenta características de pesquisa bibliográfica e levantamento. Bibliográfica, pois é necessária a exploração de estudos sobre a utilização dos resíduos agrícolas para geração de bioenergia. Levantamento, pois segue as seguintes etapas: definição do objetivo da pesquisa, especialistas que foram entrevistados e as visitas técnicas realizadas.

Na Figura 3 apresenta-se, de forma geral, as classificações da pesquisa. As características adotadas nesta pesquisa, em cada classificação da pesquisa, encontram-se em destaque.

Figura 3 – Classificações da pesquisa adotadas neste trabalho



Fonte: Autoria Própria

Inicialmente realizou-se uma Revisão Bibliográfica Inicial (RBI), que teve como objetivo obter conhecimento da aplicação das etapas de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) como metodologia de pesquisa para servir de base para a organização e desenvolvimento da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) aqui apresentada.

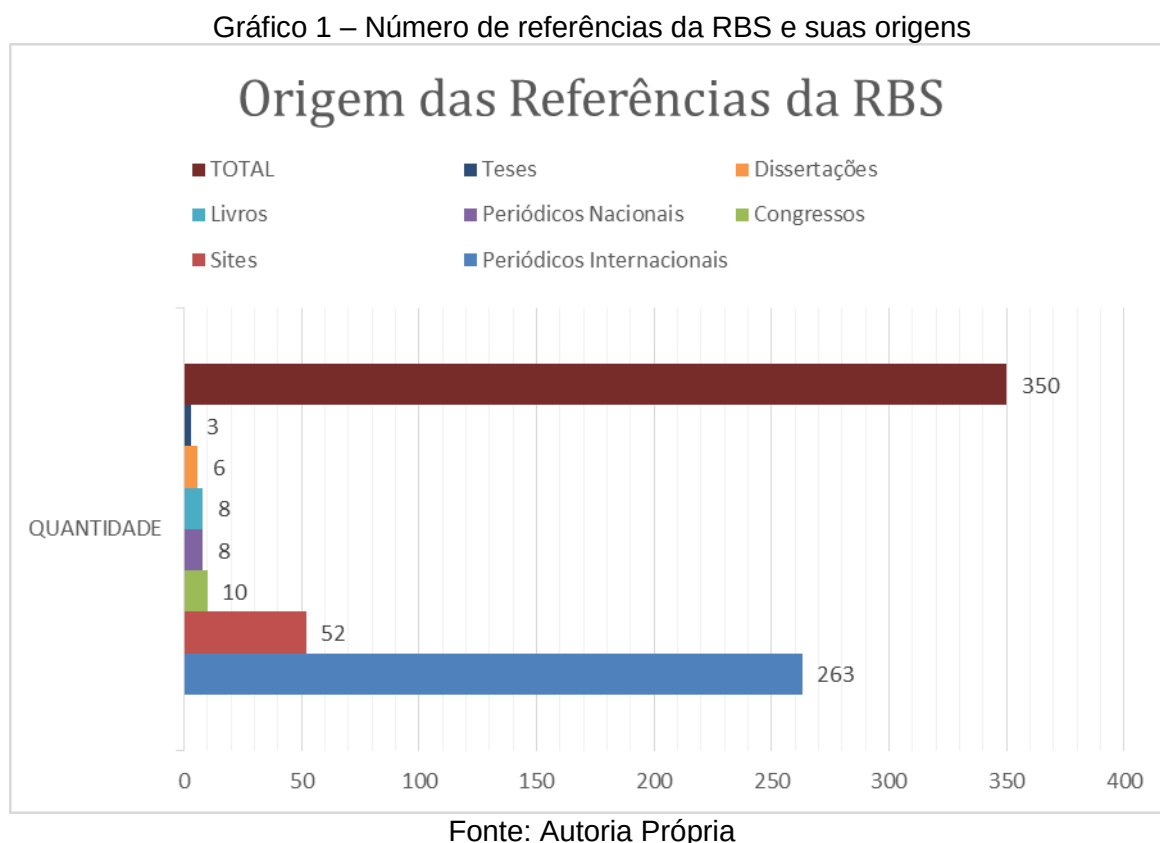
Em seguida, realizou-se uma Revisão Bibliográfica Preliminar (RBP), que serviu como conhecimento inicial para a realização da pesquisa, ou seja, obteve-se uma primeira familiarização com os temas e a definição de *strings* de pesquisa e palavras-chaves adequadas para a realização da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS).

Com o intuito de investigar e compreender os resíduos agrícolas como fonte de energia renovável, bem como identificar os trabalhos relacionados a essa pesquisa, uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) foi planejada e executada.

Realizou-se o passo a passo da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), em que baseou-se no trabalho apresentado por Conforto, Amaral e Silva (2011), com algumas adaptações. O modelo foi baseado em boas práticas de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) adotadas por diferentes pesquisadores, como: Levy e Ellis (2006); Biolchini *et al.* (2007) e; Dybå e Dingsøyr (2008).

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) foi organizada em 15 etapas distribuídas em 3 fases (Entrada, Processamento e Saída). A descrição detalhada de cada uma das etapas da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) encontra-se disponível em Ribeiro e Braghini Junior (2022).

No Gráfico 1, apresenta-se as quantidades de referências utilizadas na RBS e, bem como, o tipo da origem: teses, dissertações, livros, periódicos nacionais, congressos, sites e artigos publicados em periódicos reconhecidos – com alto fator de impacto (periódicos internacionais).



No Gráfico 1, pode-se observar que, do total das 350 referências citadas na RBS tem-se que 263 referências são internacionais – que correspondem um total de, aproximadamente, 75% das referências.

Das 350 referências, tem-se que 3 são teses (aproximadamente 1%), 6 são dissertações (aproximadamente 2%), 8 são livros (aproximadamente 2,5%), 8 são periódicos nacionais (aproximadamente 2,5%), 10 são congressos (aproximadamente 3%), 52 são sites (aproximadamente 14%), o que correspondem em, aproximadamente 25% das referências. O número expressivo de sites deve-se ao fato de que muitos documentos (relatórios), extremamente importantes com a temática aqui apresentada, estão disponíveis nos mesmos.

Deste modo, com o desenvolvimento da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), observou-se os estudos relevantes sobre as contribuições para a matriz

energética, a partir dos resíduos agrícolas, como fonte de energia renovável, com o intuito de avançar nas pesquisas já existentes, buscando identificar como realmente utilizar os resíduos agrícolas para produção de briquetes e pellets para geração de bioenergia.

Para inovar adequadamente, o pesquisador precisa estar em sintonia com o cenário atual. Nesse sentido, este estudo visa contribuir e mostrar quais os caminhos reais, para produção de briquetes e pellets, a partir dos resíduos agrícolas, para fins de geração de bioenergia. Esses resultados podem estimular o desenvolvimento de novas tecnologias e novos estudos na geração de energia verde.

4 RESULTADOS

Para que os resíduos agrícolas possam ser utilizados para produção de bioenergia e, bem como, para que possam fazer parte da diversificação da matriz energética mundial, existem um conjunto de questões que devem ser respondidas de modo a contribuir e beneficiar a sociedade em geral, não necessariamente apenas ligadas a academia, como também para que empresas possam desenvolver e gerar novas tecnologias de modo que a sociedade possa usufruir dessas fontes renováveis, tais como:

1) Torna-se coerente estudar a biomassa proveniente de resíduos agrícolas, em pellets ou briquetes, para serem utilizados para fins residencial (para aquecimento de lareiras e utilizados nas cozinhas em fogões a lenha, podendo esse último ser relacionado com o uso e consumo de Gás Liquefeito de Petróleo – GLP), comercial (churrasqueiras e fornos a lenha de restaurantes e pizzarias), industrial (caldeiras a vapor – que é utilizado em turbinas para movimentar equipamentos, aquecimento de produtos e na geração de energia elétrica, fornos a lenha, indústrias de alimentos, fábricas de cerâmicas e tijolos, altos-fornos como auxílio para o carvão vegetal). Até mesmo na própria agricultura, nos fornos para secagem de grãos armazenados, e controle de temperatura em regiões frias, ou ainda em aviários para controle térmico dos frangos de granjas, ou seja, pellets ou briquetes como combustível sólido para produção de bioenergia;

2) Estimula-se ainda realizar uma comparação entre as duas rotas tecnológicas para a obtenção de pellets ou briquetes de resíduos agrícolas: a opção peletização ou briquetagem-carbonização e a opção carbonização-briquetagem ou

peletização. Na primeira opção, a biomassa é compactada para a obtenção de um briquete. Em seguida, o briquete é carbonizado para produzir um briquete de carvão. Na segunda opção, a biomassa é primeiro carbonizada e triturada para obtenção do carvão vegetal, que é então briquetado. Podendo relacionar: resultados e rendimentos, valor calorífico, opção ecologicamente correta, adequado para produção em pequena, média e grande escala;

3) Torna-se vantajoso realizar um estudo envolvendo a importância da peletização ou briquetagem, como tecnologia de densificação que converte resíduos com baixo valor de aquecimento por unidade de volume em combustíveis de alta densidade e concentrados de energia (aumento da eficiência energética, pois devido à pressão de compactação ocorre um aumento no poder calorífico), demonstrando que a peletização ou briquetagem pode influenciar de maneira positiva nas propriedades físico-químicas dos resíduos, oferecendo vantagens como o aumento da densidade do resíduo, melhorando o armazenamento dos mesmos, e prevenindo de sua possível escassez nos períodos de entressafra, além também das condições de transporte dos pellets ou briquetes, permitindo que os resíduos cheguem mais facilmente nos locais de geração de energia, ou seja, analisar se os pellets ou briquetes são uma melhor forma de manuseio desses resíduos agrícolas como fonte de energia;

4) Faz necessário analisar a viabilidade técnica, econômica, ambiental e social da produção de pellets ou briquetes de resíduos agrícolas direto no campo das propriedades rurais, logo após a colheita, e apresentar um layout de produção viável (detalhando todos os investimentos e equipamentos necessários para realizar a peletização ou briquetagem), do início ao fim da produção desses pellets ou briquetes para a realização dessa atividade visando o consumo próprio do produtor ou para fins comerciais. Apresentar os preços *spot* dos pellets ou briquetes e as receitas líquidas que podem ser geradas em um layout para produção em pequena, média e grande escala, propondo arranjos físicos e layouts diferenciados, baseado na quantidade de resíduos agrícolas disponíveis no local ou na região. Uma análise do Retorno Sobre o Investimento (ROI) e o *Operational Expenditure* (OPEX) e *Capital Expenditure* (CAPEX) e custos variáveis para cada proposta de arranjos físicos e layouts propostos é estimulada;

5) Um estudo prático fundamental é propor um conjunto de fluxogramas, como esquema de otimização, para auxiliar no processo de tomada de decisão, baseado no

tipo de resíduos agrícolas (cultura), quantidades disponíveis desses resíduos – bem como se é uma produção em pequena, média ou grande escala, identificando as melhores rotas de conversão energética que são mais adequadas para cada tipo de resíduo agrícola – em relação ao seu poder calorífico, relacionando ainda com a localização e distribuição desses produtos finais (pellets ou briquetes) até os potenciais consumidores – otimização em relação a cadeia de suprimentos e a logística de distribuição, e também suas aplicações mais apropriadas em relação aos processos e equipamentos que serão utilizados. Um esquema que pode ser proposto ainda são os melhores métodos de armazenamento desses resíduos agrícolas in natura, em pellets ou em briquetes visando reduzir perdas. Podendo também realizar uma simulação das melhores rotas de decisão propostas para alguns cenários estudados;

E, como em toda e qualquer área de pesquisa: é fundamental propor um estudo apresentando as limitações e as possíveis desvantagens do uso de resíduos agrícolas para produção de bioenergia também é estimulado.

Por fim, e menos expressivo, mas talvez interessante, em nenhum momento a biomassa e resíduos agrícolas das raízes foram citadas, pelo contrário, foram consideradas como dificuldades práticas de seu uso e constatou-se a falta de informação do uso da mesma para produção de bioenergia, acredita-se que seja pelas dificuldades em relação a coleta e acúmulo e separação de terra, e também das mesmas permanecerem e serem suficientes para contribuição da correção do solo, garantindo assim a retirada dos demais resíduos sem interferir no processo de nutrientes disponíveis no solo, ou seja, torna-se também uma oportunidade a ser explorada.

Para contornar a crise energética, deve-se desenvolver a capacidade geradora de energia a partir de fontes alternativas, visando diversificar ao máximo as fontes do consumo energético. Assim, estudar e compreender a evolução das fontes e demandas energéticas ao longo dos tempos é essencial para projetar futuros cenários possíveis e se preparar para eles, de forma a ter energia suficiente para garantir o avanço socioeconômico.

De modo geral, atualmente, percebe-se que o grande desafio está relacionado com a coleta desses resíduos agrícolas e também a questão logística e de distribuição dos mesmos como matérias-primas para produção de pellets ou briquetes, os quais

possibilitam apresentação de diversas soluções e oportunidades conforme mencionado nas diversas direções de pesquisas futuras citadas acima.

Discutir essas recomendações e oportunidades, apresentando problemas e propondo soluções, novas ideias e tecnologias inovadoras, visando contribuir para a comunidade científica, o setor privado e os formuladores de políticas e tomadores de decisão, permite chegar a conclusões para apoiar a transição para um futuro de baixo carbono e atingir as metas de emissões globais conforme estabelecidas nas conferências e acordos internacionais e, como consequência, um crescimento econômico e sustentável no curto, médio e longo prazo. Vale destacar que todas as oportunidades listadas podem ser pesquisadas de forma isolada, ou ainda, uma combinação entre as diversas lacunas identificadas.

5 CONCLUSÃO

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) realizada, indicou fortes evidências de possibilidades de substituição entre biomassa e combustíveis fósseis indicando que os países podem continuar com suas políticas de crescimento e sustentabilidade usando mais biomassa e menos combustíveis fósseis.

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) também ajudou a comunidade científica que trabalha com geração de energia, a partir de resíduos agrícolas, para construir um entendimento comum dos desafios que devem ser enfrentados ao investigar o potencial energético desses resíduos.

A participação de biomassa na matriz energética está aumentando, o que mostra uma tendência de aceitação do mercado mundial dessas fontes energia renováveis. A biomassa também oferece a possibilidade de ser produzida a partir de uma grande variedade de materiais, proporcionando flexibilidade e segurança ao mercado, diferente dos próprios combustíveis fósseis, principalmente do petróleo.

Uma grande quantidade de biomassa de resíduos agrícolas é gerada a partir da produção e da atividade do agronegócio e, parcialmente, permanecem no campo das propriedades rurais após a colheita. Remover o excesso desses resíduos agrícolas após a colheita pode aumentar a renda do agricultor, contribuindo para a agregação de valor, além de fornecer matéria-prima que pode ser usada para fins industriais e energéticos. Outro ponto é que, ao utilizar resíduos agrícolas para

produção de bioenergia, estes estão recebendo um destino mais sustentável do que o simples descarte.

Ainda assim, a utilização de resíduos agrícolas para produção de bioenergia visa contribuir para a diversificação da matriz energética, principalmente visando aumentar a parcela de participação das fontes de energia renováveis a partir de biomassa, uma vez que identificou-se que existem inúmeros problemas e grandes preocupações em relação as fontes de energia hídrica, solar e eólica (citadas como fontes de energia renováveis instáveis), que lideram a matriz energética sustentável.

Observa-se que mais estudos são necessários para investigar a relação entre o uso de resíduos agrícolas para produção de bioenergia e as fontes de energia renováveis como meio de contribuir para uma matriz energética cada vez mais diversificada.

Percebe-se também que o uso de fontes de energia renováveis tem impacto positivo na sustentabilidade ambiental. O uso de fontes de energia renováveis, em particular a biomassa de resíduos agrícolas, irá reduzir a dependência energética de combustíveis fósseis, reduzindo as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), reduzindo assim a poluição ambiental e contribuindo para a redução do aquecimento global.

Os objetivos principais desse artigo foram alcançados, uma vez que apresentou-se uma visão geral do panorama atual existente com as possibilidades de realização de pesquisas envolvendo a substituição de combustíveis fósseis por meio de energia renovável e sustentável, ou seja, um pensamento crítico – como é o caso das inúmeras oportunidades citadas em relação ao potencial de utilização de resíduos agrícolas para produção de bioenergia.

Além disso, observa-se também que os desafios citados na seção anterior retratam o que ainda precisa ser desenvolvido para que os resíduos agrícolas também possam se tornar uma fonte de energia renovável representativa na matriz energética mundial.

Apesar da reconhecida quantidade de pesquisas publicadas com a temática de fontes de energia renováveis, constatou-se que pesquisas envolvendo resíduos agrícolas para produção de bioenergia é uma temática promissora, com inúmeras oportunidades, pois contempla diversos temas a serem explorados que ainda são bastante restritos, ou seja, a utilização de resíduos agrícolas para produção de bioenergia, é um cenário amplo e propício para exploração.

REFERÊNCIAS

- Biolchini, J. C. A.; Mian, P. G.; Natali, A. C. C.; Conte, T. U.; Travassos, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21(2): p. 133–151, 2007.
- Carvalho, N. B.; Berrêdo, V. D.; Muylaert de Araújo, M. S.; Lampreia J.; Gomes M. S. P.; Freitas M. A. V. How likely is Brazil to achieve its NDC commitments in the energy sector? A review on Brazilian low-carbon energy perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 133, p. 110343, 2020.
- Conforto, E.C.; Amaral D. C.; Silva S. L. **Roteiro para Revisão Bibliográfica Sistemática: Aplicação no Desenvolvimento de Produtos e Gerenciamento de Projetos**. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto (CBGDP), Porto Alegre, 2011.
- Dybå, T.; Dingsøyr, T. Empirical studies of agile software development: a systematic review. **Information and Software Technology**, v. 50(9–10), p. 833–859, 2008.
- Gawel, K.; Todorovic, J.; Liebscher, A.; Wiese, B.; Opedal, N. Study of Materials Retrieved from a Ketzin CO₂ Monitoring Well. **Energy Procedia**, v. 114, p. 5799–5815, 2017.
- Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed., São Paulo: Atlas, 2008.
- Huenteler, J.; Niebuhr, C.; Schmidt, T. S. The Effect of Local and Global Learning on the Cost of Renewable Energy in Developing Countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 128, p. 6–21, 2014.
- Jenner, S.; Groba, F.; Indvik, J. Assessing the strength and effectiveness of renewable electricity in feed-in tariffs in European Union countries. **Energy Policy**, v. 52, p. 385–401, 2013.
- Levy, Y.; Ellis T. J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v. 9, p. 181–212, 2006.
- Ribeiro, G. F.; Braghini Junior, A. **Roteiro para o desenvolvimento e condução de uma revisão bibliográfica sistemática**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.22533/at.ed.209221504>> Acesso em: 20 abr. 2023.
- Shezan, S. A.; Julai, S.; Kibria, M. A.; Ullah, K. R.; Saidur, R.; Chong, W. T.; Akikur, R. K. Performance analysis of an off-grid wind-PV-diesel-battery hybrid energy system feasible for remote areas. **Journal of Cleaner Production**, n. 125, p. 121–132, 2016.
- Zhao, J.; Patwary, A. K.; Qayyu, A.; Alharthi, M.; Bashir, F.; Mohsin, M.; *et al.* The determinants of renewable energies sources for the fueling of green and sustainable economy. **Energy**, v. 238, p. 122029, 2002.

Capítulo 7
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE
CONTABILIDADE AMBIENTAL E
SUSTENTABILIDADE EM PERIÓDICOS
NACIONAIS E INTERNACIONAIS
Alex Guesser
Elias Mathias Sand
Everaldo Veres Zahaikevitch

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE CONTABILIDADE AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM PERIÓDICOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Alex Guesser

*Acadêmico do curso de Ciências Contábeis do Instituto Federal do Paraná IPFR –
Campus Palmas. E-mail: alekguess753@gmail.com*

Elias Mathias Sand

*Acadêmico do curso de Ciências Contábeis do Instituto Federal do Paraná IPFR –
Campus Palmas. E-mail: eliasreia@gmail.com*

Everaldo Veres Zahaikévitch

Professor Orientador. E-mail: everaldo.veres@ifpr.edu.br

RESUMO

O objetivo deste estudo é uma análise bibliométrica das publicações acerca dos temas contabilidade ambiental e sustentabilidade. O método de análise utilizado foi o bibliométrico, sendo o método de pesquisa e a coleta de dados realizados na plataforma *Web Scopus*, na qual se evidenciou os autores, revistas, o ano das publicações, países das afiliações dos principais autores, percentil, cite score. De acordo com os resultados, a preocupação com os temas supramencionados e com isso o aumento das publicações tem se elevado com o decorrer dos anos isso mostra que cada vez mais se faz necessário a valorização da visão ambiental e sustentável nas empresas e também em todos os demais setores.

Palavras-chaves: Contabilidade Ambiental; Sustentabilidade; Análise Bibliométrica.

1. INTRODUÇÃO

A contabilidade tem como função o controle, a organização, o estudo e a análise patrimonial de uma entidade e também ela registra a entrada de receitas e as despesas provenientes das atividades da empresa. Sendo assim, é atribuição da

contabilidade registrar os fatos e atos que alteram o patrimônio de uma organização.

Nos dias atuais, muito se aborda a cerca da contabilidade ambiental e sustentabilidade, as quais são a temática do presente estudo, Carvalho (2011) cita que a area da contabilidade ambiental surgiu nos anos de 1970, esta especificidade visa contribuir para com os gestores, a fim de maximizar a lucratividade da empresa, bem como do patrimônio da mesma, assim disponibilizou-se para as empresas a possibilidade de minimizar os impactos causados ao meio ambiente.

Diante disso este estudo teve como problema de pesquisa analisar se esta tendo aumento das publicações sobre os temas contabilidade ambiental e sustentabilidade uma análise bibliométrica acerca das publicações sobre os temas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. CONTABILIDADE AMBIENTAL

Neste tópico foram abordados o contexto histórico da contabilidade ambiental e seus conceitos.

2.1.1. Contexto histórico

Com o surgimento da responsabilidade social das organizações, vinculou-se os aspectos ambientais com a contabilidade, as abordagens dessa área nas empresas tiveram uma maior atividade por volta dos anos de 1970 juntamente com a contabilidade social, sendo assim, a contabilidade ambiental pode ser entendida como originária da contabilidade social (FEIL *et al*, 2017).

Com o surgimento destes aspectos que envolvem a contabilidade, as organizações empresariais, bem como a sociedade passaram a considerar de forma mais acentuada os fatores ambientais, já que, a referida problemática não poderia apresentar um responsável em específico, sendo sim de responsabilidade global.

Para Moreira, Brito e Lima (2020, p. 63):

A Revolução Industrial ocorrida no finaldo século XVIII foi ponto de partida para grandes mudanças no planeta. Como consequência da alteração das atividades produtivas, anos depois, desastres ambientais ocorreram causando milhares de mortes e chamando atenção, a partir do final da década de 1960, para a necessidade de reformas no sistema produtivo e de consumo.

Os incentivos para o surgimento da contabilidade ambiental decorreram dos inúmeros problemas com origem nos aspectos ambientais, os quais refletiam na gestão das empresas, haja vista, que estas deparavam-se com uma diversidade de problemas inerentes ao meio ambiente, conforme expõe Moreira, Brito e Lima (2020, p. 63): “Rob Gray que é quem representa a contabilidade ambiental tendo em vista que o mesmo foi o primeiro a publicar sobre este assunto”.

Diante disso, várias organizações profissionais, contadores e até mesmo o governo voltaram-se a uma análise em como obter meios que contribuíssem com a redução destas problemáticas, concluindo que utilizar de mecanismo para adaptar os procedimentos da contabilidade tradicional poderia suprir com às demandas da realidade em que estavam inseridos (CARVALHO, 2011).

O surgimento da contabilidade ambiental ocorreu a partir da necessidade de conscientização que a população precisa ter, bem como das exigências legais que requerem das empresas a atenção com a proteção ambiental, (CARVALHO, 2011). devendo assim que estas demonstrem por meio de relatórios e informações econômicas.

Na década de 90, a contabilidade ambiental evoluiu sendo inserida nas normatizações empresariais regulamentando esta dentro das organizações sociais, passando a ser reconhecida no contexto da investigação da contabilidade, resultando assim, no aparecimento de novas áreas, como a auditoria ambiental, passando a ser efetivadas pesquisas inovadoras, gerando resultados que estimularam ainda mais a contabilidade ambiental (FEIL *et al*, 2017)

2.1.2. Conceito da contabilidade ambiental

Compreende-se a contabilidade ambiental, como sendo a avaliação das vantagens e desvantagens acerca do desenvolvimento de um determinado material ou serviço refletido no meio ambiente, portanto, entende-se que esta é uma série de ações concebidas para a realização de um projeto, considerando a preservação ambiental. (BONATTO, 2012)

Segundo Bonatto (2012, p. 22):

A Contabilidade Ambiental é um novo ramo da contabilidade que surge com o objetivo de fazer a contabilização de todas as atividades e transações das empresas que afetam diretamente o meio ambiente ou

que tenham relação com este. E, assim sendo, a partir de um registo efetivo destes dados, a empresa poderá fazer uso destas informações para fins gerenciais e de tomada de decisões.

A contabilidade ambiental aponta no cenário social a fim de contribuir com a adequação da gestão empresarial, sendo um recurso auxiliar que visa proporcionar o alcance de benefícios e vantagens competitivas através desta ferramenta (BONATTO, 2012).

2.2. SUSTENTABILIDADE

Neste tópico foram abordados o contexto histórico da sustentabilidade e seus conceitos.

2.2.1. Contexto histórico

A partir da segunda metade do século XVIII houve avanços na indústria, e com isso trouxe maior produtividade e desenvolvimento de novas tecnologias; também houve o agravamento de alguns problemas já existentes, principalmente aqueles relacionados à desigualdade social, instabilidade financeira e aumento dos impactos ambientais (OLIVEIRA et al., 2012 citado por COSTA, 2019).

O termo “sustentável” foi criado na década de 70 pela comunidade científica como um jargão técnico para designar a possibilidade de um ecossistema não perder sua capacidade e também não sofrer mudanças. (VEIGA, 2010, p.12, citado por BALIM; BARRIOS, p.3)

Diniz da Silva (2009, citado por BACHA; SANTOS; SCHAUN, 2010) explica que o interesse por sustentabilidade se originou durante a década de 1980, quando houve uma maior conscientização dos países ao descobrir formas de promover o crescimento sem destruir o meio ambiente, e manter garantir o bem-estar de futuras gerações. Este termo se transformou em cenário para causas sociais e ambientais, principalmente no nos negócios, onde prevalece a ideia de geração de lucro para os acionistas, porem ao mesmo tempo protege o meio ambiente.

2.2.2. Conceito da sustentabilidade

O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer as necessidades das futuras gerações utilizando os recursos existentes de forma consciente e protegendo todas as espécies do planeta. (SCHRAMM; CORBETTA, 2015 citado por IAQUINTO, 2018).

. Em outras palavras, significa a possibilidade de crescimento econômico e provimento das necessidades básicas humanas sem o desgaste e poluição ambiental.

Para Savitz e Weber (2014, citado por COSTA, 2019), ser sustentável é executar atividades que não destroem, mas, sim, restaurem o meio ambiente, minimizando o impacto e protegendo as espécies que nele habitam, compreende operar um negócio, beneficiando ambas as partes, entendendo que a preservação da natureza é tão importante quanto às relações sociais e o desenvolvimento econômico.

3. METODOLOGIA

Neste artigo foi realizado o levantamento de dados bibliométricos sobre a contabilidade ambiental e sustentabilidade, tendo em vista aumentar os conhecimentos teóricos, fomentando a compreensibilidade dos temas estudados. Os principais tópicos analisados foram: Revistas onde os artigos foram publicados, anos de publicações dos artigos, país de origem dos jornais, citações, palavra-chaves e nome dos autores. O levantamento dos artigos para esta pesquisa foi realizada no mês de dezembro de 2022, com estudos indexados na base de dados da *Scopus*.

Primeiramente foram definidos alguns critérios para a busca e posterior seleção dos artigos. Foi utilizado o filtro para realizar a busca no título do artigo, resumo e palavra-chave. Utilizou-se as palavras-chaves "environmental accounting" (contabilidade ambiental), apresentando o resultado de 1.474 artigos e sustainability (sustentabilidade), com 329.423 artigos encontrado, na sequência foi realizado a busca utilizando a combinação de ambas palavras-chaves, "environmental accounting" and sustainability, ("contabilidade ambiental" e sustentabilidade) encontrando um total de 398 artigos.

Para refinar a busca foram utilizados outros filtros, na área de estudo foi selecionada a opção de negócios, gestão e contabilidade, encontrando 193 artigos, posterior foram selecionados artigos de acesso aberto, resultando em um portfólio de

49 artigos. Na sequência foi realizado uma leitura sistemática dos títulos e resumos para seleção dos artigos que mais estavam alinhados com o tema da pesquisa, resultando em um portfólio final de 23 artigos. Conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Artigos Scopus com as palavras “Environmental Accounting” e Sustainability

Palavras	Filtros	Nº Artigos Geral
"Environmental Accounting"	Individual	1.474
Sustainability	Individual	329.423
"Environmental Accounting" e "Sustainability"	Combinação palavras-chaves	398
"Environmental Accounting" e "Sustainability"	Business, Management and Accounting	193
Environmental Accounting e "Sustainability"	All Open Access	49
"Environmental Accounting" e "Sustainability"	Leitura Sistemática	23
Portfólio Final		23

Fonte: Resultado da pesquisa (2022).

Após terminar os procedimentos de seleção e constituir o portfólio final de pesquisa, cada artigo foi analisado individualmente, definindo os seguintes tópicos de análises: Autores, revistas, anos das publicações, países das afiliações dos principais autores, citações, palavras-chaves, percentil e *Cite Score*.

Para a selecionar os artigos e reunir alguns dados foi utilizado o programa *Zotero*, e para a análise dos mesmos foram utilizadas as planilhas eletrônicas e estatística descritiva

Para realizar o levantamento dos países das afiliações dos principais autores, foi utilizado o site da *Scopus*, em que os nomes dos mesmos eram pesquisados na aba *Author Search*, e ao procurar, a informação do país era apresentado na coluna *Country/Territory*.

4. RESULTADOS

As análises se iniciam demonstrando o portfólio geral dos artigos conforme a Tabela 2 apresenta o resultado geral das pesquisas de cada termo realizada na base de dados da *Scopus*, sem a aplicação de filtros, foram empregadas as palavras sustentabilidade e “contabilidade ambiental”, de forma individual e combinadas, nessa está evidenciado a linha do tempo que vai de 1970 a 2022 e a quantidade de artigos

publicados juntamente com o percentual em relação ao total de publicações.

Tabela 2 – Portfólio geral dos artigos Artigos Scopus com as palavras-chaves “Environmental Accounting” e Sustainability

Sustainability			"Environmental Accounting"		Sustainability and "Environmental Accounting"	
Ano	Nº Artigos	Percentual	Nº Artigos	Percentual	Nº Artigos	Percentual
2022	42.326	12,85%	94	6,38%	34	8,54%
2021	40.097	12,17%	94	6,38%	29	7,29%
2020	33.081	10,04%	110	7,46%	31	7,79%
2019	27.838	8,45%	87	5,90%	33	8,29%
2018	24.277	7,37%	87	5,90%	29	7,29%
2017	21.092	6,40%	97	6,58%	33	8,29%
2016	17.816	5,41%	48	3,26%	8	2,01%
2015	16.338	4,96%	63	4,27%	19	4,77%
2014	14.693	4,46%	76	5,16%	20	5,03%
2013	13.894	4,22%	91	6,17%	23	5,78%
2012	12.043	3,66%	49	3,32%	17	4,27%
2011	10.698	3,25%	56	3,80%	17	4,27%
2010	9.295	2,82%	52	3,53%	12	3,02%
2009	7.769	2,36%	43	2,92%	7	1,76%
2008	6.454	1,96%	24	1,63%	9	2,26%
2007	5.568	1,69%	43	2,92%	10	2,51%
2006	4.589	1,39%	45	3,05%	13	3,27%
2005	3.876	1,18%	31	2,10%	6	1,51%
2004	2.969	0,90%	23	1,56%	1	0,25%
2003	2.786	0,85%	23	1,56%	6	1,51%
2002	2.050	0,62%	20	1,36%	7	1,76%
2001	1.637	0,50%	35	2,37%	5	1,26%
2000	1.540	0,47%	34	2,31%	7	1,76%
1999	1.278	0,39%	27	1,83%	4	1,01%
1998	1.074	0,33%	16	1,09%	2	0,50%
1997	960	0,29%	20	1,36%	3	0,75%
1996	837	0,25%	15	1,02%	3	0,75%
1995	704	0,21%	19	1,29%	2	0,50%
1994	485	0,15%	18	1,22%	3	0,75%
1993	383	0,12%	13	0,88%	2	0,50%
1992	291	0,09%	7	0,47%	2	0,50%
1991	238	0,07%	6	0,41%	1	0,25%
1990	161	0,05%	3	0,20%	0	0,00%
1989	101	0,03%	2	0,14%	0	0,00%
1988	59	0,02%	0	0,00%	0	0,00%
1987	33	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
1986	27	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
1985	16	0,005%	0	0,00%	0	0,00%

1984	15	0,005%	0	0,00%	0	0,00%
1983	8	0,002%	0	0,00%	0	0,00%
1982	12	0,004%	0	0,00%	0	0,00%
1981	5	0,002%	0	0,00%	0	0,00%
1980	3	0,001%	0	0,00%	0	0,00%
1979	2	0,001%	0	0,00%	0	0,00%
1977	3	0,001%	1	0,07%	0	0,00%
1976	0	0,00%	2	0,14%	0	0,00%
1974	1	0,0003%	0	0,00%	0	0,00%
1970	1	0,0003%	0	0,00%	0	0,00%
TOTAL	329.423	100,00%	1.474	100,00%	398	100,00%

Fonte: Resultado da pesquisa (2022).

Conforme a Tabela 2, pode-se analisar que com o passar do tempo há uma crescente na publicação dos artigos sobre o assunto, pois de acordo com os termos *Sustainability* e *“Environmental Accounting”* utilizados juntos para filtrar os artigos, no ano 2000 o percentual era de 1,76% que são 7 artigos e foi para 3,02% em 2010 representando 12 artigos, ou seja, um crescimento de 1,26% ou 5 artigos, já em 2022 a porcentagem é de 8,54% com 34 artigos, um crescimento de 5,52% ou de 22 artigos se comparado a 2010. Isso sustenta o fato de uma maior preocupação da população com o meio ambiente.

Na Tabela 3, está apresentado as 10 revistas com mais citações e artigos publicados.

Tabela 3 – As 10 revistas com mais citações e quantidade de artigos publicados sobre Contabilidade Ambiental e Sustentabilidade

Revista	Citações	Artigos
Critical Perspectives on Accounting	227	3
Accounting, Auditing & Accountability Journal	170	2
Sustainability Accounting, Management and Policy Journal	130	2
Accounting Forum	118	2
Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review	72	2
Management Accounting Research	182	1
Journal of cleaner production	110	1
International Journal of Professional Business Review	9	1
Management Science Letters	8	1
Accounting and the Public Interest	7	1

Fonte: Resultado da pesquisa (2022).

Segundo a tabela 3, a revista que mais publicou e teve *citações* foi a *Critical Perspectives on Accounting* com 3 artigos e 227 citações, demonstrando uma

preocupação da mesma na área pois seu objetivo é publicar sobre temas relacionados a contabilidade e a sociedade, além de ser referência sobre a contabilidade ambiental e sustentabilidade.

Conforme a Tabela 4 estão apresentadas as 10 revistas com maiores *Cite Score*¹ e o *Percentil*².

Tabela 4 - Ranking das 10 revistas com maiores Cite Score e seu Percentil da Scopus

Revista	Cite Score	Percentil Scopus
Journal of cleaner production	15,8	98%
Accounting, Auditing and Accountability Journal	6,8	98%
Critical Perspectives on Accounting	6,5	96%
Corporate Governance (Bingley)	5,8	90%
Accounting Forum	5,4	90%
Sustainability Accounting, Management and Policy Journal	4,8	81%
Management Accounting Research	4,8	87%
Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review	3,6	76%
International Food and Agribusiness Management Review	2,8	59%
Qualitative Research in Accounting & Management	2,4	56%

Fonte: Resultado da pesquisa (2022).

Segundo a tabela 4, pode-se observar que a revista *Journal of cleaner Production* tem a maior pontuação *Cite Score* da *Scopus* que mede a relação de citações por artigos na base de dados da mesma, sendo de 15,8, além do percentil também ser um dos maiores altos, que está empatado com a *Accounting, Auditing and Accountability Journal* com 98%, sendo assim a *Journal of cleaner Production* é uma revista de grande relevância e uma ótima base para artigos em geral nas suas áreas de publicações. Mas haja-vista que a *Critical Perspectives on Accounting* foi a terceira colocada nessa tabela com um *Cite Score* de 6,5 e *Percentil* de 96%, e confrontando com a tabela 4 a torna uma revista importante dentro das áreas de contabilidade ambiental e sustentabilidade.

Na Tabela 5 estão todos os países das afiliações dos principais autores dos artigos e a quantidade de vezes em que foram encontrados.

¹ O cálculo do CiteScore é baseado no número de citações de documentos (artigos, resenhas, documentos de conferências, capítulos de livros e documentos de dados) por um periódico ao longo de quatro anos, dividido pelo número dos mesmos tipos de documentos indexados no Scopus e publicados naqueles mesmos quatro anos.

² Os percentis facilitam conhecer a porcentagem exata onde posiciona-se a publicação dentro da sua especialidade, assim o percentil 99 indica que a revista está no 1% melhor da base.

Tabela 5 – Os países dos autores principais

Países	Quantidade
Reino Unido	5
México	3
Estados Unidos	2
Nova Zelândia	2
Espanha	2
China	2
Italia	2
Brasil	1
Taiwan	1
Vietnã	1
Indonésia	1
Finlândia	1

Fonte: Resultado da pesquisa (2022).

De acordo com a tabela 5, os dois países mais encontrados foram Reino Unido e México, com 5 e 3 publicações respectivamente, demonstrando em quais países estão os autores que mais publicam sobre o tema.

Na tabela 6 estão as palavras chaves com mais repetições dentre os artigos, com as traduções desses termos na mesma. Na totalidade dos artigos houve 107 palavras-chaves.

Tabela 6 – As palavras-chaves mais encontradas nos artigos

Palavras-Chaves	Tradução	Repetições
Sustainability	Sustentabilidade	10
Environmental accounting	Contabilidade ambiental	9
Sustainability accounting	Contabilidade da Sustentabilidade	3
Accountability	Contabilidade	2
Pluralism	Pluralismo	2
Environmental management accounting	Contabilidade de gestão ambiental	2
Corporate governance	Governança corporativa	2
Decision making	Tomada de decisão	2
Social and environmental accounting	Contabilidade da Sustentabilidade	2

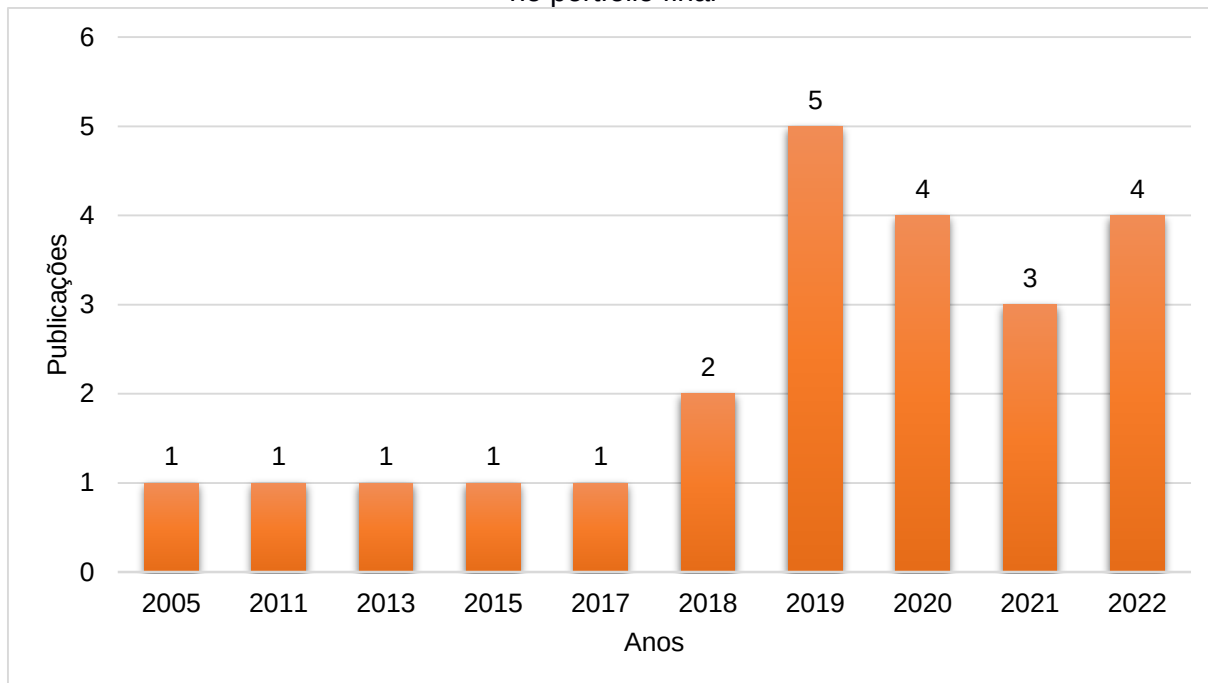
Fonte: Resultado da pesquisa (2022).

Conforme a tabela 6 pode-se verificar que as 3 palavras mais encontradas são *sustainability* com 10 vezes, *environmental accounting* com 9 vezes e *sustainability accounting* com 3 vezes, que significam sustentabilidade, contabilidade ambiental, e contabilidade da sustentabilidade respectivamente, dentre essas, as duas primeiras são as mesmas palavras-chaves que se encontram nesse artigo realizado.

O Gráfico 1 demonstra a evolução das publicações do resultado final, ou seja,

dos 23 artigos selecionados.

Gráfico 1 – Relação da quantidade de artigos publicados e seus respectivos anos, baseado no portfólio final



Fonte: Resultado da pesquisa (2022).

Segundo o gráfico 1, pode-se verificar que com o passar dos anos está acontecendo um crescimento na quantidade de publicações sobre o tema, pois em 2005 aconteceu uma publicação e mais atualmente em 2022 ocorreram 4. Dessa forma, o assunto está se tornando mais relevante com o passar do tempo. Conforme relata Filho (2017, p. 236) “Nos últimos 50 anos, a temperatura global aumentou acentuadamente”, isso acaba gerando desastres naturais e por consequência causa preocupação da população com o meio ambiente, o que é comprovado pelo fato desse crescimento nas publicações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo objetivou analisar as publicações acerca dos temas “contabilidade ambiental” e sustentabilidade por meio de uma análise bibliométrica.

A partir da análise bibliométrica dos artigos indexados na base de dados *Web Scopus* foram selecionados 23 artigos, sendo os autores principais destes artigos de 12 países diferentes, publicados em 18 Jornais, através dos quais pode-se perceber

o crescente interesse dos pesquisadores pela temática contabilidade ambiental e sustentabilidade.

A contabilidade ambiental oportuniza a possibilidade de aplicar de métodos e recursos que favoreçam aos usuários internos e externos a redução dos impactos negativos acometidos ao meio ambiente, bem como proporciona a alteração de situações que envolvem o patrimônio da uma determinada organização, avaliando e calculados tais benefícios em moeda.

A fim de propiciar aspectos de melhoria para as empresas de forma a preservar o meio ambiente, reforçando a importância da sustentabilidade nos dias atuais, bem como, minimizando e contendo os impactos da poluição e promovendo as ações benéficas e lucrativas às empresas, depara-se com uma ampla possibilidade de informações que envolvem a política ambiental, seus projetos e benefícios propiciados pela contabilidade ambiental e pela sustentabilidade, obtendo como resultados da prática ambiental o reflexo em sua atividade econômica e financeira.

Como resultado da pesquisa pode-se observar que a publicações sobre contabilidade ambiental está aumentando a cada ano desde 2005 que foi o ano do primeiro artigo, isso se deve ao fato de que as empresas estão dando uma maior importância aos temas. Para Fernandes (2013, citado por MARTINS, 2018), as empresas utilizam informações contábil ambiental para aumentar o valor da imagem da empresa.

E ainda, recomendam-se para futuras pesquisas que sejam vinculadas mais bases de dados para que se tenha uma maior amplitude de pesquisa, esta pesquisa preenche a lacuna de investigação dos principais artigos publicados que estão diretamente ligados a contabilidade ambiental e sustentabilidade disponíveis na base de dados da *Scopus* identificando os principais autores, revistas, citações, anos de publicação e países relacionados com os temas apresentando no decorrer deste as suas limitações, considerando que em pesquisas futuras é necessário uma maior abrangência, haja vista que a quantidade de artigos relacionados porém a quantidade de artigos em aberto na base de dados é reduzida.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO Vila, Noelia; FRAIZ BREA, Jose Antonio; CARDOSO, Lucília. **Evolución y estado de la investigación en contabilidad ambiental Contabilidad y Negocios.**

Vol. 14, núm. 28, Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. 2019;

BACHA, Maria; SANTOS, Jorgina; SCHAUN, Angela. **Considerações teóricas sobre o conceito de Sustentabilidade**. Disponível em:

<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/31_cons%20teor%20bacha.pdf>.

Acessado em 02 de fevereiro de 2022;

BALIM, Ana; BARRIOS, Anelise. **A (DES)CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE**. Disponível em:

<<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=9c95b619adf1ca8e>>. Acessado em

02 de fevereiro de 2022;

BONATTO, Ariane. **Contabilidade Ambiental: Um Estudo Baseado No Conhecimento Do Contador E Na Aplicabilidade Nas Empresas Metalúrgicas De Caxias Do Sul – RS**. Universidade De Caxias Do Sul. Caxias Do Sul, 2012;

CARVALHO, Gardêmia Maria Braga. **Contabilidade ambiental teoria e pratica**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2011;

COSTA, Bianca. **UM ESTUDO SOBRE A SUSTENTABILIDADE**. Disponível em:

<<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30920/1/MONOGRAFIA%20BIANCA%20ENCADERNA%C3%87%C3%83O.pdf>>Acessado em 02 de fevereiro de 2022;

FEIL, Alexandre André; HABERKAMP, Angela Maria; AZEREDO, Adriano José; ORSO, Tatiane Mileidi; KRONBAUER, Clóvis; HAETINGER, Claus. **Análise Do Nível De Conhecimento Do Profissional Contábil Acerca Da Contabilidade Ambiental E Suas Variáveis Intervenientes**. Revista Ambiente Contábil - UFRN – Natal-RN. V. 9. n. 1, jan./jun. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo. Atlas. 1991;

FILHO, Nelson. **Poluição, aquecimento global e alergia**. Disponível

em:<[\[asbai.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=784&nomeArquivo=v1n2a16.pdf&ano=2017\]\(http://aaai-asbai.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=784&nomeArquivo=v1n2a16.pdf&ano=2017\)>.](http://aaai-</p></div><div data-bbox=)

Acessado em 3 de fevereiro de 2023;

IAQUINTO, Beatriz. **A SUSTENTABILIDADE E SUAS DIMENSÕES**. Disponível em:

<<https://www.revista.esmesc.org.br/re/article/download/187/161/0>>Acessado em 02 de fevereiro de 2022;

LIMA, Karla Priscilla Sales de; CUNHA, Darliane Ribeiro; MOREIRA; Francisco Gilvan Lima; PORTE, Marcelo de Santana. **Contabilidade Ambiental: Um Estudo Sobre A Evidenciação Das Informações Ambientais Nas Demonstrações Contábeis Das Grandes Empresas Brasileiras**. Revista Eletrônica de Administração (Online), v. 11, n.1, edição 20, jan-jun 2012;

MARTINS, Denner Rezende. **A Contabilidade ambiental como veículo no comprometimento da empresa com a sustentabilidade**. 2018. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

MOREIRA, Rafael da Silva; BRITO, Elói Jesus De.; LIMA, Renato Abreu. **A Importância da Contabilidade Ambiental para as Empresas**. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v. 12, n. 1, Jan/Abr, 2020;

SCOPUS. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>>. Acessado em 19 de Dezembro de 2022;

SILVA, Diniz. **Considerações teóricas sobre o conceito de Sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/31_cons%20teor%20bacha.pdf>. Acessado em 02 de fevereiro de 2022.

ANEXO 1

A tabela 7 está evidenciando todos os dados obtidos através das pesquisas realizadas, sendo: títulos dos artigos, palavras-chaves, ano em que foram publicados, autores, revistas, quantidade de citações e os países das afiliações dos principais autores.

Tabela 7 - Resultados obtidos através das pesquisas

Título do Artigo	Palavras-Chaves	Ano de Publicação	Autores	Revista	Citações	Países
Social and environmental accounting, organisational 'change and management accounting: A processual view	Institutions; Management accounting; Organisational change; Processes of change; Profit-seeking; Social and environmental accounting and reporting (SEAR)	2013	CONTRAFATTO, Massimo; BURNS, John	Management Accounting Research	182	Itália
Critical dialogical accountability: From accounting-based accountability to accountability-based accounting	Accountability; Accountability-based accounting; Accounting-based accountability; Agonistics; Critical dialogic accountability; Governance; Pluralism; Social and environmental accountability; Sustainability	2019	DILLARD, Jesse; VINNARI, Eija	Critical Perspectives on Accounting	163	Nova Zelândia
Accounts of nature and the nature of accounts: Critical reflections on environmental accounting and propositions for ecologically informed accounting	Ecological accounts; Environmental accounting; Nature; Pluralism; Sustainability; "Orders of worth" and pragmatic sociology	2017	RUSSELL, Shona; MILNE, Markus J.; DEY, Colin	Accounting, Auditing & Accountability Journal	157	Reino Unido
Environmental management accounting and its effects on carbon management and disclosure quality	Carbon disclosure; Carbon management; Environmental accounting; Environmental management accounting; Sustainability management	2018	QIAN, Wei; HÖRISCH, Jacob; SCHALTEGGER, Stefan	Journal of cleaner production	110	China
An environmentally enlightened accounting	Enabling accounting; Environmental responsibility; Environmental strategy; Sustainability	2005	DILLARD, Jesse; BROWN, Darrell; MARSHALL, R. Scott	Accounting Forum	105	Nova Zelândia
Dynamic capabilities and environmental accounting for the circular economy in businesses	Circular economy; Corporate finance; Dynamic capabilities; Environmental management accounting; Stakeholders	2020	SCARPELLINI, Sabina et al	Sustainability Accounting, Management and Policy Journal	94	Espanha
Peru, mountains and los niños: Dialogic action, accounting and	Activism; Developing country; Dialogics; Mediation; Praxis;	2015	CONTRAFATTO, Massimo; THOMSON,	Critical Perspectives on Accounting	49	Itália

sustainable transformation	Sustainability		Ian; MONK, Elizabeth A			
Sustainability Accounting, Management and Policy Journal's contributions to corporate social responsibility disclosure research: A review and assessment	General reviews; Research; Sustainability disclosure	2019	PATTEN, Dennis M.; SHIN, Hyemi	Sustainability Accounting, Management and Policy Journal	36	Estados Unidos
Constructing new accountants: The role of sustainability education	Education; Social and environmental accounting	2011	CHULIÁN, Manuel Fernández	Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review	35	Espanha
On crisis and emergency: Is it time to rethink long-term environmental accounting?	Crisis; Environmental accounting; Time; Urgency	2022	TREGIDGA, Helen; LAINE, Matias	Critical Perspectives on Accounting	15	Reino Unido
Social and environmental accounting in developing countries: contextual challenges and insights	Context; Contextualisation; Developing countries; Environmental accounting; Social accounting; Sustainability	2021	QIAN, Wei; TILT, Carol; BELAL, Ataur	Accounting, Auditing & Accountability Journal	13	China
The prospects for environmental accounting and accountability in China	accountability; China; ecological civilisation; environmental accounting; episteme change; Sustainability	2019	MARGERISON, John; FAN, Mingyue; BIRKIN, Frank	Accounting Forum	13	Reino Unido
Does environmental cost affect Japanese Firms' performance? [Ocusto ambiental afeta a performance das empresas japonesas?]	Environmental accounting guidelines; Environmental cost; Firm value; Japan; Profitability	2019	NUZULA, Nila et al	International Journal of Professional Business Review	9	Indonésia
Environmental accounting for sustainable development: An empirical study in Vietnam	Environmental accounting application for sustainable development (EAAD); Environmental accounting for sustainable development (EASD); Sustainability accounting	2020	GIANG, N. et al	Management Science Letters	8	Vietnã
Prioritizing sustainability issues: Insights from corporate managers about key decision-makers, reporting models, and stakeholder communications	Capital allocations; Corporate governance; Corporate social responsibility; Social environmental accounting; Sustainability	2020	JOHNSON, Joseph A.; SUTTON, Steve G.; THEIS, Jochen C	Accounting and the Public Interest	7	Estados Unidos
An in-depth look at the status of environmental financial accounting	Competitiveness; Decision making; Sustainability; Environmental	2021	MARTÍNEZ, Saulo Sinforoso; MESA,	Revista Brasileira de Gestão de Negócios	5	México

in Mexico from the point of view of stakeholder theory: Myth or reality?	accounting		Arístides Pelegrin			
Intellectual capital for green accounting in agribusiness	green accounting; intellectual capital; key success factors	2020	LEE, Hsiu-Yu et al	International Food and Agribusiness Management Review	4	Taiwan
Assessment of environmental sustainability indexes of water supply and sewage treatment companies listed on the BM&FBOVESPA	BM&FBOVESPA; Emery; Environmental sustainability; Water supply companies	2018	AGUSTINI, Carlos Alberto Di; GIANNETTI, Biagio Fernando	Gestão & Produção	3	Brasil
Environmental accounting for organizations in Mexico [Contabilidad ambiental para organizaciones en México]	Environment; Environmental accounting; Organizations; Social responsibility; Sustainability	2019	MARTÍNEZ PRATS, G.; ARMENTA RAMÍREZ, A. B.; MAPÉN FRANCO, F. de J	Revista Venezolana de Gerencia	3	México
Environmental water accounting in sustainable companies established in Mexico [Contabilidad ambiental del agua en empresas sustentables establecidas en México]	Accounting; Decision making; Environmental costs of water; Sustainability	2021	SINFOROSO MARTÍNEZ, S.; ÁLVAREZ VELÁZQUEZ, E.; SALAS BENÍTEZ, L	Revista Venezolana de Gerencia	2	México
Accounting for Anticorruption: Where Are the Social and Environmental Accounting Scholars?	Corruption; social and environmental accounting	2022	APOSTOL, Oana.	Social and Environmental Accountability Journal	1	Finlândia
The influence of Power's audit society in environmental and sustainability accounting	Accounting and the Anthropocene; Audit society; Environmental accounting; Sustainability accounting	2022	BEBBINGTON, Jan; LARRINAGA, Carlos	Qualitative Research in Accounting & Management	1	Reino Unido
Drivers of environmental and social sustainability accounting practices in Nigeria: a corporate governance perspective	Corporate governance; Environmental accounting; Industrialisation; Nigerian manufacturing sector; Sustainability accounting; Sustainable development goals (SDGs)	2022	OYEWO, Babajide; TAWIAH, Vincent; HUSSAIN, Syed Tanvir	Corporate Governance (Bingley)	0	Reino Unido

Fonte: Resultado da pesquisa (2022).



AUTORES

Aldo Braghini Junior

Possui graduação em Engenharia Mecânica (1995) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus Bauru, mestrado em Engenharia Mecânica (1998) pela Universidade de São Paulo (USP), Campus São Carlos, doutorado em Engenharia Mecânica (2002) pela Universidade de São Paulo (USP), Campus São Carlos, e pós doutorado (2005) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em processos de fabricação. Atua nos seguintes temas: usinagem (seleção de parâmetros, sustentabilidade do processo de usinagem, ferramentas de corte, acabamento superficial) e desenvolvimento de produto (desenvolvimento de projeto conceitual de produto, desenvolvimento de metodologia para melhoria de produtos e processos de produção), desenvolvimento/melhoria de produtos e processos relacionados a produção de bioenergia). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1542491584454798>. E-mail para contato: aldo@utfpr.edu.br

Alex Guesser

Nascido em Clevelândia, Estado do Paraná, no dia 02 de fevereiro de 2001, "Pesquisador Associado" e acadêmico do curso de Ciências Contábeis na Universidade Federal do Paraná. E-mail: alexguesser75@icloud.com

André Carlos Cruz Copetti

Professor adjunto de irrigação e drenagem da Universidade Federal do Pampa, Doutor em Ciência do Solo, andrecopetti@unipampa.edu.br

Bruno Joaquim Lima

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar (2018), mestre em Engenharia Urbana pelo PPGEU (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana) do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar (2021) e doutorando em Engenharia Urbana também pelo PPGEU-UFSCar. Realiza pesquisas nas áreas de análise espacial e simulação urbana, com foco no uso de City Building Games (CBG) para o planejamento de cidades, especialmente na área de mobilidade urbana. Faz parte do Urbie (Grupo de Inovação e Extensão em Engenharia Urbana),

do PPGEU do DECiv - UFSCar (<https://www.facebook.com/urbie.sc>), levando os conhecimentos técnicos e acadêmicos da universidade para a comunidade. Atualmente coordena o projeto Urbie Maps, que está mapeando o COVID-19 na cidade de Araraquara-SP, em parceria com a Prefeitura.

Caroline Emiliano Santos

Engenheira Sanitarista e Ambiental, mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental com Especialização em Segurança do Trabalho. Atua no Small Farm Hub (Agrotec Norte - INOVA RS) um ambiente de conexões, desenvolvimento e difusão de inovação voltados às pequenas propriedades rurais, por meio de uma estratégia de especialização inteligente. Tem interesses em áreas de agrihubs, sustentabilidade, águas subterrâneas, hidrogeologia e serviços ambientais.

Cátia Viviane Gonçalves

Professora da Universidade do Vale do Taquari - Univates, graduada em Ciências Biológicas Licenciatura Plena - Habil. em Biologia pelo Centro Universitário Univates, Me. em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Cristhian Augusto Bugs

Professor adjunto em matemática da Universidade Federal do Pampa, Doutor em física pela UFSM, cristhianbugs@unipampa.edu.br

Daniel Jadyr Leite Costa

Possui graduação em Engenharia Ambiental pelo Instituto de Ensino Superior COC. Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP) em 2011. Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP (2015). Professor Adjunto II em exercício no Departamento de Ciências Ambientais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos.

Denise Parizotto

Doutoranda e Mestra pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, USP.

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Campus de Frederico Westphalen (Rio Grande do Sul).

Eduarda Pereira de Pereira

Graduanda em Ciências Biológicas (bacharelado), atuação em biologia do solo
eduardapdp2.aluno@unipampa.edu.br

Elias Mathias Sand

Natural de São José dos Pinhais no Paraná. Possui Menção Honrosa pela Olimpíada Brasileira de Matemática de 2016 (OBMEP), Bacharel em Ciências Contábeis pelo Instituto Federal do Paraná Campus Palmas (IFPR) e acadêmico do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação pela mesma faculdade. E-mail: elias.coder1@gmail.com

Everaldo Veres Zahaikevitch

Doutorado em Engenharia da Produção pela UTFPR - Campus de Ponta Grossa - PR. (2022) Mestrado em Engenharia da Produção pela UTFPR - Campus de Ponta Grossa - PR. (2014) Especialização em Gestão Industrial na UTFPR - Ponta Grossa - PR (2011). Especialização em MBA em GERÊNCIA CONTÁBIL, PERÍCIA, AUDITORIA E CONTROLADORIA, pela Faculdade Internacional de Curitiba, Facinter, Curitiba, Brasil (2008), Graduação em CIÊNCIAS CONTÁBEIS pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (2005). Atualmente sou Professor EBTT do curso de Ciências Contábeis - no Instituto Federal do Paraná - IFPR, Campus Palmas -PR. Com experiência na área de Administração, com ênfase em Ciências Contábeis nas seguintes áreas: Contabilidade Geral, Contabilidade Empresarial, Contabilidade Gerencial, Análise das Demonstrações Contábeis, Contabilidade Aplicada ao terceiro setor, Contabilidade Avançada, Contabilidade Aplicada ao Agronegócio, Perícia, Sistemas Contábeis e Teoria da Contabilidade.

Guilherme Fernando Ribeiro

Doutorando em Engenharia de Produção (2024) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa, onde atua na Linha de Pesquisa de Gestão do Conhecimento e Inovação e no Grupo de Pesquisa de Desenvolvimento de Produtos e Processos de Manufatura, com área de concentração em Gestão

Industrial. Possui graduação em Matemática (2012) e Engenharia de Produção Agroindustrial (2015) pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campus Campo Mourão (FECILCAM). É mestre em Engenharia de Produção (2016) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa. Atua principalmente nos seguintes temas: inovação, criatividade, empreendedorismo e fontes de energia renováveis (bioenergia). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3122241592407637>. E-mail para contato: ribeiro.guilherme91@gmail.com

Heloísa Bruxel

Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura e graduanda em Ciências Biológicas Bacharelado pela Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES.

Keli Hepp

Supervisora de Meio Ambiente, graduada em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Me. em Ambiente e Desenvolvimento (UNIVATES) e Especialista em Perícias, Auditorias e Gestão Ambiental pelo IPOG.

Leonardo Leon Leite Moreira

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela PUC-MG. Mestrando em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos. Servidor Público da Prefeitura de Juiz de Fora.

Maurício Schäfer

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2013) e mestrado em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2015), e atualmente é Doutorando em Engenharia de Processos e Tecnologias pela Universidade de Caxias do Sul. Atua como Coordenador do Curso de Engenharia Civil, e Professor dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo das disciplinas de Desempenho das Construções, Materiais da Construção Civil, Construção Civil I e II, da Universidade de Caxias do Sul. Na Pós-Graduação atua junto ao MBA em Construção Civil por meio das disciplinas de Utilização e Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, e na Especialização em

Conservação Arquitetônica: Diagnóstico e Intervenção, através da disciplina de Manifestações Patológicas em Edificações: avaliação, recuperação e restauro. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: projetos, execução, manifestações patológica, argamassa de revestimento, aderência, fissuração, concretos especiais, adições minerais, elevadas temperaturas e em materiais inovadores e sustentáveis e suas aplicações.

Olivia Gomes Veronese

Graduanda em Engenharia Florestal, atuação em Silvicultura.
oliviaveronese.aluno@unipampa.edu.br

Paulo Roberto Bairros da Silva

Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela USP, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela UTFPR, Especialista em Educação Ambiental pela UFSM, Licenciado e Física pela UFSM e Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental na UFSM.

Pedro da Silva Santiago

Graduando em bacharelado em Ciência da Computação, atuação em Desenvolvimento Web Full-stack, pedrossantiago1@gmail.com

Pedro Lima Corçaque

Graduando em Engenharia de Automação, atuação em robótica
pedrollcorc@gmail.com

Rafael Augusto de Oliveira

Sem biografia disponível.

Ricardo Ângelo Roman

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Caxias do Sul (2022). Como profissional atua na área de projetos, execução e avaliação de edificações.

Vinício Cecconello

Professor da Universidade de Caxias do Sul (UCS), atuado na coordenação do curso de Engenharia Civil do Campus Sede - Caxias do Sul e como professor nos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, na Pós Graduação em Construção Civil e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais (PPGECAM/UCS). Graduado em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2010), com Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2013), atualmente é Doutorando em Engenharia de Processos e Tecnologias pela Universidade de Caxias do Sul. Como profissional atua na área de projeto, execução, manutenção e avaliação de edificações. Possui experiência nas áreas de Materiais de Construção Civil, Processos Construtivos, Manifestações Patológicas em Edificações, Concretos e Argamassas Especiais.

ISBN 978-655492035-3



9 786554 920353

