



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Governador Eduardo Leite

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO
Secretária Danielle Calazans

SUBSECRETARIA DE PLANEJAMENTO
Secretária Carolina Mór Scarparo

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO GOVERNAMENTAL
Diretor Henrique Gomes Acosta

DIVISÃO DE GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA
Chefe de Divisão Dionisio Saccòl Sangoi

Comissão Editorial

Fernando Dreissig de Moraes - SPGG/RS
Dionisio Saccòl Sangoi - SPGG/RS

Conselho Editorial

Aldomar Arnaldo Rückert - UFRGS
Antonio David Cattani - UFRGS
Antonio Paulo Cargnin - GVG/RS
Christine Silva Schroeder - UFCSPA
Dakir Larara Machado da Silva - UFRGS
Iván G. Peyré Tartaruga - U.Porto, Portugal
Jacqueline Angélica Hernández Haffner - UFRGS
Lucas Manassi Panitz - UFRGS

Meri Lourdes Bezzi - UFSM
Pedro Silveira Bandeira - UFRGS
Roberto Verдум - UFRGS
Rozalia Brandão Torres - UCS
Sérgio Luís Allebrandt - UNIJUÍ
Silvana Cecilia Carrizo - UNICEN, Argentina
Virginia Elisabeta Etges - UNISC

Comitê Científico

Adriana Dorfman- UFRGS
Adriano Luís Heck Simon - UFPEL
Alberto Marcos Nogueira - SPGG/RS
Alejandro Fabián Schweitzer - UNPA, Argentina
Alex Marighetti - UNESP
Ana Maria de Aveline Bertê- SPGG/RS
Anelise Graciele Rambo - UFRGS
Bárbara Maria Giacom Ribeiro - UFSM
Bruno de Oliveira Lemos – SPGG/RS
Camila Bertoletti Carpenedo - UFPR
Camila Xavier Nunes - UFBA
Carla Giane Soares da Cunha- SPGG/RS
Carlos Felipe Christmann Stoll - SPGG/RS
Carmen Juçara da Silva Nunes - SPGG/RS
Carmen Rejane Flores Wizniewsky - UFSM
César Augusto Ferrari Martinez - UFPEL
Cesar De David - UFSM
Claudio Marcus Schmitz - Min. da Economia, Brasil
Clódis de Oliveira Andrade Filho - UFRGS
Daniel Mallmann Vallerius - UFT
Débora Pinto Martins - UFPEL
Dionisio Saccòl Sangoi - SPGG/RS
Eduardo Schiavone Cardoso - UFSM
Ely José de Mattos - PUCRS
Erika Collischonn - UFPEL
Evelin Cunha Biondo - Col. Aplicação- UFRGS
Éverton de Moraes Kozenieski - UFFS
Fabio Correa Alves – INPE
Felipe Nievinski - UFRGS
Fernando Comerlatto Scottá - SEMA/RS
Gabriela Coelho-de-Souza - UFRGS
Gabrielli Teresa Gadens Marcon - UERGS
Giovana Mendes Oliveira - UFPEL
Heleniza Ávila Campos - UFRGS
Herbert Klarmann - SPGG/RS

Isabel Cristiane Rekowsky - SPGG/RS
Ivanira Falcade - UCS
João Luiz Nicolodi - FURG
Juçara Spinelli - UFFS
Juliana Cristina Franz - UFSM
Juliana Feliciati Hoffmann - SPGG/RS
Kátia Kellem da Rosa - UFRGS
Lauren Lewis Xerxenevsky - SPGG/RS
Laurindo Antonio Guasselli- UFRGS
Lilian Maria Waquil Ferraro - FEPAM/RS
Luciana Dal Forno Gianluppi- SPGG/RS
Luciane Rodrigues de Bitencourt - UPF
Lucimar de Fátima Santos Vieira - UFRGS
Luis Eduardo de Souza Robaina - UFSM
Luiz Felipe Velho - IFRS
Mariana Lisboa Pessoa - SPGG/RS
Marilene Dias Bandeira - SPGG/RS
Marlise Amália Reinehr Dal Forno - UFRGS
Maurício Meurer – UFPEL
Mery Stefani Leivas Pereira - SPGG/RS
Moisés Ortemar Rehbein - UFPEL
Nathaly Xavier Schutz - UNIPAMPA
Nina Simone Vilaverde Moura - UFRGS
Pedro Tonon Zuanazzi - SPGG/RS
Rafael Lacerda Martins - ULBRA
Rafael Zílio Fernandes - UFOPA
Rejane Maria Alievi, UNISC
Rosanne Lipp João Heidrich- SPGG/RS
Siclério Ahlert - UFPEL
Sidnei Luís Bohn Gass - UNIPAMPA
Tanise Dias Freitas - UFRGS
Tarson Núñez - SEDAC/RS
Theo Soares de Lima - UFRGS
Tiaraju Salini Duarte - UFPEL
Viviana Aguilar Muñoz - INPE



Publicação da Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Rio Grande do Sul (SPGG/RS)

ISSN 2446-7251

Hospedada no Portal de Revistas da SPGG: revistas.planejamento.rs.gov.br

Av. Borges de Medeiros, 1501/20º andar, Bairro Praia de Belas

Porto Alegre – RS

CEP: 90119-900

Telefone: +55 51 32881490

E-mail: boletim-geografico@planejamento.rs.gov.br

facebook.com/BoletimGeograficoRS

Indexadores e bases bibliográficas:

BASE, Diadorim, Directory of Open Access Journals, Google Scholar, Latindex, LivRe, Miguilim, Oasisbr, Open Academic Journals Index, REDIB, Sumários

Qualis Periódicos:

A3 (2017-2020)

* Os dados, ideias, opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos publicados, bem como a exatidão das referências, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es), não expressando necessariamente a opinião da SPGG/RS.

Arte da capa elaborada por Laurie Cunha a partir de fotografia disponível para uso livre, sob licença Creative Commons, no seguinte endereço: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ponte_Ernesto_Dornelles.jpg

Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul / Secretaria de
Planejamento, Governança e Gestão - RS. – Ano 1, n. 1 (1955)-
. Porto Alegre : Secretaria de Planejamento, Governança e
Gestão, 1955- .
v. : il.
Semestral.
ISSN 2446-7251

1. Geografia – Periódico – Rio Grande do Sul. I. Rio Grande do
Sul. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão.

CDU 91(05)

Bibliotecária responsável: Tamini Farias Nicoletti – CRB 10/2076

ÍNDICE

EDITORIAL..... p.6

ARTIGOS

ANÁLISE DAS RESTRIÇÕES AMBIENTAIS ENVOLVENDO O USO DA TERRA, A HIDROGRAFIA E OS ATRIBUTOS DO RELEVO NA REGIÃO DA QUARTA COLÔNIA-RIO GRANDE DO SUL COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS - *Gerson Jonas Schirmer, Luis Eduardo De Souza Robaina, Romário Trentin.....* p. 9

FATORES DE RISCO E A TRANSMISSÃO DE DOENÇAS NA RMPA A PARTIR DA CARTOGRAFIA DA SAÚDE - *Tamires Lenhart, Andriele da Silva Panosso, Luciana Inês Gomes Miron.....* p. 33

GOOGLE EARTH ENGINE: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA - *Eléia Righi, Pâmela Boelter Herrmann, Francisco da Silva Costa, Clódis de Oliveira Andrade Filho.....* p. 62

PAISAGEM URBANA APÓS INUNDAÇÕES DE SETEMBRO E NOVEMBRO DE 2023 NO MUNICÍPIO DE ROCA SALES, RIO GRANDE DO SUL - *Douglas Bouvier Erthal.....* p. 78

ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA PAINEL DAS ÁGUAS PARA FACILITAR A GESTÃO DE INFORMAÇÕES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI-ANTAS/RS - *Valesca Costantin, Marcia dos Santos Ramos Berreta, Guilherme Camargo.....* p. 102

EDITORIAL

Antes de apresentar a presente edição, a Comissão Editorial tem a satisfação em anunciar que o Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul foi reconhecido como uma **publicação diamante** pelo Portal Miguilim, que é uma iniciativa organizada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) para agregar informações sobre as revistas científicas editadas e publicadas no Brasil. Essa distinção é uma forma criada para evidenciar publicações que tenham se destacado no cumprimento de critérios editoriais.

A 43^a edição do Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul é composta por cinco artigos, que são apresentados a seguir:

O primeiro trabalho, denominado **Análise das restrições ambientais envolvendo o uso da terra, a hidrografia e os atributos do relevo na região da Quarta Colônia-Rio Grande do Sul com o uso de geotecnologias**, tem a autoria de Gerson Jonas Schirmer, Luis Eduardo De Souza Robaina e Romário Trentin. A utilização de geotecnologias permitiu realizar diversos cruzamentos entre estes elementos e analisar as restrições ambientais e a organização espacial do uso e ocupação da terra nessa região, que é um recorte espacial formado por nove municípios no Centro Ocidental do Rio Grande do Sul.

Tamires Lenhart, Andriele da Silva Panosso e Luciana Inês Gomes Miron são as autoras de **Fatores de risco e a transmissão de doenças na RMPA a partir da cartografia da saúde**. O trabalho analisa quais agentes aumentam a probabilidade de transmissão e disseminação de doenças infecciosas e parasitárias. Para isso, foram utilizados dados secundários do Datasus e do IBGE a fim de analisar as características do ambiente urbano nos municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre. A expressão e análise dos indicadores de doenças foi exposta a partir de diversos mapas que apresentam os fatores de risco a partir de dados demográficos georreferenciados.

Em **Google Earth Engine: uma análise bibliométrica da produção científica**, Eléia Righi, Pâmela Boelter Herrmann, Francisco da Silva Costa e Clódis de Oliveira Andrade Filho realizam um apanhado de publicações sobre o tema no portal Periódicos CAPES entre os anos de 2011 a 2023 a partir do método bibliográfico de organização e busca. Com isso, foi possível executar uma análise bibliométrica da produção científica acerca dessa temática.

Douglas Bouvier Erthal apresenta o trabalho **Paisagem urbana após inundações de setembro e novembro de 2023 no município de Roca Sales, Rio Grande do Sul**. Com o auxílio

de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o autor analisa as transformações na paisagem urbana do município, profundamente marcada por diversos problemas decorrentes destes eventos extremos, como danos estruturais em ruas, calçadas, redes de esgoto e drenagem, represamento de cursos d'água, demonstrando através de registros fotográficos realizados em trabalho de campo.

Por fim, Valesca Costantin, Marcia dos Santos Ramos Berreta e Guilherme Camargo apresentam o artigo **Elaboração da ferramenta Painel das Águas para facilitar a gestão de informações hídricas na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas/RS**. Através de um *dashboard* que simplifica informações extraídas de diversas plataformas digitais federais, estaduais e municipais, os autores acreditam que as gestões públicas podem tomar decisões mais assertivas e estratégicas em termos de recursos hídricos.

Desejamos uma boa leitura!

7

Comissão Editorial do Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul
Inverno de 2024

ARTIGOS

ANÁLISE DAS RESTRIÇÕES AMBIENTAIS ENVOLVENDO O USO DA TERRA, A HIDROGRAFIA E OS ATRIBUTOS DO RELEVO NA REGIÃO DA QUARTA COLÔNIA-RIO GRANDE DO SUL COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS

Gerson Jonas Schirmer

Doutor em Geografia

Professor Adjunto da UFSM-CS

E-mail: geogersonjs@gmail.com

Luis Eduardo De Souza Robaina

Doutor em Geociência

Professor da UFSM

E-mail: lesrobaina@yahoo.com.br

Romário Trentin

Doutor em Geografia

Professor da UFSM

E-mail: tocogeo@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma análise das restrições ambientais existentes na relação entre o uso da terra com a hidrografia e o relevo da região da Quarta Colônia - RS. Com o auxílio de geotecnologias foi possível realizar diversos cruzamentos entre estes elementos e analisar as restrições ambientais e a organização espacial do uso e ocupação da terra dessa região. Pode-se perceber que os tipos de uso e ocupação possuem fortes relações com estes elementos, sendo que em alguns casos sofre influência destes e em outros casos gera conflitos ambientais, nos locais onde não são respeitadas as limitações naturais impostas pelo meio. A declividade tem forte influência sobre os tipos de uso e ocupação da terra, nas porções com menores declividades o uso da terra é mais intenso, já nas áreas com declividades mais acentuadas, acima de 30%, prevalece a manutenção da vegetação. A agricultura gera conflitos ambientais, principalmente com cortes rasos em porções de encosta na qual influencia e é influenciada pela hidrografia, principalmente, onde não respeita os limites das matas ciliares.

PALAVRAS CHAVE: Geotecnologias, Análise, Relevo, Hidrografia.

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL RESTRICTIONS INVOLVING LAND USE, HYDROGRAPHY AND RELIEF ATTRIBUTES IN THE REGION OF QUARTA COLÔNIA-RIO GRANDE DO SUL WITH THE USE OF GEOTECHNOLOGIES

ABSTRACT

This paper presents an analysis of existing environmental restrictions in the relationship between land use with hydrography and relief of the Quarta Colônia-RS region. With the help of geotechnology was possible to perform various crosses between these elements and analyze the environmental restrictions and the spatial organization of land use and occupation of the region. One can see that the types of use and occupation have strong relationships with these elements, and in some cases suffer influence of these and other cases generates environmental conflicts, in places where they are not subject to the natural limitations imposed by the environment. The slope has a strong influence on the kinds of use and occupation of land in portions with smaller slope land use is more intense, since in areas with steep slopes above 30%, the prevailing maintenance of vegetation. The agriculture

generate environmental conflicts, especially with shallow cuts in the slope portions in which influences and is influenced by hydrography, especially where outside the limits of riparian forests.

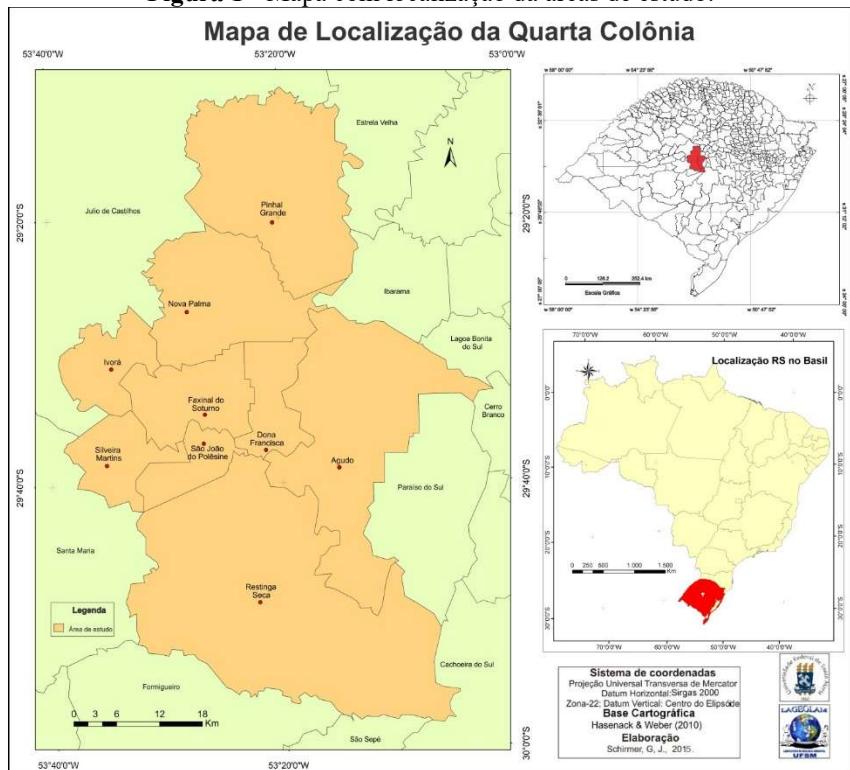
KEYWORDS: Geotecnogies, analysis, Relief, Hydrography, Quarta Colônia.

INTRODUÇÃO

Diante das alterações ambientais vivenciadas até o presente século nota-se, cada vez mais, que não se pode pensar no espaço de forma fragmentada. Compreender que as mudanças ambientais além de terem sua origem natural, também são influenciadas pela ação antrópica, é um fato importante na análise dos elementos que compõem a paisagem. O cruzamento e ordenamento lógico de informações geográficas tem se tornado cada vez mais possível com utilização de novas tecnologias.

Nesse sentido, este trabalho objetiva apresentar e discutir a relação dos atributos do relevo, hidrografia e do usos da terra, principalmente no que tange a restrições ambientais entre esses na região da Quarta Colônia-RS, região essa delimitada pelo CONDESUS, composta por 9 municípios (Figura 1), localizados na região Centro Ocidental do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura 1 - Mapa com localização da áreas de estudo.



Fonte: Autor.

PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

A Ciência geográfica oferece através de ferramentas disponibilizadas pelas geotecnologias, como a cartografia digital, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, ações passíveis de desenvolvimento desse trabalho. Nesse sentido temos a contribuição de Buzai, 2000, p.20:

...computacionales, y recién iniciados los othenta aparece La primera reflexión sobre su rol em La cartografía, a su consideracion como 'revolucion tecnológica' que traerá um notable impacto a partir de La automatizacion de las tareas geográficas (Buzai, 2000).

A utilização de imagens oriundas do sensoriamento remoto vem sendo cada vez mais intensificada, pois, se tem apresentado como um sistema de aquisição de dados eficiente e de alta confiabilidade, permitindo, por exemplo, a incorporação de novas visões da realidade ambiental.

De forma geral, Sensoriamento Remoto, conforme Novo (2008), pode ser definido como sendo a tecnologia que permite a aquisição de dados sobre objetos sem contato físico com eles. Para que esses dados sejam adquiridos, é necessária a utilização de sensores, que de acordo com Florenzano (2002), são equipamentos capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações.

As imagens de satélite são ideais para o mapeamento dos usos da terra, uma vez que as diferentes formas de utilização da superfície terrestre refletem a energia solar de forma diferenciada. Em se tratando das técnicas de classificação de imagens orbitais, Meneses (2004), considera que é o processo de associar os *pixels* de um conjunto de bandas de uma imagem a um número finito de classes individuais que representem os objetos do mundo real com base nos seus valores digitais.

As técnicas de classificação podem ser definidas a partir do grau de intervenção do analista. Na atualidade as técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento têm se tornado indispensáveis na elaboração de trabalhos na área ambiental porque permitem a visualização de vários temas em uma única visualização, sendo possível a integração ou o cruzamento desses em um único mapa. Nessa perspectiva destaca-se Florenzano (2008), que aponta o crescente uso de sistemas de informação geográficas (SIGs) nas questões ambientais.

Destaca-se que a partir dos SIGs foi possível aprofundar os estudos sobre a paisagem. Nesse aspecto este artigo destaca a relação entre o relevo e da hidrografia com o uso da terra, importantes elementos da paisagem. O relevo exerce papel fundamental em muitas situações cotidianas, dentre as

quais: assentar moradia, determinar melhores caminhos de locomoção ou estabelecer os limites dos seus domínios (Marques, 2009).

Suertegaray (2002), destaca que o relevo, por ser constituinte da paisagem geográfica, deve ser entendido como um recurso natural indispensável para uma gestão ambiental adequada. Desse modo, estabelece-se como um importante parâmetro a ser analisado.

Segundo Ross (2009), as formas de relevo podem facilitar ou dificultar os processos de ocupação das terras, de arranjo dos espaços territoriais e da produção. A concepção do autor se fortalece quando se refere, principalmente, ao uso agrícola dos solos, que se dá preferencialmente em áreas mais planas e baixas. Entretanto, com o avanço tecnológico/científico e a necessidade de se expandir o espaço de produção, áreas com elevadas declividades e altitudes tem sido abarcadas pelas atividades do homem.

Cabe destacar ainda a importância da rede de drenagem que possui forte relação com o uso da terra. As atividades econômicas acabam por gerar a retirada da vegetação natural, expondo o solo a possíveis processos erosivos intensificados pela ação do escoamento superficial, carreando para os cursos de drenagem, sedimentos, detritos orgânicos e inorgânicos que interferem na qualidade da água e ainda podem assorear os cursos d'água (Netto et al, 2011). De acordo com Guerra e Cunha (1996), a hidrografia representa um papel relevante e pressupõe a participação integrada dos diferentes agentes para que haja desenvolvimento e sustentabilidade ambiental na administração, principalmente da água e das florestas nativas.

Essas integrações permitem que o intérprete reconheça áreas homogêneas, quanto a fragilidades e aptidões ambientais dentro dos limites de estudo. Além disso, facilita a interpretação e discussões a respeito da configuração espacial resultante.

METODOLOGIA

Informações sobre hidrografia, estradas, curvas de nível e manchas urbanas foram obtidas através dos arquivos no formato Shapefile do banco de dados do Rio Grande do Sul (1:50.000) (Hasenack, e Weber, 2010). Para o levantamento de informações socioeconômicas e históricas de ocupação foram buscados dados de órgãos oficiais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA), Fundação de Economia e Estatística (FEE) e Empresa da Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER).

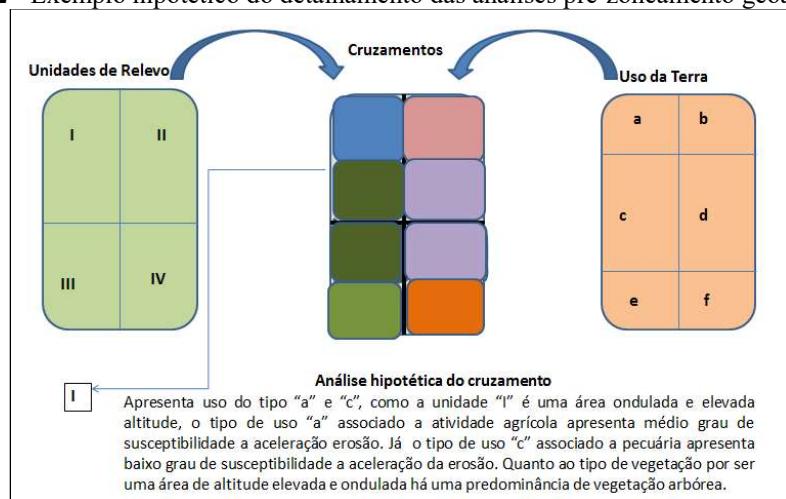
Para a confecção do mapa de uso da terra utilizou-se como base de recobrimento da área, a imagem orbital do sensor "Thematic Mapper" do LANDSAT-5, bandas 543(R, G, B) de composição

colorida, com 30 metros de resolução espacial, Órbita-Ponto 222/80 e 222/81, de 09 de setembro de 2014. Essas imagens foram adquiridas através do catálogo de imagens da Nasa no site: <http://glovis.usgs.gov/>. O processamento digital de imagem e realização do mapa de uso da terra foi utilizado o Software Spring 4.3, devido ao bom resultado apresentado para este tipo de operação.

De posse das informações base realizou-se o cruzamento dos mapas com atributos do relevo e da hidrografia com o uso da terra. Esta etapa metodológica traz o detalhamento de informações que são a base para se conseguir analisar os processos de dinâmica superficial.

A seguir tem-se a Figura 2, um esboço de como aconteceram essas análises.

Figura 2 - Exemplo hipotético do detalhamento das análises pré-zoneamento geoambiental.



Fonte: autor.

Neste artigo, para análise da relação existente entre o uso da terra e a hidrografia da Quarta Colônia, optou-se pela sobreposição da rede de hidrográfica sobre os usos da terra. Nas análises as drenagens foram divididas em áreas de nascentes, áreas de inundação e drenagens em áreas de alta declividade, buscando sempre verificar as restrições ambientais existentes nestas áreas.

RELAÇÃO USO DA TERRA/HIDROGRAFIA

A rede hidrográfica de uma determinada região possui forte relação com os usos da terra, pois a carência de água pode ser um dos fatores limitantes para o desenvolvimento de atividades econômicas. Porém, o excesso de água pode atrapalhar o desenvolvimento de algumas atividades. As categorias de análise são: água (composto por rios, arroios, lagos e açudes); Lavouras (composto por cultivos de soja, arroz, tabaco e milho, principalmente); urbano (composto pelos perímetros urbanos

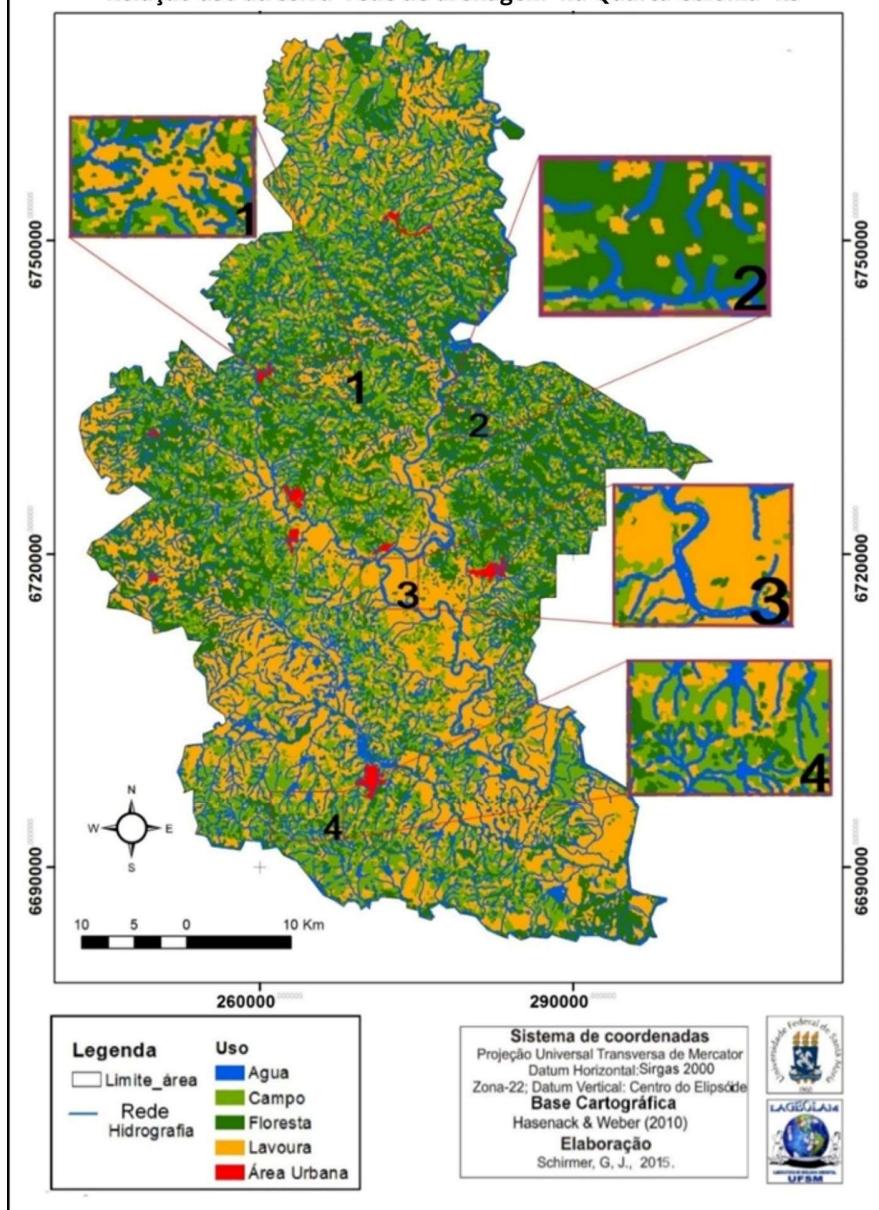
existentes na região); Floresta (composto por áreas com vegetação superior a 2 metros de altura); e campos (composto por áreas com pastagens, potreiros e vegetação rasteira)

Na interpretação desta sobreposição percebeu-se 4 principais casos a destacar. Estes casos são relacionados a presença de água e a capacidade de drenagem da rede hidrográfica, visando garantir condições favoráveis de aeração, possibilitando assim o desenvolvimento adequado de culturas. Uma das questões mais problemáticas abordada é a relação de conflito ambiental existente entre o uso da terra com lavouras e as nascentes de água (Figura 3).

A área 1, onde ocorrem nascentes e pequenos canais fluviais, apresenta uma vegetação natural muito degradada. Estas áreas são facilmente drenadas, pois estão em uma altitude elevada e os canais da rede hidrográfica servem como canais de drenagem superficial, principalmente no inverno. Configura uma área onde predominam declividades que tendem a tornar-se acentuadas ao longo dos cursos d'água e agrava-se o conflito ambiental com a ausência de mata ciliar acelerando os processos erosivos.

Figura 3 - Sobreposição da rede de drenagem com o uso da terra.

Relação uso da terra -rede de drenagem na Quarta Colônia -RS



Fonte: autor.

A área 2, em destaque no mapa, tem-se significativa presença de vegetação arbórea próximo da rede de drenagem. Isto acontece por estes canais encontrarem-se em declividades acentuadas e dessa maneira as atividades agrícolas são restritas. Um dos fatores que restringe o uso é a rapidez excessiva em que acontece o escoamento superficial, que desencadeia processos erosivos. Além disso, os canais dessas áreas possuem alta energia o que gera restrições ambientais tanto para atividades agrícolas quanto para construção de moradias, pois pode desencadear problemas quando ocorre enxurrada.

Na área 3, partiu-se da observação dos usos existentes no entorno dos rios em áreas planas e de baixa altitude, onde as atividades agrícolas são intensas, predominantemente com cultivo de arroz. Nesta área pode-se visualizar restrições ambientais pela ausência de mata ciliar próxima aos canais dos rios. Já o desenvolvimento do cultivo do arroz está diretamente relacionado à hidrografia local, pois esta proporciona a disponibilidade de água para a irrigação dessas lavouras, baixa capacidade de drenagem do solo e a fertilidade do solo com materiais provenientes do Rebordo do Planalto Sul Rio-Grandense em períodos de cheia. Quanto às restrições ambientais que estes canais geram, destacam-se os problemas de inundação em períodos de cheia.

A área 4, onde tem-se nascentes em áreas de baixa altitude e colinosa. A característica da rede hidrográfica nessa área está relacionada à alta capacidade de drenagem superficial, porém baixa capacidade de drenagem subsuperficial por estar muito próxima do nível do lençol freático. Esta característica configura uma restrição ambiental que dificulta a atividade de cultivos irrigados de verão como o arroz por não conseguir manter a água superficial e de culturas de inverno como o trigo pela baixa capacidade de drenagem sub-superficial. Dessa maneira, predomina a classe de uso com campo, onde se desenvolve a pecuária.

RELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS DO RELEVO E O USO DA TERRA

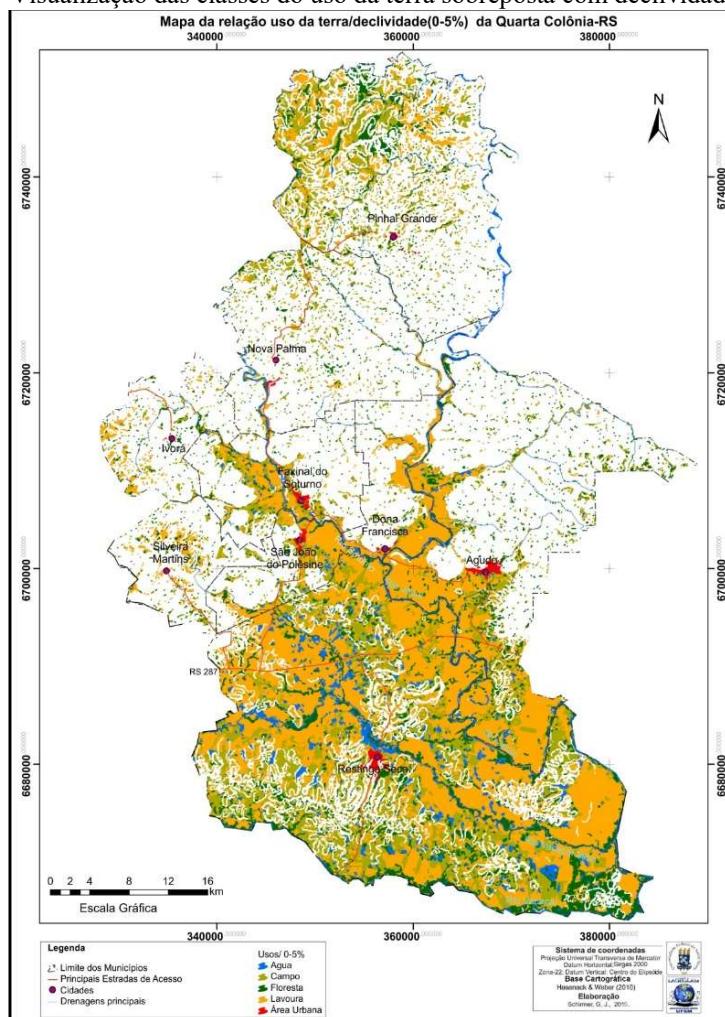
Dos atributos que compõem o relevo, a declividade é um dos mais importantes a ser analisado, pela sua grande influência sobre o desenvolvimento de atividades antrópicas. Por este motivo optou-se por realizar análises relacionando com os usos separadamente das unidades de relevo. A declividade serve como um forte indicativo de restrição da ocupação na região de estudo, bem como uma forma de análise dos resultados dos dados obtidos com o processamento digital de imagem.

Através da realização de cruzamentos foi possível interpretar com maior facilidade qual a relação existente entre o uso e ocupação com a declividade na área de estudo. Percebeu-se de uma forma geral que os usos agrícolas e intervalos de 0-15% estão mais concentrados na região sul e no extremo norte da área de estudo e a classe vegetação e intervalos acima de 30% estão concentrados na região central da área de estudo.

A restrição ambiental imposta por este intervalo está relacionada ao baixo escoamento superficial que diminui a drenagem do solo dificultando o cultivo de algumas culturas como feijão, mandioca, batata entre outros que não suportam umidade excessiva no solo. No entanto tem-se um destaque para o cultivo do arroz, que necessita de área plana para ser cultivado. Além disso, os

resultados obtidos com a classificação e os demais usos são condizentes com a realidade do relevo local, como pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 - Visualização das classes do uso da terra sobreposta com declividades de 0-5%.



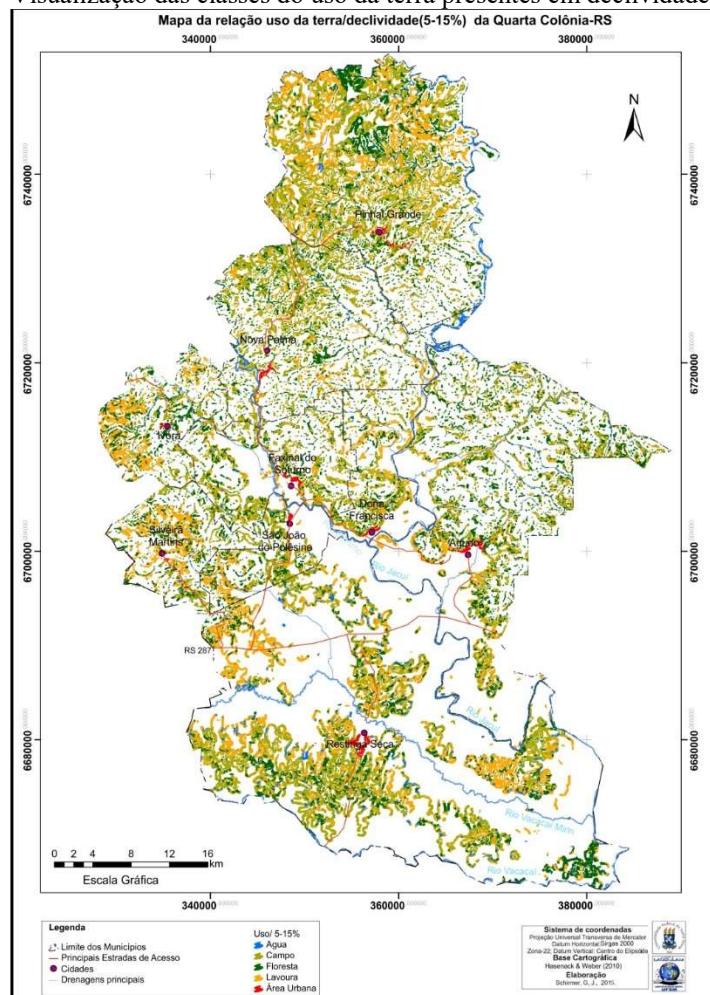
Fonte: autor.

Na interpretação dos resultados da relação entre as declividades menores que 5%, encontrou-se uma área de 1187 km², representando 40% do total da área de estudo. Foi possível perceber que existe uma maior concentração de lavouras e campos, 644km² e 323 km², respectivamente. É nessa declividade também que se tem a maior presença de água e área urbana com 66km² e 8 km², respectivamente. As áreas de floresta nesta declividade enfrentam restrições ambientais com os usos, porém mesmo assim apresenta 146 km².

No intervalo de 5-15%, (figura 5), a relação com o uso e ocupação houve uma diminuição significativa na área em relação a anterior, para 696 km², aproximadamente 33% da área total de estudo. As lavouras, área urbana e a água tiveram grande redução, sendo que neste intervalo

apresentam, 210 km², 5 km² e 15 km², respectivamente. Já a área de campo e de vegetação arbórea teve pouca variabilidade, isso se dá principalmente pela atividade agrícola nessa área ser intensa, neste intervalo apresentaram respectivamente, 292 km² e 172 km².

Figura 5 - Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 5-15%.



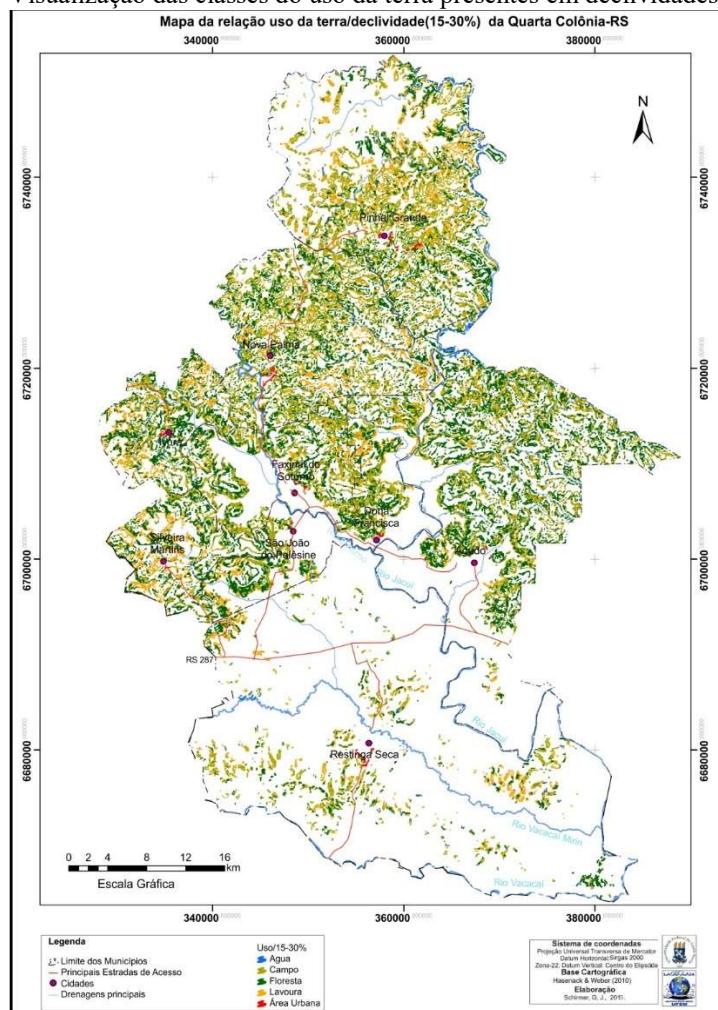
Fonte: autor

Neste intervalo está presente o Sistema de Colinas. No que diz respeito às restrições ambientais impostas por este intervalo, tem-se a intensificação dos processos erosivos. Quanto às potencialidades desse intervalo, dizem respeito à boa drenagem do solo e a possibilidade de utilização de maquinários. O uso agrícola de maior área ocupada, nessa porção, dá-se, principalmente, com cultivo de soja, milho e trigo.

O intervalo de 15-30% (Figura 6), apresenta 513 km², aproximadamente 17,5% da área total de estudo. Começa a haver variação nas áreas das diferentes classes de uso. Ocorre um significativo aumento na área com vegetação arbórea para 231 km², aproximadamente 45% deste intervalo. Há

pouca variação de área em relação ao intervalo anterior, nas áreas de campo com 185 km². Já se tem, neste intervalo, significativa redução nas áreas urbanas e lavouras com 1,6km² e 92 km².

Figura 6 - Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 15-30%.



Fonte: autor

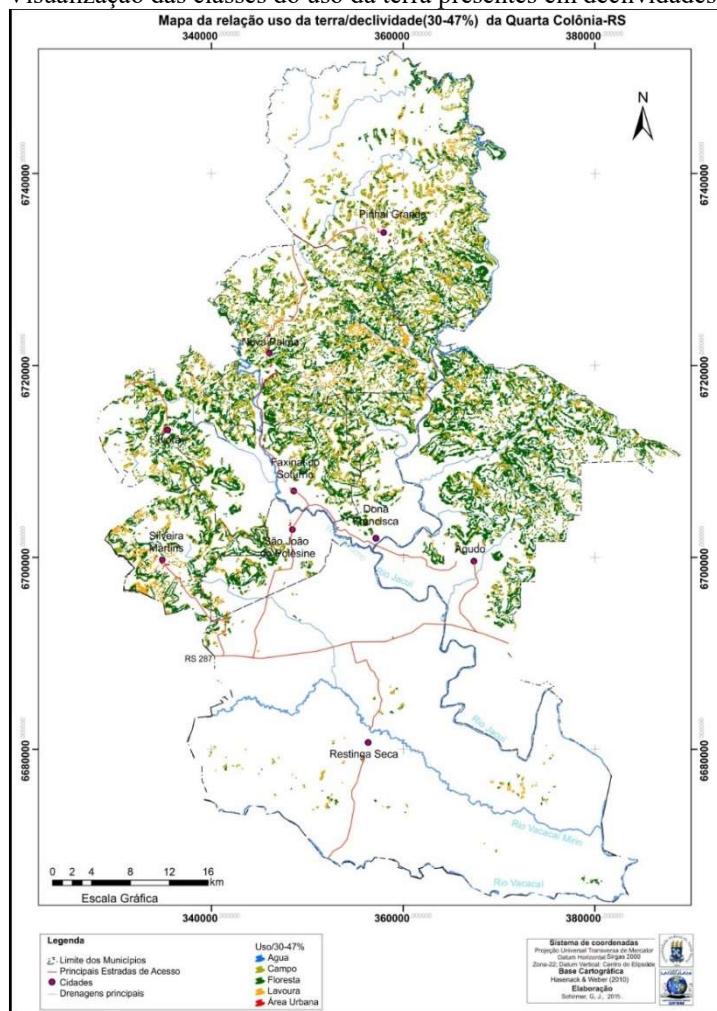
Encontrou-se a presença de água neste intervalo, porém esta classe só se faz presente, bem como em intervalos de declividade superiores, porque nos últimos anos teve-se modificação na paisagem, como é o caso da construção da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca e de outras barragens em Nova Palma para geração de energia. Além disso, construção de barragens, principalmente, no município de Restinga Seca, para irrigação de lavouras de Arroz. Isto resultou na presença de uma área de 5 km² de água neste intervalo.

As restrições ambientais impostas por este intervalo estão relacionadas ao aumento de declividade, onde os processos de dinâmica superficial começam acentuar-se naturalmente, podendo

ocorrer formação de ravinhas e voçorocas. Quanto às potencialidades, possibilita o desenvolvimento da agricultura familiar em pequenas propriedades, além da manutenção da vegetação nativa.

O intervalo de 30-47% de declividade (Figura 7), ocorre significativa redução da área de lavoura e de campo, 37 km² e 80 km² respectivamente, devido às condições de relevo não serem propícias para atividades agropecuárias.

Figura 7 - Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 30-47%.



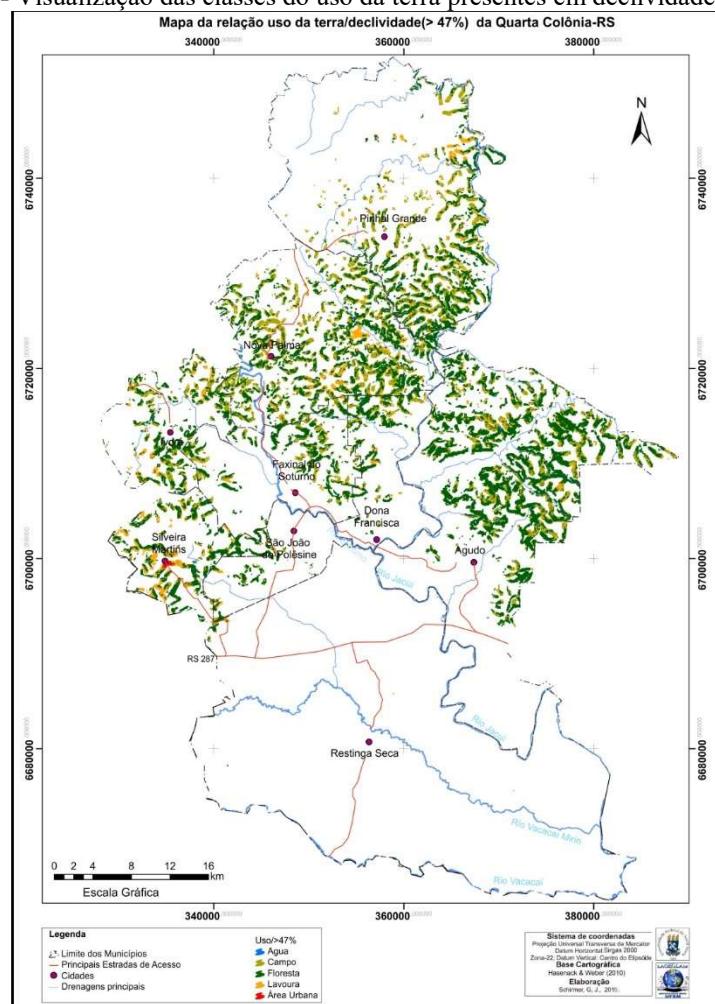
Fonte: autor.

No que diz respeito as restrições ambientais, estão os processos de dinâmica superficial deste intervalo, que em períodos de chuva intensa podem ocorrer deslizamentos e corrida de lama. Quanto às potencialidades tem-se a manutenção da vegetação e a formação de cachoeiras e cascatas, que podem ser utilizadas no desenvolvimento turístico.

Na declividade acima de 47% (figura 8), tem-se uma área de 336 km², representando 11,5% da área da Quarta Colônia. Como restrição ambiental destaca-se a possibilidade de ocorrência de

tombamento de blocos, deslizamentos e dificuldade de desenvolver atividade agropecuária. Como potencialidade essas declividades acentuadas proporcionam o desenvolvimento da vegetação arbórea, predominante, com 230 km², quase 70% deste intervalo e o desenvolvimento de paredões onde pode-se desenvolver atividades turísticas devido a beleza cênica, principalmente dos paredões e cascatas existentes.

Figura 8 - Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de >47%.



Fonte: autor

RELAÇÃO ENTRE AS UNIDADES DE RELEVO E O USO DA TERRA

Algumas formas de relevo são mais favoráveis para a prática da agricultura. Outras, ao contrário, precisam de técnicas especiais para serem utilizadas como áreas agrícolas. De maneira geral, as áreas mais planas são mais favoráveis à agricultura. Nelas, é possível usar máquinas e tratores. Em terrenos mais baixos, como as planícies próximas aos rios, chamadas de várzeas, pode-se cultivar plantas adaptadas à grande quantidade de água. Já as áreas montanhosas ou inclinadas

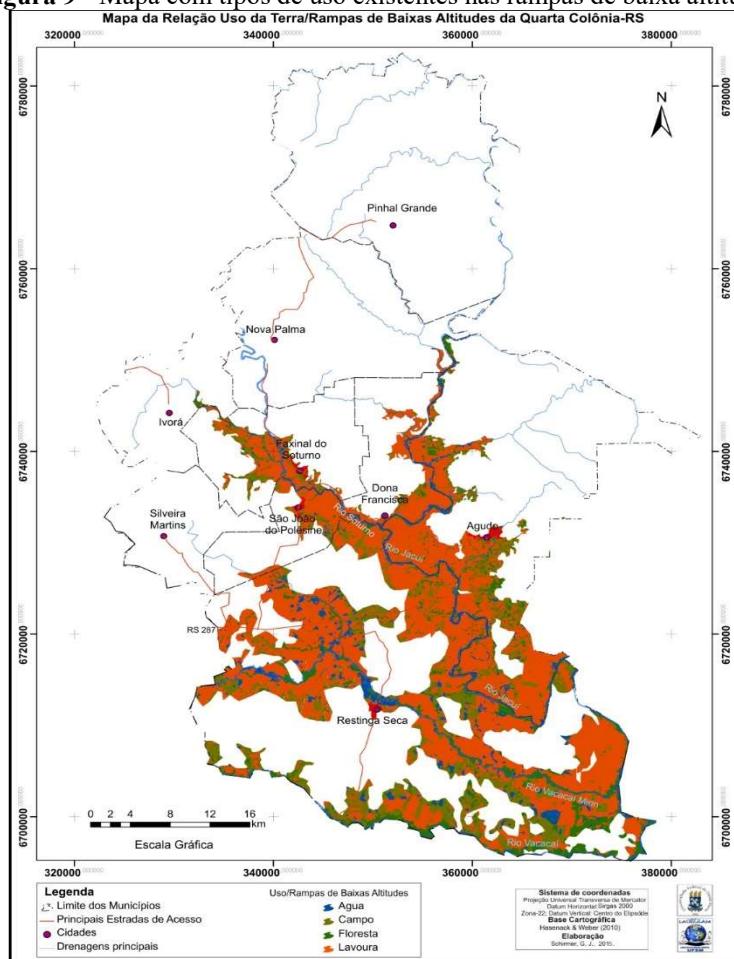
dificultam a prática agrícola. É necessário fazer terraços ou degraus para plantar. Nessas áreas também pode-se plantar em curvas de nível. Esses sistemas evitam que as enxurradas destruam o solo.

Relação entre Uso da Terra/Rampas de Baixa Altitude

Na área de estudo as Rampas de Baixa Altitude, (figura 9) a maior representatividade é da área de lavoura com 512 km², seguido por 158 km² de campo, 80 km² de floresta, 53 km² de água e 6 km² de área urbana.

Por ser uma área plana permite o uso intenso por lavouras e por ser de baixa altitude, possui concentração de água favorecendo o cultivo do arroz. Porém resulta em conflito ambiental em relação a preservação das matas, principalmente, por não possuir os 20% de reserva legal estabelecido pelo código florestal, artigo 68 da Lei nº 12.727/2012. Quanto às áreas urbanas presentes nessa forma de relevo, estão susceptíveis a alagamentos em períodos de chuva intensa. Além disso, estas áreas sofrem perdas econômicas na agricultura causadas por inundação em anos sob efeito do El Niño. Como potencialidade destaca-se que as inundações acumulam matéria orgânica, proveniente do rebordo do planalto para essa área, tornando o solo fértil para o desenvolvimento da agricultura.

Figura 9 - Mapa com tipos de uso existentes nas rampas de baixa altitude.



Fonte: autor.

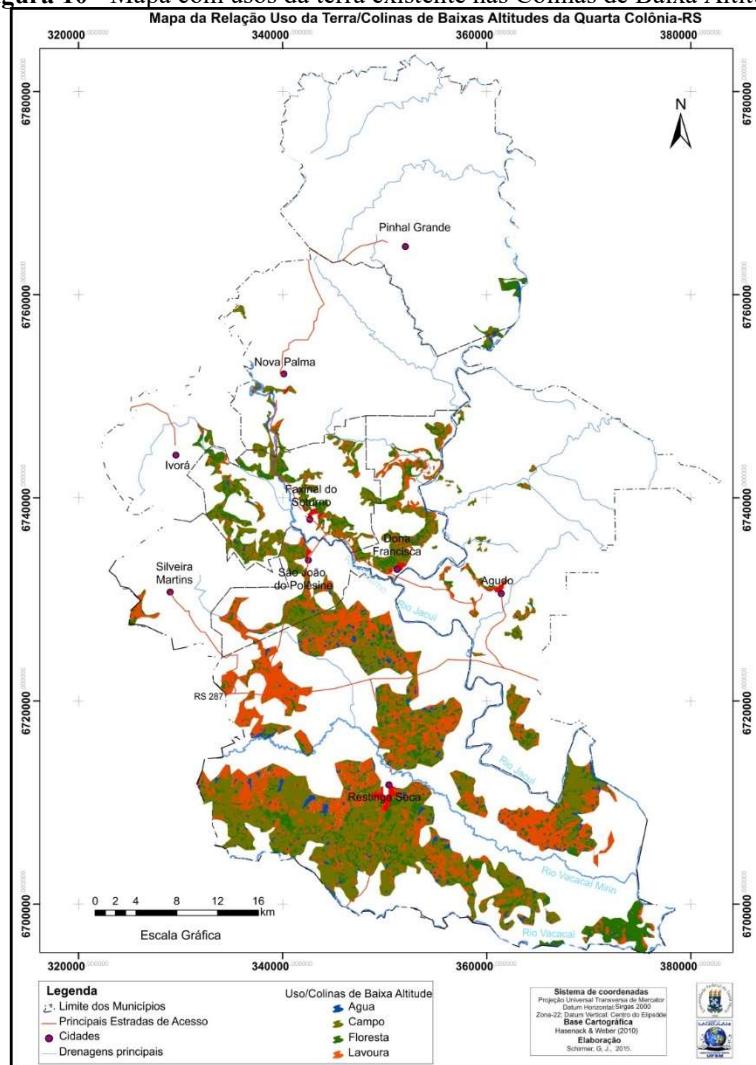
Relação entre Uso da terra/Colinas de Baixa Altitude

À área composta por esta unidade é de 596,6km², representando 20,5% da área de Quarta Colônia, (Figura 10). A classe de uso mais presente nesta unidade de relevo é a classe campo com 273 km², seguido por lavouras com 194,5 km², as florestas com 103,5km² a água com 20,3 km² e a área urbana com 5,3km².

A classe campo nessa unidade desenvolve-se principalmente nos locais onde os processos erosivos são mais acelerados e a atividade econômica está ligada a pecuária. Quanto as lavouras desenvolvem-se predominantemente o cultivo de soja. Já as florestas estão associadas principalmente a áreas próximas a lagos, rios e arroios, porém não chega aos 20% de reserva legal estabelecido pelo código florestal. A classe de água sofreu redução em relação a unidade anterior, porém ainda há presença significativa.

Apresentam restrições ambientais no que diz respeito ao desencadeamento de processos erosivos. Quanto as potencialidades destacam-se a possibilidade de utilização de maquinários agrícolas neste tipo de relevo.

Figura 10 - Mapa com usos da terra existente nas Colinas de Baixa Altitude.



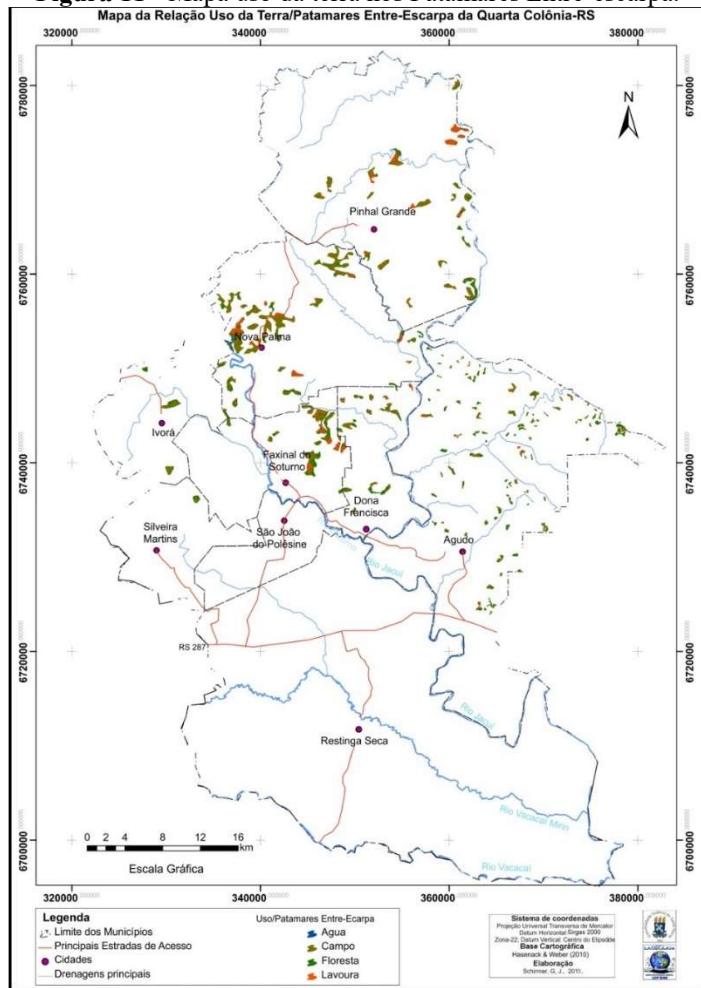
Fonte: Autor.

Relação Uso da Terra/Patamares Entre-escarpa

Os Patamares Entre-escarpa abrangem uma área de 69,2 Km², compondo 2,3% da área de estudo, (figura 11). Analisando a relação existente entre esses dois elementos da paisagem percebe-se que há uma predominância de campos e florestas. Isto ocorre principalmente por esta unidade estar localizada em uma área onde o relevo é muito inclinado dificultando tanto de acesso de maquinários, quanto de aração do solo. Além disso, podem ocorrer processos de movimentos de massa na encosta.

Quanto a potencialidades destaca-se a possibilidade de desenvolver atividades agrícolas. As lavouras existentes nessa unidade estão associadas a agricultura de subsistência principalmente com o cultivo de feijão e milho. Porém existe também o cultivo do fumo com destino apenas comercial, visando renda para a propriedade. Destaca-se que nessa unidade há manutenção da floresta acima do limite exigido pelo código florestal.

Figura 11 - Mapa uso da terra nos Patamares Entre-escarpa.



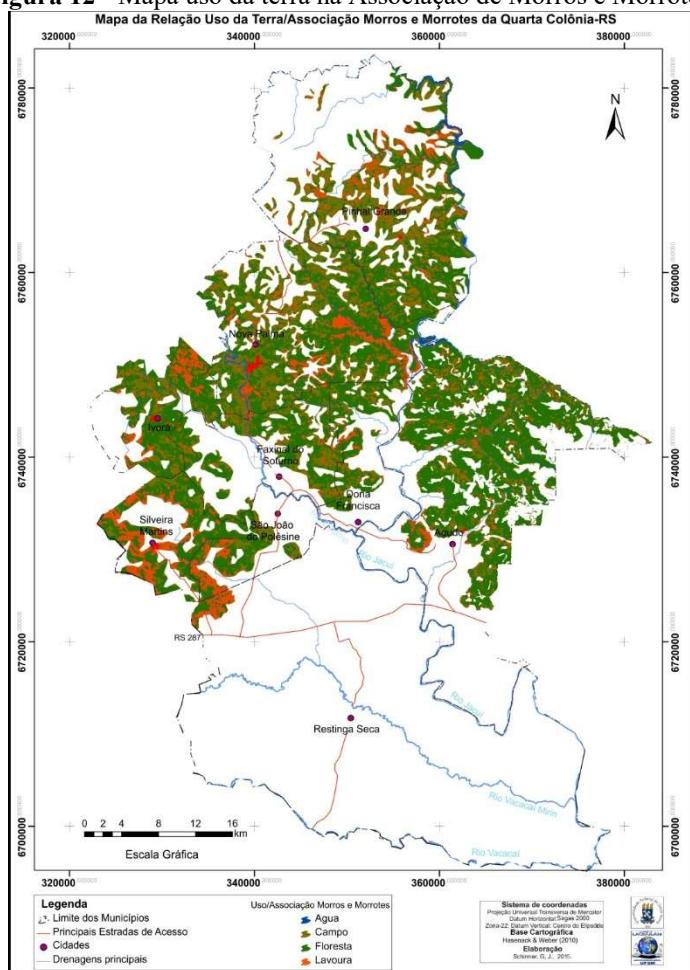
Fonte: autor.

Relação uso da terra/Associação de Morro e Morrotes

A Unidade Associação de Morros e Morrotes é a forma de relevo com maior área na Quarta Colônia com 901 km², representando aproximadamente 31% da área total, (Figura 12). Por ser um relevo com declividade muito acentuada e com grandes vales entalhados, há uma predominância de área com florestas. Sendo que estas abrangem 542,8km² seguido pela classe de campos com 265km², lavouras com 90km², Água com 7,4km² e área urbana com 4km².

Apresenta restrições ambientais com destaque para a possibilidade de ocorrer deslizamentos, tombamentos de blocos e por possuir várias áreas de preservação permanente. Quanto às potencialidades tem-se as belezas cênicas da paisagem com vales encaixados, preservação de vegetação nativa nas áreas muito inclinadas. Destaca-se que a presença de água nesta unidade está associada principalmente as águas da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca e de pequenos açudes utilizados para bebedouros na criação de gado.

Figura 12 - Mapa uso da terra na Associação de Morros e Morrotes.

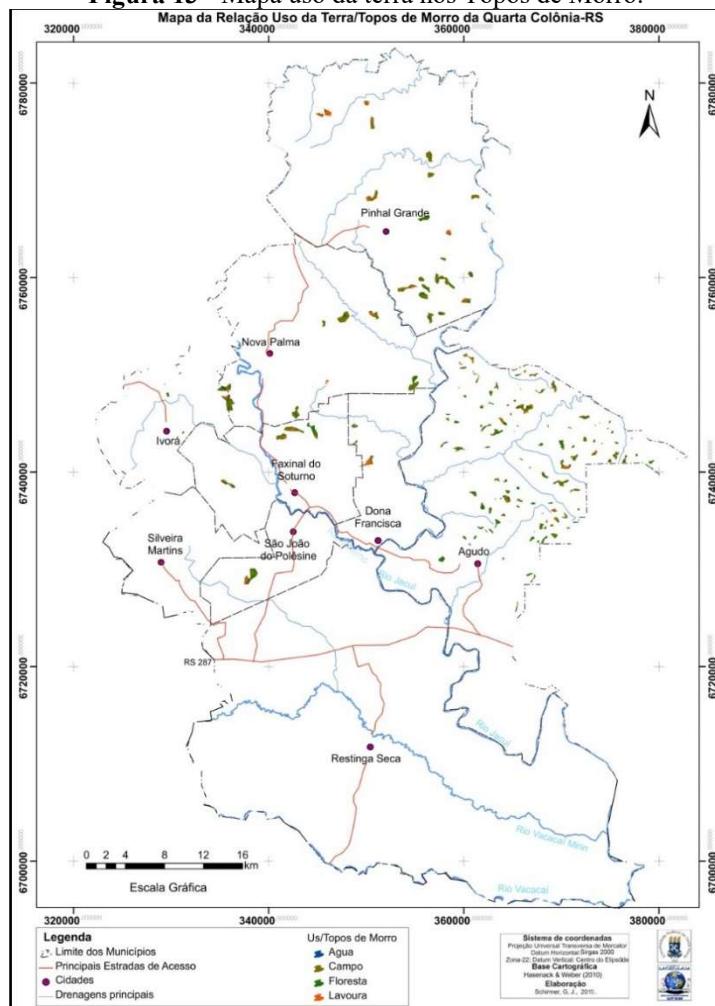


Relação Uso da Terra/Topos de Morro

A área composta por esta unidade é de 34,5km², representando apenas 1,1% da área total de estudo, (Figura 13). A classe de uso que mais se destaca nesta unidade é a de floresta com 18,1km², seguida pela classe de campo com 11,8km², de lavoura 4,5km² e 0,1km² de Água.

Como restrição ambiental para uso, imposta pelo meio, refere-se a essa ser onde a água infiltra para as nascentes, sendo considerada assim Área de Preservação Permanente. Alguns desses topos podem ser considerados como potencialidade turística se utilizados com instalação de mirantes para que se tenha melhor visualização de deslumbre da paisagem. A forte representatividade da classe florestas nessas áreas, dá-se principalmente por esta área ser protegida pela legislação ambiental.

Figura 13 - Mapa uso da terra nos Topos de Morro.



Fonte: autor.

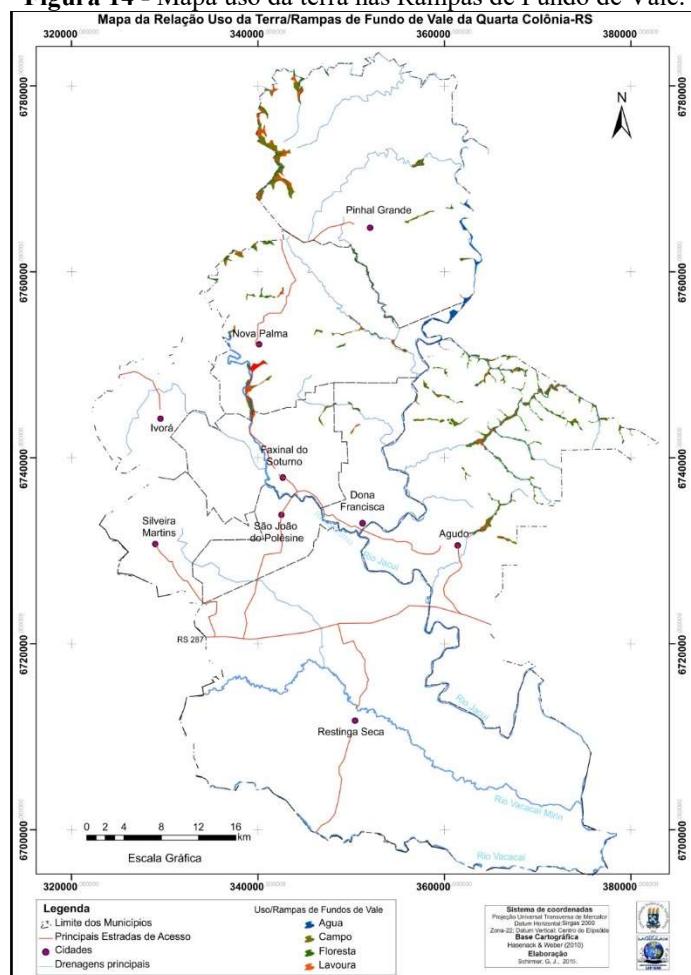
Relação Uso da Terra/Rampas de Fundo de Vale

As rampas de fundo de Vale abrangem uma área de 47,5km², aproximadamente 1,5% da área de estudo, (figura 14). A classe de uso da terra que mais se destaca nesta unidade é a de floresta com 19,5km² seguida pela classe campo com 13,8km², Lavoura com 9,5km², Água com 4km² e área urbana com 0,7km².

Quanto às restrições ambientais destacam-se essas áreas estarem sujeitas a enxurradas e deslizamento. No que se refere as potencialidades destaca-se a presença de canais de drenagens com potencial para produção de energia.

A grande representatividade das classes floresta e campos está associada a córregos d'água de alta energia. Isto dificulta a realização de atividades agrícolas nessa área, pois em períodos de chuva intensa a água alaga estas áreas com muita velocidade e assim as plantações são destruídas pela força da água. As áreas urbanas nessas áreas também têm susceptibilidade a inundações com alto potencial destrutivo a partir da ocorrência de chuvas bruscas.

Figura 14 - Mapa uso da terra nas Rampas de Fundo de Vale.



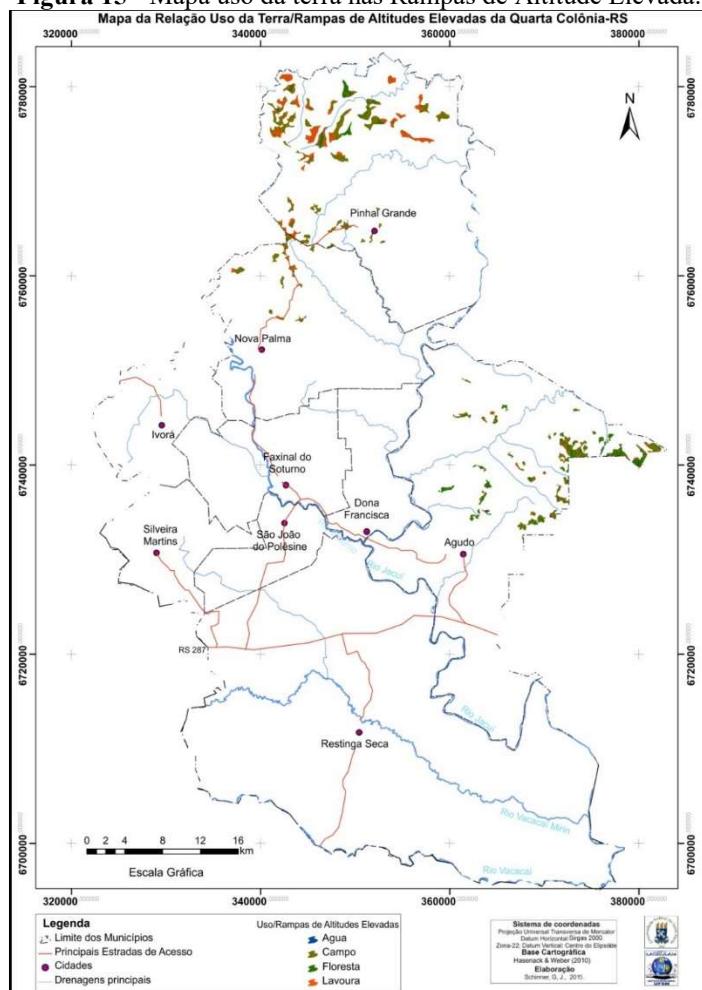
Fonte: autor

Relação Uso da Terra/Rampas de Altitudes Elevadas

A área dessa unidade é de 62km², representando 2,1% da área da quarta Colônia, (figura 15). A classe de uso da terra que mais se destaca é a de campo com 24,6km² seguida das florestas com 22,5km², as lavouras com 14,6km² e água com 0,3 km².

Em relação às restrições ambientais para uso, destaca-se a presença de solos rasos e a presença de nascentes. Quanto a potencialidade destaca-se a inclinação que possibilita o desenvolvimento de atividades agrícolas. Nessas áreas predominam o cultivo de soja e milho no verão e de pastagens no inverno, como o plantio de aveia e azevém.

Figura 15 - Mapa uso da terra nas Rampas de Altitude Elevada.



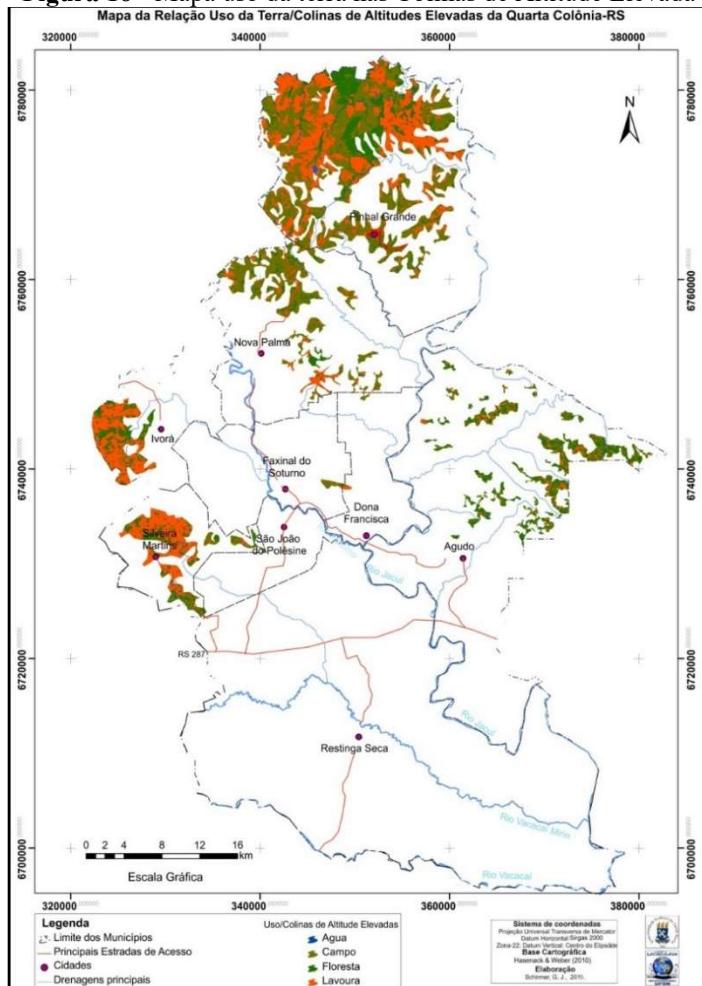
Fonte: autor.

Relação Uso da terra/Colinas de Altitudes Elevadas

A área abrangida por esta unidade é de 424,8Km², representando aproximadamente 15% da área total da Quarta Colônia, (figura 16). Com exceção da água e da área urbana há uma distribuição equilibrada das classes de uso da terra nesta unidade de relevo. Tem-se 174,7km² de área com campo, 131,5 km² de área com lavoura, 115,2 km² de área com floresta, 2 km² de área com água e 1,4 km² de área urbana.

No que se refere as restrições ambientais para uso, destaca-se a presença de solos rasos, blocos de rocha e a presença de nascentes. Quanto à potencialidade destaca-se a inclinação que possibilita o desenvolvimento de atividades agrícolas.

Figura 16 - Mapa uso da terra nas Colinas de Altitude Elevada



Fonte: autor

Nessas colinas os solos são muito rasos e com baixa capacidade de saturação de água, Apesar destas características tem-se na área de estudo o cultivo de soja no verão e de trigo no inverno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área de estudo há uma demanda de um grande esforço de pesquisa, onde o desafio maior está em adaptar e organizar seu sistema de produção da agricultura familiar, a partir das tecnologias disponíveis de modo ético e social, ambiental e economicamente sustentado. Nesse sentido, estudos através da pesquisa em geografia com a utilização de geotecnologias permite caracterizar o espaço

geográfico e as transformações geradas com maior facilidade, proporcionando o cruzamento de duas ou mais informações de maneira rápida e automática, auxiliando na tomada de decisões.

Assim percebeu-se que os diferentes tipos de usos da terra da área pesquisada estão ligados diretamente a hidrografia e ao relevo local. Nas porções de menor declividade prevalece a uso agrícola e nas porções de maior declividade prevalece a manutenção da vegetação. Percebeu-se ainda através deste trabalho que as restrições ambientais existentes na área de estudo estão relacionados à degradação das matas ciliares e ao corte raso da vegetação nas porções de encosta.

Com este trabalho destaca-se que o uso de geotecnologias possui uma grande importância para estudos que visem abordar o uso e ocupação da terra e sua influência nas transformações da paisagem. Entende-se que além de proporcionar estudos acadêmicos serve de apoio na realização do planejamento do espaço buscando minimizar os danos ambientais nas diferentes formas de ocupação humana.

REFERÊNCIAS

- BUZAI, G. D. **La exploración Geodigital**: IMplementación, proyecto de investigación y resolución de problemáticas geográficas y medioambientales através de La aplicación de sistemas de información geográfica (SIG) com las computadoras personales. Buenos Aires: Lugar, 2000.
- FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 105-128.
- GUERRA, A. J. & CUNHA, S. B. da. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. & CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1996. p. 337-374.
- HASENACK, H.; WEBER, E. **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul. Escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. T., CUNHA, S. B. da (Org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 479p.
- MENESES, P. R. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. Universidade de Brasília. Brasília – DF: Departamento de Geociências. Brasília. Texto Universitário. 2004.
- NETTO, F. M. da LUZ; DANELON, J. R. B; RODRIGUES, S. C. Avaliação da qualidade da água e do uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca – Uberlândia – MG. Revista Geográfica Acadêmica. v. 5, n. 2, 2011, p. 66-75.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo, Terceira Edição.

SCHIRMER, J. S.; ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. Análise das restrições ambientais envolvendo o uso da terra, a hidrografia e os atributos do relevo na região da Quarta Colônia-Rio Grande do Sul com o uso de geotecnologias. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 43, p. 9-32, 2024.

Editora Edgard Blucher, 388 p, 2008.

ROSS, J. L. S. Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Texto, 2009. 208 p.

SCHIRMER, G.J. **Zoneamento Geoambiental da Quarta Colônia – Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFSM, Santa Maria. 2015, 251p.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia Física e Geomorfologia**: Uma (RE)leitura. Ijuí, Editora Unijuí, 2002. 112p.

Recebido em: 04/04/2023
Aceito em: 16/02/2024

FATORES DE RISCO E A TRANSMISSÃO DE DOENÇAS NA RMPA A PARTIR DA CARTOGRAFIA DA SAÚDE

Tamires Lenhart

Mestra em Planejamento Urbano e Regional

Doutoranda na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional – PROPUR

E-mail: tammilenhart@gmail.com

Andriele da Silva Panosso

Mestra em Engenharia Civil

Doutoranda da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional - PROPUR

E-mail: andrielep@gmail.com

Luciana Inês Gomes Miron

Doutora em Engenharia Civil

Professora Associada da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Departamento de Arquitetura, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional – PROPUR

E-mail: luciana.miron@ufrgs.br

RESUMO

Durante a pandemia de Covid-19, ficou evidente a importância das condições ambientais em que as pessoas vivem e seus impactos na saúde, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas. Essas condições podem ser influenciadas por fatores de risco conhecidos como agentes etiológicos, que aumentam a probabilidade de transmissão e disseminação de doenças infecciosas e parasitárias. Este estudo teve como objetivo identificar quais fatores de risco representam maior impacto na transmissão de doenças infecciosas e parasitárias na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), no Rio Grande do Sul. Dados secundários do Datasus e do IBGE foram utilizados para analisar as características do ambiente urbano nos municípios da RMPA. A Cartografia da Saúde foi usada para expressar e analisar os indicadores de doenças na região. As análises foram realizadas por meio do mapeamento de fatores de risco, utilizando dados georreferenciados demográficos. A conclusão foi que a falta de acesso adequado à coleta de lixo e ao saneamento básico são os principais fatores de risco relacionados às doenças infecciosas e parasitárias que causam impacto significativo em internações e óbitos na RMPA. A principal contribuição deste estudo foi o uso da Cartografia da Saúde com dados secundários já existentes em escala metropolitana, com potencial para ajudar na elaboração de políticas públicas coordenadas entre municípios, conforme preconizado pelo Estatuto da Metrópole.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento Urbano e Regional; Região Metropolitana de Porto Alegre; Cartografia da saúde; Fatores de risco; Doenças infecciosas e parasitárias.

RISK FACTORS AND DISEASE TRANSMISSION IN THE METROPOLITAN REGION OF PORTO ALEGRE FROM A HEALTH CARTOGRAPHY PERSPECTIVE

ABSTRACT

This study analyzed the relationship between the environmental conditions in which people live and the transmission of infectious and parasitic diseases in the Metropolitan Region of Porto Alegre (RMPA), in Brazil. Using secondary data from Datasus and IBGE, Health Cartography was used to

express and analyze disease indicators in the region. It was found that the lack of adequate access to garbage collection and basic sanitation are the main risk factors related to infectious and parasitic diseases that have a significant impact on hospitalizations and deaths in the RMPA. The main contribution of the study was the use of Health Cartography with pre-existing secondary data at the metropolitan scale, with the potential to assist in the development of coordinated public policies among municipalities, as advocated by the Statute of the Metropolis.

KEYWORDS: Urban and Regional Planning; Metropolitan Region of Porto Alegre; Health cartography; Risk factors; Infectious and parasitic diseases.

INTRODUÇÃO

A pandemia de Covid-19, em 2020, evidenciou os problemas no acesso à saúde pública e a relação da saúde com as condições de vida dos brasileiros. As medidas de contenção recomendadas pela Organização Mundial da Saúde consistiam principalmente em lavar as mãos com água e sabão e manter o isolamento social (Salama, 2020). No entanto, muitas famílias sem acesso à infraestrutura urbana e vivendo em condições precárias não puderam cumprir totalmente as recomendações (Rodrigues *et al.*, 2020). A precariedade foi agravada pela instabilidade do emprego e da renda (Pires, 2020), baixo grau de informação à população, densidade habitacional aumentada e dificuldade de acesso ao sistema de saúde (Bega; Sousa, 2021), além da prolongada duração da emergência. A pandemia destacou as desigualdades espaciais já existentes (Kodama; Salgado, 2020), ressaltando a importância da relação entre saúde, habitação e ambiente urbano, foco deste trabalho. As pandemias e epidemias já assolaram o mundo ao longo dos séculos. Exemplos incluem a pandemia global do vírus Influenza, em 2009, a epidemia de Cólica, no Brasil, entre 1832 e 1860, a Peste Bubônica, na Europa, no século XVI e a Tuberculose, no Brasil, entre 1980 e 1998 (Koch, 2017).

As doenças infecciosas e parasitárias ainda representam a segunda maior causa de morbidade hospitalar em todas as regiões do Brasil (Rede Interagencial de Informações para a Saúde, 2008). Como essas doenças afetam as populações depende do contexto histórico e do local de residência, ressaltando a importância de aprender sobre sua disseminação no ambiente urbano (Luna; Silva Júnior, 2013).

A ocorrência de pandemias e epidemias revela que as populações urbanas estão expostas a riscos decorrentes das suas condições de vida. Durante a pandemia de H1N1 em 2009, por exemplo, a falta de infraestrutura resultou em maior exposição ao vírus Influenza (Teixeira *et al.*, 2020), enquanto as precárias condições habitacionais foram fatores decisivos na pandemia de Covid-19 em 2020-2021 (Ramírez; Lee, 2020; Rodrigues *et al.*, 2020; UFG *et al.*, 2020). As epidemias de Cólica

e Peste Bubônica também estavam relacionadas à moradia insalubre, afetando sobretudo as populações vulneráveis (Koch, 2017). A Tuberculose ainda é prevalente em áreas urbanas densamente povoadas no Brasil (Brasil *et al.*, 2010), com altas taxas de casos e mortes, que refletem o aumento da população urbana e a desigualdade espacial em áreas onde a doença persiste (Hijjar, Oliveira; Teixeira, 2001). Além disso, a subnotificação de casos e mortes por tuberculose torna a realidade da doença ainda mais obscura, e é importante destacar que a elaboração de séries históricas de dados de saúde no Brasil é um campo recente a ser explorado.

Os municípios brasileiros apresentam diferentes características relacionadas à sua densidade demográfica e atividade econômica. Nas regiões mais densamente povoadas, a atividade econômica é ampliada, bem como os fluxos interpessoais. Entretanto, a desigualdade social é mais acentuada, o que pode expor as populações a fatores de risco pelas suas localizações e características habitacionais. Já em municípios menores, a desigualdade social é menor, porém a vulnerabilidade social pode ser evidenciada pela falta de infraestrutura urbana e de monitoramento do poder público, especialmente nas áreas rurais (Bettencourt; West, 2010). Nos municípios menos desenvolvidos, a falta de monitoramento das instalações de saneamento e de ações de saúde preventiva promovidas pelos órgãos de controle e vigilância pode agravar os problemas de saúde (Pioli *et al.*, 2017; Cohen *et al.*, 2019).

As características de um local que implicam no aumento da transmissão e disseminação de doenças definem o que se chama de fator de risco (Raoult *et al.*, 2013; Brasil, Ministério da Saúde e UFGO, 2015; Scovronick, Lloyd; Kovats, 2015). A identificação das vulnerabilidades (Quadro 1) de uma comunidade pode levar à compreensão dos fatores que ampliam os riscos às doenças infecciosas e parasitárias (Scovronick, Lloyd; Kovats, 2015).

Quadro 1 – Referência de avaliação de fatores de risco relacionados ao ambiente urbano, população e saúde

Grupos de fatores	Fator de excesso de risco	Desdobramentos dos fatores de risco	Tipo de risco
Domicílios	Áreas geograficamente sensíveis	Áreas alagáveis e inundáveis	Ambiental, biológico
		Encostas de morros	Ambiental
		Áreas de preservação permanente	Ambiental, biológico
		Áreas contaminadas	Ambiental, biológico, químico
	Carência de infraestrutura urbana	Abastecimento de água	Ambiental, biológico
		Resíduos sólidos	
		Esgoto sanitário	
		Drenagem pluvial urbana	
	Ambiente construído	Espaços abertos nos assentamentos informais urbanos	Ambiental, biológico
		Insolação, luz solar direta e ventilação	
		Materialidade da habitação	
		Densidade demográfica	
População	Densidade demográfica	Densidade demográfica	Ambiental, biológico
Saúde	Exposição e vulnerabilidade a doenças	Internações	Biológico
		Obitos	
		Taxa de letalidade	

Fonte: Adaptado de Lopes (2014), Brasil (1995) e WHO (1988).

Os fatores de risco relacionados ao ambiente urbano referem-se aos problemas identificados no âmbito dos domicílios, da população e da saúde, como falta de acesso ao saneamento básico, moradia inadequada e ausência de saúde preventiva (Salgado, 2019). A coleta de resíduos sólidos é um dos fatores de risco mais difíceis de resolver devido a problemas de gestão pública, tornando os serviços de saneamento os mais deficitários no sul do Brasil (KeyAssociados; ProSinos, 2012; Schoenell; Silveira, 2016; Grisa; Capanema, 2018; Passos *et al.*, 2019; Santos, 2019). A localização em áreas geograficamente sensíveis, a autoconstrução e a densidade demográfica excessiva são fatores de risco que impactam a transmissão de doenças devido ao contato interpessoal e insalubridade do ambiente urbano (Menach *et al.*, 2011). A baixa aderência às estratégias de vigilância em saúde, como o programa saúde da família, e a desigualdade na distribuição das

unidades básicas de atendimento são fatores de risco relacionados à falta de acesso à saúde preventiva (Cohen *et al.*, 2019).

A revisão da literatura dos últimos vinte anos sobre saúde e ambiente urbano revela que as pesquisas não relacionam fatores de risco e transmissão de doenças em diferentes escalas (Rojas, Barcellos e Peiter, 1999; Cohen, 2004; Cohen *et al.*, 2004, 2019; Menach *et al.*, 2011; Rizzatti *et al.*, 2020). Além disso, não há estudos comparativos em escala municipal ou em regiões metropolitanas. Muitas pesquisas relacionam dados de saúde com dados socioeconômicos, mas deixam de lado os dados socioespaciais (Zandonai, 2005; Tinsley; Bishop, 2006; Garcia; Silva, 2016; Segurado, Cassenote; Luna, 2016). A maioria dos estudos utilizam entrevistas e observação local (Cohen *et al.*, 2007, 2010), em vez de bases de dados secundários já existentes no país.

No Brasil, os dados abertos sobre saúde são disponibilizados na plataforma Datasus, porém esses dados são agregados e disponibilizados apenas em níveis hospitalares, municipais, estaduais, regionais (para regiões metropolitanas) ou coordenadorias de saúde. Infelizmente, a obtenção de dados mais detalhados não é possível por razões éticas, o que impossibilita a análise espacial em nível intraurbano, tornando difícil determinar a incidência de doenças em assentamentos informais urbanos ou até mesmo sua espacialização em bairros de uma mesma cidade.

A análise espacial de dados tem potencial para identificar o acesso da população aos recursos de saúde do município, bem como as consequências da ausência de acesso. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, responsável pelo Censo no Brasil, produz dados mais detalhados do ambiente urbano, o que o torna uma importante base para estudos que utilizam dados secundários. É essencial compreender as relações diretas entre diferentes tipos de doenças e fatores de risco associados ao ambiente urbano das cidades, a partir de bases de dados secundários alimentadas periodicamente no Brasil. A escala metropolitana foi selecionada neste trabalho por se entender que representa melhor as interrelações dos problemas municipais, demandando a articulação de ações públicas (Ribeiro, Santos Júnior; Rodrigues, 2015). Além disso, a análise em escala metropolitana se mostra pertinente no contexto do Estatuto da Metrópole (Lei Federal 13.089/15), importante instrumento de planejamento, gestão e execução de funções públicas de interesse comum acerca do desenvolvimento urbano em regiões metropolitanas instituídas pelos Estados, em vigor desde 2015 (Presidência da República, 2015). Essa legislação “busca potencializar a integração de ações entre os municípios que formam uma região metropolitana e prevê a governança interfederativa, ou seja, o compartilhamento de responsabilidades entre estados

e municípios no planejamento e execução de ações para o cumprimento das funções públicas de interesse comum" (Lobosco, 2010).

A partir disso, o objetivo geral trata de identificar quais fatores de risco representam maior impacto na transmissão de doenças infecciosas e parasitárias na RMPA. A metodologia adotada para desenvolver o objetivo foi a cartografia da saúde a partir de dados secundários abertos. As duas bases de dados utilizadas neste trabalho, a Datasus e o IBGE, fornecem dados com diferentes temporalidades e recortes, o que representa um desafio na sua utilização. O estudo implica, potencialmente, em melhorias na gestão e planejamento de cidades, especialmente em regiões metropolitanas, onde a densidade populacional é maior e as doenças têm maior impacto, auxiliando na elaboração de políticas públicas de enfrentamento mais eficazes e na tomada de decisão de investimentos em saúde e infraestrutura urbana em escala metropolitana, intermunicipal.

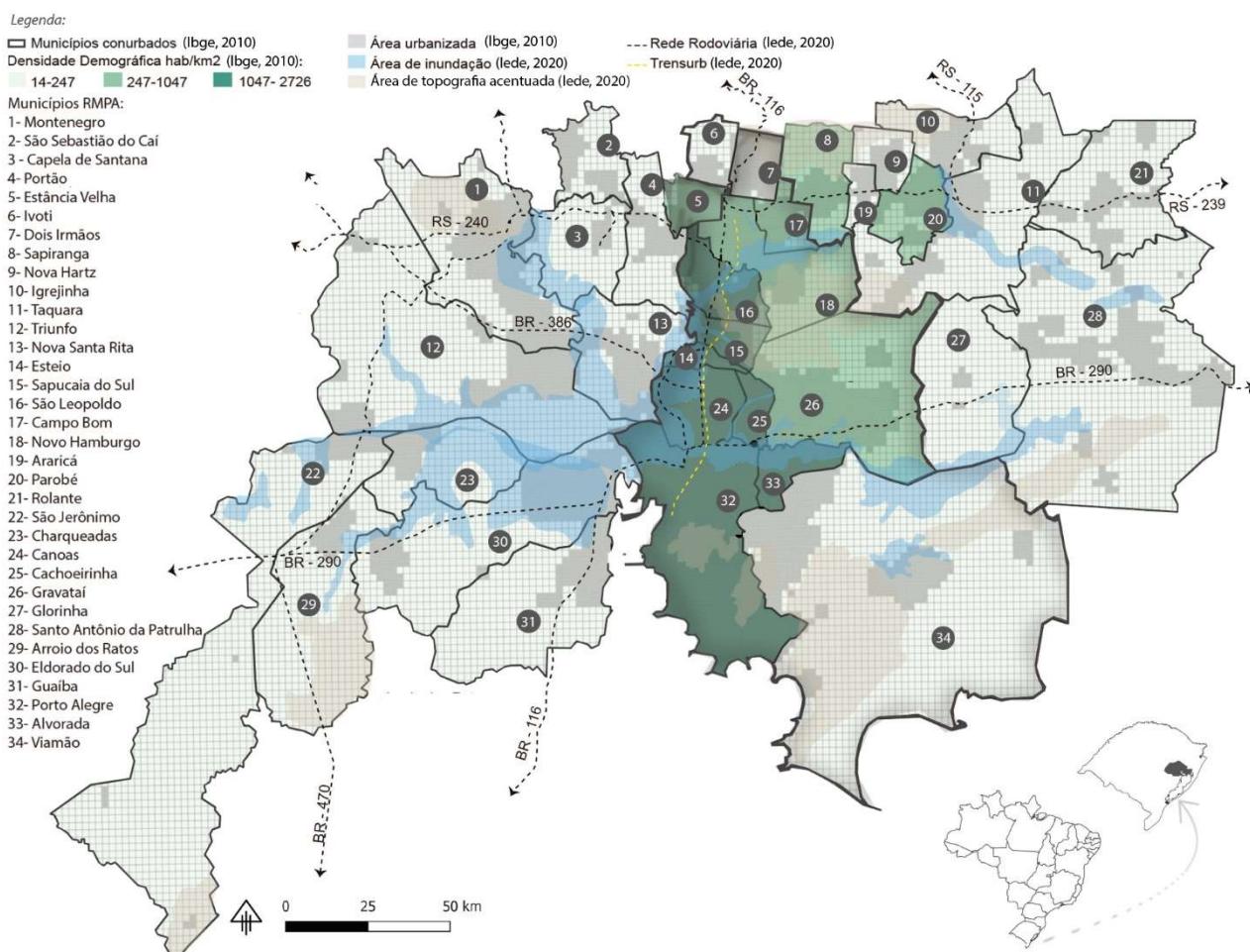
REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

A criação da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) ocorreu em 1973. A RMPA é atravessada pelas rodovias BR-116, na direção sul-norte, e pela BR-290 na direção leste-oeste. O eixo ferroviário de transporte coletivo público, o Trensurb, atravessa a região entre os municípios de Porto Alegre e Novo Hamburgo, na direção sul-norte. Estes eixos de transporte intermunicipal se destacam pelo entorno conurbado. Os fluxos de pessoas, combinados aos distintos modais de transporte e a interação nos espaços urbanos compõem o rol de fatores centrais para a compreensão da disseminação de doenças transmissíveis, como as doenças infecciosas (Pacífico Filho *et al.*, 2022). Outra característica da RMPA é a presença de bacias hidrográficas que, embora importantes para o abastecimento hidrográfico e comercial da região, são consideradas fatores de risco pela ocorrência de inundações e alagamentos (SEMA, 2022).

As regiões metropolitanas são os principais focos de aglomeração de pessoas, o que resulta em aumento da densidade demográfica e, consequentemente, no aumento de áreas com carência de infraestrutura urbana (Morais, Krause; Lima Neto, 2016). Segundo o Censo do IBGE (2010), a densidade demográfica populacional da RMPA era de 390 hab./km², em 2010, variando internamente de 2.932 hab./km² a 21 hab./km² (Figura 1). A RMPA apresentava taxa de 96,9% de área urbanizada em 2010, com 28 municípios metropolitanos apresentando urbanização acima de 80%. Apenas um município apresentou taxa de urbanização de 30% (IBGE, 2010; Martins, 2013). As maiores taxas de urbanização estão no eixo conurbado, nos municípios da formação original da RMPA. Outros municípios próximos aos municípios polo e da capital também apresentam altas

taxas de urbanização (Figura 1), relacionadas à busca por oportunidades (Zandonai, 2005; Morais, Krause; Lima Neto, 2016). As taxas de urbanização estão diretamente ligadas às taxas de transmissão de doenças infecciosas e parasitárias (WHO, 1988; Garcia; Silva, 2016; Ghasemi *et al.*, 2019). A Figura 1 mostra a atual composição da RMPA.

Figura 1 - Características da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA)



Fonte: Autoras (2022).

METODOLOGIA

A Cartografia da Saúde utiliza o geoprocessamento como forma de expressão e análise dos indicadores de saúde ou, neste caso, das doenças sobre o território (Martines, Machado; Colvero, 2013). Segundo Martinuci (2019), a cartografia pode ser utilizada com duas abordagens principais: como uma discussão teórica, buscando compreender o processo saúde-doença, onde é utilizada como metáfora para o entendimento de um território; ou como ferramenta de visualização dos eventos saúde-doença no território, por meio da representação gráfica, utilizada neste trabalho.

As análises foram realizadas por meio do software livre *GeoDa* que possibilita a realização de análises de dados espaciais. O arquivo importado no software corresponde a um banco de dados georreferenciados demográficos e de saúde. Os dados secundários foram coletados nas bases de dados do Datasus (dados de saúde) e do IBGE (dados demográficos). No banco de dados foram organizados e sistematizados os dados dos municípios e da população: densidade demográfica, fatores de risco e dados referentes às internações e aos óbitos por doenças infecciosas e parasitárias.

As figuras produzidas no estudo permitem demonstrar a relação entre a variável de um fenômeno e o número de eventos observados quando se aplica um risco de referência na variável de base (Anselin, Lozano; Koschinsky, 2006). A seleção das variáveis foi feita no software, conforme a indicação dos fatores de risco. A variável de base se refere aos dados de população em domicílios sem acesso à infraestrutura urbana e a densidade demográfica do município. A variável do fenômeno se refere aos dados de saúde correspondentes às internações e aos óbitos por doenças infecciosas e parasitárias.

A partir dos dados brutos de saúde pode-se identificar os municípios com maiores concentrações de casos e óbitos por doenças infecciosas e parasitárias e pela incidência de casos por 100 mil habitantes é possível relacionar os dados de saúde com o porte populacional dos municípios, ou seja, com os dados demográficos (Faccin *et al.*, 2022). Para o cálculo da taxa de incidência utiliza-se o número total de internações ou óbitos (Datasus, 2010) dividido pelo número de pessoas expostas ao risco, ou seja, a população do município (IBGE, 2010), através das Equações 1 (internações) e 2 (óbitos).

Equação 1:

$$\text{taxa de incidência} = \frac{\text{número de internações}}{\text{população estimada} \times 100.000}$$

Equação 2:

$$\text{taxa de mortalidade} = \frac{\text{número de óbitos}}{\text{população estimada} \times 100.000}$$

Além disso, foi implementada uma Matriz de Vizinhança de primeira ordem, a qual atribui uma conexão entre os municípios com divisas administrativas em comum. Este procedimento foi realizado para ponderar as operações de análise espacial dos dados de carência de infraestrutura

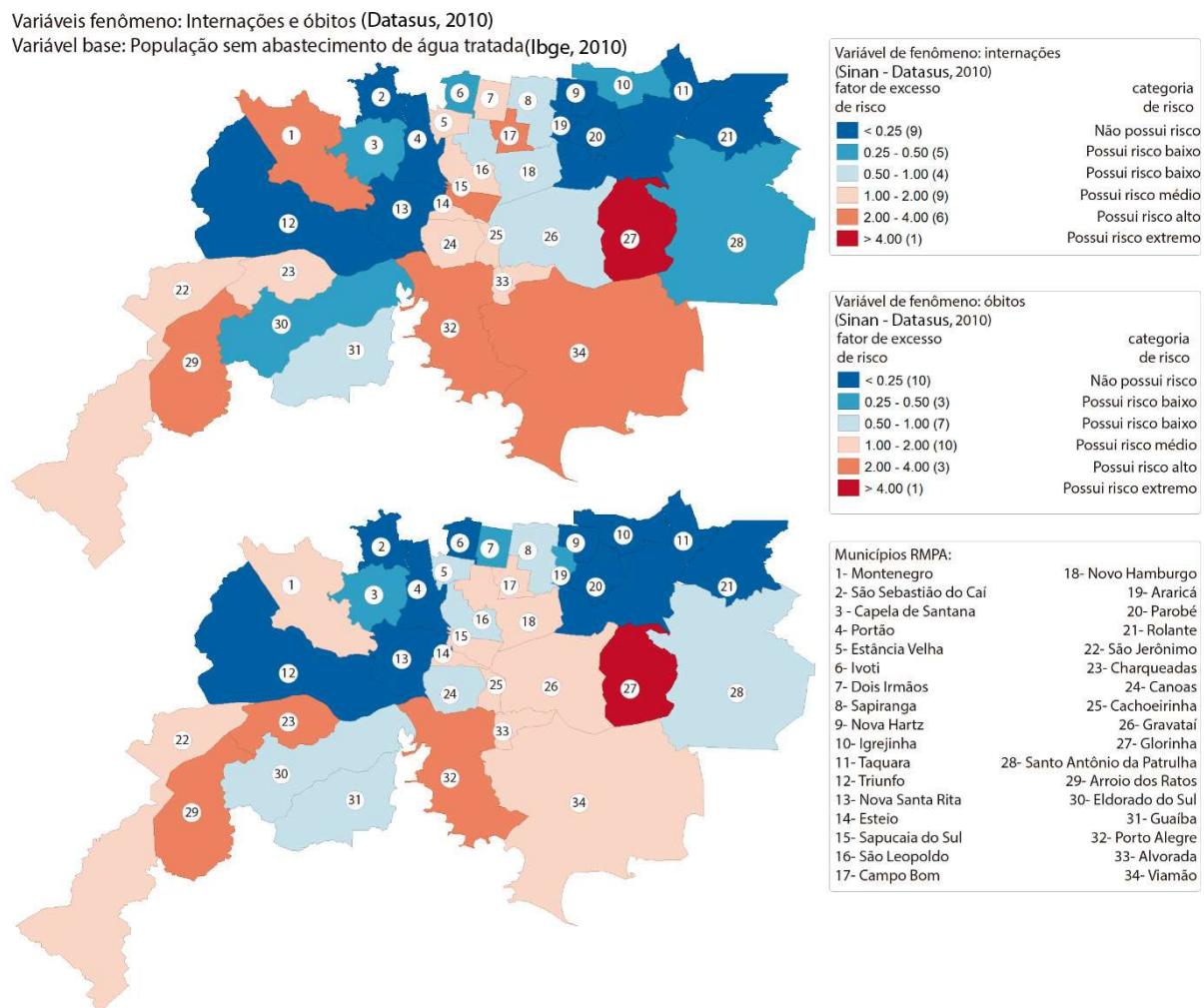
urbana, sendo este um requisito do software. As variáveis consideradas de base ponderadas correspondem à população em domicílios sem acesso à infraestrutura adequada: (i) população residente em domicílios sem abastecimento de água; (ii) população residente em domicílio sem coleta de resíduos sólidos; (iii) população residente em domicílios sem esgoto sanitário e (iv) população residente em domicílios considerados inadequados (IBGE, 2010b). As variáveis de fenômeno, ponderadas por meio da incidência por 100.000 habitantes, estão relacionadas aos dados de saúde, tais como: internações e óbitos (Datasus, 2010).

Os mapeamentos foram comparados conforme a variável de fenômeno, buscando padrões possíveis, sendo a mesma variável de base utilizada nas duas situações. Os resultados obtidos a partir dos mapeamentos dizem respeito ao fator de excesso de risco de acordo com as variáveis de fenômeno e base relacionadas. O fator de excesso de risco é a estimativa de risco calculada pelo software a partir das variáveis (Anselin, Lozano e Koschinsky, 2006).

RESULTADOS

Os resultados são apresentados por meio de figuras, os quais demonstram a relação entre as variáveis de fenômeno e de base. As figuras foram organizadas apresentando as variáveis de fenômeno ‘internações’ e ‘óbitos’ correspondentes a cada variável de base, de forma a comparar se existe uma situação pior de risco de acordo com as condições de vida da população. A Figura 2 apresenta a ‘população sem abastecimento de água tratada’ por município (variável base) relacionado às ‘internações’ e aos ‘óbitos’ (variável fenômeno) por doenças infecciosas e parasitárias:

Figura 2 - Fatores de Risco: abastecimento de água tratada, internações e óbitos

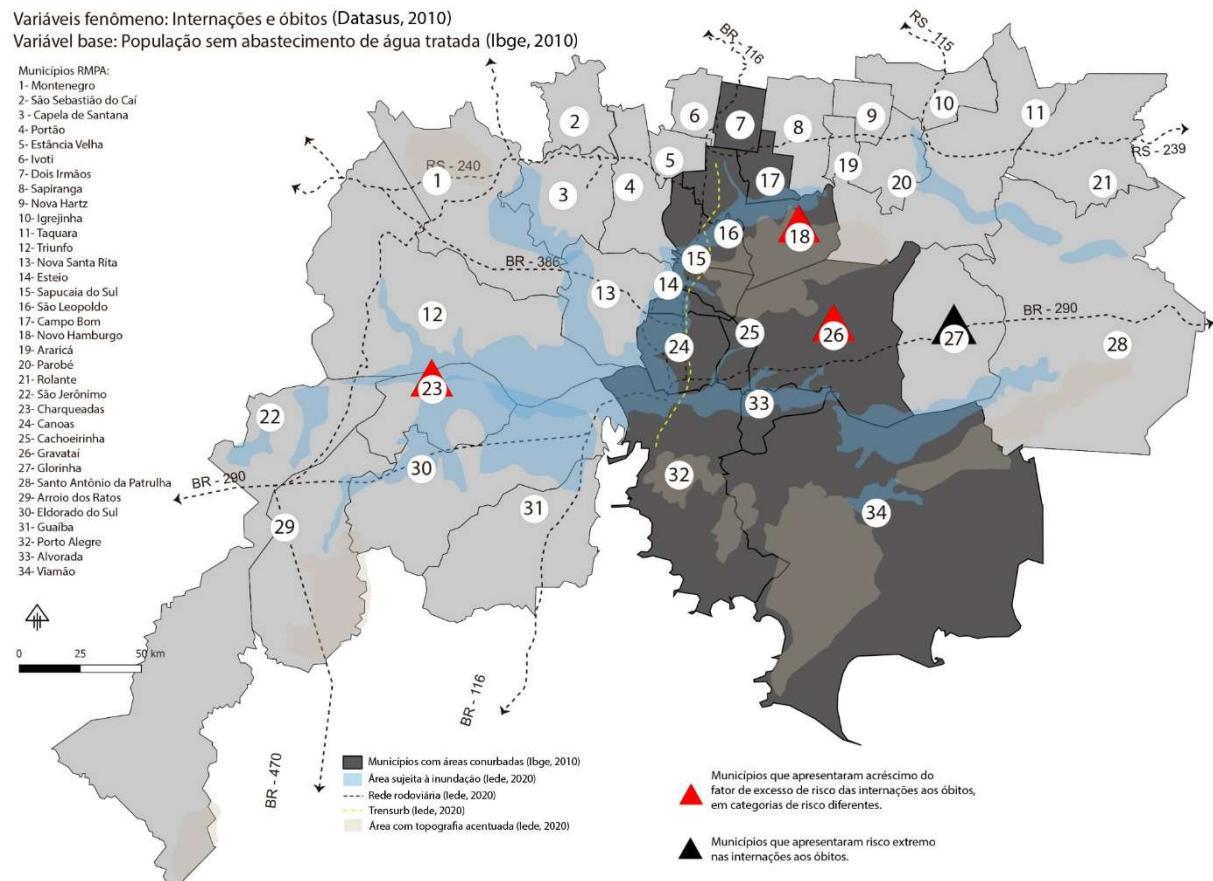


Fonte: Autoras (2022).

Para a realização da comparação entre as variáveis de fenômeno de ‘internações’ e ‘óbitos’ por doenças infecciosas e parasitárias com a variável de base ‘população em domicílios sem infraestrutura urbana’ foram elaborados mapeamentos de alteração do risco entre as internações e óbitos sobrepostos pela caracterização da RMPA (conurbação, área de inundação, rede rodoviária, ferroviária e área de topografia acentuada). A partir da Figura 2 pode-se destacar a categorização de risco entre médio e alto por internações nos municípios de São Leopoldo (16), Esteio (14), Sapucaia do Sul (15), Canoas (24), Alvorada (33), Cachoeirinha (25), Porto Alegre (32) e Gravataí (26). Estes municípios configuraram uma mancha de risco na RMPA. Ressalta-se a situação do município de Glorinha (27) nas duas figuras, que demonstra risco extremo, tanto para internações quanto para óbitos.

Na Figura 3 são representadas as características metropolitanas sobrepostas aos municípios que apresentaram acréscimo do fator de excesso de risco quando comparadas internações e óbitos e os municípios que apresentaram risco extremo tanto nas internações quanto nos óbitos.

Figura 3 - Fatores de Risco: abastecimento de água tratada, internações, óbitos e características metropolitanas

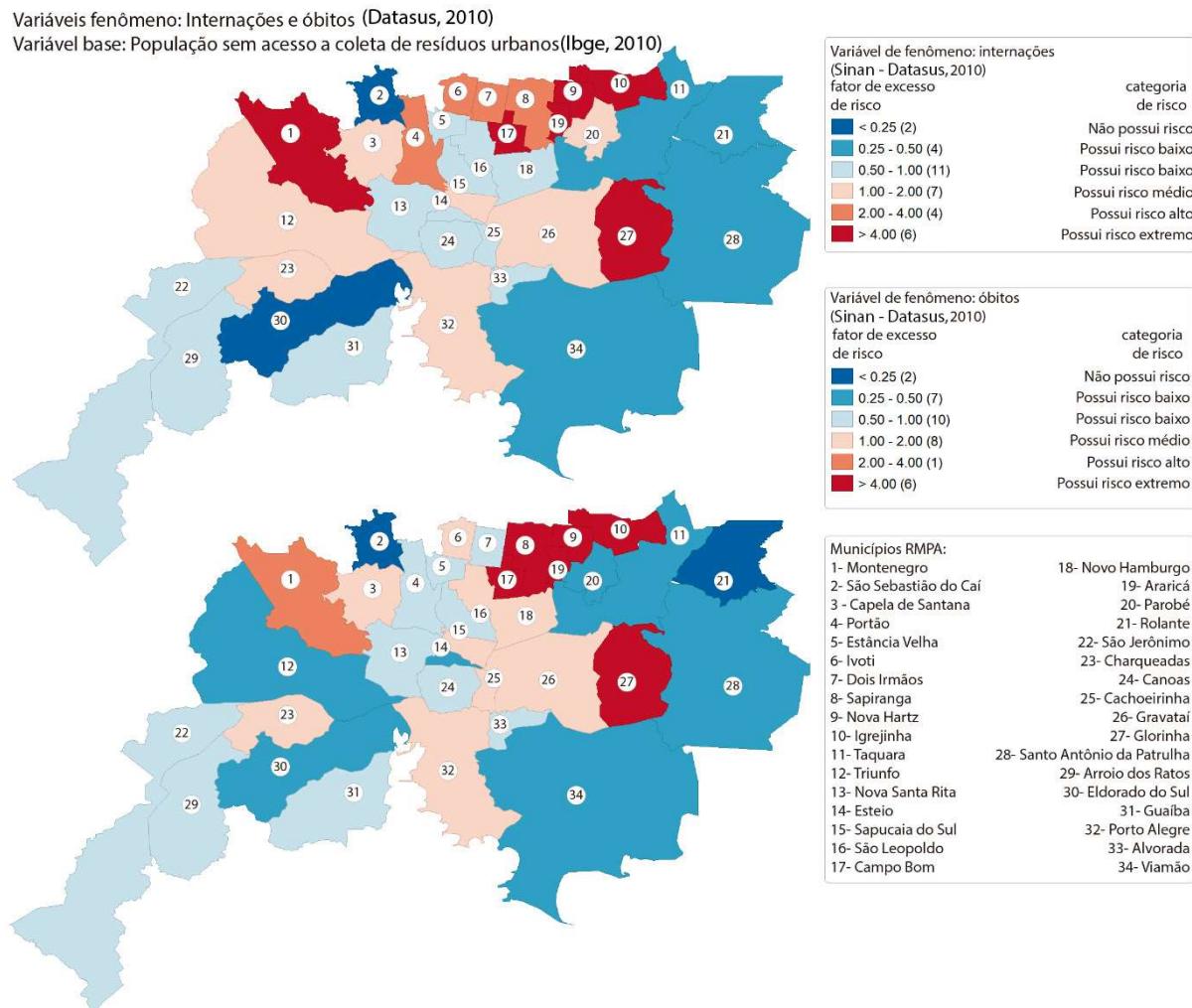


Fonte: Autoras (2022).

Na Figura 3 percebe-se que os municípios que foram destacados por demonstrarem risco médio e alto para doenças infecciosas e parasitárias são aqueles em conurbação, além de estarem inseridos em mancha de inundação, áreas de topografia acentuada e próximos aos eixos rodoviários principais da RMPA. Os municípios que exibiram acréscimo na categoria de risco das internações para os óbitos foram Gravataí (26) e Novo Hamburgo (18). Enfatiza-se que Novo Hamburgo também apresenta outras características relevantes como alta densidade demográfica, conurbação entre São Leopoldo e Campo Bom, áreas de topografia acentuada e se localiza próximo às redes de transporte metropolitano.

Na Figura 4 a variável base se refere à ‘população em domicílios sem coleta de resíduos sólidos urbanos’ e a variável fenômeno às ‘internações’ e ‘óbitos’ por doenças infecciosas e parasitárias.

Figura 4 - Fatores de Risco: coleta de resíduos sólidos urbanos, internações e óbitos



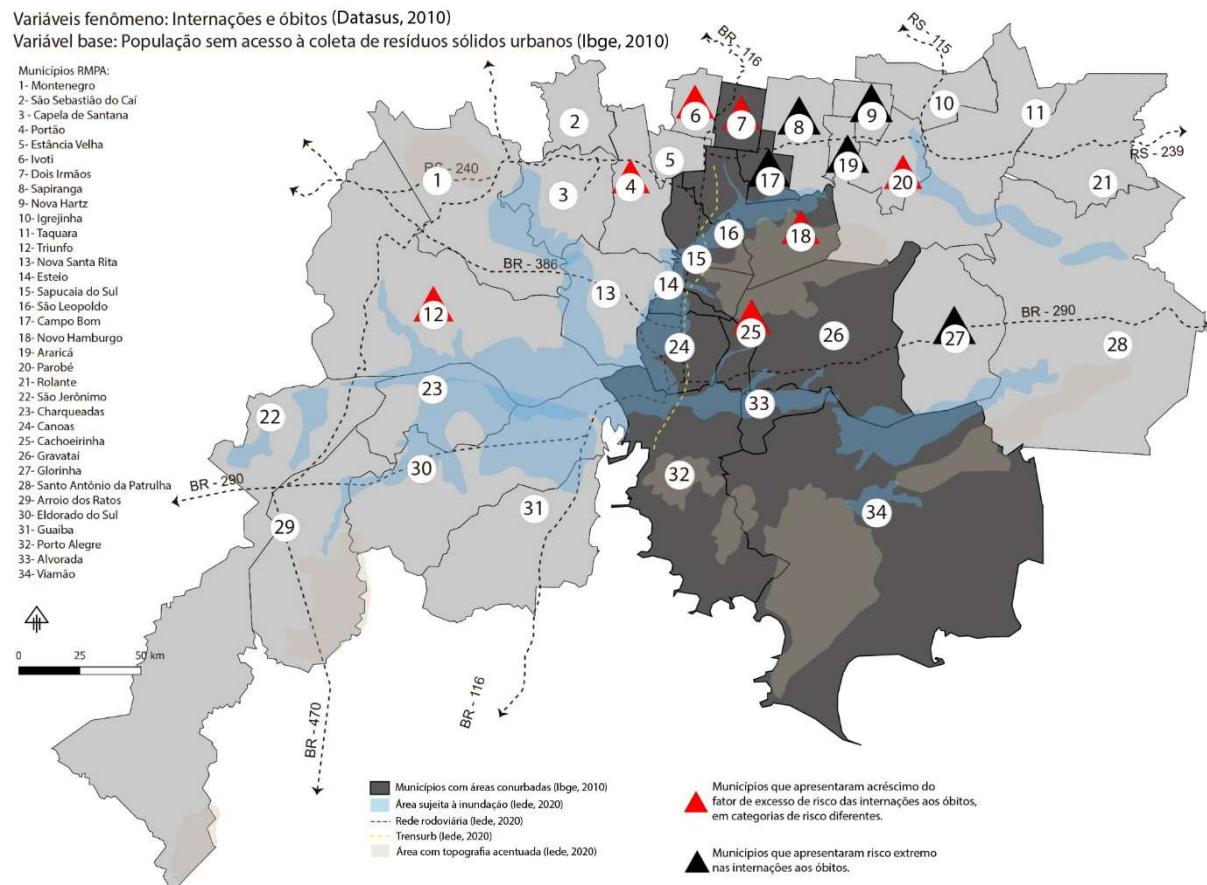
Fonte: Autoras (2022).

Por meio da Figura 4 percebe-se que a população dos municípios da RMPA é mais afetada pela falta de coleta de resíduos sólidos urbanos (6 municípios com risco extremo, para cada variável fenômeno) do que pela falta de abastecimento de água tratada (1 município com risco extremo - Glorinha). Destaca-se que as municipalidades que apresentaram risco extremo são cidades menores na RMPA, com menor percentual de área urbana, tratando-se de municípios com alta densidade rural ou referem-se a municípios que integraram recentemente a RMPA como Montenegro (1), com

90,3% de área urbana, integrado à RMPA em 1999, Igrejinha (10, 95,4%, 2011), Glorinha (27, 30,0%, 1989), Sapiranga (8, 95,4%, 1973), Araricá (19, 82,2%, 1998) e Nova Hartz (9, 83,2%, 1989). Além disso, identificou-se que Porto Alegre (32), Gravataí (26), Novo Hamburgo (18) e Sapucaia do Sul (15), que se encontram no eixo central da RMPA e são municípios com maior percentual de urbanização, apresentaram risco médio relacionado a esta variável de base, indicando que municípios menores e menos adensados podem ter menor cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos, especialmente aqueles com grande extensão de área rural.

Na Figura 5 percebe-se que os municípios que foram destacados por demonstrarem risco médio e alto são aqueles mais afastados da área em conurbação, além de serem municípios mais novos e com taxas de urbanização mais baixas. Os municípios que apresentaram risco extremo para internações e óbitos estão localizados a leste da mancha conurbada e estão um pouco mais afastados dos eixos ferroviário e rodoviários centrais da RMPA. Destaca-se que o município de Glorinha (27) possui grande extensão rural e por esta razão deve ter menor cobertura do serviço de coleta de resíduos urbanos.

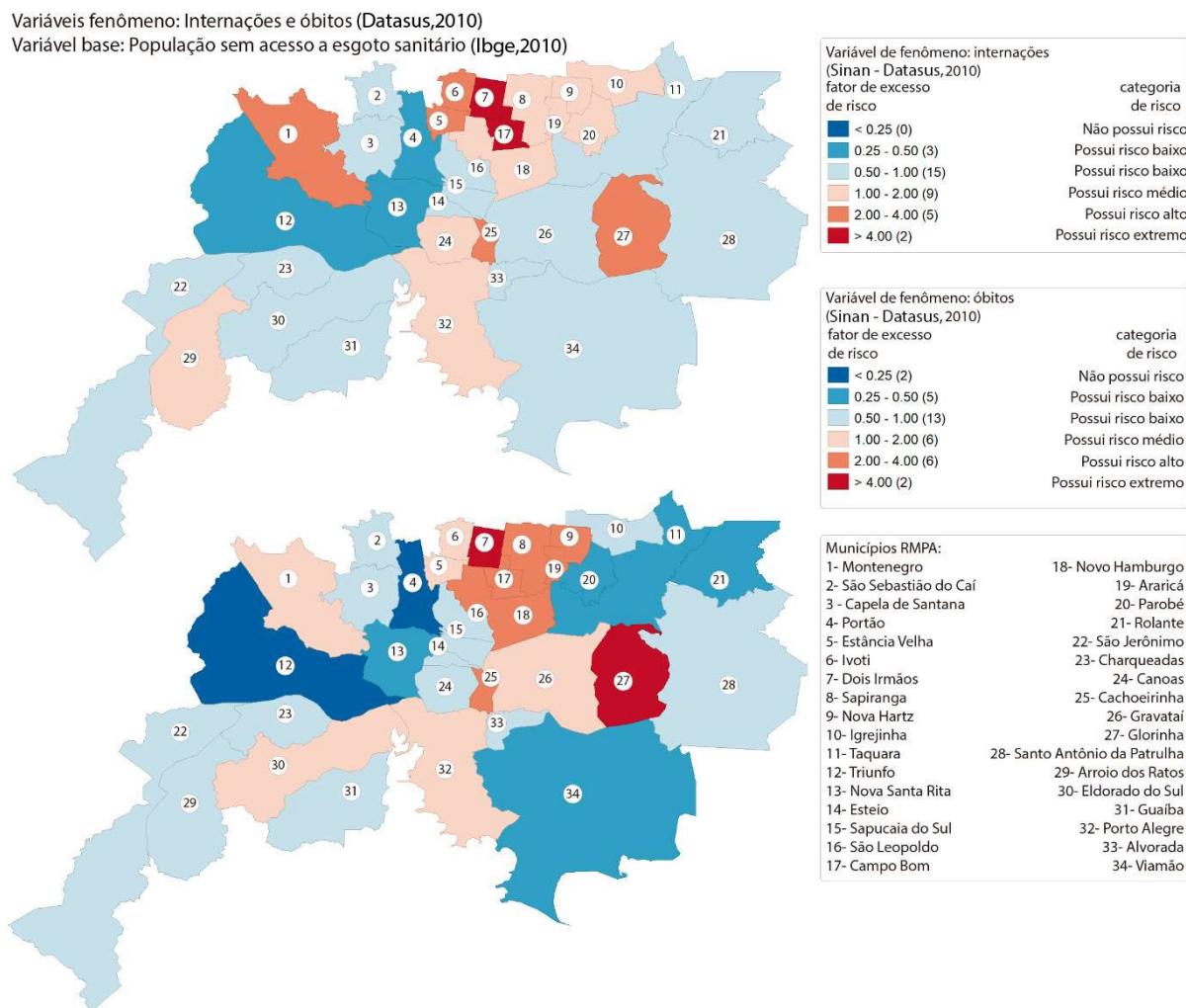
Figura 5 - Fatores de Risco: coleta de resíduos sólidos urbanos, internações, óbitos e características metropolitanas



Fonte: Autoras (2022).

Na Figura 6 a variável base se refere à ‘população em domicílios sem acesso ao esgoto sanitário’ e a variável fenômeno às ‘internações’ e ‘óbitos’ por doenças infecciosas e parasitárias.

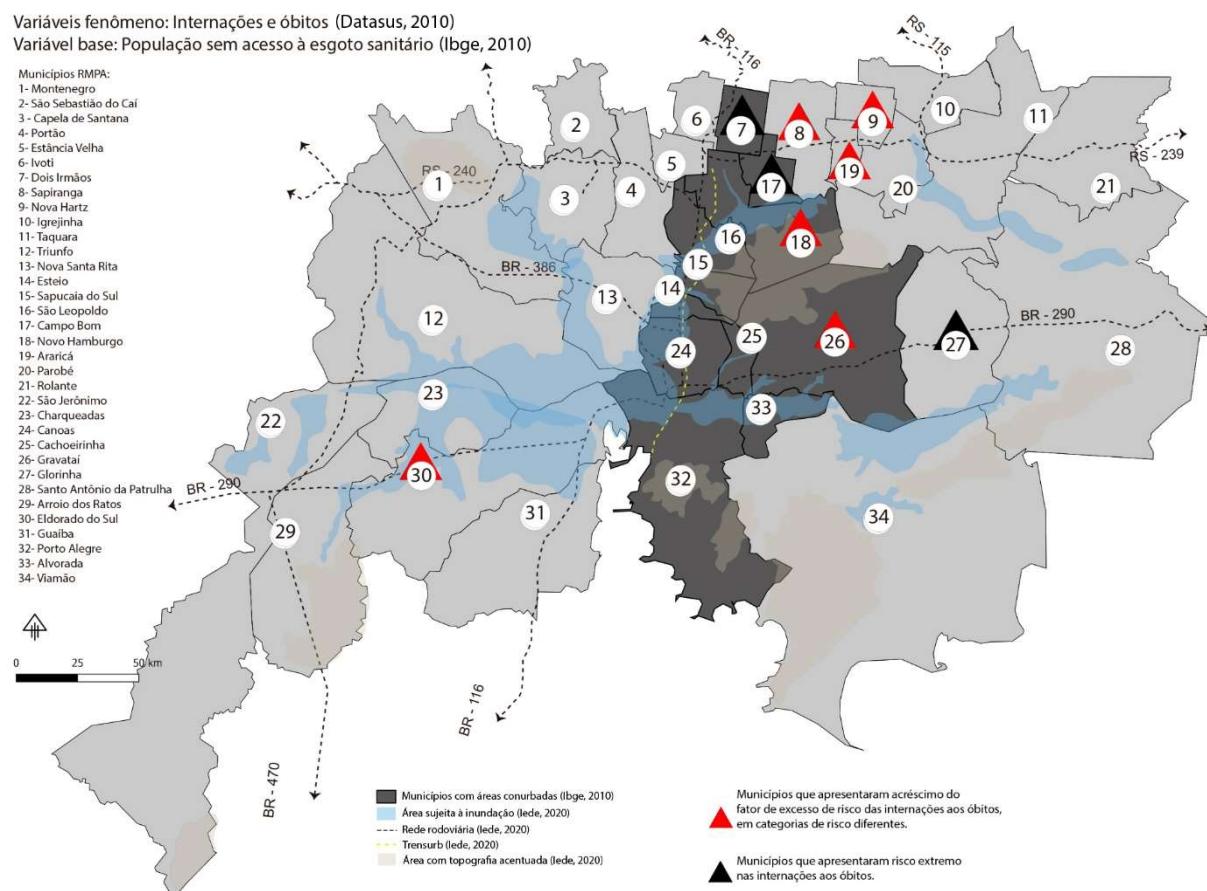
Figura 6 - Fatores de Risco: acesso a esgoto sanitário, internações e óbitos



Fonte: Autoras (2022).

Na Figura 6 verifica-se que o município de Dois Irmãos (7) apresenta fator de risco extremo tanto para internações quanto para óbitos relacionados à falta de acesso ao esgoto sanitário. O município de Campo Bom (17) apresenta redução na categoria de risco de internações para óbitos, enquanto o município de Glorinha (27) apresenta aumento na categoria de risco, para risco extremo.

Figura 7 - Fatores de Risco: acesso a esgoto sanitário, internações, óbitos e características metropolitanas



Fonte: Autoras (2022).

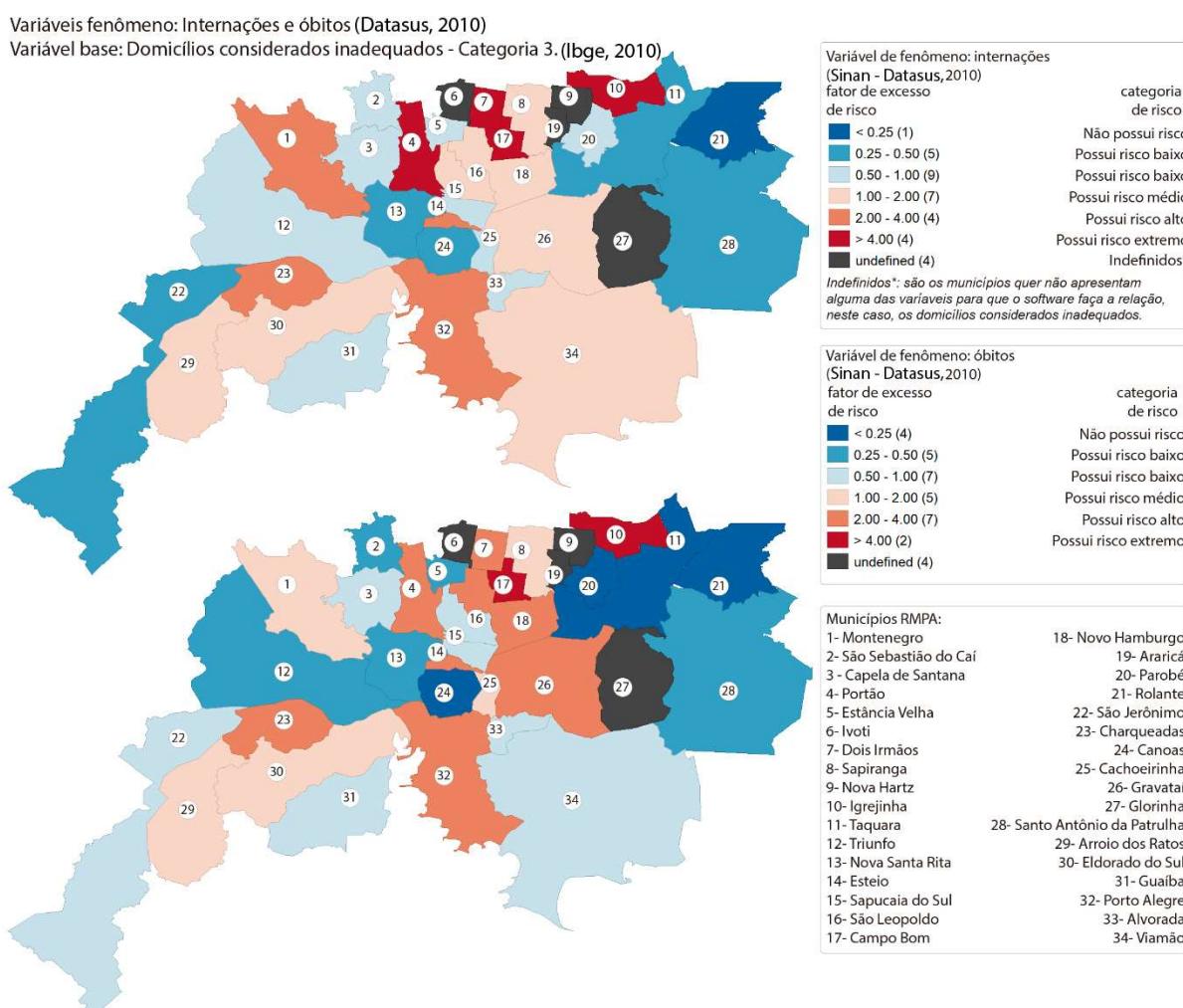
A Figura 7 demonstra a síntese das características metropolitanas e o resultado da sobreposição dos fatores de risco. Verifica-se que os municípios Sapiranga (8), Nova Hartz (9) e Araricá (19) apresentam aumento na categoria de risco quando se relaciona o número de internações e óbitos ao acesso ao esgoto sanitário adequado, o que pode estar relacionado ao fato de que são municípios com áreas rurais mais extensas e estão em áreas de inundação da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, a nordeste da mancha de conurbação da RMPA. O município de Novo Hamburgo (18) apresentou aumento na classificação de risco, de médio para alto, o que pode estar relacionado às características da topografia, adensamento urbano e proximidade com a mancha conurbada. O município de Glorinha apresentou a categoria de risco para extremo na variável óbitos, o que pode estar relacionado a sua grande extensão rural e pequena taxa de urbanização. Esse município se emancipou de Gravataí há pouco tempo, tendo ainda uma infraestrutura municipal deficiente.

A Figura 8 mostra as classificações de risco para ‘internações’ e ‘óbitos’ relacionados à variável de base de ‘população em domicílios inadequados’. Quatro municípios apresentam risco

extremo para as internações, são eles Portão (4), Dois Irmãos (7), Igrejinha (10) e Campo Bom (17). Cabe considerar que Igrejinha (10) e Campo Bom (17) também apresentaram classificação de risco extremo para óbitos relacionados aos domicílios inadequados. As figuras demonstram que quatro municípios apresentaram aumento na classificação de risco de internações para óbitos, são eles Novo Hamburgo (18), São Jerônimo (22), Cachoeirinha (25) e Gravataí (26).

A Figura 9 mostra a sobreposição das características metropolitanas com a classificação de risco dos municípios em relação aos domicílios inadequados.

Figura 8 - Fatores de Risco: domicílios inadequados, internações e óbitos



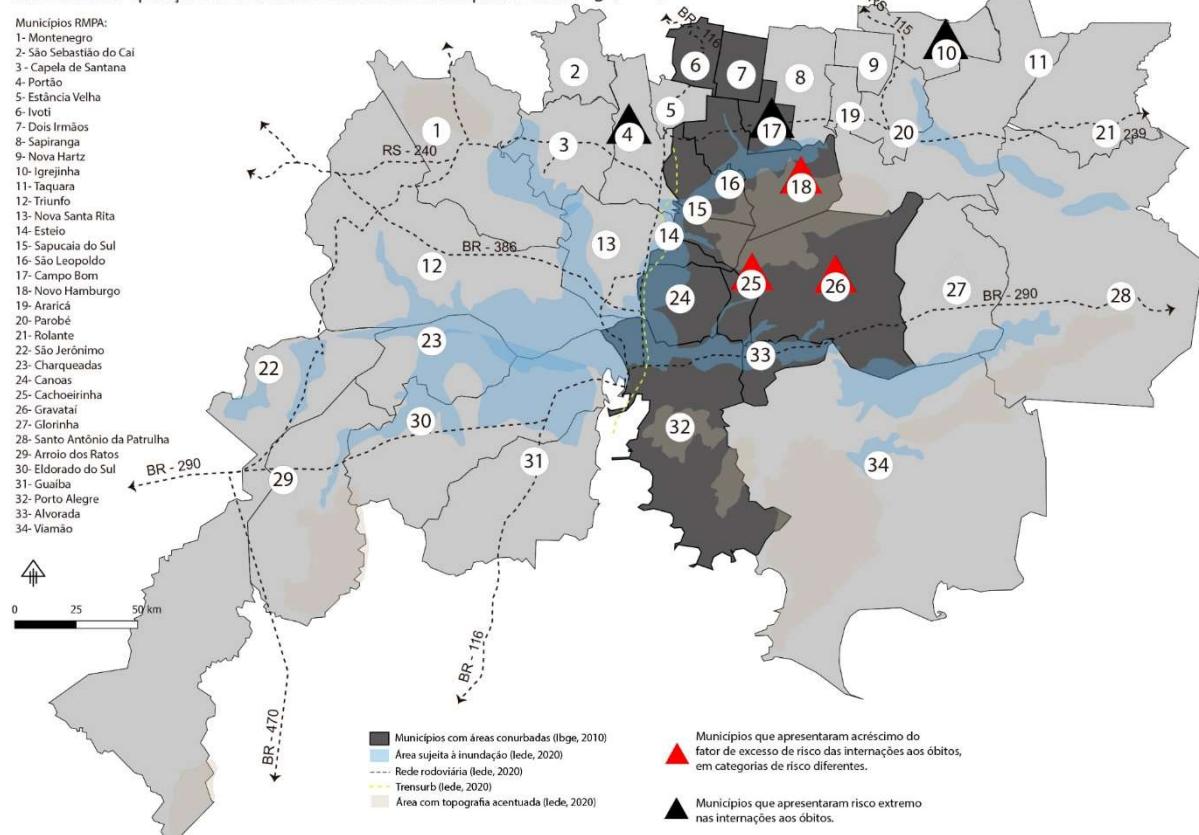
Fonte: Autoras (2022).

A Figura 9 mostra que quatro municípios apresentaram aumento na classificação da categoria de risco entre internações e óbitos: Novo Hamburgo (18), São Jerônimo (22), Cachoeirinha (25) e Gravataí (26). Destes, São Jerônimo encontra-se deslocado a oeste da mancha

conurbada da RMPA e apresenta parte considerável do seu território em área de inundação, além de ser um município integrado recentemente à RMPA (1999), com pequena população e PIB (IBGE, 2010). Os demais municípios fazem parte da mancha conurbada e são originários da formação da RMPA. Também são municípios bastante adensados e urbanizados (Figura 1), o que pode estar relacionado com a desigualdade social e parcela da população em domicílios inadequados.

Figura 9 - Fatores de Risco: domicílios inadequados, internações, óbitos e características metropolitanas

Variáveis fenômeno: Internações e óbitos (Datasus, 2010)
 Variável base: População em domicílios considerados inadequados Cat:3. (IBGE, 2010)



Os municípios de Ivoi (6), Nova Hartz (9), Araricá (19) e Glorinha (27) não possuem dados disponíveis sobre as características dos domicílios e não foram analisados quanto ao risco para doenças infecciosas e parasitárias relacionadas à inadequação dos domicílios.

O Quadro 2 apresenta uma síntese dos principais resultados.

Quadro 2 - Síntese dos principais resultados encontrados

		Variável de base associada			
Variável fenômeno	População sem abastecimento de água tratada	População sem coleta de resíduos sólidos urbanos	População sem acesso a esgoto adequado	População em domicílios considerados inadequados	
Nº municípios em risco extremo para internações	1 Glorinha (27)	6 Montenegro (1), Nova Hartz (9), Igrejinha (10), Campo Bom (17), Araricá (19) e Glorinha (27)	2 Dois Irmãos (7) e Campo Bom (17)	4 Portão (4), Dois Irmãos (7), Igrejinha (10) e Campo Bom (17)	
Nº de municípios em risco extremo para óbitos	1 Glorinha (27)	6 Sapiranga (8), Nova Hartz (9), Igrejinha (10), Campo Bom (17), Araricá (19) e Glorinha (27)	2 Dois Irmãos (7) e Glorinha (27)	2 Igrejinha (10) e Campo Bom (17)	
Nº municípios que aumentaram a categoria de risco de internações para óbitos	6 Novo Hamburgo (18), Araricá (19), Charqueadas (23), Gravataí (26), Santo Antônio da Patrulha (28) e Eldorado do Sul (30)	4 Sapiranga (8), Novo Hamburgo (18), Cachoeirinha (25) e Eldorado do Sul (30)	7 Sapiranga (8), Nova Hartz (9), Novo Hamburgo (18), Araricá (19), Gravataí (26), Glorinha (27) e Eldorado do Sul (30)	4 Novo Hamburgo (18), São Jerônimo (22), Cachoeirinha (25) e Gravataí (26)	
Fatores de risco associados	Conurbação/adensamento populacional; áreas de inundação das bacias hidrográficas; topografia; proximidade com eixos metropolitanos de transporte.	Baixa urbanização; afastamento dos eixos metropolitanos de transporte, extensão rural.	Áreas de inundação das bacias hidrográficas; baixa taxa de urbanização; extensão rural.	Conurbação/adensamento populacional; topografia; proximidade com eixos metropolitanos de transporte.	

Fonte: Autoras (2022).

DISCUSSÃO

A partir das análises foi possível constatar que os municípios com alta densidade populacional apresentam um alto risco de exposição da população a doenças infecciosas e parasitárias. Por outro lado, os municípios com baixa densidade populacional e urbanização precária, especialmente em áreas rurais, também podem ter um risco considerável ou até extremo, como apontado por Bettencourt e West (2010). De fato, é evidente que em áreas rurais, a precariedade das instalações de saneamento básico pode disseminar fatores de risco e aumentar o risco de transmissão de doenças, conforme destacam Pioli *et al.* (2017). A falta de serviços de coleta de lixo, fossas e tanques sépticos inadequados construídos de forma improvisada, edificações sem projeto adequado, com materiais impróprios e construídas em áreas úmidas e alagadiças, além da falta de limpeza em caixas de gordura e água sem regulamentação, são apenas alguns exemplos

de condições que podem aumentar o risco de transmissão de doenças, conforme descrito por Salgado (2019).

A infraestrutura urbana da RMPA é insuficiente para mitigar os fatores de risco para doenças, tanto nos casos de municípios com alta ou baixa densidade demográfica (Pioli *et al.*, 2017), deixando os habitantes mais vulneráveis a doenças infecciosas e parasitárias (Lobosco, 2010; Santos, 2019). Os fatores de risco, quando relacionados e somados uns aos outros, aumentam as taxas de disseminação de doenças infecciosas e parasitárias, especialmente em áreas de extrema pobreza, alta densidade demográfica e territorial, conforme apontado por Garcia e Silva (2016), o que se confirma nas análises apresentadas.

Por meio das análises foi possível identificar que entre os fatores, o pior estaria relacionado à falta de acesso à coleta de resíduos sólidos urbanos, o que coloca seis municípios em situação de risco extremo. A Lei Federal n. 11.445 (diretrizes nacionais para o saneamento básico), estabelece que seja feita a elaboração de planos de gestão dos resíduos em todos os níveis da administração pública, até 2012. Entretanto, “[...] a maior parte dos municípios não dispõe de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS)”, alertam Grisa e Capanema (2018, p. 418). Além disso, faltam recursos para investimento e não há, na maioria dos municípios, fonte de arrecadação própria, ficando a gestão dos resíduos dependente de recursos federais e estaduais. Dessa maneira, os municípios não possuem legislação vigente que coopere para a adequação de serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos para todos (Grisa; Capanema, 2018) e nem mesmo estratégias de gestão intermunicipal, com os entes da RMPA, o que poderia ser vantajoso para a população metropolitana (Ribeiro, Santos Júnior; Rodrigues, 2015).

O município de Glorinha destaca-se nas análises por apresentar risco extremo para internações relacionadas ao abastecimento de água e à coleta de resíduos sólidos urbanos e risco extremo para óbitos relacionados ao abastecimento de água, coleta de resíduos sólidos e esgoto adequado. Glorinha foi constituído por meio da emancipação de parte da área rural de Gravataí, evidenciando uma transição entre rural e urbano, o que pode gerar deficiências nas infraestruturas de saneamento, conforme analisadas nesta pesquisa (Santos, 2019). Apesar do risco extremo apresentado nos mapeamentos, o município possui baixa densidade demográfica, corroborando o argumento de Bettencourt e West (2010), quando aponta que a pouca ou nenhuma infraestrutura instalada em áreas rurais pode aumentar a disseminação de doenças, o que também se relaciona com a falta de acesso à saúde preventiva, conforme apontado por Cohen *et al.* (2019).

Outro ponto a ser observado dentro do contexto metropolitano é que as características espaciais não respeitam os limites municipais impostos pela legislação. Este é o caso das manchas de inundação que se localizam em divisas ou mesmo em territórios intermunicipais, ou da conurbação, que acontece desde o município de Porto Alegre até o de Novo Hamburgo (eixo norte-sul), além de outras características como morros, áreas de preservação, áreas de assentamentos informais urbanos. Na RMPA, a Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional (Metroplan) seria a intendência responsável por fornecer e desenvolver estratégias e planos de ações para gerenciamento de crises. Entretanto, após o período de enfraquecimento de instituições públicas no estado, a Metroplan descontinuou estudos e atrasou o lançamento do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), que deveria ser um instrumento legal de planejamento e gestão metropolitana e regional, definido em 2015 pelo Estatuto da Metrópole (Presidência da República, 2015). Este plano visava conectar e fornecer acesso aos serviços de saúde, educação e lazer entre os municípios da região. Compreende-se que pela falta de investimento e desmonte dos órgãos estatais, os planos estratégicos e diagnósticos sobre a situação de risco da RMPA podem estar defasados, impossibilitando a solução de problemas, especialmente de modo interfederado, conforme preconizado pelo estatuto (Lobosco, 2010; Ribeiro, Santos Júnior; Rodrigues, 2015).

Montenegro, Sapiranga, Nova Hartz, Igrejinha, Campo Bom, e Araricá são os municípios que apresentam risco extremo em relação à coleta de resíduos sólidos urbanos. Segundo Schoenell e Silveira (2016), Montenegro possui um Plano Municipal de Resíduos Sólidos elaborado em 2010, no entanto, o município apresenta problemas de gestão e planejamento das coletas de resíduos, sendo que na zona rural, apenas 10,5% dos resíduos orgânicos são coletados, e o restante é compostado, o que pode ser um agravante para a proliferação de roedores e bactérias caso a compostagem seja feita a céu aberto e de forma inadequada, causando doenças infecciosas e parasitárias (Passos *et al.*, 2019). Sapiranga, Nova Hartz, Igrejinha, Campo Bom e Araricá também possuem PMRS. Destaca-se que o diagnóstico de Sapiranga demonstra que apenas 70% da zona rural tem cobertura do serviço de coleta de resíduos urbanos (KeyAssociados; ProSinos, 2012). Nova Hartz, Igrejinha e Campo Bom possuem cobertura total dos serviços de coleta de resíduos em ambas as zonas rural e urbana. Porém salienta-se que estes dados se referem ao diagnóstico do ano de 2012, enquanto que as análises dos fatores de risco foram feitas utilizando os dados do Censo de 2010.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo identificar quais fatores de risco representam maior impacto na transmissão de doenças infecciosas e parasitárias na RMPA. Para alcançar este objetivo foi utilizada a cartografia da saúde e dados secundários abertos. Os fatores de risco mais preponderantes relacionados às doenças infecciosas e parasitárias identificados foram a coleta de resíduos sólidos urbanos e a falta de acesso ao esgoto adequado, sendo estes os que atingem mais cidades na RMPA. Foi necessário um aprofundamento das análises sobre a coleta de resíduos nos municípios para entendimento dos problemas, em conjunto com a análise dos dados de saúde. A questão do adensamento populacional e da taxa de urbanização (baixa e alta taxa) representam vulnerabilidades para a população residente na RMPA. No caso de áreas altamente adensadas e urbanizadas a população sofre com a infraestrutura sobrecarregada, enquanto nas áreas menos urbanizadas o maior problema é a falta de infraestrutura, justamente pela baixa densidade populacional e pouco monitoramento do poder público.

Estes fatores constituem os maiores riscos por razões comuns quando analisados dentro da RMPA como um todo, por exemplo: a localização e cobertura dos hospitais, localização e cobertura dos aterros sanitários, a localização e cobertura do abastecimento de água tratada, etc. Percebe-se que as doenças infecciosas e parasitárias não apresentam grande letalidade, no entanto, a relação com fatores de risco demonstra que as características do ambiente urbano a que estão sujeitos os habitantes da RMPA podem potencializar o risco, deixando essas populações ainda mais vulneráveis.

Por meio da Cartografia da Saúde pode-se obter a espacialização dos fatores de risco no âmbito de domicílios, população e saúde na RMPA. Dessa forma, se pode compreender a situação dos municípios, a exposição aos riscos e ainda o fator de risco que mais expõe a RMPA à vulnerabilidade. Como meio de visualização do fenômeno, a espacialização das características da RMPA, junto das análises de risco, permitiu que fossem identificados os municípios em situação de vulnerabilidade de acordo com os arranjos intermunicipais, que ultrapassam as barreiras administrativas e enquadram-se em questões metropolitanas de planejamento. Além disso, os mapeamentos podem ser utilizados como diagnóstico na construção de estratégias para vigilância em saúde e habitação.

O estudo teve como limitações a falta de acesso aos dados secundários atualizados, especialmente pelo atraso na realização do Censo 2022, além de incompatibilidades entre as bases de dados utilizadas. Possíveis trabalhos futuros podem utilizar dados do novo Censo, elaborando

um panorama mais atualizado da situação dos municípios da RMPA e que podem servir para direcionar políticas públicas mais efetivas na prevenção e combate a doenças infecciosas e parasitárias. Por fim, a falta de investimento nas plataformas de dados secundários impossibilitou análises mais aprofundadas ao nível municipal pela base Datasus. As bases utilizadas na pesquisa são os maiores repositórios de dados demográficos (IBGE) e de saúde (Datasus) do Brasil, no entanto, os dados são disponibilizados em escalas diferentes, o que impossibilita análises mais aprofundadas, como na escala do setor censitário, por exemplo. Além disso, a base Datasus não disponibiliza dados sobre a situação dos locais de vulnerabilidade, conhecidos como aglomerados subnormais. Os locais nos municípios que estão mais expostos aos fatores de risco, não possuem dados secundários abertos de saúde que possibilitem análises sobre a sua situação, e isso representa impacto nas políticas de planejamento de saúde, especialmente aquelas direcionadas às populações vulneráveis.

Em estudos futuros, além da utilização de dados atualizados do Censo 2022, aponta-se a necessidade de aprofundamento nas questões de coleta de lixo nos municípios que demonstraram risco extremo de acordo com este fator e o estudo de uma possível estratégia metropolitana para essa questão. Além disso, sugere-se o estudo dos aterros sanitários utilizados pelos municípios da RMPA e seu impacto na saúde pública metropolitana pela influência na disseminação de doenças. Por fim, argumenta-se que o problema das doenças infecciosas e parasitárias poderia ser gerido em uma escala intermunicipal, onde os diferentes municípios das regiões metropolitanas poderiam se beneficiar de políticas públicas articuladas, que consideram a espacialidade das doenças.

REFERÊNCIAS

- ANSELIN, L.; LOZANO, N.; KOSCHINSKY, J. **Rate Transformations and Smoothing**. Edição revisada ed. Illinois, EUA: Luc Anselin, 2006. 88 p.
- BEGA, M. T. S.; SOUSA, M. N. Pandemia e efeito-território: a desigualdade social como catalisadora da Covid-19. **Revista Brasileira de Sociologia**, [s. l.], v. 9, n. 21, p. 25–54, 18 jan. 2021. ISSN 2318-0544, 2317-8507. DOI 10.20336/rbs.775. Disponível em: <http://sbs.gd/etc.br/3214/index.php/rbs/article/view/rbs.775>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- BETTENCOURT, L.; WEST, G. A unified theory of urban living. **Nature**, [s. l.], v. 467, n. 7318, p. 912–913, 2010. ISSN 1476-4687. DOI 10.1038/467912a. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/467912a>. Acesso em: 7 jul. 2023.

BRASIL. Portaria no 3.214 de 08 de junho de 1978 - Tipos de riscos. In: **Segurança e Medicina do Trabalho**. São Paulo: Atlas, 1995. Disponível em: http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/tipos_de_riscos.html. Acesso em: 8 abr. 2024.

BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE; e DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA. **Doenças Infecciosas e Parasitárias: Guia de bolso**. 8ª edição revista ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 444 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; e UFGO. **ASIS: Análise de Situação de Saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 23 jan. 2015. 3 v. v., 282 p. (ASIS - análise de situação de saúde). v. 1- Livro texto. ISBN 978-85-334-2287-2. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/asis_analise_situacao_saude_volume_1.pdf.

COHEN, S. C. **Habitação saudável como caminho para a promoção da saúde**. 2004. 167 p. Tese de doutorado – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ, 2004. Accepted: 2012-09-05T18:23:56ZjournalAbbreviation: Healthy habitation for the health promotion. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4447>. Acesso em: 27 jan. 2023.

COHEN, S. C.; CYNAMON, S. E.; KLIGERMAN, D. C.; ASSUMPÇÃO, R. F. Habitação saudável no Programa Saúde da Família (PSF): uma estratégia para as políticas públicas de saúde e ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 807–813, set. 2004. ISSN 1413-8123. DOI 10.1590/s1413-81232004000300031.

COHEN, S. C.; BODSTEIN, R.; KLIGERMAN, D. C.; MARCONDES, W. B. Habitação saudável e ambientes favoráveis à saúde como estratégia de promoção da saúde. **Ciencia e Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 191–198, 2007. ISSN 14138123. DOI 10.1590/S1413-81232007000100022.

COHEN, S. C.; SILVEIRA, C. B.; MELO, A. B.; HOLLANDA, C.; MOTTA, R. M.; BANDEIRA, T. Indicadores de vulnerabilidade física da habitação em assentamentos urbanos irregulares. In: XIII ENTAC, 2010, Canela, RS. **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Canela, RS: [s. n.], 2010. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/20168>. Acesso em: 27 jan. 2023.

COHEN, S. C.; CARDOSO, T. A. O.; NAVARRO, M. B. M. A.; KLIGERMAN, D. C. Habitação saudável e biossegurança: estratégias de análise dos fatores de risco em ambientes construídos Healthy housing and biosafety: strategies of analysis of the risk factors present in built environments. **SAÚDE DEBATE**, [s. l.], v. 123, p. 1194–1204, 2019. DOI 10.1590/0103-1104201912317.

DATASUS. TabNet Win32 3.2: Morbidade Hospitalar do SUS - por local de internação - Rio Grande do Sul. **Informações de Saúde**. [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/nirs.def>. Acesso em: 8 abr. 2024.

FACCIN, C. R.; RORATO, G. Z.; CAMPOS, H. A.; LIBERA, L. T. D.; LENHART, T.; BERNARDI, M. P. Um Ano de Pandemia: Evolução e Dispersão Territorial da Covid-19 na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s. l.], v. 14, p. e20210219, 2022. ISSN 2175-3369. DOI 10.1590/2175-3369.014.e20210219. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692022000100207&tlang=pt. Acesso em: 15 ago. 2023.

GARCIA, L. P.; SILVA, G. D. M. Doenças transmissíveis e situação socioeconômica no Brasil: análise espacial. **IPEA - Texto para discussão 2263**, [s. l.], 2016. ISSN 1415-4765.

GHASEMI, S. R.; ZANGENEH, A.; RAJABI-GILAN, N.; RESHADAT, S.; SAEIDI, S.; ZIAPOUR, A. Health-related quality of life in informal settlements in Kermanshah, Islamic Republic of Iran: role of poverty and perception of family socioeconomic status. **Eastern Mediterranean Health Journal**, [s. l.], v. 25, n. 11, p. 775–783, 1 nov. 2019. ISSN 10203397, 16871634. DOI 10.26719/emhj.19.013. Disponível em: <http://applications.emro.who.int/emhj/v25/11/10203397-2019-2511-775-783.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2024.

GRISA, D. C.; CAPANEMA, L. X. L. Resíduos sólidos. **Visão 2035: Brasil, país desenvolvido**, [s. l.], n. Agendas setoriais para o desenvolvimento, p. 415–438, 2018. Accepted: 2019-02-04T20:22:38Z. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/16284>. Acesso em: 27 jan. 2023.

HIJJAR, M. A.; OLIVEIRA, M. J. P. R.; TEIXEIRA, G. M. A tuberculose no Brasil e no mundo. **Boletim de Pneumologia Sanitária**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 9–16, dez. 2001. ISSN 0103-460X. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-460X2001000200003&lng=pt&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 27 jan. 2023.

IBGE. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. p. 35. . Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>. Acesso em: 5 set. 2022.

Geoportal IEDE. [s. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <https://iede.rs.gov.br/geoportal/#searchPanel>. Acesso em: 5 set. 2022.

KEYASSOCIADOS, Soluções Sustentáveis; PROSINOS - Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Sapiranga**. [s. l.: s. n.], 2012. Disponível em: https://prosinos-bucket.s3.sa-east-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/2023/11/17154219/plano_gestao_residuos_solidos_sapiranga_02082012.pdf. Acesso em: 21 jun. 2024.

KOCH, T. **Cartographies of Disease: Maps, Mapping, and Medicine**. Cambridge: Esri Press, 2017. II.

KODAMA, K.; SALGADO, T. Condições de vida e vulnerabilidades nas epidemias: do cólera no século 19 à Covid-19. In: **Casa de Oswaldo Cruz**. [s. l.], 19 maio 2020. Disponível em: <https://www.coc.fiocruz.br/todas-as-noticias/condicoes-de-vida-e-vulnerabilidades-nas-epidemias-do-colera-no-seculo-19-a-covid-19/>. Acesso em: 9 abr. 2024.

LOBOSCO, T. Práticas urbanas e produção do espaço em ocupações informais. **GeoTextos**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 25–48, 2010. ISSN 1809189X. DOI 10.9771/1984-5537geo.v5i2.3785.

LOPES, D. C. **Assentamentos informais em cidades turísticas: uma análise de Canela e Gramado (RS)**. 2014. 139 p. Dissertação de mestrado (pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014. Accepted: 2015-01-15T02:15:31Z. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/109004>. Acesso em: 8 abr. 2024.

LUNA, E. J. A.; SILVA JÚNIOR, J. B. **Doenças Transmissíveis, Endemias, Epidemias e Pandemias**. Rio de Janeiro: Fiocruz/Ipea/Ministério da Saúde/Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2013. 123–176 p. (A saúde no Brasil em 2030: população e perfil sanitário). v. 2. ISBN 978-85-8110-016-6. DOI 10.7476/9788581100166.0006. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/8pmmy/pdf/noronha-9788581100166-06.pdf>.

MARTINES, W. R. V.; MACHADO, A. L.; COLVERO, L. A. A cartografia como inovação metodológica na pesquisa em saúde. **Tempus - Actas de Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 203–211, 2013.

MARTINS, C. M. R. **Textos para Discussão FEE N°112: Caracterização da Região Metropolitana de Porto Alegre**. [s. l.]: Secretaria do Planejamento, Gestão e Participação Cidadã, 2013. Disponível em: <http://cdn.fee.tche.br/tds/112.pdf>. Acesso em: 10 maio 2023.

MARTINUCI, O. S. Cartografias da saúde: alguns apontamentos. In: RIBEIRO, Eduardo Augusto Werneck (ed.). **Geografia da saúde: Metodologias e técnicas**. 1. ed. [s. l.]: Instituto Federal Catarinense, 2019. p. 6–20. ISBN 978-85-5644-043-3.

MENACH, A. L. *et al.* Travel risk, malaria importation and malaria transmission in Zanzibar. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 1, p. 1–7, 2011. ISSN 20452322. DOI 10.1038/srep00093.

MORAIS, M. P. (ed.); KRAUSE, C. H. (ed.); LIMA NETO, V. C (ed.). **Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudos de caso brasileiros**. Brasília, DF: IPEA, 2016. 548 p. Accepted: 2016-07-20T20:12:51Z publisher: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6801>. Acesso em: 27 jan. 2023.

PACÍFICO FILHO, M.; IWAMOTO, H. M.; BORGES, T. P.; CANÇADO, A. C. Disseminação da Covid-19: contágio tardio em centros locais no sudeste do Tocantins. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [s. l.], v. 24, 6 jun. 2022. ISSN 1517-4115, 2317-1529. DOI 10.22296/2317-1529.rbeur.202203pt. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbeur/a/X7tHPsyFGPRQzDWLRfNzFfg/>. Acesso em: 27 jan. 2023.

PASSOS, M. G.; FACCO, J.; SANTOS, M. P.; PRADO, G. P.; REIS, C. Z. Percepção ambiental do uso de composteira doméstica na Região Hidrográfica 2 no estado de Santa Catarina. In: 2º ConReSol, 2019, Foz do Iguaçu, PR. **2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. Foz do Iguaçu, PR: [s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/III-113.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2023.

PIOLI, M.; PIRES, R. H.; RAMOS, S. B.; MARTINS, C. H.; APARECIDO, L. E. O.; ZAIA, J. E. Influência de fatores de risco na mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias. **Saúde e Pesquisa**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 491, 2017. ISSN 1983-1870. DOI 10.17765/1983-1870.2016v9n3p491-498.

PIRES, R. R. C. Nota Técnica Diest n. 33 - Os Efeitos sobre grupos sociais e territórios vulnerabilizados das medidas de enfrentamento à crise sanitária da Covid-19: propostas para o aperfeiçoamento da ação pública. **IPEA**, Brasília, p. 11, 2020.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Estatuto da Metrópole**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: 12 jan. 2023.

RAMÍREZ, I. J.; LEE, J. COVID-19 Emergence and Social and Health Determinants in Colorado: A Rapid Spatial Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 11, p. 3856, jun. 2020. ISSN 1661-7827. DOI 10.3390/ijerph17113856. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7312929/>. Acesso em: 21 jun. 2024.

RAOULT, D.; MOUFFOK, N.; BITAM, I.; PIARROUX, R.; DRANCOURT, M.. Plague: history and contemporary analysis. **The Journal of infection**, [s. l.], v. 66, n. 1, p. 18–26, jan. 2013. ISSN 1532-2742. DOI 10.1016/j.jinf.2012.09.010. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23041039>.

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÕES PARA A SAÚDE (ed.). **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. 2a edição ed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, Escritório Regional para as Américas da Organização Mundial da Saúde, 2008. 349 p. ISBN 978-85-87943-65-1.

RIBEIRO, L. C. Q; SANTOS JÚNIOR, O. A.; RODRIGUES, J. M. Estatuto da Metrópole: avanços, limites e desafios. In: **Observatório das Metrópoles**. [S. l.], 2 abr. 2015. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/estatuto-da-metropole-avancos-limites-e-desafios-2/>. Acesso em: 12 jan. 2023.

RIZZATTI, M. *et al.* Mapeamento da COVID-19 por meio da densidade de Kernel. **Metodologias e Aprendizado**, [s. l.], v. 3, p. 44–53, jun. 2020. DOI 10.21166/METAPRE.V3I0.1312.

RODRIGUES, V. P.; OLIVEIRA, I. C.; CHAVES, G. L. D.; AQUINO, E. L. C.; VIEGAS, C. V.. Respostas à pandemia em comunidades vulneráveis: uma abordagem de simulação. **Revista de Administração Pública**, [s. l.], v. 54, n. 4, p. 1111–1122, ago. 2020. ISSN 0034-7612. DOI 10.1590/0034-761220200250. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220200250x>.

ROJAS, L. I.; BARCELLOS, C.; e PEITER, P. Utilização de Mapas no Campo da Epidemiologia no Brasil. **Informe Epidemiológico do SUS**, [s. l.], v. 8, n. Iv, p. 27–35, 1999.

SALAMA, A. M. Coronavirus questions that will not go away: interrogating urban and socio-spatial implications of COVID-19 measures. **Emerald Open Research**, [s. l.], v. 2, p. 14, 2020. DOI 10.35241/emeraldopenres.13561.1.

SALGADO, I. C. S. **Patologia: Doenças Parasitárias**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/patologia-doencas-parasitarias>. Acesso em: 27 jan. 2023.

SANTOS, C. R. C. Assentamentos informais latino-americanos: considerações sobre o melhoramento de bairros e as habitações sociais. **Revista Economia Política do Desenvolvimento**, [s. l.], v. 9, n. 21, p. 1–21, 12 set. 2019. ISSN 2594-598X. DOI 10.28998/repd.v9i21.8740. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/repd/article/view/8740>. Acesso em: 21 jun. 2024.

SCHOENELL, E. K.; SILVEIRA, T. A. Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos em município de 60.000 habitantes. In: 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2016, Porto Alegre, RS. **Regulamentação Ambiental, Desenvolvimento e Inovação**. Porto Alegre, RS: [s. n.], 2016.

SCOVRONICK, N.; LLOYD, S. J.; KOVATS, R. S. Climate and health in informal urban settlements. **Environment and Urbanization**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 657–678, out. 2015. ISSN 17460301. DOI 10.1177/0956247815596502.

SEGURADO, A. C.; CASSENTE, A. J.; LUNA, E. A. Saúde nas metrópoles - Doenças infecciosas. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 30, n. 86, p. 29–49, abr. 2016. ISSN 0103-4014. DOI 10.1590/S0103-40142016.00100003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142016000100029&lng=pt&tlang=pt.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Dados Gerais das Bacias Hidrográficas. **Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura**. [S. l.: s. n.], 6 dez. 2022. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas>. Acesso em: 21 jun. 2024.

60

TEIXEIRA, C. M. E; MADRUGA, G. A. M.; MEDEIROS, G. B. S.; FILHO, J. G. T. M. L.; DUARTE, S. S. M. Análise comparativa das pandemias COVID-19 e H1N1 / Comparative analysis of COVID-19 and H1N1 pandemics. **Brazilian Journal of Health Review**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 3591–3595, 24 abr. 2020. ISSN 2595-6825. DOI 10.34119/bjhrv3n2-188. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/9132>. Acesso em: 21 jun. 2024.

TINSLEY, K.; BISHOP, M. Poverty and Population Density: Implications for Economic Development Policy. **Journal of Higher Education Outreach and Engagement**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 195–208, 2006. ISSN 2164-8212.

UFG, Universidade Federal de Goiás; IMB, Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos; ECONOMIA, Secretaria de Estado de Economia; SEDI, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico e Inovação; e SES, Secretaria de Estado da Saúde. **Plano Estratégico para a Política de Enfrentamento dos Efeitos da Pandemia Covid-19**. Goiás: Universidade Federal de Goiás, 2020. (Relatório de Assessoramento Estratégico). p. 59. . Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1094/o/Relatorio_assessoramento_estrategico_19-04-2020.pdf. Acesso em: 21 jun. 2024.

WHO, World Health Organization. **Guidelines for healthy housing**. [S. l.]: Regional Office for Europe - Copenhagen, 1988. p. 258. ISSN 00402508. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/191555/EURO_EHS_31_eng.pdf. Acesso em: 8 abr. 2024.

ZANDONAI, C. O. **A pobreza na Região Metropolitana de Porto Alegre**. 2005. 132 p.
Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6733/000534267.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
Acesso em: 8 abr. 2024.

Recebido em: 05/05/2023
Aceito em: 20/06/2024

GOOGLE EARTH ENGINE: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Eléia Righi

Doutora, professora adjunta da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). Pós-doutoramento no Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto – UFRGS

E-mail: eleia-righi@uergs.edu.br

Pâmela Boelter Herrmann

Engenheira e Gestora Ambiental, Especialista em Informações Espaciais Georreferenciadas, Mestre e Doutoranda em Sensoriamento Remoto – UFRGS

E-mail: pamelaboelter@gmail.com

Francisco da Silva Costa

Professor Doutor da Universidade do Minho (Portugal); Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade (CECS)

E-mail: costafs@geografia.uminho.pt

Clódis de Oliveira Andrade Filho

Doutorado em Geociências (Geoquímica e Geotectônica) pela Universidade de São Paulo

Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: clodisfilho@gmail.com

RESUMO

O sensoriamento remoto combinado com a plataforma de computação em nuvem *Google Earth Engine* (GEE) é uma alternativa promissora, rápida e fácil para análise de grandes áreas por amplos períodos. Neste sentido, o desenvolvimento do GEE criou expectativas pujantes no sensoriamento remoto e para a utilização de dados geoespaciais. E embora, esta plataforma tenha sido lançada em 2010 e tenha sido comprovado seu alto potencial para diferentes aplicações, ela não foi totalmente investigada em relação ao seu potencial teórico e qualitativo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi organizar uma análise bibliométrica da produção científica de diferentes aspectos da plataforma GEE. O método bibliográfico de organização e busca é o utilizado para o estudo proposto, trazendo o apanhado de publicações sobre o tema “*Google Earth Engine*” da série histórica da rede CAFe do portal Periódicos CAPES (Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) de 2011 a 2023. Verificou-se que embora os estudos tenham avançado, muito ainda precisa ser desenvolvido para que as técnicas e resultados cheguem a nível global. Em relação as aplicações, diversos trabalhos conseguiram resultados satisfatórios a excelentes, no entanto, uma investigação abrangente dos tipos de sensores e métodos confiáveis, ainda é pequena, para monitoramentos ambientais em larga escala e com resultados mais precisos.

PALAVRAS-CHAVE: GEE; Sensoriamento Remoto; Geotecnologias.

GOOGLE EARTH ENGINE: BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION

ABSTRACT

Remote sensing combined with the Google Earth Engine (GEE) cloud computing platform is a promising, fast and easy alternative for analyzing large areas for extended periods. In this sense, the development of the GEE created strong expectations in remote sensing and for the use of geospatial data. And although, this platform was launched in 2010 and its high potential for different applications has been proven, it has not been fully investigated regarding its theoretical and qualitative potential. Therefore, the objective of this work was to organize a bibliometric analysis of the scientific production of different aspects of the GEE platform. The bibliographic method of organization and

search is used for the proposed study, bringing the collection of publications on the theme "Google Earth Engine" from the historical series of the CAFé network of the CAPES Periódicos portal (Periodic Portal of the Coordination for the Improvement of Level Personnel Superior) from 2011 to 2023. It was verified that although the studies have advanced, much still needs to be developed so that the techniques and results reach a global level. Regarding applications, several works have achieved satisfactory to excellent results, however, a comprehensive investigation of the types of sensors and reliable methods is still small, for large-scale environmental monitoring and with more accurate results.

KEYWORDS: GEE; Remote sensing; Geotechnologies.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de Sensoriamento Remoto (SR) coletam grandes volumes de conjuntos de dados há décadas, gerenciando e analisando com pacotes de *software*. Nessa linha, o Google desenvolveu uma plataforma de computação em nuvem, chamada *Google Earth Engine* (GEE) que facilita o processamento de amplos dados geográficos em grandes áreas, e o monitoramento do ambiente por longos períodos (Amani *et al.*, 2020).

Após a disponibilidade gratuita da série Landsat em 2008, o Google arquivou todos os conjuntos de dados e os vinculou ao mecanismo de computação em nuvem para uso de código aberto. O arquivo de dados atual inclui aqueles de outros satélites, bem como conjuntos de dados vetoriais baseados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), dados sociais, demográficos, meteorológicos, modelos digitais de elevação e dados climáticos (Mutanga; Kumar, 2019).

A plataforma GEE de uso gratuito fornece acesso a *petabytes* de imagens de Sensoriamento Remoto, processamento paralelo de alta velocidade e algoritmos usando a infraestrutura computacional do Google e uma biblioteca de *Application Programming Interfaces* (APIs) com ambientes de desenvolvimento que suportam linguagens de codificação, como *JavaScript* e *Python* (Tamiminia *et al.*, 2020).

O GEE tem sido empregado em uma ampla gama de aplicações, como classificação de cobertura/uso do solo, hidrologia, planejamento urbano, desastres naturais, análises climáticas e processamento de imagens (Amani *et al.*, 2020). Os dados disponíveis são de vários satélites, como a série Landsat completa, *Moderate Resolution Imaging Spectrometer* (MODIS), *National Oceanographic and Atmospheric Administration Advanced* de altíssima resolução (NOAA-AVHRR), Sentinel 1, 2 e 3, *Advanced Land Observing Satellite* (ALOS), dentre muitos outros (Kumar; Mutanga, 2018).

Todas as imagens brutas estão disponíveis, juntamente com imagens em mosaico e imagens limpas de nuvens. Alguns conjuntos de dados foram pré-processados para converter números digitais

brutos em refletância do topo da atmosfera e até refletância de superfície, tornando-os adequados para análises posteriores sem a necessidade de *software* especializado para correções solares e atmosféricas. Outros produtos computados prontos para uso, como o Índice de Vegetação Aprimorado (EVI) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), também estão disponíveis (Kumar; Mutanga, 2018).

Wang *et al.* (2020), conseguiram analisar aproximadamente 44.528 imagens do Landsat TM/ETM+/OLI usando a plataforma de computação em nuvem *Google Earth Engine* (GEE) para produzir mapas anuais de planícies de maré costeiras no leste da China de 1986 a 2016 com resolução espacial de 30 m.

Pan *et al.* (2023), analisaram parâmetros do modelo hidrológico distribuído baseado em sensoriamento remoto utilizando o GEE, e concluíram que as simulações de processos hidrológicos são mais rápidas e confiáveis para o gerenciamento integrado de recursos hídricos, alcançando resultados vantajosos em termos de eficiência e precisão.

Liu *et al.* (2018), usaram uma escala multitemporal de alta resolução de solos urbanos globais (superfícies impermeáveis) usando imagens Landsat, baseadas na plataforma GEE. Assim, descobriram que a área urbana do mundo aumentou, atingindo uma cobertura global de 0,63%.

As informações sobre a cobertura da terra desempenham um papel vital em muitos aspectos da vida, desde científicos, econômicos e até políticos. Informações precisas sobre a cobertura da terra afetam todas as aplicações subsequentes. Neste sentido, os estudos de cobertura vegetal e uso do solo do mundo com maior precisão ao usar imagens de satélite de séries temporais, foram as disponibilizadas pelo *Google Earth Engine* (Phan; Kuch; Lehnert, 2020).

Vários trabalhos recentes relataram que a mudança contínua de uso/cobertura da terra está tendo um impacto cada vez mais negativo em vários aspectos da superfície do planeta, como ecossistemas terrestres, balanço hídrico, biodiversidade e clima (SALAZAR *et al.*, 2015).

As análises da dinâmica da cobertura da terra em diferentes escalas espaciais, utilizando o GEE, que fornece acesso a dados e técnicas analíticas avançadas em “big data”, podem reduzir a resolução espacial de 300m para 30m (ou menos), ao sobrepor/fundir classificações e tipos de imagens. Exigindo, assim, menos conhecimento específico da região para os pesquisadores e fornecendo novas informações para políticas públicas e privadas em classificações altamente precisas em escalas mais detalhadas (Lee; Cardille; Coe, 2018).

O desenvolvimento do GEE criou expectativas pujantes no sensoriamento remoto e para a utilização de dados geoespaciais. E embora, esta plataforma tenha sido lançada em 2010 e tenha sido

comprovado seu alto potencial para diferentes aplicações, ela não foi totalmente investigada em relação ao seu potencial teórico e qualitativo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi organizar uma análise bibliométrica da produção científica de diferentes aspectos da plataforma GEE.

O GEE torna-se uma importante ferramenta para o monitoramento diário, mensal, sazonal e de longo prazo de fenômenos em alta resolução espacial e cobrindo grandes extensões para o Estado do Rio Grande do Sul e para o Brasil, pois podemos resolver problemas ambientais em função de suas amplas aplicações, desde mineração, agricultura, serviços ecossistêmicos, monitoramento de secas e desastres naturais, entre outros.

Em relação aos desastres naturais que afetaram o Brasil no ano de 2023, foi alcançado recordes de eventos hidrológicos e geohidrológicos, conforme dados divulgados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2024). O Rio Grande do Sul concentrou grande parte dos alertas emitidos e o maior percentual de mortes. O Estado registrou 56% do total de óbitos associados a eventos relacionados à chuva no país. Neste sentido, o GEE agora permite que cientistas, investigadores e nações explorem este enorme armazém de dados para deteção de alterações, mapeiem tendências e quantifiquem recursos na superfície do Globo como nunca antes, diminuindo os potenciais desastres que podem ocorrer.

METODOLOGIA

A construção da ciência e da pesquisa sempre deve ser baseada em métodos e técnicas, além disso é necessário estar fundamentada na epistemologia. Vários autores, ainda salientam que dados quantitativos e qualitativos devem estar entrelaçados com a teoria e com o empírico, o lógico, o real e o ideal. Portanto, Severiano (2013, p. 88) ressalta que, “a ciência se faz quando o pesquisador aborda os fenômenos aplicando recursos técnicos, seguindo um método e apoiando-se em fundamentos epistemológicos”.

Para Yin (2015), deve-se sempre considerar dados qualitativos e quantitativos em qualquer estudo de caso, além disso eles são complementares, permitindo, uma análise mais complexa dos fenômenos e processos estudados.

Neste sentido, os “dados quantitativos ou numéricos são verificados por meio de medições de grandezas e obtém-se por meio da metrologia, números com suas respectivas unidades” (PEREITA *et al.*, 2018 p. 69). Os autores ainda ressaltam como o enfoque matemático muitas vezes torna-se importante por possibilitar a previsão dos fenômenos.

Já para Prodanov e Freitas (2013), nas pesquisas qualitativas, as variáveis, que são os elementos observáveis, são descritas ou explicadas. Pereita *et al.* (2018) descrevem que, nos métodos qualitativos, o importante é a interpretação por parte do pesquisador através de suas opiniões sobre o fenômeno em estudo.

Para a construção de qualquer trabalho se torna muito importante também a revisão bibliográfica, a qual permite a identificação de lacunas de conhecimento, a formulação de hipóteses e objetivos de pesquisa, e o estabelecimento de bases teóricas e metodológicas para a pesquisa. Além disso, permite o levantamento e análise crítica do conhecimento já produzido sobre o tema em questão (Gall; Gall; Borg, 2013).

O método bibliográfico de organização e busca é o utilizado para o estudo proposto, trazendo o apanhado de publicações sobre o tema “*Google Earth Engine*” da série histórica da rede CAFé do portal Periódicos CAPES (Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) de 2011 a 2023 (até 03/09/2023).

A contribuição do estudo, também, busca se apoiar na geração de *clusters* de palavras-chave, com a utilização do software *Word Cloud*, assim como do software *VOSviewer*, onde se torna possível visualizar e traçar análises de toda a lista de trabalhos resultantes da busca desenvolvida para este documento.

Para trazer a discussão do tema, foram utilizados os seguintes parâmetros: Palavra-chave: “*Google Earth Engine*”; Filtro 01: Artigos; Anos: 2011 até 2023 (pois, o assunto surge a partir de 2011 em artigos); Filtro 02: Periódicos revisados por pares. O assunto ficou limitado a 2.864 documentos encontrados. Dentre esses, foram selecionados os 50 artigos com maior impacto da base de dados, sendo os que tiveram maior fator de impacto dos periódicos onde foram publicados. A partir destes processos, esse estudo teve o desafio de identificar os diferentes aspectos e dimensões do assunto, analisando também parâmetros específicos como os satélites e sensores, metodologia aplicada e alvo da pesquisa.

Essa plataforma foi escolhida, pois dispõem de muitas publicações periódicas, internacionais e nacionais, e diversas bases de dados, como a *Web of Science* e a *Elsevier Science Direct Journals*. Inclui também uma seleção de importantes fontes de informação científica e tecnológica de acesso gratuito na web.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na presente pesquisa, foram utilizados os 50 artigos sobre o tema “*Google Earth Engine*” de maior impacto da base de dados (de 2011 até 2023), para uma mensuração e qualificação deste assunto. Foi utilizada essa série histórica, pois na plataforma os artigos aparecem somente a partir de 2011.

Na Tabela 01, foi listada a quantidade de artigos em cada ano. Pode-se verificar que apenas a partir de 2016 os artigos começam a ter alto grau de impacto, e no ano de 2020 houve o maior número de publicações sobre esse assunto com maior relevância e maior impacto na produção científica da base de dados. Esses dados demonstram, que neste campo científico foram necessários praticamente 10 anos de desenvolvimento de pesquisas para as técnicas começarem o processo de consolidação.

Tabela 1 - Artigos publicados da série histórica com maior impacto.

Ano	Nº de Artigos Publicados	%
2016	2	4
2017	4	8
2018	10	20
2019	10	20
2020	12	24
2021	7	14
2022	3	6
2023	2	4
Total	50	100

Fonte: Autores (2023).

67

Nas 50 publicações de maior relevância sobre o tema, foram identificados 321 autores/pesquisadores que se dedicaram a trabalhar com o assunto. O artigo que teve menos autores, foram dois e o artigo com mais autores, foram treze. Todos os artigos foram publicados na língua inglesa.

Os dois principais periódicos que publicaram os artigos foram a *International Archives Of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences* e *Iop Conference Series. Earth And Environmental Science*. O *Journal Citation Reports* (JCR) é uma métrica em nível de periódico calculada a partir de dados indexados na *Web of Science Core Collection*, e para esses periódicos no ano de 2022 foi de 13,5, para ambos.

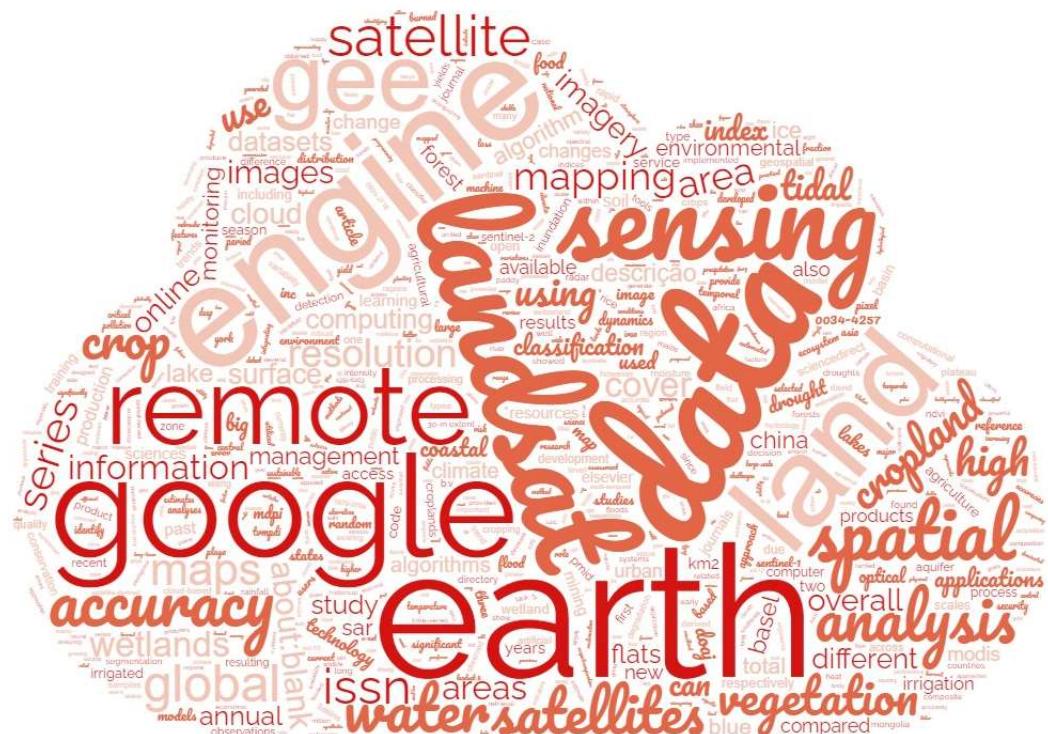
Os principais assuntos procurados são: *Science & Technology, Remote Sensing, Life Sciences & Biomedicine, Environmental Sciences & Ecology*, e *Google Earth Engine*, nesta sequência de

importância. As principais coleções foram: *DOAJ Directory of Open Access Journals*, *Science Citation Index Expanded (Web of Science)*, *Elsevier Science Direct Journals* e *Springer Nature Complete Journals*, que possuem muito impacto em suas publicações.

Em relação aos temas abordados nas pesquisas elas são voltadas para vários aspectos da superfície, variando de escalas locais até globais, como evolução das áreas urbanas do planeta, ecossistemas terrestres, balanço hídrico, biodiversidade, uso do solo, produção de alimentos e clima. Além disso, temos poucos trabalhos que se dedicaram a análise das produções científicas e a acurácia dos dados obtidos.

Na Figura 01, está apresentado o Mapa de Palavras que foi gerado com base nos artigos analisados na pesquisa, sendo evidenciadas as palavras que apareceram com maior frequência, tendo as mesmas maior destaque. Observa-se que as palavras-chaves “*earth, google, data, landsat e remote*” são as maiores, sendo as mais presentes nos artigos analisados.

Figura 1 - Mapa de palavras dos 50 artigos selecionados na busca na base de dados CAPES-CAFe.

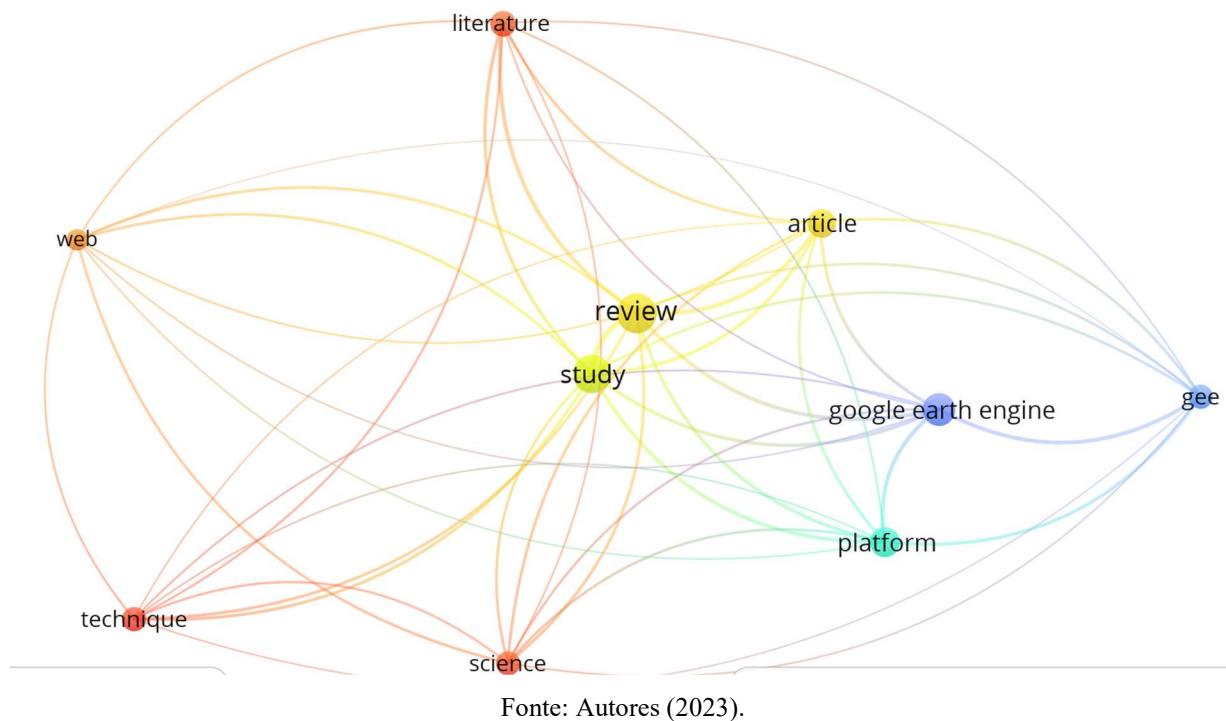


Fonte: Autores (2023).

Na figura 02 as palavras “*study* e *review*” são as que estão no centro da imagem em relação às outras palavras, isto significa, que a intensidade é alta do que vem sendo verificado sobre o termo

GEE, a análise feita no *VOSviewer* está alinhada com os objetivos e relevância deste artigo e efetivando de uma forma positivista o estudo.

Figura 2 - Clusters de palavras dos 50 artigos selecionados na busca na base de dados CAPES-CAFe.



Fonte: Autores (2023).

69

Levando em consideração os usos dos tipos de imagens podemos identificar nos 50 trabalhos analisados, de forma massiva, as séries Landsat TM/ETM+/OLI imagery, em segundo momento as imagens Sentinel, posteriormente o Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), e os Soil Moisture Ocean Salinity (SMOS) / Soil Moisture Active Passive (SMAP).

Em relação as imagens SAR do Sentinel-1 do GEE, temos um estudo direcionado para a região dos Alpes Austríacos, aplicou uma rotina de processos para correção de inclinação radiométrica (áreas sombreadas) com base angular (Vollrath; Mullissa; Reiche, 2020). Como a região é montanhosa essas técnicas novas possibilitaram superar as limitações atuais, e mesmo não obtendo resultados extremamente satisfatórios, os autores ressaltam que o código é facilmente adaptável para outras missões SAR que possam estar presentes na plataforma GEE no futuro.

Na área agrícola, um estudo realizado no Quénia e na Tanzânia (África), para o ano de 2017, possibilitou verificar a presença de terras agrícolas com resolução de 10 m para as culturais de milho. A cultura do milho é de extrema importância na comensalidade dos povos africanos. Foi obtido mais de 85% de precisão em ambos os países, sendo o sensor Sentinel-1 mais eficaz (Jin *et al.*, 2019).

As mudanças de temperatura da superfície e as alterações globais do clima estão em foco nas últimas décadas, são também muito estudadas principalmente em áreas urbanas, que são muito pavimentadas. Neste sentido, Ermida *et al.* (2020), aplicaram um código para verificar a Temperatura da Superfície Terrestre (o qual também foi disponibilizado gratuitamente para os usuários do GEE), em uma região do centro de Portugal próxima da cidade de Coimbra, localizada aproximadamente a 40,2°N e 8,4°W. E apesar de ter uma ligeira subestimação e superestimação em alguns valores, o algoritmo se mostrou muito eficiente. Os autores utilizaram as séries Sentinel-1 e medidas de refletância óptica no Sentinel-2.

Huang *et al.* (2017), utilizaram o GEE para detectar a dinâmica da cobertura do solo em Pequim, usando séries temporais anuais do NDVI – Landsat 8, até 2015, em função da qualidade das imagens. Apesar da acurácia geral ficar em 86,61%, os autores conseguiram encontrarmos padrões de perda e ganho de vegetação nas últimas três décadas, sendo que a perda de vegetação foi maior que o ganho.

Já Chen *et al.* (2021), utilizaram o Landsat para a análise de séries temporais e análise de mistura espectral executada em GEE para monitorar a degradação florestal abrupta e gradual em regiões temperadas. Foi monitorada a degradação florestal e a desflorestação de 1987 a 2019 na Geórgia.

Trabalhos com maior impacto estudados

Inicia-se assim, as discussões levando em consideração os dez artigos com maior relevância e impacto da série analisada. Neste sentido, podemos apontar os seguintes trabalhos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Os 10 artigos com maior impacto estudados.

N	Título	Autores	Ano
1	Google Earth Engine Applications	Mutanga, Onisimo; Kumar, Lalit	2019
2	Impacts of droughts and floods on croplands and crop production in Southeast Asia – An application of Google Earth Engine	Venkatappa, Manjunatha; Sasaki, Nophea; Han, Phoumin; Abe, Issei	2021
3	Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone	Gorelick, Noel; Hancher, Matt; Dixon, Mike; Ilyushchenko, Simon; Thau, David; Moore, Rebecca	2017
4	Implementation of the LandTrendr Algorithm on Google Earth Engine	Kennedy, Robert; Yang, Zhiqiang; Gorelick, Noel; Braaten, Justin; Cavalcante, Lucas; Cohen, Warren; Healey, Sean	2018
5	Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential	Kumar, Lalit; Mutanga, Onisimo	2018
6	Tracking annual changes of coastal tidal flats in China during 1986–2016 through analyses of Landsat images with Google Earth Engine	Wang, Xinxin; Xiao, Xiangming; Zou, Zhenhua; Chen, Bangqian; Ma, Jun; Dong, Jinwei; Doughty, Russell B.; Zhong, Qiaoyan; Qin, Yuanwei; Dai, Shengqi; Li, Xiangping; Zhao, Bin; Li, Bo	2020
7	Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review	Tamiminia, Haifa; Salehi, Bahram; Mahdianpari, Masoud; Quackenbush, Lindi; Adeli, Sarina; Brisco, Brian	2020
8	Monitoring the Impact of Land Cover Change on Surface Urban Heat Island through Google Earth Engine: Proposal of a Global Methodology, First Applications and Problems	Ravanelli, Roberta; Nascetti, Andrea; Cirigliano, Raffaella; Di Rico, Clarissa; Leuzzi, Giovanni; Monti, Paolo; Crespi, Mattia	2018
9	Land Cover Classification using Google Earth Engine and Random Forest Classifier—The Role of ImageComposition	Phan, Thanh Noi; Kuch, Verena; Lehnert, Lukas W.	2020
10	Estimating Satellite-Derived Bathymetry (SDB) with the Google Earth Engine and Sentinel-2	Traganos, Dimosthenis; Poursanidis, Dimitris; Aggarwal, Bharat; Chrysoulakis, Nektarios; Reinartz, Peter	2018

Fonte: Autores (2023).

O estudo de Mutanga e Kumar (2019), tornou-se um dos mais citados e procurados sobre o assunto. O artigo trás as contribuições de autores e as principais áreas de aplicação do GEE, sendo

categorizadas em cinco blocos: mapeamento e monitoramento da vegetação, mapeamento de cobertura terrestre, aplicações agrícolas, gestão de desastres e ciências da terra. Os autores salientem que o monitoramento diário, mensal, sazonal e de longo prazo de fenômenos em alta resolução espacial e cobrindo grandes extensões é agora possível com a disponibilidade de plataformas capazes de lidar com *big data*.

Já, Kumar e Mutanga (2018), realizaram uma análise bibliométrica entre 2011 e junho de 2017, em relação a literatura publicada, e naquele instante encontraram somente 300 artigos em periódicos. O maior número de artigos foi na revista *Remote Sensing*, seguida por *Remote Sensing of Environment*. Houve também uma série de artigos em revistas *premium*, como *Nature* e *Science*. Naquela série histórica analisada o sensor Landsat foi o conjunto de dados mais utilizado; é o maior componente do portal de dados GEE, com dados da primeira até a atual série Landsat disponíveis para uso e *download*.

Como verificamos neste estudo, no Portal Periódicos CAPES-CAFe, foram encontrados 2.864 artigos, revisados por pares, na série histórica de 2011 até setembro de 2023. Demonstrando, assim, como aumentaram as discussões e aplicações em torno do tema. Ressaltamos que a plataforma dispõe de muitas publicações periódicas, incluindo *Web of Science* e a *Elsevier Science Direct Journals*.

Tamiminia *et al.* (2020), analisaram um total de 349 artigos revisados por pares, publicados em 146 periódicos diferentes entre 2010 e outubro de 2019. As publicações e as tendências de distribuição geográfica mostraram um amplo espectro de aplicações em análises ambientais em escalas regional e global. Conjuntos de dados de sensoriamento remoto foram utilizados em 90% dos estudos, enquanto 10% dos artigos utilizaram produtos prontos para uso para análises.

Em relação aos produtos prontos, os autores salientam que o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi utilizado em 27% dos estudos de vegetação, cultivo, mapeamento da cobertura do solo e monitoramento de secas. Os dados da série Landsat, com uma série histórica superior a 40 anos, foram as mais utilizadas (Tamiminia *et al.* 2020).

Venkatappa *et al.* (2021), utilizaram o GEE para calcular os impactos nas terras agrícolas e na produção no Sudeste Asiático, avaliando as secas e inundações ao longo de 40 anos, de 1980 a 2019. Concluíram que tiveram uma perda total de 20,64 milhões de toneladas de produção agrícola na série analisada e 13,1 milhões de hectares de terras. As culturas de sequeiro na Tailândia, Camboja e Mianmar foram fortemente afetadas pelas secas, enquanto a Indonésia, as Filipinas e a Malásia foram mais afetadas pelas inundações durante o mesmo período.

Neste sentido, as aplicações do GEE se tornam extremamente importantes para contribuir com as alterações climáticas que afetam diretamente a produção agrícola e podem ser instrumentos de intervenções em políticas públicas locais até globais.

Conforme, Gorelick *et al.* (2017), a computação em grande escala está onipresente, é única, mas requer conhecimento especializado para ser usada, além disso, utiliza os grandes recursos computacionais do Google para processar muitos dados voltados para desmatamentos, seca, desastres, doenças, segurança alimentar, gestão de água, monitoramento climático e proteção ambiental.

Os autores ainda ressaltam que, os pesquisadores precisam ter um vasto conhecimento em imagens de sensoriamento remoto e observação da Terra, pois o GEE inclui todos os sensores Landsat, bem como dados do Sentinel-1 e Sentinel-2, como também inclui previsões climáticas, dados de cobertura do solo e muitos outros conjuntos de dados ambientais, geofísicos e socioeconômicos (Gorelick *et al.*, 2017).

O GEE permite também a criação de códigos e algoritmos, dentro de uma linguagem de programação, assim, Kennedy *et al.* (2018), implementaram um algoritmo complexo, baseado em desktop, em um ambiente de processamento paralelo, acessando milhares de imagens, usando a lógica de programação para disponibilizar o novo código LT-GEE a partir do código de herança (LT-IDL). Os autores concluem que, o algoritmo LT-GEE representa uma tradução fiel do código LT em uma plataforma facilmente acessível pela comunidade de usuários mais ampla.

Wang *et al.* (2020), conseguiram com as programações e algoritmos do GEE uma série de dados para as planícies costeiras da China na série histórica de 1986 até 2016, usando imagens de séries temporais Landsat. Além disso, delimitaram a erosão e expansão de planícies de maré no Delta do Rio Amarelo e do Rio Yangtze, sendo um importante apoio para as políticas de gestão sustentável das zonas costeiras na China.

Em relação a batimetria, o estudo de Traganos *et al.* (2018), utilizaram o GEE e o sensor Sentinel-2, obtendo dados coletados *in situ* de baixo custo para desenvolver um fluxo de trabalho empírico de pré-processamento para estimar batimetria derivada de satélite (SDB). Os autores ainda, fornecem acesso ao código desenvolvido, permitindo ao usuário mapear a batimetria customizando o intervalo de tempo com base nas datas de aquisição dos dados de campo e nas condições ópticas de sua área de estudo.

Traganos *et al.* (2018), ressaltam que plataformas de análise geoespacial baseadas em nuvem, como o Google Earth Engine utilizado, oferecem uma oportunidade sem precedentes para pré-

processamento, processamento e análise em grande escala e em tempo real de dados abertos vitais para o ambiente marinho costeiro.

Na área climática, o GEE permitiu processar mais de 6.000 imagens Landsat adquiridas durante o período 1992-2011, realizando um estudo espaço-temporal amplo e de longo prazo sobre o monitoramento de alterações *Surface Urban Heat Island* (SUHI), ditas como “Ilha de Calor Urbana de Superfície” para as seis cidades norte-americanas, conforme trabalho de Ravanelli *et al.* (2018).

Esse estudo, vem ao encontro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, que desde 2015, não tem medido esforços em ações em nível global. O ODS 11 que traz a importância de “Tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis”, precisa de indicadores adequados, que representem diferentes aspectos das condições da cidade, incluindo obviamente as alterações na cobertura do solo e o clima urbano com a sua característica mais distinta, a ilha de calor urbana (Ravanelli *et al.*, 2018).

Nas aplicações do GEE em relação a cobertura do solo, Phan, Kuch e Lehnert (2020), analisaram dados de refletância de superfície (L8sr) do Landsat 8 com oito estratégias de combinação diferentes para produzir e avaliar mapas de cobertura do solo para uma área de estudo na Mongólia (fronteira com a China e a Rússia). Os resultados mostram que todos os conjuntos de dados produziram mapas de cobertura do solo de moderada a alta precisão, com precisão geral superior a 84,31%. Os autores também se preocuparam em analisar o efeito de diferentes métodos de composição, bem como de diferentes imagens de entrada, nos resultados de classificação.

CONCLUSÕES

O Google Earth Engine tem tido uma grande repercussão no processamento de *big data* de sensoriamento remoto na última década. Isso, por ser uma plataforma baseada em nuvem e que permite o processamento de dados geoespaciais em escala global usando o Google, onde hospeda gratuitamente escalas de *petabytes* com mais de 40 anos de dados.

Verificou-se que vários pesquisadores estão preocupados com mudanças climáticas e desastres naturais, e a avaliação espacial dos impactos de climas extremos (secas e inundações) é urgentemente necessária para ajudar na tomada de decisões públicas e privadas, e na prevenção antecipada de danos sociais, econômicos e ambientais. Como as inundações estão entre os desastres naturais mais prejudiciais a sua avaliação e monitoramento deveriam ser prioridade para o governo do Estado do Rio Grande do Sul.

Portanto, sem esgotar o assunto, verificamos que embora os estudos tenham avançado, muito ainda precisa ser desenvolvido para que as técnicas e resultados cheguem a nível global. Em relação as aplicações, diversos trabalhos conseguiram resultados satisfatórios até excelentes, no entanto, uma investigação abrangente dos tipos de sensores e métodos confiáveis, ainda é pequena, para monitoramentos ambientais em larga escala e com resultados mais precisos.

REFERÊNCIAS

AMANI, M. *et al.* Google Earth Engine Cloud Computing Platform for Remote Sensing Big Data Applications: A Comprehensive Review. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, vol. 13, pp. 5326-5350, 2020. DOI: 10.1109/JSTARS.2020.3021052.

CEMADEN/MCTI - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Boletim de Impactos de Extremos de Origem Hidro-Geo-Climático em Atividades Estratégicas para o Brasil** – 17/01/2024 ANO 07 Nº 62. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/boletim-de-impactos/boletim-de-impactos-de-extremos-de-origem-hidro-geo-climatico-em-atividades-estrategicas-para-o-brasil-2013-17-01-2024-ano-07-no-62>. Acesso em: 24 jan. 2024.

CHEN, S. *et al.* Monitoring temperate forest degradation on Google Earth Engine using Landsat time series analysis. **Remote sensing of environment**, Vol.265, p.112648, Article 112648, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112648>

ERMIDA, S. L.; SOARES, P.; MANTAS, V.; GÖTTSCHE, F.-M.; TRIGO, I. F. Google Earth Engine Open-Source Code for Land Surface Temperature Estimation from the Landsat Series. **Remote Sens.** 12, 1471, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12091471>

GALL, M. D.; GALL, J. P.; BORG, W. R. **Applying educational research**: How to read, do, and use research to solve problems of practice. 7th edition. Pearson, 2013.

GORELICK, N. *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**. Volume 202, Pages 18-27, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>

HUANG, H. *et al.* Mapping major land cover dynamics in Beijing using all Landsat images in Google Earth Engine. **Remote Sensing of Environment**. Volume 202, 166-176, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.02.021>

JIN, Z. *et al.* Smallholder maize area and yield mapping at national scales with Google Earth Engine. **Remote Sensing of Environment**. Volume 228, 115-128, July 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.04.016>

KENNEDY, R. E.; YANG, Z.; GORELICK, N.; BRAATEN, J.; CAVALCANTE, L.; COHEN, W. B.; HEALEY, S. Implementation of the LandTrendr Algorithm on Google Earth Engine. **Remote Sens.** 2018, 10, 691. <https://doi.org/10.3390/rs10050691>

KUMAR, L.; MUTANGA, O. Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential. **Remote Sensing**. 10, 1509, 2018. <https://doi.org/10.3390/rs10101509>

LEE, J.; CARDILLE, J. A.; COE, M. T. Bulc-U: Sharpening Resolution and Improving Accuracy of Land-Use/Land-Cover Classifications in Google Earth Engine. **Remote Sens**. 10, 1455, 2018. <https://doi.org/10.3390/rs10091455>

LIU, X. *et al.* High-resolution multi-temporal mapping of global urban land using Landsat images based on the Google Earth Engine Platform. **Remote Sensing of Environment**. Volume 209, Pages 227-239, May 2018. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.02.055>

MUTANGA, O.; KUMAR, L. Google Earth Engine Applications. **Remote Sensing**. 11 (5), 591, 2019. <https://doi.org/10.3390/rs11050591>

PAN, Z. *et al.* GEE can prominently reduce uncertainties from input data and parameters of the remote sensing-driven distributed hydrological model. **Science of The Total Environment**. Volume 870, 20 April, 161852, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161852>

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica** [recurso eletrônico]. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 1. ed. 2018. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf. Acesso em: 17 ago. 2023.

PHAN, T. N.; KUCH, V.; LEHNERT, L. W. Land Cover Classification using Google Earth Engine and Random Forest Classifier—The Role of Image Composition. **Remote Sens**. 2020, 12, 2411. <https://doi.org/10.3390/rs12152411>

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2. ed., 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

RAVANELLI, R.; *et al.* Monitoring the Impact of Land Cover Change on Surface Urban Heat Island through Google Earth Engine: Proposal of a Global Methodology, First Applications and Problems. **Remote Sens**. 2018, 10(9), 1488; <https://doi.org/10.3390/rs10091488>

SALAZAR, A.; *et al.* Land use and land cover change impacts on the regional climate of non-Amazonian South America: A review. **Global and Planetary Change**. 128, 103–119, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.02.009>

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Ed. Cortez. 2013. Disponível em: https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia_do_Trabalho_Cient%C3%ADfico_-_1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A7%C3%A3o_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf. Acesso em: 17 ago. 2023.

TAMIMINIA, H. *et al.* Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. V. 164, June 2020, Pages 152-170. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001>

TRAGANOS, D.; POURSANIDIS, D.; AGGARWAL, B.; CHRYSOULAKIS, N.; REINARTZ, P. Estimating Satellite-Derived Bathymetry (SDB) with the Google Earth Engine and Sentinel-2. **Remote Sens.** 2018, 10, 859. <https://doi.org/10.3390/rs10060859>

VENKATAPPA, M.; SASAKI, N.; HAN, P.; ABE, I. Impacts of droughts and floods on croplands and crop production in Southeast Asia – An application of Google Earth Engine, **Science of The Total Environment**. Volume 795, 15 November 2021, 148829. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148829>

VOLLRATH, A.; MULLISSA, A.; REICHE, J. Angular-Based Radiometric Slope Correction for Sentinel-1 on Google Earth Engine. **Remote Sens.** 12, 1867, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12111867>

WANG, X. *et al.* Tracking annual changes of coastal tidal flats in China during 1986–2016 through analyses of Landsat images with Google Earth Engine. **Remote Sensing of Environment**. Volume 238, 1, 110987, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.11.030>

YIN, R. K. **O Estudo de caso**. Porto Alegre: Bookman, 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6598416/mod_resource/content/1/Livro%20Robert%20Yin.pdf. Acesso em: 17 ago. 2023.

PAISAGEM URBANA APÓS INUNDAÇÕES DE SETEMBRO E NOVEMBRO DE 2023 NO MUNICÍPIO DE ROCA SALES, RIO GRANDE DO SUL

Douglas Bouvier Erthal

Mestre em Geografia

Doutorando em Geografia - POSGEA/UFRGS

E-mail: douglasbouv@gmail.com

RESUMO

Em setembro de 2023, volumes excessivos de chuvas atingiram parte considerável do estado do Rio Grande do Sul, causando desde enchentes moderadas a inundações severas. Nos dias 4 e 5 deste mês, diversos municípios do Vale do Taquari foram atingidos pela segunda maior inundaçāo já registrada na série histórica do rio Taquari. Dentre os mais afetados estão Santa Tereza, Muçum, Encantado, Roca Sales, Lajeado e Estrela. A região contabiliza 53 óbitos e cinco desaparecidos, além de significativos danos ambientais, sociais e econômicos. Menos de dois meses depois, outra inundaçāo atingiu a mesma região, causando novamente impactos importantes, porém sem registro de óbitos e desaparecidos. O objetivo deste trabalho consiste em analisar a paisagem urbana do município de Roca Sales após os eventos de setembro e novembro de 2023. Para isso, foram utilizados Sistema de Informação Geográfica (SIG) a fim de mapear o evento em Roca Sales e também trabalho de campo para levantamento fotográfico da paisagem urbana. Os resultados mostram uma cidade ainda marcada pela inundaçāo, com problemas de diferentes ordens. Há danos estruturais em ruas, calçadas, redes de esgoto e drenagem, represamento de cursos e córregos d'água entre outros, que podem agravar situações inclusive à nível de saúde pública.

78

PALAVRAS-CHAVE: Inundaçāo; Taquari-Antas; Paisagem Urbana; Roca Sales.

URBAN LANDSCAPE AFTER THE FLOODS OF SEPTEMBER AND NOVEMBER 2023 IN THE MUNICIPALITY OF ROCA SALES, RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT

In September 2023, excessive amounts of rainfall hit a considerable part of the state of Rio Grande do Sul, causing everything from moderate to severe flooding. On the 4th and 5th of this month, several municipalities in the Taquari Valley were hit by the second largest flood ever recorded in the Taquari River's historical series. Among the worst affected were Santa Tereza, Muçum, Encantado, Roca Sales, Lajeado and Estrela. The region has recorded 53 deaths and five missing persons, as well as significant environmental, social and economic damage. Less than two months later, another flood hit the same region, again causing significant impacts, but with no record of deaths or missing persons. The aim of this work is to analyze the urban landscape of the municipality of Roca Sales after the events of September and November 2023. To do this, a Geographic Information System (GIS) was used to map the event in Roca Sales, as well as fieldwork to take photographs of the urban landscape. The results show a city still marked by flooding, with problems of various kinds. There is structural damage to streets, sidewalks, sewage and drainage systems, damming of watercourses and streams, among other things, which can aggravate situations including public health.

KEYWORDS: Floods; Taquari-Antas; Urban Landscape; Roca Sales.

INTRODUÇÃO

Vivemos num mundo cada vez mais urbanizado, com a formação de metrópoles e grandes cidades que concentram altos índices de densidade demográfica. A urbanização é um fenômeno não apenas recente como também crescente, em escala planetária (Santos, 2012). Ela acontece de forma desigual entre os países, visto que a Europa experimentou uma urbanização acompanhada da industrialização, diferentemente dos países da África e América do Sul, por exemplo. No Brasil, os resultados desse processo se revelam em aglomerados urbanos sem planejamento e com grandes desigualdades socioespaciais.

Com a população se concentrando cada vez mais nas cidades, muitos problemas acabam se tornando parte do cotidiano dos seus habitantes. É possível considerá-las como as maiores modificadoras do ambiente natural (Nunes, 2015), tornando-o mais suscetível a riscos e, eventualmente, desastres. Nas cidades maiores¹, ou seja, aquelas com rede urbana e de infraestrutura consolidada e com significativa densidade demográfica (acima de 100 mil habitantes), eventos como chuvas pontualmente fortes já são suficientes para causar transtornos que afetam de forma desigual os lugares que as compõem. Ainda, em cidades próximas a rios ou em regiões de vales, os volumes excessivos de precipitação podem causar enchentes e inundações.

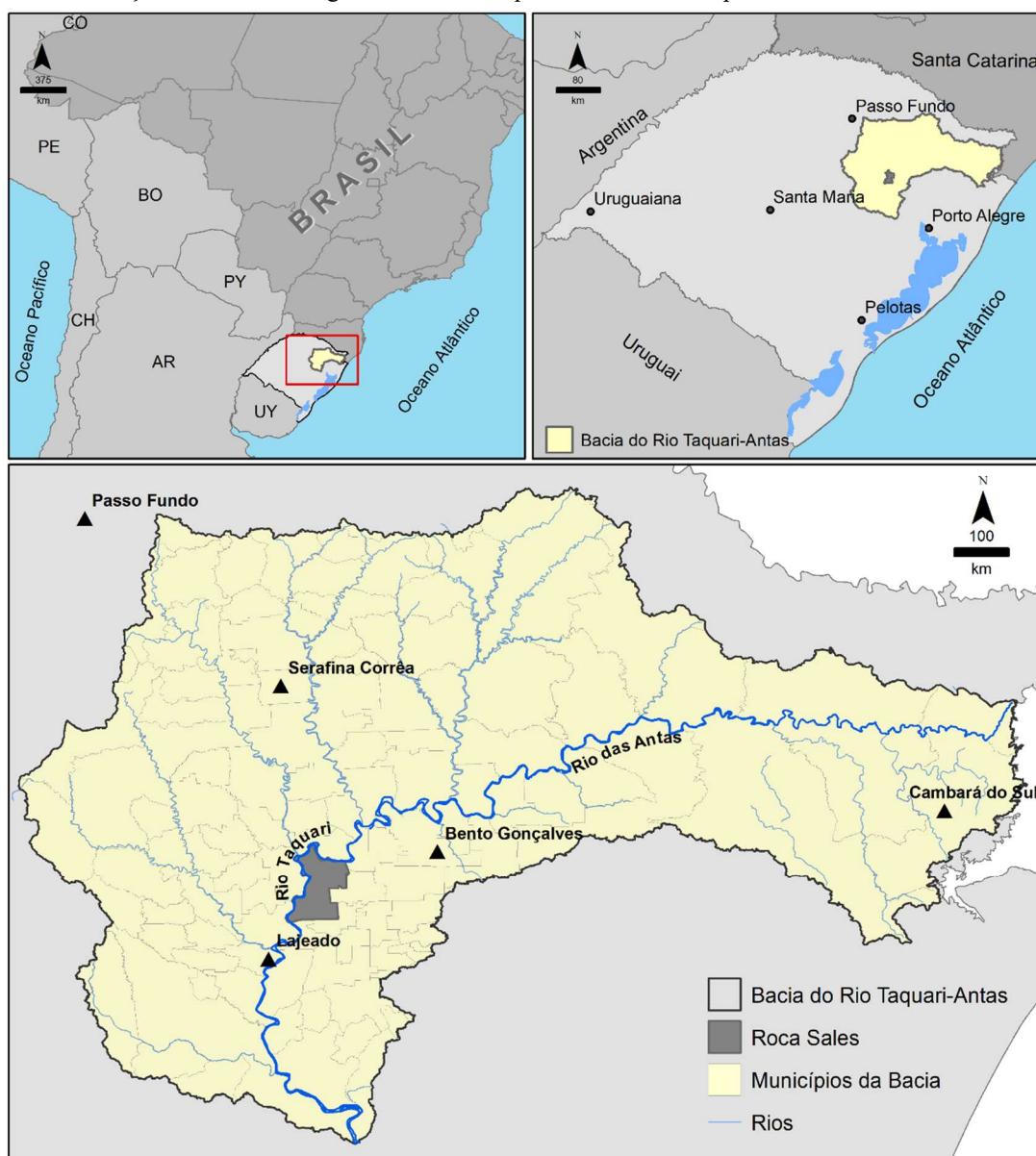
De acordo com Moraes *et al.* (2023), as enchentes e inundações “atingem mais os municípios localizados nas regiões Sul, Sudeste e Faixa Litorânea do Brasil devido às maiores densidades demográficas” (p. 108). Na região Sul, especificamente no Estado do Rio Grande do Sul, estes eventos acontecem periodicamente em diversas localidades, principalmente nos Vales do Taquari, Caí e também Rio Uruguai (Moraes *et al.*, 2023). Porém, há uma diferença conceitual e material entre enchentes e inundações. As enchentes, segundo Licco e Dowell (2015, p. 163), “são definidas como a elevação do nível d’água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima no canal, porém, sem extravasar”. Ou seja, as enchentes normalmente atingem às populações ribeirinhas, que habitam áreas próximas aos rios estando basicamente à mesma altura de seu leito maior (margem). Em contrapartida, as inundações representam o extravasamento de um rio para as áreas de várzea, sendo assim uma consequência das enchentes (Oliveira, 2010).

Entre o final do mês de agosto e o início de setembro de 2023, o Rio Grande do Sul foi atingido por uma série de eventos climatológicos que culminaram em volumes extremos de chuva

¹ Para maior aprofundamento relacionado às tipologias das cidades no Brasil, ver: Fernandes; Bitoun; De Araújo, 2009; IBGE, 2023.

em diversas regiões. Na região da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas (Figura 1), o volume de chuvas atingiu marcas que ficaram muito próximas e até acima dos 500 mm em alguns municípios que compõem a sua área, como Passo Fundo (486,0 mm) e Serafina Corrêa (539,4 mm). Apenas a soma do volume de chuvas destes dois municípios corresponde a mais da metade da média anual para toda a bacia (entre 1500 a 1700 mm), que é composta por 118 municípios e tem uma área de 26,415 km² (CPRM, 2023).

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas e município de Roca Sales, Rio Grande do Sul.



Fonte: SEMA, RS (2020); IBGE, 2022; 2023. Elaboração: o autor, 2024

Segundo Oliveira *et al.* (2018, p. 850), o rio Taquari-Antas pode ser subdividido em dois principais trechos, sendo eles a porção montante onde nasce o rio das Antas, encaixado em um vale montanhoso, alternando entre poços e corredeiras; e a porção jusante, onde nasce o rio Taquari, o vale possui em alguns trechos extensas planícies e terraços fluviais. Ainda conforme os autores, na bacia ocorrem processos hidrológicos diferentes:

[...] no vale do rio Taquari predominam as inundações graduais, com aumento de nível do rio na ordem de centímetros por hora, em virtude da grande área de drenagem; nos afluentes do rio Taquari, como o Forqueta, o Guaporé e o Carreiro, por outro lado, predominam as enxurradas, com aumento de nível na ordem de metros por hora (Oliveira *et al.*, 2018, p. 351).

Além de toda dinâmica morfoclimática que contribui para a ocorrência de eventos, o uso produtivo do território acaba intensificando a dimensão de cada um deles. Partes significativas do curso do rio Taquari, por exemplo, podem ser vistas sem qualquer cobertura de mata ciliar mínima, onde a produção agrícola alcança até suas margens. Em Roca Sales, por exemplo, os problemas relacionados às cheias acontecem desde a instalação da cidade, que teve uma expansão urbana sem levar em consideração as possibilidades de inundações a longo prazo. Inclusive, na Lei municipal nº 356 de 2002, que institui as diretrizes urbanas do município (Roca Sales, 2002), não prevê planejamento para futuras construções que possam se instalar, por ventura, próximas de cursos d'água como arroios e o próprio rio.

As inundações do Rio Taquari são relativamente lentas e graduais, apesar da grande variação vertical do nível das mesmas, não é comum o registro de mortes associadas com as inundações, mas os impactos materiais e os prejuízos sociais e econômicos são expressivos a cada evento, da ordem de milhões de reais em cada inundaçāo. As cidades do Vale do Taquari mais atingidas pelas inundações, de montante para jusante, são Muçum, Encantado, Roca Sales, Colinas, Arroio do Meio, Lajeado, Estrela, Cruzeiro do Sul, Bom Retiro do Sul e Taquari (Moraes *et al.*, 2023, p. 110).

Dentre as principais inundações do Taquari ao longo da história e que foram documentadas, destacam-se as ocorridas em 1941, 2001 e 2020. A histórica cheia de 1941 já tem importante bibliografia publicada, principalmente a obra de Guimaraens (2008). As cheias de 2001 ocorreram entre 22 de julho e 03 de outubro, as quais deixaram 4.680 famílias de 10 municípios do Vale do Taquari desalojadas, um total de 16.796 pessoas (Salini, 2012, p. 31). Em 2020, entre os dias 08 e 09 de julho, ocorreu uma das maiores inundações já documentadas no rio Taquari (Moraes *et al.*, 2023). Em Lajeado o nível do rio atingiu 27,39 metros, segundo maior nível histórico até o momento, de acordo com o CPRM (2020).

Já as inundações ocorridas entre os dias 04 e 05 de setembro de 2023 atingiram dimensões inimagináveis. Além dos impactos ambientais e socioeconômicos, este evento culminou na morte de 53 pessoas, além de cinco que ainda se encontram desaparecidas. A maneira repentina e sorrateira com que o rio subiu, em grande velocidade, além de outros fatores, deixaram populações inteiras sem capacidade de reação. Para efeito de comparação, o nível do rio Taquari atingiu a marca de 29,62 m, dois metros a mais que em 2020 e apenas 30 centímetros a menos que a de 1941 (CPRM, 2023).

Alguns impactos causados por esses eventos são irreparáveis, já outros podem ser contornados, mesmo que com obstáculos. É o caso da reconstrução da cidade como um todo: recolhimento de lixo e entulhos, limpeza de vias, praças, escolas, supermercados, residências, enfim, de todo o conjunto material que forma a configuração territorial da cidade (Santos, 2012). Assim, a paisagem é um elemento que cristaliza um determinado momento do tempo no espaço, ou seja, o passado que está morto como tempo, não o está como espaço (Santos, 2012a). Isso nos revela dois principais tipos de paisagem: natural e artificial. De acordo com Milton Santos (2014, p. 71), “se um lugar não é fisicamente tocado pela força do homem, ele é, todavia, objeto de preocupações e de intenções econômicas e políticas. Tudo hoje se situa no campo do interesse da história, sendo, desse modo, social”.

Há, portanto, uma sobreposição a partir dos diversos usos que se dá ao território. Essa sobreposição de usos geralmente se torna um fator que modifica as intensidades naturais de eventos, independentes de quais sejam eles. Se “o lugar é o depositário final, obrigatório, do evento” (Santos, 2020, p. 144), ele evidentemente terá sua paisagem modificada. Os eventos naturais hoje se dão cada vez mais sobre lugares artificiais (Santos, 2020), e essa artificialização do território implica condições de uso desiguais. Por isso, essas condições vão ser fatores determinantes na relação entre evento e sociedade, tornando populações vulneráveis às enchentes e inundações, por exemplo.

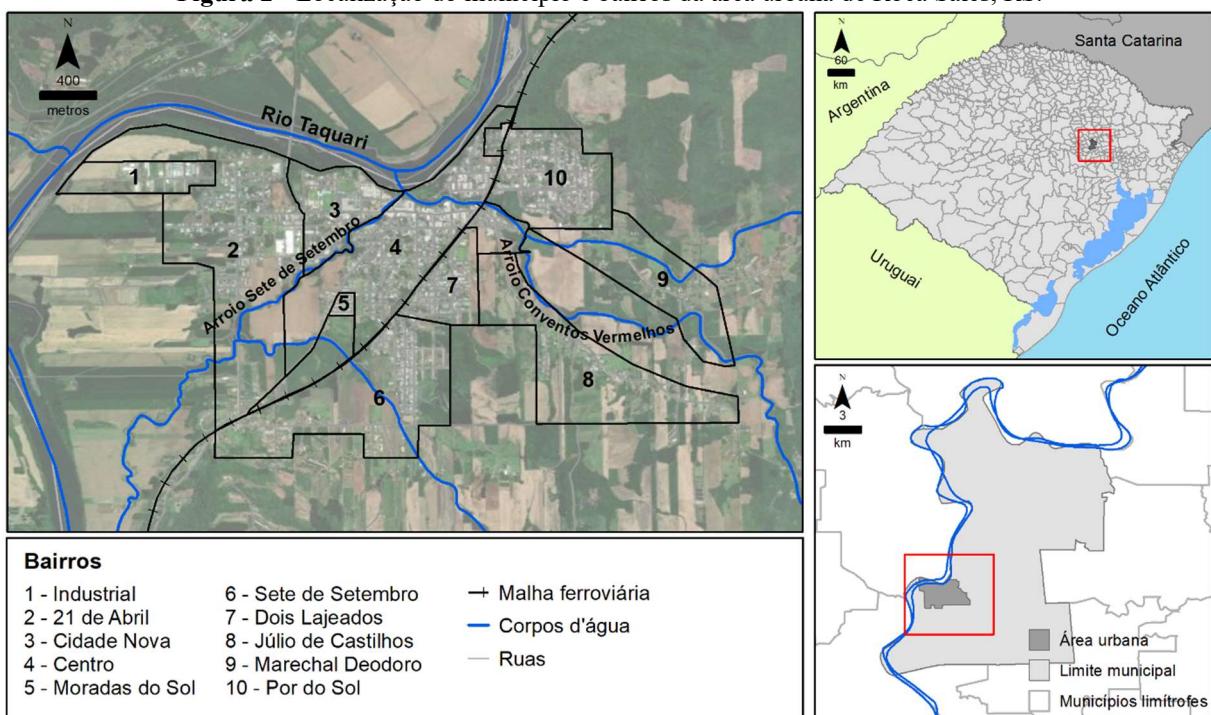
Dessa forma, neste trabalho, a investigação identificou as marcas deixadas na paisagem urbana do município de Roca Sales após eventos de setembro e novembro de 2023, evidenciando também as dificuldades e prioridades por parte do poder público para além da manutenção, a sua periodicidade regular, como recolhimento de lixo, entulhos e recuperação de vias, por exemplo.

ÁREA DE ESTUDO

Roca Sales é um município brasileiro que fica localizado no centro-oriental do Estado do Rio Grande do Sul. De acordo com o censo demográfico de 2022, têm uma população total de 10.418 habitantes. Historicamente, a maior parte da população vive na área rural, porém a divulgação do censo de 2022 ainda não sistematizou esses dados.

Possui uma área urbana de 3,84 km², que é administrativamente organizada em 10 bairros (Figura 2). É banhado em toda sua extensão pelo Rio Taquari, o qual é barreira geográfica do limite municipal, desde Muçum e Santa Tereza, ao norte, até Colinas ao sul. Além disso, é cortado pela ferrovia norte-sul, a qual passa em terreno elevado e que, em períodos de cheias, serve como caminho alternativo para o trânsito de pessoas entre os lugares.

Figura 2 - Localização do município e bairros da área urbana de Roca Sales, RS.



Fonte: IBGE, 2022; SEMA-RS, 2020. Elaboração: o autor, 2024.

Sua área urbana é cortada por dois arroios, o Conventos Vermelhos e o Sete de Setembro. Em períodos chuvosos, normalmente sobem rapidamente e já alagam pequenas porções da zona rural. O arroio Sete de Setembro, por exemplo, é a barreira geográfica que limita os bairros Cidade Nova (3) e Centro (4). Em outras enchentes de menor porte, seu transbordamento afetava as casas mais próximas ao seu curso. Ainda, é possível verificar que o trecho do rio que banha o perímetro urbano não apresenta sequer mínima cobertura de mata ciliar, ou seja, o território usado como

recurso através de lavouras que se estendem até a proximidade das margens, o que demonstra que historicamente a legislação ambiental é pouco respeitada na prática. Por fim, a localização da área urbana em uma curva acentuada do rio também impacta em condições próprias da dinâmica de sua elevação, visto que é um trecho onde ele ganha força devido à correnteza e acaba invadindo a cidade com maior vigor.

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do trabalho consistiu na revisão bibliográfica acerca do município de Roca Sales, bem como da região do Vale do Taquari e da bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Como o evento extremo é recente, não há publicações disponíveis que o tratem especificamente considerando o município de Roca Sales como escala espacial, seja em qualquer âmbito, muito embora haja notas técnicas elaboradas pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH-UFRGS) em conjunto com outras universidades, como a Univates.

A segunda etapa foi a coleta de dados secundários, disponíveis em fontes oficiais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA-RS), o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH-UFRGS)² e Open Street Map (OSM). Essas informações foram coletadas em formatos *shapefile* e posteriormente foram modeladas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), através dos softwares *Quantum Gis 3.32* e *ArcGis 10.8*.

Por fim, a terceira etapa desta pesquisa consistiu num trabalho de campo para registros fotográficos. Este trabalho foi previamente planejado e roteirizado, o qual aparecerá em formato de mapa na seção de discussão, indicando a localização dos pontos onde as fotografias foram registradas. Foram definidos 10 pontos ao longo da área urbana, levando em consideração aqueles locais que ainda apresentam problemas críticos deixados tanto pela enchente do dia 5 de setembro como também do dia 18 de novembro. Esta etapa foi feita no dia 5 de fevereiro de 2024.

A Figura 3 apresenta o roteiro e os locais onde os registros fotográficos foram feitos. Os pontos numerados na figura serão colocados nas imagens para que seja possível ter a dimensão

² Nota técnica sobre estimativa preliminar das áreas urbanas inundadas: <https://www.ufrgs.br/hge/wp-content/uploads/2023/09/Nota-Tecnica-Cheia-Taquari-Antas-Set-2023.pdf>

Nota técnica sobre impacto da inundaçao em edificações: https://www.ufrgs.br/warp/wp-content/uploads/2023/09/nota_tecnica_gespla_edificacoes_taquari_cheia23.pdf

espacial dos lugares. Ao todo, foram 10 locais de coleta distribuídos entre três bairros, sendo quatro no Cidade Nova e seis no Centro.

Figura 3. Locais definidos para registro fotográfico do trabalho de campo.



Fonte: IBGE, 2023; OSM, 2024.

Elaboração: o autor, 2024.

Estes registros tratam de locais de diversos tipos de uso, como residencial, comercial, educacional e público/coletivo, por exemplo.

O EVENTO

O mês de setembro de 2023 foi marcado pelos volumes excessivos de chuva. De acordo com o Boletim Agrometeorológico do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (DDPA), os maiores volumes registrados aconteceram principalmente na metade norte do Estado (Cardoso *et al.*, 2023), que culminaram nos desastres que assolaram o Vale do Taquari. Ao todo, 79 municípios do Rio Grande do Sul decretaram estado de calamidade pública devido aos impactos causados pelo evento climático (Rio Grande do Sul, 2023). Apenas nos 10 primeiros dias de setembro, choveu cerca de 398,0 milímetros em Passo Fundo e 362,8 em Serafina Corrêa (Cardoso *et al.*, 2023), municípios estes que influenciam nos principais rios da Bacia do

Taquari-Antas. Ainda de acordo com os autores, apenas no dia 04 de setembro o Estado registrou chuva localmente expressiva, como nos municípios de Passo Fundo (153,6 mm), Vacaria (146,6 mm), Cambará do Sul (144,2 mm) e Serafina Corrêa (143 mm) (Cardoso *et al.*, 2023, p. 7).

Segundo Nota Técnica elaborada por pesquisadores do IPH-UFRGS,

[...] o monitoramento de chuva do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no município de Serafina Correa, situado entre os rios Carreiro e Guaporé, dois dos mais importantes tributários do rio Taquari-Antas, indicava precipitação acumulada de 280 mm desde o início do dia 1 de setembro. Esse valor corresponde a 97% do total de chuva que foi registrado no local neste evento de cheia. Em outros locais da bacia a maior parte da chuva que resultou na inundaçāo já havia ocorrido no final da tarde do dia 4 (Laipelt *et al.*, 2023, p. 1).

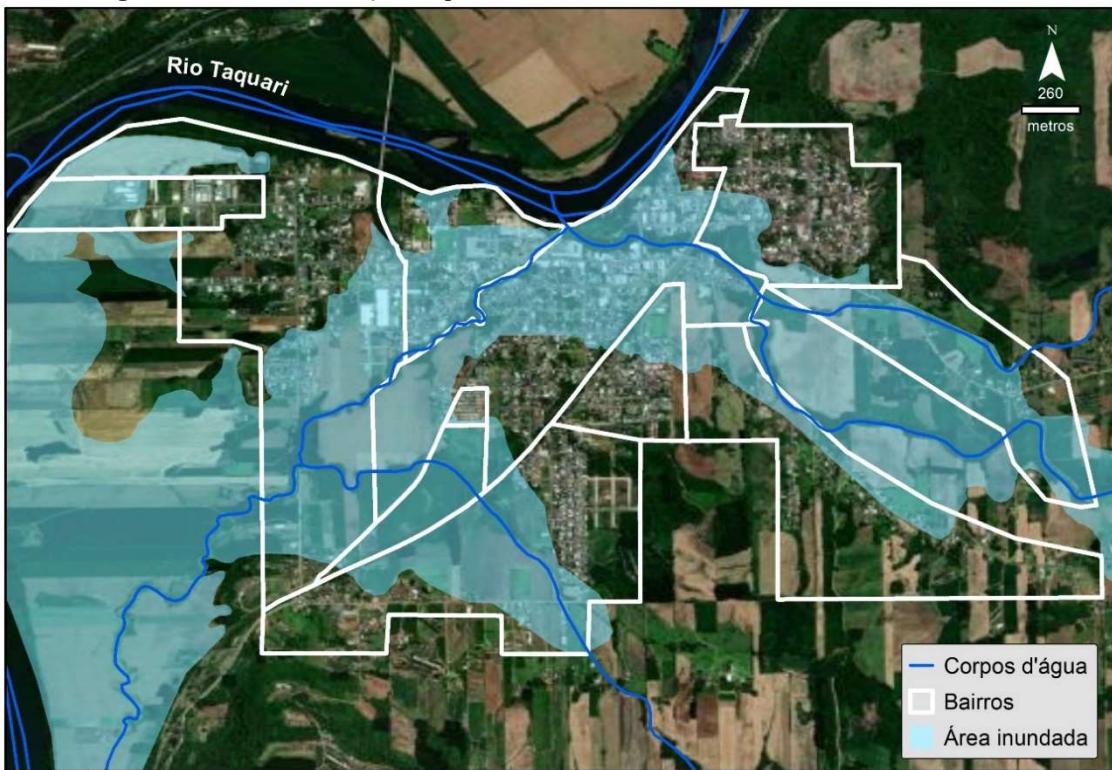
Os boletins divulgados pela plataforma SACE do CPRM³ apresentam gráficos de leitura da elevação do Rio Taquari a partir dos municípios de Estrela, Encantado, Muçum e Santa Tereza (Linha José Júlio). Em Encantado, por exemplo, o rio atinge cota de alerta a partir dos 9 metros e cota de inundaçāo a partir dos 12 metros. Do dia 30 de agosto ao dia 03 de setembro ele manteve-se estabilizado nos 2 metros. Porém, a leitura feita às 00:00 do dia 04 de setembro indicou um aumento de mais de 2 metros no seu nível. Finalmente, 24 horas após a última medição, o rio atingia a marca de 21,98 metros em Encantado, praticamente 10 metros acima da cota de inundaçāo.

Em Roca Sales esses valores são diferentes. O nível de inundaçāo acontece quando o rio Taquari atinge 16 metros, porém o município não é monitorado pelo CPRM, e normalmente a prefeitura, juntamente da defesa civil, divulga alertas via redes sociais e rádio. No evento em questão, eram publicados via *Instagram* o nível das águas de hora em hora. A última publicação referente ao aumento do rio aconteceu às 23 horas do dia 4 de setembro, indicando que o nível havia chegado em 22,37 metros. Após isso, uma publicação desesperadora feita pelo perfil da Prefeitura Municipal⁴, orientando as pessoas a buscarem abrigo nos telhados de suas casas, sem perspectiva imediata de resgate. A Figura 4 mostra a área de inundaçāo que atingiu o perímetro urbano.

³ Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php#

⁴ Disponível em: https://www.instagram.com/p/Cwy_5QFu2dC/?igsh=MWp0bW05OWJnYXMxcA%3D%3D

Figura 4 -Área de inundações no perímetro urbano de Roca Sales em setembro de 2023.



Fonte: IBGE, 2022; IPH-UFRGS, 2023. Elaboração: o autor, 2024.

O resgate feito por helicópteros começou apenas nas primeiras horas da manhã do dia 05, terça-feira. Neste momento as pessoas padeciam sobre o telhado de suas casas após uma madrugada fria e chuvosa, assistindo impotentes a força de um evento devastador. Há um ponto pertinente e fundamental na Nota Técnica emitida pelo IPH. Ela indica que os órgãos fiscalizadores e corpos técnicos responsáveis tinham ciência das possibilidades do evento se tornar extremo, principalmente por acompanhar incidentes como a queda da ponte em Nova Roma do Sul, indicando a importante força e vazão do rio. Ainda se sabia dos volumes excessivos de chuvas previstos pelo INMET.

Porque, então, as pessoas tiveram que subir nos telhados das casas? Porque estas pessoas não foram encaminhadas, previamente, para locais seguros, de preferência com pelo menos alguns dos seus pertences? O que aconteceu é que a cadeia de ações de prevenção, preparação e alerta dos impactos da inundações não funcionou adequadamente. As pessoas permaneceram nas suas casas até o instante em que já era tarde demais pra sair. Isso pode ter acontecido por uma série de motivos. Talvez as pessoas não soubessem que moravam em local perigoso, ou permaneceram porque não foram avisadas, ou ainda porque consideraram que os avisos não tinham credibilidade (IPH, 2023, p. 2).

Em setembro de 2023 os alertas e avisos tiveram pouca ou quase nenhuma eficiência, e isso é facilmente verificável através do número de vítimas. A comunicação ainda é um fato a ser aprimorado indiscutivelmente, a qual não perpassa apenas pelas mídias sociais. O acesso à internet,

embora tenha crescido e alcançado cerca de 90% de toda população brasileira (IBGE, 2022), não garante que as pessoas se informem adequadamente, visto que “a desinformação científica e o negacionismo relacionado às mudanças climáticas ganhou terreno em vários países do mundo, com grande adesão de círculos políticos e sociais [...]” (Urbano *et al.*, 2024).

Já o evento ocorrido no dia 18 de novembro foi acompanhado de forma planejada pelas defesas civis municipais e prefeituras. Os avisos e alertas eram divulgados de hora em hora, acompanhando o nível do Rio Taquari e as previsões dadas pelos órgãos fiscalizadores como CPRM. Evidentemente uma população machucada e ainda traumatizada pelo fato ocorrido em setembro, se planejou previamente. Dessa vez, felizmente, nenhum óbito aconteceu, embora tenham acontecido perdas materiais. Há que se destacar que a dinâmica de elevação do rio foi mais atenuada, diferentemente da de setembro, que ocorreu de forma abrupta. Isso também facilitou a mobilidade das pessoas em deixarem as casas que historicamente são atingidas pelas cheias.

AS MARCAS DO EVENTO NA PAISAGEM URBANA DE ROCA SALES

Os danos causados pelo evento extremo foram graves e significativos, causando estragos não só na área urbana do município como também em partes importantes da zona rural. Evidentemente lidar com uma inundações de tamanha proporção requer um planejamento antecipado e uma capacidade efetiva para, no mínimo, remover as famílias em áreas de risco elevado. Acontece que, no evento de setembro, muitas áreas que ao longo dos anos não eram atingidas pelas cheias acabaram submersas.

Em Roca Sales, foram cerca de 4 mil pessoas diretamente atingidas, tendo desde perdas moderadas, parciais e totais. Dezenas de residências foram levadas pela água, deixando para trás escombros que permanecem na paisagem urbana do município. Ao todo, das mais de 3300 edificações contabilizadas nos bairros que compõem a área urbana, 1330 foram atingidas, ou seja, 40,8% do total, como nos mostra a tabela 1. Se considerarmos o município todo (zona urbana e rural), foram 1436 edificações atingidas segundo a Nota Técnica do Grupo de Pesquisa em Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos (GESPLA), do IPH (Possanti; Marques; Paiva, 2023). Considerando a profundidade da água e submersão das edificações, foram categorizadas a partir de três conjuntos, 0 a 3 metros (230 edificações), 3 a 6 metros (529 edificações) e acima de 6 metros (173 edificações).

Tabela 1 - Total de edificações atingidas na enchente do dia 5 de setembro de 2023.

Bairro	Total de edificações	Edificações atingidas	(%)
Cidade Nova	271	225	83,0
Centro	828	588	71,0
Marechal Deodoro	79	45	57,0
21 de Abril	553	212	38,3
Júlio de Castilhos	201	57	28,4
Moradas do Sol	84	23	27,4
Dois Lajeados	307	68	22,1
Sete de Setembro	482	78	16,2
Pôr do Sol	478	53	11,1
Industrial	27	2	7,4
Total	3310	1330	40,8

Fonte: IPH-UFRGS, 2023; Open Street Map, 2024.

Elaboração: o autor, 2024.

Considerando os dados brutos, o bairro com maior número de edificações atingidas foi o Centro, visto que é também o local onde há maior concentração destas. Porém, o mais afetado em todo seu perímetro é o Cidade Nova, que teve 83% das edificações atingidas. Historicamente, este é um bairro frequentemente atingido pelas enchentes devido à sua proximidade com o Rio Taquari e também com o Arroio Sete de Setembro. Outros como Pôr do Sol e Sete de Setembro foram pouco afetados por se localizarem numa área mais alta da cidade. Todavia, isso não significa que não sofreram danos significativos e até severos devido ao evento. O bairro industrial teve apenas duas empresas afetadas, das quais não tiveram danos estruturais relevantes, embora, evidentemente, tenha havido prejuízos de ordem econômica.

Após compreender um panorama geral do evento na cidade, a próxima seção trará a sistematização do trabalho de campo e levantamento fotográfico realizados. Os mosaicos das fotografias apresentam um parêntese indicando o ponto ao qual se referem no mapa da Figura 3 (página 85).

A Figura 5 mostra parte da rua e da rede de drenagem com danos significativos que ficam localizadas ao lado de um estabelecimento de comércio que movimenta importante fluxo de pessoas, na rua 31 de outubro esquina com Av. General Daltro Filho. Este é apenas um dos problemas estruturais visíveis na cidade, e que demandam uma rápida solução, visto que, com volumes de chuva acima do normal, a rua rapidamente fica alagada. Além disso, o entupimento de diversos bueiros favorece ainda mais essa situação. Evidentemente que após os registros

fotográficos muitos destes problemas foram resolvidos pela prefeitura, porém cabe destacar a ordem de prioridades e a eficiência na execução dos serviços.

Figura 5 - Via e rede de drenagem urbana danificadas na Rua 31 de Outubro, bairro Cidade Nova (ponto 1).

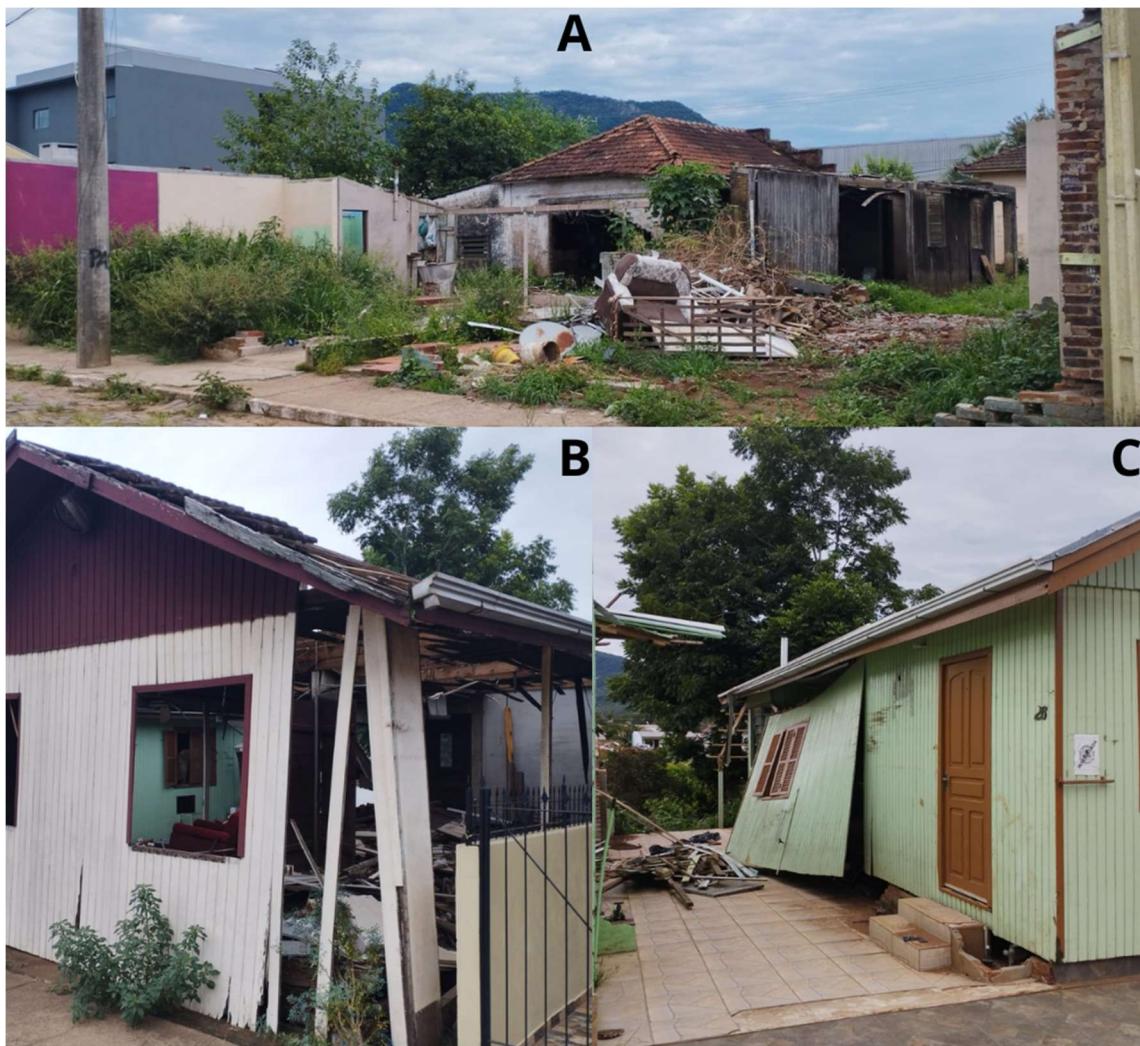


Fonte: o autor, 2024.

90

Ainda no bairro Cidade Nova, as figuras 6 e 7 apresentam registros da Travessa Berger. Esta foi uma das mais impactadas da cidade, tendo perdas materiais parciais ou em sua totalidade em diversas construções. São 25 construções, sendo duas delas prédios de três e quatro andares, dois estabelecimentos comerciais e 21 casas residenciais. Deste total, oito foram completamente destruídas, ou seja, 32%.

Figura 6 - Escombros e casas destruídas na Travessa Berger (ponto 2).



Elaboração: o autor, 2024.

A Figura 6 mostra duas habitações que foram interditadas pela defesa civil e que permanecem destruídas em seus locais. A força da água foi tanta que mesmo não levando as construções, acabou causando danos estruturais irreparáveis. As casas hoje apresentam riscos e possibilidade de desabamento. Carcaças de móveis ainda permanecem nos locais, e muitas famílias continuam morando de favor em residências de amigos, parentes ou em abrigos provisórios.

Figura 7 - Escombros e partes de residências destruídas na Travessa Berger (ponto 3)



Fonte: o autor, 2024.

92

Os quadrantes A e B da figura acima mostram uma construção completamente levada pelas águas, onde restou apenas a base, e outra destruída quase que em sua totalidade, com apenas alguns escombros e paredes de pé. É importante citar que a travessa fica localizada à margem do Arroio Sete de Setembro, que acabou sendo invadido pelo rio Taquari. Nota-se também, ao fundo, a rua que mais foi atingida na área urbana, e onde antes se via mata e árvores, agora se vê o solo exposto, significativamente erodido e diversos escombros materiais que carregam centenas de histórias. É o caso da rua Cândido Giongo (ponto 6). Ao analisar um panorama da rua, restam poucas casas que

resistiram aos impactos das águas. Todas elas foram atingidas e ficaram submersas a uma profundidade superior a 6 metros, com exceção de apenas uma (entre 0 e 3 metros).

Figura 8 - Paisagem da Rua Cândido Giongo, no bairro Centro (ponto 6).



Fonte: o autor, 2024.

93

Esses rastros de destruição não impactam apenas na paisagem material do território, afinal são rastros que destroem histórias e possibilidade de futuro. A dimensão subjetiva e ontológica da paisagem nessa situação assume uma centralidade fundamental, visto que ela é formada, em primeiro lugar, pelas ações humanas, pelas próprias pessoas.

Estruturalmente, há ainda um enorme desafio para o poder público. A principal via da cidade, Avenida General Daltro Filho, é cortada pelo arroio Sete de Setembro a partir da canalização do curso d'água. É um trecho que sofre impactos significativos em eventos de cheia do rio Taquari, porém, na inundações de setembro, esses impactos foram ainda maiores. Parte da avenida foi destruída e arrastada pela água, danificando postes de energia elétrica, rede de drenagem

e até mesmo o curso do arroio, que acabou ficando represado sem conseguir escoar novamente para o rio Taquari. Abaixo, as figuras 9 e 10 mostram como estava o local no dia 05 de fevereiro de 2024.

Figura 9 - Danos estruturais na canalização do Arroio Sete de Setembro e na Av. General Daltro Filho (ponto 4).



Fonte: o autor, 2024.

Os quadrantes A e C da figura acima mostram o local em que o arroio sete de setembro acabou sendo represado. Algumas intervenções foram feitas para tentar minimizar os possíveis impactos, como dragagem da área, por exemplo. O intuito deste procedimento foi o de facilitar o encontro da parte obstruída do canal para garantir o curso necessário até desaguar no rio Taquari. Outros aspectos que chamam a atenção é a destruição de boa parte da vegetação e mata ciliar, além dos impactos severos da erosão na margem do arroio e consequentemente das construções próximas a ela.

Figura 10 - Trecho represado do Arroio Sete de Setembro e Av. General Daltro Filho (pontos 4 e 5)



Fonte: o autor, 2024.

95

Há três problemas evidentes que a Figura 9 mostra. Em primeiro lugar, a água empoçada do arroio sete de setembro torna-se um ambiente favorável a proliferação de insetos e outros tipos de pragas. Em um momento em que vivenciamos uma crescente no número de casos e óbitos por dengue em todo o Estado do Rio Grande do Sul, priorizar uma solução rápida significa contribuir para a saúde pública. Outro problema é a falta de iluminação pública no trecho. Ao observar a rede elétrica, percebe-se que existem apenas dois postes que não possuem qualquer tipo de lâmpada para iluminação. Dessa forma o local se torna perigoso para o tráfego de pessoas a pé durante a noite, por exemplo. Além disso, não há sequer sinalização indicando o local da calçada. Por fim, a falta de pavimentação adequada resulta em nuvens de poeira constantes durante dia e noite, afetando na qualidade de vida de moradores próximos e transeuntes que utilizam diariamente o trecho para deslocamento. Inclusive, é exatamente a situação que o quadrante “B” da Figura 10 expõe.

Do ponto de vista de edificações de outros usos que não residenciais, há três que ainda não voltaram a operar nos prédios antes ocupados. A Figura 11 mostra os prédios da Caixa Econômica Federal (CEF), Banco do Estado do Rio Grande do Sul (Banrisul) e a Escola Estadual de Educação Básica Padre Fernando.

Figura 11 - Fachadas de equipamentos comerciais e educacionais (pontos 7 e 8)



Fonte: o autor, 2024

96

O quadrante “A” mostra antiga fachada da CEF em prédio que foi atingido de forma severa pela inundações de setembro. Como forma provisória de garantir o atendimento para a população, a agência foi transferida para uma sala alugada, porém sua capacidade de atender determinada demanda evidentemente foi reduzida. O que se destaca é o fato de a agência possuir apenas um caixa eletrônico de autoatendimento, que normalmente ficava disponível para transações entre os horários das 7 h às 22h. Atualmente, este caixa funciona durante o horário de atendimento da equipe, ou seja, das 10h às 15h.

Os quadrantes “B” e “D” mostram a frente da Escola Padre Fernando. Sendo a única escola pública de Ensino Médio do município, causa estranheza a falta de agilidade para garantir reparos na infraestrutura que permitam uma atuação normalizada garantindo o pleno direito dos jovens e

adolescentes frequentarem este espaço. Por último, o quadrante “C” mostra a antiga agência do Banrisul fechada com tapumes, sem previsão concreta para retorno, que atende provisoriamente em um container.

A última imagem (Figura 12) mostra dois equipamentos públicos de uso coletivo. Primeiro a ponte localizada na região central da cidade que cruza o arroio Conventos Vermelhos (ponto 9). Segundo a praça do parque náutico (ponto 10). Na ponte é possível verificar que o guarda-corpo ainda não tem a grade superior de proteção, que é fundamental para evitar acidentes ou outros eventos relacionados com a segurança dos pedestres. Por fim, na praça do parque náutico verifica-se que bancos e mesas permanecem quebrados, impossibilitando que as pessoas usufruam deste espaço público adequadamente.

Figura 12 - Ponte sobre o arroio Conventos Vermelhos e Praça do Parque Náutico (pontos 9 e 10).



Fonte: o autor, 2024.

As imagens nos revelam uma paisagem urbana severamente impactada mesmo após cinco meses passados em relação à inundações de setembro de 2023. Estes eventos extremos estão se

tornando cada vez mais comuns em diversos locais do planeta, como acontecido recentemente em Petrópolis (RJ)⁵ e em cidades do interior do Espírito Santo⁶, ambos em março de 2024, que causaram impactos ambientais, econômicos e, infelizmente, vítimas fatais. Embora a discussão sobre as mudanças climáticas não seja relativamente nova, há uma necessidade fundamental em tornar este debate cada vez mais acessível para toda a população e, principalmente, para as esferas federativas que compõem e administram o território brasileiro. As próprias notas técnicas do IPH, muito utilizadas neste trabalho, elencam possibilidades e ações em âmbitos de urgência e prioridade, curto, médio e longo prazo para os municípios atingidos no Vale do Taquari (IPH, 2023). Mesmo assim, ainda existem lacunas a serem preenchidas do ponto de vista da administração municipal que refletem uma desorganização frente ao planejamento urbano e ambiental que atinge o Brasil em sua totalidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato de que o Rio Grande do Sul ainda apresenta deficiências importantes em sistema de alertas e de comunicação para com eventos extremos e desastres, haja vista os dados apresentados principalmente em relação às inundações de setembro de 2023. Há uma profunda necessidade e pressa em elaborar ações visando mitigar os danos e, principalmente, um planejamento estratégico que possa garantir o evacuamento das pessoas mais vulneráveis ou em áreas de risco para que não se contabilize óbitos. É inadmissível as pessoas ainda serem vítimas decorrentes da falta de planejamento e de ações concretas para previsão e para comunicação sobre determinados tipos de eventos. O trabalho mostrou, também, mesmo indiretamente, como o processo de recuperação e reconstrução de uma cidade é lento. É dever destacar também que os danos causados por ambos eventos em uma frequência muito curta de tempo tornam os trabalhos ainda mais complexos e exaustivos. Não contabilizamos, por exemplo, os danos e demandas oriundos das áreas rurais do município, que não são poucas e que foram as mais afetadas na inundação de novembro. Mesmo assim, é dever também apontar para problemas estruturais que possam gerar maiores transtornos e que não tiveram uma solução rápida e efetiva.

⁵ Ver: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2024/03/22/deslizamentos-deixam-3-mortos-e-2-desaparecidos-em-petropolis-no-rio.htm>

⁶ Ver <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/sul-es/noticia/2024/03/29/tragedia-da-chuva-no-es-uma-semana-depois-moradores-tentam-reconstruir-cidades-sem-saber-quando-voltarao-a-rotina-normal.ghtml>

Evidentemente que com o passar dos dias e com a conclusão deste trabalho, muitos reparos já aconteceram e outros começaram a ser feitos. É o caso da Av. General Daltro Filho, na qual o arroio Sete de Setembro estava represado. Este, que poderia se tornar um problema sério de saúde pública, foi resolvido e, em meados do final de fevereiro o curso d'água já se encontrava em situação normal, desaguando no rio Taquari. Foi também comunicado via imprensa que a prefeitura trabalhará a partir do dia 5 de março de 2024 na recuperação da via, fazendo a pavimentação adequada para trânsito de veículos e pedestres. Anunciaram ainda um planejamento para recuperação e trocas de bueiros por toda a área urbana, facilitando o escoamento das águas e evitando possíveis alagamentos em episódios de chuvas volumosas.

Assim, pode-se compreender alguns dos problemas metodológicos da paisagem como elemento de análise, ou seja, a captura de um momento exato do tempo no movimento da história. O evento, portanto, ao passar por um lugar – seu depositário final – molda a paisagem, a modifica para que ela se refaça, e assim se dá o curso das coisas no tempo e no espaço. A própria forma material da paisagem é um atributo que acaba potencializando os impactos dos eventos relacionados às cheias, enchentes e inundações, por exemplo. Mesmo assim, a análise da paisagem representa uma forma de ver o passado cristalizado no território e apontar os problemas, possíveis soluções e elaborações de planos e estratégias que visem a mitigação e diminuição destes impactos ao longo do tempo.

NOTAS

O autor foi também um dos atingidos pelas inundações de setembro e novembro de 2023. Por este trabalho estendo agradecimentos a todas as pessoas voluntárias que fizeram a recuperação da região ser possível, seja através de doações ou de auxílio na limpeza das casas, escolas, vias e espaços públicos em geral.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, L. S., VARONE, F., TAZZO, I. F., JUNGES, A. H. **Condições meteorológicas ocorridas em setembro de 2023 e situação das principais culturas agrícolas no Estado do Rio Grande do Sul.** Comunicado Agrometeorológico, Porto Alegre, n. 59, p. 6-28, set. 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202310/23102751-comunicado-agrometeorologico-59-setembro-final.pdf>

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **SACE - Monitoramento de Bacias Hidrográficas.** Disponível em https://www.sgb.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php?getbacia=btaquari. Acesso: 15 jan. 2024.

FERNANDES, A. C., BITOUN, J., DE ARAÚJO, T. B. **Tipologia das cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2009.

GUIMARAENS, R. **A Enchente de 41**. Porto Alegre: Libretos, 2009. 100 p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Em 2022, streaming estava presente em 43,4% dos domicílios com TV**. Editorial: Estatísticas Sociais. 2023.

[IBGE \(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística\). **Proposta metodológica para classificação dos Espaços Rural, do Urbano e da Natureza do Brasil**. Coordenação de Geografia – Rio de Janeiro: IBGE, 2023.](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38306-em-2022-streaming-estava-presente-em-43-4-dos-domicilios-com-tv#:~:text=A%20Internet%20era%20utilizada%20em,que%20se%20aproxima%20da%20universaliza%C3%A7%C3%A3o. Acesso em 15. fev. 2024.</p></div><div data-bbox=)

IPH-UFRGS (Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul). **Nota Técnica sobre a cheia ocorrida nos dias 4 e 5 de setembro na Bacia do rio Taquari-Antas**. Porto Alegre, set. 2023. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2023/09/Nota-sobre-a-cheia-ocorrida-nos-dias-4-e-5-de-setembro-na-Bacia-do-rio-Taquari-v2.pdf>

LAIPELT, L., PAIVA, R., FAN, F., RUHOFF, A., COLLISCHONN, W., MORAES, S. R., ECKHARDT, R. R. **Estimativa preliminar das áreas urbanas inundadas durante cheia do Rio Taquari-Antas (Set-2023) via sensoriamento remoto**. Nota Técnica - Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH-UFRGS) e Universidade do Vale do Taquari (Univates). Set. 2023. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/hge/wp-content/uploads/2023/09/Nota-Tecnica-Cheia-Taquari-Antas-Set-2023.pdf>

LICCO, E. A., DOWELL, S. F. M. **Alagamentos, enchentes, enxurradas e inundações: digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança**. São Paulo: Centro Universitário Senac. Iniciação – Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística. Vol. 5, n. 3 – dez. 2015.

MORAES, S. R., COLLISCHONN, W., ECKHARDT, R. R., MONTE, B. E. O. **Retromodelagem do evento extremo de inundaçāo do Rio Taquari no hec-ras, ocorrido em 09 de julho de 2020, no município de Lajeado / RS**. Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, n. 42, p. 104-132, 2023.

NUNES, L.H. **Urbanização e desastres naturais: abrangência América do Sul**. Oficina de Textos, São Paulo, 2015.

OLIVEIRA, G. G., ECKHARDT, R. R., HAETINGER, C., ALVES, A. **Caracterização espacial das áreas suscetíveis a inundações e enxurradas na bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 37, n. 4, p. 849-863, 2018.

OLIVEIRA, G.G. **Modelos para Previsão, Espacialização e Análise das Áreas Inundáveis na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, RS**. Porto Alegre, 2010. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

POSSANTTI, I., MARQUES, G. F., PAIVA, R. **O impacto em edificações causado pela cheia do Rio Taquari-Antas de 4 e 5 de Setembro de 2023: estimativa preliminar e diretrizes para ações de adaptação e resposta**. Nota Técnica - Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH-UFRGS). Disponível em: https://www.ufrgs.br/warp/wp-content/uploads/2023/09/nota_tecnica_gespla_edificacoes_taquari_cheia23.pdf

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Nº 57.177, de 6 de setembro de 2023**. Declara estado de calamidade pública nos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul afetados pelos eventos climáticos de chuvas intensas, COBRADE 1. 3.2 1.4, ocorridos entre os dias 2 e 6 de setembro de 2023.

ROCA SALES (Prefeitura Municipal). **Lei nº 356/02**. Institui as diretrizes urbanas do município de Roca Sales e dá outras providências. Roca Sales, 2002.

SALINI, M. F. **A influência do fenômeno El Niño oscilação sul – ENOS (La Niña e El Niño) na ocorrência de inundações no Vale do Taquari – RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade do Vale do Taquari - Univates, jun. 2011.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp – 4. ed., 10. reimpr. – 2020.

SANTOS, M. **Manual de Geografia Urbana**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp – 3. ed., 1. reimpr. - 2012.

SANTOS, M. **Metamorfozes do espaço habitado**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp – 6. ed., 2. reimpr. – 2014

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp – 5. ed., 3. reimpr. – 2012a.

URBANO, K., OLIVEIRA, T., EVANGELISTA, S., MASSARANI, L. **Mapeando a desinformação sobre o meio ambiente na América Latina e no Caribe: uma análise bibliométrica de um campo incipiente de pesquisa**. Journal os Science Communication – América Latina. V. 07, n. 01, 2024. <https://doi.org/10.22323/3.07010202>

ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA PAINEL DAS ÁGUAS PARA FACILITAR A GESTÃO DE INFORMAÇÕES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI-ANTAS/RS

Valesca Costantin

Engenheira Química - UCS, Engenheira de Segurança do Trabalho - FSG; MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental - IPOG; Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade –UERGS, Unidade Hortênsias Professora e Consultora

E-mail: valescacosstantin@hotmail.com

Marcia dos Santos Ramos Berreta

Doutora em Geografia
Professora Adjunta da UERGS, Unidade Hortênsias
E-mail: marcia-berreta@uergs.edu.br

Guilherme Camargo

Administrador de Empresas - FSG; Pós-Graduação em Engenharia de Produção e em Gestão de Operações de Logística – Uniasselvi; MBA em Projetos - Uniasselvi

Professor e Consultor

E-mail: consultoria.guilhermecamargo@gmail.com

RESUMO

Esta pesquisa trata da elaboração do “Painel das Águas” que é uma ferramenta de fácil consulta aos dados técnicos públicos sobre a qualidade das águas superficiais para 32 municípios da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, Rio Grande do Sul, incluindo fontes federais, estaduais e municipais de monitoramentos. Por meio dessa ferramenta, é possível às gestões públicas tomarem decisões assertivas e estratégicas dentro dos seus territórios hídricos, uma vez que as informações qualitativas existentes sobre as águas poderão ser visualizadas e facilmente interpretadas em somente um *dashboard*, que nada mais é do que um painel visual elaborado com o software da *Microsoft Power BI*. Com a utilização dessa ferramenta, é possível facilitar e simplificar informações extraídas de diversas plataformas digitais federais, estaduais e municipais de forma centralizada e dinâmica. Além do Painel das Águas, foram utilizadas plataformas *on-line* para complementar as explicações e facilitar a forma de utilização desta ferramenta.

PALAVRAS-CHAVE: dashboard, painel das águas, recursos hídricos, power BI

ELABORATION OF THE WATER PANEL TOOL TO FACILITATE THE MANAGEMENT OF WATER INFORMATION IN THE TAQUARI-ANTAS/RS WATER BASIN

ABSTRACT

This research deals with the elaboration of the "Water Dashboard", which is an easy-to-use tool for consulting public technical data on surface water quality for 32 municipalities in the Taquari-Antas River Basin, Rio Grande do Sul, including federal, state and municipal monitoring sources. This tool allows public administrations to make assertive and strategic decisions within their water territories, since the existing water qualitative information can be visualized and easily interpreted in just one dashboard, this is nothing more than a visual panel created using Microsoft Power BI software. Using this tool, it is possible to facilitate and simplify information extracted from various federal, state and municipal digital platforms in a centralized and dynamic way. In addition to Water Dashboard, online platforms were used to complement the explanations and facilitate the use of this tool.

KEYWORDS: dashboard, water panel, water resources, power BI

INTRODUÇÃO

A governança das águas é um desafio à gestão pública. Cotidianamente ocorrem enfrentamentos diante das dificuldades em coordenar os múltiplos sistemas institucionais e seus instrumentos. “Os arranjos institucionais e as políticas públicas ainda têm um caráter bastante setorizado, e isso se percebe até mesmo na política hídrica, que ainda não conseguiu integrar de forma plena as águas superficiais, subterrâneas e costeiras” (ANA, 2020, p.180).

Nas últimas décadas, muito por conta do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Resolução CNRH n.º 58/2006), o país teve avanços representativos na legislação sobre gestão de recursos hídricos, ainda assim ocorreu uma crescente demanda pelo recurso. Atualmente, a variabilidade climática e a degradação das nascentes e cursos d’água vão exigir que se estreitem as relações entre as políticas de águas e as políticas setoriais (ANA, 2022). Uma das alternativas apresentadas neste artigo refere-se à atenção que se deve dar aos dados existentes do monitoramento da qualidade das águas, negligenciados no momento de tomada de decisões pelos setores da gestão pública.

A disponibilização de informações sobre a qualidade das águas tende a ser mais precisa, atualizada e detalhada. Conforme o PNRH 2022 – 2040, este deve ser um caminho constante e permanente a ser buscado, incluindo a disponibilização em diferentes formatos e meios de acesso livres e gratuitos. A integração dos dados existentes, coletados por várias entidades e instituições públicas colabora com esta ideia e se torna um avanço na existência de uma melhor integração de informações entre os órgãos gestores e os cidadãos, permitindo a disponibilização de mais informações relevantes para a gestão das águas (ANA, 2022).

Acompanhando essa tendência o Estado do Rio Grande do Sul vem investindo em painéis interativos para centralizar as informações da Rede Básica da FEPAM, Portal RS Água, além dos dados fornecidos pelo Consórcio Pró-Sinos e os Planos de Bacia do DRHS, conforme classificação da Resolução CONAMA n.º 357/2005 (SEMA, 2024). Nestes painéis interativos é possível, também, selecionar a Bacia Hidrográfica e os parâmetros de qualidade dos últimos anos, por recurso hídrico e por localização.

Segundo OECD (2015, p.16), “a disponibilidade de dados e informações sobre recursos hídricos acessíveis e de boa qualidade varia entre os estados, prejudicando a efetiva tomada de decisão em termos de quem recebe água, onde e quando”.

Somente em 2013, preocupada com o panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico criou o Programa Nacional de Avaliação da

Qualidade das Águas – PNQA, que visa ampliar o conhecimento e orientar a elaboração de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água interiores como rios e reservatórios, contribuindo assim com a gestão sustentável dos recursos hídricos. São 1.874 pontos em todo o país monitorados pela ANA, como níveis, vazões, qualidade da água e transporte de sedimentos e, nos estados, 2.400 pontos, por meio do fomento ao monitoramento da qualidade da água (Qualiágua, criado em 2014). Os dados estão disponíveis no Portal HidroWeb (ANA, 2003).

Nesta mesma consonância foi criado o Sistema de Avaliação da Qualidade da Água, Saúde e Saneamento que apresenta um Atlas Água Brasil no formato digital para visualização e análise de indicadores com dados acessíveis para a sociedade civil, técnicos de vigilância em saúde e gestores interessados no tema. Ele utiliza dados de diversas fontes, como *datasus*, *hidroweb* e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, para relacionar e representar as condições gerais de qualidade da água, saneamento e doenças relacionadas nos municípios. O Atlas colabora no entendimento da situação da água usada para consumo humano no país, estimulando o debate sobre a qualidade e cobertura dos serviços de saneamento básico e saúde (Fiocruz, 2023).

O Estado do Rio Grande do Sul participa do Projeto Qualiágua, da ANA, por intermédio da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), a partir do monitoramento realizado em 221 estações de monitoramento no Estado, distribuídas em 25 bacias hidrográficas. No último Relatório da Qualidade da Água Superficial, relativo ao ano de 2022, a FEPAM conclui, pela análise dos dados, que “a qualidade da água é, na maioria dos casos analisados, boa e apta a atender os usos mais nobres da população”. Apesar disso, “não foi possível identificar uma tendência de melhora na condição geral”. Pontualmente, o monitoramento segue identificando comprometimentos críticos da qualidade da água em algumas estações, tornando-a imprópria para todos os usos previstos na Resolução CONAMA nº 357/2005 (FEPAM, 2022).

Os dados de monitoramento da qualidade das águas disponíveis por estes sistemas, e outros mais, são de extrema importância para o órgão gestor, já que fornecem informações estratégicas, de indicadores e de subsídios para as ações de preservação e controle da poluição. Eles devem subsidiar outros instrumentos, como o enquadramento e a outorga, fundamental para a definição de ações e políticas desenvolvidas pelo Estado.

A competência comum de proteção das águas está regida pela Constituição de 1988, no Art. 23, seja no desenho de políticas ambientais ou na fiscalização exercida pelos órgãos ambientais, compete à União, aos Estados, Distrito Federal e aos Municípios. Os bens ambientais, nos quais se inclui a água, são bens difusos, de uso comum do povo. Eles não integram o patrimônio público como

os bens públicos tradicionais (bens dominicais ou de uso especial), contudo, estão sob a administração dos entes públicos, que se tornam seu gestor (Yoshida, 2007). A água pertence a todos, mas, ao mesmo tempo, não é de ninguém em específico, dada sua transindividualidade. Diante de tais características, o Poder Público assume o papel de gestor no interesse da coletividade. Quando a Constituição Federal classificou as águas como bens da União ou dos Estados, não se estabeleceu um direito de propriedade estatal propriamente dito (pois o meio ambiente pertence a todos), mas sim, a responsabilidade desses entes em administrar o recurso. Portanto, o domínio das águas dividido entre União e Estados não se atrela à noção de propriedade, mas de manifestação da soberania interna. Dessa forma, União e Estados serão os gestores das águas que se encontram sob sua tutela, devendo balizar sua atuação pelos princípios constitucionais, dos quais se destaca a ideia da participação e cidadania (Yoshida, 2007).

No entanto, em muitos casos, a implantação das políticas públicas a partir dos resultados de monitoramento da qualidade das águas é difícil de pôr em prática porque há poucos dados e informações disponíveis. Segundo Silva (2021), isso é agravado pela falta de capacidade de criar uma rede de monitoramento nos municípios e de selecionar os parâmetros mais adequados, e até mesmo de recurso e análise do grande volume de dados ou dos não adequados. Mesmo quando o dado está disponível, ele não é compartilhado em todos os níveis da gestão pública, e, muitas vezes, distribuído em várias redes institucionais. Essa assimetria de informação pode ocorrer quando as autoridades nacionais, estaduais e municipais não compartilham ativamente seus conhecimentos sobre o que está acontecendo. Silva (2021) destaca ainda que as organizações e os órgãos municipais precisam de tecnologias que acedam aos seus dados, organizando-os e armazenando-os, sendo possível a extração de informação que potencialize as tomadas de decisão.

Para auxiliar nesta questão, este estudo propõe incentivar a criação ou utilização de técnicas ágeis, inteligentes que permitam transformar essa enorme quantidade de dados em informações úteis e relevantes a gestão pública, que privilegiem a proteção da água para a saúde humana e salubridade ecológica.

Após a gestão dos dados, é possível criar os painéis interativos, compostos por gráficos, indicadores, figuras, recursos visuais diversos, incluindo cores, letras e títulos, todos esses podendo assim compor um *dashboard* interativo. Conforme Tableau (2011), o uso de recursos interativos permite ao usuário um maior nível de detalhamento nos dados, realizando tarefas analíticas e coletando informações relevantes de acordo com uma situação específica, alavancando a absorção de conteúdo e o processo de tomada de decisão.

Um conjunto mínimo de indicadores para a gestão dos recursos hídricos indica que é necessária uma quantidade de estações ou campanhas de monitoramento de águas, com séries temporais, e a gestão da informação, que nada mais é do que bases de dados estabelecidas em formatos compatíveis com os das demais organizações de bacias para que as informações sobre a gestão das águas estejam disponíveis para os gestores e outros atores, como exigido (OCDE, 2014).

Esse é um dos objetivos que será apresentado nesse artigo, centralizar em um painel visual o maior número de informações sobre a qualidade dos recursos hídricos de 32 municípios situados na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas. E a partir do “Painel das Águas”, busca-se propiciar aos gestores públicos, ou outros usuários interessados, uma rápida e fácil interpretação dos dados. Assim, com o suporte desses painéis, proporcionar a tomada de decisões assertivas relativas à temática apresentada.

DADOS DE INFORMAÇÃO A GESTÃO

A gestão dos recursos hídricos surge no sentido de buscar o equilíbrio e garantir o acesso a todos de uma água de boa qualidade, capaz de satisfazer todas as necessidades da população. Nesse sentido, destaca-se a importância e o papel de todos os entes federados - União, Estados e Municípios - para o alcance de uma gestão com bons resultados e atendimento a todos os cidadãos (Santos 2013).

A Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA) é uma entidade federal que segue os fundamentos e diretrizes do Plano Nacional de Recursos Hídricos, responsável por supervisionar, controlar e avaliar as atividades em cumprimento da legislação vigente; disciplinar a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da PNRH; outorgar e fiscalizar o uso dos recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União; organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos; entre outras atribuições (Brasil, 2000).

Nesse sentido, o site da ANA disponibiliza atualmente bancos de dados sobre informações de qualidade dos recursos hídricos brasileiros. Nele é possível realizar uma busca pelas bacias hidrográficas e corpos hídricos do estado do Rio Grande do Sul. Os dados disponíveis podem ser baixados facilmente com um recurso de tabela do programa Excel da Microsoft. Após isso, é necessário o tratamento dos dados, incluindo, por exemplo, filtros, limpezas, organizações, sequenciamentos e agrupamento das informações.

Após a gestão dos dados, é possível criar os painéis interativos, compostos por gráficos, indicadores, figuras, recursos visuais diversos, incluindo cores, letras e títulos, todos esses podendo assim compor um *dashboard* interativo. Conforme Tableau (2011), o uso de recursos interativos permite ao usuário um maior nível de detalhamento nos dados, realizando tarefas analíticas e

coletando informações relevantes de acordo com uma situação específica, alavancando a absorção de conteúdo e o processo de tomada de decisão.

USO DE DASHBOARDS NA PRÁTICA

Os *dashboards* podem oferecer uma solução para o problema de sobrecarga de informação, facilitando a tarefa de gestão e auxiliando no processo de tomada de decisão. De acordo com Duarte (2012), um *dashboard* caracteriza-se como uma interface gráfica com capacidade de recolher, sumarizar e apresentar informações provenientes de múltiplas fontes. Em relação aos dados, os *dashboards* representam apenas um ponto de partida, uma vez que a informação exibida foi recolhida, filtrada e condensada, para então ser apresentada ao usuário (Gomes, 2018).

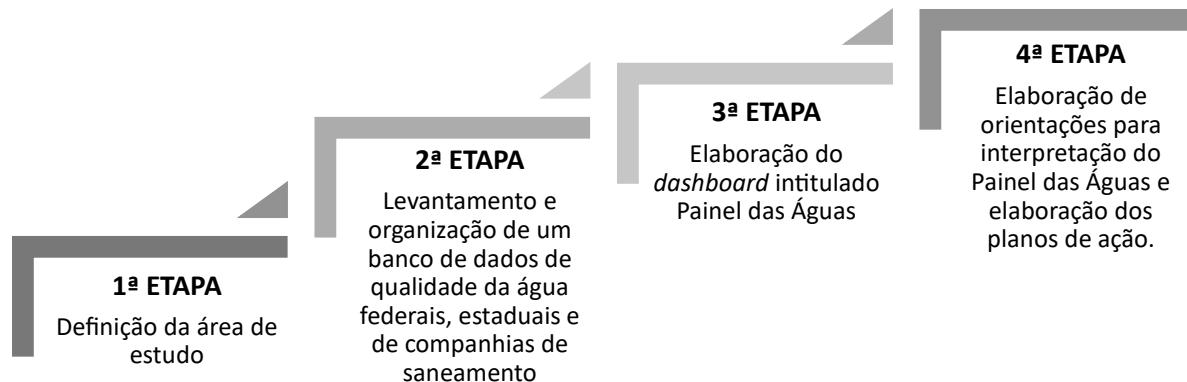
A implementação de um *dashboard*, numa organização ou gestão pública, melhora o processo de tomada de decisão ao amplificar a cognição dos utilizadores e capitalizar as suas capacidades perceptivas (Yigitbasioğlu; Velcu, 2012). Um *dashboard* oferece consistência entre departamentos ou unidades quando da utilização e cálculo de métricas, permitindo a monitorização do desempenho. Ele também pode ser usado para planejar os objetivos e estratégias a seguir e, ainda, para comunicar informações a *stakeholders* importantes (Pauwels et al., 2009). Few (2006) enfatiza ainda que um *dashboard* é uma forma de apresentação e não um tipo de informação ou tecnologia. Um *design* eficaz é crucial na construção de *dashboards*. Uma boa organização dos elementos irá comunicar eficazmente aos utilizadores aspectos-chave criando um acesso fácil à informação de suporte à organização (Peters, 2004). O *design* de um *dashboard* atenta para dois tipos de características, que são: visual e funcional. As características visuais relacionam-se com os princípios da visualização de dados, isto é, quão eficaz e eficientemente a informação é apresentada ao utilizador. As características funcionais estão indiretamente relacionadas com a visualização, mas descrevem o que o *dashboard* consegue fazer.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Bill Gates (2021) sempre construiu uma estrutura mental para pensar no que estava aprendendo. Isso trazia a ele um senso de quanto grande ou quão pequeno, e quão caro algo poderia ser. Assim, ele construiu uma “metodologia de trabalho”, de ajuda com alguns tópicos profundos, iniciando por desenhar primeiro uma “grande figura”, porque isso lhe dava um contexto para entender as novas informações e ficava mais propenso a lembrar delas.

O Produto Técnico e Tecnológico, intitulado Painel das Águas, nada mais é do que uma grande figura, uma forma de centralizar informações de diversas fontes em um painel visual, sobre a qualidade da água de alguns municípios da Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Taquari Antas. Para iniciar este processo metodológico, montou-se um fluxograma, “grande figura”, das etapas necessárias à elaboração do produto, com os procedimentos necessários, passo a passo, na forma de etapas consecutivas. Na Figura 1 pode-se entender o fluxograma do desencadeamento da pesquisa.

Figura 1 - Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos desta pesquisa



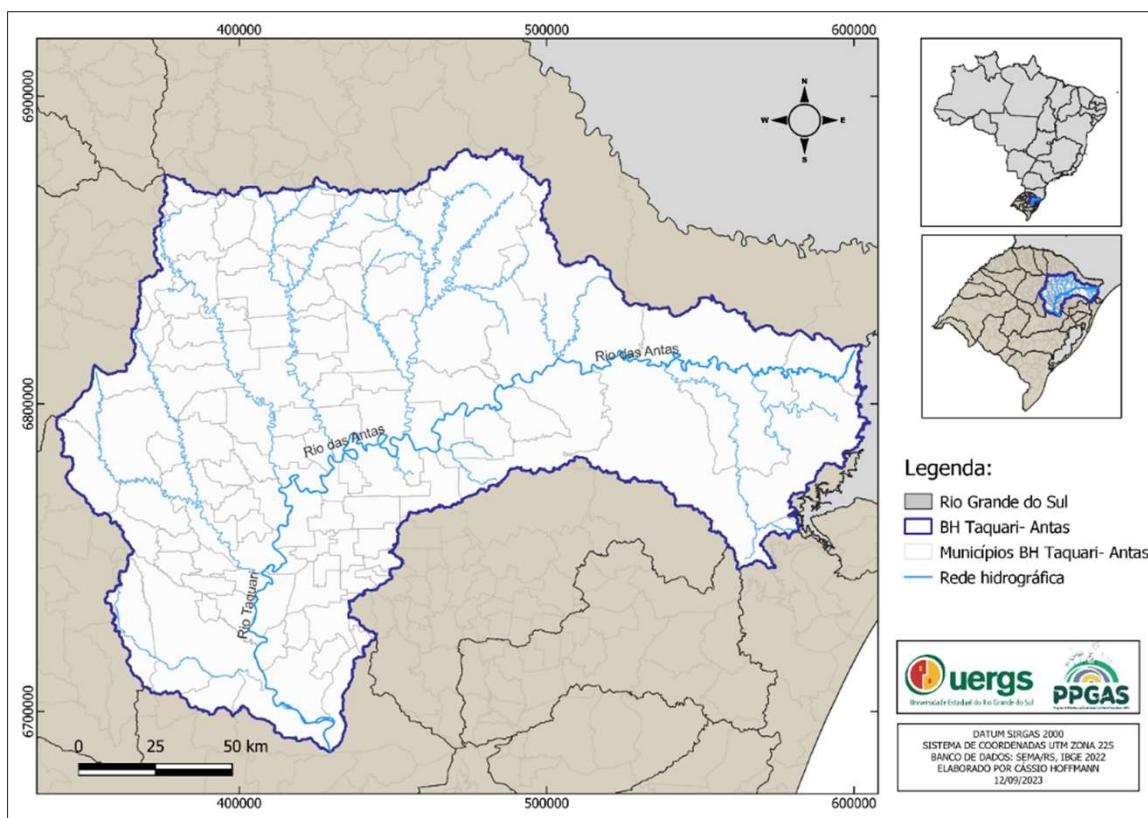
Fonte: Elaborado por Costantin e Berreta, 2023.

ÁREA DE ESTUDO

Para este estudo, selecionou-se a Bacia Hidrográfica do Rio Taquari Antas, que tem suas nascentes principais na Região dos Campos de Cima da Serra e a jusante, um dos principais polos industriais e urbanos do estado. A bacia possui uma área de 26.430 km² e abriga uma população estimada de 1.383.442 habitantes (2020), sendo 1.081.261 habitantes em áreas urbanas e 302.181 em áreas rurais (SEMA, 2023). Compreende cerca de 10% do território rio-grandense e 12% da população (FEPAM, 2021).

Conforme Nota Técnica n.º 002/2020/DIPLA/DRHS (SEMA, 2020), a BH Taquari Antas localiza-se geograficamente na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba e abrange, total ou parcialmente, 119 municípios. Sendo que 82 estão integralmente no território e 37 estão parcialmente inseridos. O Rio Taquari-Antas, que dá nome à bacia, nasce no extremo leste da bacia com a denominação de Rio das Antas até a foz do Rio Carreiro, quando passa a denominar-se Taquari, desembocando no Rio Jacuí. Na Figura 2 dispõe-se o mapa da BH do Rio Taquari Antas, com os municípios que compõem o seu território.

Figura 2 - Mapa da Localização Geográfica da Bacia Hidrográfica Rio Taquari Antas



Fonte: Elaborado por Hoffmann, 2023

109

Dos 119 municípios inseridos na bacia, foram selecionados 32, conforme a Tabela 1. Para este início de projeto, optou-se em utilizar como critério selecionar os municípios que são:

- i) Tem individualmente mais de 50% do território dentro desta bacia;
- ii) Apresentam minimamente dados de monitoramento das águas nos sites públicos;
- iii) Num conjunto da área dentro da bacia, chegar a pelo menos 50% do território e da maioria da população (cerca de 70%);
- iv) Apresentam uma distribuição espacial ao longo da rede hidrográfica, ou seja, alto, médio e baixo curso.

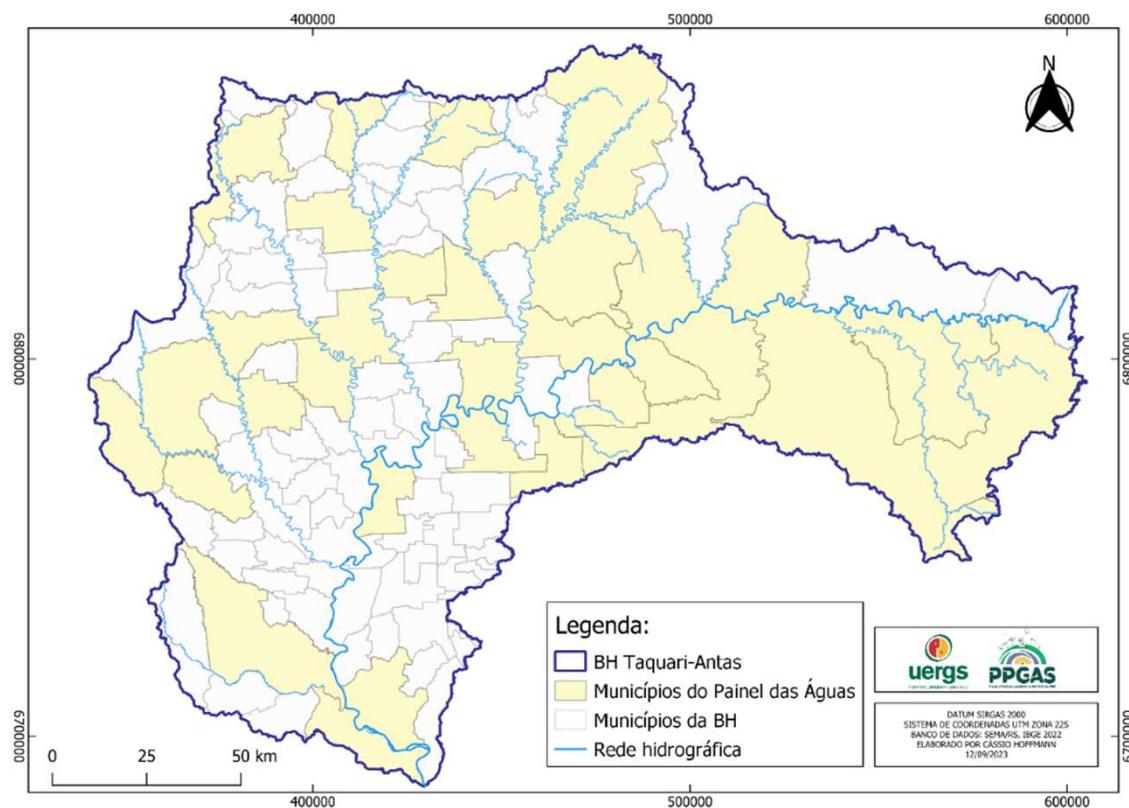
Tabela 1 - Municípios atendidos pelo Painel das Águas

Município	Área total (km ²)	% do território na BH	Pop. total
1. André da Rocha	330	100%	1.343
2. Anta Gorda	242	100%	5.961
3. Antônio Prado	348	100%	13.045
4. Arvorezinha	275	100%	10.423
5. Barros Cassal	648	52%	6.805
6. Bento Gonçalves	279	100%	121.803
7. Cambará do Sul	1.202	88%	6.381
8. Campestre da Serra	539	100%	3.395
9. Casca	272	100%	9.051
10. Caxias do Sul	1.644	53%	2.622.88
11. Ciríaco	273	76%	4.396
12. Farroupilha	362	61%	43.133
13. Flores da Cunha	274	100%	31.063
14. Fontoura Xavier	582	100%	10.241
15. General Câmara	511	55%	6.525
16. Guaporé	297	100%	25.968
17. Ibiraiaras	302	96%	7.149
18. Ipê	599	100%	6.689
19. Jaquirana	907	100%	3.662
20. Marau	647	64%	43.719
21. Monte Alegre dos Campos	551	97%	3.040
22. Muitos Capões	1.193	97%	3.126
23. Nova Bassano	213	100%	10.005
24. Nova Prata	258	100%	27.648
25. Progresso	263	100%	6.239
26. Putinga	205	100%	3.889
27. Roca Sales	209	100%	11.471
28. São Francisco de Paula	3.272	53%	3.302
29. São Marcos	256	100%	21.658
30. Taquari	351	100%	26.885
31. Venâncio Aires	773	98%	71.617
32. Veranópolis	289	100%	26.533
TOTAL	18.336	-	550.233

Fonte: Elaborado por Costantin e Berreta, 2023.

Segundo as informações da tabela 1 dos 32 municípios, os 18.336 km² compreendem cerca de 70% da área total da Bacia; já os 550.233 habitantes correspondem a 61,5% da população total. Na Figura 3 pode-se observar a distribuição espacial dos municípios no território da BH do Rio Taquari Antas, em destaque aqueles selecionados para este estudo.

Figura 3 - Mapa dos Municípios Bacia Hidrográfica Rio Taquari Antas que fazem parte do Painel das Águas



LEVANTAMENTO DOS DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA A ELABORAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS

Após a definição dos municípios que fariam parte do Painel das Águas, a próxima fase metodológica consistiu-se no levantamento dos dados disponíveis sobre as águas superficiais nos sites das instituições públicas nas três esferas, que foram:

- Os relatórios de qualidade de água da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA);
- Plataforma RS ÁGUA;
- Companhias de saneamento municipais: a CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) e a SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto).

O site da ANA disponibiliza atualmente bancos de dados sobre informações de qualidade dos recursos hídricos brasileiros. Nele é possível realizar uma busca pelas bacias hidrográficas e corpos hídricos do estado do Rio Grande do Sul. Os dados disponíveis podem ser baixados facilmente com um recurso de tabela do programa Excel da Microsoft. Após isso, é necessário o tratamento dos dados,

incluindo, por exemplo, filtros, limpezas, organizações, sequenciamentos e agrupamento das informações.

O RS Água é um sistema de gerenciamento e banco de dados do monitoramento de qualidade de água do Estado do Rio Grande do Sul que procura integrar diversos sistemas de monitoramento e divulgar estes dados de forma on-line para toda a sociedade. No ano de 2022, o RS Água passou a contar com 221 estações de monitoramento em operação, distribuídas em todo o território gaúcho. A periodicidade e os parâmetros analisados são aqueles definidos no programa Qualiágua que possui, dentre os seus principais objetivos, padronizar critérios e métodos de monitoramento da qualidade da água superficial no país (Fepam, 2023). Importante destacar que no período de estudo somente foram encontradas no site RS Água informações sobre o município de Caxias do Sul e essas informações acabaram não sendo utilizadas no Painel das Águas.

Referente aos dados das companhias municipais de saneamento básico, foram abrangidos por consultas no Samae para o município de Caxias do Sul e Corsan para os demais municípios. O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (Samae) de Caxias do Sul foi criado em 5 de janeiro de 1966 para atender à comunidade em saneamento básico de qualidade. É uma autarquia municipal, com autonomia administrativa, que possui como valor a excelência no abastecimento de água e esgotamento sanitário (Samae, 2023).

A Companhia Riograndense de Saneamento – Corsan (2023), sediada em Porto Alegre, é uma sociedade de economia mista, de capital aberto, instalada em 28.03.1966, a partir da Lei 5.167/1965 – RS, cujo controle acionário é exercido pelo Estado do Rio Grande do Sul. Constituem o objeto social da Corsan a realização de estudos, projetos, construções, operações, exploração e ampliação dos serviços públicos de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário (Corsan, 2023).

Nesta fase da metodologia, o levantamento de dados nos sites destas instituições serviu para a elaboração de um banco de dados. No Quadro 1 dispõem-se as informações sobre as fontes acessadas para a organização do banco de dados utilizado na produção do Painel das Águas.

Quadro 1 – Fontes do banco de dados para a elaboração do Painel das Águas

Instituição	Esfera Pública	Ano de referência	Extensão dos arquivos	Site
ANA	Federal	2020	.xxls	https://www.snirh.gov.br/hidroweb
ANA	Federal	2021	.xxls	
RSÁGUA	Estadual	2020	.xxls	https://gis.fepam.rs.gov.br/RSAgua
Corsan	Municipal	2022	PDF	https://www.corsan.com.br/indicadores-de-qualidade-da-agua-distribuida
Samae	Municipal	2022	PDF	https://www.samaecaxias.com.br/Pagina/Index/10081
IBGE	Federal	2010	On-line	https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama
SNIRH	Federal	2022	On-line	https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas

Fonte: Elaborado por Costantin e Berreta, 2023.

No Quadro 2 encontram-se os parâmetros de qualidade das águas que foram utilizados para a construção dos *dashboards* do painel. Das quatro instituições, somente foram utilizados dados da ANA, CORSAN e SAMAÉ.

Quadro 2 – Parâmetros utilizados no banco de dados do Painel das Águas

Instituição	Parâmetros utilizados no Painel
ANA	<ul style="list-style-type: none"> - Classes dos corpos hídricos; - Alcalinidade, Cloreto, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, <i>Escherichia coli</i>, Fosfato Orto, Fósforo Total, Nitrogênio Amônacal, Nitrogênio Total Kjeldahl, Oxigênio Dissolvido, pH, Salinidade, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Totais.
CORSAN	Turbidez, Cor, Cloro Livre Residual
SAMAÉ	Turbidez, Cor Aparente, Cloro, Fluoretos

Fonte: Elaborado por Costantin e Berreta, 2023.

Os parâmetros Coliformes Totais, *Escherichia coli* foram removidos dos blocos de informações do *dashboard*, não por serem menos importantes, mas sim, por estarem com os resultados “ausentes de bactérias” em todas as últimas amostragens, ou seja, dentro dos parâmetros legais e essa informação é apresentada na legenda do painel.

Os dados da Corsan são gerados mês a mês e agregados em um arquivo no formato PDF (*Portable Document Format*). Na Tabela 2 encontra-se a estrutura dos dados retirados diretamente do site Samae utilizando-se um filtro de seleção mensal.

Tabela 2 – Dados da qualidade da água Samae abril/2022

Parâmetros	Unid.	Padrão de Potabilidade	Mediana	Nº de Amostras Realizadas	Plano de Amostra gem	Nº de Amostras Conf	Nº de Amostras Não Conf	Conformidade
Turbidez	unT	<5,00	0,12	429	403	429	0	100,00
Cor Aparente	uH	< 15,0	0,5	429	403	429	0	100,00
Cloro	mg/L	0,20 a 5,00	1,02	429	403	429	0	100,00
Coliformes Totais	NMP /100 mL	Ausente em 100ml	Ausente	429	403	429	0	100,00
Escherichia coli	NMP /100 mL	Ausente em 100ml	Ausente	429	403	429	0	100,00
Fluoretos	mg/L	0,60 a 0,90	0,57	250*	0		Não se aplica	
pH**	-	6,0 a 9,5	6,25	429*	0		Não se aplica	

* Amostras realizadas no sistema de distribuição para fins de monitoramento interno.

** Não está definido valor padrão ou faixa recomendada para pH na Portaria MS no 888/2021.

Fonte: Samae, 2023.

Os relatórios mensais da Samae possuem informações adicionais, tais como fotografias das barragens municipais e comparação da quantidade de análises exigidas em comparação à quantidade de análises realizadas, bem como o percentual de conformidade.

Para a constituição dos blocos de informações do *dashboard*, também foram utilizados os dados de esgotamento sanitário do censo do IBGE (2010). Não foram utilizados os dados do último censo de 2022, pois eles ainda não estão disponíveis no site oficial do IBGE até a finalização deste trabalho. E para complementar, foram utilizados os dados da precipitação de chuvas das Séries Históricas de Estações do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos de 2022 (SNIS, 2023).

As informações de média de precipitações por trimestre são importantes para uma melhor compreensão dos parâmetros apresentados, visto que muitos deles são influenciados diretamente pela quantidade de chuvas da região e consequentemente também na qualidade da água. Já o percentual de esgotamento sanitário tratado trazido pelo IBGE é um sinal de alerta, sempre que os parâmetros de monitoramento da qualidade da água doce e de abastecimento estão fora dos indicadores legais e também quando se observa um número grande de corpos hídricos com enquadramento nas classes 3 ou pior que 3.

ELABORAÇÃO DO DASHBOARD “PAINEL DAS ÁGUAS”

A partir da organização do banco de dados, elaborou-se um plano para transformar estas informações em *dashboards* num *software* próprio para tal. Foi então necessário utilizar uma consultoria especializada da empresa Guilherme Camargo *Consulting*, que se tornou parceira do projeto para transformar dados numéricos em gráficos visuais.

A consultoria realizou a otimização do banco de dados organizado e inseriu os mesmos dentro de *software* próprio para isso. O *Power BI* é conhecido por ter a capacidade de suportar alto volume de dados e, inclusive, ser interligado a sistemas de gestão tipo *ERP - Enterprise Resource Planning*, o que não foi necessário no Painel das Águas, visto que todas as informações foram disponibilizadas em forma de planilhas eletrônicas ou arquivos em PDF.

Elaborou-se pastas para organizar e nomear sequencialmente os dados extraídos dos sites oficiais. Cada modificação no arquivo base teve que ser renomeado e salvo para fins de controle de revisão e *backup*. O arquivo *Background*, ou tela de fundo, também teve que ser construído em um *software* de edição de imagens externo.

O *Power BI* oferece um sistema dinâmico onde é possível que o gestor escolha seus próprios filtros (curso, semestre, etc.) e com informações em tempo real. Contudo, devido à natureza deste trabalho ser acadêmica, os *dashboards* aqui trazidos e materializados, como o painel de gestão, foram apresentados de forma estática, ou seja, em formato PDF (Parisi, 2021).

Assim como o trabalho de Parisi (2021), acredita-se que o emprego do *Power BI* oferece de forma fácil e rápida uma leitura fiel sobre informações específicas ou contextos, se assim for a necessidade do gestor público. Esta pesquisa se torna relevante neste aspecto, pois com a velocidade da informação os cenários podem mudar rapidamente e isto exige que a gestão se mantenha sempre atualizada e competitiva para prestar da melhor forma seus serviços à sociedade. Caso haja interesse por parte dos gestores, é possível que o mesmo conteúdo aqui apresentado seja disponibilizado online e, desta forma, será possível obter dinamismo e ter maior capacidade de análise, filtrando informações específicas que lhe forem convenientes.

Treinamentos sobre a utilização do *Power BI* podem ser facilmente encontrados na *internet*, em escolas técnicas ou com consultorias especializadas. Cabe aqui ter conhecimento da origem dos dados e os resultados precisam ser alcançados com o uso dessa ferramenta. E assim, avaliar sua praticidade e usabilidade dentro da gestão pública.

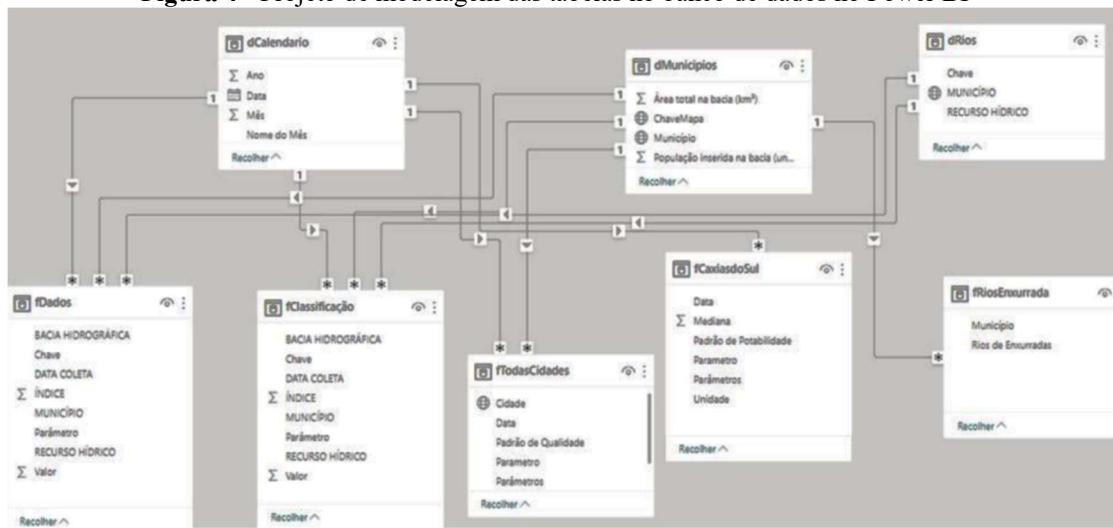
O próprio *Power BI* tem a ferramenta interna denominada *Power Query* onde é possível excluir as linhas e colunas que não serão utilizadas no painel visual. Após eliminadas as informações

que não são úteis, é necessário elaborar a tabela de dados DATA, que serve para referenciar as datas de início e fim abrangidos no painel. No Painel das Águas, o período utilizado foi janeiro de 2020 a dezembro de 2027. Esse período foi planejado para abranger três anos anteriores ao início do estudo e mais quatro, além de 2023, completando assim o mínimo de 5 anos de atualizações requeridas para um produto do mestrado profissional.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, verificou-se que algumas funcionalidades necessárias para a divulgação e compartilhamento do Painel das Águas não seriam possíveis com o *software* na versão gratuita, e, assim, foi necessário comprar a sua licença. Lembrando também que a plataforma somente pode ser acessada com *e-mails* corporativos, ou seja, vinculados a alguma empresa ou instituição. Desse modo, para atender essa exigência, criou-se um *e-mail* corporativo de acesso dentro do site da *Microsoft*, com o domínio "*OnMicrosoft*".

Outra praticidade do *Power BI* é a possibilidade de realizar atualizações automatizadas, ou seja, cada novo relatório emitido pelos órgãos públicos, quando inserido nas pastas de referência do *software*, irá atualizar automaticamente no painel visual. O Painel das Águas foi pensado para centralizar, somente numa tela, filtros, gráficos federais, estaduais e municipais, além de mapas dos municípios, projetado num sistema de tabelas conhecido como arquitetura de banco de dados, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Projeto de modelagem das tabelas no banco de dados no Power BI



Fonte: Elaborado por Camargo e Costantin, 2023.

A tela do painel foi organizada em seis *frames* (blocos de informações), como se fossem blocos com informações, a partir de uma organização que apresentasse os dados numéricos e

geoespaciais de cada município da BH do Rio Taquari Antas (Figura 5).

Figura 5 - A configuração dos blocos do Painel das Águas



Fonte: Elaborado por Costantin, 2023.

Cada *frame* (bloco de informações) possui uma funcionalidade de amostragem dos dados apurados durante a pesquisa. No Quadro 3 abaixo é possível entender a aplicabilidade de cada um.

Quadro 3 - Funcionalidades dos seis *frames* (blocos de informações) do Painel das Águas

Frames	Funcionalidades dos blocos de informação
1	Seleção do ano e do município para gerar o painel individual. Quando nenhum município e ano é especificado neste filtro, a média de todos os valores dos 32 municípios é apresentada. Somente no caso do município de Caxias do Sul é necessário selecioná-lo no filtro externo da lista suspensa e prosseguir com a análise normalmente.
2	Verificação da percentagem de tratamento de esgoto do município selecionado, conjuntamente com os dados da média de precipitação para o ano de 2022, de cada município, separado por trimestre.
3	Apresentação dos dados das médias de 2020 e 2021 dos parâmetros gerais da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico.
4	A quantidade de corpos hídricos por enquadramento. Os limites legais para cada parâmetro encontram-se na própria descrição.
5	Existem duas fontes, Corsan ou Samae, dependendo se o município utiliza tal companhia de saneamento. E abaixo do mesmo item há a legenda com os limites previstos na legislação pertinente à água tratada.
6	O Painel das Águas foi configurado para mostrar um mapa interativo baseado no <i>Google Maps</i> que atualiza conforme a seleção do município e onde também é possível observar os principais e maiores corpos hídricos de cada região.

Fonte: Elaborado por Costantin, 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a verificação de todos os dados disponíveis pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e companhias de saneamento, foi possível validar os dados disponíveis no Painel

das Águas. Cada município apresenta em seus blocos de informações 02 a 05 o resultado dos monitoramentos, seja de esgoto tratado, precipitação média de chuvas por trimestre, parâmetros gerais e enquadramentos dos rios da ANA e os parâmetros de potabilidade da água doce tratada pelas companhias de saneamento básico municipal. Na Tabela 3 estão compiladas as informações de todos os 32 municípios. Sendo “S” como “sim, dado encontrado” e “NH” não há dados.

Tabela 3 – Compilação dos dados encontrados por município

	Município	Parâmetros Gerais ANA	Enquadramento ANA	CORSAN/ SAMAE	IBGE % Esgoto	SNIS Dados de Precipitação
1	André da Rocha	S	S	NH	54,1	NH
2	Anta Gorda	S	S	NH	47,9	NH
3	Antônio Prado	S	S	S	84,1	S
4	Arvorezinha	NH	NH	S	46,7	NH
5	Barros Cassal	NH	NH	S	27,2	NH
6	Bento Gonçalves	S	S	S	86,9	S
7	Cambará do Sul	NH	NH	S	73,9	S
8	Campestre da Serra	NH	NH	NH	46,6	S
9	Casca	NH	NH	S	31,7	S
10	Caxias do Sul	S	S	S	91,9	S
11	Ciríaco	NH	NH	S	41,8	NH
12	Farroupilha	NH	NH	S	91,3	S
13	Flores da Cunha	NH	NH	S	73,6	S
14	Fontoura Xavier	S	S	S	2,1	S
15	General Câmara	S	S	S	64,9	S
16	Guaporé	S	S	S	93,1	S
17	Ibiraiaras	NH	NH	S	46,6	S
18	Ipê	NH	NH	S	70	NH
19	Jaquirana	S	S	S	38,2	S
20	Marau	NH	NH	S	87,2	NH
21	Monte Alegre dos Campos	S	S	NH	22,8	S
22	Muitos Capões	NH	NH	S	25,9	S
23	Nova Bassano	S	S	S	57,3	S
24	Nova Prata	NH	NH	S	78,1	S
25	Progresso	NH	NH	NH	25	S
26	Putinga	NH	NH	S	50,6	S
27	Roca Sales	S	S	S	91,9	NH
28	São Francisco de Paula	S	S	S	58,8	S
29	São Marcos	NH	NH	S	91,8	S
30	Taquari	S	S	S	73,6	S
31	Venâncio Aires	S	S	S	85,6	S
32	Veranópolis	S	S	NH	92,8	S
Total porcentual de informações encontradas		50%	50%	81%	100%	75%

S= Sim, dado encontrado

NH= Não há dados

Fonte: Elaborado por Costantin, 2023.

É possível perceber, a partir da tabela 3, que somente 50% dos municípios possuem dados reportados para a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e 81% para as companhias de saneamento básico municipais. Além disso, dois municípios sendo eles, Campestre da Serra e Progresso, não apresentaram nenhum dado de monitoramento, somente os dados do censo IBGE de tratamento de esgoto 2010 e precipitação do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento de 2022.

A seguir serão apresentadas de forma ilustrativa as capturas de tela do Painel das Águas do Power BI Desktop e versão *online*, além de uma breve explicação de como utilizar matrizes de planos de ações. As figuras 6 e 7 apresentam o Painel das Águas nas seleções dos municípios Caxias do Sul e São Francisco de Paula, respectivamente.

Figura 6 - Seleção Ano: Tudo e Município: Caxias do Sul



Fonte: Elaborado por Camargo e Costantin no Power BI Desktop, 2023.

Figura 7 - Seleção Ano: Tudo e Município: São Francisco de Paula



Fonte: Elaborado por Camargo e Costantin no Power BI Desktop, 2023.

Orienta-se que cada usuário, utilizando as capturas de telas ou, se possível, baixe o arquivo disponibilizado no link do Painel das Águas disponibilizado no canal do Youtube <https://www.youtube.com/@PaineldasAguas-RS> para analisar cada ano, município ou grupo de informações que achar relevante. Para facilitar essa interpretação, vídeos de suporte foram criados e inseridos no canal acima mencionado.

CUSTOS DO PROJETO

Os custos envolvidos para a elaboração deste produto técnico e tecnológico, entre os anos de 2022 e 2023, foram de R\$ 10.940,00, e estão discriminados na tabela 4. Contou com a parceria da consultoria de Guilherme Camargo, que auxiliou na otimização e importação dos dados dos arquivos-base. Ou seja, com a consultoria especializada, foi possível gerar um arquivo para o programa Power BI, que se atualiza automaticamente sempre que é inserido um novo relatório da ANA ou das companhias de saneamento nas pastas de origem. Assim, além de um visual integrado, as informações são passíveis de atualizações constantes.

Tabela 4 – Custos envolvidos na elaboração do Produto Técnico e Tecnológico

Item	Descrição	Custo (R\$)
1.	Curso <i>Power BI</i> básico 32h	1.800,00
2.	Consultoria especializada (5 meses, sendo 4h mês)	1.200,00
3.	Computador Dell com placa de vídeo GeForce, processador Core i7, SSD 500G, compatível	4.100,00
4.	Licença do <i>software Power BI</i> 64,00 reais/mês (projeto 5 anos)	3.840,00
	Total	10.940,00

Fonte: Elaborado por Costantin, 2023.

ORIENTAÇÕES PARA INTERPRETAÇÃO DO PAINEL DAS ÁGUAS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO

Os dados apresentados no Painel das Águas são um pequeno resumo das análises da qualidade da água informados pelos órgãos públicos oficiais. Visto que, mesmo com a otimização do programa, não seria possível apresentar, em forma gráfica e em somente uma tela, todos os parâmetros com resultados de todos os 32 municípios. Assim, para agilizar a análise dos dados, somente os principais parâmetros foram inseridos nos gráficos que compõem o Painel das Águas.

A partir desse ponto, pode-se destacar que, se não houver a interpretação dos dados apresentados e a elaboração de planos de ações, a ferramenta se torna nada mais do que um registro. Por esse motivo, sugere-se realizar a checagem dos resultados das análises conforme cada parâmetro legal, e, a partir dos parâmetros não atendidos, refletir de forma assertiva sobre a origem dos problemas.

Também sugere-se utilizar uma ferramenta amplamente difundida e relativamente simples de planejamento e organização de ações, chamada 5W2H. Camargo, (2023) menciona que o Diagrama 5W2H é uma ferramenta para elaboração de planos de ação que, por sua simplicidade, objetividade e orientação à ação, tem sido muito utilizada em Gestão de Projetos, Análise de Negócios, Elaboração de Planos de Negócio, Planejamento Estratégico e outras disciplinas de gestão. De origem atribuída a diferentes autores, que vai desde os trabalhos de Alan G. Robinson, Rudyard Kipling, Marco Fábio Quintiliano até Aristóteles, essa ferramenta baseia-se na elaboração de um questionário formado por sete perguntas. Lucinda (2016) esclarece que o 5W2H são as iniciais de sete perguntas a serem respondidas, a fim de que sejam descortinadas quaisquer dúvidas acerca do que deve ser feito. 5W e 2H são iniciais de perguntas em inglês. Dessa forma, a ferramenta tem a capacidade de identificar quem serão os responsáveis pelas atividades, o que se deve fazer, quanto tempo têm para realizá-las, quanto vai custar, o porquê de se fazê-las e quando vão ser realizadas. Então, 5W2H, tem o significado de: *What, Why, Where, When, How e How Much*.

O 5W2H é uma ferramenta de gestão desenvolvida para sanar problemas que ocorrem nos processos metodológicos inicialmente de empresas, mas atualmente muito difundida. De acordo com Lucinda (2016), ela funciona como um checklist de atividades bem claras e definidas que devem ser realizadas em um projeto. Essa ferramenta tem a propriedade de resumir as atividades diárias e, por conseguinte, auxilia no planejamento, distribuição de afazeres, define os itens que estarão contidos em um plano de ação, bem como registrar e estipular prazos para a sua concretização. Araújo (2017) entende que o 5W2H auxilia nas decisões a serem tomadas para quem quer implementar um plano de ação de melhorias, constituindo uma maneira para estruturar os pensamentos de maneira bem elaborada, planejada e precisa. O Quadro 4 revela de maneira mais didática cada uma das perguntas.

Quadro 4 - Exemplo de estruturação da matriz 5W2H

Fraqueza: Identificação do Problema (descrever aqui)	
5W	What (O que será feito?) Apresenta-se a atividade a ser realizada.
	Where (Onde?) Estabelece-se o local da realização da atividade.
	Why (Por quê?) Apresenta-se a justificativa da realização da atividade.
	Who (Quem?) Aponta-se pessoas, setores e instituições envolvidas na atividade.
	When (Quando?) Indica-se o período, a época ou o tempo de realização da atividade.
2H	How (Como?) Indica-se o método e os procedimentos envolvidos na realização da atividade.
	How much (Quanto?) Estima-se o custo da realização da atividade.

Fonte: adaptado de Silveira, Martelli e Oliveira (2016) e Machado (2012)

Pode-se aplicar tal matriz para a situação do município de Caxias do Sul, que segundo o relatório de qualidade da água da ANA, possui 9 corpos hídricos que estão com classe total pior que a classe 3, e encontrar como exemplo a estrutura de ações conforme apresenta o Quadro 5.

Quadro 5 - Estruturação da matriz para a situação encontrada no município Caxias do Sul

Fraqueza: corpos hídricos com classe pior que 3	
5W	What (O que será feito?) Investigar e registrar quais são os 09 corpos hídricos com classe total pior que classe 3
	Where (Onde?) Banco de dados da SAMAE
	Why (Por quê?) Para poder iniciar investigação das causas.
	Who (Quem?) Departamento de Recursos Hídricos
	When (Quando?) Em dois meses
2H	How (Como?) Solicitação on-line ao departamento responsável e se necessário reunião presencial
	How much (Quanto?) Sem custo.

Fonte: Elaborado por Costantin, 2023.

Com o monitoramento dos responsáveis e prazos, e realizando reuniões de acompanhamento periódico, é possível garantir que as ações sejam executadas e finalizadas dentro do período

estabelecido. No caso de numerosas ações serem criadas, sugere-se a utilização de alguma ferramenta de priorização para elaboração de prazos das mesmas.

Para complementar as orientações de utilização e funcionalidades do *dashboard*, foi inserido no canal do YouTube do Painel das Águas, material complementar em vídeo a fim de exemplificar outros exemplos de aplicações dessa ferramenta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Painel das Águas apresentou-se como uma ferramenta interativa útil, que possibilita aos interessados, residentes nos municípios da BH do Rio Taquari Antas ou não, o acesso aos dados públicos de qualidade de água em somente uma plataforma, de qualquer esfera de governança, seja ela federal, estadual ou municipal.

A partir da elaboração e análise do “Painel das Águas” foi possível verificar os aspectos qualitativos dos recursos hídricos, por unidade geográfica, e validar sua funcionalidade, facilidade, e possibilidade de centralização das informações, bem como subsidiar os gestores públicos na elaboração de planos e tomadas de ações sobre as práticas da gestão hídrica, incluindo qual corpo hídrico possui os piores enquadramentos segundo a CONAMA e em determinado período.

Na etapa de levantamento de dados de sites oficiais, como ANA e Companhias de Saneamento, para elaboração de um banco de dados sobre a qualidade das águas superficiais da BH Taquari Antas, observou-se para alguns municípios, apresentaram-se lacunas tanto da série histórica, como de parâmetros essenciais para elaboração de políticas públicas. É o caso da ausência de dados do RS Água para todos os municípios do Rio Grande do Sul, exceto Caxias do Sul, no período de consulta.

Um produto complementar ao próprio *dashboard*, que surgiu a partir do desenvolvimento do Painel das Águas, foi a elaboração do Canal do YouTube, que apresenta vídeos de apresentação e orientação de uso da ferramenta. Ele está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Pn2OCvc4bhY>.

A partir dos resultados encontrados, é possível concluir que o Painel das Águas atingiu os objetivos a que se propôs, visto que a ferramenta interativa foi elaborada a partir dos dados coletados nos sites oficiais. E esses dados foram tratados e analisados e possibilitaram, assim, a utilização de uma ferramenta simples para tomadas de decisões públicas da gestão da água.

REFERÊNCIAS

ANA Agência Nacional do Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Direito de águas à luz da governança** / Pilar Carolina Villar; Maria Luiza Machado Granziera. – Brasília: ANA, 2020.

ANA- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS e SANEAMENTO BÁSICO. **Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022**. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf. Acesso em ago. 2022

ARAÚJO, André Luiz Santos de. **Gestão da Qualidade: implantação das ferramentas 5S's e 5W2H como plano de ação no setor de oficina em uma empresa de automóveis na cidade de João Pessoa-PB**. João Pessoa, 2017. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Política Nacional de Recursos Hídricos e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jul. 2000.

CAMARGO, Robson. **A origem do 5W2H**. Disponível em:
<https://robsoncamargo.com.br/blog/5w2h#:~:text=De%20origem%20atribu%C3%ADa%20a%20diferentes,When%2C%20How%20e%20How%20Much>. Acessado em 10 jul. 2023

CORSAN - Companhia Riograndense de Saneamento. **Quem somos**. Disponível em:
<https://www.corsan.com.br/quem-somos> Acesso em set. 2023

DUARTE, J. C. A. **Dashboard Visual, Uma ferramenta de Business Intelligence**. 2012. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2012.

FEW, S. **Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data**. O'Reilly Media, Inc. 2006.

FEPAM – Fundação Estadual De Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler/RS, Departamento De Qualidade Ambiental – DQA. **Relatório da Qualidade da Água Superficial do Estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em:
http://www.fepam.rs.gov.br/noticias/arq/2020_QUALIDADE_AGUA_SUPERFICIAL_RS.pdf. Acesso em: 15 fev. 2021.

FEPAM – Arqgis **RS Água**. Disponível em <https://gis.fepam.rs.gov.br/RSAqua/>. Acesso em dezembro 2022.

FEPAM – Fundação Estadual De Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler/RS. **RS Água**. Disponível em: <https://fepam.rs.gov.br/rs-agua>. Acesso: em ago. 2023.

FIOCRUZ. Disponível em <https://www.aguabrasil.icti.fiocruz.br/index.php> Acesso em jul. 2023.

GATES, Bill. **How to Avoid a Climate Disaster: The Solutions We Have and the Breakthroughs We Need**. Editora Penguin Random House Books, UK 2021.

GOMES, R. **Desenvolvimento de um Dashboard para o contexto de Gestão Acadêmica.**

Orientador: Prof. M.e Parcilene Fernandes de Brito. 2018. 52 p. Monografia (Bacharel) - Ciência da Computação pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (ULBRA) 2018.

HOFFMAN, Felipe. **Mapa dos Municípios Bacia Hidrográfica Rio Taquari Antas que fazem parte do Painel das Águas Mapa da Localização Geográfica da Bacia Hidrográfica Rio Taquari Antas**, UERGS – Unidade Hortênsias. Disponibilizado em 2023

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2010.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>. Acesso em: ago. 2023.

LUCINDA, Marco Antônio. **Análise e Melhoria de Processos - Uma Abordagem Prática para Micro e Pequenas Empresas.** Simplíssimo Livros Ltda, f. 66, 2016. 106 p.

MACHADO, S. S. **Gestão da qualidade.** Inhumas: IFG; Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

OCDE - “OECD water governance indicators”, nota de escopo apresentada na Iniciativa para a Governança da Água da OCDE, 3^a reunião, Madri, 28-29 de abril de 2014.

OECD - Governança dos Recursos Hídricos no Brasil, OECD Publishing, Paris. De Setembro de 2015, 304 pages. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>. Acesso em ago. 2023

PAUWELS, K., AMBLER, T., CLARK, B. H., LAPOINTE, P., REIBSTEIN, D., SKIERA, B., WIERENGA, B., and Wiesel, T. (2009). **Dashboards as a service: Why, what, how, and what research is needed?** *Journal of Service Research*, 12(2):175–189.

PARISI, Baby de Fátima B. Produto Técnico Painel De Gestão Acadêmica Dos Cursos De Graduação do Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia De Sergipe: **Uma Proposta De Power BI Como Ferramenta Gerencial Universidade Federal.** Mestrado Profissional Em Administração Pública Em Rede Nacional – PROFIAP. São Cristóvão, 2020.

PETERS, R. B. M. **Dashboard Design: Why Design is Important.** *DM Review*, 16(3):5–8. 2004.

SANTOS, M. D. **O papel dos municípios na gestão de recursos hídricos: Estudo de caso sobre o município de Rio Acima/MG**, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SILVEIRA, H. E.; MARTELLI, R.; OLIVEIRA, V. V. **A implantação da ferramenta 5W2H como auxiliar no controle da gestão da empresa agropecuária São José.** *Revista de Administração do Sul do Pará*, v. 3, n. 2, p. 68-80, 2016.

SNIS **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Série Histórica.** Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acessado em 11 jul. 2023

SAMAE, Apresentação. Disponível em: <https://www.samaecaxias.com.br/Pagina/Index/2#:~:text=O%20Serviço%C3%A7o%20Aut%C3%B4nomo%20Municipal%20de,de%20%C3%A1gua%20e%20esgotamento%20sanit%C3%A7o>

A1rio. Acessado em 11 jul. 2023

SEMA. **Planos de Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas.** Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas> Acesso em: jun. 2023.

SEMA. **Painéis Interativos.** Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/si-paineis-interativos>. Acesso em: jun. 2024.

SILVA, Â. M. **Desenvolvimento de um dashboard de indicadores de gestão científica numa Instituição de Ensino Superior.** Orientador: Prof. Ana Camanho. 2021. Porto, 2021.

TABLEAU (Estados Unidos). **Top 5 best practices for creating effective dashboards: and the 7 mistakes you don't want to make.** Inc. 2011. All Rights Reserved, 2011.

YIGITBASIOGLU, O. M.; VELCU, O. **A review of dashboards in performance management: Implications for design and research.** International Journal of Accounting Information Systems, 2012.

YOSHIDA, C. Y.M. **Água: bem privado, bem público ou bem difuso.** Implicações jurídicas, econômico- -financeiras e socioambientais. Recursos Hídricos: aspectos éticos, jurídicos, econômicos e socioambientais. v. 2. Campinas: Alínea, 2007.