

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO
USO E COBERTURA DA TERRA NOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS E NA SAÚDE HUMANA NA
AMAZÔNIA MERIDIONAL, MATO GROSSO, BRASIL**

JOSIANE DE BRITO GOMES DOS SANTOS

**Cáceres
MATO GROSSO, BRASIL
2024**

JOSIANE DE BRITO GOMES DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO
USO E COBERTURA DA TERRA NOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS E NA SAÚDE HUMANA NA
AMAZÔNIA MERIDIONAL, MATO GROSSO, BRASIL**

Tese de doutorado apresentada a Universidade do Estado de Mato Grosso como exigência do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais.

Profª Orientadora: Drª. Sandra de Souza Hacon
Campus de Cáceres “Jane Vanini” - UNEMAT

**Cáceres
MATO GROSSO, BRASIL
2024**

Santos, Josiane de Brito Gomes dos.

Avaliação dos impactos das mudanças no uso e cobertura da terra nos serviços ecossistêmicos e na saúde humana na Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil / Josiane de Brito Gomes. - Cáceres, 2024.

187 f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Ciências Ambientais/CAC-PPGCA - Cáceres - Doutorado Acadêmico, Campus Universitário De Cáceres "Jane Vanini".

Orientadora: Dra. Sandra de Souza Hacon.

1. Desmatamento. 2. Serviços Ambientais. 3. Saúde Humana. 4. Amazônia. I. Hacon, Sandra de Souza, Dra. II. Título.

UNEMAT / MT-SCB

CDU 504.61(811.3)

JOSIANE DE BRITO GOMES DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO
USO E COBERTURA DA TERRA NOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS E NA SAÚDE HUMANA NA
AMAZÔNIA MERIDIONAL, MATO GROSSO, BRASIL**

Linha de Pesquisa: Uso Sustentável e Conservação da Biodiversidade do
Pantanal, Amazônia e Cerrado – Impacto, monitoramento e contaminação
ambiental

Essa tese de doutorado foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para
a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais.

Cáceres, 13 de agosto de 2024.

Banca Examinadora

Profº Drº Ernandes Sobreira Oliveira Junior
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Profª Drª Rosilainy Surubi Fernandes
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Membra Externa)

Drª Cassia Maria Gama Lemos
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
(Membro Externo)

Profª Drª Sofia Ellen Caumo Miranda
Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ

Profª Drª Sandra de Souza Hacon
Universidade do Estado de Mato Grosso
(Orientadora)

“E viu Deus tudo que havia criado, e eis que era muito bom”.

Gênesis 1:31 – Bíblia Sagrada

DEDICATÓRIA

À Deus,
À minha família,
À todas as mãos e mentes que se uniram para a realização do meu sonho,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, o meu eterno amor e gratidão pelo dom da vida, pelo cuidado e infinitas bençãos, e acima de tudo por Sua maravilhosa graça. Que tudo seja por Ele e para Ele!

O desenvolvimento deste estudo só foi possível graças à inestimável contribuição e apoio de entidades e pessoas que se envolveram diretamente e possibilitaram esta formação. Assim, agradeço:

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) campus Juína, pela oportunidade de trabalho e aprendizado contínuo e por possibilitar minha qualificação profissional.

À minha orientadora Prof^a Sandra de Souza Hacon, por trilhar este caminho comigo, me orientando e instigando minha mente acelerada e linear ao pensamento sistêmico. É um privilégio inestimável poder aprender contigo e ter sua presença marcante na história da minha vida. Minha eterna gratidão e admiração por tudo que és!

À prof^a Sandra Mara Alves da Silva Neves, pelas contribuições nos manuscritos e pelo apoio e suporte que fizeram diferença nesse processo.

À querida Vanessa Hacon pela orientação na pesquisa qualitativa e pelas palavras de ânimo e encorajamento.

À Cassia Maria Gama Lemos por partilhar seus saberes e pela dedicação em contribuir para a melhoria deste estudo.

Ao prof. Ernandes Sobreira Oliveira Júnior, por ser sempre tão acessível e disposto a me ajudar. Você foi fundamental em todo esse processo. Gratidão!

Aos demais membros da banca examinadora por dedicarem seu tempo para análise da tese e pelas contribuições sugeridas.

Aos atores sociais e institucionais de Juína, que foram receptivos e muito dispostos a contribuir com este estudo. De modo especial agradeço àqueles que foram essenciais para o alcance dos objetivos da pesquisa qualitativa: Walter Pezzolato, Fátima Aparecida Bertolotti (em memória), Douglas Vizzu Nobre e Alesson de Freitas. A vocês, a minha eterna gratidão!

Ao meu amigo Marcos Leandro Alves Nunes, por sua amizade e suporte no geoprocessamento. Obrigada por sempre fazer a diferença em minha vida!

Ao colega de trabalho e amigo Prof. Luciano Rodrigo Lanssanova, por todo suporte e auxílio nas análises estatísticas.

Aos professores do PPGCA pelo alto nível das disciplinas ministradas mesmo com todas as limitações da pandemia e do ensino remoto. Muito obrigada!

Aos colegas do PPGCA, em especial à Verônica Raymundi, Danúbia Leão, Natasha Rayane, Débora Pereira, Rosimeire Vilarinho e Fernando Almeida. Obrigada por partilharmos experiências, saberes, anseios, angústias e alegrias, tornando-se próximos e ajudadores mesmo com a distância física.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) por me oportunizar uma formação de excelência e a realização de um sonho.

O processo do doutorado não é tão simples, ao contrário, é bastante exaustivo e desafiador. Que bom que nesta jornada pude contar com o amor, carinho e apoio de pessoas queridas que tornam meus dias mais leves, alegres e inspiradores. Neste sentido, agradeço:

À minha amada família, fonte de amor, aconchego e motivação diária. Ao meu esposo Eclair, por ser meu companheiro de vida, meu ombro amigo, incentivador e abrigo. À minha adorável Milena, por ser tão maravilhosa e especial. Sua presença em minha vida é uma fonte constante de amor, inspiração e alegria. Ao Vitor Hugo, meu menino de riso fácil e alma leve, que enche meus dias de luz, alegria e amor. A vida é boa com vocês! Recebam minha gratidão e amor infinitos!

Aos meus pais, que são a base de quem eu sou. À minha mãe, Ivanilda pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por seu exemplo de força e resiliência. Ao meu pai, Jonas, que mesmo não estando mais presente fisicamente, continua a me inspirar. Suas lições e incentivos são eternamente lembrados e sentidos em cada conquista minha. Devo minhas flores, às nossas raízes. A vocês, meu eterno amor e gratidão!

À minha irmã Girlene por me amar incondicionalmente. Seu apoio, estímulo e amizade são imprescindíveis na realização de meus objetivos. Ao meu cunhado e irmão Josimar pelo carinho e amizade sincera. Amo muito vocês!

Às minhas amadas irmãs Gislaine e Gilcineide pelo afeto, carinho e estímulo. Vocês são parte muito importante da minha história e da minha construção como ser humano. Amo muito vocês!

Ao meu padrasto e amigo Daniel, por seu carinho, bondade e por sempre torcer por mim.

Aos meus sogros, Enedina e Daniel, pelo acolhimento, carinho e estímulo.

Às minhas queridas e eternas crianças, meus sobrinhos, que trazem alegria, luz e leveza na minha vida: Ana Júlia, André, Marisol, Miguel, Samuel e Ana Clara.

Aos maravilhosos amigos Andreia, Cláudio e Thiago por todo amor dedicado a mim e minha família e pelos preciosos momentos de alegria, descontração, reflexão, histórias e risadas, imprescindíveis para tornar esta jornada mais leve.

À querida amiga Patrícia, por sua amizade, carinho e cuidado diário, que torna meus dias mais alegres e leves.

Ao meu amigo de longa data, Alberto, pela amizade, carinho e incentivo. Você sempre será lembrado como parte importante da minha história e formação.

À minha amiga e eterna orientadora Prof^a Renata Aguiar, que me introduziu no caminho da ciência e me inspira a ser melhor como profissional e como ser humano. Nunca esquecerei tudo que representas em minha vida!

Às amigas Ana Paula e Cíntia pelos momentos de alegria, conversas e risos e pela amizade edificante.

À amiga Thaís, que é uma grande motivadora e colaboradora. Obrigada pelo carinho, amizade, alegria, pelo suporte e discussões que foram fundamentais para este estudo.

Ao amigo Aluísio, pelos chás com bolo, pelo carinho, motivação e por me incentivar a incluir a pesquisa qualitativa, que foi uma etapa muito importante desse estudo.

À tantas outras pessoas maravilhosas que fazem parte da minha vida e que, com seu apoio e carinho, contribuíram para a realização desta conquista.

Muitíssimo obrigada!

ÍNDICE

LISTA DE SIGLAS.....	13
LISTA DE TABELAS	17
LISTA DE FIGURAS	18
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
INTRODUÇÃO	22
REFERÊNCIAS.....	28

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e seu uso no estudo da saúde humana: uma revisão de escopo.....	33
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
Introdução.....	34
Material e métodos.....	38
Questões de pesquisa	39
Bases de dados.....	39
Estratégias de buscas	40
Seleção e critérios de elegibilidade e de exclusão	40
Análise e extração.....	41
Resultados e Discussão	43
Conclusões	61
Agradecimentos	62
Referências	63

Mudanças no uso e cobertura da terra e os seus impactos nos serviços ecossistêmicos e na saúde humana no município de Juína, Amazônia Meridional	79
R E S U M O.....	79
S U M M A R Y.....	80
Introdução.....	80
Material e Métodos	84
Área de estudo	84
Procedimentos metodológicos.....	86
Resultados e discussão	89
Mudanças no uso e cobertura da terra em Juína.....	89
Serviços ecossistêmicos	99
Efeitos na saúde humana e qualidade de vida.....	107
Conclusão	114
Agradecimentos	116
Referências	117
 Trajetórias de saúde e ambiente e suas interconexões na Amazônia Legal – Perspectivas dos profissionais de saúde no município de Juína, Mato Grosso, Brasil.....	 131
RESUMO.....	131
ABSTRACT.....	131
INTRODUÇÃO	132
MATERIAL E MÉTODOS	134
Área de Estudo.....	135
Procedimentos Metodológicos	137
Desenho do estudo.....	137
Coleta de dados	138
Análise dos dados	139

Considerações éticas	142
RESULTADOS E DISCUSSÃO	143
CONCLUSÕES	169
REFERÊNCIAS.....	171
CONSIDERAÇÕES FINAIS	181
LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	184
APÊNDICE.....	186

LISTA DE SIGLAS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes
AEM	Avaliação Ecossistêmica do Milênio
AFC	Análise Fatorial por Correspondência
ANA	Agência Nacional das Águas
APS	Atenção Primária à Saúde
AVC	Acidente Vascular Cerebral
AVPP	Anos Potenciais de Vida Perdidos
	Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em
BIREME	Ciências da Saúde
BR-DWGD	Brazilian Daily Weather Gridded Data
	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
CAPES	Superior
CASAI	Casa de Saúde Indígena
	Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade,
CELBE	Etnobiologia do Pantanal
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CHD	Classificação Hierárquica Descendente
CH ₄	Metano
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CO ₂	Dióxido de carbono
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
ct	Quilate
CTA	Centro de Testagem e Aconselhamento
DALY's	Anos de Vida Ajustados por Incapacidade
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DCTN's	Doenças Crônicas Não-Transmissíveis
DIC	Doença Isquêmica do Coração
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DP	Desvio padrão
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

DTN's	Doenças Tropicais Negligenciadas
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca
	Rede Enhancing the Quality and Transparency Of Health
EQUATOR	Research
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GEE	Google Earth Engine
Gt	Gigatonelada
GtC	Gigatonelada de carbono
ha	Hectare
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano do Município
	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato
IFMT	Grosso
IMEA	Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDEA	Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
	Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e
IPBES	Serviços Ecossistêmicos
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPS	Índice de Progresso Social
	<i>Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de</i>
IRaMuTeQ	<i>Textes et de Questionnaires</i>
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
JBÍ	Instituto Joanna Briggs
Km ²	Quilômetro quadrado
LaPES	Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software
LTA	Leishmaniose Tegumentar Americana
	Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da
LILACS	Saúde

MapBiomass	Projeto Anual de Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra
Medline	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
	Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications
MERRA	
mm	Milímetro
MT	Mato Grosso
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCBI	National Center for Biotechnology Information
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
NIH	U.S. National Institutes of Health
NLM	National Library of Medicine
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OLI	Operational Land Imager
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG's	Organizações Não-Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
pH	potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
PM _{2.5}	Material Particulado (2,5 microns)
	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PPCDAm	
PPGCA	Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais
	Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews
PRISMA-ScR	
RA	Rinite Alérgica
RHN	Rede Hidrometeorológica Nacional
Scielo	Scientific Electronic Library Online
SEDEC	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico
	Observatório do Clima e do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SEEG	
SE's	Serviços Ecossistêmicos
SGB	Serviço Geológico do Brasil

SINAN	Sistema Nacional de Notificação de Agravos
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
	Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde
SISAM	Ambiental
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SPA	Science Panel for the Amazon
ST	Segmentos de Texto
StArt	State of the art through systematic review
SUCAM	Superintendência de Campanhas de Saúde Pública
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI's	Terras Indígenas
TM	Thematic Mapper
TCE	Traumacrânioencefálico
UC's	Unidades de Conservação
UBS	Unidade Básica de Saúde
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
USF	Unidade de Saúde da Família
UTI	Unidade de Tratamento Intensivo
WWF	World Wide Fund for Nature

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Artigo 1	
Tabela 1. Distribuição de frequências de estudos que relacionam o NDVI à saúde humana, durante o período de 2000 a 2021.	36
Tabela 2. Distribuição espacial e quantitativo (n) dos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados no período de 2000 a 2021.	39
Tabela 3. Desfechos de saúde relacionados ao NDVI abordados nos artigos publicados no período de 2000 a 2021.	46
Artigo 2	
Tabela 1. Variabilidade anual dos tipos de uso e cobertura da terra do município de Juína – MT (%) durante o período de 1985 e 2021.	82

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Artigo 1	
Figura 1. Fluxograma metodológico da revisão de escopo sobre a relação entre o NDVI e saúde humana.	33
Figura 2 – Quantitativo de estudos obtido nas etapas de identificação, seleção, elegibilidade, exclusão e inclusão da revisão de escopo sobre a relação entre o NDVI e saúde humana.	35
Figura 3. Rede de interações entre os principais pesquisadores com produção científica que relaciona o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados no período de 2000 a 2021.	37
Figura 4. Recortes territoriais analisados nos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados durante o período de 2000 a 2021.	41
Figura 5. Populações analisadas nos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados durante o período de 2000 a 2021.	42
Figura 6. Rede bibliométrica da co-ocorrência de termos nos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados no período de 2000 a 2021.	44
Figura 7. Densidade dos termos de maior ocorrência nos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados durante o período de 2000 a 2021.	45
Artigo 2	
Figura 1. Município de Juína nos contextos sulamericano, brasileiro, matogrossense e municipal.	78
Figura 2. Normais climatológicas da precipitação e temperatura do ar do município de Juína – MT.	83
Figura 3. Evolução espaço-temporal (1985 a 2021) do uso e cobertura da terra (ha) no município de Juína – MT: a) Floresta; b) Agricultura; c) Pastagens; d) Mineração; e) Infraestrutura urbana.	88
Figura 4. Uso e cobertura da terra do município de Juína – MT, nos	90

anos: a) 1985, b) 1990; c) 2000; d) 2010; e) 2020.

Figura 5. Área desmatada anual em Juína e no Mato Grosso durante o período de 1987 a 2021. 95

Figura 6. Variabilidade temporal da concentração média diária (a) e média diária mensal (b) de PM_{2,5} no município de Juína – MT, durante o período de 2000 a 2019. 95

Figura 7. Evolução temporal (1985 a 2021) das áreas ocupadas por corpos hídricos (ha) no município de Juína – MT. 97

Figura 8. Evolução temporal (1978 a 2021) das vazões mínima, média e máxima (m³.s⁻¹) do rio Juruena, no município de Juína – MT. A falha no ano de 1990 é devido à ausência de dados de vazões mínima e máxima. 98

Figura 9. Evolução temporal (1980 a 2019) da precipitação total anual (mm) do município de Juína – MT. 99

Figura 10. Variabilidade temporal das temperaturas mínimas, médias e máximas do município de Juína – MT, durante o período de 1980 a 2020. 100

Figura 11. Evolução temporal das taxas anuais de mortalidade por: a) Doenças do aparelho circulatório, em indivíduos com idade acima de 5 anos e b) Doenças do aparelho respiratório, em crianças menores de 5 anos e idosos, no município de Juína – MT, durante o período de 2000 a 2022. 111

Manuscrito 3

Figura 1. Município de Juína nos contextos sulamericano, brasileiro, matogrossense e municipal. 130

Figura 2. Fluxograma metodológico da pesquisa. 137

Figura 3. Diagrama de Zipf das entrevistas realizadas com profissionais da saúde acerca da percepção da relação saúde e ambiente no município de Juína – MT. 138

Figura 4. Nuvem de palavras mais frequentes nas entrevistas realizadas com profissionais da saúde acerca da percepção da relação 139

saúde e ambiente no município de Juína – MT.

Figura 5. Dendrograma das quatro classes lexicais obtidas a partir da 141
classificação hierárquica descendente do conteúdo das entrevistas
realizadas com profissionais da saúde acerca da percepção da relação
saúde e ambiente no município de Juína – MT.

Figura 6. Análise fatorial de correspondência (AFC) das palavras ativas 142
mais frequentes nas classes lexicais obtidas na classificação
hierárquica descendente do conteúdo das entrevistas realizadas com
profissionais da saúde acerca da percepção da relação saúde e
ambiente no município de Juína – MT.

Figura 7. Análise de similitude do conteúdo das entrevistas realizadas 146
com profissionais da saúde acerca da percepção histórica da relação
saúde e ambiente no passado do município de Juína – MT.

Figura 8. Análise de similitude acerca das mudanças ambientais, 153
climáticas e sociais observadas pelos profissionais da saúde, bem
como as causas de morbidade e mortalidade do período atual da
história do município de Juína – MT.

Figura 9. Trajetórias ambiental e de saúde do município de Juína. 161

RESUMO

SANTOS, Josiane de Brito Gomes dos. Avaliação dos impactos das mudanças no uso e cobertura da terra nos serviços ecossistêmicos e na saúde humana na Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil. Cáceres: UNEMAT, 2024. p. 187. (Tese de Doutorado em Ciências Ambientais)¹.

O bioma Amazônia desempenha um importante benefício planetário para a manutenção do equilíbrio socioecológico e a saúde humana e animal. No entanto, o modelo econômico predatório, impulsionado por políticas de desenvolvimento na região, tem resultado em mudanças no uso da terra, degradação socioambiental e aumento das desigualdades socioeconômicas. Isso compromete a capacidade do ecossistema de fornecer seus serviços ecossistêmicos, afetando a saúde ambiental e, consequentemente, a saúde humana. Localizado na Amazônia Meridional, no arco do desmatamento, o município de Juína é conhecido como polo da região Noroeste de planejamento do estado de Mato Grosso (MT). Neste sentido, o presente estudo tem como objetivos a análise da evolução temporal das mudanças no uso e cobertura da terra de Juína, e a avaliação dos impactos na saúde e na qualidade de vida das populações residentes no município. Os resultados estão estruturados em três manuscritos. O primeiro artigo trata-se de mapeamento cienciométrico dos estudos científicos nacionais e internacionais que abordam a influência da vegetação na saúde humana, relacionando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) com desfechos de saúde. O segundo manuscrito objetivou a realização de uma análise temporal (1985 – 2021) do uso e cobertura da terra do município de Juína – MT, e a avaliação dos impactos nos serviços ecossistêmicos hídricos e no clima, e seus impactos na saúde e qualidade de vida das populações residentes. Por fim, o terceiro manuscrito utilizou uma abordagem qualitativa participativa para explorar as trajetórias de saúde e ambiente do município de Juína sob o olhar dos profissionais de saúde, com o intuito de avaliar a influência das mudanças no uso e cobertura da terra sobre a saúde humana, bem como a percepção dos atores sociais sobre essas mudanças. Os resultados demonstraram que desde o seu processo de ocupação, o município de Juína vem sendo alterado por fortes pressões econômicas, que resultaram em perda florestal de 16%, enquanto todos os usos antrópicos apresentaram tendência significativa de aumento, com destaque para as áreas de pastagens, que ocupam 15% da área total do município desde o ano de 2020. Observou-se alterações nos serviços ecossistêmicos de provisão e regulação hídrica e no clima. Estas modificações impactam os sistemas socioecológicos, com impactos sobre a saúde humana e qualidade de vida. As evidências aqui apresentadas reforçam a necessidade de implementação de políticas públicas que integrem a saúde ecossistêmica e a saúde humana, visando proteger a biodiversidade, fortalecer os serviços ecossistêmicos e promover o bem-estar das populações.

Palavras-chave: desmatamento, serviços ambientais, saúde humana, Amazônia.

¹ Orientadora: Sandra de Souza Hacon, UNEMAT.

ABSTRACT

SANTOS, Josiane de Brito Gomes dos. Assessment of the impacts of changes in land use and cover on ecosystem services and human health in the Southern Amazon, Mato Grosso, Brazil. Cáceres: UNEMAT, 2024. p. 187. (Doctoral Thesis in Environmental Sciences)².

The Amazon biome plays an important planetary benefit in maintaining socio-ecological balance and human and animal health. However, the predatory economic model, driven by development policies in the Amazon, has resulted in changes in land use, socio-environmental degradation and increased socioeconomic inequalities. This compromises the ecosystem's ability to provide its ecosystem services, affecting environmental health and, consequently, human health. Located in the Southern Amazon, in the arc of deforestation, the municipality of Juína is known as a hub in the Northwest planning region of the state of Mato Grosso (MT). In this sense, the present study aims to analyze the temporal evolution of changes in the use and coverage of land in Juína, and to evaluate the impacts on the health and quality of life of populations residing in the municipality. The results are structured into three manuscripts. The first article is a scientometric mapping of national and international scientific studies that address the influence of vegetation on human health, relating the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) with health outcomes. The second manuscript aimed to carry out a temporal analysis (1985 – 2021) of land use and coverage in the municipality of Juína – MT, and the assessment of impacts on water ecosystem services and climate, and their impacts on health and quality of life of the resident populations. Finally, the third manuscript used a participatory qualitative approach to explore the health and environmental trajectories of the municipality of Juína from the perspective of health professionals, with the aim of evaluating the influence of changes in land use and cover on human health, as well as the perception of social actors about these changes. The results demonstrated that since its occupation process, the municipality of Juína has been altered by strong economic pressures, which resulted in forest loss of 16%, while all anthropic uses showed a significant increasing trend, with emphasis on pasture areas, which occupy 15% of the total area of the municipality. Changes were observed in the ecosystem services of water provision and regulation and in the climate. These changes impact socio-ecological systems, with impacts on human health and quality of life. The evidence presented here reinforces the need to implement public policies that integrate ecosystem health and human health, aiming to protect biodiversity, strengthen ecosystem services and promote the well-being of populations.

Keywords: deforestation, environmental services, human health, Amazon.

INTRODUÇÃO

² Major Professor: Sandra de Souza Hacon, UNEMAT.

Os ecossistemas naturais fornecem aos seres humanos uma variedade de produtos e serviços essenciais para a manutenção da vida (Das et al. 2021). Os serviços ecossistêmicos (SE's) são definidos como "os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida humana na Terra" (Daily, 1997). A abordagem dos serviços ecossistêmicos transcende o paradigma cartesiano e ressalta o papel dos ecossistemas como participante ativo na formação de nossa saúde e qualidade de vida.

Para Barbosa et al. (2024), é nessa intrínseca interação entre o meio ambiente e o bem-estar humano, que se revela a essência primordial dos serviços ecossistêmicos. Os benefícios para os seres humanos derivam da integração de diversas categorias de serviços ecossistêmicos, cada uma desempenhando um papel fundamental. Os serviços de suporte, como a base essencial de todos os ecossistemas, sustentam funções vitais que garantem a vida em nosso planeta. Os serviços de regulação, ao regular os processos ecossistêmicos, promove um ambiente estável e propício à vida. Os serviços de provisão, ao fornecer produtos e recursos tangíveis, contribuem diretamente para nosso sustento e bem-estar. Por fim, os serviços culturais enriquecem a vida humana através de aspectos estéticos, recreativos e de bem-estar espiritual (AEM, 2005).

Apesar da importância dos serviços ecossistêmicos para os sistemas socioecológicos, sua manutenção e recomposição está cada vez mais ameaçada pelas modificações ambientais (Young; Spanholi, 2020), resultantes do desmatamento, degradação florestal e mudanças no uso e cobertura da terra. Essas mudanças nos processos ambientais podem influenciar direta e indiretamente a vida humana de inúmeras maneiras (Huang et al., 2024).

O bioma amazônico é um prestador de serviços ecossistêmicos essenciais para a manutenção da vida e para a saúde planetária (Ellwanger et al., 2020). Sua biodiversidade única, capacidade de regulação climática, bancos genéticos e vastos reservatórios de água doce desempenham papéis indispensáveis na sustentabilidade global. Seus processos e sistemas ecológicos representam um elemento importante para sustentar a vida e produção de bens relevantes para o bem-estar humano (Strand et al., 2018).

A Amazônia brasileira é o berço de uma rica diversidade de culturas, línguas e tipos de assentamentos humanos. Entre eles, incluem-se comunidades indígenas, quilombolas, rurais e ribeirinhas, além de áreas urbanas que variam desde pequenas cidades com diferentes graus de ruralidade até grandes metrópoles (Codeço et al., 2021). Assim, este bioma trata-se de um sistema socioecológico complexo, com múltiplos atores sociais e diferenciadas culturas, percepções, interesses e valores acerca do capital natural e dos serviços ecossistêmicos.

Ao longo de décadas, a Amazônia brasileira tem sido alvo da intensa exploração de seus recursos naturais, que resultam na transformação de suas áreas florestadas em áreas destinadas à exploração madeireira, agricultura e pastagem (Rosan; Alcântara, 2016). A transformação ambiental no ecossistema amazônico intensificou-se a partir da década de 1970, impulsionada pelo ordenamento territorial promovido pelo Estado brasileiro. Este processo incluiu a implementação de estratégias como a construção de rodovias, redes hidrelétricas, expansões urbanas e telecomunicações, visando a ocupação e integração do território. Tais ações se fundamentaram em políticas de incentivo ao fluxo migratório, com cessão do direito de posse de terras federais e aberturas de vias de ligação (rodovias) com os demais estados brasileiros (Lemos; Warnavin, 2020).

A partir de 2019 têm sido observada uma forte tendência de aumento nas taxas de desmatamento da Amazônia Legal, chegando a 11.088 km² em 2020 e a 13.038 km² em 2021 (INPE, 2022). Este aumento é resultado dos retrocessos na agenda ambiental, como o enfraquecimento dos órgãos de controle e fiscalização ambiental, e flexibilização das políticas ambientais (Jakimow, 2023; Morpurgo et al., 2023; Silva-Júnior et al., 2021; Escobar, 2019; Fearnside, 2019). Os impactos de tais retrocessos alcançaram até as áreas protegidas, sobretudo as terras indígenas (TIs) que passaram por um aumento de 153% de desmatamento (Alencar et al., 2022; Mataveli; Oliveira, 2022; Ferrante; Fearnside, 2022).

As consequências destas mudanças no uso e cobertura da terra na Amazônia são imensuráveis, uma vez que o desmatamento extingue toda e qualquer possibilidade do uso da floresta para o fornecimento de serviços

ecossistêmicos de suporte, provisão, regulação e culturais, impossibilitando o uso sustentável dos recursos naturais (Santos et al., 2017).

As mudanças no uso e cobertura da terra afetam o funcionamento do ecossistema, fornecendo as condições perfeitas para o aumento das vulnerabilidades socioecológicas, das desigualdades socioeconômicas e da injustiça ambiental. Isso se reflete em impactos diretos e indiretos na saúde e qualidade de vida, especialmente das populações mais vulneráveis, comunidades indígenas, ribeirinhas e urbanas. Esses impactos têm repercussões que transcendem o âmbito local, afetando até mesmo a saúde planetária numa perspectiva mais ampla (Ellwanger et al., 2022).

As alterações no uso e cobertura da terra na Amazônia têm sido frequentemente associadas a impactos adversos na saúde humana. Estes incluem o aumento da incidência de doenças infecciosas, devido à perda de habitat e transbordamento de patógenos (Ellwanger et al., 2020; 2022), o aumento de doenças respiratórias, devido à poluição do ar provocada pelas queimadas (Sheehan et al., 2024; Oliveira et al., 2023), além de doenças cardiovasculares associadas às mudanças climáticas e à poluição do ar (Silveira et al., 2023; Romero et al., 2022).

Winck et al. (2022) corroboram que, com mudanças no ecossistema, os ciclos de transmissão de organismos patogênicos são modificados, aumentando os riscos de surtos de doenças infecciosas emergentes e crônicas (Castro et al., 2019; Guzmán et al., 2021; Medeiros et al., 2024). Tal realidade também foi demonstrada nos resultados do relatório da avaliação global sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos, que demonstraram que, em escala global, a mudança no uso e cobertura da terra foi o agente impulsionador de mais de 30% dos novos eventos emergentes de doenças infecciosas desde 1960 (IPBES, 2020).

A região Noroeste do Estado do Mato Grosso, que compõe a Amazônia Meridional brasileira, está localizada no arco do desmatamento. Caracteriza-se como uma das fronteiras florestais mais pressionadas por interesses econômicos diversos, incluindo a expansão agropecuária, a exploração de minérios e a extração de madeira. Assim, a região está sob fortes e imensuráveis ameaças ao capital natural, cultural e aos serviços ecossistêmicos, e pronunciados impactos socioambientais (WWF, 2012). Esta

exploração é decorrente, principalmente, dos processos migratórios, iniciados nas últimas décadas do século XX, por diferenciados grupos de atores sociais, com distintos interesses econômicos e políticos e com uma lógica comercial unicamente exploratória (Santos, 2012).

O município de Juína é a cidade-polo da região Noroeste de Mato Grosso. É o segundo maior município em extensão territorial do estado, representando 3% da área do Mato Grosso e 5,3% da área do arco do desmatamento. É conhecido por sua rica biodiversidade e pelo potencial diamantífero que o tornou reconhecido mundialmente como uma das principais fontes de diamantes superprofundos do mundo (Smith, 2024; Kaminsky et al., 2023; Coelho et al., 2022; Sharygin et al., 2021). O município é marcado também pelas pressões ambientais das atividades econômicas extrativistas e da expansão da fronteira agropecuária, destacando-se como um dos maiores municípios pecuários do Brasil (ABIEC, 2023).

Diante de tais pressões, Juína, apresenta uma das maiores taxas de desmatamento do estado de Mato Grosso (Silgueiro et al., 2021) e encontra-se na lista dos municípios prioritários para prevenção, monitoramento e controle do desmatamento (MMA, 2020). Compreender as mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra deste sistema socioecológico amazônico é crucial para o entendimento dos possíveis impactos nos serviços ecossistêmicos e riscos à saúde e qualidade de vida das populações.

É de suma importância o avanço científico nas pesquisas da Amazônia que integrem conhecimentos nos campos dos estudos ambientais, sociais, econômicos e de saúde, de modo a subsidiar intervenções à luz dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015). É preciso ir além do conhecimento disciplinar e avaliar como o complexo bioma amazônico é afetado pelas trajetórias de desenvolvimento econômico, considerando que os serviços ecossistêmicos, a saúde e a economia são componentes indissociáveis, que afetam diretamente a biodiversidade e o bem-estar das populações locais (Codeço et al., 2021).

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a evolução temporal das mudanças no uso e cobertura da terra da municipalidade de Juína, Mato Grosso, Brasil, durante o período de 1985 a

2021, de modo a avaliar os impactos nos serviços ecossistêmicos e seus efeitos na saúde e qualidade de vida das populações residentes.

A pesquisa está estruturada em três manuscritos a serem publicados em revistas científicas indexadas, que apresentam o seguinte conteúdo:

- Mapeamento cienciométrico dos estudos científicos nacionais e internacionais, publicados no período de 2000 a 2021, que relacionam vegetação com saúde humana - Artigo 1, publicado na Revista Brasileira de Geografia Física.
- Análise da evolução temporal das mudanças no uso e cobertura da terra do município de Juína - MT, localizado na Amazônia Meridional, durante o período de 1985 a 2021, de modo a avaliar os impactos nos serviços ecossistêmicos e seus efeitos no clima, na saúde e qualidade de vida das populações residentes – Artigo 2, publicado na Revista Brasileira de Geografia Física.
- Estudo da percepção dos atores sociais quanto às mudanças no uso e cobertura da terra, a trajetória de saúde e as interconexões existentes, no município de Juína – MT.

Este estudo busca contribuir para o alcance de cinco ODS's:

- ODS 3 – Saúde e bem-estar, que busca assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades, uma vez que este estudo analisa os impactos na saúde decorrentes das mudanças no uso e cobertura da terra;
- ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, que objetiva tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Focado em um município, o estudo apoia a formulação de políticas públicas que promovam a sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida dos residentes, valorizando os serviços ecossistêmicos como determinantes em saúde;
- ODS 12 – Consumo e produção responsáveis, que busca assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, uma vez que este estudo destaca a importância de práticas de uso da terra que minimizem os impactos ambientais e promovam a saúde pública;

- ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima, que procura tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. O estudo avalia como as alterações no uso da terra afetam os serviços ecossistêmicos, o clima e a saúde das populações.
- ODS 15 – Vida terrestre, que busca proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da Terra e deter a perda da biodiversidade. O estudo enfatiza a importância da conservação dos ecossistemas e sua relação com a saúde e qualidade de vida humana.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Beef Report:** perfil da pecuária no Brasil. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

AEM – Avaliação Ecológica do Milênio. **Ecosystems and human well-being:** Synthesis; a report of the Millennium Ecosystem., 1st edn. Island Press - World Resources Institute, Washington, DC, 2005.

ALENCAR, A.; SILVESTRINI, R.; GOMES, J.; SAVIAN, G. **Amazônia em chamas:** o novo e alarmante patamar do desmatamento na Amazônia. Nota técnica nº 9. Amazônia em Chamas. Brasília, DF: IPAM, 2022.

ALVES, M.T.R.; PIONTEKOWSKI, V.J.; BUSCARDO, E.; PEDLOWSKI, M.A.; SANO, E.E.; MATRICARDI, E.A.T. Effects of settlement designs on deforestation and fragmentation in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 109, p. 105710, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105710>.

BARBOSA, V.R.F.; DAMASCENO, R.M.; DIAS, M.A.; CASTELHANO, F.J.; ROIG, H.L.; REQUIA, W.J. Ecosystem services provided by green areas and their implications for human health in Brazil. **Ecological Indicators**, v. 161, p. 111975, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111975>.

CASTRO, M.C.; BAEZA, A.; CODEÇO, C.T.; CUCUNUBÁ, Z.M.; DAL'ASTA, A. P.; DE LEO, G. A.; DOBSON, A.P.; CARRASCO-ESCOBAR, G.; LANA, R.M.; LOWE, R.; MONTEIRO, A.M.V.; PASCUAL, M.; SANTOS-VEGA, M. Development, environmental degradation, and disease spread in the Brazilian Amazon. **PLoS Biology**, v. 17, n. 11, p. e3000526, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000526>.

CODEÇO, C. T.; DAL'ASTA, A. P.; RORATO, A. C.; RORATO, A. C.; LANA, R. M.; NEVES, T. C.; ANDREAZZI, C. S.; BARBOSA, M.; ESCADA, M. I. S.; FERNANDES, D. A.; RODRIGUES, D. L.; REIS, I. C.; SILVA-NUNES, M.; GONTIJO, A. B.; COELHO, F. C.; MONTEIRO, A. M. V. Epidemiology, Biodiversity, and Technological Trajectories in the Brazilian Amazon: From Malaria to COVID-19. **Frontiers in Public Health**, v. 9, p. 945, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.647754>.

COELHO, M.H.P.A.; MARTINS, M.V.A.; TAVARES JR., A.D.; MUNIZ, L.; ROMERO, L.F.; PAIVA, G.A.; ZAN, W.G.; WESKA, R.K.; GERALDES, M.C. U-Pb and Lu-Hf in zircon deciphering magmatic pulses of the Juína Kimberlite: Implications for the lithospheric mantle isotopic composition of the Amazonian Craton. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 80, n. 2, p. 129-153, 2022.

DAILY, G.C. (Ed.). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Island press - World Resources Institute, Washington, DC, 1997.

DAS, M.; DAS, A.; PEREIRA, P.; MANDAL, A. Exploring the spatio-temporal dynamics of ecosystem health: a study on a rapidly urbanizing metropolitan area of Lower Gangetic Plain. **Ecological Indicators**, v. 125, p. 107584, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107584>

ELLWANGER, J.H.; FEARNSIDE, P.M.; ZILLOTTO, M.; VALVERDE-VILLEGAS, J.M.; VEIGA, A.B.G.; VIEIRA, G.F.; BACH, E.; CARDOSO, J.C.; MULLER, N.F.; LOPES, G.; CAESAR, L.; KULMANN-LEAL, B.; KAMINSKY, V.L.; SILVEIRA, E. S.; SPILKI, F.R.; WEBER, M.N.; ALMEIDA, S.M.; HORA, V.; CHIES, J.A.B. Synthesizing the connections between environmental disturbances and zoonotic spillover. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 94, n. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220211530>.

ELLWANGER, J.H.; KULMANN-LEAL, B.; KAMINSKI, V.L.; VALVERDE-VILLEGAS, J.M.; VEIGA, A.B.G.; SPILKI, F.R. et al. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 92, 2020. DOI: [10.1590/0001-3765202020191375](https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375).

ESCOBAR, H. Deforestation in the Amazon is shooting up, but Brazil's president calls the data "a lie.". **Science**, v. 10, 2019. DOI: <https://doi.org.ez181.periodicos.capes.gov.br/10.1126/science.aay9103>.

FEARNSIDE, P.M. Brazilian Amazon deforestation surge is real despite Bolsonaro's denial (commentary). **Mongabay**, July 29, 2019. Disponível em: <https://news.mongabay.com/2019/07/brazilian-amazondeforestation-surge-is-real-despite-bolsonaros-denialcommentary/>. Acesso em: 13 set. 2023.

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P.M. Indigenous lands protect Brazil's agribusiness. **Science**, v. 376, n. 6595, p. 810-810, 2022. DOI: [10.1126/science.abq7243](https://doi.org/10.1126/science.abq7243).

GUZMÁN, C.A.F.; AGUIRRE, A.A.; ASTLE, B.; BARROS, E.; BAYLES, B.; CHIMBARI, M.; EL-ABBADI, N.; EVERT, J.; HACKETT, F.; HOWARD, C.; JENNINGS, J.; KRZYZEK, A.; LECLAIR, J.; MARIC, F.; MARTIN, O.; OSANO, O.; PATZ, J.; POTTER, T.; REDVERS, N.; TRIENEKENS, N.; WALPOLE, S.; WILSON, L.; XU, C.; ZYLSTRA, M. A framework to guide planetary health education. **Lancet Planet Health**, v. 5, n. 5, p. e253-e255, 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00110-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00110-8).

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal TerraBrasilis**. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br>. Acesso em: 13 set. 2023.

IPBES - Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. **Workshop report on biodiversity and pandemics of the intergovernmental platform on biodiversity and ecosystem services**. IPBES secretariat, Bonn, Germany. DOI: 10.5281/zenodo.4147317.

HUANG, Y.; GAN, X.; FENG, Y.; LI, J.; NIU, S.; ZHOU, B. A new framework for assessing ecosystem health with consideration of the sustainable supply of ecosystem services. **Landscape Ecology**, v. 39, p. 37, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01834-y>.

JAKIMOW, B.; BAUMANN, M.; SALOMÃO, C.; BENDINI, H.; HOSTERT, P. Deforestation and agricultural fires in South-West Pará, Brazil, under political changes from 2014 to 2020. **Journal of Land Use Science**, v. 18, n. 1, p. 176-195, 2023. DOI: 10.1080/1747423X.2023.2195420

KAMINSKY, F.V.; ZEDGENIZOV, D.A.; SEVASTYANOV, V.S.; KUZNETSOVA, O.V. Distinct Groups of Low- and High-Fe Ferropericlasite Inclusions in Super-Deep Diamonds: An Example from the Juina Area, Brazil. **Minerals**, v. 13, n. 9, artigo 1217, 2023. DOI: 10.3390/min13091217.

LEMOS, N.S.A.; WARNAVIN, L. Reflexões preliminares sobre o uso e ocupação de território no contexto da Amazônia brasileira. **Caderno Intersaberes**, v. 9, n. 20, 2020.

MATAVELI, G.; OLIVEIRA, G. Protect the Amazon's Indigenous lands. **Science**, v. 375, n. 6578, p. 275-276, 2022. DOI: 10.1126/science.abn4936.

MEDEIROS, G.S.; SOUSA, A.B.V.; BEZERRA, E.F.; ARAGÃO, L.M.; REBOUÇAS JÚNIOR, H.J.; ALMEIDA, E.P.O.; PONTES FILHO, R.N.; SOUSA, M.N.A. Assessment of Health Education in The Prevention of Non-Communicable Chronic Disease Complications: Systematic Review. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 1, artigo e04904, 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n1-072.

MORPURGO, J.; KISSLING, W.D.; TYRRELL, P.; NEGRET, P.J.; VAN BODEGOM, P.M.; ALLAN, J.R. The role of elections as drivers of tropical

deforestation. **Biological Conservation**, v. 279, p. 109832, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.1101/2021.05.04.442551>.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Municípios prioritários**. 2020.
Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/combate-ao-desmatamento/control-de-desmatamento-e-incendios-florestais/municipios-prioritarios>. Acesso em: 10 jul. 2024.

OLIVEIRA, I.N.D.; OLIVEIRA, B.F.A.D.; SILVEIRA, I.H.D.; MACHADO, L.M.G.; VILLARDI, J.W.R.; IGNOTTI, E. Air pollution from forest burning as environmental risk for millions of inhabitants of the Brazilian Amazon: an exposure indicator for human health. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 39, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311XEN131422>.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org>. Acesso em: 13 set. 2023.

ROMERO, L.S.; JACOBSON, L.D.S.V.; DE CASTRO, H.A.; HACON, S.S. Heat and disease burden: impacts and future projections in capitals of the Legal Amazon. **Revista de Saúde Pública**, v. 96, e202209067, 2022.

ROSAN, T.M.; ALCÂNTARA, E. Detecção de mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Matogrossense: o estudo de caso do município de Cláudia (MT). **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 68/5, p. 979-990, 2016.

SANTOS, J.C. **Garimpos de Juína: entre história, relatos e memórias (1986-1994)**. 2012. 166 f. Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Cuiabá, 2012.

SANTOS, T.O.; FILHO, V.S.A.; ROCHA, V.M.; MENEZES, J. de S. Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 11, n. 2, p. 157-181, 2017.

SHARYGIN, V.V.; BRITVIN, S.N.; KAMINSKY, F.V.; WIRTH, R.; NIGMATULINA, E.N.; YAKOVLEV, G.A.; NOVOSELOV, K.A.; MURASHKO, M.N. Ellinaite, CaCr₂O₄, a new natural post-spinel oxide from Hatrurim Basin, Israel, and Juína kimberlite field, Brazil. **European Journal of Mineralogy**, v. 33, p. 727-742, 2021. DOI: 10.5194/ejm-33-727-2021.

SHEEHAN, D.; MULLAN, K.; WEST, T.A.P.; SEMMENS, E.O. Protecting Life and Lung: Protected Areas Affect Fine Particulate Matter and Respiratory Hospitalizations in the Brazilian Amazon Biome. **Environmental and Resource Economics**, v. 87, p. 45-87, 2024. DOI: 10.1007/s10640-023-00813-2.

SILGUEIRO, V.; Cardoso, B.; Bernasconi, P.; Valdiones, A.P. Mapeamento da ilegalidade na exploração madeireira em Mato Grosso entre agosto de 2016 e julho de 2017. **Transparência Florestal Mato Grosso**, v. 12, p. 1-10, 2019.

SILVA JUNIOR, C.H.L. PESSÔA, A.C.; CARVALHO, N.S.; REIS, J.B.; ANDERSON, L.O.; ARAGÃO, L.E. The Brazilian Amazon deforestation rate in 2020 is the greatest of the decade. **Nature ecology & evolution**, v. 5, n. 2, p. 144-145, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01368-x>.

SILVEIRA, I.H.; HARTWIG, S.V.; MOURA, M.N.; CORTES, T.R.; JUNGER, W.L.; CIRINO, G.; IGNOTTI, E.; OLIVEIRA, B.F.A. Heat waves and mortality in the Brazilian Amazon: Effect modification by heat wave characteristics, population subgroup, and cause of death. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 248, 114109, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114109>.

SMITH, E. The Lengthy Vertical Journey of Superdeep Diamonds. **Gems & Gemology**, v. 60, n. 1, p. 84-89, 2024.

SIQUEIRA-GAY, J.; YANAI, A.M.; LESSMANN, J.; PESSÔA, A.C. M.; BORJA, D.; CANOVA, M.; BORGES, R.C. Pathways to positive scenarios for the Amazon forest in Pará state, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0905>.

STRAND, J.; SOARES-FILHO, B.; COSTA, M.H.; OLIVEIRA, U.; RIBEIRO, S.C.; PIRES, G.F.; OLIVEIRA, A.; RAJÃO, R.; MAY, P.; VAN DER HOFF, R.; SIIKAMÄKI, J.; MOTTA, R.S.; TOMAN, M. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon forest's ecosystem services. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 11, p. 657-664, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0175-0>.

VIEIRA, I.C.G.; TOLEDO, P.M.; HIGUCHI, H. A Amazônia no antropoceno. **Ciência e cultura**, v. 70, n. 1, p. 56-59, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000100015>.

WINCK, G.R.; RAIMUNDO, R.L.G.; FERNANDES-FERREIRA, H.; BUENO, M.G.; D'ANDREA, P.S.; ROCHA, F.L.; CRUZ, G.L.T.; VILAR, E.M.; BRANDÃO, M.; CORDEIRO, J.L.P.; ANDREAZZI, C.S. Socioecological vulnerability and the risk of zoonotic disease emergence in Brazil. **Science Advances**, v. 8, n. 26, p. eabo5774, 2022. DOI: 10.1126/sciadv.abo5774.

WWF - World Wide Fund for Nature. **Desenvolvimento Sustentável no Noroeste de Mato Grosso**. Comunidade/Sustentabilidade. Projeto BR 2012. WWF – Brasil. Brasília, 2011. 102p. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?31508/Desenvolvimento-Sustentavel-no-noroeste-do-Mato-Grosso>). Acesso em 01 jun. 2023.

YOUNG, C.E.F.; SPANHOLI, M.L. Uma visão econômica sobre a conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos. **Com Ciência**, v. 221, 2020.



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e seu uso no estudo da saúde humana: uma revisão de escopo

**Josiane de Brito Gomes dos Santos¹, Sandra de Souza Hacon²,
Sandra Mara Alves da Silva Neves³**

¹Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade, Etnobiologia do Pantanal (CELBE), Av. Santos Dumont, s/nº – Cidade Universitária (Bloco II), Bairro: Lobo, CEP 78200-000, Cáceres – MT, Brasil. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso (IFMT) campus Juína. Linha J, S/nº, S/nº, Setor Chácara, CEP 78320-000, Juína – MT, Brasil, E-mail: josiane.brito@ifmt.edu.br. ² Doutora e professora da Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Manguinhos, CEP 21041-210, Rio de Janeiro - RJ, Brasil, E-mail: shacon@ensp.fiocruz.br. ³Doutora e professora da UNEMAT, Departamento de Geografia, Av. Santos Dumont, s/nº – Cidade Universitária (Bloco II), Bairro: Lobo, CEP 78200-000, Cáceres – MT, Brasil, E-mail: ssneves@unemat.br.

Artigo recebido em 03/10/2022 e aceito em 26/03/2023

[Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Geografia Física].

RESUMO

As mudanças no uso, cobertura e dinâmica do solo são determinantes no equilíbrio ambiental, ecológico e climático, sendo de suma importância a compreensão dos impactos da perda e da fragmentação de habitats naturais sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos nos sistemas socioecológicos. Objetivo: Realizar análise cienciométrica dos estudos científicos que relacionam o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) com saúde humana. Método: Revisão de escopo de estudos publicados, entre os anos 2000 e 2021, nas bases de dados Web of Science, Scopus, Medline/PubMed, Scielo e Lilacs, buscados por meio de descritores-chave que integram o NDVI e saúde humana. Foram identificadas 681 publicações, selecionadas e analisadas por técnicas de bibliometria. Resultados: Foram incluídas 152 publicações nesta pesquisa, de acordo com os critérios de elegibilidade. Observou-se que 74% dos estudos foram publicados a partir do ano 2018, por pesquisadores de vários países, no entanto, a maior contribuição científica foi da China, que representou 24% do total. A maior parte dos estudos se concentraram em analisar o NDVI residencial, de forma a demonstrar a influência da exposição ao verde na saúde e na qualidade de vida. Os estudos científicos têm associado o NDVI à vários desfechos de saúde, como na incidência de doenças relacionadas ao calor, doenças respiratórias, doenças vetoriais, como malária, arboviroses, entre outras. Conclusão: Os resultados deste estudo corroboram o potencial do

NDVI como um indicador da qualidade ambiental, diretamente relacionado com a saúde e qualidade de vida nos sistemas socioecológicos.

Palavras – chave: Mudanças na cobertura vegetal e no uso da terra; Perda de serviços ecossistêmicos; Impactos na saúde humana; Cienciometria.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and its use in the study of human health: a scoping review

ABSTRACT

Changes in land use, vegetation and dynamics are non-environmental, ecological, and climatic determinants, and understanding the impacts of loss and fragmentation of natural habitats on biodiversity and ecosystem services in socio-ecological systems is of paramount importance. Objective: To perform scientometric analysis of scientific studies that relate the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) with human health. Method: Scope review of studies published between 2000 and 2021 in the Web of Science, Scopus Medline/PubMed, Scielo and Lilacs databases, using key descriptors that integrate the NDVI and public health. 681 studies were identified, which were selected and analyzed using bibliometrics techniques. Results: They were included in this research, according to the eligibility criteria. It was observed that 74% of the studies were published, as of 2018, by research from several countries, however, the largest scientific contribution was from China, which represented 24% of the total. Most studies focus on analyzing residential NDVI to demonstrate the influence of green exposure on health and quality of life. Scientific studies associated with NDVI have several health cases, such as the probability of heat-related diseases, respiratory diseases, vector diseases such as malaria, arboviruses, among others. Conclusion: The results of this study support the potential of NDVI as a predictor of environmental quality, directly related to health and quality of life in socioecological systems.

Keywords: Changes in land use and cover; Loss of ecosystem services; Impacts on human health; Scientometrics.

Introdução

A crescente influência antrópica no equilíbrio natural do planeta tem atingido uma magnitude sem precedentes, tornando ainda mais evidente a indissociável relação homem e ambiente. Muitas problemáticas ambientais recorrentes tendem a ser reforçadas pela falta de reconhecimento da

íntrinseca ligação entre os ecossistemas e os sistemas sociais que dependem deles (Reyers et al., 2013; Biggs et al., 2015; Folke, 2016).

No final do século XX, surgiu o conceito de sistemas socioecológicos, que são definidos pela interação dos subsistemas

sociais, econômicos, políticos, culturais e tecnológicos com os subsistemas biofísicos (ecossistemas, recursos naturais, clima, processos físicos, químicos e biológicos da biosfera) (Ostrom, 2009; Raskin, 2006). Os sistemas socioecológicos são considerados como sistemas adaptativos complexos, uma vez que suas interações se ajustam e se auto-organizam continuamente ao longo do tempo e do espaço (Costanza e Jorgensen, 2002).

Em suma, a abordagem socioecológica enfatiza que pessoas, comunidades, sociedades, economias e culturas são partes incorporadas da biosfera e moldam os ecossistemas, das escalas locais às globais, ao longo do tempo. Ao mesmo tempo, as pessoas, comunidades, sociedades, economias e culturas dependem fundamentalmente da capacidade da biosfera de sustentar o desenvolvimento humano (Folke et al., 2011; Folke et al., 2016).

A busca contínua pelo desenvolvimento econômico está intimamente associada ao aumento da exploração de componentes naturais e à intensa degradação ambiental em escala local, regional

e global. Assim, as paisagens sofrem transformações espaço-temporais, que são determinantes no equilíbrio ambiental, ecológico e climático, afetando o sistema ecológico global que integra todos os seres vivos e suas relações com a dimensão humana (Folke, 2016).

Fearnside (2005) esclarece que as alterações da cobertura vegetal devido às atividades humanas acarretam diversas perturbações, que alteram o equilíbrio ambiental, ecológico e climático dos sistemas socioecológicos. As principais forças motrizes da degradação florestal na Amazônia Legal são a intensificação das atividades pecuárias, a produção de soja, os investimentos em infraestrutura, a exploração madeireira e a grilagem de terras (Mello e Artaxo, 2017). Em suma, o desmatamento extingue toda e qualquer possibilidade do uso da floresta para o fornecimento de serviços ecossistêmicos de suporte, provisão, regulação e culturais, impossibilitando o uso sustentável dos recursos naturais (Santos et al., 2017).

Para Petrosillo et al. (2015), as mudanças no uso, cobertura e dinâmica do solo resultam

diretamente na fragmentação e perda de habitat, que são as maiores ameaças à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos. Os resultados da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (AEM, 2005) demonstraram que são substanciais os efeitos nocivos da degradação dos serviços dos ecossistemas para os meios de subsistência, saúde, bem estar humano e economias, tanto locais como nacionais.

Corvalán et al. (2005) também elucidam que as mudanças nos ecossistemas, como as alterações no uso, cobertura e dinâmica do solo, são capazes de produzir um efeito catastrófico sobre os processos econômicos, sociais e políticos, e consequentemente, na estabilidade social, no bem-estar e saúde humana. “Isso sugere que uma abordagem preventiva com relação à proteção ambiental configura-se como a mais apropriada para proteger e melhorar a saúde”. Assim, compreender as modificações ocorridas é de vital importância para o entendimento dos efeitos e das possíveis vulnerabilidades e riscos aos sistemas socioecológicos.

Para analisar algumas das alterações espaço-temporais ocorridas na cobertura vegetal e no uso da terra são cada vez mais empregadas as geotecnologias, com destaque para o Sistema de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto. Neste sentido, Kriegler et al. (1969) propuseram a utilização do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) para melhorar a análise de informações sobre vegetação a partir de dados de sensoriamento remoto. O NDVI é amplamente utilizado devido à sua capacidade de delineamento da vegetação e do estresse vegetativo, trazendo contribuições relevantes à agricultura e aos estudos de uso da terra.

Tais contribuições foram reconhecidas pela comunidade científica, e a partir da década de 1970, todos os satélites de observação da Terra foram equipados para produzir dados desse índice em diferentes resoluções espaciais e temporais. Devido à sua longa história, simplicidade e disponibilidade de bandas multiespectrais, facilmente obtidas, o NDVI tornou-se o índice mais popular utilizado para a

avaliação de características da vegetação, como biomassa, vigor e densidade (Huang et al., 2021). O NDVI auxilia a diferenciar a vegetação de outros tipos de cobertura da terra, constituindo importante ferramenta para avaliar as mudanças na cobertura vegetal e no uso da terra e os seus impactos socioecológicos, socioeconômicos e sobre a saúde e bem-estar humano.

Para Robinson et al. (2017), a fórmula simples do NDVI e sua relação direta com a capacidade fotossintética da vegetação permite conhecer uma ampla gama de características e funções essenciais da vegetação, com inúmeras aplicações e contribuições na agricultura, silvicultura, ecologia, biodiversidade, modelagem de habitat, migração de espécies, fenologia da superfície terrestre, processos do sistema terrestre e até ciências econômicas, sociais e da saúde. Ademais, por meio da análise do NDVI, é possível mensurar a perda de vegetação e de serviços ecossistêmicos vitais para a saúde humana e bem-viver.

No âmbito da saúde pública, os produtos derivados de sensoriamento remoto, como o NDVI, têm sido explorados nos

estudos das mais diferenciadas etiologias, despontando como uma ferramenta para a elaboração de estratégias de controle de endemias (Beck et al., 2000; Carneiro et al., 2004) e sendo empregado em estudos de justiça ambiental, saúde e desigualdade em contextos urbanos e suburbanos (Juergens e Meyer-Heß, 2020). Tais aplicações corroboram com o potencial do NDVI como um preditor e indicador de saúde ambiental fortemente associado à saúde e qualidade de vida das populações.

Em face a evolução e a gama variada de uso do NDVI, os estudos cienciométricos trazem importante contribuição na compreensão das tendências das investigações científicas, progresso científico e conhecimento das lacunas temáticas, destacando pesquisadores, instituições e países atuantes na produção de conhecimentos.

Nesse contexto, propõe-se que nesta pesquisa seja efetuada uma revisão de escopo ou *Scoping Review*, que é um método de revisão proposto pelo Instituto Joanna Briggs (JBI), que permite mapear evidências sobre um assunto e identificar os principais

conceitos, teorias, fontes e lacunas de conhecimento (PETERS et al., 2015), que neste caso em tela, envolve geotecnologias, em específico um índice derivado de imagem de sensoriamento remoto - NDVI, e saúde pública.

As revisões de escopo podem ser conduzidas para atender a vários objetivos. Eles podem examinar a extensão, o alcance e as características das evidências sobre um tema ou assunto; determinar a necessidade de realizar uma revisão sistemática; sintetizar evidências e descobertas acerca de um tema ou método; e identificar lacunas na literatura para auxiliar no planejamento de pesquisas futuras (Tricco et al. 2016; Tricco et al., 2018).

Com o intuito de padronizar e dar uma robustez metodológica aos estudos de revisão de escopo, foi desenvolvido o protocolo Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR), de acordo com as orientações da Rede Enhancing the Quality and Transparency Of Health Research (EQUATOR), que contém um checklist explicativo com 20 itens essenciais e 2 opcionais que

devem ser apresentados na revisão de escopo (Tricco et al., 2018).

Este estudo tem como objetivo realizar uma análise cienciométrica dos estudos científicos que relacionam o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) com saúde humana.

Material e métodos

Este estudo seguiu o protocolo PRISMA – ScR para desenvolver uma revisão de escopo que busca o mapeamento cienciométrico dos estudos que integram o NDVI com saúde humana, analisando os tipos de relações estudadas, as populações estudadas, os tipos de ambientes analisados e os países de estudo.

Para o propósito deste estudo, a revisão de escopo foi selecionada, por ser um tipo de síntese de pesquisa que visa mapear a literatura sobre um determinado tópico ou área de pesquisa e fornecer uma oportunidade para identificar conceitos-chave; lacunas na pesquisa; e tipos e fontes de evidências para informar a prática, a formulação de políticas e a pesquisa (Daudt et al., 2013).

Questões de pesquisa

Esta pesquisa foi norteada pelas seguintes questões: Qual o estado da arte e quais relações entre perda, fragmentação e recomposição da cobertura vegetal analisadas por meio do NDVI e que impactos sobre a saúde humana têm sido estudadas pela comunidade científica? Quais são as populações e ambientes mais analisados nos estudos que integram NDVI e impactos sobre a saúde humana? Quais principais desfechos têm sido apontados como resultado da relação NDVI e saúde humana?

Bases de dados

O levantamento dos estudos foi realizado pelo acesso no Portal de Periódicos da Capes, por meio do acesso CAFE, que permitiu a busca nas bases de dados indexadas. As bases de dados empregadas foram:

[1] Web of Science, base internacional multidisciplinar de referenciais com resumo, produzida pela Thomson Reuters Scientific e atualmente editada pela Clarivate Analytics;

[2] Scopus, base de dados internacional multidisciplinar de referenciais com resumo, produzida e editada pela Elsevier;

[3] MEDLINE/PUBMED, base de dados internacional de referenciais com resumo, desenvolvida pelo U.S. National Institutes of Health (NIH), administrada pelo National Center for Biotechnology Information (NCBI) e editada pela United States National Library of Medicine (NLM). De acesso público, indexa a literatura especializada nas áreas de ciências biológicas, enfermagem, odontologia, medicina, medicina veterinária e saúde pública;

[4] Scientific Electronic Library Online (SciELO), base de dados de artigos completos, desenvolvida como resultado de um projeto de pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), em parceria com a Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME). De acesso público, indexa a literatura acadêmica em saúde pública, ciências, ciências sociais, artes e humanidades publicada nos principais periódicos de acesso

aberto da América Latina, Portugal, Espanha e África do Sul;

[5] Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), base de dados de acesso gratuito da literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde, editada pelo Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (PORTAL PERIÓDICOS DA CAPES, 2020).

Estratégias de buscas

As buscas dos estudos foram realizadas no mês de dezembro de 2021, por meio de descritores-chave, escritos em inglês, português e espanhol, combinados entre si e contidos no título, resumo e palavras-chave dos estudos. Foram efetuadas buscas por estudos publicados a partir do ano 2000 até dezembro de 2021. Empregou-se os operadores booleanos “AND”, para buscar a associação entre o NDVI e saúde humana, e “OR” para efetuar diferentes combinações e incluir termos sinônimos. Utilizou-se ainda de aspas para buscar por termos específicos e * em algumas palavras para que estas fossem buscadas no singular e no plural.

Assim, a *string* da busca foi a seguinte:

(NDVI AND (“public health” OR “human health” OR “health effect*” OR “health impact*”).

Seleção e critérios de elegibilidade e de exclusão

Utilizou-se como critério de inclusão artigos do tipo original, nos idiomas inglês, português e espanhol, publicados entre o ano 2000 e 2021 e indexados em uma das bases de dados utilizadas no estudo.

Os arquivos foram exportados das bases de dados na extensão BibTeX ou RIS e importados no programa livre State of the art through systematic review (StArt), versão 3.4 beta, desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Neste o processo de revisão é executado em três etapas principais: planejamento, execução e sumarização, conforme o modelo proposto por Kitchenham e Charters (2007).

Em seguida, os arquivos foram contabilizados e os duplicados, que constavam em duas

ou mais bases, foram identificados e excluídos pela ferramenta, mantendo somente um registro. Adicionalmente, foram excluídos manualmente arquivos duplicados que não foram identificados pela ferramenta StArt.

No processo de seleção foram analisados os títulos, os resumos e as palavras-chave para avaliar a relevância dos estudos identificados na busca. Os estudos elegíveis para inclusão foram os que abordavam uma relação direta e indireta entre o NDVI e algum aspecto de saúde, como diferentes tipos de doenças e suas causas, saúde e bem estar em geral. Ademais, foram incluídos os estudos de revisão sistemática de literatura acerca da relação NDVI e desfechos de saúde.

Com relação aos critérios de exclusão, estudos genéricos e que apresentavam o uso do NDVI, mas não associavam à aspectos de saúde foram excluídos. Estudos de modelagem de nicho ecológico de

espécies, que não abordavam os efeitos na saúde e nem relacionavam diretamente o NDVI e a saúde também foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade.

Análise e extração

Os estudos elegíveis passaram pelo processo de análise e extração por meio do formulário de extração de dados da ferramenta StArt. Foram extraídos indicadores bibliométricos, como: a) autores, b) ano de publicação, c) o país de estudo, d) a relação analisada, ou seja, o desfecho de saúde relacionado com o NDVI, e) o tipo de ambiente estudado ou recorte territorial empregado no estudo, por exemplo, áreas residenciais, áreas escolares, cidades, estados, países, áreas de floresta, áreas rurais e bacias hidrográficas e f) a população estudada. Na Figura 1 é apresentado o fluxograma metodológico que sintetiza as etapas da revisão de escopo.



Figura 1. Fluxograma metodológico da revisão de escopo sobre a relação entre o NDVI e saúde humana.

Após a extração dos dados de todos os estudos, o programa StArt gerou uma síntese de todo o processo de revisão, que foi exportado na extensão .xls, e no programa Microsoft Excel Versão 2208 (MICROSOFT, 2022) foram geradas as análises estatísticas descritivas: distribuição de frequência de estudos de acordo com os indicadores cienciométricos analisados e a elaboração de tabelas e gráficos.

A análise bibliométrica foi executada no programa VOSviewer, versão 1.6.18, que é uma ferramenta para construção e visualização de redes bibliométricas (Eck e Waltman, 2022). Foram

gerados mapas bibliométricos da rede de interação dos autores e dos termos mais reportados nos estudos que relacionam o NDVI com a saúde humana, com base em dados de texto, seguindo a mesma metodologia descrita por Colares et al. (2020). A rede de interação dos autores foi construída com base na contagem da quantidade de participações dos pesquisadores como autor ou coautor, considerando o número mínimo de 3 (três) manuscritos, durante a série de estudo.

Para elaboração do mapa de rede de ocorrência de termos, os termos dos campos de título e resumo foram extraídos pelo

software, utilizando o método de “contagem binária”, em que importa apenas a presença ou ausência de um termo, não sendo considerado o número de ocorrências de um termo em um documento. O número mínimo de ocorrências de um termo foi definido como 10 (dez), conforme a recomendação do programa. Os mapas consideraram não somente os termos mais citados, mas também as suas conexões, agrupando os itens em clusters de acordo com suas ligações (COLARES et al., 2020).

Resultados e Discussão

Durante o período de 2000 a 2021 foram encontrados 681 (seiscentos e oitenta e um) estudos, sendo 208 (duzentos e oito) na base Web of Science, 301 (trezentos e um) na Scopus, 169 (cento e sessenta e nove) na Medline/Pubmed e 2 (dois) na SciELO que apresentam alguma relação entre o NDVI e aspectos da saúde humana. Não foram encontrados artigos na base de dados LILACS contendo a relação aqui analisada. Após análise automatizada realizada via ferramenta Start, foram identificados 305 (trezentos e cinco) artigos que

constavam em mais de uma base de dados, assim, estes foram excluídos e mantido somente um registro. Ademais, após uma minuciosa análise manual, baseada na leitura dos títulos e resumos, foram identificados outros 32 (trinta e dois) estudos duplicados, que também foram excluídos, a fim de manter somente um registro de cada estudo.

Os outros 344 (trezentos e quarenta e quatro) estudos foram analisados quanto aos critérios de elegibilidade, e neste contexto foram excluídos 192 (cento e noventa e dois) estudos por não apresentarem uma relação clara do NDVI com aspectos de saúde humana, como os estudos de modelagem de nicho ecológico de espécies, que apresentava o NDVI apenas como uma variável do processo de modelagem, mas não o relacionava com aspectos de saúde.

Desta forma, foram incluídos nesta revisão de escopo 152 (cento e cinquenta e dois) estudos, que seguiram para as etapas de análise e extração de informações pertinentes (Figura 2).

Os procedimentos aqui adotados são semelhantes aos realizados por Fernandes et al.

(2021) e Hartwig e Ignotti (2019) que realizaram revisões sistemáticas acerca da relação

entre variáveis ambientais e climáticas com aspectos de saúde.

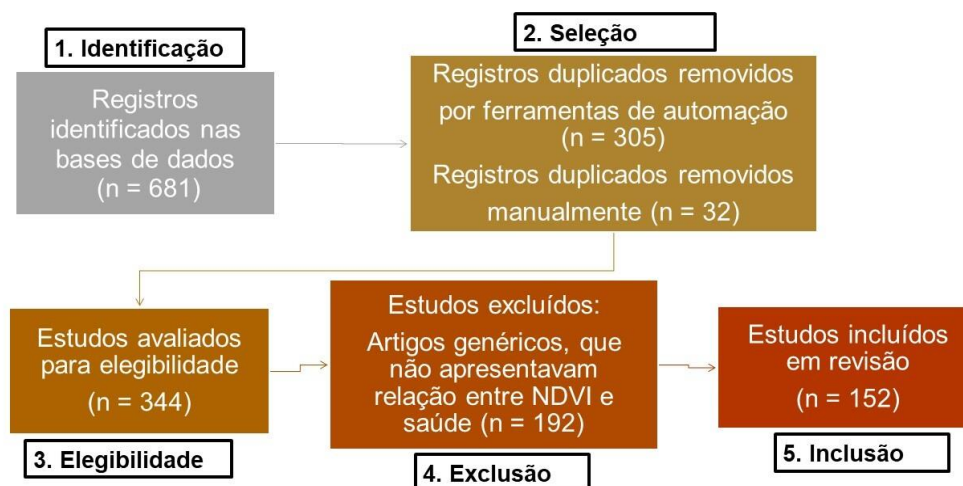


Figura 2 – Quantitativo de estudos obtido nas etapas de identificação, seleção, elegibilidade, exclusão e inclusão da revisão de escopo sobre a relação entre o NDVI e saúde humana.

Com relação à distribuição temporal das publicações de estudos que integram o NDVI à saúde humana, não foram identificados estudos elegíveis entre os anos 2000 e 2003 e nos anos seguintes a produção científica sobre o tema foi incipiente e irregular. Não obstante, observa-se uma tendência de aumento, sobretudo a partir do ano 2014, com

um evidente maior interesse por parte da comunidade científica, a partir de 2018, quando o quantitativo de estudos abordando a temática evoluiu de 6 (seis) para 18 (dezoito), em relação ao ano de 2017. Os estudos desenvolvidos a partir do ano 2018 representam 74% (setenta e quatro por cento) do total de estudos do período de análise.

Tabela 1. Distribuição de frequências de estudos que relacionam o NDVI à saúde humana, durante o período de 2000 a 2021.

Anos de publicação	Quantidade de publicações	Percentual por ano (%)
2003	1	0,66

Figura 3. Rede de interações entre os principais pesquisadores com produção científica que relaciona o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados no período de 2000 a 2021.

No que tange à distribuição espacial das publicações, a China tem se destacado como o país com maior número de estudos, sendo responsável por 36 (trinta e seis), que representa 24% (vinte e quatro por cento) dos artigos publicados elegíveis desta pesquisa. Em seguida, os Estados Unidos, com 20 (vinte) estudos, a Espanha, com 10 (dez) e o Brasil, com 9 (nove), conforme pode ser observado na Tabela 2.

O maior destaque da China com relação aos outros países pode estar associado aos elevados índices de poluição do ar registrados no seu território, o que torna ainda mais urgente o estudo dos efeitos da exposição humana e de medidas de controle. Em 2017, aproximadamente 70% (setenta por cento) de todas as 338 (trezentas e trinta e oito) cidades da China ainda não atendiam aos padrões nacionais de qualidade do ar (Lu et al., 2020). Assim, os estudos desenvolvidos na China que analisam a influência do NDVI na saúde humana se concentram

maioritariamente em analisar o papel da vegetação na mitigação dos efeitos da poluição do ar, sobretudo por material particulado, relacionando com a incidência de enfermidades, como doenças respiratórias (Li et al., 2019; Fan et al., 2020; Sun et al., 2020; Yu et al., 2021), doenças relacionadas ao calor (Xu, Yin e Xie, 2014; Bao et al., 2021a; Liu et al., 2021; Qiu, Ji e Bell, 2021; Zhang et al., 2021), diabetes (Liao et al., 2019; Qu et al., 2020; Li et al., 2021; Lin et al., 2021), obesidade (Yang et al., 2019; Huang et al., 2020; Yang et al., 2020; Bao et al., 2021b; Xiao et al., 2021), câncer (Wang et al., 2020; Yang et al., 2021), entre outras.

Nos Estados Unidos, as pesquisas se concentraram em analisar a relação de NDVI e a incidência de quadros clínicos de doenças relacionadas as ondas de calor (Lo et al., 2003; Jenerette et al., 2016), como cardiovasculares (Knobel et al., 2021) e acidente vascular cerebral (AVC) (Wilker et al., 2014), problemas no desenvolvimento gestacional e de

recém nascidos (Glaser et al., 2018; Margerison et al., 2021; Weber et al., 2021), diabetes (Choe et al., 2018; Poulsen et al., 2021), doenças mentais (Cohen-Clinen et al., 2015; Banay et al., 2019; Li et al., 2021), entre outras.

Na Espanha os estudos têm avaliado o NDVI como um fator atenuante da poluição do ar e dos seus efeitos sobre a saúde, como nas doenças respiratórias (Tischer et al., 2017; Kuiper et al., 2020) e na mortalidade, qualidade e expectativa de vida da população (Su et al., 2019; Bont et al.; Keijzer et al., 2020; Kruise et al., 2020), entre outras.

No Brasil há uma tendência de investigações que versam sobre a relação do NDVI com a incidência de doenças tropicais, como

leishmaniose (Aparício e Bitencourt, 2004; Costa et al., 2018; Santana et al., 2019), esquistossomose (Guimarães et al., 2008; Pullan et al., 2008) e arboviroses, como a dengue, zika e chikungunya (Tourre et al., 2008; Conrad et al., 2019; Hendy et al., 2020). O interesse pela temática por parte da comunidade científica brasileira é crítico, sobretudo diante dos recorrentes quadros de degradação ambiental, desmatamento e queimadas. Essa realidade também foi constatada por Fernandes et al. (2021) ao realizarem uma revisão sistemática acerca das mudanças climáticas, poluição do ar e impactos na saúde humana.

Tabela 2. Distribuição espacial e quantitativo (n) dos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados no período de 2000 a 2021.

País	n	País	n	País	n	País	n
China	36	Uganda	3	Chile	1	Moçambique	1
Estados Unidos	20	África Subsaariana	2	El Salvador	1	Nepal	1
Espanha	10	Alemanha	2	Equador	1	Noruega	1
Brasil	9	Austrália	2	Estônia	1	Paquistão	1
Canadá	8	Colômbia	2	Etiópia	1	Paraguai	1
Taiwan	6	França	2	Gana	1	Portugal	1
Argentina	5	Lituânia	2	Índia	1	República Tcheca	1
Coréia do Sul	5	México	2	Indonésia	1	Suíça	1
Reino Unido	5	Panamá	2	Inglaterra	1	Tailândia	1
Bélgica	3	Quênia	2	Japão	1	Uruguai	1
Holanda	3	Suécia	2	Malásia	1	Vietnã	1

Irã	3	Afganistão	1	Malawi	1	Zimbábue	1
Itália	3	Bangladesh	1	Marrocos	1		

Os recortes espaciais analisados nos estudos são apresentados na Figura 4. Observou-se que 80 (oitenta) estudos, o que representa 53% (cinquenta e três) das publicações analisadas, buscaram investigar a influência do NDVI em áreas residenciais, de modo a averiguar se a proximidade com espaços verdes reflete em maiores níveis de saúde e bem-estar e a relação da vegetação com enfermidades, como diabetes (Clark et al., 2017; Liao et al., 2019; Qu et al., 2020; Li et al., 2021; Lin et al., 2021; Tsai et al., 2021), obesidade (Yang et al., 2019; Huang et al., 2020; Nichani et al., 2020; Iyer et al., 2021; Xiao et al., 2021), doenças neurológicas (LEE et al., 2019), psicológicas (Cohen-Clinen et al., 2015; Banay et al., 2019; Liu et al., 2019; Chang et al., 2020; Davis et al., 2021), respiratórias (Gernes et al., 2019; Kwon et al., 2019; Li et al., 2019; Tischer et al., 2019; Fan et al., 2020; Kuiper et al., 2020; Sun et al., 2021), cardiovasculares (Wilker et al., 2014; Bao et al., 2021a; Knobel et al., 2021), desenvolvimento e

desfechos de gestação (Hystad et al., 2014; Glazer et al., 2018; Anabitarte et al., 2020; Lee et al., 2021), desenvolvimento infantil (Bont et al., 2020), entre outras. Estudos semelhantes a esses são os que utilizaram o recorte espacial de cidade, que representam 20% (vinte por cento) das publicações analisadas. A influência potencial das modificações urbanas na saúde humana tem estimulado a preocupação pública e tem aumentado o interesse em avaliar os efeitos benéficos da vegetação, na mitigação e redução dos impactos adversos à saúde dos ambientes urbanos (Sarkar, 2017; Vlenneau et al., 2017; Villeneuve et al., 2018; Klompmaker et al., 2020; Iyer et al., 2021).

Constatou-se que 29 (vinte e nove) estudos, que correspondem a 19% (dezenove por cento) das publicações analisadas, abordaram a relação NDVI e saúde na escala espacial de país, sendo que, na maioria dos casos, trata-se de estudos de mapeamento de áreas com maior incidência ou potencialidade de doenças, como a

malária (Adimi et al., 2010; Haque et al., 2010; Ebhuoma et al., 2016; Ferrao et al., 2018; Frake et al., 2020), arboviroses (Acharya et al., 2018; German et al., 2018; Tourre et

al., 2018; Yañes-Arenas et al., 2018; Conrad et al., 2019), leishmaniose (Mollalo et al., 2016; Costa et al., 2018), entre outras.

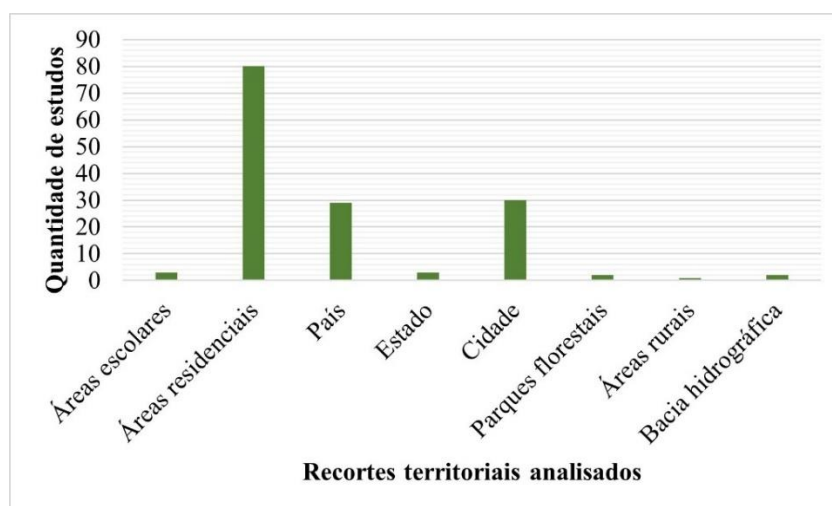


Figura 4. Recortes territoriais analisados nos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados durante o período de 2000 a 2021.

Com relação às populações estudadas, observou-se que 65% (sessenta e cinco por cento) dos estudos que relacionam o NDVI com a saúde humana analisam a população como um todo, sem especificações de faixa etária ou de origem (Figura 5).

Do total de estudos analisados, 17 (dezessete) enfatizaram a relação do NDVI com a saúde de adultos, observando como este índice se relaciona com doenças e mortes não acidentais,

como doenças respiratórias, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), cardiovascular, hipertensão, doença isquêmica do coração (DIC) e cerebrovascular (Vienneau et al., 2017; Fan et al., 2020; Grazuleviciene et al., 2020; Bauwelinck et al., 2021; Knobel et al., 2021; Liu et al., 2021; Nordeide et al., 2021;), na percepção de saúde e bem estar (Villeneuve et al., 2018), obesidade (Sarkar et al., 2017; Yang et al., 2019; Huang et al.,

2020; Nichani et al., 2020; Xiao et al., 2021), níveis hormonais (Wei et al., 2021) e diabetes (Li et al., 2021).

É relevante a contribuição de investigações que analisam a relação do NDVI com a saúde de gestantes durante o processo gestacional e de recém-nascidos. Observou-se que 15 (quinze) dentre os elegíveis se concentraram em analisar esta relação, apresentando a influência do NDVI nos desfechos de gestação e saúde materna (Hystad et al., 2014; Anabitarte et

al., 2020; Hu et al., 2021; Weber et al., 2021), na diabetes gestacional (Choe et al., 2018; LIAO et al., 2019; Qu et al., 2020; Lin et al., 2021), no desenvolvimento e peso de bebês na gestação e ao nascer (Glaser et al., 2018; Lee et al., 2021; Margerison et al., 2021), na função renal fetal (Sani et al., 2020), e nascimento prematuro (Oliveira et al., 2016; Hu et al., 2021).



Figura 5. Populações analisadas nos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados durante o período de 2000 a 2021.

Foram observados 13 (treze) estudos epidemiológicos que analisaram a influência do NDVI sobre as crianças, com efeitos no desenvolvimento físico e cognitivo,

bem-estar emocional e comportamental (McEachan et al., 2018; Lee et al., 2019; Asta et al., 2021; Davis et al., 2021), na miopia e astigmatismo (Huang et al., 2021),

na obesidade infantil (Bont et al., 2020; Yang et al., 2020; Bao et al., 2021b), nas alergias e sintomas respiratórios (Cilluffo et al., 2018; Gernes et al., 2019; Lee et al., 2020) e na dengue pediátrica (Astuti et al., 2019).

Acerca dos idosos, 6 (seis) estudos trouxeram contribuições importantes sobre a influência do NDVI nesta fase da vida. Zhu et al. (2020) relacionaram o índice com deficiência de vitamina D em idosos da China e constataram que cada aumento de 0,1 unidade na média anual do NDVI foi associado a uma chance 13% maior de níveis normais de vitamina D.

Banay et al. (2019) verificaram uma relação inversamente proporcional entre o NDVI e a incidência de depressão em mulheres idosas dos Estados Unidos. Keijser et al. (2019) constataram que valores altos de NDVI residencial contribui para uma maior capacidade física e funcional de idosos, comparado aos idosos residentes em áreas com menor

índice de vegetação. Ademais, uma revisão sistemática desenvolvida por Yuan et al. (2021) concluiu que o aumento da exposição a espaços verdes auxilia na prevenção de morte e desfechos cardiovasculares em indivíduos idosos.

Com base na análise e extração dos termos mais recorrentes nos títulos e resumo dos artigos, foi possível obter a rede bibliométrica dos termos e aspectos mais relacionados ao NDVI nos estudos publicados de 2000 a 2021 (Figura 6). Observa-se que o NDVI tem sido integrado a estudos que abordam sobre a poluição atmosférica, sobretudo por material particulado, buscando evidenciar de que forma a vegetação pode contribuir na mitigação dos efeitos negativos à saúde e na redução da mortalidade por causas não acidentais, como por doenças cardiovasculares, diabetes e doenças respiratórias. Esta relação também foi demonstrada no mapa de densidade dos termos de maior ocorrência nos estudos (Figura 7).

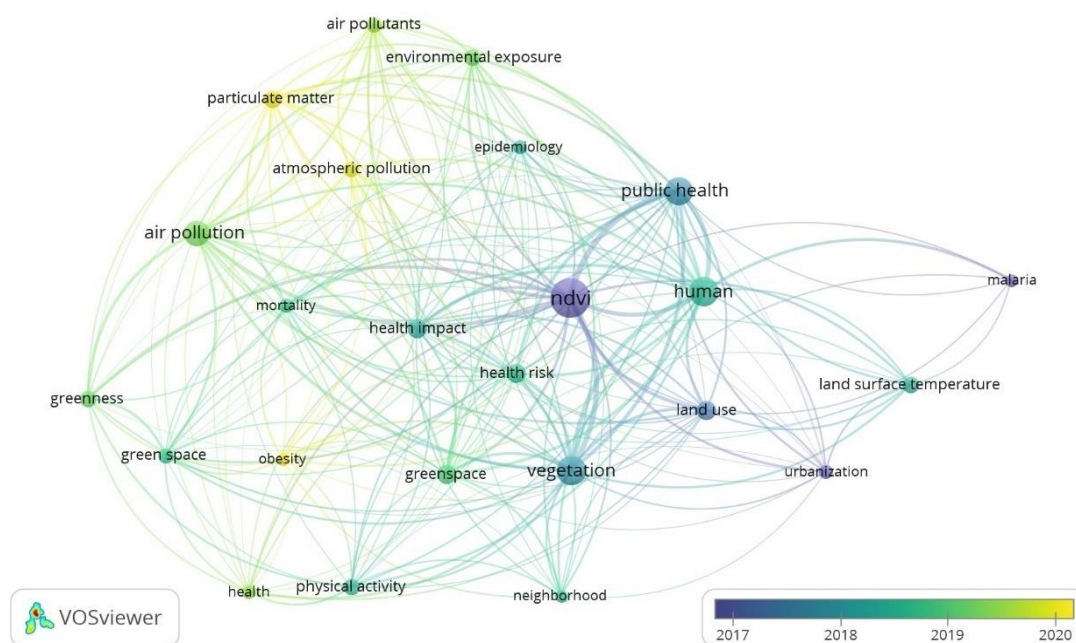


Figura 6. Rede bibliométrica da co-ocorrência de termos nos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados no período de 2000 a 2021.

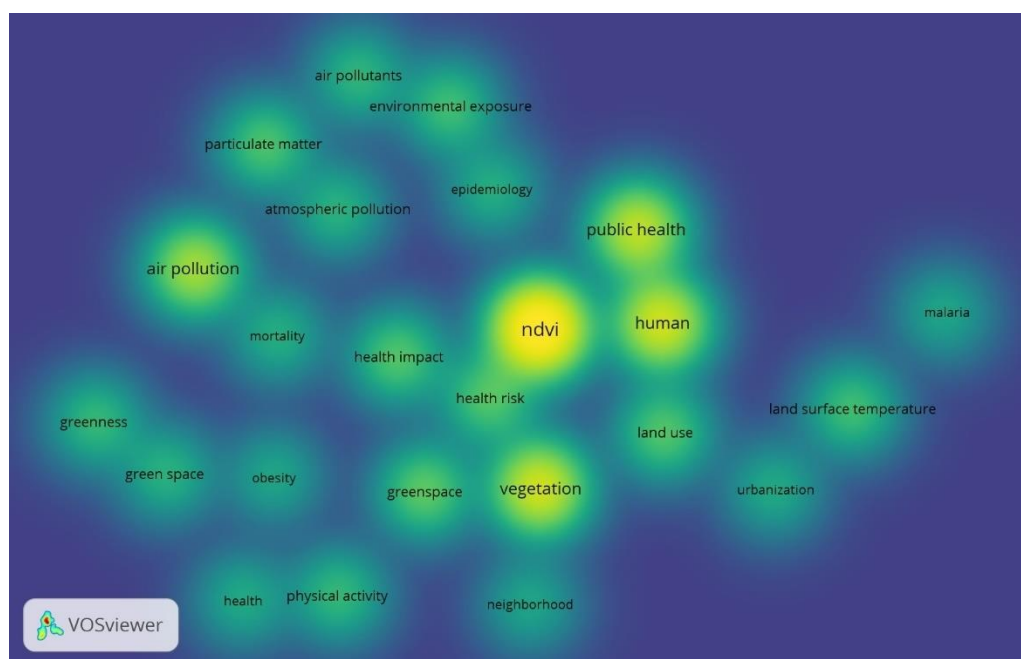


Figura 7. Densidade dos termos de maior ocorrência nos estudos que relacionam o NDVI com aspectos de saúde humana, publicados durante o período de 2000 a 2021.

É perceptível que os termos NDVI, *public health*, *human*, *vegetation* e *air pollution* são mais recorrentes nas publicações, o que corrobora que a poluição do ar é o fator mais estudado como agente desencadeante de impactos à saúde humana, e a vegetação é apontada como um indicador de mitigação de tais impactos. A poluição do ar é um termo bastante reportado, pois associa-se à vários impactos à saúde, como a incidência de doenças relacionadas ao calor, doenças respiratórias, diabetes, obesidade, desenvolvimento gestacional e desfechos de partos, desenvolvimento infantil, transtornos mentais, entre outros.

O NDVI também tem sido associado a estudos epidemiológicos, com o intuito de compreender de que forma a vegetação influencia na disseminação de doenças, como a malária, a leishmaniose tegumentar e visceral, esquistossomose, leptospirose e as arboviroses (dengue, febre amarela, zika e chikungunya).

Outra associação reportada é a relação entre a vegetação e os efeitos das mudanças climáticas na saúde. O aumento da temperatura de superfície, ondas de calor e o estresse térmico têm sido apontados como fatores de risco para a incidência de doenças relacionadas ao calor, como acidente vascular cerebral (AVC), doenças cardiovasculares e hipertensão. Assim, os estudos têm analisado se valores altos de NDVI são capazes de atenuar os efeitos do aumento da temperatura de superfície e por conseguinte, a ocorrência das doenças relacionadas ao calor.

Ademais, foram observados estudos que relacionam a presença de espaços verdes em áreas residenciais, com uma maior percepção de saúde, bem-estar, predisposição para atividades físicas e uma menor ocorrência de sobrepeso e obesidade. Na Tabela 3 consta o quantitativo dos estudos publicados de acordo com as relações analisadas.

Tabela 3. Desfechos de saúde relacionados ao NDVI abordados nos artigos publicados no período de 2000 a 2021.

Desfecho de saúde relacionado ao NDVI	Quantidade de artigos	Autores
Doenças/mortes relacionadas à temperatura de superfície (AVC/doenças cardiovasculares/hipertensão)	19	Bao et al. (2021a); Buscail et al. (2012); Denpetkul; Phosri (2021); Grazuleviciene et al. (2020); Iyer et al. (2021); Jenerette et al. (2016); Kim et al. (2019); Knobel et al. (2021); Liu et al. (2021); Lo et al. (2003); Liss et al. (2012); Poulsen et al. (2021); Qiu et al. (2021); Son et al. (2016); Wilker et al. (2014); Vienneau et al. (2017); Xu et al. (2014); Yang et al. (2019); Zhang et al. (2021)
Malária	15	Adimi et al. (2010); Fastring e Griffith et al. (2009); Ferrao et al. (2018); Frake et al. (2020); Gascon et al. (2016); Haque et al. (2010); Ibrahim et al. (2020); Manyangadze et al. (2017); McMahon et al. (2021); Okiring et al. (2021); Rai et al. (2013); Rigg et al. (2019); Sewe et al. (2016); Siya et al. (2020); Su et al. (2019)
Arboviroses	13	Acharya et al. (2018); Astuti et al. (2019); Conrad et al. (2019); German et al. (2018); Ha et al. (2021); Hendy et al. (2020); Hira et al. (2018); Liu et al. (2012); Meza-Ballesta e Gonima (2014); Scavuzzo et al. (2018); Sun et al. (2018); Tourre et al. (2008); Yañez-Arenas et al. (2018)
Doenças respiratórias	12	Alvarez-Mendoza et al. (2019); Cilluffo et al. (2018); Fan et al. (2020); Gernes et al. (2019); Kuiper et al. (2020); Kwon et al. (2019); Lee et al. (2020); Li et al. (2019); Nordeide et al. (2021); Sun et al. (2020); Tischer et al. (2017); Yu et al. (2021)
Transtornos mentais e neurológicos	11	Abdullah et al. (2021); Aitken et al. (2021); Banay et al. (2019); Chang et al. (2020); Chern et al. (2018); Cohen-Cline et al. (2015); Crouse et al. (2021); Li et al. (2021); Liu et al. (2019); McEachan et al. (2018); Soga et al. (2021)
Saúde e bem-estar em geral	11	Browning et al. (2018); Cheng et al. (2021); de Jalón et al. (2021); Keijzer et al. (2019); Kruise et al. (2020); Liss et al. (2012); McMorris et al. (2015); Su et al. (2019); Tilt et al. (2007); Villeneuve et al. (2018); Zhu et al. (2020)
Desenvolvimento gestacional, fetal e parto	9	Anabitarte et al. (2020); Choe et al. (2018); Glazer et al. (2018); Hystad et al. (2014); Lee et al. (2021); Margerison et al. (2021); Oliveira et al. (2016); Sani et al. (2020); Weber et al. (2021)
Revisão de literatura	8	Davis et al. (2021); Ebhuoma e Gebreslasie (2016); Holland et al. (2021); Hu et al. (2021); Kelly et al. (2011); Rojas-Rueda et al. (2019); Rigolon et al. (2021); Yuhan et al. (2021)
Sobrepeso e obesidade	8	Bao et al. (2021b); Huang et al. (2020); Iyer et al. (2021); Klompmaker et al. (2018); Nichani et al. (2020); Sarkar (2017); Xiao et al. (2021); Yang et al. (2020);
Diabetes	8	Clark et al. (2017); Iyer et al. (2021); Li et al. (2021); Liao et al. (2019); Lin et al. (2019); Lin et al. (2021); Qu et al. (2020); Tsai et al. (2021)
Taxa de mortalidade total por causas não acidentais	6	Barboza et al. (2021); Bauwelinck et al. (2021); Keijzer et al. (2017); Klompmaker et al. (2020); Moran et al. (2021); Zijlma et al. (2020)
Leishmaniose	6	Berrozpe et al. (2019); Costa et al. (2018); Hakkour et al. (2020); Mollalo et al. (2016); Santana et al. (2019); Tilt et al. (2007)
Esquistossomose	5	Guimarães et al. (2008); Hu et al. (2015); Pullan et al. (2008); Qiu et al. (2014); Tello-Cifuentes e Díaz-Paz (2021); Wrable et al. (2019)
Febre hemorrágica com síndrome renal (infecção por hantavírus)	4	Barrios et al. (2012); Li et al. (2014); Liu et al. (2014); Yan et al. (2007)
Incidência/mortalidade por	4	Coleman et al. (2021); Moon e Chae (2018); Wang et al.

câncer		(2020); Yang et al. (2021)
Desenvolvimento infantil	3	Asta et al. (2021); de Bont (2020); Lee et al. (2019)
Distúrbios hormonais	3	Abareshi et al. (2020); Triebner et al. (2019); Wei et al. (2021)
Qualidade de sono	2	Berrang-Ford et al. (2010); Xie et al. (2020)
Doenças oftalmológicas	2	Huang et al. (2021); Orusa et al. (2020)
Doenças transmitidas por carrapatos	2	Barrios et al. (2012); Honig et al. (2019)
Leptospirose	1	Dhewantara et al. (2020)
Hiperucemia	1	Dong et al. (2021)
Raiva humana	1	Yu et al. (2020)
Hepatite	1	Tian et al. (2018)

O NDVI tem sido associado a vários desfechos de saúde, o que demonstra a influência da vegetação na saúde, bem-estar e qualidade de vida das populações, além da importância dessa ferramenta em estudos epidemiológicos. Observou-se que a relação mais estudada pela comunidade científica nas pesquisas que integram o NDVI com a saúde humana, tem sido a relação entre a vegetação e a incidência de doenças relacionadas à temperatura de superfície e ondas de calor, decorrentes das mudanças climáticas, que correspondeu a 18 (quatorze) publicações associadas ao calor e 1 (uma) publicação associada ao frio. Doenças desta natureza também estão incluídas nos estudos epidemiológicos que quantificaram a taxa de mortalidade por causas não acidentais e doenças não transmissíveis.

Especificamente, as doenças relacionadas à temperatura de superfície reportadas nos estudos foram: AVC (Wilker et al., 2014; Bao et al., 2021a), hipertensão (Yang et al., 2019; Grazuleviciene et al., 2020), cardiovasculares e respiratórias (Lo et al., 2003; Xu et al., 2014; Kim et al., 2019; Knobel et al., 2021), mortalidade e morbidade por todas as causas não acidentais (Lo et al., 2003; Son et al., 2016; Vienneau et al., 2017; Denpetkul e Phosri, 2021; Qiu et al., 2021). Liss et al. (2012) analisaram a relação entre o NDVI residencial e as internações por frio, nos Estados Unidos.

Para Bao et al. (2021a), altos valores de temperatura de superfície noturna e de proporção de superfície impermeável podem agravar os efeitos nocivos do calor na morbidade por AVC, enquanto os valores altos de NDVI e de

cobertura de água podem aliviar seus efeitos. De modo semelhante, Liu et al. (2021) constataram que altos valores de NDVI foram consistentes e significativamente associados a menores chances de prevalência de doenças cardiovasculares entre adultos do distrito de Longzihu de Bengbu, na China.

O verde beneficia a saúde ao diminuir o impacto de temperaturas extremamente altas, sendo imprescindível que os formuladores de políticas considerem a vegetação no contexto das mudanças climáticas e da saúde (Qiu et al., 2021).

Buscail et al. (2012) ponderaram que as mortes relacionadas ao calor são amplamente evitáveis, mas as intervenções para as populações mais vulneráveis precisam ser melhor construídas. Diante dessa constatação, utilizaram o NDVI para o mapeamento de áreas de riscos à saúde decorrentes de ondas de calor, na cidade francesa de Rennes.

As doenças respiratórias também foram associadas ao NDVI, dada à capacidade da vegetação de atenuar os efeitos da poluição

atmosférica. Foram identificados 12 (doze) estudos, que relacionaram o índice com doenças como, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), asma, bronquite, rinite, pneumonia e alergia. Alvarez-Mendonza et al. (2019) utilizaram o NDVI no desenvolvimento de um modelo espacial de risco à saúde respiratória, em Quito, Equador.

Tischer et al. (2017) constataram que uma maior proximidade residencial de espaços verdes foi associada a um risco reduzido de bronquite. Cilluffo et al. (2018) também corroboram que crianças que vivem em áreas com baixos valores de NDVI têm maiores chances de apresentarem sintomas alérgicos. Além disso, constatou-se que a exposição dos pais à poluição do ar pode influenciar no risco de asma e alergias em futuros filhos (Kuiper et al., 2020). De forma contrária, Lee et al. (2020) em seu estudo observaram que a exposição ao verde contribui para um risco aumentado de rinite alérgica (RA) nas crianças do Taiwan. Dependendo da época do ano, o aumento de rinite alérgica pode ser atribuída a maior quantidade de material biogênico na atmosfera, como os fungos, vírus e bactérias.

Outra associação analisada foi a do NDVI com a incidência de doenças vetoriais, sendo a malária a mais reportada nos estudos; 15 (quinze) estudos verificaram a influência da vegetação na ocorrência desta doença. O NDVI foi empregado como um indicador ambiental *ex-ante* para o mapeamento e modelagem das áreas susceptíveis à malária. Haque et al. (2010) constataram que valores baixos de NDVI foram associados a um aumento no número de casos de malária, em Bangladesh.

Para Adimi et al. (2010) os estudos que analisam o papel das variáveis ambientais na transmissão da malária são de extrema importância, pois podem contribuir para melhorias nos programas de controle da doença.

As arboviroses também têm sido relacionadas à presença e densidade da vegetação, expressa no NDVI. Foram identificados 13 (treze) estudos que analisaram a influência do índice de vegetação na propagação de vetores como, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, agentes transmissores da dengue, zika e Chikungunya, *Haemagogus* e *Sabethes*, agentes transmissores

da febre amarela e mosquitos do gênero *Culex*, agentes transmissores da febre do Nilo Ocidental e encefalite viral.

Os estudos ecológicos têm demonstrado uma forte associação entre NDVI e a incidência de dengue. Meza-Ballesta e Gonima (2014) demonstraram que o estado de cobertura vegetal (vigor e densidade) teve uma notável influência na ocorrência da dengue, em 8 (oito) municípios do Departamento de Córdoba, na Colômbia. Em síntese, o aumento da ocorrência de dengue está significativamente relacionado à diminuição da vegetação (vigor, densidade e cobertura).

Conrad et al. (2019) utilizaram o NDVI e outras variáveis em um modelo para prever casos notificados de dengue em todas as regiões do Brasil. O NDVI foi considerado um indicador significativo dos casos de dengue, sendo que os menores valores do índice estavam associados à maior incidência da doença, em todas as regiões brasileiras. Estes resultados corroboram com a influência da vegetação saudável na abundância de mosquitos adultos e a potencialidade do uso das

geotecnologias na previsão de arboviroses.

Em uma menor quantidade, outras doenças vetoriais foram associadas ao NDVI. Foram identificados 6 (seis) estudos que analisam a influência da vegetação na incidência de leishmaniose, 5 (cinco) na incidência de esquistossomose, 4 (quatro) nos quadros de infecção por hantavírus, especificamente, febre hemorrágica com síndrome renal, 1 (um) nos casos de leptospirose e 1 (um) nos casos de raiva humana.

Santana et al. (2019) utilizaram o NDVI como uma variável ambiental para a modelagem do nicho ecológico da *Lutzomyia longipalpis*, vetor da leishmaniose visceral no estado da Bahia, Brasil. Para os autores, a identificação de áreas de risco e fatores associados a essa distribuição é fundamental para priorizar a alocação de recursos e melhorar a eficácia do programa estadual de vigilância e controle de doenças vetoriais, como a leishmaniose visceral.

O NDVI tem sido associado a outras condições de saúde e bem viver, como um fator que influencia na saúde mental, em 8 (oito)

estudos, no desenvolvimento gestacional, fetal e desfechos de partos (ocorrência de prematuridade e peso dos recém nascidos), em 9 (nove) estudos, na incidência de sobrepeso e obesidade, em 8 (oito) estudos, nos casos de diabetes, em 8 (oito) estudos, na saúde e bem-estar em geral, em 11 (onze) estudos, no desenvolvimento infantil, em 3 (três) estudos, na ocorrência de distúrbios hormonais, em 3 (três) estudos, na qualidade do sono, em 2 (dois) estudos, nos casos de câncer, em 4 (quatro) estudos, entre outras.

Para Anabitarte et al. (2021), a proximidade com o verde pode impactar positivamente diversos indicadores de saúde humana, por meio da redução da poluição do ar, da melhoria da saúde psicológica e da promoção da atividade física. Browning e Rigolon et al. (2019) corroboram que maior cobertura arbórea foi associada a menor obesidade e melhor saúde mental. Ademais, foi constatado que valores mais altos de NDVI estavam significativamente associados a melhores resultados de saúde em geral (Su et al., 2019).

Wei et al. (2021) analisaram a influência da vegetação nos níveis

hormonais de adultos chineses, e constataram que um aumento de 0,1 unidade no NDVI foi associado a um aumento de 0,310 ng/ml na testosterona sérica e a um aumento de 0,170 ng/ml na progesterona sérica em homens, bem como a um aumento de 0,143 ng/ml na progesterona sérica em mulheres. Triebner et al. (2019) concluíram que a exposição a altos valores de NDVI está associado à idade avançada na menopausa e pode retardar o envelhecimento reprodutivo.

O estudo desenvolvido por Xie et al. (2021) indicou que uma maior área verde residencial, demonstrada por altos valores de NDVI, foi significativamente associada a uma melhor qualidade do sono na população rural chinesa, o que destaca o efeito significativo do espaço verde na saúde humana.

Outra contribuição importante foi propagada por Zhu et al. (2020), que inferiram que cada aumento de 0,1 unidade no NDVI médio anual reduz em 13% a chance de deficiência de vitamina D em idosos, o que sugere que níveis mais altos de verde residencial estão associados a concentrações séricas mais altas desta vitamina no corpo

humano. Assim, a exposição à áreas verdes é um fator relevante para a prevenção da deficiência de vitamina D em idosos.

Para Sarkar (2017) e Lin et al. (2021), medidas para manutenção e recomposição de espaços verdes podem atuar como intervenções de saúde pública, melhorando as externalidades negativas de saúde em ambientes urbanos. No entanto, são necessários estudos epidemiológicos retrospectivos e prospectivos para identificar evidências de causas e efeitos e, assim, orientar efetivamente gestores e tomadores de decisão sobre a qualidade do ambiente como um importante fator de redução de danos à saúde e gastos de recursos, com impactos evitáveis para a saúde humana.

Tello-Cifuentes e Díaz-Paz (2021) empregaram o NDVI e outros índices para analisar e mapear a qualidade ambiental da cidade de Medellín, na Colômbia. Os resultados demonstraram que áreas com muito boa e boa qualidade do ar têm maior cobertura vegetal (altos valores de NDVI) e geralmente estão localizados nas extremidades da cidade, o que

sugere que a qualidade ambiental está intimamente associada à cobertura vegetal, que é um fator-chave de equilíbrio e estrato socioeconômico. Os autores propõem que este mapeamento seja utilizado pelas entidades de saúde na identificação dos setores mais vulneráveis devido à péssima qualidade ambiental e monitorar as populações destes setores, considerando as possíveis implicações na saúde.

As interconexões espaciais entre vegetação, pobreza e os indicadores associados à saúde na África Ocidental foram analisadas por Sedda et al. (2015), e foi constatada uma forte correlação entre as variáveis, sendo que a incidência de pobreza e mortalidade infantil varia inversamente com o NDVI, ou seja, alto NDVI associa-se à menores índices de pobreza e mortalidade infantil. Essas conexões existem não apenas em uma base pontual, mas são espacialmente estruturadas em toda a área de estudo. Assim, recomenda-se que o NDVI seja incluído ou testado em qualquer análise e mapeamento da pobreza ou injustiça ambiental, podendo ser utilizado para subsidiar intervenções à luz dos Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável - ODS (Sedda et al., 2015).

As diversas aplicações do NDVI nos estudos analisados demonstram o potencial do índice como um indicador *ex-ante* da qualidade ambiental, fortemente correlacionado com a saúde e bem viver nos sistemas socioecológicos. Sob a perspectiva da justiça ambiental, pode-se concluir que altos valores de NDVI corresponde à temperaturas mais amenas no verão, o que resulta em condições de vida mais saudáveis. Isso significa que o grau de vegetação verde é um parâmetro ambiental relacionado a riscos à saúde (Juergens e Meyer-Heß, 2020). Em áreas urbanas, com efeitos de ilhas de calor, a vegetação pode diminuir o armazenamento de calor e reduzir efetivamente as temperaturas do ar, por meio da evapotranspiração, em 0,5 a 4,0°C (Qiu et al., 2013).

Apesar dos avanços nos estudos que associam vegetação, ambiente, clima e saúde humana, é de suma importância que a comunidade científica prossiga nas pesquisas, com o intuito de melhor compreender os efeitos das mudanças ambientais e climáticas na saúde, de modo a definir

cenários e sobretudo, subsidiar políticas públicas de prevenção e promoção da saúde, bem-viver e de melhoria da qualidade ambiental.

Para Ventura et al. (2020), é preciso que haja uma agenda de pesquisa permanente, que considere não somente a evolução de doenças específicas e emergentes, mas o impacto das crises sobre a saúde das populações, além de investigar as causas sociais, ambientais, econômicas e políticas. É imprescindível que a comunidade científica amplie as pesquisas interdisciplinares sobre os aspectos prioritários de saúde pública, integrando o conhecimento da área ambiental com a saúde, despertando a atenção de gestores, tomadores de decisão e lideranças políticas, para a importância da qualidade de vida e bem viver para a sociedade.

O Brasil apesar de ser reconhecido mundialmente por sua megadiversidade e dimensão continental, com ampla heterogeneidade espacial e de recursos naturais, é um dos países com a maior taxa de desmatamento nos últimos 20 anos, associada a incêndios florestais, o que resulta

em crescentes e drásticas perdas de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (Fearnside, 2017; Santos et al., 2017; Copertino et al., 2019).

Para Bustamante et al. (2019), no Brasil, há um desequilíbrio nos esforços da pesquisa para compreender os impactos da perda e da fragmentação de habitats naturais sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos nos sistemas socioecológicos. É de suma importância que o conhecimento das interações e dos impactos da cobertura e do uso da terra e das mudanças climáticas nos serviços ecossistêmicos apresentem abrangência e disseminação adequadas para possibilitar maior engajamento entre os resultados de pesquisa e a tomada de decisão.

Conclusões

1. Os estudos elegíveis nesta revisão de escopo demonstraram uma forte associação entre o NDVI e diferenciados desfechos de saúde, analisados por pesquisadores de diferentes países, evidenciando oportunidades para a inovação do conhecimento

interdisciplinar nos sistemas socioecológicos e a importância dos serviços ecossistêmicos.

2. A China destaca-se como o país com maior quantidade de publicações que integram o NDVI à desfechos de saúde humana, evidenciando o papel da vegetação na mitigação dos efeitos da poluição atmosférica. No Brasil, a produção científica acerca desta temática é incipiente, o que não condiz com o recorrente cenário de degradação ambiental, desmatamento e queimadas e os potenciais impactos à saúde decorrentes de tais práticas.

3. A maior parte dos estudos analisados se concentraram em analisar o NDVI residencial, de forma a demonstrar a influência da exposição ao verde na saúde e na qualidade de vida. Outra parcela considerável das publicações desenvolveu análises em todo o país, sendo estes maioritariamente estudos de mapeamento de áreas com maior incidência ou potencialidade de doenças, como malária e arboviroses.

4. O NDVI está relacionado à vários desfechos de saúde, demonstrando a forte influência da vegetação na saúde e bem-viver das populações.

As doenças relacionadas ao calor foram as mais associadas ao NDVI, denotando o papel da vegetação na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. As doenças respiratórias chamam atenção diante da associação ao NDVI, dada a capacidade da vegetação de atenuar os efeitos da poluição atmosférica. Outra associação reportada foi a do NDVI com doenças vetoriais, como a malária e as arboviroses.

5. As relações entre o NDVI e os desfechos de saúde apresentados corroboram o potencial deste índice como um preditor da qualidade ambiental, que por sua vez, está diretamente relacionado com a saúde e qualidade de vida. Recomenda-se fortemente que o NDVI seja incluído nas análises e programas de promoção à saúde, como um indicador de qualidade de vida, contribuindo para a identificação e mapeamento de áreas e populações vulneráveis e para a análise e redução dos riscos à saúde, decorrentes da degradação da qualidade ambiental.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela disponibilização do acesso às bases de dados, ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) pela oportunidade de estudo.

Referências

- Abareshi, F., Sharifi, Z., Hekmatshoar, R., Fallahi, M., Najafi, M. L., Asour, A. A., ... & Dadvand, P. (2020). Association of exposure to air pollution and green space with ovarian reserve hormones levels. *Environmental Research*, 184, 109342.
- Abdullah, A. Y. M., Law, J., Butt, Z. A., & Perlman, C. M. (2021). Understanding the Differential Impact of Vegetation Measures on Modeling the Association between Vegetation and Psychotic and Non-Psychotic Disorders in Toronto, Canada. *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 4713.
- Acharya, B. K., Cao, C., Xu, M., Khanal, L., Naeem, S., & Pandit, S. (2018). Temporal variations and associated remotely sensed environmental variables of dengue fever in Chitwan District, Nepal. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(7), 275.
- Adimi, F., Soebiyanto, R. P., Safi, N., & Kiang, R. (2010). Towards malaria risk prediction in Afghanistan using remote sensing. *Malaria Journal*, 9(1), 1-11.
- Aitken, W. W., Lombard, J., Wang, K., Toro, M., Byrne, M., Nardi, M. I., ... & Brown, S. C. (2021). Relationship of neighborhood greenness to Alzheimer's disease and non-Alzheimer's dementia among 249,405 US Medicare beneficiaries. *Journal of Alzheimer's disease*, 81(2), 597-606.
- Alvarez-Mendoza, C. I., Teodoro, A., Ordonez, J., Benitez, A., Freitas, A., & Fonseca, J. (2019, October). Modeling the prevalence of respiratory chronic diseases risk using satellite images and environmental data. In *Remote sensing technologies and applications in urban environments IV* (Vol. 11157, pp. 10-19). SPIE.
- Anabitarte, A., Subiza-Pérez, M., Ibarluzea, J., Azkona, K., García-Baquero, G., Miralles-Guasch, C., ... & Lertxundi, A. (2020). Testing the multiple pathways of residential greenness to pregnancy outcomes model in a sample of pregnant women in the metropolitan area of Donostia-San Sebastian. *International journal of*
- Ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) pela oportunidade de participar de disciplinas abertas a estudantes de pós-graduação de outras instituições.

- environmental research and public health, 17(12), 4520.
- Aparicio, C., & Bitencourt, M. D. (2004). Spatial modeling of cutaneous leishmaniasis risk zones. *Revista de Saúde Pública*, 38, 511-516.
- Asta, F., Michelozzi, P., Cesaroni, G., De Sario, M., Davoli, M., & Porta, D. (2021). Green spaces and cognitive development at age 7 years in a incidence to inform surveillance. *Parasites & vectors*, 12(1), 1-12.
- Banay, R. F., James, P., Hart, J. E., Kubzansky, L. D., Spiegelman, D., Okereke, O. I., ... & Laden, F. (2019). Greenness and depression incidence among older women. *Environmental health perspectives*, 127(2), 027001.
- Bao, J., Cao, Z., Huang, C., Lei, L., Yang, Y., Peng, J., & Shi, X. (2021a). Modification effect of urban landscape characteristics on the association between heat and stroke morbidity: A small-scale intra-urban study in Shenzhen, China. *Science of The Total Environment*, 786, 147223.
- Bao, W. W., Yang, B. Y., Zou, Z. Y., Ma, J., Jing, J., Wang, H. J., ... & Chen, Y. J. (2021). Greenness surrounding schools and adiposity in children and adolescents: findings from a national population-based study in China. *Environmental research*, 192, 110289.
- Barboza, E. P., Cirach, M., Khomenko, S., lungman, T., Mueller, N., Barrera-Gómez, J., ... & Nieuwenhuijsen, M. (2021). Green space and mortality in European cities: a health impact assessment study. *The Lancet Planetary Health*, 5(10), e718-e730.
- Barrios, J. M., Verstraeten, W. W., Maes, P., Aerts, J. M., Farifteh, J., & Coppin, P. (2012). Using the gravity model to estimate the spatial spread rome birth cohort: The mediating role of nitrogen dioxide. *Environmental Research*, 196, 110358.
- Astuti, E. P., Dhewantara, P. W., Prasetyowati, H., Ipa, M., Herawati, C., & Hendrayana, K. (2019). Paediatric dengue infection in Cirebon, Indonesia: a temporal and spatial analysis of notified dengue of vector-borne diseases. *International journal of environmental research and public health*, 9(12), 4346-4364.
- Bauwelink, M., Casas, L., Nawrot, T. S., Nemery, B., Trabelsi, S., Thomas, I., ... & Vandenheede, H. (2021). Residing in urban areas with higher green space is associated with lower mortality risk: a census-based cohort study with ten years of follow-up. *Environment International*, 148, 106365.
- Beck, L. R., Lobitz, B. M., & Wood, B. L. (2000). Remote sensing and human health: new sensors and new opportunities. *Emerging infectious diseases*, 6(3), 217.
- Berrang-Ford, L., Berke, O., Sweeney, S., & Abdelrahman, L. (2010). Sleeping sickness in southeastern Uganda: a spatio-temporal analysis of disease risk, 1970–2003. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 10(10), 977-988.
- Berrozpe, P. E., Lamattina, D., Santini, M. S., Araujo, A. V., Torrusio, S. E., & Salomón, O. D. (2019). Spatiotemporal dynamics of *Lutzomyia longipalpis* and macro-habitat characterization using satellite images in a leishmaniasis-endemic city in Argentina. *Medical and veterinary entomology*, 33(1), 89-98.
- Biggs, R., Schlüter, M., & Schoon, M. L. (Eds.). (2015). Principles for building resilience: sustaining

- ecosystem services in social-ecological systems.
- Browning, M. H., & Rigolon, A. (2018). Do income, race and ethnicity, and sprawl influence the greenspace-human health link in city-level analyses? Findings from 496 cities in the United States. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1541.
- Buscail, C., Upegui, E., & Viel, J. F. (2012). Mapping heatwave health risk at the community level for public health action. *International journal of health geographics*, 11(1), 1-9.
- BUSTAMANTE, M. M., Metzger, J. P., Scariot, A. O., Bager, A., Turra, A., Barbieri, A., ... & Farjalla, V. F. (2019). Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. In: Joly, C. A., Scarano, F. R., Seixas, C. S., Metzger, J. P., Ometto, J. P., Bustamante, M. M. C., Padgurschi, M. C. G., Pires, A. P. F., Castro, P. F. D., Gadda, T., Toledo, P. (Ed.). 1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019. cap. 3, p. 93-213.
- Carneiro, D. D. M. T. (2004). Identificação de áreas de risco para a leishmaniose visceral americana, através de estudos epidemiológicos e sensoriamento remoto orbital, em Feira de Santana, Bahia, Brasil (2000-2002). *Revista Baiana de Saúde Pública*, 28(1), 19-19.
- Chang, H. T., Da Wu, C., & Su, H. J. (2020, January). Linkage between green space structures and mental disorder in Taiwan. In 40th Asian Conference on Remote Sensing: Progress of Remote Sensing Technology for Smart Future, ACRS 2019.
- Cheng, Y., Zhang, J., Wei, W., & Zhao, B. (2021). Effects of urban parks on residents' expressed happiness before and during the COVID-19 pandemic. *Landscape and Urban Planning*, 212, 104118.
- Chern, Y. R., Hung, Y. C., Pan, W. C., Lung, S. C. C., & Da Wu, C. (2018). Association between surrounding greenness and bipolar disorder using spatial informatics: A study in Taipei. *Taiwan Journal of Public Health*, 37(5), 514-526.
- Choe, S. A., Kauderer, S., Eliot, M. N., Glazer, K. B., Kingsley, S. L., Carlson, L., ... & Wellenius, G. A. (2018). Air pollution, land use, and complications of pregnancy. *Science of The Total Environment*, 645, 1057-1064.
- Cilluffo, G., Ferrante, G., Fasola, S., Montalbano, L., Malizia, V., Piscini, A., ... & La Grutta, S. (2018). Associations of greenness, greyness and air pollution exposure with children's health: a cross-sectional study in Southern Italy. *Environmental Health*, 17(1), 1-12.
- Clark, C., Sbihi, H., Tamburic, L., Brauer, M., Frank, L. D., & Davies, H. W. (2017). Association of long-term exposure to transportation noise and traffic-related air pollution with the incidence of diabetes: a prospective cohort study. *Environmental health perspectives*, 125(8), 087025.
- Cohen-Cline, H., Turkheimer, E., & Duncan, G. E. (2015). Access to green space, physical activity and mental health: a twin study. *J Epidemiol Community Health*, 69(6), 523-529.
- Colares, G. S., Dell'Osbelt, N., Wiesel, P. G., Oliveira, G. A., Lemos, P. H. Z., da Silva, F. P., ... & Machado, Ê. L. (2020). Floating treatment wetlands: A review and bibliometric analysis. *Science of the Total Environment*, 714, 136776.

- Coleman, C. J., Yeager, R. A., Riggs, D. W., Coleman, N. C., Garcia, G. R., Bhatnagar, A., & Pope, C. A. (2021). Greenness, air pollution, and mortality risk: A US cohort study of cancer patients and survivors. *Environment International*, 157, 106797.
- Conrad, J., Ziemann, A., Refeld, R., Parikh, N., Siraj, A., Generous, N., ... & Manore, C. (2019, May). Understanding polynomial distributed lag models: truncation lag implications for a mosquito-borne disease risk model in Brazil. In *Algorithms, Technologies, and Applications for Multispectral and Hyperspectral Imagery XXV* (Vol. 10986, pp. 172-182). SPIE.
- Copertino, M., Piedade, M. T. F., Vieira, I. C. G., & Bustamante, M. (2019). Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. *Ciência e Cultura*, 71(4), 04-05.
- Corvalán, C., Hales, S., McMichael, A. (2005). *Ecosistemas y bienestar Humano: Síntesis sobre Salud. Un informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM)*. Organización Mundial da Saúde.
- Costanza, R., & Jorgensen, S. E. (Eds.). (2002). *Understanding and solving environmental problems in the 21st century: toward a new, integrated hard problem science*. Elsevier.
- Crouse, D. L., Pinault, L., Christidis, T., Lavigne, E., Thomson, E. M., & Villeneuve, P. J. (2021). Residential greenness and indicators of stress and mental well-being in a Canadian national-level survey. *Environmental research*, 192, 110267.
- da Costa, S. M., Cordeiro, J. L. P., & Rangel, E. F. (2018). Environmental suitability for *Lutzomyia* (Nyssomyia) whitmani (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) and the occurrence of American cutaneous leishmaniasis in Brazil. *Parasites & Vectors*, 11(1), 1-10.
- Daudt, H. M., van Mossel, C., & Scott, S. J. (2013). Enhancing the scoping study methodology: a large, inter-professional team's experience with Arksey and O'Malley's framework. *BMC medical research methodology*, 13(1), 1-9.
- Davis, Z., Guhn, M., Jarvis, I., Jerrett, M., Nesbitt, L., Oberlander, T., ... & van den Bosch, M. (2021). The association between natural environments and childhood mental health and development: A systematic review and assessment of different exposure measurements. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 235, 113767.
- de Bont, J., Hughes, R., Tilling, K., Díaz, Y., de Castro, M., Cirach, M., ... & Vrijheid, M. (2020). Early life exposure to air pollution, green spaces and built environment, and body mass index growth trajectories during the first 5 years of life: A large longitudinal study. *Environmental Pollution*, 266, 115266.
- de Jalón, S. G., Chiabai, A., Quiroga, S., Suárez, C., Ščasný, M., Máca, V., ... & Taylor, T. (2021). The influence of urban greenspaces on people's physical activity: A population-based study in Spain. *Landscape and Urban Planning*, 215, 104229.
- de Keijzer, C., Tonne, C., Sabia, S., Basagaña, X., Valentín, A., Singh-Manoux, A., ... & Dadvand, P. (2019). Green and blue spaces and physical functioning in older adults: Longitudinal analyses of the Whitehall II study. *Environment international*, 122, 346-356.
- de Keijzer, C., Agis, D., Ambrós, A., Arévalo, G., Baldasano, J. M., Bande, S., ... & MED-HISS Study group. (2017). The association of air

- pollution and greenness with mortality and life expectancy in Spain: A small-area study. *Environment international*, 99, 170-176.
- de Santana Martins Rodgers, M., Bavia, M. E., Fonseca, E. O. L., Cova, B. O., Silva, M. M. N., Carneiro, D. D. M. T., ... & Malone, J. B. (2019). Ecological niche models for sand fly species and predicted distribution of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) and visceral leishmaniasis in Bahia state, Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, 191(2), 1-12.
- Denpetkul, T., & Phosri, A. (2021). Daily ambient temperature and mortality in Thailand: Estimated effects, attributable risks, and effect modifications by greenness. *Science of the Total Environment*, 791, 148373.
- Dhewantara, P. W., Zhang, W., Al Mamun, A., Yin, W. W., Ding, F., Guo, D., ... & Magalhães, R. J. S. (2020). Spatial distribution of leptospirosis incidence in the Upper Yangtze and Pearl River Basin, China: Tools to support intervention and elimination. *Science of the Total Environment*, 725, 138251.
- Dong, X., Liu, X., Zhang, L., Li, R., Tu, R., Hou, J., ... & Wang, C. (2021). Residential greenness associated with lower serum uric acid levels and hyperuricemia prevalence in a large Chinese rural population. *Science of the Total Environment*, 770, 145300.
- Ebhuoma, O., & Gebreslasie, M. (2016). Remote sensing-driven climatic/environmental variables for modelling malaria transmission in Sub-Saharan Africa. *International journal of environmental research and public health*, 13(6), 584.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2019). Manual for VOSviewer version 1.6.
10. Leiden: CWTS Universiteit Leiden.
- Fan, J., Guo, Y., Cao, Z., Cong, S., Wang, N., Lin, H., ... & Fang, L. (2020). Neighborhood greenness associated with chronic obstructive pulmonary disease: A nationwide cross-sectional study in China. *Environment International*, 144, 106042.
- Fastring, D. R., & Griffith, J. A. (2009). Malaria incidence in Nairobi, Kenya and dekadal trends in NDVI and climatic variables. *Geocarto International*, 24(3), 207-221.
- Fearnside, P. M. (2005). Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, 1 (1), 113-123.
- Fearnside, P.M. (2017). Deforestation of the Brazilian Amazon. In: H. Shugart (ed.) *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Oxford University Press, New York, USA.
- Fernandes, T., de Souza Hacon, S., & Novais, J. W. Z. (2021). Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: Revisão Sistemática. *Revista Brasileira de Climatologia*, 28, 138-164.
- Ferrao, J. L., Niquisse, S., Mendes, J. M., & Painho, M. (2018). Mapping and modelling malaria risk areas using climate, socio-demographic and clinical variables in Chimoio, Mozambique. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 795.
- Folke, C., Jansson, Å., Rockström, J., Olsson, P., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., ... & Westley, F. (2011). Reconnecting to the biosphere. *Ambio*, 40(7), 719-738.
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and

- biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3).
- Folke, C. (2016). Resilience (republished). *Ecology and society*, 21(4).
- Frake, A. N., Peter, B. G., Walker, E. D., & Messina, J. P. (2020). Leveraging big data for public health: Mapping malaria vector suitability in Malawi with Google Earth Engine. *Plos one*, 15(8), e0235697.
- Gascon, M., Cirach, M., Martínez, D., Dadvand, P., Valentín, A., Plasència, A., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Normalized difference vegetation index (NDVI) as a marker of surrounding greenness in epidemiological studies: The case of Barcelona city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 19, 88-94.
- German, A., Espinosa, M. O., Abril, M., & Scavuzzo, C. M. (2018). Exploring satellite based temporal forecast modelling of *Aedes aegypti* oviposition from an operational perspective. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 11, 231-240.
- Gernes, R., Brokamp, C., Rice, G. E., Wright, J. M., Kondo, M. C., Michael, Y. L., ... & Ryan, P. H. (2019). Using high-resolution residential greenspace measures in an urban environment to assess risks of allergy outcomes in children. *Science of the total environment*, 668, 760-767.
- Glazer, K. B., Eliot, M. N., Danilack, V. A., Carlson, L., Phipps, M. G., Dadvand, P., ... & Wellenius, G. A. (2018). Residential green space and birth outcomes in a coastal setting. *Environmental research*, 163, 97-107.
- Grazuleviciene, R., Andrusaityte, S., Gražulevičius, T., & Dėdelė, A. (2020). Neighborhood social and built environment and disparities in the risk of hypertension: A cross-sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7696.
- Guimarães, R. J., Freitas, C. C., Dutra, L. V., Moura, A. C., Amaral, R. S., Drummond, S. C., ... & Carvalho, O. S. (2008). Schistosomiasis risk estimation in Minas Gerais State, Brazil, using environmental data and GIS techniques. *Acta Tropica*, 108(2-3), 234-241.
- Ha, T. V., Kim, W., Nguyen-Tien, T., Lindahl, J., Nguyen-Viet, H., Thi, N. Q., ... & Lee, H. S. (2021). Spatial distribution of *Culex* mosquito abundance and associated risk factors in Hanoi, Vietnam. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(6), e0009497.
- Hakkour, M., Hmamouch, A., Mahmoud El Alem, M., Bouyahya, A., Balahbib, A., El Khazraji, A., ... & Sebti, F. (2020). Risk factors associated with leishmaniasis in the most affected provinces by leishmania infantum in Morocco. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2020.
- Haque, U., Hashizume, M., Glass, G. E., Dewan, A. M., Overgaard, H. J., & Yamamoto, T. (2010). The role of climate variability in the spread of malaria in Bangladeshi highlands. *PloS one*, 5(12), e14341.
- Hartwig, S. V., & Ignotti, E. (2019). Variações meteorológicas e as alterações de pressão arterial dos pacientes em hemodiálise: revisão sistemática. *Revista Brasileira de Climatologia*, 25.
- Hendy, A., Hernandez-Acosta, E., Chaves, B. A., Fé, N. F., Valério, D., Mendonça, C., ... & Hanley, K. A. (2020). Into the woods: Changes in mosquito community composition and presence of key vectors at increasing distances from the urban edge in urban forest parks in

- Manaus, Brazil. *Acta tropica*, 206, 105441.
- Hira, F. S., Asad, A., Farrah, Z., Basit, R. S., Mehreen, F., & Muhammad, K. (2018). Patterns of occurrence of dengue and chikungunya, and spatial distribution of mosquito vector *Aedes albopictus* in Swabi district, Pakistan. *Tropical Medicine & International Health*, 23(9), 1002-1013.
- Holland, I., DeVille, N. V., Browning, M. H., Buehler, R. M., Hart, J. E., Hipp, J. A., ... & James, P. (2021). Measuring nature contact: a narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4092.
- Hönig, V., Švec, P., Marek, L., Mrkvička, T., Dana, Z., Wittmann, M., ... & Grubhoffer, L. (2019). Model of risk of exposure to Lyme borreliosis and tick-borne encephalitis virus-infected ticks in the border area of the Czech Republic (South Bohemia) and Germany (Lower Bavaria and Upper Palatinate). *International journal of environmental research and public health*, 16(7), 1173.
- Hu, C. Y., Yang, X. J., Gui, S. Y., Ding, K., Huang, K., Fang, Y., ... & Zhang, X. J. (2021). Residential greenness and birth outcomes: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Environmental research*, 193, 110599.
- Hu, Y., Li, R., Bergquist, R., Lynn, H., Gao, F., Wang, Q., ... & Jiang, Q. (2015). Spatio-temporal transmission and environmental determinants of schistosomiasis japonica in Anhui Province, China. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(2), e0003470.
- Huang, L., Schmid, K. L., Zhang, J., Yang, G. Y., Wu, J., Yin, X. N., ... & Chen, W. Q. (2021). Association between greater residential greenness and decreased risk of preschool myopia and astigmatism. *Environmental Research*, 196, 110976.
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32(1), 1-6.
- Huang, W. Z., Yang, B. Y., Yu, H. Y., Bloom, M. S., Markevych, I., Heinrich, J., ... & Dong, G. H. (2020). Association between community greenness and obesity in urban-dwelling Chinese adults. *Science of the Total Environment*, 702, 135040.
- Hystad, P., Davies, H. W., Frank, L., Van Loon, J., Gehring, U., Tamburic, L., & Brauer, M. (2014). Residential greenness and birth outcomes: evaluating the influence of spatially correlated built-environment factors. *Environmental health perspectives*, 122(10), 1095-1102.
- Ibrahim, S. J., Mazelan, N., Suleiman, Z., Jelip, J., Hamid, M. H. A., Soliano, H. S., Ching, O. C., Ibrahim, A. S. (2020). The role of environmental and epidemiological in mapping susceptibility malaria disease in Ranau district using remote sensing and GIS. In 40th Asian Conference on Remote Sensing: Progress of Remote Sensing Technology for Smart Future, ACRS 2019.
- Iyer, H. S., James, P., Valeri, L., Bajunirwe, F., Nankya-Mutyoba, J., Njelekela, M., ... & Holmes, M. D. (2021). Neighborhood greenness and burden of non-communicable diseases in Sub-Saharan Africa: A multi-country cross-sectional study. *Environmental Research*, 196, 110397.

- Jenerette, G. D., Harlan, S. L., Buyantuev, A., Stefanov, W. L., Declet-Barreto, J., Ruddell, B. L., ... & Li, X. (2016). Micro-scale urban surface temperatures are related to land-cover features and residential heat related health impacts in Phoenix, AZ USA. *Landscape ecology*, 31(4), 745-760.
- Juergens, C., & Meyer-Heß, M. F. (2020). Application of NDVI in Environmental Justice, Health and Inequality Studies—Potential and Limitations in Urban Environments. Preprints.
- Kelly, M., Blanchard, S. D., Kersten, E., & Koy, K. (2011). Terrestrial remotely sensed imagery in support of public health: New avenues of research using object-based image analysis. *Remote Sensing*, 3(11), 2321-2345.
- Kim, S., Kim, H., & Lee, J. T. (2019). Interactions between ambient air particles and greenness on cause-specific mortality in seven Korean metropolitan cities, 2008–2016. *International journal of environmental research and public health*, 16(10), 1866.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
- Klompaker, J. O., Hoek, G., Bloemsa, L. D., Gehring, U., Strak, M., Wijga, A. H., ... & Janssen, N. A. (2018). Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. *Environmental research*, 160, 531-540.
- Klompaker, J. O., Hoek, G., Bloemsa, L. D., Marra, M., Wijga, A. H., van den Brink, C., ... & Janssen, N. A. (2020). Surrounding green, air pollution, traffic noise exposure and non-accidental and cause-specific mortality. *Environment international*, 134, 105341.
- Knobel, P., Kondo, M., Maneja, R., Zhao, Y., Dadvand, P., & Schinasi, L. H. (2021). Associations of objective and perceived greenness measures with cardiovascular risk factors in Philadelphia, PA: A spatial analysis. *Environmental Research*, 197, 110990.
- Kriegler, F. J., Malila, W. A., Nalepka, R. F., & Richardson, W. (1969). Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition. *Remote sensing of environment*, VI, 97.
- Kruize, H., van Kamp, I., van den Berg, M., van Kempen, E., Wendel-Vos, W., Ruijsbroek, A., ... & Nieuwenhuijsen, M. (2020). Exploring mechanisms underlying the relationship between the natural outdoor environment and health and well-being—Results from the PHENOTYPE project. *Environment international*, 134, 105173.
- Kuiper, I. N., Markevych, I., Accordini, S., Bertelsen, R. J., Bråbäck, L., Christensen, J. H., ... & Johannessen, A. (2020). Associations of preconception exposure to air pollution and greenness with offspring asthma and hay fever. *International journal of environmental research and public health*, 17(16), 5828.
- Kuiper, I. N., Svanes, C., Markevych, I., Accordini, S., Bertelsen, R. J., Bråbäck, L., ... & Johannessen, A. (2021). Lifelong exposure to air pollution and greenness in relation to asthma, rhinitis and lung function in adulthood. *Environment international*, 146, 106219.
- Kwon, M. Y., Lee, J. S., & Park, S. (2019). The effect of outdoor air pollutants and greenness on allergic rhinitis incidence rates: a cross-sectional study in Seoul, Korea. *International Journal of*

- Sustainable Development & World Ecology, 26(3), 258-267.
- LaPES UFSCar. (2017). Termos e Condições de Uso Da Ferramenta StArt.
- Lee, H. Y., Wu, Y. H., Asri, A. K., Chen, T. H., Pan, W. C., Yu, C. P., ... & Wu, C. D. (2020). Linkage between residential green spaces and allergic rhinitis among Asian children (case study: Taiwan). *Landscape and Urban Planning*, 202, 103868.
- Lee, M., Kim, S., & Ha, M. (2019). Community greenness and neurobehavioral health in children and adolescents. *Science of the total environment*, 672, 381-388.
- Lee, P. C., Wu, C. D., Tsai, H. J., Tsai, H. Y., Lin, S. H., Wu, C. K., ... & Yao, T. C. (2021). Residential greenness and birth outcomes: Evaluating the mediation and interaction effects of particulate air pollution. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 211, 111915.
- Li, D., Newman, G., Zhang, T., Zhu, R., & Horney, J. (2021). Coping with post-hurricane mental distress: The role of neighborhood green space. *Social Science & Medicine*, 281, 114084.
- Li, L., Hart, J. E., Coull, B. A., Cao, S. J., Spengler, J. D., & Adamkiewicz, G. (2019). Effect of residential greenness and nearby parks on respiratory and allergic diseases among middle school adolescents in a Chinese city. *International journal of environmental research and public health*, 16(6), 991.
- Li, R., Chen, G., Jiao, A., Lu, Y., Guo, Y., Li, S., ... & Xiang, H. (2021). Residential green and blue spaces and type 2 diabetes mellitus: A population-based health study in China. *Toxics*, 9(1), 11.
- Li, S., Ren, H., Hu, W., Lu, L., Xu, X., Zhuang, D., & Liu, Q. (2014). Spatiotemporal heterogeneity analysis of hemorrhagic fever with renal syndrome in China using geographically weighted regression models. *International journal of environmental research and public health*, 11(12), 12129-12147.
- Liao, J., Chen, X., Xu, S., Li, Y., Zhang, B., Cao, Z., ... & Xia, W. (2019). Effect of residential exposure to green space on maternal blood glucose levels, impaired glucose tolerance, and gestational diabetes mellitus. *Environmental research*, 176, 108526.
- Lin, B. C., Yen, Y. T., Lao, X. Q., Chen, Y. H., & Chan, T. C. (2019). Association between neighborhood greenspace and fasting plasma glucose from a large cohort study in Taiwan. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44, 126439.
- Lin, L., Dong, G., Tang, N., Chen, Y., & Cai, L. (2021). Association between residential greenness and glycosylated hemoglobin in pregnant women: findings from the baseline data of Yuexiu birth cohort. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 234, 113721.
- Liss, A., Koch, M., Naumova, E. N. (2012) Depiction of climate zones in the conterminous United States using remote sensing: Application to vulnerability assessment and public health. In 32th Asian Conference on Remote Sensing, ACRS 2012.
- Liu, H. N., Gao, L. D., Chowell, G., Hu, S. X., Lin, X. L., Li, X. J., ... & Xiao, H. (2014). Time-specific ecologic niche models forecast the risk of hemorrhagic fever with renal syndrome in Dongting Lake district, China, 2005–2010. *PLoS One*, 9(9), e106839.
- Liu, H., & Weng, Q. (2012). Enhancing temporal resolution of satellite imagery for public health studies: A case study of West Nile Virus

- outbreak in Los Angeles in 2007. *Remote Sensing of Environment*, 117, 57-71.
- Liu, T., Cai, B., Peng, W., Xiao, L., Shi, H., Wu, X., ... & Jia, X. (2021). Association of neighborhood greenness exposure with cardiovascular diseases and biomarkers. *International journal of hygiene and environmental health*, 234, 113738.
- Liu, Y., Wang, R., Grekousis, G., Liu, Y., Yuan, Y., & Li, Z. (2019). Neighbourhood greenness and mental wellbeing in Guangzhou, China: What are the pathways? *Landscape and urban planning*, 190, 103602.
- Lo, C. P., & Quattrochi, D. A. (2003). Land-use and land-cover change, urban heat island phenomenon, and health implications. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(9), 1053-1063.
- Manyangadze, T., Chimbari, M. J., Macherera, M., & Mukaratirwa, S. (2017). Micro-spatial distribution of malaria cases and control strategies at ward level in Gwanda district, Matabeleland South, Zimbabwe. *Malaria Journal*, 16(1), 1-11.
- Margerison, C. E., Pearson, A. L., Lin, Z., & Sanciangco, J. (2021). Changes in residential greenness between pregnancies and birth outcomes: longitudinal evidence from Michigan births 1990--2012. *International Journal of Epidemiology*, 50(1), 190-198.
- McEachan, R. R., Yang, T. C., Roberts, H., Pickett, K. E., Arseneau-Powell, D., Gidlow, C. J., ... & Nieuwenhuijsen, M. (2018). Availability, use of, and satisfaction with green space, and children's mental wellbeing at age 4 years in a multicultural, deprived, urban area: results from the Born in Bradford cohort study. *The Lancet Planetary Health*, 2(6), e244-e254.
- McMahon, A., Mihretie, A., Ahmed, A. A., Lake, M., Awoke, W., & Wimberly, M. C. (2021). Remote sensing of environmental risk factors for malaria in different geographic contexts. *International journal of health geographics*, 20(1), 1-15.
- McMorris, O., Villeneuve, P. J., Su, J., & Jerrett, M. (2015). Urban greenness and physical activity in a national survey of Canadians. *Environmental research*, 137, 94-100.
- Mello, N. G. R. D., & Artaxo, P. (2017). Evolução do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros*, 108-129.
- Meza-Ballesta, A., & Gónima, L. (2014). Influencia del clima y de la cobertura vegetal en la ocurrencia del Dengue (2001-2010). *Revista de Salud Pública*, 16, 293-306.
- Microsoft. (2022) Excel. Versão 2208 Build 16.0.15601.20148. Redmond.
- Mollalo, A., & Khodabandehloo, E. (2016). Zoonotic cutaneous leishmaniasis in northeastern Iran: A GIS-based spatio-temporal multi-criteria decision-making approach. *Epidemiology & Infection*, 144(10), 2217-2229.
- Moon, J. & Chae, T. B. (2018) Estimation of environmental impact to human health by associating greenness and cancer. 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85071870672&partnerID=40&md5=7a0c456f29884d120f46ce5dc8f2428d>. Acesso: 27 jul. 2022.
- Moran, M. R., Bilal, U., Dronova, I., Ju, Y., Gouveia, N., Caiaffa, W. T., ... & Rodríguez, D. A. (2021). The equigenic effect of greenness on the association between education with

- life expectancy and mortality in 28 large Latin American cities. *Health & Place*, 72, 102703.
- Nichani, V., Turley, L., Vena, J. E., & McCormack, G. R. (2020). Associations between the neighbourhood characteristics and body mass index, waist circumference, and waist-to-hip ratio: Findings from Alberta's Tomorrow Project. *Health & Place*, 64, 102357.
- Okiring, J., Routledge, I., Epstein, A., Namuganga, J. F., Kanya, E. V., Obeng-Amoako, G. O., ... & Nankabirwa, J. I. (2021). Associations between environmental covariates and temporal changes in malaria incidence in high transmission settings of Uganda: a distributed lag nonlinear analysis. *BMC public health*, 21(1), 1-11.
- Oliveira, M., Teodoro, A. C., Freitas, A., Bernardes, J., & Gonçalves, H. (2016, October). Spatio-temporal analysis of preterm birth in Portugal and its relation with environmental variables. In *Remote Sensing Technologies and Applications in Urban Environments* (Vol. 10008, pp. 88-97). SPIE.
- Orusa, T., Orusa, R., Viani, A., Carella, E., & Borgogno Mondino, E. (2020). Geomatics and EO data to support wildlife diseases assessment at landscape level: A pilot experience to map infectious keratoconjunctivitis in chamois and phenological trends in Aosta Valley (NW Italy). *Remote Sensing*, 12(21), 3542.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- Peters, M. D., Godfrey, C. M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D., & Soares, C. B. (2015). Guidance for conducting systematic scoping reviews. *JBHI Evidence Implementation*, 13(3), 141-146.
- Peters, M. D., Godfrey, C. M., McInerney, P., Soares, C. B., Khalil, H., & Parker, D. (2015). The Joanna Briggs Institute reviewers' manual 2015: methodology for JBI scoping reviews.
- Petrosillo, I., Aretano, R., & Zurlini, G. (2015). Socioecological systems. *Encycl. Ecol*, 4, 419-425.
- Portal de Periódicos Da Capes. (2022). Listas de bases. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez181.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/lista-a-z-bases.html>. Acesso: 27 jul. 2022.
- Poulsen, M. N., Schwartz, B. S., Nordberg, C., DeWalle, J., Pollak, J., Imperatore, G., ... & Hirsch, A. G. (2021). Association of greenness with blood pressure among individuals with type 2 diabetes across rural to urban community types in Pennsylvania, USA. *International journal of environmental research and public health*, 18(2), 614.
- Pullan, R. L., Bethony, J. M., Geiger, S. M., Cundill, B., Correa-Oliveira, R., Quinnell, R. J., & Brooker, S. (2008). Human helminth co-infection: analysis of spatial patterns and risk factors in a Brazilian community. *PLoS neglected tropical diseases*, 2(12), e352.
- Qiu, C., Ji, J. S., & Bell, M. L. (2021). Effect modification of greenness on temperature-mortality relationship among older adults: A case-crossover study in China. *Environmental research*, 197, 111112.
- Qiu, G. Y., Li, H. Y., Zhang, Q. T., Wan, C. H. E. N., Liang, X. J., & Li, X. Z. (2013). Effects of evapotranspiration on mitigation of urban temperature by vegetation and urban agriculture. *Journal of*

- Integrative Agriculture, 12(8), 1307-1315.
- Qiu, J., Li, R., Xu, X., Yu, C., Xia, X., Hong, X., ... & Shi, Y. (2014). Identifying determinants of *Oncomelania hupensis* habitats and assessing the effects of environmental control strategies in the plain regions with the waterway network of China at the microscale. *International journal of environmental research and public health*, 11(6), 6571-6585.
- Qu, Y., Yang, B., Lin, S., Bloom, M. S., Nie, Z., Ou, Y., ... & Liu, X. (2020). Associations of greenness with gestational diabetes mellitus: The Guangdong Registry of Congenital Heart Disease (GRCHD) study. *Environmental Pollution*, 266, 115127.
- Rai, P. K., Nathawat, M. S., & Rai, S. (2014). Using the information value method in a geographic information system and remote sensing for malaria mapping: a case study from India. *Journal of Innovation in Health Informatics*, 21(1), 43-52.
- Raskin, P. (2006). *World Lines. Pathways, Pivots, and the Global Future*, Boston: Tellus Institute.
- Reyers, B., Biggs, R., Cumming, G. S., Elmqvist, T., Hejnowicz, A. P., & Polasky, S. (2013). Getting the measure of ecosystem services: a social-ecological approach. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 268-273.
- Rigg, C. A., Hurtado, L. A., Calzada, J. E., & Chaves, L. F. (2019). Malaria infection rates in *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) at Ipetí-Guna, a village within a region targeted for malaria elimination in Panamá. *Infection, Genetics and Evolution*, 69, 216-223.
- Rigolon, A., Browning, M. H., McAnirlin, O., & Yoon, H. (2021). Green space and health equity: a systematic review on the potential of green space to reduce health disparities. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2563.
- Robinson, N. P., Allred, B. W., Jones, M. O., Moreno, A., Kimball, J. S., Naugle, D. E., ... & Richardson, A. D. (2017). A dynamic Landsat derived normalized difference vegetation index (NDVI) product for the conterminous United States. *Remote sensing*, 9(8), 863.
- Rodriguez-Loureiro, L., Casas, L., Bauwelinck, M., Lefebvre, W., Vanpoucke, C., Vanroelen, C., & Gadeyne, S. (2021). Social inequalities in the associations between urban green spaces, self-perceived health and mortality in Brussels: Results from a census-based cohort study. *Health & Place*, 70, 102603.
- Rojas-Rueda, D., Nieuwenhuijsen, M. J., Gascon, M., Perez-Leon, D., & Mudu, P. (2019). Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *The Lancet Planetary Health*, 3(11), e469-e477.
- Sani, A. R., Abroudi, M., Heydari, H., Adli, A., Miri, M., Mehrabadi, S., ... & Dadvand, P. (2020). Maternal exposure to ambient particulate matter and green spaces and fetal renal function. *Environmental research*, 184, 109285.
- SANTOS, T. O. (2017). Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. *Revista Geográfica Acadêmica*, 11(2), 157-181.
- Sarkar, C. (2017). Residential greenness and adiposity: Findings from the UK Biobank. *Environment international*, 106, 1-10.
- Scavuzzo, J. M., Trucco, F., Espinosa, M., Tauro, C. B., Abril, M., Scavuzzo, C. M., & Frery, A. C. (2018). Modeling Dengue vector

- population using remotely sensed data and machine learning. *Acta tropica*, 185, 167-175.
- Sedda, L., Tatem, A. J., Morley, D. W., Atkinson, P. M., Wardrop, N. A., Pezzulo, C., ... & Rogers, D. J. (2015). Poverty, health and satellite-derived vegetation indices: their inter-spatial relationship in West Africa. *International health*, 7(2), 99-106.
- Sewe, M. O., Ahlm, C., & Rocklöv, J. (2016). Remotely sensed environmental conditions and malaria mortality in three malaria endemic regions in western Kenya. *PloS one*, 11(4), e0154204.
- Siya, A., Kalule, B. J., Ssentongo, B., Lukwa, A. T., & Egeru, A. (2020). Malaria patterns across altitudinal zones of Mount Elgon following intensified control and prevention programs in Uganda. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 1-16.
- Soga, M., Evans, M. J., Tsuchiya, K., & Fukano, Y. (2021). A room with a green view: the importance of nearby nature for mental health during the COVID-19 pandemic. *Ecological Applications*, 31(2), e2248.
- Son, J. Y., Lane, K. J., Lee, J. T., & Bell, M. L. (2016). Urban vegetation and heat-related mortality in Seoul, Korea. *Environmental research*, 151, 728-733.
- Su, J. G., Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, M. J., Bartoll, X., & Jerrett, M. (2019). Associations of green space metrics with health and behavior outcomes at different buffer sizes and remote sensing sensor resolutions. *Environment international*, 126, 162-170.
- Sun, L., Ward, M. P., Li, R., Xia, C., Lynn, H., Hu, Y., ... & Zhang, Z. (2018). Global spatial risk pattern of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus in wild birds: A knowledge-fusion based approach. *Preventive veterinary medicine*, 152, 32-39.
- Sun, S., Sarkar, C., Kumari, S., James, P., Cao, W., Lee, R. S. Y., ... & Webster, C. (2020). Air pollution associated respiratory mortality risk alleviated by residential greenness in the Chinese Elderly Health Service Cohort. *Environmental research*, 183, 109139.
- Tello-Cifuentes, L., & Díaz-Paz, J. P. (2021). Análisis de la contaminación ambiental usando técnicas de teledetección y análisis de componentes principales. *Tecnológicas*, 24(50), 22-41.
- Tian, L. (2018). Relationship between environmental factors and the spatial distribution of *Spermophilus dauricus* during 2000–2015 in China. *International journal of biometeorology*, 62(10), 1781-1789.
- Tilt, J. H., Unfried, T. M., & Roca, B. (2007). Using objective and subjective measures of neighborhood greenness and accessible destinations for understanding walking trips and BMI in Seattle, Washington. *American Journal of Health Promotion*, 21(4_suppl), 371-379.
- Tischer, C., Gascon, M., Fernández-Somoano, A., Tardón, A., Materola, A. L., Ibarluzea, J., ... & Dadvand, P. (2017). Urban green and grey space in relation to respiratory health in children. *European Respiratory Journal*, 49(6).
- Tourre, Y. M., Jarlan, L., Lacaux, J. P., Rotela, C. H., & Lafaye, M. (2008). Spatio-temporal variability of NDVI–precipitation over southernmost South America: possible linkages between climate signals and epidemics. *Environmental Research Letters*, 3(4), 044008.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K., Colquhoun, H., Kastner, M., ... & Straus, S. E. (2016). A

- scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews. *BMC medical research methodology*, 16(1), 1-10.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... & Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467-473.
- Triebner, K., Markevych, I., Hustad, S., Benediktsdóttir, B., Forsberg, B., Franklin, K. A., ... & Dadvand, P. (2019). Residential surrounding greenspace and age at menopause: A 20-year European study (ECRHS). *Environment international*, 132, 105088.
- Tsai, H. J., Li, C. Y., Pan, W. C., Yao, T. C., Su, H. J., Wu, C. D., ... & Spengler, J. D. (2021). The effect of surrounding greenness on type 2 diabetes mellitus: a nationwide population-based cohort in Taiwan. *International journal of environmental research and public health*, 18(1), 267.
- Vienneau, D., de Hoogh, K., Faeh, D., Kaufmann, M., Wunderli, J. M., Rösli, M., & SNC Study Group. (2017). More than clean air and tranquillity: residential green is independently associated with decreasing mortality. *Environment international*, 108, 176-184.
- Villeneuve, P. J., Ysseldyk, R. L., Root, A., Ambrose, S., DiMuzio, J., Kumar, N., ... & Rainham, D. (2018). Comparing the normalized difference vegetation index with the Google street view measure of vegetation to assess associations between greenness, walkability, recreational physical activity, and health in Ottawa, Canada. *International journal of environmental research and public health*, 15(8), 1719.
- Wang, H., Li, J., Gao, M., Chan, T. C., Gao, Z., Zhang, M., ... & Ho, H. C. (2020). Spatiotemporal variability in long-term population exposure to PM_{2.5} and lung cancer mortality attributable to PM_{2.5} across the Yangtze River Delta (YRD) region over 2010–2016: A multistage approach. *Chemosphere*, 257, 127153.
- Weber, K. A., Yang, W., Lyons, E., Stevenson, D. K., Padula, A. M., & Shaw, G. M. (2021). Greenspace, air pollution, neighborhood factors, and preeclampsia in a population-based case-control study in California. *International journal of environmental research and public health*, 18(10), 5127.
- Wei, D., Li, S., Liu, X., Zhang, L., Liu, P., Fan, K., ... & Mao, Z. (2021). Long-term exposure to particulate matter and residential greenness in relation to androgen and progesterone levels among rural Chinese adults. *Environment International*, 153, 106483.
- Wilker, E. H., Wu, C. D., McNeely, E., Mostofsky, E., Spengler, J., Wellenius, G. A., & Mittleman, M. A. (2014). Green space and mortality following ischemic stroke. *Environmental research*, 133, 42-48.
- Wrable, M., Kulinkina, A. V., Liss, A., Koch, M., Cruz, M. S., Biritwum, N. K., ... & Naumova, E. N. (2019). The use of remotely sensed environmental parameters for spatial and temporal schistosomiasis prediction across climate zones in Ghana. *Environmental monitoring and assessment*, 191(2), 1-18.
- Xiao, X., Wang, R., Knibbs, L. D., Jalaludin, B., Heinrich, J., Markevych, I., ... & Dong, G. H. (2021). Street view greenness is associated with lower risk of obesity in adults: Findings from the 33 Chinese community health

- study. *Environmental Research*, 200, 111434.
- Xiao, Y., Miao, S., Zhang, Y., Chen, H., & Wenjie, W. U. (2021). Exploring the health effects of neighborhood greenness on Lilong residents in Shanghai. *Urban Forestry & Urban Greening*, 66, 127383.
- Xie, Y., Xiang, H., Di, N., Mao, Z., Hou, J., Liu, X., ... & Li, S. (2020). Association between residential greenness and sleep quality in Chinese rural population. *Environment International*, 145, 106100.
- Xu, L. Y., Yin, H., & Xie, X. D. (2014). Health risk assessment of inhalable particulate matter in Beijing based on the thermal environment. *International journal of environmental research and public health*, 11(12), 12368-12388.
- Xue, J., & Su, B. (2017). Significant remote sensing vegetation indices: A review of developments and applications. *Journal of sensors*, 2017.
- Yan, L., Fang, L. Q., Huang, H. G., Zhang, L. Q., Feng, D., Zhao, W. J., ... & Cao, W. C. (2007). Landscape elements and Hantaan virus-related hemorrhagic fever with renal syndrome, People's Republic of China. *Emerging infectious diseases*, 13(9), 1301.
- Yañez-Arenas, C., Rioja-Nieto, R., Martín, G. A., Dzúl-Manzanilla, F., Chiappa-Carrara, X., Buenfil-Ávila, A., ... & Huerta, H. (2018). Characterizing environmental suitability of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Mexico based on regional and global niche models. *Journal of medical entomology*, 55(1), 69-77.
- Yang, B. Y., Markevych, I., Bloom, M. S., Heinrich, J., Guo, Y., Morawska, L., ... & Dong, G. H. (2019). Community greenness, blood pressure, and hypertension in urban dwellers: The 33 Communities Chinese Health Study. *Environment international*, 126, 727-734.
- Yang, L., Guo, F., Wang, N., Liu, S., Zhang, X., Li, H., ... & Ji, J. (2021). Urban greenness and survival in lung cancer patients: A registry-based cohort study in Beijing. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 228, 113042.
- Yang, Y., Lu, Y., Yang, L., Gou, Z., & Zhang, X. (2020). Urban greenery, active school transport, and body weight among Hong Kong children. *Travel behaviour and society*, 20, 104-113.
- Yu, H., Zhou, Y., Wang, R., Qian, Z., Knibbs, L. D., Jalaludin, B., ... & Dong, G. H. (2021). Associations between trees and grass presence with childhood asthma prevalence using deep learning image segmentation and a novel green view index. *Environmental Pollution*, 286, 117582.
- Yu, J., Xiao, H., Yang, W., Dellicour, S., Kraemer, M. U., Liu, Y., ... & Tian, H. (2020). The impact of anthropogenic and environmental factors on human rabies cases in China. *Transboundary and emerging diseases*, 67(6), 2544-2553.
- Yuan, Y., Huang, F., Lin, F., Zhu, P., & Zhu, P. (2021). Green space exposure on mortality and cardiovascular outcomes in older adults: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Aging Clinical and Experimental Research*, 33(7), 1783-1797.
- Yuan, Y., Huang, F., Lin, F., Zhu, P., & Zhu, P. (2021). Green space exposure on mortality and cardiovascular outcomes in older adults: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Aging Clinical and*

- Experimental Research, 33(7), 1783-1797.
- Zhu, A., Zeng, Y., & Ji, J. S. (2020). Residential greenness alters serum 25 (OH) D concentrations: a longitudinal cohort of Chinese older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(12), 1968-1972.
- Zijlema, W. L., Stasinska, A., Blake, D., Dirgawati, M., Flicker, L., Yeap, B. B., ... & Heyworth, J. (2019). The longitudinal association between natural outdoor environments and mortality in 9218 older men from Perth, Western Australia. *Environment international*, 125, 430-436.



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Mudanças no uso e cobertura da terra e os seus impactos nos serviços ecossistêmicos e na saúde humana no município de Juína, Amazônia Meridional

Josiane de Brito Gomes dos Santos¹, Marcos Leandro Alves Nunes², Sandra Mara Alves da Silva Neves³, Cassia Maria Gama Lemos⁴, Sandra de Souza Hacon⁵

¹Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade, Etnobiologia do Pantanal (CELBE), Av. Santos Dumont, s/nº – Cidade Universitária (Bloco II), Bairro: Lobo, CEP 78200-000, Cáceres – MT, Brasil. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso (IFMT) campus Juína. Linha J, S/nº, Setor Chácara, CEP 78320-000, Juína – MT, Brasil, E-mail: josiane.brito@ifmt.edu.br. ² Professor da Faculdade Estácio Unijipa, RO-135, S/nº, bairro 3º distrito, Ji-Paraná – RO, Brasil, Email: marcosbatarelli@gmail.com. ³ Doutora e professora da UNEMAT, Departamento de Geografia, Av. Santos Dumont, s/nº – Cidade Universitária (Bloco II), Bairro: Lobo, CEP 78200-000, Cáceres – MT, Brasil, E-mail: ssneves@unemat.br. ⁴Doutora do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades (DIAV), Av. dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja, São José dos Campos - SP, 12227-010, Brasil, E-mail: cassia.lemos@inpe.br. ⁵Doutora e professora da Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Manguinhos, CEP 21041-210, Rio de Janeiro - RJ, Brasil, E-mail: shacon@ensp.fiocruz.br.

[Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Geografia Física].

RESUMO

As mudanças no uso e cobertura da terra na Amazônia têm resultado em constantes perdas e degradação florestal, que comprometem a capacidade do ecossistema fornecer seus serviços. Nesse contexto, este estudo objetivou analisar as mudanças no uso e cobertura da terra, nos serviços ecossistêmicos hídricos e no clima, e os efeitos na saúde e qualidade de vida das populações da municipalidade mato-grossense de Juína, cidade-polo situada no arco do desmatamento e com fortes pressões ambientais. A classificação do uso e cobertura da terra foi obtida por meio dos dados disponibilizados pelo Projeto MapBiomas para o período de 1985 a 2021. Dados de serviços ecossistêmicos foram analisados por técnicas de estatística descritiva e pelo teste de tendência de Mann-Kendall e de Sen's slope. O estudo estimou perda florestal de 16%, com uma tendência de diminuição de 11.348,6 ha.ano⁻¹, enquanto todos os usos antrópicos apresentaram tendência significativa de aumento. O maior destaque foi para as áreas de pastagens, que ocuparam 15% da área total do município, com uma tendência de aumento de 10.967,6 ha.ano⁻¹. Constatou-se também tendências significativas de redução da disponibilidade hídrica e da precipitação, de aumento da temperatura do ar e de aumento das taxas de mortalidade por doenças circulatórias e respiratórias. Os resultados destes estudos reforçam a necessidade de uma abordagem integrativa, interdisciplinar e intersetorial que

transcenda as fronteiras tradicionais do conhecimento entre os setores de saúde e meio ambiente, implementando políticas públicas que integrem a saúde ecossistêmica e humana e considerem os serviços ecossistêmicos como determinantes em saúde

Palavras-chave: Desmatamento; Amazônia; serviços ambientais; saúde humana.

Changes in land use and coverage and their impacts on ecosystem services and human health in the municipality of Juína, Meridional Amazon

S U M M A R Y

Changes in land use and cover in the Amazon have resulted in constant forest loss and degradation, which compromises the ecosystem's ability to provide its services. In this context, this study aimed to analyze changes in land use and coverage, water ecosystem services and climate, and the effects on the health and quality of life of populations in the municipality of Juína, in Mato Grosso, a central city located in the arc of deforestation and strong environmental pressures. The classification of land use and coverage was obtained from data made available by the MapBiomas Project for the period from 1985 to 2021. Data on ecosystem services were analyzed using descriptive statistics techniques and the Mann-Kendall trend test and Sen. The study estimated a forest loss of 16%, with a decreasing trend of 11,348.6 ha.year⁻¹, while all anthropogenic uses showed a significant increasing trend. The pasture areas stood out, occupying 15% of the total area of the municipality, with an increasing trend of 10,967.6 ha.year⁻¹. There were also significant trends toward reduced water availability and precipitation, increased air temperatures, and increased mortality rates from circulatory and respiratory diseases. The results of this study reinforce the need for an integrative, interdisciplinary and intersectoral approach that transcends the traditional boundaries of knowledge between the health and environment sectors, implementing public policies that integrate the ecosystem and human health and consider ecosystem services as determinants of health.

Keywords: Deforestation; Amazon; MapBiomas; environmental services; health.

Introdução

Os ecossistemas fornecem uma variedade de serviços que são importantes para o bem-estar humano. Conforme apontado por Daily (1997), um dos pioneiros na abordagem deste conceito, os serviços ecossistêmicos (SES) são definidos como "os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida

humana na Terra". Diante da relevância deste tema, entre os anos de 2001 e 2005 foi conduzida a Avaliação Ecossistêmica do Milênio no intuito de avaliar os impactos das mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar humano, e de fornecer uma base científica para fundamentar as ações necessárias para a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas e de suas contribuições para o bem-estar humano (AEM, 2005; Carpenter, 2009).

Para Barbosa et al. (2024), a abordagem dos serviços ecossistêmicos vai além da visão simplista da natureza como um cenário passivo para a existência humana, e destaca a natureza como um agente ativo na formação da nossa saúde e qualidade de vida. Mudanças nos processos ambientais comprometem a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços essenciais, resultando em consequências adversas para a resiliência dos sistemas socioecológicos, incluindo a saúde e qualidade de vida das populações. Assim, é fundamental entender a interdependência entre os ecossistemas e o bem-estar humano, visando a promoção da saúde planetária e a manutenção da vida humana com qualidade e bem-estar (Huang et al., 2024).

Neste contexto, a Floresta Amazônica desempenha um papel crucial na oferta e manutenção de serviços ecossistêmicos vitais para os sistemas socioecológicos (Morpurgo et al., 2023; Reygadas et al., 2023). Ela representa um terço das florestas tropicais do mundo e abriga mais da metade da biodiversidade global. Além disso, contribui com cerca de 16% da produtividade fotossintética terrestre (SPA, 2021).

A floresta Amazônica desempenha ainda, um papel essencial na regulação dos ciclos globais de água e carbono, sendo fundamental para a estabilidade climática (Leite Filho et al., 2024). No entanto, as mudanças climáticas e no uso e cobertura da terra têm reduzido a capacidade da floresta de atuar como sumidouro de carbono (Gatti et al., 2021; Tejada et al., 2023). O desmatamento e as queimadas episódicas e extensivas de biomassa na floresta amazônica têm levado a severos efeitos locais e até mesmo globais, tornando uma preocupação global (Yuan et al., 2022).

O relatório do Painel Científico da Amazônia (SPA, 2021) destaca evidências das mudanças climáticas na Amazônia, apontando que as últimas duas décadas foram as mais quentes registradas desde o século passado, com um aumento de 1,2°C, superior à média global de 1,1°C. Esse aquecimento, juntamente com a crescente frequência de eventos climáticos extremos (enchentes e secas), tem impactos negativos nos ecossistemas amazônicos.

Na Amazônia brasileira, a partir da década de 1960, políticas governamentais de ocupação do território que ofereciam terras a baixo custo e subsídios de crédito, fomentaram intenso fluxo migratório à região (Nunes et al., 2024). Este processo foi intensificado a

partir da década de 70, com o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) (1975-1979), que tinha como objetivo a expansão da fronteira agropecuária no país (Brasil, 1974). Assim, deu-se início a um extenso desmatamento, mudanças no uso da terra, mineração ilegal e a degradação florestal nas décadas posteriores, se perpetuando até a atualidade com impactos irreversíveis para a biodiversidade e a cultura das populações tradicionais (Alves et al., 2021; Garret et al., 2021; Garret et al., 2023).

Os principais agentes impulsionadores das mudanças ambientais que vem ocorrendo no uso da terra e na cobertura vegetal na Amazônia Legal ao longo do tempo apontam para a intensificação da pecuária e da agricultura intensiva e extensiva, impulsionadas pela grilagem de terras, falta de fiscalização ao nível municipal e estadual, demanda do mercado de exportação, os investimentos em infraestrutura, a exploração madeireira e a mineração (Oliveira et al., 2023a; Moutinho; Azevedo-Ramos, 2023).

Nos últimos anos o desmatamento da floresta na Amazônia brasileira alcançou um novo e alarmante patamar, ultrapassando 10 mil km² de perda florestal entre os anos de 2019 e 2021, valor 56% maior do que o registrado no

período de 2016 a 2018. O desmatamento em áreas protegidas aumentou 80% neste período, sendo que em terras indígenas (TIs) houve um aumento proporcional de 153% e em unidades de conservação (UCs) de 64% (Alencar et al., 2022). Essa realidade é reflexo de fatores políticos e sociais que resultaram diretamente na fragilidade de políticas e enfraquecimento da governança ambiental, principalmente, na esfera federal (Artaxo, 2019; Escobar, 2019a; Fearnside, 2019; Gatti et al., 2023; Jakimow et al., 2023).

O estado de Mato Grosso figura como um dos líderes em desmatamento na Amazônia brasileira (INPE, 2023), e possui uma relevância mundial, pois no seu território ocorrem três biomas nacionais: Amazônia, Cerrado e Pantanal, constituindo como principal produtor brasileiro de commodities básicas, como soja, milho e algodão (IMEA, 2021; SEDEC, 2022), e se destaca ainda, na pecuária nacional, com maior rebanho bovino brasileiro, com 34,3 milhões de cabeças (INDEA, 2023).

A região Noroeste do Estado de Mato Grosso, localizada na Amazônia Meridional, compreende um *hotspot* de biodiversidade, que incluem florestas densas, campinaranas e cerrado, rico em componentes naturais, com ecossistemas frágeis e pouco estudados

(Maekawa et al., 2019). A região está situada no arco do desmatamento e com fortes pressões ambientais, decorrentes, principalmente, dos processos migratórios, iniciados nas últimas décadas do século XX, de diferenciados grupos, com interesses econômicos e políticos distintos (Santos, 2012).

Neste contexto, está inserido o município de Juína, que é a cidade-polo da região Noroeste. O projeto Juína nasceu em 1974, a partir de um programa de interesse nacional em que o Governo Federal, o Governo Estadual e as empresas privadas uniram seus esforços para a consolidação do processo de ocupação produtiva da Amazônia, com base no lema: “Integrar para não entregar”. Havia o financiamento por parte do governo para a aquisição das terras, que eram vendidas a preços acessíveis.

A migração e permanência dos atores sociais, com uma lógica comercial unicamente exploratória, deu início a exploração dos atributos naturais, ameaçando o capital natural e cultural e os serviços ecossistêmicos (WWF, 2012). Como resultado deste processo histórico, o município de Juína está entre os municípios de Mato Grosso com maiores taxas de desmatamento (Silgueiro et al., 2021) e encontra-se na lista dos municípios prioritários para prevenção,

monitoramento e controle do desmatamento (MMA, 2020).

As consequências deste modelo predatório de desenvolvimento são imensuráveis, uma vez que a perda e degradação de florestas tropicais impactam negativamente nos principais serviços ecossistêmicos, como a biodiversidade, o armazenamento de carbono em biomassa e solos, a qualidade do solo e da água, na regulação do balanço hídrico e do fluxo dos rios, na modulação dos padrões do clima regional e no controle de vetores (Foley et al., 2007; Wilkinson et al., 2018).

As mudanças no uso e cobertura da terra atuam sinergicamente com as mudanças climáticas, amplificando os seus impactos, reduzindo a resiliência florestal e aumentando o estresse hídrico e o risco de incêndios. Esses efeitos em cascata podem ter impactos consideráveis na biodiversidade e serviços ecossistêmicos, e consequentemente, na saúde e bem-estar humanos (SPA, 2021). Um fator agravante é que a degradação dos ecossistemas amazônicos pelas atividades antrópicas vem ocorrendo em um ritmo acelerado, que representa uma ameaça para a resiliência dos ecossistemas (Albert et al., 2023) e um grande desafio de múltiplas dimensões

relacionadas com patógenos, vetores e hospedeiros.

A literatura tem relatado sérias ameaças aos sistemas socioecológicos em decorrência das mudanças ambientais locais e globais, que afetam os serviços ecossistêmicos. Os resultados sugerem impactos negativos na saúde pública e bem-estar das populações humanas, especialmente nas mais vulneráveis. Entre os impactos, destaca-se o aumento na incidência de doenças infecciosas, devido à perda de habitat e transbordamento de patógenos (Ellwanger et al., 2020; 2022). Além disso, há o aumento de doenças respiratórias associadas aos poluentes decorrentes das queimadas (Sheehan et al., 2024; Oliveira et al., 2023a; Oliveira et al., 2023b), bem como de doenças cardiovasculares, relacionadas às mudanças climáticas e à poluição do ar (Silveira et al., 2023; Romero et al., 2022), entre outras.

Diante do exposto, é fundamental considerar que os serviços ecossistêmicos, a saúde e a economia são componentes interrelacionados do complexo sistema do bioma Amazônia, afetando a biodiversidade e a qualidade de vida nos sistemas socioecológicos, com impactos mais severos para os povos tradicionais que dependem integralmente dos SES. É primordial a

avaliação sobre como o estado desse complexo adaptativo é afetado pelas vias de desenvolvimento econômico e pelas diferentes formas de uso da terra (Codeço et al., 2021), e a inclusão dessa abordagem sistêmica nas políticas públicas e nas pesquisas científicas.

Assim, este estudo tem como objetivo analisar as mudanças no uso e cobertura da terra da municipalidade mato-grossense de Juína, no período de 1985 a 2021, e os seus impactos nos serviços ecossistêmicos hídricos, no clima e na saúde e qualidade de vida das populações.

Material e Métodos

Área de estudo

O município de Juína está localizado na macrorregião noroeste mato-grossense, a 740 km da capital Cuiabá, na fronteira com o Estado de Rondônia (Figura 1), com a sede situada nas seguintes coordenadas 11°22'52" latitude sul e 58°44'20" longitude oeste, a uma altitude de 346 metros. Possui uma área de 26.397,2 km², sendo o segundo maior município em extensão territorial do estado de Mato Grosso, representando 3% da área do estado e 5,3% da área do arco do desmatamento. Apresenta uma população de 45.869 habitantes, com a presença de três povos indígenas, das etnias Cintalarga,

Rikbatsa e Enawenê-nawê, que possuem reservas que ocupam 62% do território

do município (IBGE, 2022).

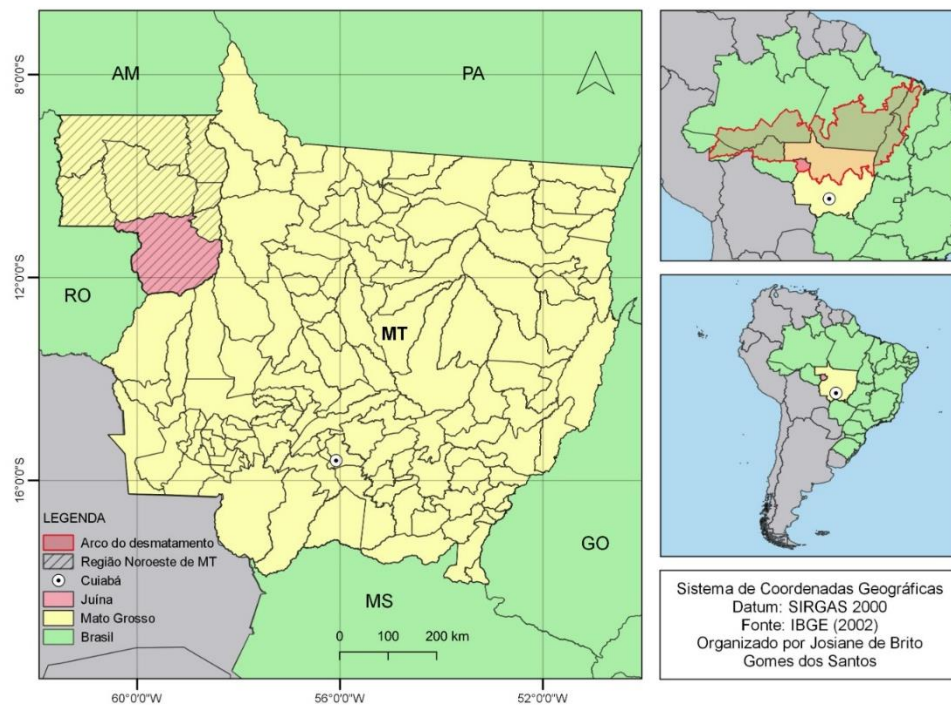


Figura 1. Município de Juína nos contextos sulamericano, brasileiro, matogrossense e municipal.

Fonte: os autores (2024).

O município está situado em uma zona de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, sendo as vegetações de Floresta estacional semidecídua e a Savana arborizada, predominantes, apesar da forte antropização causada pelas atividades de pecuária e mineração (IBGE, 2019). O clima da região é do tipo Equatorial quente e úmido. De acordo com os dados da base Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD), a temperatura média anual é de $26 \pm 0,98$ °C, com temperatura máxima de $31,8 \pm 1,1$ °C e temperatura

mínima média de $20,1 \pm 1,9$ °C. A precipitação média anual é de $1934,4 \pm 129,5$ mm (Xavier et al., 2022). A região apresenta duas estações definidas, uma estação seca de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril (Figura 2).

A área apresenta uma topografia com relevo plano e suavemente ondulado, pertencente ao Grupo Parecis, na unidade geomorfológica Planalto dos Parecis, subunidade Chapada dos Parecis. O solo característico na região é do tipo Latossolo vermelho-escuro, que são solos minerais não hidromórficos,

com horizonte B latossólico, de cores vermelho-escuras, vermelhas ou bruno-avermelhado escuras. São bastante profundos, bem drenados, friáveis ou muito friáveis, de textura argilosa ou muito argilosa e média. A hidrografia da

região pertence à bacia Amazônica, sendo o rio Juruena, com seus respectivos afluentes, os que drenam o município de Juína – MT (Brasil, 1982).

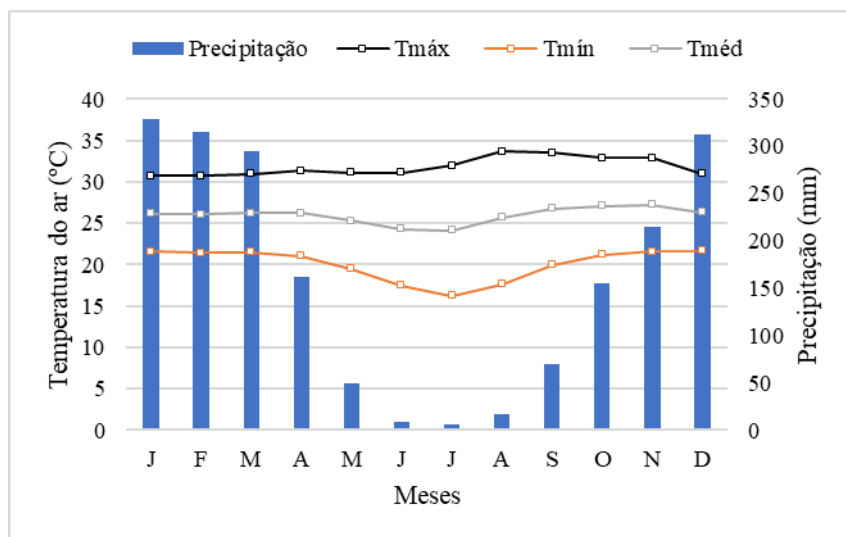


Figura 2. Normais climatológicas da precipitação e temperatura do ar do município de Juína – MT.

Fonte: Brazilian Daily Weather Gridded Data (Xavier, 2022).

Procedimentos metodológicos

Para elaboração dos mapas espaço-temporal da cobertura e uso da terra da área de estudo foram utilizados os arquivos vetoriais dos anos de 1985, 1990, 2000, 2010 e 2020, da coleção 7 do Projeto Anual de Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra (Projeto MapBiomas). O conjunto de imagens de satélite utilizado no projeto MapBiomas foi composto pelos sensores Thematic Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) e Operational Land Imager (OLI) Landsat, a bordo dos

Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, respectivamente, com resolução de 30m. (Projeto MapBiomas, 2023).

Fez-se uso do software livre QGis, versão 3.16.11, para recortar as imagens do MapBiomas dos anos de estudo por meio da máscara do município de Juína, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Os dados classificados pelo Mapbiomas foram reprojatados para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS, 2000). As 27 classes do mapeamento gerado pelo Mapbiomas foram reclassificadas em cinco,

predominantes e representativas no município: floresta, cerrado, agropecuária, infraestrutura urbana e água, cujas áreas foram quantificadas em hectares (ha) e exportadas para serem analisadas em planilha eletrônica (xlsx.). Os resultados numéricos da reclassificação foram analisados para verificar as mudanças espaço-temporais no uso e cobertura da terra. O objetivo foi compreender o grau de perda e de antropização na área de estudo.

Para corroborar com as análises, empregou-se também dados anuais de área desmatada (ha) de Juína e do Mato Grosso, durante o período de 1987 a 2021, obtidos junto ao Projeto MapBiomas. Dados de concentração de material particulado fino ($PM_{2,5}$), durante o período de 2000 a 2019, que consiste na maior série histórica disponível, foram analisados para buscar evidências da ocorrência de queimadas no processo de mudança no uso e cobertura da terra e para avaliar os efeitos na qualidade do ar. Os dados de $PM_{2,5}$ foram disponibilizados pelo Sistema de Informações Ambientais integrado à Saúde Ambiental (SISAM), organizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para análise dos dados das séries temporais de uso e cobertura da terra, área desmatada e concentração de

$PM_{2,5}$, foram calculadas as variações percentuais, valores mínimos, médios e máximos e desvio padrão e elaborados gráficos e tabelas. Buscou-se conhecer as possíveis tendências nas séries temporais, para isso foi realizado o teste estatístico de Mann-Kendall, ao nível de significância de $\alpha=0,05$, utilizando o software R, versão 4.3.1 (R Core Team, 2023).

O teste de Mann-Kendall é um teste não paramétrico de tendência em séries temporais e é utilizado para detectar possíveis tendências estatisticamente significativas em um determinado período (Cabral Júnior; Lucena, 2020). A magnitude das possíveis tendências foi obtida por meio do teste de Sen's slope, ao nível de confiança de 95%. O teste de Sen's slope, ou inclinação de Sen, é utilizado para calcular a inclinação da reta de regressão dos dados (Sen, 1968). O valor positivo da inclinação de Sen indica uma tendência ascendente ou crescente e um valor negativo dá uma tendência descendente ou decrescente na série temporal (Panda; Sahu, 2019; Mehmood et al., 2024).

A fim de explorar os impactos nos serviços ecossistêmicos hídricos e climáticos, utilizou-se dados secundários de bases de dados oficiais, sendo eles: Precipitação e vazão, disponibilizados no

Portal HidroWeb v. 3.2.7, que é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) (ANA, 2023) como proxy de variabilidade hidrológica e de disponibilidade de recursos hídricos na área de estudo. Os dados de precipitação foram coletados na estação 115801 – Fontanillas, durante o período de 1979 a 2020. Para o cálculo da precipitação total anual foram desconsiderados os anos com falhas de dados, permanecendo a série histórica de 1980 a 2019. Os dados de vazão foram coletados na estação fluviométrica 17093000 – Fontanillas, durante o período de 1978 a 2020, com exceção do ano 1990 em que não há dados de vazão mínima e máxima. Estas estações foram selecionadas por terem as maiores séries temporais de dados de precipitação e vazão do município.

Dados de temperatura do ar mínima, média e máxima do período de 1980 a 2020 foram obtidos por meio da base de dados Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD) para análise da variabilidade temporal e das possíveis tendências de mudanças no clima. A base de dados BR-DWGD contém os dados climáticos do Brasil com uma resolução espacial de $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ e resolução temporal diária e foi escolhida para este estudo por apresentar a maior

série temporal disponível para o município (Xavier et al., 2022).

Para análise temporal dos dados de precipitação, vazão e temperatura do ar foram calculadas as variações percentuais, valores mínimos, médios e máximos e desvio padrão. Para estes dados também foi realizada a análise de tendência das séries temporais por meio do teste de Mann-Kendall, ao nível de significância de $\alpha=0,05$ e Sen's slope, ao nível de confiança de 95%.

A fim de explorar os possíveis efeitos na saúde humana, empregou-se a análise temporal de indicadores de saúde. As doenças circulatórias e respiratórias foram escolhidas para este estudo por representarem as principais causas não-externas de óbitos na área de estudo e por serem reportadas na literatura como relacionadas às mudanças no uso e cobertura da terra. O indicador de mortalidade foi selecionado devido à sua maior série histórica de dados e à capacidade de refletir os desfechos de saúde mais prevalentes no município (DATASUS, 2024).

Para tal, utilizou-se da base de dados do departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS) para ter acesso aos dados de mortalidade por doenças circulatórias e respiratórias disponibilizados pelo Sistema de Informação sobre Mortalidade

(SIM), durante o período de 2000 a 2022. Os dados foram referentes aos óbitos de pessoas residentes no município de Juína, classificados segundo os capítulos IX (doenças circulatórias) e X (doenças respiratórias) da Classificação Internacional de Doenças (CID). Os dados de doenças circulatórias abrangem toda população com idade superior a 5 anos. Já os dados de doenças respiratórias referem-se a crianças menores de 5 anos e idosos, com idade acima de 60 anos. Para o cálculo da taxa de mortalidade, utilizou-se dos dados de variabilidade populacional anual também disponibilizados pelo DATASUS (2024).

Com o intuito de analisar os impactos das mudanças no uso e cobertura da terra e alteração dos serviços ecossistêmicos hídricos e do solo e suas implicações na saúde, bem-estar e no clima, foi realizada pesquisa bibliográfica, priorizando os estudos publicados nos últimos 5 anos. As bases de dados utilizadas neste estudo foram: Web of Science, base internacional multidisciplinar de referenciais com resumo, produzida pela Thomson Reuters Scientific e atualmente editada pela Clarivate Analytics; Scopus, base de dados internacional multidisciplinar de referenciais com resumo, produzida e editada pela Elsevier (Portal de periódicos da Capes, 2020).

Resultados e discussão

Mudanças no uso e cobertura da terra em Juína

No ano de 1985 o município apresentava uma área de 2.584.130,5 ha de cobertura florestal, que ocupava cerca de 98% da área total. Assim, tratava-se de uma área com vegetação relativamente intocada que gradativamente foi convertida em formas de uso da terra, em decorrência do processo de ocupação e das atividades econômicas desenvolvidas. Em 2021, a área florestada era de 2.220.522,7 ha, observou-se uma perda florestal de 16% durante o período de estudo (Tabela 1). Os resultados obtidos no teste de Mann Kendall, ao nível de significância de $\alpha=0,05$, demonstraram uma tendência estatisticamente significativa de diminuição das áreas florestadas ao longo dos anos investigados. O teste de Sen's slope, ao nível de confiança de 95%, corroborou que a tendência de diminuição é de 11.348,6 ha.ano⁻¹, oscilando entre valor mínimo de 13.642, ha.ano⁻¹ e o valor máximo de 10.043,7 ha.ano⁻¹ (Figura 3a e Figura 4) ($p=0,0001$).

A partir da década de 90, observa-se um aumento nas áreas ocupadas por pastagens (Figura 3b e Figura 4), que em 1990 eram de 85.947,83 ha e em 2000 passaram a ser de 269.626 ha,

resultando em um aumento de 32%. A expansão das pastagens impactou diretamente na cobertura florestal, que apresentou uma redução de 8% entre os anos de 1990 e 2000. Em 2021, o município apresentava uma área de 394.630 ha ocupada por pastagens, com um aumento de 88% ao longo da série histórica. Constatou-se que a tendência de aumento das áreas ocupadas por pastagens é estatisticamente significativa, com base nos resultados do

teste de Mann Kendall ($p < 0,0001$). O teste de Sen's slope demonstrou que o aumento médio anual durante o período aqui estudado foi de $10.957,6 \text{ ha.ano}^{-1}$, oscilando entre o valor mínimo de $9.658,3 \text{ ha.ano}^{-1}$ e máximo de $13.362,3 \text{ ha.ano}$. As áreas ocupadas por pastagens representam 15% da área total do município, sendo o uso e cobertura predominante de origem antrópica.

Tabela 1. Variabilidade anual dos tipos de uso e cobertura da terra do município de Juína – MT (%) durante o período de 1985 e 2021.

Classe	1985	1990	2000	2010	2020	2021
Floresta	97,89	96,28	89,21	85,28	84,37	84,12
Cerrado	0,17	0,16	0,16	0,09	0,20	0,18
Áreas agrícolas	0,00	0,01	0,07	0,13	0,43	0,42
Pastagem	1,73	3,26	10,21	14,16	14,65	14,95
Infraestrutura urbana	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08
Mineração	0,00	0,03	0,06	0,07	0,07	0,07
Água	0,17	0,19	0,19	0,17	0,16	0,15
Outras	0,01	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03
Total	100	100	100	100	100	100

Fonte: Projeto MapBiomass (2022). Elaboração: os autores.

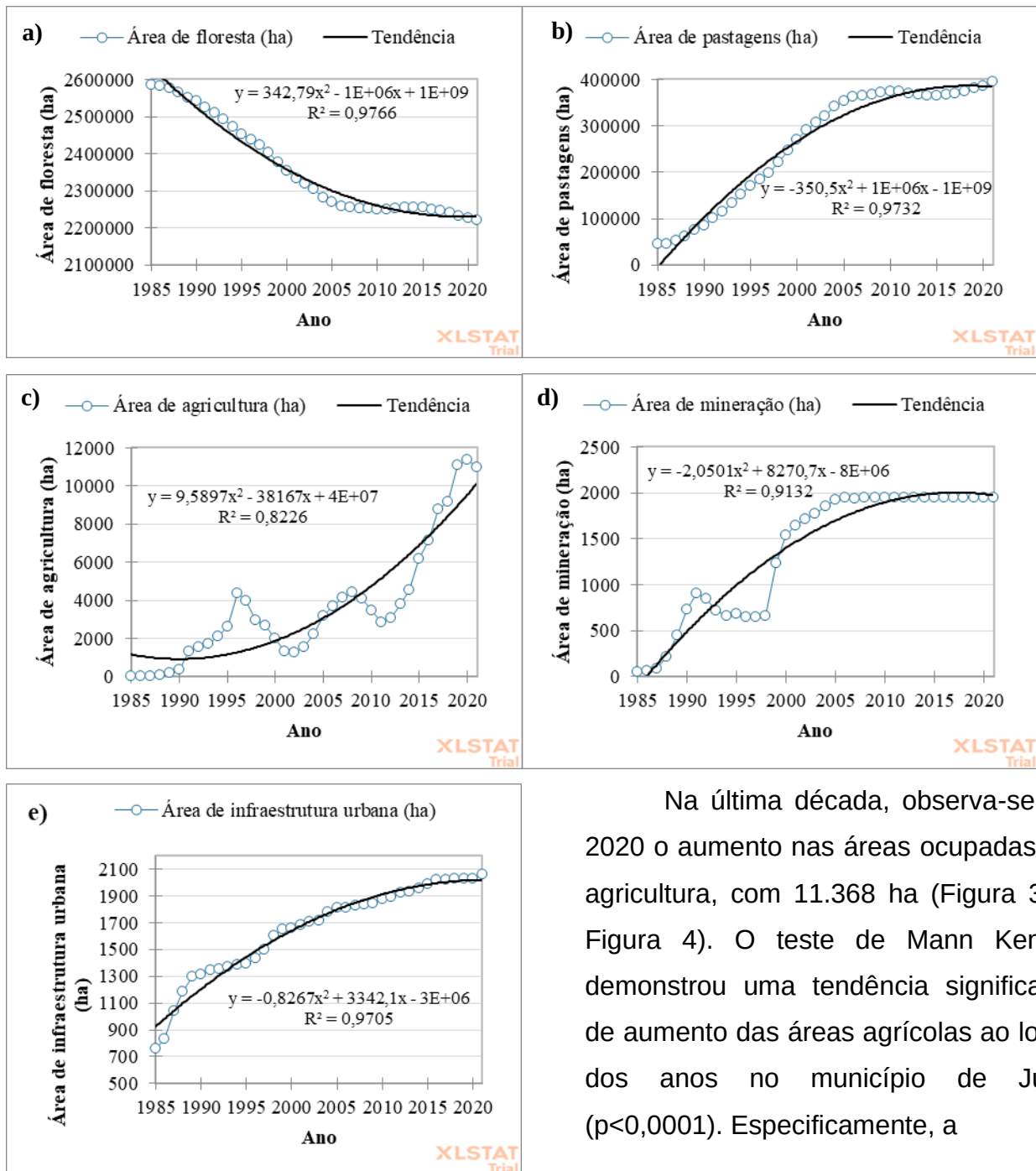


Figura 3. Evolução espaço-temporal (1985 a 2021) do uso e cobertura da terra (ha) no município de Juína – MT: a) Floresta; b) Agricultura; c) Pastagens; d) Mineração; e) Infraestrutura urbana. Fonte: Projeto MapBiomass (2022). Elaboração: os autores.

Na última década, observa-se em 2020 o aumento nas áreas ocupadas por agricultura, com 11.368 ha (Figura 3c e Figura 4). O teste de Mann Kendall demonstrou uma tendência significativa de aumento das áreas agrícolas ao longo dos anos no município de Juína ($p < 0,0001$). Especificamente, a

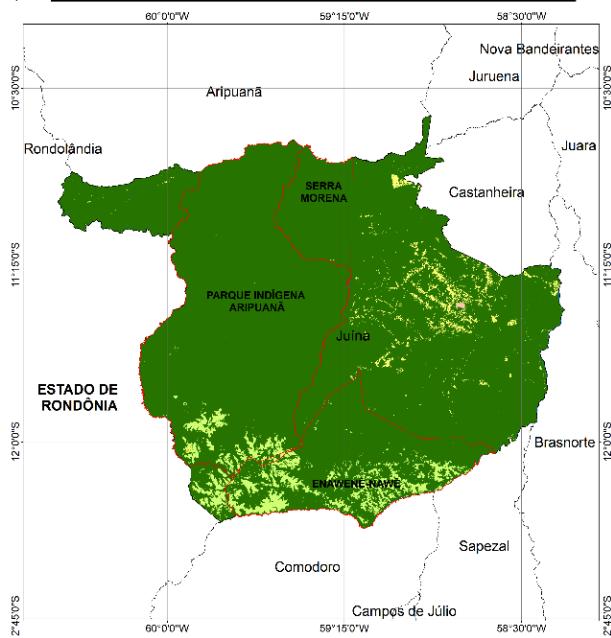
média de aumento anual é de 225 ha.ano^{-1} , com mínimo registrado de 163,5 ha.ano^{-1} e máximo de 294,3 ha.ano^{-1} . Este incremento se deve à chegada da agricultura mecanizada em 2013, que elevou a produção de soja de 2.080 toneladas para 25.000 toneladas em 2015 (Daugeard, 2017).

As áreas de mineração, que em 1985 eram de 48 ha, seguiram uma tendência de crescimento até 2006, quando alcançaram o patamar de 1947 ha, a partir de então mantiveram-se sem variações, com um valor de 1948 ha em 2021 (Tabela 1 e Figura 3). Ao longo do período de estudo (1985 – 2021) as áreas de garimpo aumentaram em 97%, com uma tendência de aumento médio anual de 55,3 ha.ano⁻¹, constatada no teste de Mann Kendall e Sen's slope ($p < 0,0001$) (Figura 2d).

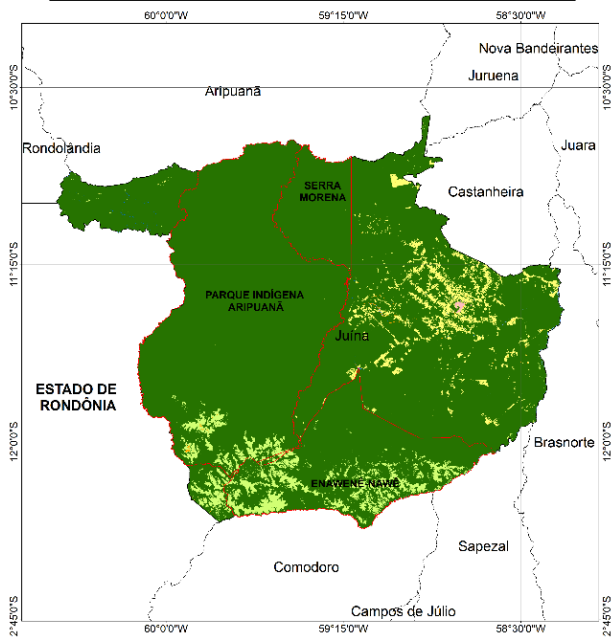
Com relação às áreas de infraestrutura urbana, observa-se uma tendência significativa de crescimento

($p < 0,0001$) a partir do processo de ocupação, com uma média de crescimento anual de 26,9 ha.ano⁻¹ entre 1985 e 1987 (Tabela 1 e Figura 3). A partir do ano de 2005 as áreas ocupadas por infraestrutura urbana apresentaram baixa variabilidade, com um crescimento médio anual de 0,82% (Figura 3e). Durante o período de estudo foi constatado um aumento de 63% das áreas urbanas, com uma área de 2060 ha em 2021.

a) USO E COBERTURA DA TERRA DE JUÍNA/MT - 1985



b) USO E COBERTURA DA TERRA DE JUÍNA/MT - 1990



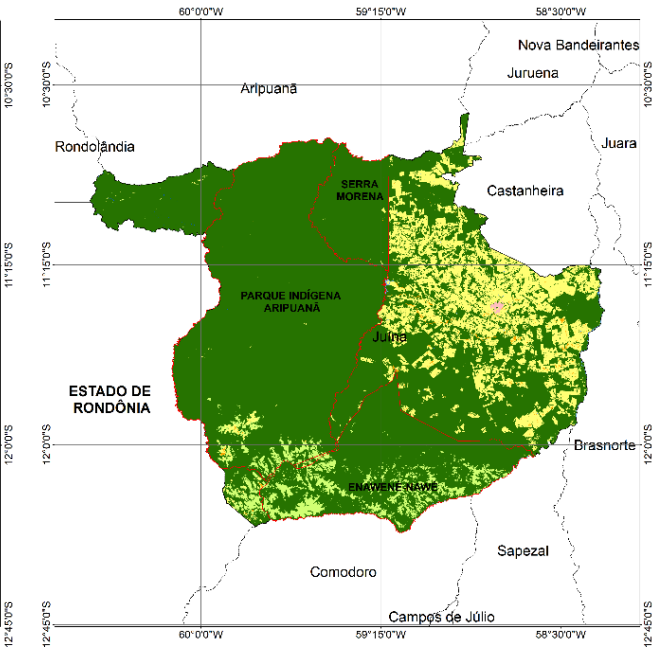
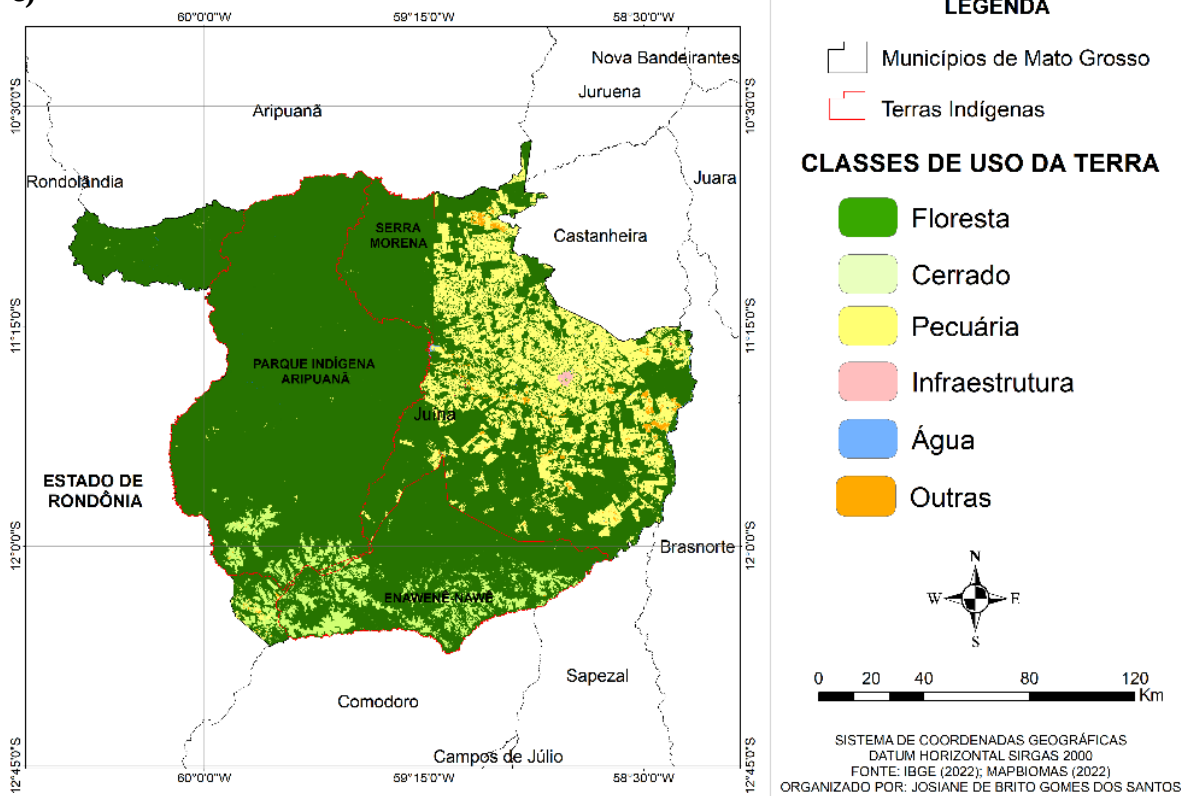
c) **USO E COBERTURA DA TERRA DE JUÍNA/MT - 2000**d) **USO E COBERTURA DA TERRA DE JUÍNA/MT - 2010**e) **USO E COBERTURA DA TERRA DE JUÍNA/MT - 2020**

Figura 4. Uso e cobertura da terra do município de Juína – MT, nos anos: a)1985, b) 1990; c) 2000; d) 2010; e) 2020. *A classe de agricultura e a classe de mineração foram agrupadas na classe Outras, devido à suas pequenas áreas, o que não permite a visualização destas nos mapas.

Fonte: Projeto MapBiomas (2022). Elaboração: os autores.

A redução da cobertura vegetal é reflexo do processo de ocupação do município de Juína, que seguiu os mesmos moldes dos projetos de colonização implantados na Amazônia a partir de 1970, que resultaram em uma rápida alteração da paisagem natural, com a conversão de áreas florestadas em outros usos da terra (Oliveira; Amaral, 2018). Os colonos recém-chegados na época eram orientados a derrubar a floresta e tornar os lotes produtivos, ao contrário perderiam a posse da terra (Fiori et al., 2013). Diante disso, houve um crescente aumento das áreas desmatadas (Figura 5). Entre os anos de 1985 a 1995, estima-se uma perda de 132 mil hectares de floresta, o que representa 5% da área do município e 2% do desmatamento ocorrido no Mato Grosso durante o mesmo período.

O projeto de ocupação foi concebido para que Juína fosse o polo de produção agrícola na região Noroeste de Planejamento do estado de Mato Grosso. O projeto foi bem-sucedido inicialmente, os lotes foram vendidos rapidamente e milhares de famílias instalaram-se na região, especialmente, no núcleo urbano e nas suas proximidades. No entanto, alguns anos depois, muitos colonos sofriam com as dificuldades de ausência de infraestrutura e assistência técnica, baixa produtividade das terras e

dificuldades para comercializar a produção (Santos, 2012).

Diante disso, a atividade madeireira expandiu-se rapidamente, com a instalação de centenas de empreendimentos madeireiros de diferentes portes, desde serrarias pequenas a grandes agroindústrias, que exploravam os abundantes recursos naturais e empregavam a mão de obra local (Joanoni Neto; Guimarães Neto, 2019).

As atividades agrícolas no município se iniciaram na década de 80, com a agricultura familiar, em especial, no plantio de milho, arroz e café, mas não chegaram a ter o êxito almejado no planejamento da ocupação da região. Esta realidade é expressa nos dados de uso e ocupação da terra, que demonstram que em 1985, as áreas agrícolas ocupavam 15 ha (Tabela 1). Com a crise do café, a inflação no início dos anos 1990 e as dificuldades de comercializar os produtos, os agricultores familiares deram início à atividade da pecuária. A agricultura familiar é presente em 85,5% dos estabelecimentos rurais de Juína, porém ocupa uma área mínima de 9,6% da área total rural (Godard et al., 2019).

Outra forma de uso da terra observado no município são áreas ocupadas por mineração. Em 1975

iniciaram as pesquisas da mineradora sul-africana DeBeers, e a partir 1986, espalharam-se notícias da existência de garimpos de diamantes, na área denominada Linha 3, que se inicia no km 210 da BR 174, estendendo-se até a reserva indígena Cinta Larga. Logo iniciou a chegada de garimpeiros de várias regiões brasileiras, bem como de vários colonos agricultores que deixaram o campo e enveredaram na mineração. Assim, surgiu uma nova classe de uso da terra, constituída pelos diversos garimpos que se formaram ao longo da rodovia BR 174 e Linha 3, localizados no quadrante sudoeste (SW)² do município de Juína. Foram vários garimpos formados, sendo os principais: Juíinha, Juína-Mirim, Juíão, Garimpo do 180, do Porcão, do São Luiz, do Chapadão, do Cinta Larga, do Sorriso, do Arroz e Duas Barras (Santos, 2012).

De acordo com o Informe da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e do Serviço Geológico do Brasil (SGB), Juína é o campo kimberlítico mais importante tanto em quantidade de corpos quanto em potencial diamantífero do estado de Mato Grosso (Nannini et al., 2017). O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) também corrobora que Juína é o principal município produtor de diamantes em termos quantitativos,

respondendo por 78% da produção estadual e 52,50% da produção nacional (Lima; Neves, 2018).

Devido à intensa exploração ilegal ocorrida, sobretudo no período de 1987 a 1989, quando a área concentrou mais de 30 mil garimpeiros ilegais, não há dados quantitativos precisos da produção acumulada de diamantes na região de Juína. No entanto, estima-se que a produção tenha atingido valores em torno de 5 a 6 milhões ct/ano no início da década de 1990 (Kaminsky et al., 2001). Em 2014, a produção diamantífera declarada pelos dois maiores produtores nacionais, ambos situados em Juína, foram em torno de 40 mil ct (Nannini et al., 2017), o que demonstra o recente potencial mineral municipal.

A partir do ano de 1992, com o encerramento dos garimpos ilegais, as pessoas voltaram seus esforços para a exploração madeireira e formação de pastagens para a prática da pecuária, o que resultou em um aumento do desmatamento. O ano de 1994 corresponde ao maior desmatamento anual da história do município, quando se registrou a perda de 22,5 mil hectares de floresta em um único ano. Entre 1992 e 2005, houve uma perda florestal de 240 mil hectares em Juína. Esse mesmo padrão de intensificação do desmatamento foi observado em Mato

Grosso, com o desmatamento em Juína representando 2% do total desmatado no estado.

A partir de 2005 observa-se uma tendência significativa de redução do desmatamento. Esta redução pode ser atribuída à implementação de políticas de controle e fiscalização ambiental mais rigorosas, visto que este período marca o início de esforços mais significativos para controlar o desmatamento. Em 2004 foi criado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), e em 2008 o município de Juína foi incluído na lista dos municípios prioritários para prevenção, monitoramento e controle do desmatamento (Ministério do Meio Ambiente, 2020). O período de 2009 a 2015 corresponde ao menor desmatamento da história do município, com uma redução de 84%, o que reforça a importância das políticas de controle do desmatamento.

O teste de Mann Kendall e Sen's slope demonstraram uma tendência de redução do desmatamento ao longo da série histórica de 260,6 ha.ano⁻¹ ($p < 0,01$). Apesar dessa redução no ritmo do desmatamento, ainda há a perda média de 6 mil hectares de florestas por ano no município. Isso implica também na perda dos serviços ecossistêmicos prestados a este sistema socioecológico. E ainda,

observa-se um crescente aumento das áreas desmatadas a partir de 2016.

Um outro fator agravante das mudanças no uso e cobertura da terra é o emprego do fogo nas práticas de desmatamento. A maioria das florestas é tipicamente desmatada usando processos de corte e queima. Além disso, as queimadas são utilizadas no manejo das pastagens e representam uma importante ignição para incêndios florestais (Escobar, 2019b). A queima de biomassa resulta na emissão de poluentes atmosféricos, que incluem material particulado, carbono negro e compostos orgânicos voláteis, reconhecidos por seu potencial deletério à saúde humana (Yuan et al., 2022).

A Figura 6 apresenta a variabilidade temporal das concentrações médias de material particulado fino (PM_{2,5}) durante o período de 2000 a 2019 no município de Juína. A concentração média diária foi de $32,8 \pm 60,9 \mu\text{g.m}^{-3}$ ($\pm\text{DP}$, desvio padrão), o valor mínimo foi de $\leq 0 \mu\text{g.m}^{-3}$, e o valor máximo foi de $495,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ (Figura 6a). As menores concentrações foram sempre nos períodos chuvosos e as maiores foram sempre nos períodos secos, com maior ocorrência nos meses de agosto, setembro e outubro (Figura 6b). A concentração média anual também foi de $32,1 \pm 26,1 \mu\text{g.m}^{-3}$, com média máxima

de 96,3 $\mu\text{g.m}^{-3}$, ocorrida no ano de 2002, e média mínima de 11,1 $\mu\text{g.m}^{-3}$, ocorrida no ano de 2013.

As diretrizes globais da qualidade do ar publicadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 2021, estabeleceram os valores limites de concentrações média diária de 15 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (média de 24 horas) e média anual de 5 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (WHO, 2021). Durante o período de estudo foram registrados no município de Juína 2597 dias com concentrações médias acima do limite estabelecido. As concentrações médias anuais mantiveram-se acima do valor limite durante todos os anos de estudo. A OMS alerta que exceder os níveis das diretrizes de qualidade do ar pode acarretar riscos significativos para a saúde humana (WHO, 2021).

Observa-se que, a variabilidade anual das concentrações de $\text{PM}_{2,5}$ seguiu um padrão similar ao do desmatamento anual, o que reforça a conexão entre as mudanças no uso da terra e a poluição atmosférica. As concentrações foram mais elevadas entre os anos 2000 até por volta de 2008, que coincide com o período de redução do desmatamento. Entre 2009 e 2019, a concentração média anual de $\text{PM}_{2,5}$ apresenta uma variabilidade mais estável, com flutuações menores. No entanto, observa-se uma tendência de aumento

nos anos mais recentes, culminando em valores médios anuais de 22,3 $\mu\text{g.m}^{-3}$ e diários de 384,1 $\mu\text{g.m}^{-3}$, em 2017. Esta realidade reforça a necessidade de uma continuidade e aprimoramento das políticas ambientais para garantir a proteção das florestas e dos serviços ecossistêmicos associados. A revisão e o fortalecimento das estratégias de fiscalização e monitoramento são essenciais para evitar o retrocesso e para enfrentar os desafios emergentes.

A persistência e o aumento das emissões atmosféricas podem ocorrer devido à maior vulnerabilidade das áreas degradadas às queimadas (Escobar, 2019b), o que revela que os efeitos negativos das mudanças no uso e cobertura da terra se perpetuam ao longo do tempo, impactando nos sistemas socioecológicos. Para Oliveira Filho et al. (2022), a variabilidade dos focos de fogo no bioma Amazônia está diretamente ligada às atividades antrópicas, aos interesses econômicos e aos padrões climáticos, principalmente durante a estação seca.

As queimadas empregadas no desmatamento e manejo de pastagens levam à degradação severa dos ecossistemas e perdas de biodiversidade, impactando fortemente nas emissões de gases de efeito estufa, na erosão e perda de nutrientes do solo e

na poluição atmosférica (Aragão et al., 2023).
al., 2018; Durrer et al., 2021; Jakimow et

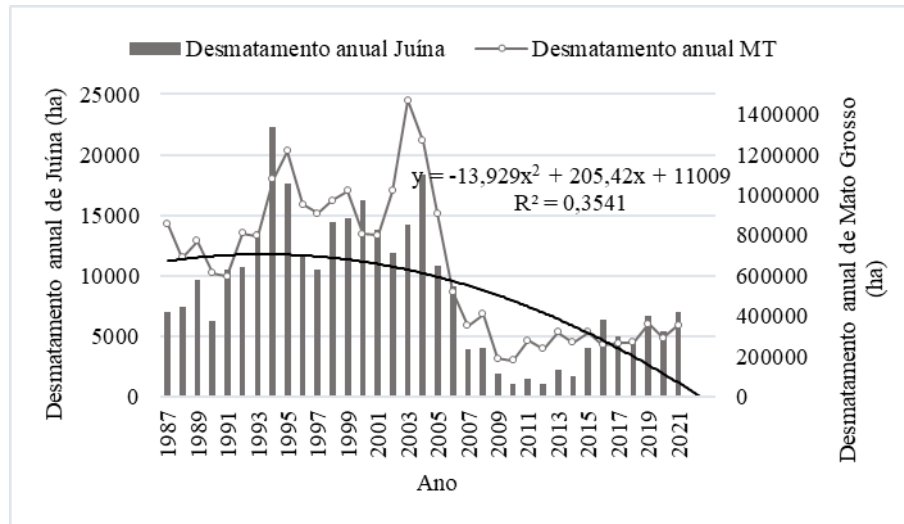


Figura 5. Área desmatada anual em Juína e no Mato Grosso durante o período de 1987 a 2021. Fonte: Projeto MapBiomas (2024). Elaboração: os autores.

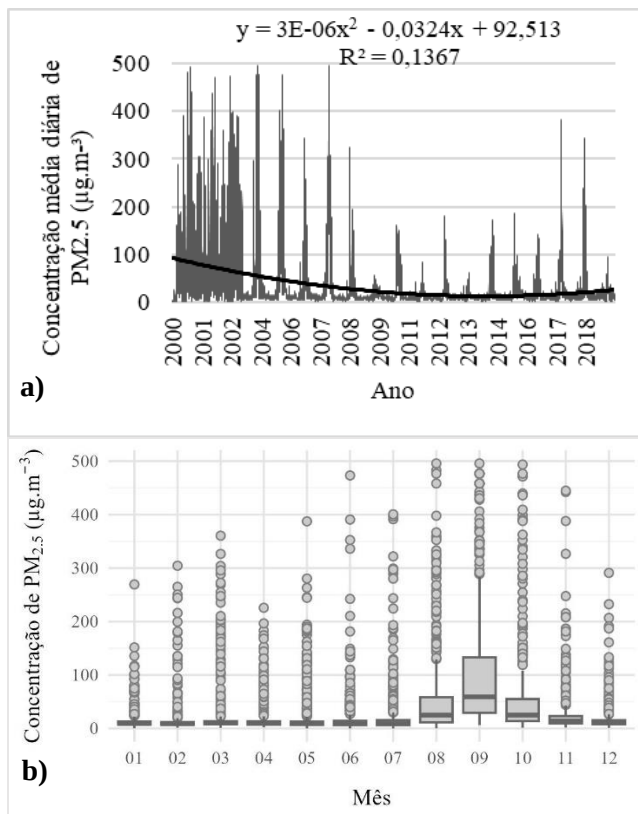


Figura 6. Variabilidade temporal da concentração média diária (a) e média diária mensal (b) de PM_{2,5} no município de Juína – MT, durante o período de

2000 a 2019. Fonte: SISAM (INPE, 2024).
Elaboração: os autores.

Em síntese, acerca das mudanças no uso e cobertura da terra de Juína, constatou-se que, apesar de o município ter passado por diferentes atividades econômicas que resultaram em diferentes usos da terra, a mudança predominante é a conversão de áreas florestadas em pastagens para a prática da pecuária. Assim, o município acompanha a mesma tendência de outras áreas do bioma Amazônia, sendo a conversão de floresta em pastagem, a alteração no uso da terra mais difundida na Amazônia (França et al., 2021).

Apesar do crescente avanço das áreas de agricultura intensiva, a pecuária

ainda se constitui a principal atividade econômica de Juína, que possui o quarto maior rebanho do estado de Mato Grosso, com um efetivo bovino de 832.043 (IBGE, 2021), estando entre os dez maiores municípios pecuários do Brasil, com um crescimento de 75% entre os anos de 2012 e 2022 (ABIEC, 2022). No entanto, o crescimento econômico decorrente desta atividade econômica não reflete as reais condições de vida da maior parte da população, visto que, apesar de o Produto Interno Bruto (PIB) ser crescente ao longo dos anos, o índice de Gini, que expressa a distribuição de renda em um território, aumentou de 0,59 em 1991 para 0,60 em 2010, denotando a progressiva desigualdade social no município (DATASUS, 2023).

Esta realidade demonstra que os ganhos econômicos decorrentes das mudanças do uso da terra são para uma minoria da população, enquanto os custos ambientais, a perda de capital natural e dos inestimáveis serviços ecossistêmicos e os potenciais impactos na saúde e bem viver são distribuídos para a coletividade, alcançando sobretudo, a parcela da população com maior vulnerabilidade social (Bustamante et al., 2019). Assim, mantém-se o princípio da internalização dos ganhos e externalização dos custos, que incluem o valor de quaisquer serviços

ecossistêmicos perdidos ou reduzidos, e que são pagos pela população com a própria saúde, bem-estar, qualidade e expectativa de vida.

Garret et al. (2021) corroboram que este modelo de desenvolvimento da Amazônia continua a impactar no declínio do vasto capital natural da região sem melhorias proporcionais no bem-estar das comunidades locais. Com isso, Amazônia continua sendo afetada pela perda e degradação florestal, assim como pela alta desigualdade e injustiça ambiental.

Serviços ecossistêmicos

Os resultados deste estudo apontam para alterações nos serviços ecossistêmicos de provisão e regulação hídrica, vitais para a manutenção da vida nos sistemas socioecológicos, afetando o regime, disponibilidade e qualidade das reservas de água. A Figura 7 apresenta a variação da área ocupada por corpos hídricos no município de Juína, segundo os dados do Mapbiomas (2022). Nota-se que a partir de 1985 houve aumento gradual das áreas ocupadas por mananciais superficiais, que seguiu até o ano de 1995.

Após a tendência de aumento do quantitativo hídrico, a partir do ano de 1996, há um decréscimo gradual, resultando em uma redução de 8,70% na

disponibilidade hídrica durante o período analisado, sendo que em 1985 a área ocupada por corpos hídricos era de 4402 ha e em 2021 era de 4049 ha. De acordo com Linhares (2005), os impactos hidrológicos provenientes da mudança da cobertura da terra possuem um maior tempo de defasagem em bacias com maiores áreas, como é o caso da bacia do rio Juruena (área de 190.940 km²), onde o município de Juína está inserido, sugerindo um comportamento não linear com o tempo. Assim, o ciclo hidrológico poderá ser afetado somente anos após a mudança no uso e cobertura da terra.

O teste de Mann Kendall demonstrou uma tendência significativa de diminuição das áreas ocupadas por corpos hídricos no município, de em média 35,2 ha.ano⁻¹, oscilando entre uma redução mínima de 22,4 ha.ano⁻¹ e máxima de 50,4 ha.ano⁻¹, de acordo com os resultados obtidos no teste de Sen's slope ($p < 0,0001$).

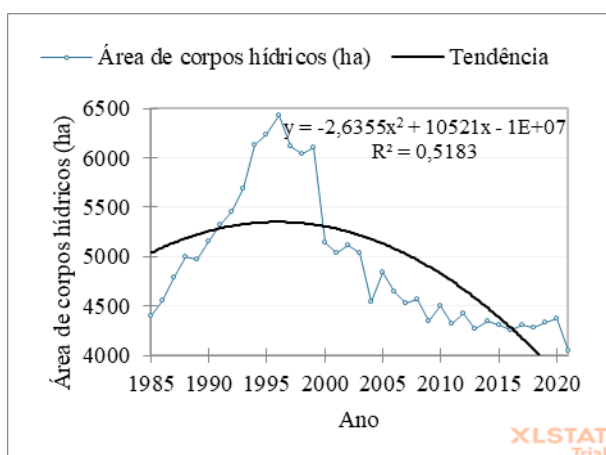


Figura 7. Evolução temporal (1985 a 2021) das áreas ocupadas por corpos hídricos (ha) no município de Juína – MT. Fonte: Projeto MapBiomass (2022). Elaboração: os autores.

A Figura 8 apresenta a variabilidade anual das vazões mínima, média e máxima do rio Juruena, medidas na estação fluviométrica do distrito de Fontanillas, no município de Juína, entre os anos de 1978 e 2021. Constatou-se uma tendência significativa de diminuição da disponibilidade hídrica ao longo da série histórica, por meio do teste de tendência de Mann-Kendall ($p < 0,001$). O teste de Sen's slope demonstrou que tal tendência de redução é em média de 6,11 m³.s⁻¹/ano, com o valor mínimo de 4,3 m³.s⁻¹/ano e máximo de 7,8 m³.s⁻¹/ano.

A alteração no regime hidrológico, que resultou em maior disponibilidade hídrica superficial nos anos iniciais, sugere uma possível resposta à exploração madeireira e ao intenso desmatamento. O que ocorre é que a presença de florestas influencia fortemente na ciclagem de água, propiciando a infiltração no solo, e consequentemente, a recarga de aquíferos e a evapotranspiração. Por outro lado, a remoção florestal, reduz a taxa de infiltração no solo e favorece o escoamento superficial, elevando as

vazões dos corpos hídricos, sendo tal aumento diretamente proporcional à taxa de conversão de matas nativas em áreas antropogênicas (Souza et al., 2019). Linhares (2005) também constatou que a remoção de matas nativas na bacia do rio Ji-Paraná (Rondônia) gerou uma

resposta rápida no escoamento superficial, na infiltração e consequentemente na vazão hídrica. No entanto, a médio e longo prazo há uma tendência de diminuição da vazão.

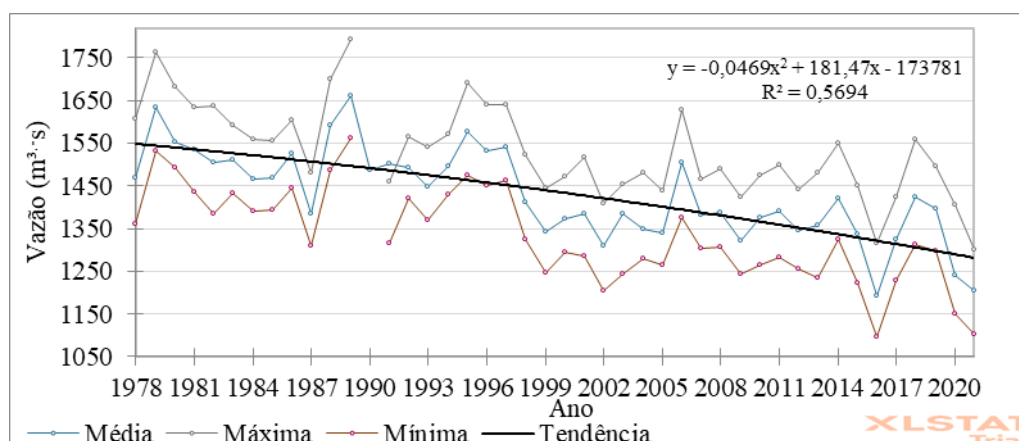


Figura 8. Evolução temporal (1978 a 2021) das vazões mínima, média e máxima ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) do rio Juruena, no município de Juína – MT. A falha no ano de 1990 é devido à ausência de dados de vazões mínima e máxima. Fonte: ANA (BRASIL, 2023). Elaboração: os autores.

A menor disponibilidade hídrica a médio e longo prazo pode estar associado às alterações no ciclo hidrológico decorrentes das mudanças no uso e cobertura do solo. Com a remoção de matas nativas, a taxa de infiltração de água no solo é reduzida, resultando em menores taxas de evapotranspiração, precipitação e, consequentemente, de recarga dos mananciais.

Na Figura 9 é demonstrada a variabilidade temporal da precipitação durante o período de 1980 a 2019. A precipitação média do período foi de $1822,1 \pm 233$ mm, a mínima foi de 1302

mm, registrada no ano de 2017, e a máxima foi de 2507,5 mm, registrada no ano de 1983. Constatou-se uma tendência pluviométrica negativa e significativa ao longo da série histórica, por meio do teste de tendência de Mann-Kendall ($p < 0,0001$). Especificamente, foi observada por meio do teste de Sen's slope, uma diminuição média anual de 11 mm.ano^{-1} no quantitativo de chuvas no município, com o mínimo de $4,6 \text{ mm.ano}^{-1}$ e o máximo de $17,8 \text{ mm.ano}^{-1}$.

A análise da variabilidade interdecadal da precipitação anual total do município demonstraram uma redução

gradual no quantitativo pluviométrico, sendo que no primeiro decênio (1980-1989), a média da precipitação anual total foi de $1965,3 \pm 233$ mm, enquanto no último decênio do período de estudo (2010-2019), a média foi de $1676,9 \pm 210$

mm. O teste de Mann Kendall corroborou que a tendência de diminuição ao longo das décadas é estatisticamente significativa ($p < 0,0001$), com uma redução de 108,1 mm por década, de acordo com o teste de Sen's slope.

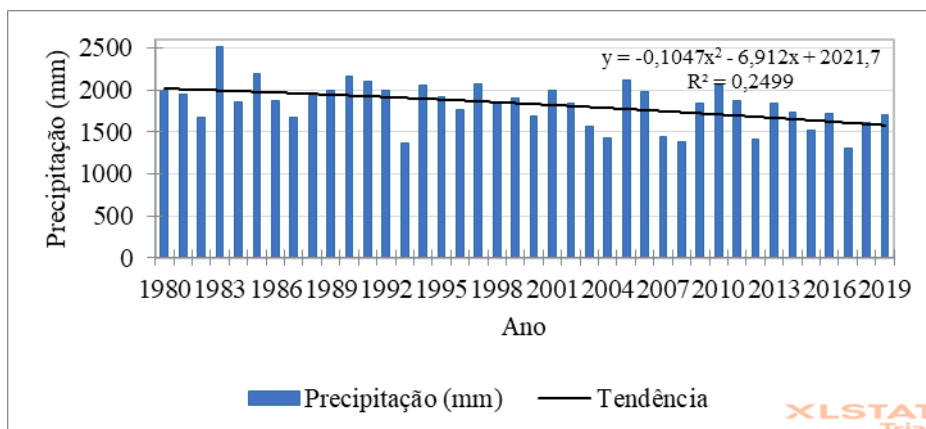


Figura 9. Evolução temporal (1980 a 2019) da precipitação total anual (mm) do município de Juína – MT. Fonte: ANA (Brasil, 2023). Elaboração: os autores.

Além dos aspectos hidroclimáticos, é importante analisar a variabilidade temporal de outras variáveis do climáticas. Neste sentido, a Figura 10 apresenta a variabilidade das temperaturas médias, mínimas e máximas anuais durante os anos de 1980 a 2020 no município de Juína. A temperatura média mínima do ar durante o período de estudo foi de $20,1 \pm 0,6$ °C, a temperatura média foi de $25,9 \pm 0,42$ °C, e a máxima foi de $31,8 \pm 0,6$ °C. Os resultados dos testes de Mann Kendall e Sen's slope apontaram uma tendência significativa de aumento da temperatura

mínima de 0,03 °C ao ano ($p < 0,001$) durante os 41 anos de dados. A temperatura média também apresentou uma tendência significativa de aumento de 0,02 °C ao ano ($p < 0,001$). Não foi constatada uma tendência significativa de aumento da temperatura máxima. Estes resultados, juntamente com o menor índice pluviométrico aqui apontado, demonstram alterações nos serviços ecossistêmicos relacionados ao clima do município, que podem estar associadas às mudanças no uso e cobertura da terra.

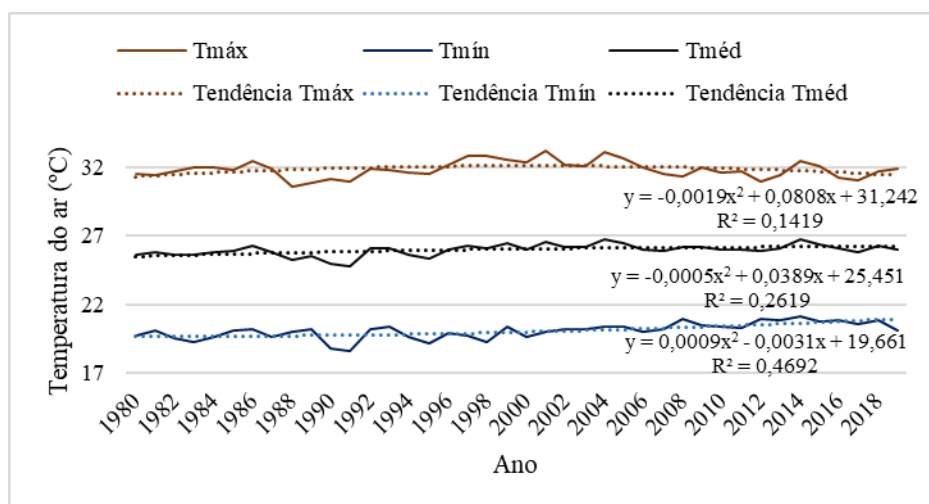


Figura 10. Variabilidade temporal das temperaturas mínimas, médias e máximas do município de Juína – MT, durante o período de 1980 a 2020. Fonte: BR-DWGD (Xavier, 2022). Elaboração: os autores.

As mudanças no clima aqui apontadas são condizentes aos achados apresentados por Bottino et al. (2024), que analisaram os efeitos separados e combinados das mudanças na cobertura vegetal sobre a Bacia Amazônica e o aquecimento global e constataram redução na precipitação e aumento da duração e da temperatura do ar da estação seca.

Os resultados aqui apresentados são consonantes com os demonstrados por recentes estudos desenvolvidos na região amazônica que também indicaram tendências pluviométricas negativas, relacionadas ao desmatamento e às mudanças no uso da terra, com uma redução

média na precipitação de 5 mm por ano na Amazônia Legal (Lira et al., 2022; Mu; Jones, 2022). Moreira et al. (2023) evidenciaram uma tendência negativa de cerca de 56% na precipitação mensal no estado de Rondônia. Tais resultados sugerem mudanças substanciais no hidroclima amazônico e uma elevada vulnerabilidade a futuras mudanças na cobertura da terra.

Reygadas et al. (2023) analisaram os efeitos do desmatamento e da degradação florestal em indicadores de serviços ecossistêmicos no Sudoeste da Amazônia, e constataram que as taxas mensais de precipitação e evapotranspiração foram até 25% e de 15% a 48% respectivamente,

menores em áreas desmatadas e degradadas do que em áreas de florestas intactas. Tais alterações refletem em mudanças no regime hidrológico, como no aumento de vazões máximas, que resultam em inundações, e na diminuição de fluxos lentos, responsáveis pela recarga de mananciais subterrâneos e superficiais (Pontes et al., 2022).

Não obstante, é importante ponderar que a variabilidade espaço-temporal da precipitação e as tendências em todo o domínio amazônico são muito heterogêneas. No estudo desenvolvido por Haghtalab et al. (2020) na Bacia Amazônica durante os anos de 1982 a 2019 foi demonstrada esta variabilidade nas mudanças ocorridas na precipitação pluviométrica. As áreas com maior pluviosidade tornaram-se significativamente mais úmidas, com um aumento de 182 mm de precipitação por ano, enquanto, nas regiões leste e sul, onde o desmatamento é generalizado, há uma tendência significativa de seca. Em suma, ao longo do período de 37 anos, as áreas mais úmidas estão tendendo a ser ainda

mais úmidas e as áreas mais secas estão tendendo a ser ainda mais secas.

Estas mudanças na pluviometria têm o potencial de causar riscos hidrológicos e climáticos, com secas e inundações mais extremas (Lira et al., 2022). Para Casagrande et al. (2021), preservar a extensão e a integridade das florestas tropicais é cada vez mais crucial para possibilitar o funcionamento regular dos ciclos hidrológicos em escala local, regional e global.

As mudanças no regime hidrológico, incluindo a redução de precipitação, induzidas pela perda florestal, têm implicações importantes para os sistemas socioecológicos e para a floresta tropical remanescente. A menor quantidade de chuvas aliada à menor taxa de infiltração de água no solo, característica em áreas de pastagens, pode impactar na menor disponibilidade hídrica nos reservatórios subterrâneos, afetando a sustentação de serviços ecossistêmicos dependentes deste importantíssimo recurso natural (Brito et al., 2022; Klove et al., 2014).

Além disso, os ecossistemas lóticos também são potencialmente afetados com mudanças na composição do substrato, na qualidade da água e na biodiversidade (Leitão et al., 2018; Benone et al., 2020). Soares et al. (2023) corroboram que em geral, há redução da vegetação ripária, que serve como habitat e recursos tróficos para organismos aquáticos, o que afeta negativamente o equilíbrio ecológico e ambiental. Essas mudanças afetam negativamente as comunidades aquáticas, reduzindo a riqueza e abundância de espécies e alterando sua composição taxonômica e funcional.

As mudanças na hidrologia amazônica são bastante preocupantes diante dos impactos em níveis local, regional e global, visto que a umidade desta região é essencial para o bem-estar humano e para a formação de chuvas no sudeste da América do Sul, mesmo na estação seca. Lovejoy e Nobre (2018) buscaram compreender o quanto de desmatamento seria necessário para fazer com que o ciclo hidrológico se degradasse a ponto de ser incapaz de suportar

ecossistemas de floresta tropical. Os resultados evidenciaram que se essas sinergias negativas entre desmatamento, degradação e mudanças climáticas persistirem, com um ponto de inflexão de 20% a 25% de desmatamento, pode ser esperado um colapso da Amazônia Oriental, Meridional e Central, com a transição da floresta para uma vegetação propensa à seca, processo conhecido como savanização amazônica.

Para Marengo e Souza Júnior (2018), as mudanças climáticas na Amazônia estão acontecendo e produzindo impactos. Nos últimos 40 anos observou-se um aquecimento de 0,6-0,7 °C e, pode ser esperado um aumento de cerca de 5,8 °C até 2100. Quanto maior for o aquecimento, maiores serão os impactos futuros e riscos aos sistemas socioecológicos, incluindo possíveis danos irreversíveis em ecossistemas, na biodiversidade, na produtividade agrícola, na economia, na saúde e qualidade de vida. Os riscos sobre a Amazônia são decorrentes das interações sinérgicas existentes entre as mudanças climáticas, o

desmatamento, a fragmentação da floresta e as queimadas.

As florestas e solos amazônicos contêm cerca de 180 ± 30 Gt de carbono (GtC); aproximadamente metade deste carbono é armazenado sob a forma de biomassa vegetal e a outra metade permanece como reservas de carbono do solo. Assim, a remoção florestal e mudanças no uso da terra amazônica representam uma elevada liberação de carbono para a atmosfera, com consequências adversas que se estendem além da Amazônia para todo o sistema terrestre (SPA, 2021).

Gatti et al. (2023) constataram que as emissões de carbono da Amazônia aumentaram de uma média de $0,24 \pm 0,08$ PgC ano⁻¹ em 2010-2018 para $0,44 \pm 0,10$ PgC ano⁻¹ em 2019 e $0,52 \pm 0,10$ PgC ano⁻¹ em 2020, como resultado do aumento do desmatamento (82% e 77%) e da área queimada (14% e 42%) nos mesmos períodos estudados. As perdas de carbono durante 2019-2020, período a qual não houve um evento de seca extrema, foram comparáveis às do recorde de El

Niño (2015-2016). Para os autores, esses resultados são reflexo do enfraquecimento na aplicação das políticas de proteção ambiental ocorrido no Brasil a partir do ano de 2019.

Os impactos das mudanças no uso da terra sobre a microbiota e o ciclo de carbono, têm sido reportados por diversos pesquisadores (Khan et al., 2019; Pedrinho et al., 2019; Meyer et al., 2020; Alves et al., 2022; Danielson; Rodrigues, 2022; Pedrinho et al., 2023), incluindo o metano (CH₄), que é o segundo gás de efeito estufa mais importante na atmosfera, com potencial de reter radiação infravermelha entre 25 e 34 vezes mais do que o CO₂ (Ciais et al., 2013).

Venturini et al. (2022) constataram que a mudança na cobertura da terra de floresta para pastagem aumentou significativamente as emissões de CH₄ do solo e causou alterações significativas na composição e diversidade de microrganismos envolvidos na sua ciclagem. Assim, a conversão de floresta em pastagem tem um impacto significativo nas comunidades

microbianas do solo e pode afetar a capacidade do ecossistema de regular a emissão de gases de efeito estufa.

Diante do contínuo aumento do desmatamento da Amazônia, estas alterações nos fluxos de gases de efeito estufa são preocupantes quanto aos seus efeitos futuros e suas consequências em diferentes escalas. Além disso, os impactos das mudanças no uso da terra no ciclo desses gases podem até ser amplificados pelas mudanças climáticas (Alves et al., 2022).

Com o intuito de compreender os impactos das mudanças climáticas no bem-viver de povos tradicionais amazônicos, Vasconcelos et al. (2022) analisaram a percepção dos moradores de quatro comunidades ribeirinhas do baixo Rio Negro, no estado do brasileiro do Amazonas, sobre as mudanças climáticas ocorridas na região frente aos registros meteorológicos históricos do local. Os resultados demonstraram que para o povo ribeirinho, as chuvas estão diminuindo e há unanimidade na percepção de que o aumento da

temperatura é uma realidade que tem afetado seu modo de vida no trabalho, na educação, na saúde e na alimentação. As mudanças no clima podem impactar na produção agrícola, bem como na economia, devido à redução do tempo de trabalho e de produtividade, acarretando riscos de insegurança alimentar às populações que vivem de subsistência.

Efeitos na saúde humana e qualidade de vida

Albert et al. (2023) corroboram que as consequências do desmatamento e mudanças no uso da terra da Amazônia vão além das perdas de biodiversidade, e incluem consequências múltiplas e catastróficas para a saúde e bem-estar humano, incluindo a insegurança hídrica e alimentar generalizada, que podem levar a migrações em massa e instabilidade política.

A Figura 11 apresenta a evolução temporal das taxas anuais de mortalidade por doenças circulatórias e respiratórias, na população residente em Juína, durante o período de 2000 a 2022. Estas duas causas figuram entre as causas mais prevalentes de óbitos

no município. As doenças do aparelho circulatório (CID I00-I99), que incluem as doenças hipertensivas, cardíacas e cerebrovasculares constituem-se a principal causa de óbitos no município.

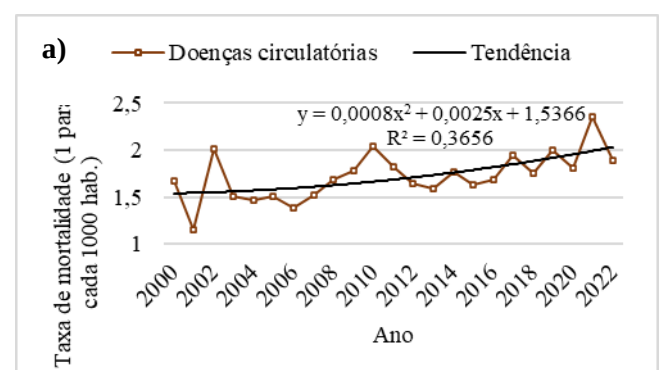
Durante o período de 2000 a 2022 foram registrados 1431 óbitos por doenças circulatórias, na população com idade acima de 5 anos. A taxa média de mortalidade foi de $1,72 \pm 0,26$ óbitos/1000 hab., sendo superior à do estado de Mato Grosso, que é de $1,35 \pm 0,05$ óbitos/1000 hab., e similar à do Brasil, que é de $1,78 \pm 0,08$ óbitos/1000 hab.

O teste de Mann Kendall demonstrou uma tendência significativa de aumento da taxa de mortalidade por agravos circulatórios ($p < 0,005$) ao longo dos anos, sendo este aumento de 0,02 óbitos/1000 hab. por ano, de acordo com os resultados do teste de Sen's slope.

As doenças do aparelho respiratório (CID J00-J99) foram responsáveis por 378 óbitos de crianças (menores do que 5 anos) e idosos, durante o período de 2000 a 2022, com taxa média de

mortalidade de $2,28 \pm 0,86$ óbitos/1000 hab. A taxa média do município é superior à do estado do Mato Grosso, que é de $2,09 \pm 0,32$ óbitos/1000 hab. Em comparação com o cenário nacional, a taxa média de mortalidade por doenças respiratórias em Juína é inferior à taxa média do Brasil, que é de $2,73 \pm 0,35$ óbitos/1000 hab., para os mesmos agravos, grupos etários e período.

Os resultados do teste de Mann Kendall, demonstraram a tendência significativa de aumento da taxa de mortalidade por doenças respiratórias em crianças e idosos no município de Juína ao longo dos anos ($p < 0,0001$). Estima-se que a cada ano ocorra o aumento de 0,10 óbitos/1000 hab., de acordo com os resultados do teste de Sen's slope.



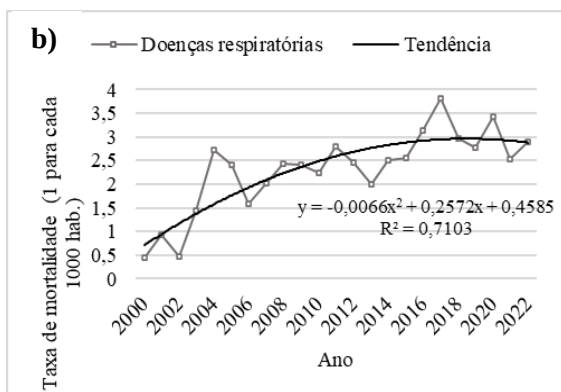


Figura 11. Evolução temporal das taxas anuais de mortalidade por: a) Doenças do aparelho circulatório, em indivíduos com idade acima de 5 anos e b) Doenças do aparelho respiratório, em crianças menores de 5 anos e idosos, no município de Juína – MT, durante o período de 2000 a 2022.

Fonte: DATASUS (2024). Elaboração: os autores.

Diversos estudos têm apontado o aumento do risco de morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares em decorrência dos efeitos mudanças climáticas (Romero et al., 2022; Requia et al, 2023; Silveira et al., 2023; Vita et al., 2024).

Silveira et al. (2023) evidenciaram que as mudanças no clima amazônico têm implicações significativas na saúde pública. Em um estudo que incluiu 32 municípios da Amazônia brasileira, constatou-

se que as ondas de calor aumentaram o risco de mortalidade por todas as causas não externas, sobretudo por doenças cardiovasculares. A intensidade da onda de calor demonstrou ser mais importante na determinação do risco do que a duração, e as pessoas idosas e as mulheres são as que apresentam maior vulnerabilidade aos riscos.

Em um estudo semelhante, Montenegro et al. (2022) constataram um elevado aumento nos riscos de mortalidade relacionados ao aumento do calor no Equador. Assim, o aumento do calor induzido pela remoção da cobertura florestal pode acarretar efeitos negativos e significativamente duradouros na saúde e bem-estar humano. Esses efeitos dependem de interações entre múltiplos fatores, incluindo a gravidade e a frequência de eventos de temperaturas extremas, bem como a vulnerabilidade biológica e social das populações expostas.

Alves de Oliveira et al. (2021) demonstraram isso, ao analisar dois cenários de mudanças climáticas (RCP4.5 e RCP8.5) e os riscos à saúde, considerando o índice de

vulnerabilidade social (IVS) dos municípios brasileiros. Os resultados sugeriram que o estresse térmico decorrente dos efeitos da savanização amazônica pode exceder o limite de adaptação humana até o ano 2100 e a população mais afetada é a da região norte, que é a que apresentou maior vulnerabilidade social, refletida por fragilidades no sistema de saúde e educação, infraestrutura urbana, trabalho e renda. Isso reforça a relação entre o desmatamento e o aumento da desigualdade e da vulnerabilidade, que atuam sinergicamente com os efeitos das mudanças climáticas, aumentando ainda mais a demanda por serviços de saúde e de assistência social na região amazônica brasileira.

Para Romero et al. (2022), o aumento do calor eleva o risco de anos potenciais de vida perdidos (AVPP) a curto e médio, sendo necessária a inclusão de medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas como políticas públicas de proteção à saúde.

Além dos riscos relacionados ao aumento do calor, há os riscos da exposição à

poluição atmosférica, decorrentes da queima de biomassa (Sheehan et al., 2024). O material particulado emitido pelas queimadas na região amazônica pode penetrar no alvéolo pulmonar, atingir o sangue, acumular-se em outros órgãos humanos, expondo a população a um risco aumentado de mutações genéticas, danos no DNA, doenças inflamatórias e cancerígenas (Oliveira Alves et al., 2017; Oliveira Galvão et al., 2018). Ademais, a exposição à poluição do ar por material particulado está fortemente associada ao aumento das internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares, com os efeitos mais pronunciados entre crianças e idosos (Roux et al., 2020; Fernandes et al., 2021; Jacobson et al., 2021; Caumo et al., 2022; Rocha; Sant'Anna, 2022). Os resultados do estudo desenvolvido por Ye et al. (2022) sugeriram que a exposição de curto prazo ao material particulado de incêndios florestais está associada ao aumento dos riscos de mortalidade por todas as causas, cardiovasculares e respiratórias,

mesmo para populações que vivem mais longe das áreas queimadas.

A OMS, por meio de uma robusta revisão das evidências científicas sobre os efeitos da exposição aos poluentes atmosféricos na saúde humana, concluiu que a exposição a uma concentração média anual de PM_{2,5} acima de 5 µg/m³ está associada a um aumento de 11% no risco de mortes por doenças circulatórias, de 10% no risco de mortes por câncer de pulmão e de 12% no risco de mortes por outras doenças respiratórias. Além disso, a exposição de curto prazo (24 horas) a concentrações maiores que 10 µg/m³ de PM_{2,5}, está associada ao aumento da mortalidade por doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias (WHO, 2021). Há ainda evidências de que essa associação persiste mesmo em níveis mais baixos de exposição (Orellano et al., 2020).

Estudos demonstraram que no ano de 2019 a incidência de doenças respiratórias na porção sul da Amazônia aumentou substancialmente em resposta ao elevado aumento dos focos de queimadas registrado neste ano

(Barcellos et al., 2019; De Oliveira et al., 2020). Estima-se que em 2019 houve um total de 2.195 internações por doenças respiratórias ligadas à poluição do ar na Amazônia brasileira e um custo total de US\$ 1,4 milhão (Sant'Anna et al., 2020).

Butt et al. (2020) estimaram que a prevenção de incêndios na Bacia Amazônica seria capaz de evitar 16.800 mortes prematuras e 641.000 anos de vida ajustados por incapacidade (DALYs), que representam a soma dos anos de vida perdidos por mortalidade prematura mais os anos vividos com uma incapacidade devido a doenças ou condição de saúde em uma população.

É importante ponderar que o desmatamento na Amazônia impacta também na incidência de doenças infecciosas, como malária, leishmaniose, hantavirose, raiva, paracoccidioidomicose e doença de Chagas. Os mecanismos envolvidos na incidência incluem, a perda de habitat, que leva ao transbordamento de patógenos, a inundação e contaminação da água por mudanças no ciclo hidrológico e o aumento de hospedeiros

humanos e animais (Ellwanger et al., 2022).

As evidências aqui apontadas demonstram a indissociável relação entre o desmatamento, as mudanças no uso da terra e os impactos nos serviços ecossistêmicos. Ellwanger et al. (2020) corroboram que estes impactos aumentam as desigualdades socioeconômicas e afetam a saúde e qualidade de vida nos sistemas socioecológicos, sobretudo às populações mais vulneráveis, comunidades indígenas, ribeirinhas e urbanas, em escala local, alcançando até mesmo a saúde planetária, em uma perspectiva mais ampla.

As estratégias para reverter esse quadro destrutivo são bastante difundidas, porém pouco implementadas. Se a causa principal de todo este cenário é o desmatamento desenfreado, resultado deste modelo de desenvolvimento, a medida primordial para preservar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos e proteger a saúde e bem-estar humano continua sendo o controle do desmatamento e a restauração florestal. É urgente

que sejam priorizadas atividades econômicas que mantenham as florestas em pé, valorizando os seus inestimáveis serviços ecossistêmicos globais e regionais.

Para tal, é preciso que haja o apoio a economias e as práticas agropecuárias sustentáveis e igualitárias (De Oliveira et al., 2020), e isto requer o desenvolvimento de políticas e estratégias ambientais que envolvam comunidades locais e governos, empenhados no objetivo comum de promover o uso sustentável da terra, a restauração e a conservação florestal. Para Alves et al. (2021), a maior efetividade na conservação ambiental só é alcançada se estratégias participativas e inclusivas forem adotadas e implementadas pelos órgãos governamentais e não governamentais.

Algumas medidas práticas para o controle do desmatamento e de seus efeitos negativos são o fortalecimento dos órgãos ambientais, o aprimoramento das tecnologias para monitoramento dos programas de redução de desmatamento, a melhoria na integração das políticas agrárias e

ambientais, a integração da fiscalização ambiental entre os governos federal, estaduais e municipais, a melhoria na transparência das cadeias globais de suprimentos (Carvalho et al., 2019), a implementação de estratégias de restauração florestal e recuperação de áreas degradadas e o fortalecimento da educação ambiental, para despertar os consumidores a cobrarem por produtos e serviços ambientalmente adequados.

É de suma importância também continuidade e aprimoramento de estudos científicos que integrem as mudanças no uso e cobertura da terra, os serviços ecossistêmicos e indicadores de saúde, de modo a analisar as correlações existentes e os riscos relativos à saúde, considerando diferentes grupos vulneráveis, incluindo as vulnerabilidades institucionais, sociais, ambientais e econômicas

Várias instituições no Brasil têm responsabilidade nesse sentido, visto que o país é detentor do maior território amazônico, e, portanto, deve ter o compromisso de avançar institucionalmente,

ambiental, tecnológica e socialmente pela gestão e melhoria contínua deste importante patrimônio (Ellwanger et al., 2020).

O governo brasileiro precisa urgentemente de um programa com abordagens abrangentes e integradas para enfrentar os desafios na região, tendo a restauração, conservação e preservação ambiental como prioridade, em escala municipal, estadual e federal. Não obstante, diante da enorme importância dos serviços ecossistêmicos prestados pela Amazônia para o equilíbrio climático global e para a saúde planetária, é imprescindível que haja a união dos esforços globais para a sua conservação.

Ravikumar et al. (2018) sugerem que a comunidade ambiental global precisa reconhecer detalhadamente as dimensões políticas da governança do uso da terra para que sejam estabelecidas coalizões para mudanças efetivamente transformadoras que reduzam o desmatamento e contribuam com as populações locais. A problemática do desmatamento e degradação florestal, e suas consequências

para a justiça social, ambiental e econômica, é fundamentalmente política. Logo, as soluções para tais questões são também políticas. Albert (2023) corrobora que as políticas necessárias para evitar os piores desfechos foram identificadas, mas a implementação é uma questão de liderança e vontade política.

Para alcançar um desenvolvimento sustentável na Amazônia, faz-se necessária uma mudança de paradigma capaz de consolidar as mudanças culturais, sociais e econômicas que rompam a crença de que o desenvolvimento econômico na Amazônia depende do desmatamento. É preciso ampliar o entendimento de que este bioma tem um valor para a sociedade que é muito maior do que os lucros obtidos por atividades econômicas destrutivas (Carvalho et al., 2019).

Os serviços ecossistêmicos precisam ser reconhecidos como determinantes em saúde, e valorizados por seu alto potencial para manter o equilíbrio socioecológico, climático, hídrico, cultural e ecológico, garantindo qualidade de vida e melhoria de

saúde e bem-estar aos povos da região e do Brasil.

Para essa transformação estrutural acontecer é urgente a melhoria da governança florestal, socioambiental e fortalecimento da economia agroflorestal, reduzindo os incentivos ao desmatamento e à degradação, e criando novas oportunidades duradouras de restauração e melhoria dos meios de subsistência rurais e urbanos. Essas iniciativas devem ser inclusivas e equitativas, permitindo a participação e o empoderamento das comunidades locais, de modo a promover a justiça ambiental (Garret et al., 2021).

Conclusão

A cobertura vegetal no município de Juína, durante os anos de 1985 a 2021, vem sendo alterada por fortes pressões econômicas, evidenciando que o município segue o mesmo modelo de desenvolvimento das demais regiões da Amazônia Legal, que priorizam a exploração do capital natural, com um rápido retorno econômico, e negligenciam os

benefícios obtidos pelos serviços ecossistêmicos da floresta, que refletem em saúde, bem-estar, qualidade e expectativa de vida nos sistemas socioecológicos.

Os usos da terra do município (pecuária, agricultura, mineração e infraestrutura urbana), demonstraram tendência significativa de aumento ao longo da série histórica, com maior destaque para as áreas de pastagens. Constatou-se que apesar de não apresentar grande representatividade no município, as áreas agrícolas têm apresentado uma significativa tendência de crescimento, resultado da nova frente agrícola, que busca expandir a agricultura intensiva e extensiva, principalmente de soja, na região noroeste do Mato Grosso, anteriormente marcada pela pecuária e agricultura familiar. As modificações no uso e cobertura da terra do município podem impactar importantes serviços ecossistêmicos vitais para a estabilidade ecológica, climática, ambiental e para a manutenção da vida humana com saúde e bem-estar.

Observou-se alterações nos serviços ecossistêmicos de provisão e regulação hídrica, com uma tendência significativa de redução da precipitação ao longo da série histórica, assim como na vazão hídrica e nas áreas ocupadas por corpos hídricos. Este fato sugere que este sistema socioecológico já apresenta impactos na disponibilidade hídrica, que podem não ser tão percebidos pela população do município, diante da abundância ainda presente. No entanto, essa realidade é preocupante, visto que em 2023, a Amazônia experimentou uma das maiores secas já documentadas, e a literatura aponta que as secas prolongadas tendem a ser o “novo normal” se as emissões de gases de efeito estufa continuarem como no cenário atual. Estas mudanças na hidrologia podem comprometer e aumentar os riscos hidrológicos e climáticos, com secas e inundações mais severas, que resultaria em fortes impactos sociais, ambientais, econômicos e à saúde das populações da região e, principalmente, do município.

Observou-se ainda uma tendência de aumento da

temperatura do ar mínima e média, que associada à redução observada na pluviometria, revela mudanças no clima do município.

Com relação à saúde, observou-se uma tendência significativa de aumento das taxas de mortalidade por doenças dos sistemas circulatório e respiratório ao longo dos anos no município de Juína, que sugere uma deterioração preocupante do quadro de saúde pública local.

Os resultados deste estudo, que incluem a diminuição da cobertura florestal, aumento de pastagens, alterações nos serviços ecossistêmicos e no clima e aumento das taxas de mortalidade por doenças circulatórias e respiratórias, reforça a necessidade de uma abordagem integrativa, interdisciplinar e intersetorial que transcenda as fronteiras tradicionais entre os setores de saúde e meio ambiente. É fundamental a implementação de políticas públicas que integrem a saúde ecossistêmica e humana, considerando os serviços ecossistêmicos como determinantes da saúde.

A necessidade eminente é de uma mudança de paradigma que quebre a dicotomia entre o desenvolvimento e a conservação ambiental, demandando a melhoria da governança do uso da terra e o fortalecimento da economia agroflorestal, de modo a reduzir a perda e degradação das florestas tropicais e a valorizar os seus inestimáveis serviços ecossistêmicos regionais e globais. Essa parece ser a única possibilidade de alcançarmos alguns dos propósitos dos ODS.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) pela oportunidade de estudo. Ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) pela oportunidade de participar de disciplinas abertas a estudantes de

pós-graduação de outras instituições. À Rede Clima e ao CNPq pelo suporte financeiro (convênio FINEP/Rede CLIMA 01.13.0353-00). SS. Hacon agradece ao CNPq pela Bolsa de Produtividade, processo número 312901/2021-6.

Referências

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. (2023). Beef Report: perfil da pecuária no Brasil. Brasília. Disponível em <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>. Acesso em: 19 jun. 2024.
- AEM. Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis; a report of the Millennium Ecosystem. Island Press - World Resources Institute, Washington.
- Albert, J.S., Carnaval, A.C., Flantua, S.G.A., Lohmann, L.G., Ribas, C.C., Riff, D., Carrillo, J.D., Fan, Y., Figueiredo, J.J.P., Guayasamin, J.M., Hoorn, C., Melo, G.H., Nascimento, N., Quesada, C.A., Ulloa, C.U., Val, P., 4arieira, J., Encalada, A.C., Nobre, C.A., 2023. Human impacts outpace natural processes in the Amazon. *Science* 379, 6630. doi: 10.1126/science.abo500.
- Albert, E., Anne, R.L.G., Glorennec, P., 2024. Leisure gardening and health: an overview of reviews in developed countries to inform integrated environmental health impact assessments. *Environmental Advances* 16, 100538. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100538>.
- Alencar, A., Silvestrini, R., Gomes, J., Savian, G., 2022. Amazônia em chamas: o novo e alarmante patamar do desmatamento na Amazônia. Nota técnica nº 9. Amazônia em Chamas. IPAM, Brasília, pp. 1-21.
- Alves de Oliveira, B.F., Bottino, M.J., Nobre, P., 2021. Deforestation and climate change are projected to increase heat stress risk in the Brazilian Amazon. *Communications, Earth and Environmental* 2(207). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00275-8>.
- Alves, K.J., Pylro, V.S., Nakayama, C.R., Vital, V.G., Taketani, R.G., Santos, D.G., Rodrigues, J.L.M., Tsai, S.M., Andreote, F.D., 2022. Methanogenic communities and methane emissions from enrichments of Brazilian Amazonia soils under land-use change. *Microbiological Research*, 265, 127178. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127178>.
- Alves, M.T.R., Piontekowski, V.J., Buscardo, E., Pedlowski, M.A., Sano, E.E., Matricardi, E.A.T., 2021. Effects of settlement designs on deforestation and fragmentation in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy* 109, 105710. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105710>.
- ANA - Agência Nacional De Águas, 2023. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 03 fev. 2023.
- Aragão, L.E.O.C., Anderson, L.O., Fonseca, M.G., Rosan, T.M., Vedovato, L.B., Wagner, F.H.,

- Silva, C.V.J., Silva Junior, C.H.L., Arai, E., Aguiar, A.P., Barlow, J., Berenguer, E., Deeter, M.N., Domingues, L.G., Gatti, L., Gloor, M., Malhi, Y., Marengo, J. A., Miller, J.B., Phillips, O.L., Saatchi, S., 2018. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nature Communications* 9(1), 536. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>.
- Artaxo, P., 2019. Working together for Amazonia. *Science* 363, 323-323. DOI:10.1126/science.aaw6986.
- Barbosa, V.R.F., Damasceno, R.M., Dias, M.A., Castelhana, F.J., Roig, H.L., Requia, W.J., 2024. Ecosystem services provided by green areas and their implications for human health in Brazil. *Ecological Indicators* 161, 111975. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111975>.
- Barcellos, C., Xavier, D., Hacon, S., Artaxo, P., Gracie, R., Magalhães, M., Matos, V., Monteiro, A.M., Feitosa, P., 2019. Queimadas na Amazônia e seus impactos na saúde: A incidência de doenças respiratórias no sul da Amazônia aumentou significativamente nos últimos meses. 3º Informe técnico do Observatório de Clima e Saúde. Observatório de Clima e Saúde Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Disponível em: https://climaesaude.iciet.fiocruz.br/sites/climaesaude.iciet.fiocruz.br/files/informe_observatorio_queimadas.pdf. Acesso em: 04 set. 2023.
- Benone, N.L., Leal, C.G., dos Santos, L.L., Mendes, T.P., Heino, J., de Assis Montag, L.F., 2020. Unravelling patterns of taxonomic and functional diversity of Amazon stream fish. *Aquatic Sciences*, 82(75), 1-11. <https://doi-org.ez181.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00027-020-00749-5>.
- Bottino, M.J., Nobre, P., Giarolla, E., Silva Junior, M.B., Capistrano, V.B., Malagutti, M., Tamaoki, J.N., Oliveira, B.F.A., Nobre, C.A., 2024. Amazon savannization and climate change are projected to increase dry season length and temperature extremes over Brazil. *Scientific Reports* 14, 5131. <https://doi-org.ez181.periodicos.capes.gov.br/10.1038/s41598-024-55176-5>
- Brasil, 1982. Projeto RADAM Brasil. Folha SD.21. Rio de Janeiro. Ministério de Minas e Energia. 540p.
- Brasil. Presidência da República, 1974. II Plano Nacional de Desenvolvimento: 1975-1979. Biblioteca Digital do Ministério da Economia. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/777/24>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- Brito, G.Q., Sampaio, J.A.G., Luiz, G.P., de Melo, A.C.A., Simões, V.P., Martins, P.R., Neves, G.M., Mendonça Filho, J.R.M., Couto Junior, S.F., Vieira, A.F., Teixeira, L.C.G., Salemi, L.F., 2022. Efeitos da conversão de floresta riparia em pastagem sobre as propriedades físico-hídricas do solo. *Revista Espaço e Geografia* 22(1), 73-89. <http://www.lsie.unb.br/espacoeggeografia/index.php/espacoeggeografia/article/view/663/332>.

- Bustamante, M.M., Metzger, J.P., Scariot, A.O., Bager, A., Turra, A., Barbieri, A., Neves, A., Boesing, A.L., Agostinho, A.A., Marques, A.C., Dias, B., Grelle, C.E.V., Caixeta, D., Sawyer, D., Scarano, F., Sousa, F.D.R., Fernandes, G.W., Queiroz, H., Miranda, H.S., Schongart, J., Quintão, J.M.B., Martinelli, L.A., Gomes, L.C., Cunha, M.C., Piedade, M.T.F., Sato, M.N., Vale, M.M., Aquino, M.F.S., Vogt, N., May, P., Fearnside, P., Prado, R. B., Rodrigues, R. R., Thomaz, S. M., Pivello, V. R., Imperatriz Fonseca, V. L., Farjalla, V.F., 2019. Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. In: Joly, C.A., Scarano, F.R., Seixas, C.S., Metzger, J.P., Ometto, J.P., Bustamante, M.M.C., Padgurschi, M.C.G., Pires, A.P.F., Castro, P.F.D., Gadda, T., Toledo, P. (Orgs.). 1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. São Carlos, SP: Editora Cubo, São Carlos, pp. 93-213.
- Butt, E.W., Conibear, L., Reddington, C.L., Darbyshire, E., Morgan, W.T., Coe, H., Artaxo, P., Brito, J., Knote, C., Spracklen, D.V., 2020. Large air quality and human health impacts due to Amazon forest and vegetation fires. *Environmental Research Communications*, 2(9), 095001. DOI: 10.1088/2515-7620/abb0db
- Cabral Junior, J.B.; Lucena, R.L, 2020. Análises das precipitações pelos testes não paramétricos de Mann-Kendall e Kruskal-Wallis. *Mercator* 19, pp. 1-14. <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19001>.
- Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R.S., Díaz, S., Dietz, T., Duraiappah, A. K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H.M., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J., Whyte, A., 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106(5), 1305-1312. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808772106>.
- Carvalho, W.D., Mustin, K., Hilário, R.R., Vasconcelos, I.M., Eilers, V., Fearnside, P.M., 2019. Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed. *Perspectives in Ecology and Conservation* 17(3), 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.06.002>.
- Casagrande, E., Recanatì, F., Rulli, M.C., Bevacqua, D., Melià, P., 2021. Water balance partitioning for ecosystem service assessment. A case study in the Amazon. *Ecological Indicators* 121, 107155. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107155>.
- Caumo, S., Gioda, A., da Silva Carreira, R., Jacobson, L.D.S.V., de Souza Hacon, S., 2022. Impactos na saúde humana causados pela exposição a incêndios florestais: as evidências obtidas nas últimas duas décadas. *Revista Brasileira de Climatologia* 30, 182-218. <https://doi.org/10.55761/abclima.v30i18.15130>
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Thornton, P., 2013. Carbon

- and other biogeochemical cycles. In *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Codeço, C.T., Dal'Asta, A.P., Rorato, A.C., Lana, R.M., Neves, T.C., Andreazzi, C.S., Barbosa, M., Escada, M.I.S., Fernandes, D.A., Rodrigues, D.L., Reis, I.C., Silva-Nunes, M., Gontijo, A.B., Coelho, F.C., Monteiro, A., 2021. Epidemiology, biodiversity, and technological trajectories in the Brazilian Amazon: from malaria to COVID-19. *Frontiers in public health* 9, 945. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.647754>.
- durreDaily, G.C., 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press-World Resources Institute, Washington.
- Danielson, R.E., Rodrigues, J.L.M., 2022. Impacts of land-use change on soil microbial communities and their function in the Amazon Rainforest. *Advances in Agronomy* 175, 179-258. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2022.04.001>
- DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Índice de Gini da renda domiciliar per capita – Brasil, 2023. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginibr.def>. Acesso em: 25 maio 2023.
- DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), 2024. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/d>
- <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/d>eftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def. Acesso em: 01 jul 2024.
- DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. População residente, 2024. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/d>eftohtm.exe?ibge/cnv/popsvsbr.def. Acesso em: 01 jul 2024.
- Daugeard, M., 2017. Mudanças e adaptações na agricultura familiar, estudo de caso em comunidades rurais de Juína, Mato Grosso. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia* 33. <https://doi.org/10.4000/confins.12516>.
- de Oliveira, G., Chen, J.M., Mataveli, G.A.V., Chaves, M.E.D., Seixas, H.T., Cardozo, F.S., Shimabukuro, Y.E., He, L., Stark, S.C., Santos, C.A.C., 2020. Rapid Recent Deforestation Incursion in a Vulnerable Indigenous Land in the Brazilian Amazon and Fire-Driven Emissions of Fine Particulate Aerosol Pollutants *Forests* 11, 8, 829. <https://doi.org/10.3390/f11080829>.
- Durrer, A., Margenot, A.J., Silva, L.C.R., Bohannan, B.J.M., Nusslein, K., van Haren, J., Andreote, F.D., Parikh, S.J., Rodrigues, J.L.M., 2021. Beyond total carbon: Conversion of amazon forest to pasture alters indicators of soil C cycling. *Biogeochemistry* 152(2–3), 179–194. <https://doi.org/10.1007/s10533-020-00743-x>.
- Ellwanger, J.H., Kulmann-Leal, B., Kaminski, V.L., Valverde-Villegas, J.M., Veiga, A.B.G., Spilki, F. R., Fearnside, P.M., Caesar, L., Giatti, L.L., Almeida, S.E.M.,

- Borba, M.R., Hora, V.P., Chies, J.A.B., 2020. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>.
- Ellwanger, J.H., Fearnside, P.M., Ziliotto, M., Valverde-Villegas, J.M., Veiga, A.B.G., Vieira, G.F., Bach, E., Cardoso, J.C., Muller, N.F., Lopes, G., Caesar, L., Kulmann-Leal, B., Kaminsky, V.L., Silveira, E.S., Spilki, F.R., Weber, M.N., Almeida, S.M., Hora, V., Chies, J.A.B., 2022. Synthesizing the connections between environmental disturbances and zoonotic spillover. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94, 3. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220211530>.
- Escobar, H., 2019a. Bolsonaro's first moves have Brazilian scientists worried. *Science* 363, 330–330. DOI: 10.1126/science.363.6425.330.
- Escobar, H., 2019a. Amazon fires clearly linked to deforestation, scientists say. *Science* 365, 853. DOI: 10.1126/science.365.6456.853.
- Fearnside, P.M., 2019. Brazilian Amazon deforestation surge is real despite Bolsonaro's denial (commentary). Disponível em: <https://news.mongabay.com/2019/07/brazilian-amazondeforestation-surge-is-real-despite-bolsonaros-denialcommentary/>. Acesso em: 02 ago. 2023.
- Fernandes, T., Hacon, S.S., Novais, J.W.Z., 2021. Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: Revisão Sistemática. *Revista Brasileira de Climatologia* 28, 138-164. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rbclima.v28i0.72297>.
- Fiori, M.F., Fior, L.E., Nenevé, M., 2013. Colonização agrícola de Rondônia e (não)obrigatoriedade de desmatamento como garantia de posse sobre a propriedade rural. *Novos Cadernos NAEA* 16(1). <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v16i1.862>.
- Foley, J.A., Asner, G.P., Costa, M.H., Coe, M.T., DeFries, R., Gibbs, H.K., Howard, E.A., Olson, S., Patz, J., Ramankutty, N., Snyder, P., 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(1), 25-32. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[25:ARFDAL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[25:ARFDAL]2.0.CO;2).
- França, F., Solar, R., Lees, A.C., Martins, L.P., Berenguer, E., Barlow, J., 2021. Reassessing the role of cattle and pasture in Brazil's deforestation: A response to "Fire, deforestation, and livestock: When the smoke clears". *Land Use Policy* 108, 105195. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105195>.
- Garrett, J.K., White, M.P., Elliott, L.R., Grellier, J., Bell, S., Bratman, G.N., Gascon, M., Löhmus, M., Nieuwenhuijsen, M., Ojala, A., Roiko, A., van den Bosch, M., Thompson, C.W., Fleming, L.E., 2023. Applying an ecosystem services framework on nature and mental health to recreational blue space visits across 18 countries. *Scientific Reports* 13(1), 2209. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-2209-2>.

- org.ez181.periodicos.capes.gov.br/10.1038/s41598-023-28544-w.
- Garrett, R.D., Cammelli, F., Ferreira, J., Levy, S.A., Valentim, J., Vieira, I., 2021. Forests and Sustainable Development in the Brazilian Amazon: History, Trends, and Future Prospects. *Annual Review of Environment and Resources* 46, 625-652. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-010228>.
- Gatti, L.V., Basso, L.S., Miller, J.B., Gloor, M., Domingues, L.G., Cassol, H.L.G., Tejada, G., Aragão, L.E.O.C., Nobre, C., Peters, W., Marani, L., Arai, E., Sanches, A.H., Corrêa, S.M., Anderson, L., Von Randow, C., Correia, C.S.C., Crispim, S.P., Neves, R.A.L., 2021. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature* 595, 388-393. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>.
- Gatti, L.V., Cunha, C.L., Marani, L., Cassol, H.L.G., Messias, C.G., Arai, Denning, A.S., Soler, L.S., Almeida, C., Setzer, A., Domingues, L.G., Basso, L.S., Miller, J.B., Gloor, M., Correia, C.S.C., Tejada, G., Neves, R.A.L., Rajao, R., Nunes, F., Soares Filho, B.S., Schmitt, J., Nobre, C., Corrêa, S.M., Sanches, A.H., Aragão, L.E.O.C., Anderson, L.O., Von Randow, C., Crispim, S. P., Silva, F.M., Machado, G.B.M., 2023. Increased Amazon carbon emissions mainly from decline in law enforcement. *Nature* 621, 318-323. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06390-0>.
- Godard, N., Daugeard, M., Dubreuil, V., 2019. Evolução da agricultura familiar amazônica. Estudo de caso em duas comunidades de Juína, Mato Grosso. *Amazônias Brasileiras. Situações locais e evoluções. Projeto Duramaz (2007-2015)* 141-164, 2978-85-88998-73-5.
- Haghtalab, N., Moore, N., Heerspink, B.P., Hyndman, D.W., 2020. Evaluating spatial patterns in precipitation trends across the Amazon basin driven by land cover and global scale forcings. *Theoretical and Applied Climatology* 140, 411-427. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-03085-3>
- Huang, Y., Gan, X., Feng, Y., Li, J., Niu, S., Zhou, B., 2024. A new framework for assessing ecosystem health with consideration of the sustainable supply of ecosystem services. *Landscape Ecology* 39, 37. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01834-y>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000*. Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. *Pesquisa de Pecuária Municipal (PPM)*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>. Acesso em: 13 fev. 2023.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. *Censo 2022 - Resultados*. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 6 set. 2023.

- INDEA – Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso, 2023. Com novo recorde, MT se mantém na liderança com o maior rebanho bovino do país. Disponível em: <https://www.indea.mt.gov.br/-/com-novo-recorde-mt-se-mant%C3%A9m-na-lideran%C3%A7a-com-o-maior-rebanho-bovino-do-pa%C3%ADs>. Acesso em: 03 jun. 2023.
- IMEA – Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária, 2021. Agronegócio Agronegócio no Brasil e no Mato Grosso. Disponível em: https://www.imea.com.br/imea-site/view/uploads/relatorios-mercado/Apresentacao_20180212.pdf. Acesso em: 03 jun. 2023.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Portal TerraBrasilis. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br>. Acesso em: 13 ago. 2023.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde Ambiental. Disponível em: <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/sisam/>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- Jacobson, L.S.V., de Oliveira, B.F.A., Schneider, R., Gasparrini, A., Hacon, S.S., 2021. Mortality risk from respiratory diseases due to non-optimal temperature among Brazilian elderlies. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 1, 5550. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115550>
- Jakimow, B., Baumann, M., Salomão, C., Bendini, H., Hostert, P., 2023. Deforestation and agricultural fires in South-West Pará, Brazil, under political changes from 2014 to 2020. *Journal of Land Use Science* 18, 176-195. DOI: 10.1080/1747423X.2023.2195420.
- Joanoni Neto, V., Guimarães Neto, R.B.G., 2019. Amazônia: Políticas governamentais, práticas de ‘colonização’ e controle do território na ditadura militar (1964-85). *Anuário IEHS* 34(1), 99-122.
- Kaminsky, F.V., Zakharchenko, O.D., Davies, R., Griffin, W.L., Khachatryan-Blinova, G.K., Shiryayev, A.A., 2001. Superdeep diamonds from the Juina area, Mato Grosso State, Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 140 (6), 734–753. <https://doi.org/10.1007/s004100000221>.
- Khan, M.W., Bohannan, B.J., Nüsslein, K., Tiedje, J.M., Tringe, S.G., Parlade, E., Barberán, A., Rodrigues, J.L., 2019. Deforestation impacts network co-occurrence patterns of microbial communities in Amazon soils. *FEMS microbiology ecology* 95(2), fiy230. doi: 10.1093/femsec/fiy230.
- Klove, B., Ala-Aho, P., Bertrand, G., Gurdak, J.J., Kup-Fersberg, H., Kværner, J., Muotka, T., Myrkra, H., Preda, E., Rossi, P., Uvo, C. B., Velasco, E., Pulido-Ve-Lazquez, M., 2014. Climate change impacts on groundwater and de-pendent ecosystems. *Journal of Hydrology* 518, 250–266. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.06.037>.
- Leitão, R.P., Zuanon, J., Mouillot, D., Leal, C.G., Hughes, R.M., Kaufmann, P.R., Villéger, S., Pompeu, P.S., Kasper, D.,

- Paula, F.R., Ferraz, S.F.B., Gardner, T.A., 2018. Disentangling the pathways of land use impacts on the functional structure of fish assemblages in Amazon streams. *Ecography* 41, 219–232. <https://doi.org/ez181.periodicos.capes.gov.br/10.1111/ecog.02845>.
- Leite Filho, A.T., Soares-Filho, B.S., Oliveira, U., 2024. Climate risks to soy-maize double-cropping due to Amazon deforestation. *International Journal of Climatology* 44, 4, 1245-1261. <https://doi.org/ez181.periodicos.capes.gov.br/10.1002/joc.8381>.
- Lima, T.M., Neves, C.A.R., 2018. *Sumário Mineral*. Brasília: DNPM. 131 p.
- Linhares, C.A., 2005. Influência do desflorestamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do Rio Ji-Paraná/RO. 220f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto), INPE, São José dos Campos, 2005.
- Lira, B.R.P., Fernandes, L.L., Ishihara, J.H., 2022. Pluviometric behavior and trends in the Legal Amazon from 1986 to 2015. *Theoretical and Applied Climatology*, 150(3-4), 1353-1367. <https://doi.org/10.1007/s00704-022-04200-7>.
- Lovejoy, T.L., Nobre, C., 2018. Amazon Tipping Point. *Science Advance* 4, 2, eaat2340. DOI:10.1126/sciadv.aat2340.
- Maekawa, L., Coelho, M.D.F.B., dos Santos Weber, O.L., 2020. Container volume and shading in *Parkia multijuga* Benth. propagation in nursery. *Iheringia, Série Botânica*, 75. <https://doi.org/10.21826/2446-82312020v75e2020012>.
- Marengo, J.A., Souza Junior, C., 2018. *Mudanças Climáticas: impactos e cenários para a Amazônia*. São Paulo: ALANA.
- Mehmood, K., Anees, S.A., Muhammad, S., Hussain, K., Shahzad, F., Liu, Q., Ansari, M.J., Alharbi, S.A., Khan, W.R., 2024. Analyzing vegetation health dynamics across seasons and regions through NDVI and climatic variables. *Scientific Reports* 14, 11775. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62464-7>.
- Meyer, K.M., Morris, A.H., Webster, K., Klein, A.M., Kroeger, M.E., Meredith, L.K., Brændholt, A., Nakamura, F., Venturini, A., Souza, L.F., Shek, K.L., Danielson, R., van Haren, J., Camargo, P.B., Tsai, S.M., Andreote, F.D., de Mauro, J.M.S., Barlow, J., Berenguer, E., Nüsslein, K., Bohannan, B.J., 2020. Belowground changes to community structure alter methane-cycling dynamics in Amazonia. *Environment International*, 145, 106131. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106131>.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente, 2020. *Municípios prioritários*. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/combate-ao-desmatamento/controlado-de-desmatamento-e-incendios-florestais/municipios-prioritarios>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- Montenegro M., Campozano, L., Urdiales-Flores, D., Maisincho, L., Serrano-Vincenti, S., Borbor-Cordova, M.J., 2022. Assessment of the Impact of Higher Temperatures Due to Climate Change on the Mortality Risk Indexes in Ecuador Until 2070. *Frontiers in Earth Science* 9,

794602. doi:
10.3389/feart.2021.794602.
- Moreira, R.M., Santos, B.C., Sanches, R.G., Bourscheidt, V., Sales, F., Sieber, S., Souza, P.H., 2023. Precipitation Variability for Protected Areas of Primary Forest and Pastureland in Southwestern Amazônia. *Climate* 11(2), 27. <https://doi.org/10.3390/cli11020027>
- Morpurgo, J., Kissling, W.D., Tyrrell, P., Negret, P. J., van Bodegom, P.M., Allan, J.R., 2023. The role of elections as drivers of tropical deforestation. *Biological Conservation* 279, 109832. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109832>.
- Moutinho, P., Azevedo-Ramos, C., 2023. Untitled public forestlands threaten Amazon conservation. *Nature Communications* 14, 1152. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36427-x>.
- Mu, Y., Jones, C., 2022. An observational analysis of precipitation and deforestation age in the Brazilian Legal Amazon. *Atmospheric Research*, 271, 106122. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106122>.
- Nannini, F., Cabral-Neto, I., Silveira, F. V., Cunha, L. M., Oliveira, R. G., Weska, R.K., 2017. Projeto Diamante Brasil. Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado do Mato Grosso. Brasília: CPRM (Serviço Geológico do Brasil). 42p.
- Nava, A., Shimabukuro, J.S., Chmura, A.A., Luz, S.L.B., 2017. The Impact of Global Environmental Changes on Infectious Disease Emergence with a Focus on Risks for Brazil, *ILAR Journal* 58 (3), 393–400. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilx034>.
- Nunes, F.S.M., Soares-Filho, B.S., Oliveira, A.R., Veloso, L.V.S., Schmitt, J., Van der Hoff, R., Assis, D.C., Costa, R.P., Börner, J., Ribeiro, S.M. C., Rajão, R.G.L., de Oliveira, U., Costa, M.A., 2024. Lessons from the historical dynamics of environmental law enforcement in the Brazilian Amazon. *Scientific Reports* 14, 1828. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52180-7>.
- Oliveira Alves, N., Vessoni, A.T., Quinet, A., Fortunato, R.S., Kajitani, G.S., Peixoto, M.S., Hacon, S.S., Artaxo, P., Saldiva, P., Menck, C.F.M., Batistuzzo de Medeiros, S.R., 2017. Biomass burning in the Amazon region causes DNA damage and cell death in human lung cells. *Scientific reports* 7(1), 10937. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11024-3>.
- Oliveira Filho, H., Oliveira-Júnior, J.F., Silva, M.V., Jardim, A.M.R.F., Shah, M., Gobo, J.P.A., Blanco, C.J.C., Pimentel, L.C.G., Silva, C., Silva, E.B., Machado, T.B., Pereira, C.R., Valappil, N.K.M., Hamza, V., Haq, M.A., Khan, I., Mohamed, A., Attia, E., 2022. Dynamics of Fire Foci in the Amazon Rainforest and Their Consequences on Environmental Degradation. *Sustainability* 14, 15, 9419. <https://doi.org/10.3390/su14159419>.
- Oliveira Galvão, M.F., Oliveira Alves N, Ferreira, P.A., Caumo, S., De Castro Vasconcellos P., Artaxo, P., Hacon, S.S., Roubicek, D.A., Batistuzzo Medeiros, S.R., 2018. Biomass burning particles in the Brazilian Amazon region:

- Mutagenic effects of nitro and oxy-PAHs and assessment of health risks. *Environmental Pollution* 233, 960-970. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.09.068>.
- Oliveira, G., Mataveli, G., Stark, S.C., Jones, M.W., Carmenta, R., Brunsell, N.A., Santos, C.A.G., Silva Júnior, C.A., Cunha, H.F.A., Cunha, A.C., Santos, C.A.C., Stewart, H., Fuchs, V.B., Hellenkamp, S., Artaxo, P., Alencar, A.A.C., Moutinho, P., Shimabukuro, Y.E., 2023a. Increasing wildfires threaten progress on halting deforestation in Brazilian Amazonia. *Nature, Ecology & Evolution* 7, 1945-1946. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02233-3>.
- Oliveira, I.N.D., Oliveira, B.F.A.D., Silveira, I.H.D., Machado, L.M.G., Villardi, J.W.R., Ignoti, E., 2023b. Air pollution from forest burning as environmental risk for millions of inhabitants of the Brazilian Amazon: An exposure indicator for human health. *Cadernos de Saúde Pública* 39. <https://doi.org/10.1590/0102-311XEN131422>.
- Oliveira, V., Amaral, J.J.O. 2018. Amazônia e o processo de colonização da fronteira agrícola: o caso de Rondônia. *Cadernos CERU* 29 (2). <https://doi.org/10.11606/issn.2595-2536.v29i2p%25>
- Orellano, P., Reynoso, J., Quaranta, N., Bardach, A., Ciapponi, A., 2020. Short-term exposure to particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis. *Environment International* 142, 105876. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105876>
- Panda, A., Sahu, N., 2019. Trend Analysis of Seasonal Rainfall and Temperature Pattern in Kalahandi, Bolangir and Koraput Districts of Odisha, India
- Pedrinho, A., Mendes, L.W., do Rêgo Barros, F. M., Merloti, L.F., Martins, M.M., Cotta, S.R., Andreote, F.D., Tsai, S.M., 2023. Impacts of deforestation and forest regeneration on soil bacterial communities associated with phosphorus transformation processes in the Brazilian Amazon region. *Ecological Indicators* 146, 109779. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109779>.
- Pedrinho, A., Mendes, L.W., Merloti, L.F., Da Fonseca, M.D.C., Cannavan, F.D.S., Tsai, S.M., 2019. Forest-to-pasture conversion and recovery based on assessment of microbial communities in Eastern Amazon rainforest. *FEMS microbiology ecology*, 95(3), fiy236. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy236>.
- Pontes, P.R.M., Cavalcante, R.B.L., Giannini, T.C., Costa, C.P.W., Tedeschi, R.G., Melo, A.M.Q., Xavier, A.C.F., 2022. Effects of Climate Change on Hydrology in the Most Relevant Mining Basin in the Eastern Legal Amazon. *Water* 14, 1416. <https://doi.org/10.3390/w14091416>.
- Portal de Periódicos Da Capes, 2022. Listas de bases. Disponível: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez181.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/lista-a-z-bases.html>. Acesso: 20 abr. 2023
- Projeto MapBiomass – Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil,

2023. Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>. Acesso em: 02 abr. 2023.
- R Core Team, 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 17 jul. 2024.
- Ravikumar, A., Larson, A. M., Myers, R., Trench, T., 2018. Inter-sectoral and multilevel coordination alone do not reduce deforestation and advance environmental justice: Why bold contestation works when collaboration fails. *Environment and Planning C: Politics and Space* 36(8), 1437-1457. <https://doi.org/10.1177/2399654418794025>.
- Requia, W.J., Vicedo-Cabrera, A.M., de Schrijver, E., Amini, H., Gasparrini, A., 2023. Association of high ambient temperature with daily hospitalization for cardiorespiratory diseases in Brazil: A national time-series study between 2008 and 2018. *Environmental Pollution* 331(Part 1), 121851. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121851>.
- Reygadas, Y., Spera, S.A., Salisbury, D.S., 2023. Effects of deforestation and forest degradation on ecosystem service indicators across the Southwestern Amazon. *Ecological Indicators* 147, 109996. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.109996>.
- Rocha, R., Sant'Anna, A.A., 2022. Winds of fire and smoke: Air pollution and health in the Brazilian Amazon. *World Development* 151, 105722. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105722>.
- Romero, L.S., Jacobson, L.D.S.V., de Castro, H.A., Hacon, S.S., 2022. Cambio climático y carga de enfermedades: impactos y proyecciones futuras en capitales de la Amazonía Legal. *Revista Española de Salud Publica* 96, e202209067.
- Roux, E., Ignotti, E., Bègue, N., Bencherif, H., Catry, T., Dessay, N., Gracie, R., Gurgel, H., de Hacon, S.S., Magalhães, M.A.F.M., Monteiro, A.M.V., Revillion, C., Villela, D.A.M., Xavier, D., Barcellos, C., 2020. Towards an Early Warning System for Health Issues Related to Particulate Matter Exposure in Brazil: The Feasibility of Using Global PM_{2.5} Concentration Forecast Products. *Remote Sensing* 12(24), 4074. <https://doi.org/10.3390/rs12244074>.
- Sant'Anna, A.A., Alencar, A., Téllez-Chávez, L., Carvalho, A., Guimarães, A., Moutinho, P., Lago, M., Wilkinson, D., Horne, F., Canineu, M.L., Muñoz, C., 2020. O ar é insuportável": os impactos das queimadas associadas ao desmatamento da Amazônia brasileira na saúde. *Human Rights Watch*. Disponível: [brazil0820port_reportcover_8.5x11](https://www.hrw.org/report/2020/08/20/brazil-0820port-reportcover_8.5x11) (hrw.org). Acesso em: 30 jun. 2023.
- Santos, J.C., 2012. Garimpos de Juína: entre história, relatos e memórias (1986-1994). 166 f. Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Cuiabá

- SEDEC – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, 2022. Mato Grosso lidera produção agropecuária brasileira por 4 anos consecutivos. Disponível: <https://www.sedec.mt.gov.br/-/18778693-mato-grosso-lidera-producao-agropecuaria-brasileira-por-4-anos-consecutivos#:~:text=Mato%20Grosso%20%C3%A9%20o%20maior,R%24%20180.571%2C02%20bilh%C3%B5es>. Acesso em: 03 jun. 2023
- Sen, P.K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American statistical association* 63(324), 1379-1389. <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.
- Sheehan, D., Mullan, K., West, T.A.P., Semmens, E.O., 2024. Protecting life and lung: Protected areas affect fine particulate matter and respiratory hospitalizations in the Brazilian Amazon biome. *Environmental and Resource Economics* 87, 45-87. <https://doi.org/10.1007/s10640-023-00813-2>.
- Silgueiro, V., Cardoso, B.D.; Valdiones, A.P., Batista, L., 2021. Mapeamento da ilegalidade na exploração madeireira em Mato Grosso em 2020. *Boletim Transparência Florestal do Instituto Centro Vida* 9, 1-13.
- Silveira, I.H., Hartwig, S.V., Moura, M.N., Cortes, T.R., Junger, W.L., Cirino, G., Ignotti, E., de Oliveira, B.F.A., 2023. Heat waves and mortality in the Brazilian Amazon: Effect modification by heat wave characteristics, population subgroup, and cause of death. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 248, 114109. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114109>.
- Soares, B.E., Benone, N.L., Lobato, C.M.C., Montag, L.F.A., 2023. Pasture areas reduce the abundance and trophic niche width, but not the body condition of the Amazonian whale catfish. *Aquatic Ecology* 57, 187–198. <https://doi-org.ez181.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10452-023-10006-0>
- Soltangheisi, A., de Moraes, M.T., Cherubin, M. R., Alvarez, D.O., de Souza, L.F., Bieluczyk, W., Navroski, D., Teles, A.P.B., Pavinato, P.S., Martinelli, L.A., Tsai, S.M., Camargo, P.B., 2019. Forest conversion to pasture affects soil phosphorus dynamics and nutritional status in Brazilian Amazon. *Soil and Tillage Research*, 194, 104330. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104330>.
- Souza, V.A.S., Rotunno Filho, O.C., Moreira, D.M., Rudke, A.P., Sá, M.R.T., 2019. Dinâmica do desmatamento na Amazônia e seus impactos na hidrologia: bacia do Rio Machadinho – Rondônia/Brasil. *Ciência Florestal* 29(3), 1004–1018. <https://doi.org/10.5902/1980509835333>.
- SPA. Science Panel for the Amazon, 2021. Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network. Nova York.
- Tejada, G., Gatti, L.V., Basso, L.S., Cassol, H.L.G., Silva-Junior, C.H.L., Mataveli, G., Marani, L., Arai, E., Gloor, M., Miller, J.B., Cunha, C.L., Domingues, L.G., Ipia, A., Correia, C.S.C., Crispim, S.P., Neves, R.A.L., Von

- Randow, C., 2023. CO₂ emissions in the Amazon: Are bottom-up estimates from land use and cover datasets consistent with top-down estimates based on atmospheric measurements? *Frontiers in Forests and Global Change* 6, 1107580. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1107580>.
- Vasconcelos, M.A., Pereira, H.S., Lopes, M., Guimarães, D.F.S., 2022. Impacts of Climate Change on the Lives of Riverine Farmers on the Lower Rio Negro, Amazon. *Atmosphere* 13(11), 1906. <https://doi.org/10.3390/atmos13111906>.
- Venturini, A.M., Dias, N.M., Gontijo, J.B., Yoshiura, C.A., Paula, F.S., Meyer, K.M., Nakamura, F.M., França, A.G., Borges, C.D., Barlow, J., Berenguer, E., Nüsslein, K., Rodrigues, J.L.M., Bohannan, B.J.M., Tsai, S.M., 2022. Increased soil moisture intensifies the impacts of forest-to-pasture conversion on methane emissions and methane-cycling communities in the Eastern Amazon. *Environmental research* 212, 113139. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113139>.
- Vieira, I.C.G., Toledo, P.M., Higuchi, H., 2018. A Amazônia no antropoceno. *Ciência e cultura* 70, 56-59. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000100015>.
- Vita, A., Belmusto, A., Di Perna, F., Tremamunno, S., De Matteis, G., Franceschi, F., Covino, M., 2024. The impact of climate change and extreme weather conditions on cardiovascular health and acute cardiovascular diseases. *Journal of Clinical Medicine* 13, 3, 759. <https://doi.org/10.3390/jcm13030759>.
- WHO - World Health Organization, 2021. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/345329>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- Wilkinson, D.A., Marshall, J.C., French, N.P., Hayman, D.T., 2018. Habitat fragmentation, biodiversity loss and the risk of novel infectious disease emergence. *Journal of the Royal Society Interface* 15(149), 20180403. <https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0403>.
- WWF - World Wide Fund for Nature, 2011. Desenvolvimento Sustentável no Noroeste de Mato Grosso. Comunidade/Sustentabilidade. Projeto BR 2012. WWF – Brasil. Brasília. Disponível: <https://www.wwf.org.br/?31508/Desenvolvimento-Sustentavel-no-noroeste-do-Mato-Grosso>. Acesso: 01 jun. 2023.
- Xavier, A.C., Scanlon, B.R., King, C.W., Alves, A.I., 2022. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). *International Journal of Climatology* 42(16), 8390–8404. <https://doi.org/10.1002/joc.7731>.
- Yanai, A.M., de Alencastro Graça, P.M.L., Ziccardi, L.G., Escada, M.I.S., Fearnside, P.M., 2022. Brazil's Amazonian deforestation: the role of landholdings in undesignated public lands. *Reg Environ Change* 22, 30.

<https://doi.org/10.1007/s10113-022-01897-0>.

Ye, T., Xu, R., Yue, X., Chen, G., Yu, P., Coêlho, M.S.Z.S., Saldiva, P.H.N., Abramson, M.J., Guo, Y., Li, S., 2022. Short-term exposure to wildfire-related PM_{2.5} increases mortality risks and burdens in Brazil. *Nature Communications* 13 7651. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-35326-x>.

Yuan, S., Bao, F., Zhang, X., Li, Y., 2022. Severe biomass-burning aerosol pollution during the 2019 Amazon wildfire and its direct radiative-forcing impact: A space perspective from MODIS retrievals. *Remote Sensing* 14(9), 2080. <https://doi.org/10.3390/rs14092080>.

Trajetórias de saúde e ambiente e suas interconexões na Amazônia Legal – Perspectivas dos profissionais de saúde no município de Juína, Mato Grosso, Brasil

Josiane de Brito Gomes dos Santos, Vanessa Hacon e Sandra da Souza Hacon

RESUMO

As mudanças no uso e cobertura da terra na Amazônia afetam os serviços ecossistêmicos essenciais para a manutenção da saúde e bem-estar nos sistemas socioecológicos. Compreender e abordar essas interconexões é importante para promover avanços no âmbito da saúde planetária. Este estudo, fundamentado na abordagem ecossistêmica em saúde, explorou as trajetórias de saúde e ambiente no município de Juína - MT, localizado na Amazônia Meridional, no arco do desmatamento. O objetivo foi compreender os impactos das mudanças no uso e cobertura da terra na saúde humana a partir da perspectiva dos profissionais de saúde, e analisar suas percepções sobre os determinantes ambientais em saúde. Utilizou-se uma abordagem qualitativa participativa, empregando entrevistas semiestruturadas. A análise dos dados foi conduzida por meio do *software* IRaMuTeQ, empregando a categorização temática e os métodos de estatística lexical, classificação hierárquica descendente e análise de similitude. Os resultados demonstraram a influência das mudanças no uso e cobertura da terra na saúde humana em Juína, evidenciando a vulnerabilidade da saúde humana às modificações ambientais. As consequências incluem a emergência e prevalência de doenças como as infecciosas, respiratórias e crônicas. Apesar da ampla percepção da relação saúde e ambiente, há uma lacuna na compreensão do papel da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na saúde humana. Esses resultados evidenciam a necessidade de políticas públicas e práticas que integrem a saúde ecossistêmica e a saúde humana, visando proteger a biodiversidade, fortalecer os serviços ecossistêmicos e promover o bem-estar das populações.

Palavras-chave: saúde planetária; mudanças no uso e cobertura da terra; serviços ecossistêmicos; determinantes ambientais em saúde; IRaMuTeQ

Health and environmental trajectories and their interconnections in the Legal Amazon – Perspectives of health professionals in the municipality of Juína, Mato Grosso, Brazil

ABSTRACT

Changes in land use and cover in the Amazon affect ecosystem services essential for maintaining health and well-being in socio-ecological systems. Understanding and addressing these interconnections is important to promote

advances in planetary health. This study, based on the ecosystem approach to health, explored health and environmental trajectories in the municipality of Juína - MT, located in the Southern Amazon, in the arc of deforestation. The objective was to understand the impacts of changes in land use and cover on human health from the perspective of health professionals, and analyze their perceptions of environmental determinants of health. A participatory qualitative approach was used, employing semi-structured interviews. Data analysis was conducted using the IRaMuTeQ software, through thematic categorization and methods of lexical statistics, descending hierarchical classification and similarity analysis. The results demonstrated the influence of changes in land use and cover on human health in Juína, highlighting the vulnerability of human health to environmental changes. The consequences include the emergence and prevalence of infectious, respiratory and chronic diseases. Despite the broad perception of the relationship between health and the environment, there is a gap in understanding the role of biodiversity and ecosystem services in human health. These results highlight the need for policies and practices that integrate ecosystem health and human health, aiming to protect biodiversity, strengthen ecosystem services and promote the well-being of populations.

Keywords: planetary health; changes in land use and cover; ecosystem services; environmental determinants of health; IRaMuTeQ

INTRODUÇÃO

A complexa interação entre a degradação dos ecossistemas e suas implicações na saúde e bem-estar humano precisa ser reconhecida e considerada (Lauriola et al., 2020). A compreensão plena da vida requer uma visão sistêmica, que reconheça que os organismos, incluindo os seres humanos, não existem isoladamente, mas estão integrados em redes interdependentes de sistemas ecológicos e sociais (Delduque et al., 2023).

A abordagem ecossistêmica difere do paradigma cartesiano ao considerar que cada organismo desempenha um papel específico em seu ecossistema, afetando e sendo afetado por outros organismos e pelo ambiente físico (Viana, 2021). No contexto dos sistemas socioecológicos, a visão ecossistêmica se torna ainda mais crucial. Os sistemas socioecológicos são caracterizados pela interação dinâmica entre os sistemas sociais (como economia, cultura e políticas) e os sistemas ecológicos (como biodiversidade, ciclos de nutrientes e clima) (Santos et al., 2023a; Tagliari et al., 2023). Alterações em qualquer um desses componentes pode repercutir por todo o

sistema, resultando em impactos que podem ser tanto previsíveis quanto inesperados.

Nos últimos anos, o conceito de saúde planetária tem ganhado destaque, enfatizando a interdependência entre a saúde humana e a saúde dos ecossistemas da Terra, com um objetivo abrangente de equidade ambiental e social (Zandavalli et al., 2024; de Castañeda et al., 2023). Esta abordagem holística busca não apenas promover a sustentabilidade dos sistemas naturais que sustentam a vida, mas também promover condições equitativas para todas as comunidades, reconhecendo que a degradação ambiental pode ter riscos e consequências para a saúde e bem-estar humano (Whitmee et al., 2015; Floss et al., 2021).

Dentro deste contexto, a Amazônia desempenha um papel crucial sob a ótica sociocultural, econômica e ambiental. A região é reconhecida por sua singular e vasta diversidade biológica e cultural, e por fornecer uma ampla variedade de bens e serviços ecossistêmicos, incluindo a regulação dos ciclos bioquímicos e atmosféricos regionais e globais (Mere-Roncal et al., 2021), influenciando na manutenção da saúde planetária. Assim, sua conservação torna-se fundamental para preservar a biodiversidade, regular o clima, garantir a produção de energia, e assegurar a segurança alimentar e hídrica (Ellwanger et al., 2020).

No entanto, este sistema socioecológico tem sofrido pressões e mudanças no uso e cobertura da terra, que resultam diretamente na fragmentação e perda de habitat, e colocam em risco as reservas de biodiversidade e serviços ecossistêmicos globalmente importantes (Albert, 2023). As mudanças ambientais resultantes de atividades econômicas intensivas, como agricultura, pecuária, mineração, exploração madeireira e projetos de infraestrutura, associadas a desigualdades sociais, têm consequências profundas para os ecossistemas locais e a saúde das comunidades, agravando doenças infecciosas e crônicas (Medeiros et al., 2024; Guzmán et al., 2021).

As mudanças no uso e cobertura da terra na Amazônia têm sido associadas à incidência de doenças infecciosas devido à perda de habitat e transbordamento de patógenos (Ellwanger et al., 2020; 2022); a doenças respiratórias devido à poluição atmosférica gerada pelas queimadas (Sheehan

et al., 2024; Oliveira et al., 2023; Ye et al., 2022); e a doenças cardiovasculares devido às mudanças climáticas (Silveira et al., 2023; Romero et al., 2022).

Juína, localizada no estado de Mato Grosso, Amazônia Meridional, no arco do desmatamento, é um município amazônico que exemplifica os desafios enfrentados pelas comunidades na Amazônia Legal. Esta região, conhecida pela rica biodiversidade e pelo potencial diamantífero (Smith, 2024; Kaminsky et al., 2023; Coelho et al., 2022; Sharygin et al., 2021), é marcada também pelas pressões ambientais das atividades econômicas extrativistas e da expansão da fronteira agropecuária, destacando-se como um dos maiores municípios pecuários do Brasil (ABIEC, 2023), com uma das maiores taxas de desmatamento do estado de Mato Grosso (Silgueiro et al., 2021). A pressão sobre os recursos naturais e as mudanças no uso e cobertura da terra têm despertado a atenção para os potenciais riscos aos serviços ecossistêmicos, bem como para a saúde e qualidade de vida das populações locais.

Para Belesova et al. (2021), a maioria dos riscos à saúde e bem-estar decorrentes de modificações ambientais não é claramente reconhecida ou monitorada, e permanece invisível para os sistemas políticos, econômicos e sociais que poderiam ajudar a mitigá-la. Assim sendo, esforços transdisciplinares para melhor compreender as interconexões entre saúde e ambiente são importantes para que os princípios da saúde planetária sejam difundidos e implementados na prática. Neste contexto, os estudos locais interdisciplinares em áreas de vulnerabilidade socioambiental, são oportunidades de avaliar os efeitos adversos de múltiplos estressores ambientais que podem ser estimados para escalas maiores.

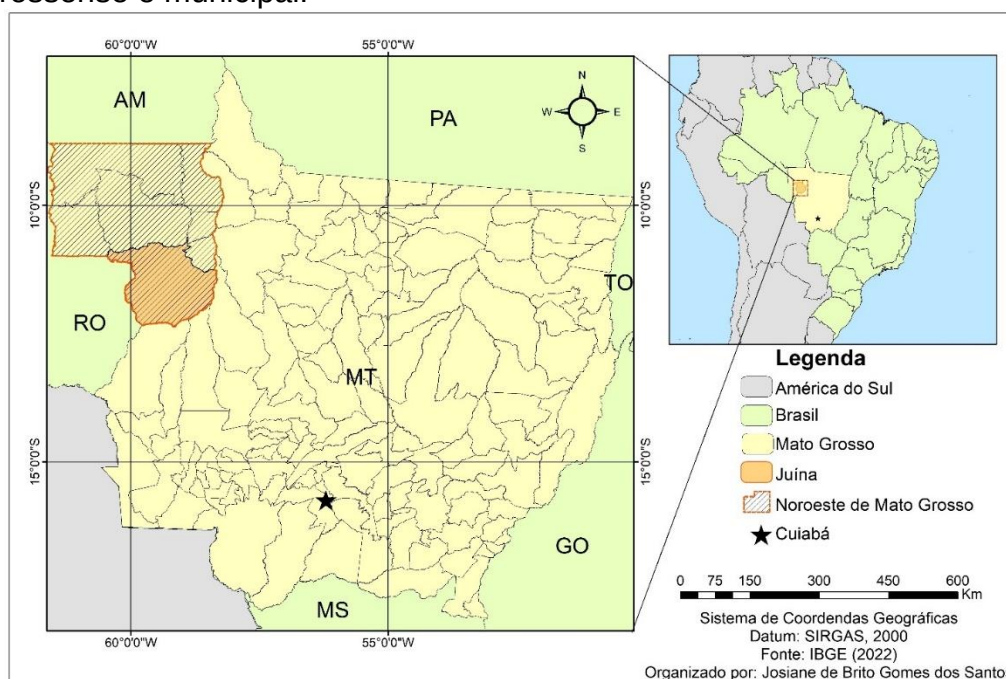
Mediante o exposto, este estudo utilizou uma abordagem qualitativa participativa, fundamentada na abordagem ecossistêmica em saúde e nos princípios da saúde planetária, para explorar as trajetórias de saúde e ambiente no município de Juína, Mato Grosso, Brasil. A partir da perspectiva dos profissionais de saúde, o estudo analisou a influência das mudanças no uso e cobertura da terra e das mudanças climáticas na saúde humana, bem como a percepção dos participantes sobre essas mudanças.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A pesquisa foi desenvolvida no município de Juína – MT, que se localiza na macrorregião noroeste, a 740 km da capital Cuiabá, na fronteira com o estado de Rondônia, com a sede situada nas seguintes coordenadas 11°22'52" latitude sul e 58°44'20" longitude oeste, a uma altitude de 346 metros (Figura 1). Possui uma área de 26.397,2 km², situada em uma zona de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, com predominância das vegetações de Floresta estacional semidecídua e de Savana arborizada (IBGE, 2019). De todo o território, 62% correspondem às terras indígenas das etnias Cinta Larga, Rikbaktsa e Enawenê-nawê.

Figura 1. Município de Juína nos contextos sulamericano, brasileiro, matogrossense e municipal.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De acordo com dados do Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (Projeto MAPBIOMAS, 2022), o município é composto por 84,12% de florestas, 0,18% de cerrado, 0,42% de áreas agrícolas, 14,95% de pastagens, 0,07% de áreas de mineração e 0,08% de áreas urbanas.

O município de Juína possui uma população de 45.869 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,74 hab.km⁻² (IBGE, 2022). A população é composta por 50,2% de mulheres e 49,7% de homens, com a seguinte

classificação etária: 7,85% de crianças com 0 a 4 anos, 7,60% de crianças com 5 a 9 anos, 7,01% com idade entre 10 e 14 anos, 7,07% de adolescentes com 15 a 19 anos, 15,97% de jovens com idade entre 20 e 29 anos, 41,27% de adultos com idade entre 30 e 59 anos e 13,23% de idosos, com idade acima de 60 anos (DATASUS, 2021).

O Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM) de Juína é de 0,716, sendo considerado alto (quanto mais próximo de 1, maior é o desenvolvimento humano). As dimensões de educação, renda e longevidade que compõe o IDHM são de 0,593, 0,733 e 0,845, respectivamente. O valor é inferior ao do IDH do estado de Mato Grosso, que é de 0,736, e do Brasil, que é de 0,766 (IBGE, 2010).

O Produto Interno Bruto (PIB) per capita de Juína é de R\$ 32.361,19, valor abaixo do PIB per capita estadual e nacional, que é de R\$ 65.426,10 e R\$ 42.247,52, respectivamente (IBGE, 2021). O PIB do município tem sido crescente ao longo dos anos, no entanto o Índice de Gini, que mede o grau de desigualdade na distribuição da renda domiciliar per capita, é de 0,60, demonstrando a desigualdade na distribuição de renda no município, visto que quanto mais próximo de um, maior é o grau de desigualdade (DATASUS, 2010).

A principal atividade econômica do município é a pecuária, apesar do crescente avanço das áreas de agricultura intensiva. Juína possui o quarto maior rebanho do estado de Mato Grosso, com um efetivo bovino de 832.043 (IBGE, 2021), estando entre os maiores municípios pecuários do Brasil, com um crescimento de 75% entre os anos de 2012 e 2022 (ABIEC, 2023).

O Índice de Progresso Social (IPS) do município é de 56,3, valor abaixo da média nacional (67,91) e similar à média da Amazônia (54,32) e do Mato Grosso (57,38). Este índice mede o progresso social dos municípios amazônicos por meio de indicadores exclusivamente sociais e ambientais e não por meio de variáveis econômicas. Quanto mais próximo de 100, maior é o progresso social do município. O desempenho de Juína nas 3 diferentes dimensões que compõe o IPS é de 61,97 na dimensão Necessidades Humanas Básicas, de 67,15 na dimensão Fundamentos para o Bem-Estar e de 38,96 na dimensão Oportunidades. No ranking dos 772 municípios amazônicos, Juína ocupa a 239ª posição (Santos et al., 2023b).

Outro indicador social importante é o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), proposto pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que também é composto por 3 dimensões e expressa o grau de vulnerabilidade social do município, sendo esta maior quanto mais o valor do índice se aproximar de 1. O IVS do município de Juína, no ano de 2010, que foi o último disponibilizado, era de 0,272 no geral, e de 0,133 na dimensão Infraestrutura Urbana, 0,398 na dimensão Capital Humano e de 0,285 na dimensão Renda e Trabalho. Este valor de IVS denota uma baixa vulnerabilidade social no município, de acordo com a classificação do índice (IPEA, 2010).

No que tange à saúde pública, o indicador Saúde e Bem-estar do IPS do município é de 77,9, ocupando a posição 96ª no ranking dentre os 141 municípios do Mato Grosso e a posição 602ª dentre os 772 municípios da Amazônia brasileira (Santos et al., 2023b).

Os níveis de atenção e assistência à saúde ofertados no município são os de atenção primária à saúde (APS) e atenção especializada de média complexidade. De acordo com os dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), Juína possui 1 hospital municipal, 3 hospitais particulares, 1 Unidade de Pronto Atendimento (UPA), 2 Casas de Saúde Indígena (CASAI), 10 Unidades Básicas de Saúde (UBS), 11 Unidades de Saúde da Família (USF), além de clínicas particulares de especialidades diversas (DATASUS, 2024).

Procedimentos Metodológicos

Desenho do estudo

Este estudo consiste em uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório, com abordagem participativa, para análise da percepção dos atores sociais (*stakeholders*), especificamente, dos profissionais de saúde do município de Juína - MT, acerca das mudanças no uso e cobertura da terra e dos seus possíveis impactos sobre a saúde humana e bem-estar. É norteadada pela seguinte problemática: as mudanças no uso e cobertura da terra no município de Juína podem acarretar impactos sobre a saúde humana?

A pesquisa está ancorada nas perspectivas da área da saúde planetária e fundamentada no arcabouço metodológico da abordagem ecossistêmica em

saúde (ecossaúde), que se baseia nos pilares da participação ativa dos atores sociais, da equidade e da transdisciplinaridade para compreender as interações entre os múltiplos componentes dos sistemas socioecológicos e as influências dessas interações na saúde das populações humanas (Lebel, 2003).

A população do estudo foi composta por profissionais de saúde do município de Juína, das áreas de gestão, medicina, enfermagem, fisioterapia, odontologia, biomedicina, fonoaudiologia, nutrição e psicologia, com atuação no hospital municipal, nos hospitais e clínicas particulares, na UPA, nas CASAI's, nas UBS's e USF's, no Escritório Regional de Saúde, no Centro de Testagem e Aconselhamento (CTA), na Vigilância em Saúde e na Vigilância Sanitária e Ambiental. Os profissionais de saúde foram selecionados como *stakeholders* da pesquisa por atuarem como agentes locais de atenção e promoção da saúde, conhecendo a trajetória de saúde do município, e com o intuito de capturar suas percepções ambientais e sobre a influência dos determinantes ambientais em saúde.

Os critérios de elegibilidade dos participantes da pesquisa foram os seguintes: (i) atuar como profissional da saúde, em contato direto com os pacientes, no município de Juína, por um período mínimo de 10 anos; (ii) residir no município por um período mínimo de 10 anos, sendo priorizados os residentes desde o processo de ocupação do município (década de 1970 e 1980); (iii) incluir homens e mulheres; (iv) aceitar espontaneamente participar da pesquisa.

Coleta de dados

Para a amostragem dos participantes foi empregada a técnica metodológica bola de neve ("*snowball sampling*"), que se trata de uma forma de amostragem não-probabilística, bastante difundida em pesquisas sociais, principalmente para fins exploratórios, que utiliza cadeias de referência. Para o início do processo, é preciso identificar os participantes "sementes", que são indivíduos que atendem aos critérios de elegibilidade da pesquisa, e que indicarão novos participantes que, por sua vez, indicarão outros e assim sucessivamente (Vinuto, 2014). Esta técnica foi escolhida por sua adequabilidade e viabilidade para o alcance dos objetivos propostos e mediante a dificuldade de obtenção de dados precisos junto ao município.

Com o intuito de aprimorar o delineamento e enfoque metodológico do estudo, foi realizado um estudo piloto. O piloto consiste no ensaio de estudo, por meio da aplicação prévia do protocolo de investigação, de modo a avaliar e testar a consistência e viabilidade dos materiais e procedimentos metodológicos, com o objetivo de ajustá-los (Benassi et al., 2023). À luz do piloto, é possível identificar potencialidades e fragilidades, permitindo o refinamento do delineamento da pesquisa (Silva Filho; Barbosa, 2020).

O estudo piloto foi conduzido com 8 participantes que atendiam aos critérios de elegibilidade. Os mesmos participantes do estudo piloto atuaram como as “sementes” da cadeia de referência, tornando possível a definição de uma rede amostral de 32 indivíduos, composta por 17 mulheres e 15 homens, com idade média de 50 anos, oscilando entre o mínimo de 36 e o máximo de 77 anos. O tempo de atuação médio como profissional de saúde no município foi de 23 anos, oscilando entre o mínimo de 12 e o máximo de 43 anos, sendo que 56% dos participantes possuíam acima de 20 anos de atuação.

Por ser uma pesquisa qualitativa, a definição do número amostral não se baseou em critérios numéricos. O quantitativo de entrevistados foi definido pela saturação do conteúdo empírico, ou seja, as entrevistas foram realizadas até o ponto em que uma nova entrevista não agregou nenhuma informação nova aos resultados (Minayo, 2007).

Os participantes foram ouvidos individualmente, por meio de entrevista semiestruturada guiada por um roteiro com 7 questões fechadas e 11 questões abertas (Apêndice A), seguindo os princípios da problematização e das relações dialógicas, propostos por Gil (2008). No diálogo, os participantes foram questionados quanto às modificações ambientais e sociais, as principais causas de morbidade e mortalidade no município e a percepção da relação saúde e ambiente. As entrevistas foram realizadas entre os meses de março a junho de 2024 e tiveram duração média de 30 minutos. Todas as entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas integralmente para garantir a fidelidade das informações.

Análise dos dados

Os dados foram analisados por meio da análise de conteúdo com categorização temática proposta por Bardin (1977). As narrativas transcritas

foram analisadas, de modo a selecionar temas e categorizá-los, de acordo com os pressupostos da pesquisa, e seguindo os critérios de frequência e homogeneidade (BARDIN, 1977). A análise estatística foi realizada por meio do *software Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires* (IRaMuTeQ) versão 0.7 alpha 2, desenvolvido por Pierre Ratinaud (2009), que se ancora no *software* R e na linguagem *python* (Camargo; Justo, 2021).

Trata-se de um programa livre que permite a análise de dados textuais, ou análise lexical, de forma quantitativa, com o emprego de cálculos estatísticos sobre variáveis essencialmente qualitativas. O IRaMuTeQ possibilita os seguintes tipos de análises: estatísticas textuais clássicas ou análise lexicográfica; análise de especificidades de grupos; classificação hierárquica descendente (CHD); análise fatorial por correspondência (AFC); análises de similitude e nuvem de palavras (Camargo; Justo, 2013).

Neste estudo, foram empregadas a análise estatística textual, a CHD, a AFC e a análise de similitude. Para as análises no IRaMuTeQ, todas as transcrições das entrevistas foram revisadas e reunidas em um único arquivo txt (UTF-8) para compor o corpus textual compatível com a linguagem do programa. Inicialmente, foram definidas as propriedades-chave, como a classificação das palavras em formas ativas e suplementares. As formas ativas são unidades lexicais diretamente incluídas na análise. Neste estudo, foram definidas como formas ativas todos os substantivos e formas não reconhecidas. As formas suplementares são unidades lexicais que não são o foco principal da pesquisa, mas que podem corroborar com a compreensão do corpus textual. Nesta classe foram considerados os adjetivos e verbos. A lematização foi aplicada em todas as análises para reduzir as palavras às suas formas básicas.

Na análise estatística textual, as unidades de texto são identificadas e reformatadas, transformando os textos em segmentos de texto (ST). Dessa forma, são analisados a quantidade de palavras, a frequência média e o hápax (palavras com frequência igual a um). Além disso, o processo envolve a redução e lematização das palavras, bem como a identificação de formas ativas e suplementares (Camargo; Justo, 2021). Como resultado da análise é gerado o diagrama de Zipf, que auxilia a identificar a distribuição de

frequências das palavras no corpus e a verificar visualmente se os dados seguem a Lei de Zipf.

A Lei de Zipf (1949), proposta pelo linguista George Zipf, é uma observação empírica sobre como as palavras são distribuídas em um corpo textual, e considera que a frequência de qualquer palavra é inversamente proporcional à sua posição no ranking de frequência (Equação 1). O diagrama de Zipf é a forma utilizada para visualizar a Lei de Zipf, relacionando a posição (ranking) das palavras em um texto e a frequência com que elas aparecem. A conformidade com a Lei de Zipf pode indicar que o corpus é suficientemente grande e diversificado para análise estatística confiável (Silva; Souza, 2020).

$$k = r \times f$$

onde:

k é a constante de Zipf;

r é a posição da palavra;

f é a sua frequência.

A CHD proposta por Reinert (1990) classifica os ST's com base em similaridades lexicais, utilizando um algoritmo de clustering hierárquico. Cada classe hierárquica foi analisada quanto ao conteúdo temático e frequência de palavras de modo a identificar dos principais temas abordados nas entrevistas (Mendes et al., 2019). Além disso, a CHD empregou o teste do qui-quadrado (χ^2) de Pearson para medir a associação entre as palavras e as classes formadas. Este teste estatístico mede a diferença entre as frequências observadas e esperadas das palavras em cada classe, permitindo identificar aquelas que são estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Quanto maior o χ^2 , mais forte é a relação entre a palavra e classe (Carvalho et al., 2020).

A AFC foi utilizada para mapear a associação entre palavras (formas) e segmentos de texto. Essa técnica permite identificar padrões de agrupamentos e tendências, bem como visualizar graficamente a proximidade das palavras e das classes provenientes da CHD (Sousa, 2021).

A análise de similitude é uma técnica estatística que se baseia na teoria dos grafos para identificar e visualizar a coocorrência de palavras dentro de um corpus textual. Ademais, permite identificar as conexões semânticas entre os

termos e compreender como os diferentes conceitos estão relacionados entre si nos relatos dos entrevistados (Marchand; Ratinaud, 2012). Para elaboração da árvore de similitude, foram escolhidas como núcleos as palavras com maior ocorrência, e incluídas nas ilustrações as comunidades e halos, para possibilitar a análise de agrupamentos (*clusters*), facilitando a identificação de grupos temáticos e suas conexões.

Com o intuito de garantir a acurácia e robustez das análises do IRaMuTeQ foram considerados os seguintes critérios: (i) aproveitamento mínimo de 75% dos ST's na análise lexicográfica; (ii) nível de significância de 5% ($p < 0,05$), que equivale ao valor mínimo de χ^2 de 3,84 nas análises de CHD; e (iii) soma dos fatores dos eixos do gráfico da AFC próxima de 100% (Camargo; Justo, 2021; Carvalho et al., 2020; Mendes et al., 2019).

A Figura 2 apresenta o fluxograma que sintetiza os passos metodológicos deste estudo.

Figura 2. Fluxograma metodológico da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Considerações éticas

Esta pesquisa foi desenvolvida sob a observância dos aspectos éticos dispostos na Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 510, de 7 de abril de 2016 (Ministério da Saúde, 2016). Foi aprovada pelo Comitê de Ética

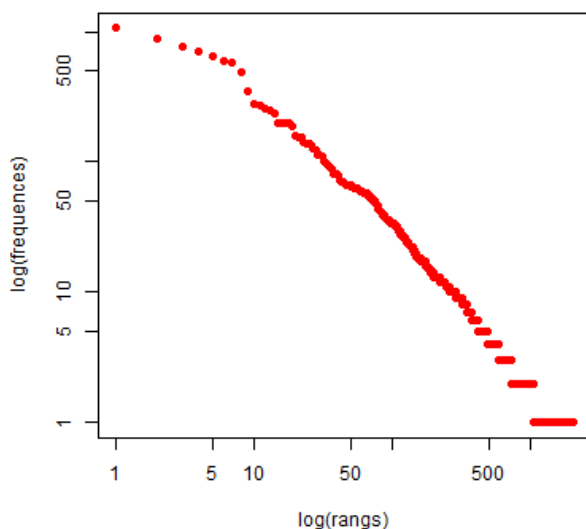
em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado de Mato Grosso com nº parecer 5.823.826, e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os resultados foram apresentados de modo a garantir o sigilo individual dos participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise lexicográfica do corpus textual formado pelas 32 entrevistas com os profissionais de saúde produziu 20.814 ocorrências, que se referem à quantidade de vezes que uma palavra aparece no corpus textual. O IRaMuTeQ identificou 204 textos distintos, com uma média de 102,03 ocorrências por texto. Os textos foram separados em 654 segmentos de textos. Após a lematização do corpus textual, obteve-se 2.047 palavras ativas e 908 suplementares, denotando um vocabulário diversificado nos discursos analisados. Já as palavras com frequência igual a um, consistem em 972, representando 4,67% das ocorrências.

A Figura 3 apresenta o resultado da análise estatística, também conhecida por análise lexicográfica, resultando no diagrama de Zipf. O diagrama de Zipf gerado pelo IRaMuTeQ demonstra que a distribuição de frequências das palavras do estudo segue uma linha reta descendente em escala logarítmica, indicando que o corpus textual segue a Lei de Zipf, sendo diversificado e bem distribuído.

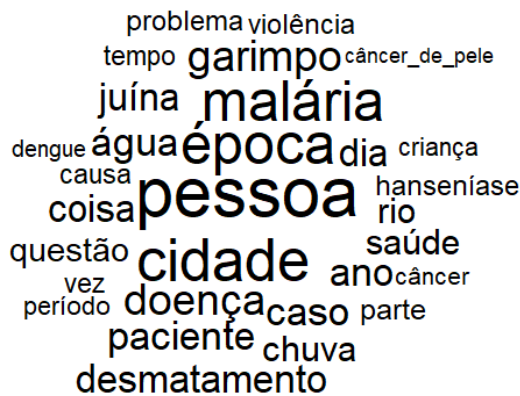
Figura 3. Diagrama de Zipf das entrevistas realizadas com profissionais da saúde acerca da percepção da relação saúde e ambiente no município de Juína – MT.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O material das entrevistas resultou em um corpus no qual há poucas palavras que aparecem muitas vezes no texto, representadas pelos pontos vermelhos no canto superior esquerdo (eixo Y). Esse padrão deve-se à presença de artigos, preposições e pronomes que são indispensáveis na construção textual no português e por isso aparecem com muita frequência no texto, mas com pouco significado semântico. O eixo X do diagrama aponta que há muitas palavras que apareceram poucas vezes no corpus. Essa expressiva quantidade de palavras pouco frequentes no texto decorre de vocábulos pouco utilizados, por exemplo, termos específicos de cada profissão e/ou formação. A Figura 4 apresenta a nuvem de palavras que demonstra as 30 palavras ativas mais frequentes nas narrativas analisadas.

Figura 4. Nuvem de palavras mais frequentes nas entrevistas realizadas com profissionais da saúde acerca da percepção da relação saúde e ambiente no município de Juína – MT.



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Dos 654 segmentos de texto, 544 (83,18%) foram aproveitados pelo IRaMuTeQ e classificados pelo método de Classificação Hierárquica Descendente (CHD). A análise de CHD das formas ativas produziu quatro classes lexicais. O dendrograma apresenta o resultado da CHD, com a frequência (f), o valor do χ^2 e as principais palavras que compõem cada classe (Figura 5). Cada classe lexical apresenta vocabulário semelhante entre si e, ao mesmo tempo, diferente do vocabulário das outras classes. Observa-se que há interconexão entre as classes 1 e 4 e entre as classes 2 e 3. Quanto mais próximas as classes estiverem na ramificação da CHD, maior a afinidade semântica e contextual entre elas, e quanto mais afastadas, menores são as relações existentes (Klant; Santos, 2021).

As classes lexicais expressaram os diferentes eixos temáticos abordados pelos *stakeholders*, resultando nas seguintes categorias analíticas: Classe 1 – Doenças e agravos da atualidade; Classe 2 – Mudanças ambientais; Classe 3 – Mudanças no tempo e clima, e impactos na saúde humana; Classe 4 – Doenças e agravos do passado.

A classe 2 foi a que apresentou maior representatividade (33,46%) no corpus textual demonstrando uma homogeneidade e similaridade na percepção dos *stakeholders* acerca das mudanças ambientais percebidas ao longo do tempo no município. A classe 1 foi a segunda categoria mais abordada nos discursos, representando 25,74% das narrativas, e expressando as doenças e agravos atuais observados pelos profissionais da saúde no exercício de suas funções em Juína. A classe 4 representou 22,79% das narrativas, expressando as doenças e agravos observadas pelos *stakeholders* no período inicial de

ocupação do município e nas primeiras décadas do município (1974 a ~ 2010). Por fim, a classe 3 representou 18,01% das narrativas e corresponde à percepção dos *stakeholders* acerca das mudanças no tempo e no clima no município ao longo tempo, e seus impactos na saúde humana.

Figura 5. Dendrograma das quatro classes lexicais obtidas a partir da classificação hierárquica descendente do conteúdo das entrevistas realizadas com profissionais da saúde acerca da percepção da relação saúde e ambiente no município de Juína – MT.



O dendrograma mostra a hierarquia das quatro classes lexicais. A raiz divide-se em duas principais ramificações. A primeira ramificação divide-se em Classe 3 (azul) e Classe 2 (verde). A segunda ramificação divide-se em Classe 1 (vermelha) e Classe 4 (roxa).

Classe 3 98/544 (18,01%)			Classe 2 – 182/544 (33,46%)			Classe 1 – 140/544 (25,74%)			Classe 4 – 124/544 (22,79%)		
Palavra	f	X²	Palavra	f	X²	Palavra	f	X²	Palavra	f	X²
chuva	41	146,23	rio	38	47,37	paciente	38	60,53	malária	61	213,36
Diminuição das chuvas	20	94,49	desmatamento	48	36,82	hanseníase	22	50,95	garimpo	46	160,75
Aumento da temperatura	18	84,72	água	52	33,95	câncer	15	36,88	violência	33	101,04
Aumento do calor	18	65,4	asfalto	16	32,79	diabetes	14	33,87	diamante	33	68,78
calor	20	54,01	pasto	12	22,41	hipertensão	16	31,02	Derrubada de madeira	27	63,44
clima	20	54,01	Rio Perdido	11	22,33	ansiedade	9	20,46	Acidentes de trabalho	16	47,16
Mudanças climáticas	12	45,07	gado	10	20,26	Doenças crônicas	7	14,56	Acidentes da derrubada	14	41,56
Menos chuva	8	36,95	Floresta	17	18,85	Problemas mentais	7	14,56	briga	12	27,5
Seca prolongada	7	32,27	lixo	11	16,65	Saúde mental	5	11,63	Muita gente	9	24,02
Câncer de pele	8	22,97	lavoura	11	16,65	dengue	23	8,78	leishmaniose	9	24,02
vômito	9	22,97	soja	11	16,65	Acesso à informação	6	7,78	morte	16	22,23
6 meses de chuva	11	22,75	veneno	12	13,71	aumento	8	5,74	Causas externas	12	22,23
bronquite	10	22,13	mata	14	13,14				trabalhadores	19	19,31
asma	6	22,01	falta de água	10	9,81				Acidente de moto	10	19,32
Problemas respiratórios	22	22,01	Diminuição da vegetação	10	9,91				serraria	9	10,01
desidratação	8	17,75	agronegócio	7	8,61				mosquito	14	6,04
Doenças cardiovasculares	6	9,6	Melhor infraestrutura	6	8,01						

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na Figura 6 é apresentado o resultado da CHD em uma visão bidimensional, por meio da Análise Fatorial de Correspondência (AFC), demonstrando as similaridades semânticas entre as diferentes classes lexicais. Observa-se uma maior proximidade entre as classes 1 (vermelho) e 4 (roxo), o que indica similaridade de conteúdo. Isto ocorre porque ambas as classes compartilham um contexto de saúde pública, embora os tipos de doenças sejam diferentes.

Por outro lado, as classes 2 (azul) e 3 (verde) apresentam distanciamento tanto entre si quanto em relação às classes 1 e 4. Tal afastamento indica que essas classes possuem características distintas, com

eixos temáticos mais diferenciados. O distanciamento dessas classes em relação às demais classes sugere que os *stakeholders* podem perceber os problemas ambientais e os problemas de saúde como temas separados, não apresentando a conexão entre saúde e ambiente de forma explícita em seus relatos.

Figura 6. Análise fatorial de correspondência (AFC) das palavras ativas mais frequentes nas classes lexicais obtidas na classificação hierárquica descendente do conteúdo das entrevistas realizadas com profissionais da saúde acerca da percepção da relação saúde e ambiente no município de Juína – MT.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A análise de similitude apresentada na Figura 7 demonstra os agrupamentos formados a partir das abordagens dos profissionais de saúde, bem como suas interconexões acerca das percepções sobre as condições ambientais, socioeconômicas e de saúde vivenciadas no passado no município de Juína. As percepções históricas dos *stakeholders* demonstram que o aspecto de saúde mais marcante da história do município refere-se à epidemia de malária iniciada por volta do ano de 1988.

A palavra “malária” foi a forma ativa com maior frequência e valor de X^2 , estando presente nas narrativas de todos os entrevistados como núcleo principal de seu *cluster* (roxo) na árvore de similitude. Isto demonstra a magnitude da emergência sanitária enfrentada e os seus impactos sociais e econômicos. Relatos dos participantes demonstram a gravidade da problemática: *Eram muitos casos todos os dias, eram 15, 20 pessoas todos os dias* (Participante (P) 19). *“Metade do cemitério de Juína é malária”* (P3).

A principal causa para a elevada incidência de malária apresentada nos relatos e expressa na árvore de similitude é a atividade de mineração de diamante. O termo “garimpo” foi a segunda forma ativa mais frequente nos dados da pesquisa, diretamente conectado com o termo “malária” e “diamante”. O campo kimberlítico Juína é o mais importante tanto em termos da quantidade de corpos, quanto de potencial diamantífero do estado de Mato Grosso (Coelho et al., 2022), sendo uma das principais e mais conhecidas fontes de diamantes superprofundos com inclusões minerais de manto inferior do mundo (Kaminsky et. al., 2023; Sharygin et al., 2021). O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) também corrobora que Juína é o principal município produtor de diamantes em termos quantitativos, respondendo por 78% da produção estadual e 52,50% da produção nacional (Lima; Neves, 2018).

Em 1975, a mineradora sul-africana DeBeers iniciou suas pesquisas e a partir de 1986, começaram a circular notícias sobre a existência de garimpos de diamantes na área conhecida como Linha 3, que começa no Km 210 da BR 174 e se estende até a reserva indígena Cinta Larga. Devido à fama de possuir uma das maiores reservas de diamantes do mundo, a partir de 1987 Juína começou a receber muitos garimpeiros de diversas partes do Brasil, assim como agricultores que abandonaram suas atividades no campo para se dedicar

à mineração. *“Todo mundo tentava. O desmatador era garimpeiro, o garimpeiro era desmatador, e assim ia”* (P10). Segundo o entrevistado P20:

O impacto maior mesmo aconteceu ali nos anos 88, mais ou menos, que é quando surgiu os garimpos de diamantes. Aqui na região teve vários garimpos. Aumentou a população, e aí veio pessoas de vários lugares e trouxe a malária para as pessoas daqui. Aí começou um grande desequilíbrio na área da saúde que o estado e o município não davam conta, e nem o Governo Federal dava conta de atender toda a população. Teve muita morte no garimpo, além da violência que tinha. A malária falciparum trouxe muitos óbitos aqui na região. A quantidade de casos chegou a 3.600 casos malária por mês, 26 mil casos por ano” (P20).

Ainda acerca desta problemática, outro participante relata:

O povo era amarelo, cor de palha, de tanto ter malária. Eles iam na SUCAM [Superintendência de Campanhas de Saúde Pública], então pegavam os comprimidos, mas aí eles tomavam uma dose, duas doses de comprimidos e já partiam para o garimpo. Eles eram portadores e contaminavam os outros, e não adiantava nada (P12).

Diante da problemática, algumas medidas de controle foram tomadas, como o estabelecimento de um hospital específico para malária, denominado de “Hospital da Malária”. No hospital da malária havia 100 leitos para manter as pessoas internadas durante o período necessário de tratamento. *“Ele [o paciente] ficava dois, três dias, fazia o tratamento completo. Então era negativado, e podia ir para o garimpo que ele não transmitia. Só assim nós conseguimos diminuir consideravelmente a malária aqui na nossa região”* (P12).

Outra medida de controle da malária apontada pelos *stakeholders* foi a pulverização de inseticida de efeito residual para o controle químico de vetores, expressa na árvore de similitude por meio do termo “pulverização”. *“Nós compramos 80 bombas para fazer a pulverização dos garimpos na época. Então nós pulverizávamos todos os garimpos e passava o caminhão aqui da cidade pulverizando a cidade toda e pulverizando os garimpos”* (P12). Apesar de tais medidas, o controle efetivo da incidência de malária veio somente com a desativação dos garimpos, entre os anos de 1994 e 1995.

Ainda no *cluster* roxo, diretamente vinculado ao termo “malária” estão os termos “derrubada de madeira”, “acidentes da derrubada” e “derrubada”. As características delineadas são um reflexo do modelo de colonização implementado em Juína, resultante do Projeto Juína, em 1974. Esse projeto surgiu como parte de um programa de interesse nacional que uniu esforços do Governo Federal, do Governo Estadual e de empresas privadas visando à efetiva ocupação produtiva da Amazônia, sob o lema: “Integrar para não entregar”. O financiamento governamental viabilizava a aquisição de terras a preços acessíveis. Contudo, os novos proprietários eram instados a desmatar a floresta e a tornar os lotes produtivos, sob risco de perderem a posse da terra (Santos et al., 2024).

Essa exigência assegurava a obtenção dos títulos de propriedade dos lotes adquiridos ao finalizar o pagamento do financiamento. As propriedades localizadas mais próximas das áreas urbanas eram deliberadamente incendiadas como um método mais rápido. Dentro desse processo, os madeireiros adquiriam as madeiras de interesse a um baixo custo, enquanto o restante era deixado para ser consumido pelo fogo (Evangelista, 2023).

Havia naquela época determinação do governo: assim que você adquirisse a terra, se não derrubasse no mínimo uma metade da sua terra ou no mínimo 20%, você perderia a posse da terra. Então era obrigatório por lei você derrubar uma parte da terra. Então tinha muita derrubada (...) (P30).

Diante disso, a atividade madeireira expandiu-se rapidamente com a instalação de centenas de empreendimentos madeireiros de diferentes portes, desde serrarias pequenas a grandes agroindústrias, que exploravam os abundantes recursos naturais e empregavam a mão de obra local (Joanoni Neto; Guimarães Neto, 2019).

Nesta conjuntura, um agravamento à saúde amplamente reportado entre os *stakeholders* foram os acidentes da derrubada.

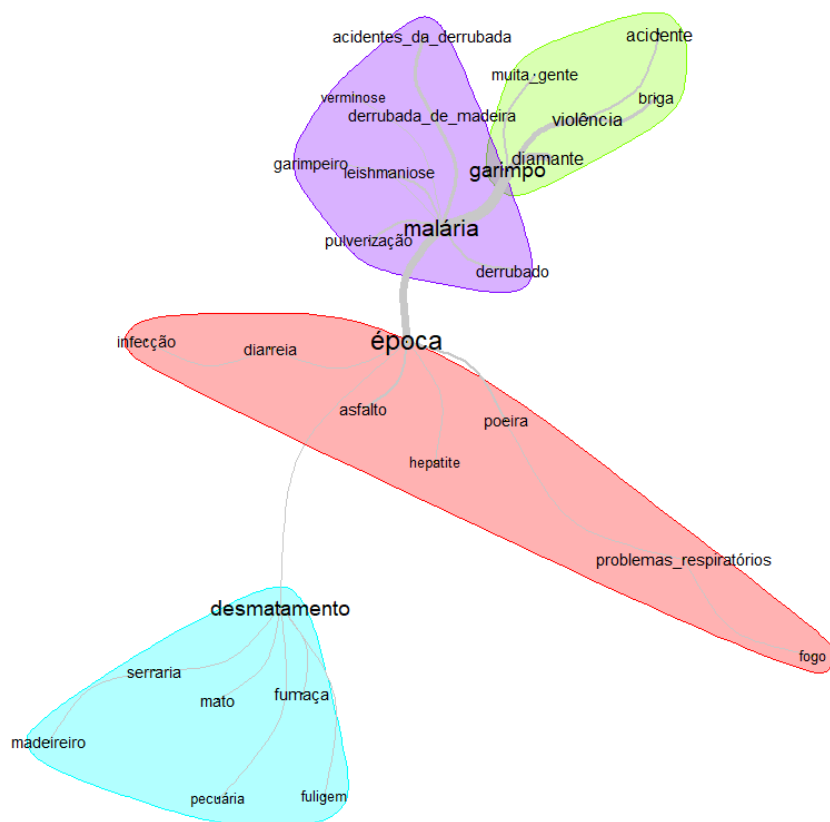
Os acidentes com madeira, com queda de objeto, cortes com motosserra, era realmente muito intenso, com uma frequência imensa (P19).

Os pacientes que a gente tinha mais graves eram os pacientes das derrubadas. Tinha muito TCE [traumacrânioencefálico] por derrubada, fratura exposta e trauma abdominal (P17).

Não tinha tanto essa fiscalização de não poder derrubar, e daí não tinha UTI [unidade de tratamento intensivo]. As pessoas iam para o hospital e ficavam agonizando. Não tinha como ir para fora e ficava ali muitas vezes agonizando até vir a óbito (P5).

Outros agravos resultantes deste contexto de exploração madeireira e garimpo foram a leishmaniose tegumentar americana (LTA) e verminoses que compartilham das mesmas condições de risco que a malária. Este panorama assemelha-se ao das demais regiões amazônicas que vivenciaram o mesmo modelo de desenvolvimento, baseado no desmatamento e mineração, e corrobora a vulnerabilidade das populações amazônicas às doenças tropicais negligenciadas (DTN's) que “persistem como causas importantes e potencialmente evitáveis de incapacidade física e morte prematura” (Ministério da Saúde, 2024).

Figura 7. Análise de similitude do conteúdo das entrevistas realizadas com profissionais da saúde acerca da percepção histórica da relação saúde e ambiente no passado do município de Juína – MT.



Nota: Palavras com fontes maiores são mais relevantes ou aparecem com mais frequência nos dados analisados. A espessura das linhas que conectam as palavras indica a força da associação entre os termos.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As DTN's englobam um grupo diversificado de doenças causadas por protozoários, helmintos, parasitas, bactérias, vírus e fungos. Estão presentes em 149 países, principalmente em regiões tropicais, e compartilham características comuns como pobreza, condições de habitação e saneamento precárias, além de desigualdades no acesso à saúde (Brito et al., 2022). Tais características são condizentes com as do município de Juína durante seu processo de ocupação, o que favoreceu a propagação de tais doenças.

O advento dos garimpeiros produziu também pronunciados impactos sociais na região e no projeto de colonização expressos no *cluster* verde da árvore de similitude. Dentre os impactos, destaca-se o surgimento de diversos núcleos garimpeiros ao longo da rodovia BR 174 e Linha 3, localizados no quadrante sudoeste (SW) do município de Juína, distante cerca de 60 km do núcleo urbano. Entre os principais garimpos formados estão: Juininha, Juína-Mirim, Juinão, Garimpo do 180, Porcão, São Luiz, Chapadão, Cinta Larga, Sorriso, Arroz e Duas Barras.

O garimpo mais relatado entre os *stakeholders* da pesquisa é o Garimpo do Arroz, localizado no curso da Linha 3, na margem esquerda do rio Cinta Larga, a 10 quilômetros do distrito de Terra Roxa, que chegou a ter uma vila com infraestrutura contendo cerca de 1.500 metros de barracos dos dois lados da estrada, além de três farmácias, dois açougues, uma sorveteria e várias mercearias (Joanoni; Santos, 2018), abrigando mais de 10 mil habitantes.

O Arroz foi a mais complexa das vilas garimpeiras, surgiu logo após a tomada da área por garimpeiros, em conflito com a mineradora Itapená (multinacional francesa), rapidamente os garimpeiros que mineravam na região presenciaram e promoveram o surgimento de instalações e estabelecimentos, dignos de uma vila que aos olhos de muitos, caminhava para constituição de uma futura cidade. Em poucas semanas, a antiga plantação de arroz que dava nome ao local, foi devastada pelos garimpeiros (Santos, 2012, p. 121).

Ainda sobre o garimpo, segundo o entrevistado P9:

Ali no garimpo do Arroz tinha uma cidade. Tinha mais 10 mil pessoas que moravam lá nessa cidade, que era garimpeiro, mulher de garimpeiro, tia de garimpeiro, primo de garimpeiro... A cidade era tão evoluída que tinha 50 boates, garotas de programa eram mais de 500” (P9).

Sobre os aspectos econômicos da mineração, um participante relata:

O garimpo deu muito dinheiro. Aqui circulava 1 milhão de quilates por mês, dava 50 milhões de dólares por mês. Só que para saúde não representava nada. Era bom só para a promiscuidade, para comprar óleo, para comprar coisas de mercado, essas coisas...” (P32).

O comércio de gemas de diamantes ocorria em diversos locais da cidade, como na praça e na estação rodoviária.

Juína não parecia ser Juína de hoje, parecia que você estava em outro país, a moeda era o dólar. Era um mundo à parte, tinha muita gente na rua, tinha judeus, indianos, tinha muitos estrangeiros que compravam o diamante. Tinha banca de diamante no meio da rua (P9).

Cidade cheia, tinha muito mais de 60 mil habitantes na época. Era gente que não acabava mais (P10).

Neste contexto, os irmãos Bem-Davi, compradores de diamantes, escolheram a cidade de Juína para instalar uma Bolsa de Diamantes onde os garimpeiros poderiam negociar as gemas encontradas nos garimpos. Essa iniciativa representou um importante avanço para o comércio de diamantes na região (Evangelista, 2023).

Na análise de similitude observa-se a concentração de termos relacionados à violência e acidentes diretamente vinculados ao garimpo. O termo “violência” foi um dos mais frequentes nos discursos, com um elevado valor de χ^2 ($\chi^2 = 101,04$), o que aponta para os desafios sociais e de segurança associados a esta atividade. O aumento populacional (“muita gente”) em áreas de garimpo pode agravar esses problemas, reafirmando que o garimpo contribui para a instabilidade social e riscos à saúde.

Relatos dos entrevistados expressam a problemática da época:

Reinava muito a violência. Aqui era muito violento devido ao garimpo, devido à briga de terra, devido à briga de famílias que tinha aqui. Então a mortalidade era muito grande através de tiros, foçadas e

facadas. Aí, com o passar do tempo, foi chegando a polícia, porque antigamente não tinha polícia na região (P13).

Eles fizeram a cidade do arroz e lá era crime, crime e mais crime. A maioria dos crimes nem tem autoria. “Quem matou? Foi o Tangará, foi o Paraná” e ninguém falava. Porque garimpeiro não tem nome (P12).

Tinha muita desavença lá no garimpo, tinha muita mortalidade, eles brigavam por minério, por mulher e era muito homem morto (P21).

Os desfechos da violência do garimpo somados aos acidentes do desmatamento figuravam então como os principais agravos por causas externas, e, juntamente com a malária, constituíam-se nas principais causas de óbito relatadas pelos *stakeholders*, sendo os trabalhadores os mais afetados. “A gente atendia muito baleado, esfaqueado e quebrado de desmatamento. Era muita morte de homens por essas causas e pela malária” (P11).

O *cluster* vermelho da árvore de similitude (Figura 6) revela outros agravos do passado relatados pelos *stakeholders*, ocorridos também neste panorama de desmatamento e mineração. Observa-se a ocorrência de doenças infecciosas, expressas pelos termos “hepatite”, “diarreia” e “infecção”. Estes agravos compartilham várias características e particularidades em comum, especialmente no contexto das condições de saúde pública e ambiental, como causas infecciosas, transmissão associada a práticas de higiene e de veiculação hídrica e o maior impacto em populações vulneráveis. Para Hanggli et al. (2023), o desmatamento está diretamente relacionado à disseminação de doenças infecciosas, bem como aos danos aos meios de subsistência rurais e indígenas.

Distúrbios antropogênicos no ambiente podem acarretar mudanças nos nichos ecológicos, redução do efeito de diluição, aumento do contato entre humanos e outros animais, mudanças na incidência e carga de patógenos em populações animais e alterações nos fatores abióticos das paisagens. Esses fenômenos podem aumentar o risco de eventos de transbordamento e, potencialmente, facilitar novos surtos de doenças infecciosas (Ellwanger et al., 2022).

As infecções da época eram muito graves nessa região devido à floresta, e no Brasil havia poucos medicamentos eficazes contra infecções bacterianas. Então houve muitas mortes infantis por infecções bacterianas da época, tipo diarreicas, pneumonia,

septicemia, porque uma pequena gripe evoluía de forma grave para uma pneumonia, e a gente sempre comentava: “De manhã tem febre, de tarde fica bem grave e de noite morre”, de tão fortes que eram essas infecções bacterianas (P8).

Outro agravo reportado refere-se aos problemas respiratórios, diretamente ligados aos termos “poeira” e “fogo”. A poeira relatada pelos *stakeholders* está ligada ao termo “asfalto” e relaciona-se às dificuldades de infraestrutura e logística da época, quando não havia pavimentação asfáltica na cidade e nem nas estradas de acesso. *“Na época da chuva era muito problema de gripe, resfriado, pneumonia. Na época da seca, bronquite, asma, muita alergia em função da poeira” (P4). “Antes tinha muita poeira e isso agravava quem é atópico, quem tem rinite, quem tem bronquite” (P7).*

Estas características delineadas no *cluster* vermelho estão diretamente vinculadas ao *cluster* azul que possui como núcleo a palavra “desmatamento” e outros termos como “fumaça”, “fuligem”, “serraria” e “madeireiro”. Todo esse cenário reflete a interdependência entre o desmatamento e seus impactos ambientais e na saúde humana.

Predominava, portanto, no município a exploração madeireira concomitante à atividade garimpeira. Porém, com a diminuição da mineração, por volta do ano 1994, as pessoas voltaram seus esforços de forma integral para o desmatamento e formação de pastagens para a prática da pecuária. Neste processo, a queima era amplamente utilizada, o que resultava na intensa poluição atmosférica e nos consequentes problemas no trato respiratório.

Era permitido, você podia fazer a sua roça e podia queimar, não tinha fiscalização porque a maneira de você fazer o pasto era fazer derrubada e queimar, botar fogo (P19).

Aqui tinha tanta fumaça que ninguém conseguia quase respirar. Todo mundo derrubava e queimava, e tinha queimada em tudo quanto é lugar. A cidade era altamente poluída, aí tinha muita bronquite, muita asma, porque era fumaça, fumaça...(P12).

Na época da seca você não via o sol em função das queimadas. Essa coisa toda encobria de tal forma que a paisagem era sempre alaranjada. Você não distinguia um céu azul, você não via nuvens, era tudo alaranjado (P4).

A queimada era tão grande que você não conseguia ver na rua além de 150 metros (P8).

Era tanta queimada que nós não víamos o sol. Era só uma fuligem preta caindo. Quando chegava em casa, onde era branco tava preto de fuligem, e isso era por 6 meses. Você não via estrela, você não via nuvem, você não via nada (P6).

Muita gente passava mal, principalmente crianças e idosos (P21).

A poluição atmosférica é um dos principais fatores de risco para morbidade e mortalidade em todo o mundo. Ela impacta diretamente a saúde humana, aumentando a incidência e o número de óbitos por doenças cardiorrespiratórias, neoplásicas e metabólicas (Santos et al., 2021). A realidade exposta do município de Juína é condizente com a de outros municípios amazônicos. Estudos realizados em municípios da Amazônia e Centro-Oeste têm relatado a associação entre efeitos agudos (imediatos, defasados e cumulativos) sobre a saúde respiratória, principalmente em crianças e idosos, e exposição ao aumento do material particulado (PM_{2.5}) (Caumo et al., 2022; Ye et al., 2021; Jacobson et al., 2014; Ignotti et al., 2010).

Além dos efeitos agudos da poluição do ar amplamente relatados pelos participantes, como asma, bronquite, rinite, alergia, entre outros, há os efeitos crônicos da exposição aos poluentes oriundos da queima de biomassa que incluem o aumento da incidência de asma, de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), de câncer de pulmão, redução da função pulmonar, bem como aumento da mortalidade geral por doenças respiratórias (Santos et al., 2021; Yao et al., 2020; Chen et al., 2015). Esta relação foi evidenciada nos discursos dos *stakeholders*:

Muitas pessoas que hoje têm lesões das vias respiratórias foram provocadas por essas queimadas, porque elas [essas pessoas] não só queimavam, como tinham que controlar o fogo para que não passasse para o terreno vizinho. Então elas ficavam sem nenhuma proteção e tentando apagar esse fogo (P8).

Este panorama de intensa poluição atmosférica persistiu até por volta do ano de 2005 e depois apresentou uma diminuição gradual em decorrência da intensificação da fiscalização e controle do desmatamento na Amazônia Legal. Em 2004 foi criado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do

Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) que resultou no declínio de 84% de 2004 a 2012 no desmatamento da Amazônia Legal (INPE, 2024). Em 2008, o município de Juína foi incluído na lista dos 39 municípios prioritários para prevenção, monitoramento e controle do desmatamento.

Em decorrência disso, houve mudanças nas causas de morbidade e mortalidade no município, conforme relatado pelos *stakeholders*.

Teve muita mudança. Depois que fechou o garimpo, praticamente não teve mais malária. E daí decretaram que não podia mais desmatar totalmente as fazendas. Aí diminuiu os acidentes da derrubada e já não tem mais tantas queimadas (P16).

De 1992 a 1994 houve uma queda na incidência da malária. Os acidentes da derrubada foram diminuindo também, porque houve a lei que proibiu o desmatamento, então o desmatamento praticamente acabou. Então acabou essa época e passou-se para os acidentes de trânsito (P17).

A Figura 8 apresenta a análise de similitude acerca das mudanças ambientais, climáticas e sociais observadas pelos profissionais da saúde, bem como as causas de morbidade e mortalidade do período mais atual da história do município. O *cluster* vermelho se destaca como o núcleo da árvore de similitude, contendo os dois termos mais frequentes (desmatamento e água), apresentando conexões diretas e indiretas com os demais agrupamentos. Este agrupamento retrata as principais modificações ambientais, e as mudanças no tempo e no clima observadas pelos *stakeholders*.

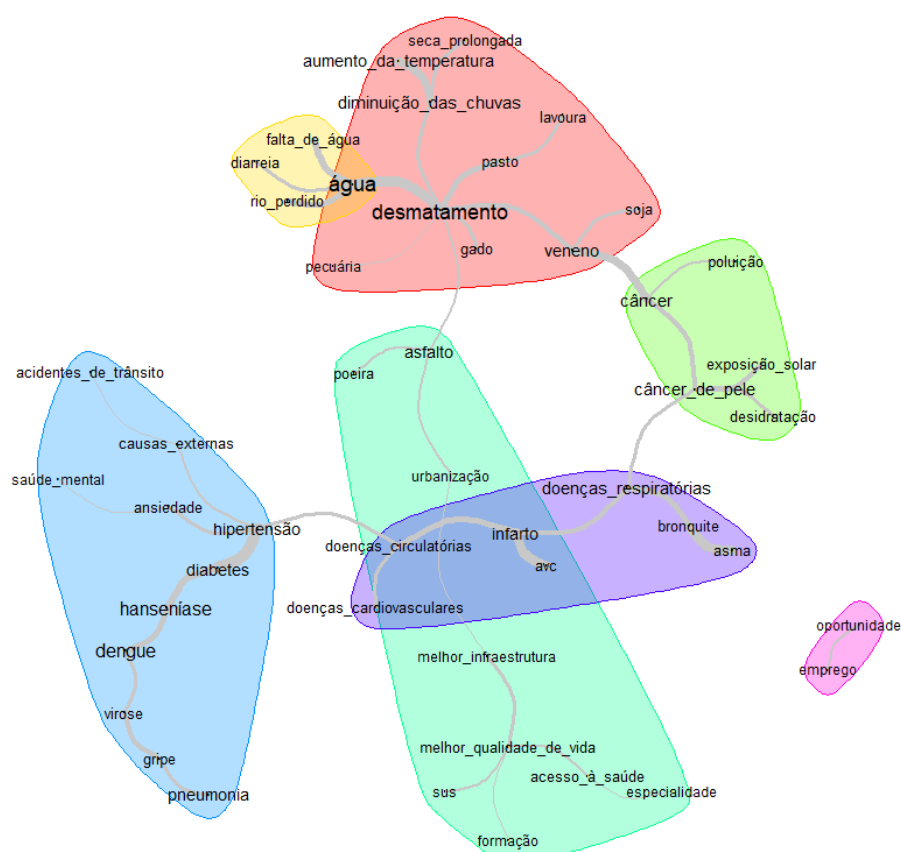
A principal modificação ambiental percebida pelos participantes diz respeito à diminuição da vegetação, retratada nos discursos pelos termos “desmatamento”, “falta de vegetação”, “diminuição da vegetação”, “menos árvores”. Sob a ótica dos *stakeholders*, a vegetação nativa foi dando lugar para diferentes formas de uso da terra com predominância de pastagens para a prática da pecuária.

Diminuiu vegetação porque aqui era muito gado. O pessoal fez as derrubadas e não era para fazer plantação, era para fazer pasto porque era só gado. Hoje que está começando a ter algumas plantações (P5).

A própria vegetação vai mudando. As áreas em torno da cidade era mato mais fechado e agora tem bem pouco mato. A maioria está virando pasto ou plantações (P6).

Assim, Juína segue a mesma tendência das demais regiões da Amazônia, visto que as mudanças no uso da terra de floresta primária para pastagem é considerada atualmente a principal forma de perturbação responsável pela degradação florestal na Amazônia (Suárez et al., 2024; Silveira et al., 2022; Beuchle et al., 2021).

Figura 8. Análise de similitude acerca das mudanças ambientais, climáticas e sociais observadas pelos profissionais da saúde, bem como as causas de morbidade e mortalidade do período atual da história do município de Juína – MT.



Legenda: Palavras com fontes maiores são mais relevantes ou aparecem com mais frequência nos dados analisados. A espessura das linhas que conectam as palavras indica a força da associação entre os termos.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Outra conexão forte apresentada foi a do desmatamento com o aumento de áreas de plantio e lavouras, especialmente, a monocultura de soja, que teve início por volta do ano de 2013, com uma tendência significativa de aumento ao longo dos anos (Santos et al., 2024).

Juína está começando a fazer aquela curva de sair da cultura extrativista de tirar a madeira e da pecuária para colocar a máquina e plantar soja (P3).

Estão mudando já da pecuária para o agro com o plantio de soja e milho (P9).

Na entrada da cidade para cá, vindo de Cuiabá para cá, virou tudo pasto e tudo soja (P1).

Para Sauer (2018), as expansões agrícolas envolvendo o uso de monoculturas, mecanização e concentração da terra na Amazônia resultam na exclusão de populações locais, conflitos sociais e prejudicam o acesso a recursos tradicionalmente pertencentes às populações locais, tradicionais e indígenas. Este modelo de economia, baseado na exploração madeireira e conversão florestal em terras agrícolas e pastagens, estimula a economia nos primeiros anos de uso da terra, mas, em seguida, pode-se esperar uma quebra econômica à medida que os recursos florestais e a fertilidade do solo são degradados (Ferrante; Mouysset, 2024).

Uma conexão direta e forte reportada pelos *stakeholders* foi a do desmatamento com mudanças observadas nos corpos hídricos do município (*cluster* amarelo), especialmente no rio Perdido, que é o manancial de abastecimento da cidade. Ligado ao termo “água” está o termo “diarreia” revelando a percepção de que a degradação dos corpos hídricos acarreta doenças diarreicas, principalmente em crianças, além de outras doenças de veiculação hídrica.

Os relatos demonstram um forte vínculo emocional com o rio Perdido e expressam um sentimento de saudade e tristeza pela sua condição atual, que apresenta volume de água reduzido e degradação da qualidade da água.

Hoje, infelizmente você passa pela ponte do rio Perdido e dá muita tristeza. Eu conheci aquilo ali, eu vivenciei aquilo ali, eu brincava, banhava naquele rio e era gostoso demais. Hoje não tem como mais. É um privilégio que meu filho não tem. O impacto ambiental ali foi

terrível, diminuiu muito a água, tanto que falta água na cidade, e está muito contaminado (P15).

Eu lembro quando era criança que a diversão era ir para os rios. A gente passava a tarde toda no rio tomando banho, pescando, e os rios eram cheios. Hoje em dia está bem complicado, o Perdido está nas últimas, porque a gente viu ele antigamente. Ali na pontezinha da Linha 5, o pessoal pulava de cima. Agora [no momento da entrevista] era para a água estar transbordando e só está aquele filete. Dá dó de ver, e a gente sabe que a culpa é nossa, né? (P6).

O rio Perdido literalmente está perdido. É muito contaminado e isso pode impactar na saúde. Inclusive, esse povo que está fazendo lavouras no entorno do Rio Perdido também está deixando cair defensivo agrícola no rio que a gente usa pra beber (P23).

Outra associação fortemente relatada foi a do desmatamento com as mudanças observadas no tempo e no clima.

Cada vez menos chuva, cada vez mais tempo seco, período de chuvas cada vez se encurtando mais, os rios estão ficando cada vez mais secos, mais feios, mais sujos, e tá mais quente, tá quase que igualando a Cuiabá, o calor, a sensação térmica (P2).

A alteração mais percebida ao longo do tempo foi a diminuição das chuvas. 97% dos respondentes atestam que as chuvas estão se tornando cada vez mais escassas em relação ao que era observado no passado, e a estação seca está se prolongando, não seguindo o padrão histórico de “6 meses de chuva” e “6 meses de seca”.

A questão climática mudou. Hoje já não existe mais esses seis meses de chuva e seis meses de seca (P5).

Quando a gente chegou aqui tinha praticamente seis meses de chuva e seis meses de seca. Não tem mais isso agora. Tem mais seca do que chuva (P23).

Quando eu cheguei aqui em Juína, teve vez de falar assim: “Meu Deus, tem cinco dias que não para de chover”, e isso não tá acontecendo mais (P18).

Antigamente era mais fresco, chovia muito mais do que hoje (P26).

Está tudo descontrolado. Quando chove é muita chuva em uma hora só. De repente já está o sol muito quente, abafado. Você vê que o clima que está mais insalubre (P7).

Outra alteração climática percebida por 87% dos participantes foi o aumento da temperatura:

A temperatura está mais elevada, está bem mais quente (P27).

Aumentou a temperatura aqui também. Nós não tínhamos temperaturas tão altas nesse período de agosto e setembro. Não existia isso. Tinha até um friozinho...(P30). O período de seca era o inverno daqui. Era fresquinho. Hoje em dia é o período mais quente do ano. Então, na minha percepção a temperatura elevou e de uma forma bastante significativa (P24).

Estas mudanças no microclima do município também foram observadas em estudo que analisou as tendências temporais nos dados de precipitação (1980 a 2019) e na temperatura do ar (1980 a 2020) de Juína, e constatou tendências estatisticamente significativas de diminuição da precipitação e de aumento das temperaturas mínimas e médias (Santos et al., 2024).

Os resultados aqui apontados vão de encontro com reportados por Bottino et al. (2024) que estimaram que a savanização da Bacia Amazônica pode prolongar a estação seca em até 69% e reduzir a precipitação média anual em até 44%, sobre as regiões Amazônica e Centro-Oeste. Os efeitos combinados da savanização e do aquecimento global resultaram em anomalias de temperatura máxima diária, atingindo valores de até 14 °C acima das condições climáticas atuais sobre a Amazônia.

Outras mudanças ambientais percebidas pelos *stakeholders* diz respeito às melhorias na infraestrutura e logística. O termo “asfalto” foi amplamente mencionado como uma alteração ambiental que trouxe impactos sociais positivos, pois melhorou o acesso ao município, ampliando a oferta de produtos e serviços essenciais, o que possibilitou melhorias no acesso à saúde, educação e na qualidade de vida da população residente.

Acerca dos impactos das modificações ambientais e climáticas sobre a saúde humana no município, constatou-se uma preocupação com a crescente expansão do agronegócio que, conseqüentemente, resulta em maior aplicação de defensivos agrícolas, expressa nas narrativas e na árvore de similitude com o termo “veneno”. Este termo conecta-se ao *cluster* verde com o termo “câncer”.

O câncer foi um dos agravos mais mencionados pelos *stakeholders* que narraram a percepção de que há um aumento dos casos ao longo do tempo. O envelhecimento da população foi um dos fatores mais apontados como a possível causa para o aumento da incidência. No entanto, foi frequente a percepção de que o risco será aumentado com o aumento do agronegócio.

Junto da soja vem a pulverização de veneno e junto do veneno vai vir com certeza maior número de casos de câncer (P3).

Eles passam muito veneno, então isso aí aumenta o risco de leucemia, de linfomas e alguns outros tipos de câncer que a gente pega aqui também com uma certa frequência, por causa da questão de veneno (P13).

O câncer de pele é o tipo que apresenta maior incidência no município, sob a ótica dos profissionais de saúde entrevistados, que o associam à exposição solar, com um risco aumentado devido às mudanças percebidas no clima.

Aumentou bastante a temperatura. Aí aumenta o risco de câncer de pele. E a nossa região foi colonizada principalmente pelos sulistas, que são brancos. Aí o pessoal fica em exposição solar prolongada, aumentando o risco de câncer de pele. É difícil um dia que eu não pego um paciente com câncer de pele (P13).

O de pele está em primeiro lugar. Depois a gente tá pegando muito o de colo [de útero], mas o de pele é assustador (P7).

O aumento dos casos de desidratação, sobretudo no período mais seco e quente, também foi apontado como uma consequência direta das mudanças percebidas no clima. Oliveira et al. (2021) ponderam que sob condições ambientais desfavoráveis, que incluem alta temperatura, as capacidades de resfriamento do corpo são enfraquecidas, resultando em aumento da temperatura corporal. O aumento da temperatura corporal, por sua vez, pode resultar em desidratação, exaustão, vasodilatação, aumento da sudorese, aumento das frequências cardíaca e respiratória, aumento do estresse oxidativo, inflamação, degradação muscular e alterações na coagulação (Agache et al., 2022).

As doenças respiratórias (*cluster* roxo), com destaque para bronquite, asma e pneumonia (*cluster* azul escuro), foram mencionadas como uma das

principais causas de morbidade e mortalidade da atualidade, principalmente em crianças e idosos. No entanto, a associação destas doenças com as mudanças ambientais e climáticas foi retratada de forma fraca e bastante indireta, sendo mais correlacionadas à sazonalidade, como consequência do período seco, que diminui a umidade do ar. *“A umidade do ar fica menor e isso afeta nosso sistema respiratório”* (P32). As queimadas que eram um grave problema do passado, hoje não são tão percebidas pelos atores sociais, que acreditam que estão controladas, não representando graves riscos à saúde respiratória.

Além das respiratórias, outras doenças crônicas não-transmissíveis (DCTN's) foram mencionadas como as principais causas de morbidade e mortalidade da atualidade do município de Juína, com destaque para as doenças circulatórias, cardiovasculares, hipertensão e diabetes. As DCNTs representam um dos maiores desafios para a saúde pública uma vez que são responsáveis por um elevado número de mortes prematuras, complicações, redução da qualidade de vida e limitação das atividades diárias (Medeiros et al., 2024).

Estima-se que as DCNTs foram responsáveis por aproximadamente 70% das mortes registradas no mundo em 2019 (WHO, 2022). No Brasil, em 2019, as DCNTs causaram 41,8% das mortes prematuras, ou seja, aquelas ocorridas entre 30 e 69 anos de idade (Ministério da Saúde, 2023). No caso do município de Juína, foi amplamente relatado pelos *stakeholders* um aumento na incidência destas doenças ao longo do tempo.

O que eu percebo é que aumentou bastante essa questão de infarto, principalmente em pessoas mais novas, na faixa etária de 30, 40 anos. Acontece bastante AVC, mas é mais em idosos (P2).

Uma das principais causas é diabetes mesmo. Ali na UTI são 10 leitos. De 10 leitos, se tiver dois que não são diabéticos, é muito (P21).

Apesar de relatarem uma maior incidência ao longo dos anos, os profissionais de saúde entrevistados não percebem uma relação clara e direta destas doenças com as mudanças ambientais e climáticas, conforme pode ser observado na análise de similitude. Nas narrativas, a relação entre ambiente e DCTN's foi expressa com baixa frequência, de forma vaga e superficial. Alguns

acreditam que o aumento do calor possa ter alguma influência, mas há incertezas e pouco conhecimento sobre esta relação.

A literatura tem reportado amplamente o aumento do risco de morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares em decorrência dos efeitos mudanças climáticas (Romero et al., 2022; Requia et al, 2023; Silveira et al., 2023; Vita et al., 2024).

Schneider et al. (2017) elucida que as respostas fisiológicas às variações na temperatura corporal central, como o aumento da sudorese, da frequência cardíaca e respiratória, a vasodilatação e as alterações na coagulação, podem levar a desequilíbrios no controle autonômico do coração. Esses desequilíbrios podem elevar as pressões arteriais locais, induzir inflamação sistêmica e comprometer as respostas de coagulação.

Vita et al. (2021) corroboram que as mudanças climáticas, que resultam no aumento da temperatura atmosférica, estão associadas a desfechos de saúde, que incluem um aumento significativo na mortalidade por doenças cardiovasculares, uma maior incidência de hipertensão, diabetes mellitus tipo II, infarto agudo do miocárdio (IAM), insuficiência cardíaca e arritmias cardíacas. Pacientes com distúrbios cardiovasculares pré-existentes podem ser mais vulneráveis aos efeitos do aquecimento global e temperaturas extremas.

Silveira et al. (2023) em um estudo desenvolvido na Amazônia brasileira, constataram que as ondas de calor foram associadas a um maior risco de mortalidade por causas não externas e doenças cardiovasculares. A intensidade da onda de calor desempenhou um papel mais importante do que a duração na determinação desse risco. Evidências sugestivas indicaram que idosos e mulheres eram mais vulneráveis aos efeitos das ondas de calor sobre a mortalidade.

Sobre as possíveis causas de doenças cardiovasculares, Peters e Schneider (2021) ponderam que não há causas isoladas, e sim efeitos combinados do calor, da poluição do ar, da idade, do estado socioeconômico e da saúde individual. A interação desses elementos é responsável por eventos agudos evitáveis de doenças cardiovasculares e devem ser considerados para a prevenção e tratamento eficaz dessas doenças.

Aqui neste estudo, o aumento na incidência de DCNT's na população foi amplamente atribuído pelos profissionais de saúde ao envelhecimento da

população e outros fatores que envolvem o estilo de vida. *“Hoje em dia a gente vê mais doenças devido ao envelhecimento da população. A população antigamente não se cuidava, não era de atividades físicas, alimentação balanceada, então a gente vê agora muitos idosos que tem doenças crônicas”* (P16).

Outros agravos e doenças emergentes no município de Juína são as doenças infecciosas e as causas externas contidos no *cluster* azul escuro da árvore de similitude. Entre as doenças infecciosas, as mais mencionadas foram a hanseníase devido à sua alta taxa de morbidade na população, e a dengue associada ao aumento de internações hospitalares, especialmente durante o período chuvoso. Os acidentes de trânsito, em particular os envolvendo motocicletas, foram destacados como a principal causa de mortalidade atualmente.

Entre os problemas de saúde em Juína, 80% dos profissionais de saúde entrevistados destacaram a alta incidência de hanseníase como alvo de intensa preocupação.

Além das causas externas, a gente mantém os quadros de doenças infecciosas. A hanseníase, que é o maior problema, em relação a infecções. Ano passado a gente teve em torno de 600 casos de hanseníase. Esse ano de 2024 já estamos com 704 casos de hanseníase. A capital de Mato Grosso tá com 300 casos. Então a hanseníase é um problema aqui em Juína (P3).

Na atualidade tem sido a hanseníase a principal doença. É um problema sério para nós da saúde que não está tendo o que fazer... (P1).

Ademais, observou-se pelos participantes um aumento nos quadros de transtornos mentais e comportamentais, sendo os transtornos de ansiedade os mais relatados.

Eu diria que a saúde mental é o que está mais alavancado aqui em Juína, e a partir daí vêm outros problemas (P7).

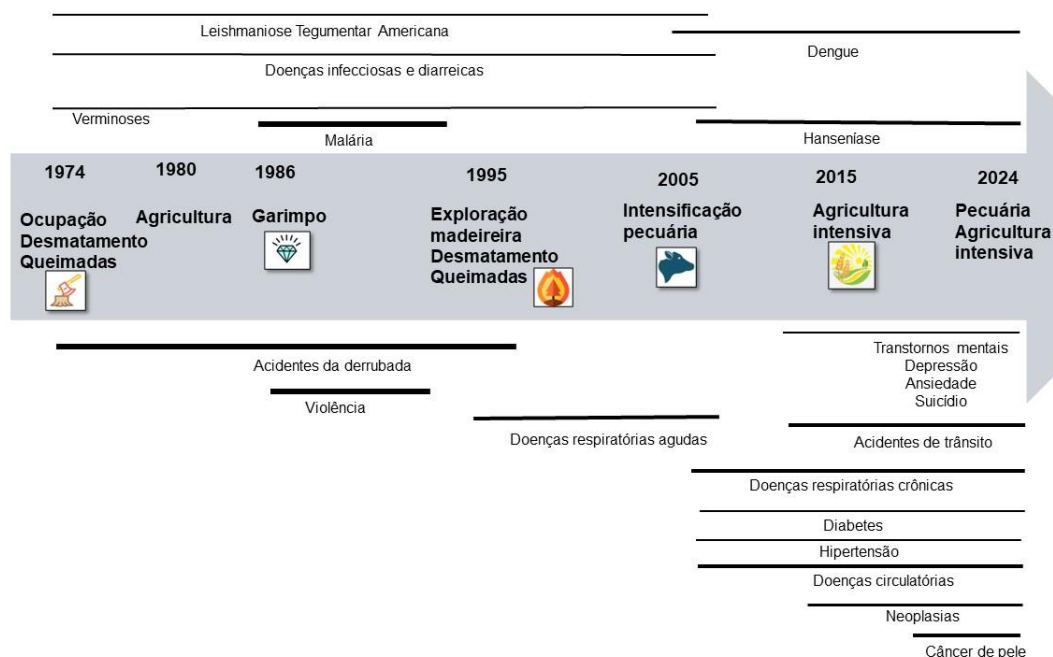
O que eu percebo é a questão da saúde mental. As pessoas estão adoecendo muito e o município ainda não consegue abraçar essa demanda hoje (P5).

Todos os agravos e doenças apresentados no *cluster* azul escuro apresentaram um distanciamento ainda maior do *cluster* vermelho, que retrata as mudanças ambientais e climáticas percebidas ao longo do tempo. Isso demonstra que, no geral, os profissionais de saúde não correlacionam de forma clara e direta os problemas de saúde com as transformações ambientais ocorridas no município.

A Figura 9 apresenta a linha do tempo contendo as trajetórias ambiental e de saúde do município de Juína, com base nos relatos dos *stakeholders* e dados de uso e cobertura da terra (Santos et al., 2024). A evolução da ocupação e desenvolvimento econômico em Juína demonstram a influência das mudanças no uso e cobertura da terra na saúde humana revelando a vulnerabilidade da saúde humana às condições ambientais. Inicialmente, como resultado das intensas modificações que resultavam na contaminação do ar e da água e no transbordamento de patógenos, os efeitos na saúde da população eram mais agudos e imediatos.

Atualmente, o que se observa são os efeitos crônicos que se referem a impactos persistentes e de longo prazo que podem ocorrer na saúde devido à exposição contínua a poluentes, condições ou mudanças ambientais ao longo do tempo. Assim, à medida que o ambiente foi alterado, os riscos e impactos à saúde também mudaram, havendo a transição de uma predominância de doenças infecciosas para um aumento nos casos de doenças crônicas não transmissíveis. O mesmo padrão foi observado por Weihls et al. (2017) que analisaram a dinâmica da ocupação da fronteira agrícola no norte do Mato Grosso e os efeitos na saúde da população local.

Figura 9. Trajetórias ambiental e de saúde do município de Juína.



Nota: A espessura das linhas demonstra o grau de prevalência, segundo os *stakeholders*.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Observou-se que é frequente a percepção de que as modificações ambientais podem impactar a saúde humana. No entanto, não há ainda uma compreensão clara e aprofundada sobre a relação saúde e ambiente. Acredita-se, inclusive, que o município de Juína ainda não foi degradado ao ponto de experimentar impactos pronunciados na saúde.

Acerca da percepção sobre a influência das mudanças ambientais como determinantes em saúde, os *stakeholders* expressaram que, em uma escala de 0 a 100, acreditam que as modificações ambientais exerçam uma influência de, em média, 70% na saúde humana no município, com os valores oscilando entre o mínimo de 30% e o máximo de 100%. Os profissionais de saúde com formação em medicina atribuíram o menor valor à influência dos determinantes ambientais na saúde no contexto da saúde pública do município, estimando-a em 50%. Em contraste, os profissionais de outras áreas estimaram essa influência em 76%.

Os impactos observados pelos participantes são os decorrentes de relação causa-efeito mais direta, como os casos agudos de doenças diarreicas decorrentes da má qualidade da água e problemas respiratórios decorrentes da poluição e baixa umidade do ar. No entanto, há um déficit no entendimento dos efeitos crônicos e mais indiretos das mudanças ambientais e climáticas sobre a

saúde. Notou-se que ainda é escasso o entendimento dos determinantes ambientais em saúde, sobretudo do papel da biodiversidade, da saúde dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos na manutenção da vida humana com qualidade e bem-estar (Ellwanger et al., 2020).

Para Barbosa et al. (2024), a abordagem dos serviços ecossistêmicos transcende a visão simplista do ambiente como cenário passivo da existência humana; em vez disso, enaltece e reconhece a natureza como participante ativo na formação do indivíduo, de sua saúde e qualidade de vida. Assim sendo, modificações ambientais podem influenciar direta e indiretamente a vida humana, sua saúde e bem-estar de inúmeras maneiras.

Os resultados aqui apresentados corroboram com Zandavalli et al. (2024), que ponderam que a compreensão e a aplicação dos princípios da saúde planetária entre os profissionais de saúde ainda são bastante limitadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Floss et al. (2021) que constataram que 84,8% dos profissionais de saúde não foram expostos a conteúdos práticos ou clínicos sobre saúde planetária e mudanças climáticas durante sua formação. Apesar disso, 91% concordam que as mudanças ambientais e climáticas podem afetar na saúde humana.

Considerando que a saúde planetária está diretamente interligada à saúde humana, a integração da saúde planetária no processo de formação e capacitação de profissionais de saúde é fundamental para o desenvolvimento das competências necessárias para ampliar a compreensão dos sistemas socioecológicos e ajudar a lidar com os impactos das mudanças nos ecossistemas na saúde humana (Omrani et al., 2020). O processo formativo deve enfatizar a importância de conservar os serviços ecossistêmicos para a manutenção da saúde e bem-estar humano.

Para Dupraz e Burnand (2021), o papel dos profissionais de saúde, individual ou coletivamente, por meio de organizações profissionais, pode incluir informar e alertar pacientes, indivíduos, comunidades e tomadores de decisão sobre a associação das mudanças climáticas e ambientais com a saúde e a necessidade de agir para limitar e mitigar esses riscos para proteger a saúde.

É essencial também romper, na prática, os paradigmas cartesianos e reconhecer as interconexões entre a saúde dos ecossistemas e a saúde

humana, superando as divisões tradicionais nos setores de saúde. Isso requer a promoção da colaboração interdisciplinar e intersetorial entre profissionais de saúde, meio ambiente, ciências sociais e outras partes interessadas relevantes. Essa abordagem colaborativa possibilita uma compreensão holística de questões de saúde complexas, promovendo a prevenção, a vigilância e o controle eficaz de doenças desde a sua origem (Delduque et al., 2023).

A incorporação dos princípios de saúde planetária e das mudanças climáticas nas políticas públicas é também crucial. Os formuladores de políticas devem adotar uma abordagem holística que reconheça a interdependência entre os sistemas naturais e a saúde das populações humanas. Decisões políticas devem ser baseadas em evidências científicas robustas e considerar os impactos ambientais e de saúde a longo prazo (Whitmee et al., 2015). Por fim, a implementação desses princípios requer compromisso e colaboração contínua entre todos os setores da sociedade, garantindo o engajamento e protagonismo das comunidades locais, reconhecendo e incorporando seus saberes tradicionais e práticas sustentáveis.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstraram a influência das mudanças no uso e cobertura da terra na saúde humana em Juína - MT, evidenciando a vulnerabilidade da saúde humana às modificações ambientais. As trajetórias de saúde e ambiente do município de Juína apresentam similaridades com as de outras regiões da Amazônia igualmente marcadas por projetos de colonização que resultaram em intensas mudanças no uso e cobertura da terra, diferentes ciclos econômicos e pronunciados impactos na saúde humana.

Esse processo histórico evidencia como atividades como desmatamento, queimadas, exploração madeireira, garimpo e a intensificação da agricultura e pecuária podem alterar os ecossistemas e impactar a saúde e qualidade de vida da população. As consequências incluem a emergência e prevalência de diversas doenças, tais como doenças infecciosas, respiratórias e crônicas, além de problemas sociais que resultam em agravos como acidentes e violências.

Observou-se que à medida que o ambiente foi modificado, os riscos e impactos à saúde também se transformaram, ocorrendo uma transição de um

cenário dominado por doenças infecciosas, como malária e leishmaniose tegumentar americana, para um aumento nos casos de doenças crônicas não transmissíveis, com destaque para as doenças respiratórias crônicas, doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão e neoplasias. Essa transição nos padrões de saúde, influenciada pelas mudanças ambientais, reforça a íntima e complexa relação entre saúde e ambiente, e sublinha a necessidade urgente de uma abordagem holística para melhorar a saúde humana e ambiental.

Acerca da percepção dos profissionais da saúde sobre a influência dos determinantes ambientais na saúde, os resultados sugerem que, embora seja amplamente reconhecido que modificações ambientais influenciam na saúde humana, existe uma lacuna significativa no entendimento dos efeitos crônicos e indiretos dessas mudanças – inclusive das mudanças climáticas –, bem como na valorização dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade como elementos fundamentais para a saúde e bem-estar, principalmente sob a ótica dos profissionais de medicina.

Assim, a incorporação dos princípios de saúde planetária e dos impactos das mudanças climáticas na saúde humana na formação profissional é essencial. Isso fornece aos profissionais uma melhor compreensão dos vínculos entre saúde humana, ecossistemas, clima e biodiversidade, e para capacitá-los a lidar de forma eficaz com os desafios emergentes e complexos que envolvem saúde, clima e ambiente. Ademais, é crucial promover uma abordagem integrativa, interdisciplinar e intersetorial que ultrapasse as fronteiras tradicionais entre os setores de saúde e meio ambiente, e implemente políticas públicas que integrem a saúde ecossistêmica e humana, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais, a mitigação dos impactos negativos das atividades econômicas e a melhoria da saúde e bem-estar das populações.

Por fim, a abordagem metodológica aqui empregada demonstrou-se eficaz no alcance dos resultados. Os dados qualitativos coletados junto aos *stakeholders* permitiu obter um panorama abrangente das trajetórias de saúde e ambiente, bem como da percepção dos profissionais da saúde sobre a influência dos determinantes ambientais na saúde humana. Além disso, a metodologia do software IRaMuTeQ demonstrou ser eficaz e robusta na

análise dos resultados, conferindo precisão e confiabilidade às conclusões obtidas.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Beef Report: perfil da pecuária no Brasil**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

AGACHE, I.; SAMPATH, V.; AGUILERA, J.; AKDIS, C.A.; AKDIS, M.; BARRY, M.; BOUAGNON, A.; CHINTHRAJAH, S.; COLLINS, W.; DULITZKI, C.; ERNY, B.; GOMEZ, J.; GOSHUA, A.; JUTEL, M.; KIZER, K.W.; KLINE, O.; LaBEAUD, A.D.; PALI-SCHÖLL, I.; PERRETT, K.P.; PETERS, R.L.; PLAZA, M.P.; PRUNICKI, M.; SACK, T.; SALAS, R.N.; SINDHER, S.B.; SOKOLOW, S.H.; THIEL, C.; VEIDIS, E.; WRAY, B.D.; TRAUDL-HOFFMANN, C.; WITT, C.; NADEAU, K.C. Climate change and global health: A call to more research and more action. **Allergy**, v. 77, n. 5, p. 1389-1407, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/all.15229>.

ALBERT, J.S.; CARNAVAL, A.C.; FLANTUA, S.G.A.; LOHMANN, L.G.; RIBAS, C.C.; RIFF, D.; CARRILLO, J.D.; FAN, Y.; FIGUEIREDO, J.J.P.; GUAYASAMIN, J.M.; HOORN, C.; MELO, G.H.; NASCIMENTO, N.; QUESADA, C.A.; ULLOA, C.U.; VAL, P.; MARREIRA, J.; ENCALADA, A.C.; NOBRE, C.A. Human impacts outpace natural processes in the Amazon. **Science**, v. 379, n. 6630, 2023. DOI: 10.1126/science.abo500.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BELESOVA, K.; HAINES, A.; RANGANATHAN, J.; SEDDON, J.; WILKINSON, P. Monitoring environmental change and human health: Planetary Health Watch. **The Lancet**, v. 395, n. 10218, p. 96-98, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)33042-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)33042-9)

BENASSI, C.B.P.; CANCIAN, Q.G.; STRIEDER, D.M. **Estudo piloto: Um instrumento primordial para a pesquisa de percepção da ciência**. Ensino e Tecnologia em Revista, v. 7, n. 1, p. 210-225, 2023. DOI: 10.15628/et.v7i1.16456.

BEUCHLE, R.; ACHARD, F.; BOURGOIN, C.; VANCUTSEM, C.; EVA, H.D.; FOLLADOR, M. **Deforestation and forest degradation in the Amazon - Status and trends up to year 2020**. In: EUR 30727 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021. DOI: 10.2760/61682.

BOTTINO, M.J.; NOBRE, P.; GIAROLLA, E. SILVA Jr., M.B.; CAPISTRANO, V.B.; MALAGUTTI, M.; TAMAOKI, J.N.; OLIVEIRA, B.F.A.; NOBRE, C.A. Amazon savannization and climate change are projected to increase dry

season length and temperature extremes over Brazil. **Scientific Reports**, v. 14, artigo 5131, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-55176-5.

BRITO, S.P.S.; LIMA, M.D.S.; FERREIRA, A.F.; RAMOS Jr., A.N. Hospitalizações por doenças tropicais negligenciadas no Piauí, Nordeste do Brasil: custos, tendências temporais e padrões espaciais, 2001-2018. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, e00281021, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT281021>.

CAMARGO, B.V.; JUSTO, A.M. IRaMuTeQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013. DOI: 10.9788/TP2013.2-16.

CAMARGO, B.V.; JUSTO, A.M. **Tutorial para uso do software IRaMuTeQ**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. Disponível em: http://IRaMuTeQ.org/documentation/fichiers/Tutorial%20IRaMuTeQ%20em%20portugues_22.11.2021.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.

CARVALHO, T.S.; MOTA, D.M.; SAAB, F. Utilização do software IRaMuTeQ na análise de contribuições da sociedade em processo regulatório conduzido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 8, n. 1, p. 10-21, jan.-mar. 2020. DOI: 10.22239/2317-269X.01429.

CAUMO, S.; GIODA, A.; da SILVA CARREIRA, R.; JACOBSON, L.D.S.V.; HACON, S.S. Impactos na saúde humana causados pela exposição a incêndios florestais: as evidências obtidas nas últimas duas décadas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, p. 182-218, 2022. DOI: <https://doi.org/10.55761/abclima.v30i18.15130>

CHEN, Z.; SALAM, M.T.; ECKEL, S.P.; BRETON, C.V.; GILLILAND, F.D. Chronic effects of air pollution on respiratory health in Southern California children: findings from the Southern California Children's Health Study. **Journal of Thoracic Disease**, v. 7, n. 1, p. 46-58, 2015. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2014.12.20.

COELHO, M. H. P, MARTINS, M. V. A., TAVARE JR., ARMANDO DIAS, MUNIZ, L. ROMERO, L. F. R., PAIVA, G. A., ZAN, W. G., WESKA, R. K. GERALDES, M. C. U-Pb and Lu-Hf in zircon deciphering magmatic pulses of the Juína Kimberlite: Implications for the lithospheric mantle isotopic composition of the Amazonian Craton. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 80, n.2, p. 129-153. 2022.

DATASUS. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde – CNESNet**. 2024. Disponível em: https://cnes2.datasus.gov.br/Lista_Es_Municipio.asp?VEstado=51&VCodMunicipio=510515. Acesso em: 04 mar. 2024.

DATASUS. **População residente - estudo de estimativas populacionais por município, idade e sexo 2000-2021 – Brasil**. 2021. Disponível em:

<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/popsvsbr.def>. Acesso em: 04 mar. 2024.

DE CASTAÑEDA, R.R.; VILLERS, J.; GUZMÁN, C.A.F.; ESLANLOO, T.; PAULA, N.; MACHALABA, C.; ZINSSTAG, J.; UTZINGER, J.; FLAHAULT, A.; BOLON, I. One Health and planetary health research: leveraging differences to grow together. **Lancet Planet Health**, v. 7, n. 2, p. e109-e111, 2023. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00002-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00002-5).

DELDUQUE, M.C.; NOBRE, S.; SILVA, O.J.B. Teoria Sistêmica, subsistema do Direito e o novo paradigma da Saúde Única. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, v. 12, n. 3, 2023. DOI: 10.17566/ciads.v12i3.1208.

DUPRAZ, J.; BURNAND, B. Role of health professionals regarding the impact of climate change on health—An exploratory review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 6, p. 3222, 2021. DOI: 10.3390/ijerph18063222.

ELLWANGER, J.H.; FEARNSIDE, P.M.; ZILLOTTO, M.; VALVERDE-VILLEGAS, J.M.; VEIGA, A.B.G.; VIEIRA, G.F.; BACH, E.; CARDOSO, J.C.; MULLER, N.F.; LOPES, G.; CAESAR, L.; KULMANN-LEAL, B.; KAMINSKY, V.L.; SILVEIRA, E. S.; SPILKI, F.R.; WEBER, M.N.; ALMEIDA, S.M.; HORA, V.; CHIES, J.A.B. Synthesizing the connections between environmental disturbances and zoonotic spillover. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 94, n. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220211530>.

ELLWANGER, J.H.; KULMANN-LEAL, B.; KAMINSKI, V.L.; VALVERDE-VILLEGAS, J.M.; VEIGA, A.B.G.; SPILKI, F.R. et al. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 92, 2020. DOI: 10.1590/0001-3765202020191375.

EVANGELISTA, D.R. Políticas públicas na implantação do município de Juína, 'a rainha da floresta'. **Revista Geopolítica Transfronteiriça**, v. 7, n. 2, p. 42-58, 2023.

FERRANTE, A.; MOUYSET, L. Deforestation fight in the sight of Brazilian Amazonas inhabitants. **Trees, Forests and People**, 100533, 2024. DOI: 10.1016/j.tfp.2024.100533.

FLOSS, M.; VIEIRA ILGENFRITZ, C.A.; RODRIGUES, Y.E.; DILDA, A.C.; BORNGRÄBER, A.P.C.; AZEVEDO, D.C.M.; FALCETO, E.B.; GUZMÁN, C.A.F.; DEVLIN, E.; SALDIVA, P.H.N.; KHOO, S.M.; GONÇALVES, M.R.; The Planetary Health MOOC Group. Development and Assessment of a Brazilian Pilot Massive Open Online Course in Planetary Health Education: An Innovative Model for Primary Care Professionals and Community Training. **Frontiers in Public Health**, v. 9, artigo 663783, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.663783>.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GUZMÁN, C.A.F.; AGUIRRE, A.A.; ASTLE, B.; BARROS, E.; BAYLES, B.; CHIMBARI, M.; EL-ABBADI, N.; EVERT, J.; HACKETT, F.; HOWARD, C.; JENNINGS, J.; KRZYZEK, A.; LECLAIR, J.; MARIC, F.; MARTIN, O.; OSANO, O.; PATZ, J.; POTTER, T.; REDVERS, N.; TRIENEKENS, N.; WALPOLE, S.; WILSON, L.; XU, C.; ZYLSTRA, M. A framework to guide planetary health education. *Lancet Planet Health*, v. 5, n. 5, p. e253-e255, 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00110-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00110-8).

HÄNGLI, A.; LEVY, S.A.; ARMENTERAS, D.; BOVOLO, C.I.; BRANDÃO, J.; RUEDA, X.; GARRETT, R.D. A systematic comparison of deforestation drivers and policy effectiveness across the Amazon biome. **Environmental Research Letters**, v. 18, n. 7, 073001, 2023. DOI: 10.1088/1748-9326/ac9bf7.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022 - Resultados**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 4 mar. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/juina.html>. Acesso em: 4 mar. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Pecuária Municipal (PPM)**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>. Acesso em: 4 mar. 2024.

IGNOTTI, E.; HACON, S.S.; JUNGER, W.L.; MOURÃO, D.; LONGO, K.; FREITAS, S.; ARTAXO, P.; LEON, A.C.M.P. Air pollution and hospital admissions for respiratory diseases in the subequatorial Amazon: a time series approach. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 26, p. 747-761, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2010000400017>.

INPE/PRODES. Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. 2024. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 12 jun. 2024.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios**. 2010. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/sobre>. Acesso em: 04 mar. 2024.

JACOBSON, L.S.V.; HACON, S.S.; CASTRO, H.A.; IGNOTTI, E.; ARTAXO, P.; SALDIVA, P.H.N.; LEON, A.C.M.P. Acute effects of particulate matter and black carbon from seasonal fires on peak expiratory flow of schoolchildren in the

Brazilian Amazon. **PLoS One**, v. 9, e104177, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0104177.

JOANONI NETO, V.; GUIMARÃES NETO, R.B.G. Amazônia: Políticas governamentais, práticas de 'colonização' e controle do território na ditadura militar (1964-85). **Anuário IEHS**, v. 34, n. 1, p. 99-122, 2019.

JOANONI, V.; SANTOS, J.C. Práticas de violências na fronteira: estudo sobre os garimpos de diamante em Juína, MT (1987-1994). **História: Debates e Tendências**, v. 18, n. 2, p. 214-228, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5335/hdtv.18n.2.8072>.

KAMINSKY, F.V.; ZEDGENIZOV, D.A.; SEVASTYANOV, V.S.; KUZNETSOVA, O.V. Distinct Groups of Low- and High-Fe Ferropericlase Inclusions in Super-Deep Diamonds: An Example from the Juina Area, Brazil. **Minerals**, v. 13, n. 9, artigo 1217, 2023. DOI: 10.3390/min13091217.

KLANT, L.M.; DOS SANTOS, V.S. O uso do software IRaMuTeQ na análise de conteúdo - estudo comparativo entre os trabalhos de conclusão de curso do ProfEPT e os referenciais do programa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e8210413786-e8210413786, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13786>.

LAURIOLA, P.; CARANGUEJO, H.; BEHBOD, B.; YIP, F.; MEDINA, S.; SEMENZA, J. C.; VARDOULAKIS, S.; KASS, D.; ZEKA, A.; KHONELIDZE, I.; ASHWORTH, M.; DE HOOGH, K.; SHI, X.; STAATSEN, B.; KNUDSEN, L.E.; FLETCHER, T.; HOUTHUIJS, D.; LEONARDI, G.S. Advancing Global Health through Environmental and Public Health Tracking. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 6, p. 1976, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17061976>.

LEBEL, J. **Health: an ecosystem approach**. Ottawa: International Development Research Centre, 2003.

LIMA, T.M.; NEVES, C.A.R. **Sumário Mineral**. Brasília: DNPM, 2018. 131 p.
MARCHAND, P.; RATINAUD, P. L'analyse de similitude appliquée aux corpus textuels: les primaires socialistes pour l'élection présidentielle française. In: **Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles. JADT 2012**. Liège, Belgique, 2012. p. 687-699.

MEDEIROS, G.S.; SOUSA, A.B.V.; BEZERRA, E.F.; ARAGÃO, L.M.; REBOUÇAS JÚNIOR, H.J.; ALMEIDA, E.P.O.; PONTES FILHO, R.N.; SOUSA, M.N.A. Assessment of Health Education in The Prevention of Non-Communicable Chronic Disease Complications: Systematic Review. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 1, artigo e04904, 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n1-072.

MENDES, A.M.; TONIN, F.S.; BUZZI, M.F.; PONTAROLO, R.; FERNANDEZ LLIMOS, F. Mapping pharmacy journals: a lexicographic analysis. **Research in**

Social and Administrative Pharmacy, v. 15, n. 2, p. 1464-1471, 2019. DOI: 10.1016/j.sapharm.2019.01.011.

MERE-RONCAL, C.; CARRERO, G.C.; CHAVEZ, A.B.; ZAMBRANO, A.M.A.; LOISELLE, B.; GUTIERREZ, F.V.; LUNA-CELINO, V.; ARTEAGA, M.; BONGIOLO, E.S.; TOMASI, A.S.; VAN DAMME, P.A.; ZAPATA, D.E.L.; BROADBENT, E.N. Participatory Mapping for Strengthening Environmental Governance on Socio-Ecological Impacts of Infrastructure in the Amazon: Lessons to Improve Tools and Strategies. **Sustainability**, v. 13, n. 24, artigo 14048, 2021. DOI: 10.3390/su132414048.

MINAYO, M.C.S. **O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8º Ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução Nº 510, de 7 de abril de 2016**. Diário Oficial União, 7 abr 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico — Doenças Tropicais Negligenciadas no Brasil: morbimortalidade e resposta nacional no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (período 2016-2020)**. Ministério da Saúde: Brasília, Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2024/boletim-epidemiologico-de-doencas-tropicais-negligenciadas-numero-especial-jan-2024>. Acesso em: 11 jun. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Cenário das doenças crônicas não-transmissíveis. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vigitel/fact-sheet-cenario-das-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-vigitel>. Acesso em: 14 jun. 2024.

OLIVEIRA, B.F.A.; BOTTINO, M.J.; NOBRE, P.; NOBRE, C.A. Deforestation and climate change are projected to increase heat stress risk in the Brazilian Amazon. **Communications Earth & Environment**, v. 2, p. 207, 2021. DOI: 10.1038/s43247-021-00275-8.

OLIVEIRA, I.N.D.; OLIVEIRA, B.F.A.D.; SILVEIRA, I.H.D.; MACHADO, L.M.G.; VILLARDI, J.W.R.; IGNOTTI, E. Air pollution from forest burning as environmental risk for millions of inhabitants of the Brazilian Amazon: an exposure indicator for human health. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 39, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311XEN131422>.

OMRANI, O.E.; DAFALLAH, A.; PANIELLO CASTILLO, B.; AMARO, B.Q.R.C.; TANEJA, S.; AMZIL, M.; EZZINE, T. Envisioning planetary health in every medical curriculum: An international medical student organization's perspective. **Medical Teacher**, v. 42, n. 10, p. 1107–1111, 2020. DOI: 10.1080/0142159X.2020.1796949.

PETERS, A.; SCHNEIDER, A. Riscos cardiovasculares das mudanças climáticas. **Nature Reviews Cardiology**, v. 18, p. 1-2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41569-020-00473-5>.

Projeto MAPBIOMAS – Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil. **Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>. Acesso em: 02 abr. 2023.

REINERT, M. ALCESTE, une méthodologie d'analyse des données textuelles et une application: Aurélia de G. de Nerval. Bulletin de méthodologie sociologique, n. 28, p. 24-54, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1177/075910639002600103>.

REQUIA, W.J.; VICEDO-CABRERA, A.M.; DE SCHRIJVER, E.; AMINI, H.; GASPARRINI, A. Association of high ambient temperature with daily hospitalization for cardiorespiratory diseases in Brazil: A national time-series study between 2008 and 2018. *Environmental Pollution*, v. 331, Part 1, 121851, 2023. DOI: 10.1016/j.envpol.2023.121851.

ROMERO, L.S.; JACOBSON, L.D.S.V.; DE CASTRO, H.A.; HACON, S.S. Heat and disease burden: impacts and future projections in capitals of the Legal Amazon. **Revista de Saúde Pública**, v. 96, e202209067, 2022.

SANTOS, D.; LIMA, M.; WILM, M.; SEIFER, P.; E VERÍSSIMO, B. **Índice de Progresso Social na Amazônia Brasileira – IPS Amazônia 2023**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), 2023b.

SANTOS, J.B.G.; HACON, S.S.; NEVES, S.M.A.S. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e seu uso no estudo da saúde humana: uma revisão de escopo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 3, p. 1115-1144, 2023a.

SANTOS, J.B.G.; NUNES, M.L.A.; HACON, S.S.; NEVES, S.M.A.S. Mudanças no uso e cobertura da terra e os seus impactos nos serviços ecossistêmicos do município de Juína, Amazônia Meridional. **Revista Brasileira de Geografia Física**, no prelo, 2024.

SANTOS, J.C. **Garimpos de Juína: entre histórias, relatos e memórias**. 2012. 166 f. Dissertação (Mestrado em História) – Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

SANTOS, U.D.P.; ARBEX, M.A.; BRAGA, A.L.F.; MIZUTANI, R.F.; CANÇADO, J.E.D.; TERRA-FILHO, M.; CHATKIN, J.M. Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios. **Journal Brazilian Pneumology**, v. 47, artigo e20200267, 2021. DOI: 10.36416/e20200267.

SAUER, L. Soy expansion into the agricultural frontiers of the Brazilian Amazon: the agribusiness economy and its social and environmental conflicts. **Land Use Policy**, v. 79, p. 326-338, 2018. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.08.030.

SHARYGIN, V.V.; BRITVIN, S.N.; KAMINSKY, F.V.; WIRTH, R.; NIGMATULINA, E.N.; YAKOVLEV, G.A.; NOVOSELOV, K.A.; MURASHKO, M.N. Ellinaite, CaCr_2O_4 , a new natural post-spinel oxide from Hatrurim Basin, Israel, and Juína kimberlite field, Brazil. **European Journal of Mineralogy**, v. 33, p. 727-742, 2021. DOI: 10.5194/ejm-33-727-2021.

SHEEHAN, D.; MULLAN, K.; WEST, T.A.P.; SEMMENS, E.O. Protecting Life and Lung: Protected Areas Affect Fine Particulate Matter and Respiratory Hospitalizations in the Brazilian Amazon Biome. **Environmental and Resource Economics**, v. 87, p. 45-87, 2024. DOI: 10.1007/s10640-023-00813-2.

SCHNEIDER, A.; RÜCKERL, R.; BREITNER, S.; WOLF, A.; PETERS, A. Thermal control, weather, and aging. **Current Environmental Health Reports**, v. 4, p. 21–29, 2017. DOI: 10.1007/s40572-017-0129-0.

SILGUEIRO, V.; CARDOSO, B. D.; VALDIONES, A. P.; BATISTA, L. Mapeamento da ilegalidade na exploração madeireira em Mato Grosso em 2020. **Boletim Transparência Florestal do Instituto Centro Vida**, v. 9, p. 1-13, 2021.

SILVA FILHO, A.P.; BARBOSA, J.C. O potencial de um estudo piloto na pesquisa qualitativa. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 13, n. 3, p. 1135-1155, 2019. DOI: 10.14244/198271992697.

SILVA, J.V.; SOUZA, P.A.R. O Ambiente de Gestão de Microempresas: uma análise a partir do software IRaMuTeQ. **Revista de Tecnologia Aplicada**, v. 8, n. 3, p. 54-66, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.21714/2237-3713rta2019v8n3p5466>.

SILVEIRA, I.H.; HARTWIG, S.V.; MOURA, M.N.; CORTES, T.R.; JUNGER, W.L.; CIRINO, G.; IGNOTTI, E.; OLIVEIRA, B.F.A. Heat waves and mortality in the Brazilian Amazon: Effect modification by heat wave characteristics, population subgroup, and cause of death. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 248, 114109, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114109>.

SILVEIRA, M.V.; SILVA-JUNIOR, C.H.; ANDERSON, L.O.; ARAGÃO, L.E.O.C. Amazon fires in the 21st century: the year of 2020 in evidence. **Global Ecology and Biogeography**, v. 10, n. 31, p. 2026-2040, 2022. DOI: 10.1111/geb.13577.

SMITH, E. The Lengthy Vertical Journey of Superdeep Diamonds. **Gems & Gemology**, v. 60, n. 1, p. 84-89, 2024.

SOUSA, Y.S.O. O Uso do Software IRaMuTeQ: Fundamentos de Lexicometria para Pesquisas Qualitativas. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 21, n. 4, p. 1541-1560, 2021. DOI: 10.12957/epp.2021.64034.

SUÁREZ, J.C.; SEGURA, M.; ANDRADE, H.J. Agroforestry systems affect soil organic carbon stocks and fractions in deforested landscapes of Amazonia.

Agroforest Systems, v. 98, p. 1139-1151, 2024. DOI: 10.1007/s10457-023-00949-6.

TAGLIARI, M.M.; BOGONI, J.A.; BLANCO, G.D.; CRUZ, A.P.; PERONI, N. Disrupting a socio-ecological system: could traditional ecological knowledge be the key to preserving the Araucaria Forest in Brazil under climate change? **Climatic Change**, v. 176, n. 2, 2023. DOI: 10.1007/s10584-022-03477-x.

VIANA, V. Abordagem sistêmica para o desenvolvimento sustentável da Amazônia profunda. **Revista Tempo do Mundo**, n. 27, p. 71-100, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/rtm27art3>.

VINUTO, J. **A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto**. Temáticas, v. 22, n. 44, p. 203-220, 2014. DOI: 10.5433/1679-0383.2014v35n2p203.

VITA, A.; BELMUSTO, A.; DI PERNA, F.; TREMAMUNNO, S.; DE MATTEIS, G.; FRANCESCHI, F.; COVINO, M. The impact of climate change and extreme weather conditions on cardiovascular health and acute cardiovascular diseases. **Journal of Clinical Medicine**, v. 13, n. 3, p. 759, 2024. DOI: 10.3390/jcm13030759.

WEIHS, M.; SAYAGO, D.; TOURRAND, J.F. Dinâmica da fronteira agrícola do Mato Grosso e implicações para a saúde. **Estudos Avançados**, v. 31, p. 323-338, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890024>.

WHITMEE, S.; HAINES, A.; BEYRER, C.; BOLTZ, F.; CAPON, A. G.; FERREIRA DE SOUZA DIAS, B.; EZEH, A.; FRUMKIN, H.; GONG, P.; HEAD, P.; HORTON, R.; MACE, G. M.; MARTEN, R.; MYERS, S. S.; NISHTAR, S.; OSOFSKY, S. A.; PATTANAYAK, S. K.; PONGSIRI, M. J.; ROMANELLI, C.; SOUCAT, A.; VEGA, J.; YACH, D. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The

Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. **The Lancet**, v. 386, p. 1973–2028, 2015. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The Global Health Observatory**. Noncommunicable diseases: Mortality. World Health Organization, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/ncd-mortality>. Acesso em: 12 jun. 2024.

YAO, J.; BRAUER, M.; WEI, J.; MCGRAIL, K.M.; JOHNSTON, F.H.; HENDERSON, S.B. Sub-Daily Exposure to Fine Particulate Matter and Ambulance Dispatches during Seasons: A Case-Crossover Study in British Columbia, Canada. **Environmental Health Perspectives**, v. 128, n. 6, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1289/EHP5792>.

YE, T.; GUO, Y.; CHEN, G.; YUE, X.; XU, R.; COELHO, M.S.Z.S. Risk and burden of hospital admissions associated with wildfire-related PM2.5 in Brazil, 2000-15: a nationwide time-series study. **Lancet Planet Health**, v. 5, p. e599-e607, 2021. DOI: 10.1016/S2542-5196(21)00191-2.

ZANDAVALLI, R.B.; STEIN, A.T.; DE CAMARGO, T.S. Systems approach in planetary health education for medical students: a mixed methods study. **BMC Medical Education**, v. 24, 365, 2024. DOI: 10.1186/s12909-024-05341-1.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa demonstraram que o município de Juína – MT compartilha trajetórias de ambiente e de saúde semelhantes a outras regiões da Amazônia, marcadas por projetos de colonização, mudanças no uso da terra, diferentes ciclos econômicos e impactos pronunciados nos serviços ecossistêmicos e na saúde humana.

Foram observadas significativas mudanças no uso e cobertura da terra, que resultaram em 16% de perda florestal e tendência de aumento dos usos antrópicos, sobretudo, de pastagens, que representam 15% da área do município. Estas mudanças também foram percebidas pelos atores sociais, que relataram que as mudanças ambientais mais observadas ao longo do tempo são a diminuição da vegetação nativa e o aumento de áreas de pastagens e agrícolas.

Em decorrência destas modificações ocorridas no uso e cobertura da terra, constatou-se uma pronunciada concentração de material particulado fino, com tendência significativa de aumento ao longo da série histórica, decorrente da queima de biomassa empregada nas práticas de desmatamento e de manejo de pastagens. Esta realidade foi amplamente percebida pelos *stakeholders*, que relataram a problemática vivenciada e os seus impactos na saúde pública.

Os dados quantitativos e de geoprocessamento demonstraram uma redução significativa na disponibilidade hídrica superficial do município, expressa na tendência de diminuição da vazão e das áreas ocupadas por corpos hídricos. Além disso, constatou-se uma tendência significativa de diminuição da precipitação pluviométrica no município, sendo de 11 mm por ano e 108,1 mm por década. Estas modificações hidrológicas também foram percebidas pelos *stakeholders*, que narraram a percepção de que as chuvas diminuíram e os corpos hídricos apresentam menor quantidade de água, com degradação da sua qualidade. Estes resultados revelam importantes alterações nos serviços ecossistêmicos de provisão e regulação hídrica, vitais para a segurança alimentar e hídrica, economia, saúde e qualidade de vida nos sistemas socioecológicos.

Outra mudança constatada nos dados quantitativos e corroborada pelos dados qualitativos, foi uma tendência significativa de aumento da temperatura média e mínima do ar. Os *stakeholders* narraram amplamente a percepção do aumento do calor ao longo dos anos, que acreditam ser decorrente do intenso desmatamento ocorrido no município. Estes resultados associados à diminuição da precipitação pluviométrica revelam alterações no clima local, que podem ser associadas às mudanças no uso e cobertura da terra.

Os resultados aqui apresentados sublinham a complexa relação entre uso da terra, serviços ecossistêmicos e saúde pública. Atividades como desmatamento, queimadas, exploração madeireira, garimpo e intensificação da agricultura e pecuária têm alterado os ecossistemas, emergindo doenças infecciosas, respiratórias e crônicas, além de problemas sociais como acidentes e violência.

À medida que o ambiente se modifica no município de Juína, os riscos e impactos à saúde também se transformam, mostrando uma transição de doenças infecciosas, como malária e leishmaniose tegumentar americana, para um aumento de doenças crônicas não transmissíveis, como doenças respiratórias crônicas, cardiovasculares, diabetes, hipertensão e neoplasias. Estes agravos mais atuais podem estar associados à exposição de longo prazo a poluentes atmosféricos, às mudanças climáticas, entre outros. Essa transição reforça a complexa relação entre saúde e ambiente, sublinhando a necessidade urgente de uma abordagem holística para enfrentar os desafios ambientais e promover a saúde planetária e o bem-estar das populações residentes.

A preservação ambiental e a restauração florestal são cruciais para a manutenção da biodiversidade, dos serviços ecossistêmicos e para a mitigação das mudanças climáticas. A saúde e o bem-estar das populações locais estão intrinsecamente ligados à integridade e saúde dos ecossistemas. Assim, é necessária uma abordagem integrativa, interdisciplinar e intersetorial que inclua a participação ativa das comunidades na gestão dos recursos naturais e valorize os serviços ecossistêmicos como determinantes em saúde.

A adoção de políticas públicas efetivas, baseadas em evidências científicas, e a promoção de práticas de desenvolvimento e uso sustentável da

terra são fundamentais para mitigar os impactos negativos das alterações no uso e cobertura da terra e garantir um futuro resiliente para os sistemas socioecológicos. Além disso, a conscientização e a educação ambiental são essenciais para engajar a sociedade em ações concretas de preservação e restauração, assegurando a continuidade dos serviços ecossistêmicos indispensáveis à vida humana.

Com relação às metodologias empregadas nesta pesquisa, a integração dos dados quantitativos e qualitativos foi uma abordagem metodológica eficaz que proporcionou uma visão holística e multidimensional para o alcance dos objetivos. A combinação dos métodos permitiu a complementaridade, onde os dados quantitativos forneceram uma base objetiva e mensurável das mudanças ambientais, enquanto os dados qualitativos capturaram as percepções e experiências subjetivas dos indivíduos afetados por essas mudanças. Além disso, a validação cruzada, resultante da convergência dos achados quantitativos e qualitativos, reforçou a validade e a confiabilidade das conclusões, proporcionando uma compreensão mais completa dos impactos ambientais e sociais decorrentes das mudanças no uso e cobertura da terra.

Os resultados desta pesquisa contribuíram para o alcance de cinco ODS's, fornecendo uma abordagem holística que reforçou a interdependência entre saúde, uso e cobertura da terra e os serviços ecossistêmicos, essenciais para alcançar um desenvolvimento equilibrado e sustentável. Neste sentido, os ODS's mais contemplados pelos resultados do estudo foram:

- ODS 3 – Saúde e Bem-Estar: A pesquisa demonstrou como as mudanças no uso e cobertura da terra, particularmente o desmatamento e a degradação dos ecossistemas, afetam negativamente a saúde e bem-estar humano. A análise dos impactos na saúde das populações de Juína destacou a relação entre degradação ambiental e doenças respiratórias e circulatórias, evidenciando a importância de políticas públicas que promovam a integração entre a saúde humana e a saúde ecossistêmica.
- ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis: O estudo apoiou a formulação de políticas públicas para tornar os assentamentos humanos mais resilientes e sustentáveis. A valorização dos serviços

ecossistêmicos como fatores determinantes para a saúde e qualidade de vida contribui para a melhoria das condições urbanas em municípios amazônicos, como Juína.

- ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis: A pesquisa sublinhou a importância de práticas sustentáveis no uso da terra. A degradação ambiental causada por práticas agrícolas e pecuárias intensivas, como destacado no estudo, exige a implementação de políticas que equilibrem desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos.
- ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima: A análise das mudanças no uso e cobertura da terra e seus impactos nos serviços ecossistêmicos e no clima enfatizou a necessidade de medidas urgentes para a mitigação das mudanças climáticas. O estudo destacou como o desmatamento contribui para mudanças no clima e como essas alterações afetam a saúde e qualidade de vida das populações, sobretudo das mais vulneráveis.
- ODS 15 – Vida Terrestre: A pesquisa enfatizou a necessidade eminente de proteger e restaurar os ecossistemas terrestres, especialmente, os ecossistemas amazônicos. O estudo revelou como o desmatamento e as mudanças no uso e cobertura da terra afetam diretamente os serviços ecossistêmicos, essenciais para a regulação do clima, conservação da biodiversidade e provisão de recursos naturais. Ao demonstrar a perda significativa de cobertura florestal e seus impactos sobre a saúde humana e a qualidade de vida, destacou-se a urgência de políticas de preservação que combinem conservação e restauração ambiental com o uso sustentável dos recursos naturais, assegurando o equilíbrio entre a proteção da biodiversidade e o desenvolvimento humano.

LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Para melhor evidenciar a associação entre as mudanças ambientais e agravos à saúde humana, é importante análises estatísticas que integrem

dados quantitativos de mudanças no uso e cobertura da terra, de serviços ecossistêmicos e de indicadores de saúde. Isso permitiria analisar correlações e riscos relativos à saúde, considerando diferentes grupos vulneráveis e variáveis sociais e econômicas.

Este estudo encontrou algumas limitações em correlacionar indicadores quantitativos de saúde com indicadores ambientais e sociais. Uma delas foi o baixo número amostral e irregularidade na frequência dos dados de saúde. Com uma população reduzida, os eventos de saúde, como internações e óbitos por agravos específicos, podem ocorrer com pouca frequência e de forma irregular. Isso significa que, em alguns períodos, pode não haver nenhum caso registrado, enquanto em outros, pode haver um pico de eventos, criando uma alta variabilidade, que contribui para a superdispersão dos dados.

Essa superdispersão dificulta a aplicação de modelos estatísticos tradicionais, como a análise de correlação. A alta variabilidade e a presença de muitos zeros podem distorcer as análises, levando a conclusões imprecisas ou não significativas. Além disso, a superdispersão pode aumentar o erro padrão das estimativas, tornando as inferências estatísticas menos confiáveis.

A inconsistência dos dados temporais das notificações no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) representou outra limitação deste estudo. As falhas nos registros de dados ao longo do tempo comprometeram a integridade e a continuidade das séries temporais, essenciais para análises mais precisas e detalhadas. Dados incompletos ou inconsistentes podem levar a conclusões equivocadas, pois não refletem com precisão a realidade epidemiológica do município.

Assim, recomenda-se para estudos futuros o emprego de métodos estatísticos avançados, como Modelos Aditivos Generalizados (GAM), que permitem modelar relações não lineares entre variáveis, com ajustes de superdispersão de dados.

Para futuras pesquisas, recomenda-se também, a continuidade do uso de metodologias mistas e a expansão das amostras qualitativas, com a inclusão de diferentes grupos de *stakeholders* para abranger uma diversidade maior de perspectivas e experiências.

APÊNDICE

ROTEIRO DE ENTREVISTA

- 1- Apresentação dos objetivos do projeto.
- 2- Leitura e recolhimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
- 3- Local da entrevista: _____
- 4- Data e horário de início da entrevista: _____

Nota 1: Os seus dados não serão divulgados de forma alguma. A identificação será utilizada apenas para controle pelo pesquisador das informações coletadas. Em nenhum momento, a divulgação das informações coletadas será associada com algum respondente.

Questão norteadora: As mudanças no uso e cobertura da terra no município de Juína podem acarretar impactos sobre a saúde humana?

1. Gênero:

() Feminino () Masculino

2. Qual sua idade?

() 18 – 20 () 21 – 30 () 31 – 40 () 41 – 50 () 51 – 60
() 61 – 70 () 71 – 80 () Acima de 80.

3. Nível educacional:

() Superior () Médio () Fundamental ()

4. Profissão:

() Médico(a) () Enfermeiro(a) () Técnico em enfermagem () Gestor(a)
() Odontologista () Biomédico(a) () Fisioterapeuta () Nutricionista ()
() Psicólogo(a) () Fonoaudiólogo(a) () Outro: _____

5. Instituição em que atua:

() Hospital municipal
() Unidade Básica de Saúde (UBS)

- () Unidade de Pronto Atendimento (UPA)
- () Casa de Saúde Indígena (CASA)
- () Rede particular
- () Outro: _____

6. Há quanto tempo está na função?

- () 5 a 10 anos () 10 a 15 anos () 15 a 20 anos () 20 a 25 anos () 25 a 30 anos () acima de 30 anos

7. Há quanto tempo reside em Juína?

- () 5 a 10 anos () 10 a 15 anos () 15 a 20 anos () 20 a 25 anos () 25 a 30 anos () acima de 30 anos

8. No passado, quais eram as principais causas de morbidade e mortalidade?

Quem eram os que mais morriam (crianças, mães durante o parto, idosos, trabalhadores)?

9. Houve mudanças nas causas de morbidade e mortalidade ao longo do tempo?

Se sim, a partir de quando?

10. Quais são as principais causas de morbidade e mortalidade atualmente (2010-2024)?

11. Para você, qual a maior problemática atual de saúde de Juína, no que refere a doenças e agravos?

12. Você percebeu mudanças sociais no perfil da população ao longo do tempo?

Quais?

13. Você percebeu modificações ambientais no município ao longo do tempo?

Quais?

- 14.** Para você, as modificações nos ecossistemas, como desmatamento, queimadas, assoreamento e poluição dos rios, entre outros, podem impactar na saúde humana? Como?
- 15.** Você percebeu mudanças no tempo e no clima no município ao longo dos anos? Quais?
- 16.** Você acredita que as mudanças no tempo e no clima (aumento de calor, alteração nas chuvas, redução na umidade do ar) podem impactar na saúde humana?
- 17.** Considerando que as mudanças climáticas afetam a saúde de toda a população, destacadamente dos mais vulneráveis fisiologicamente (crianças, recém-nascidos, idosos, gestantes e pessoas com comorbidade) e socialmente (mulheres, negros/indígenas/pardos, pobres, migrantes, pessoas em situação de rua etc.), além dos mais expostos (ex: trabalhadores ao ar livre com trabalho extenuante), como você avalia a influência das mudanças no clima já observadas sobre a saúde humana em Juína?
- 18.** Quais doenças que acometem a população de Juína estão relacionadas com fatores ambientais no município? Isso é identificado nas notificações?
- 19.** Em uma escala de 0 a 10, o quanto você acredita que as modificações ambientais são determinantes na saúde do município?
- 20.** Para você, quais são os principais determinantes ambientais na saúde do município?
- 21.** Alguma questão que eu não mencionei e que você gostaria de mencionar sobre a saúde da população de Juína na sua correlação com as mudanças ambientais e climáticas?

Muito obrigada por contribuir! Término da entrevista: _____