

O Geoprocessamento na Educação, produção científica e ensino das Ciências Ambientais no Brasil: aplicações e contribuições

Geoprocessing in Education, scientific production, and teaching of Environmental Sciences in Brazil: applications and contributions

¹ Ludmilla de Santana Luz  

² José Antonio da Silva Dantas 

³ Ubirajara Nascimento dos Santos 

⁴ Maria Dolores Ribeiro Orge 

⁵ Enéas Lima Santos 

⁶ Edilma Nunes de Jesus 

⁷ Fabiano Silva Sandes 

RESUMO

O geoprocessamento pode ser considerado uma ciência relativamente nova e a descoberta desta ferramenta revolucionou o campo das mais variadas áreas do conhecimento. Nesta perspectiva, a presente revisão teve por objetivo demonstrar as contribuições e aplicações do geoprocessamento no Brasil, com ênfase na sistematização do conhecimento para a educação, a produção científica e o ensino das ciências ambientais. O recorte teórico foi elaborado com base em fontes secundárias através da revisão integrativa, considerando a série histórica de 26 anos entre 1995 a 2021, alcançando 40 publicações científicas sobre o tema geoprocessamento. Um total de 103 autores foi contemplado nesta revisão, sendo 39% com título de Doutorado, 27% com estágio de Pós-Doutorado e 19% com título de Mestrado. Na área do ensino, revelou-se que a inserção do geoprocessamento nessa pesquisa foi menos representativa, com abordagem no conceito e uso desta tecnologia na educação básica.

Palavras-chave: Aprendizagem, Didática, Geotecnologias, Sensoriamento Remoto

ABSTRACT

Geoprocessing can be considered a relatively new science and the discovery of this tool has revolutionized the field of various areas of knowledge. In this perspective, the present review aimed to demonstrate the contributions and applications of geoprocessing in Brazil, emphasizing the systematization of knowledge for education, scientific production, and the teaching of environmental sciences. The theoretical framework was developed based on secondary sources through an integrative review, considering the historical series of 26 years from 1995 to 2021, resulting in 40 scientific publications on the topic of geoprocessing. A total of 103 authors were included in this review, with 39% holding a Doctorate degree, 27% having completed a Post-Doctorate, and 19% holding a Master's degree. In the field of education, it was revealed that the inclusion of geoprocessing in this research was less representative, focusing on the concept and use of this technology in basic education.

Keywords: Learning, Didactics, Geotechnologies, Remote Sensing.

1 Graduada em Ciências Biológicas e Mestrado em Estudos Territoriais – Universidade do Estado da Bahia

2 Graduado em Ciências Biológicas e Mestrado em Biodiversidade Vegetal – Universidade do Estado da Bahia

3 Graduado em Engenharia da Computação – Faculdade Área 1, Wyden Educacional

4 Graduada em Ciências Biológicas e Doutorado em Ecología y Medio Ambiente – Universidad Complutense de Madrid

5 Graduado em Agronomia e Mestrado em Modelagem e Simulação em Biosistemas – Universidade do Estado da Bahia

6 Graduada em Ciências Biológicas e Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal de Sergipe

7 Graduado em Geografia e Doutorando em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente – Universidade Estadual de Feira de Santana

1 1 INTRODUÇÃO

O conceito de geoprocessamento evoluiu de acordo com aprimoramento dos seus instrumentos e técnicas. Essas mudanças propiciaram que o ambiente fosse modelado de acordo com características específicas a nível global, regional e local de cada local, e a padronização dos acontecimentos permitiu que diferentes campos do conhecimento fossem se ajustando de acordo a realidade vivenciada.

No Brasil, o uso destas tecnologias e ciências computacionais de geoprocessamento ascendeu ao final da década de 60, porém foi no início dos anos 70, quando iniciou seu acesso por meio dos satélites orbitais americanos (FLORENZANO, 2008). Com os significativos avanços das geotecnologias e geoprocessamento, os estudos ambientais podem ser abordados dentro de uma perspectiva mais holística, dirimindo obstáculos que envolvem processamento de dados com uso de mapas temáticos, ordenamento territorial, diagnóstico, prognóstico e avaliação de impacto ambiental (CRÓSTA, 1992).

As geotecnologias são indispensáveis para o processo de sensibilização, educação e nas ações de planejamento e gestão ambiental mesmo que não haja participação direta da administração pública (FORTES et al., 2003). A humanidade tem enfrentando atuais cenários de disparidades, atenuando principalmente as desigualdades de populações mais vulneráveis convivendo em áreas passíveis de calamidades ambientais (ECKHART et al., 2007). Outrossim, as geotecnologias se destacam ainda nas atividades de ensino das Ciências ambientais, principalmente por possibilitar que os estudantes vivenciem um ensino mais dinâmico e crítico, ao utilizar informações de contextos reais, o que é bastante significativo diante das várias situações de degradação ambiental apresentadas, que futuramente esses profissionais serão desafiados a buscar respostas (LANNES; QUINTAL, 2014).

Diante disto, entender a evolução do geoprocessamento e como estudiosos com diferentes formações do conhecimento tem se articulado para dialogar e produzir respostas geo e aeroespaciais para melhorar a relação sociedade-ambiente e desenvolvimento, tem sido preponderante para elucidar os desafios na contemporaneidade. Destarte, Zaidan (2017, p. 197), contextualiza a respeito do “aumento crescente da integração do usuário com as ferramentas de Geoprocessamento”.

Assim, ratificando os pensamentos estabelecidos e respaldados à luz da Base Nacional Comum Curricular - BNCC, em suas inúmeras orientações, ressalta que, “ao estudar Ciências, as pessoas aprendem a respeito de si mesmas, da diversidade e dos processos de evolução e manutenção da vida, suas transformações e aplicação dos conhecimentos científicos nas várias esferas da vida humana”. (BRASIL; BNCC, 2017, p. 325).

Em vista do exposto, o estudo tem por objetivo demonstrar numa perspectiva holística as contribuições e aplicações do geoprocessamento no Brasil em um intervalo entre 1995 a 2021, com abordagens que envolvem ferramentas disponíveis para a sistematização do conhecimento para a educação e ensino das ciências ambientais aplicadas.

2 METODOLOGIA

2.1 Sistematização da pesquisa teórica

O recorte teórico foi elaborado com base em coletas de dados de fontes secundárias, incorporadas em bibliografia específica na temática escolhida, que contemplam experiências no campo do geoprocessamento em diferentes perspectivas do conhecimento, priorizando uma série história de trabalhos publicados no Brasil entre de 1995 a 2021. Atualmente, “predomina o entendimento de que artigos científicos constituem o foco primeiro dos pesquisadores, porque é neles que se pode encontrar conhecimento científico atualizado, de ponta” (LAKATOS; MARCONI, 2017, p. 73).

Por meio da revisão integrativa, pode-se fazer uma abordagem teórica revisionista extensa, que possibilita a inclusão de estudos empíricos e teóricos para uma compreensão abrangente do tema analisado (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010). Além do mais, a revisão integrativa possibilita a síntese de inúmeras pesquisas publicadas, permitindo a geração de novos conhecimentos baseados nos resultados consolidados em estudos anteriores (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

A etapa inicial ocorreu por meio de buscas em repositórios e acervos digitais contemplando livros, capítulos de livros, monografias, dissertação, tese, artigos científicos, disponibilizados no Google Acadêmico, Periódicos Capes, Researchgate, Scielo e acervos teóricos publicados nos repositórios digitais de Universidades Públicas e Privadas do Brasil, ampliando maior alcance de produções científicas.

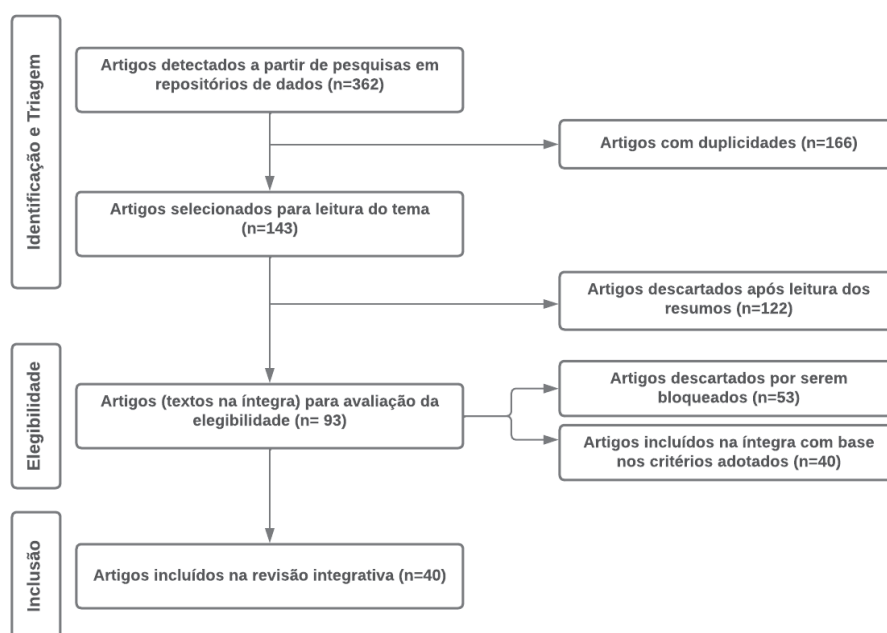
Para responder ao objetivo proposto buscaram-se como percurso metodológico e procedimental foi determinado as seguintes categorias: (A) critérios de inclusão: (i) ano; (ii) descritores; (iii) adequação dos objetivos aos resultados e (iv) idiomas; (B) critérios de exclusão: trabalhos não disponíveis na íntegra que não abarcam pesquisas nacionais; (C) escolha do período de busca, as fontes de dados incluídas foram a partir do ano de 1995 a 2021; (D) descritores: “definição” “contexto do geoprocessamento” “estudos ambientais” “uso de SIG” e “ecológicos”; (E) triagem de material: (i) leitura prévia dos resumos dos artigos; (ii) construção de fichamentos comparando os objetivos traçados aos resultados e conclusão; (F) seleção dos trabalhos publicados em português e inglês; (G) leitura e síntese dos resultados.

2.2 Análise e tratamento dos dados

Na segunda etapa foram avaliados 362 trabalhos selecionados a partir dos descritores estabelecidos com base nos critérios de inclusão, e validação dos dados após a leitura e divisões dos artigos culminaram na exclusão de 322 estudos. Por conseguinte, 40 pesquisas foram incorporadas nesta verificação (Figura 1).

Posterior, o tratamento das informações para perfil dos pesquisadores considerou as declarações incorporadas no sítio da Plataforma Lattes/CNPq, considerando as variáveis para formação acadêmica, vínculos institucionais e profissionais.

Figura 1 - Fluxograma englobando os processos da revisão integrativa.



Fonte: autoral, 2024.

A obtenção e exposição dos produtos alcançados ocorreram a partir da triagem dos artigos encontrados. Os resultados e discussão são apresentados na estrutura em tabela, configurando o seguinte modelo para a pesquisa: Síntese de artigos selecionados de acordo com autor/ano de publicação, título do trabalho, categoria, objetivos do estudo, caminhos metodológicos e principais considerações (**Tabela 2**). Após a tabulação das informações foram observados elementos como: áreas de conhecimentos das pesquisas, formato de publicações, titulação dos autores, e vínculos institucionais (**Figura 2**).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A formação dos profissionais analisados foi considerada todos que possuíam mais de um curso acadêmico (Tabela 1). No total deste grupo, reuniram 125 cursos de nível superior distintos, prevalecendo entre os formados à área da “Geografia/Bacharel” com 18%, seguido por 9% “Geografia/Licenciatura” e por fim, 8% de “Agronomia” (Figura 2-A). Para titulação, abarcaram 103 pesquisadores, sendo 39% possui título de “Doutorado” 27%, “Pós-Doutorado” 19%, “Mestrado”, 12% “Graduação” e 3% apenas “Especialista” (Figura 2-B).

Quanto aos vínculos institucionais de trabalhos, somam 56 pesquisadores, 63% pertencem as “Universidades Federais” 18% “Universidades Estaduais”, 5% “Institutos Federais”, 3% estão em “Instituições Estrangeiras e Faculdades Privadas” enquanto 2% em “Órgãos Governamentais” (Figura 2-C). Em um universo amostral de 40 pesquisas selecionadas, os formatos de publicações foram diversificados, sendo artigos representando 75% pela preferência pelos pesquisadores (Figura 2-D).

No geral, o uso e aplicação do geoprocessamento tem forte tendência de interesse por profissionais com formações específicas da agronomia, biológicas, geografia, engenheiros ambientais, civis e florestais (Figura 2-A). Quando comparado por vínculos de trabalhos, as Universidades Públicas Estaduais e Federais de nível superior concentram maior número de profissionais (Figura 2-C). De modo atestar a composição formada por trabalhadores com formações afins e de interesse por geotecnologias, as instituições de pesquisa, ensino e extensão recebem financiamentos do poder público e por meio de parcerias vinculadas aos segmentos privados para desenvolver estudos de demandas advindas da sociedade (social, educacional, ambiental, segurança pública, tecnologias de inovação e saúde), em apresentar soluções para os desafios do cotidiano. Todas estas áreas explicitadas estão intrinsecamente relacionadas ao geoprocessamento e sistemas de informação geográfica no presente século XXI.

As formações acadêmicas e técnicas, qualificações profissionais, instituições de pesquisa, ensino e governistas, foram acompanhando a evolução das tecnologias ao longo do tempo. Comprova-se nos achados resultantes do levantamento realizado, que o geoprocessamento se tornou aliado indispensável principalmente, nas análises para dimensionar os fenômenos que afetam a sociedade contemporânea com relação às questões ambientais e de emergências climáticas, colaborando também com outras áreas do conhecimento como a saúde, educação ambiental, serviço social, planejamento urbano, meteorologia, construção civil, agricultura, entre outras (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1 – Formação acadêmica e técnica dos profissionais presentes nas pesquisas envolvendo o uso do geoprocessamento e sistema de informação geográfica.

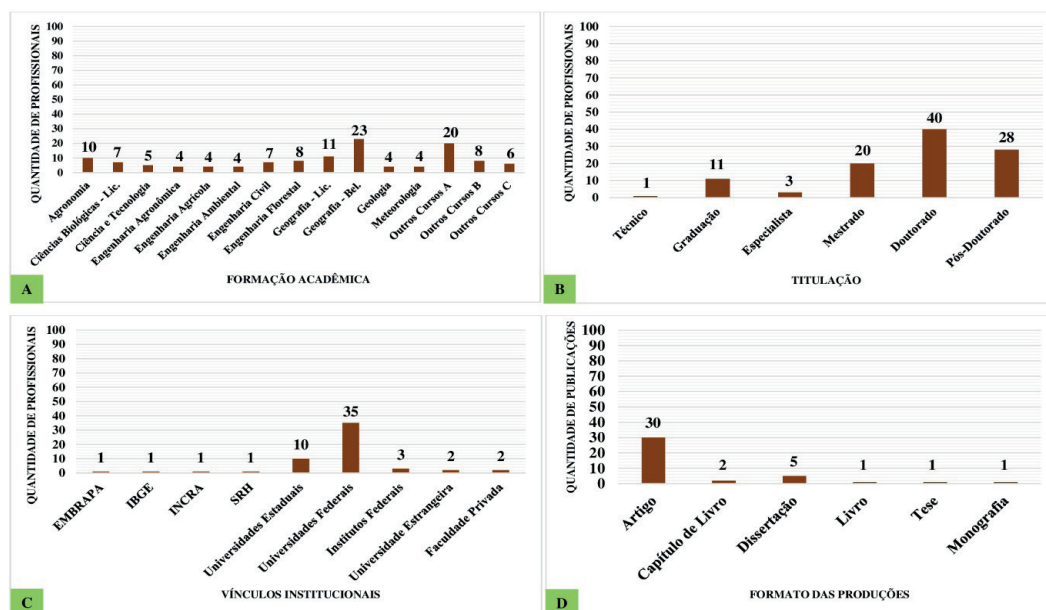
Cursos de Formação dos Profissionais	Profissional por Curso	Total de Profissionais
Administração, Administração em Gestão de Sistema de Informação, Ciências Físicas e Biológicas - Lic., Computação - Lic., Direito, Engenharia Agrimensura, Engenharia de Pesca e Civil, Engenharia Sanitária, Estudos Sociais, Genética - Bel., História - Lic., Letras - Lic., Letras com Inglês, Oceanografia, Pedagogia – Lic., Química – Lic., Serviço Social - Bel., Sistema de Informação, Tecnologia em Meio Ambiente, Tecnologia em Processamento de Dados.	1	19
Técnico Agrícola.	1	1
Geografia Física, Geoprocessamento, Medicina, Recursos Hídricos - Bel.	2	8
Ciências Biológicas - Bel., Gestão Ambiental - Bel.	3	6
Engenharia Agrônômica, Engenharia Agrícola, Engenharia Ambiental, Geologia, Meteorologia.	4	20
Ciência e Tecnologia.	5	5
Ciências Biológicas - Lic., Engenharia Civil.	7	14
Engenharia Florestal.	8	8
Agronomia.	10	10
Geografia - Lic.	11	11
Geografia - Bel.	23	23

Fonte: autoral com base nos artigos selecionados, 2024.

125

A compreensão das dimensões do geoprocessamento perpassam por algumas considerações possíveis quanto a sua definição, abrangência e o contexto histórico temporal-espacial dentro das perspectivas de estudos possíveis visto que sua utilização transcende diversas áreas do conhecimento. A evolução do conceito de geoprocessamento considerando as ideias dos autores consultados se apresenta a partir de modificações nas formas de manipulação de dados que antes só eram possíveis de serem manuseadas por meios analógicos.

Figura 2 – Perfil dos pesquisadores e publicações sobre geoprocessamento em diferentes áreas de aplicações do conhecimento entre os anos de 1995 a 2021.⁸



Fonte: autoral com base nos artigos selecionados, 2024.

O arranjo amostral agrupa combinações de trabalhos que permitem comparar sistematicamente como a inserção maciça do geoprocessamento nas pesquisas permeia diferentes espaços, representando evolução significativa em seu uso e aplicabilidade do geoprocessamento nas mais variadas áreas das ciências ambientais. E, o expressivo levantamento revelado com as publicações científicas, demonstra a relevância do geoprocessamento como instrumento na resolução dos problemas ambientais e de prever eventos extremos na contemporaneidade. Notória a multidisciplinaridade composta por diversos pesquisadores imbuídos em compreender as mudanças naturais por meio das tecnologias de sistema de coordenadas geográficas (Tabela 2).

⁸ Bel. Bacharel.

EMBRAPA. Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

Lic. Licenciatura.

SRH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Outros Cursos A – Englobam 1(um) profissional por curso.

Outros Cursos B – Englobam 2(dois) profissionais por curso.

Outros Cursos C – Englobam 3(três) profissionais por curso.

Tabela 2 - Síntese das pesquisas selecionadas com o uso do geoprocessamento entre os anos de 1995 a 2021.

Autores	Título do Trabalho	Categoria	Objetivos do estudo	Caminhos Metodológicos	Principais Considerações
Salto (1995)	Geoprocessamento e pesquisa ambiental: Da dependência tecnológica ao desafio metodológico	Artigo	Alertar para a necessidade de construção e consolidação de conceitos e metodologias próprias na pesquisa ambiental.	Revisão bibliográfica e sistematização de conceitos voltados ao geoprocessamento.	O pesquisador tornar-se-á mais crítico, com maior consciência conceitual e metodológica de suas atividades, pela calibração à realidade brasileira.
Costa (1997)	O geoprocessamento em Estudos de Impactos Ambientais: Uma Análise Crítica	Artigo	Analisar criticamente sobre o uso do geoprocessamento nos estudos ambientais, dando ênfase aos estudos nacionais.	Revisão da literatura sistematizada em tópicos com as contribuições da literatura.	Até a década de 80 os Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) foram realizados com poucos recursos computacionais.
Rocha (2000)	Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar	Capítulo de Livro	Discutir sobre transdisciplinaridade do geoprocessamento através de uma revisão da literatura.	Revisão da literatura e algumas acepções do autor, bem como a definição desta tecnologia.	O geoprocessamento combinado ao processamento de dados geográficos está sendo um importante elo de ligação entre as diversas áreas das ciências, artes, filosofias e entidades.
Ronzani (2001)	Logística e Geoprocessamento interativo	Dissertação	Demonstrar o potencial de um novo sistema que une tecnologias de Geoprocessamento, Data Base Marketing e Logística, todos integrados à Web Maps, visando seu uso comunitário via internet e intranet fornecendo serviços a pessoas físicas e jurídicas.	Foram utilizados mapas digitais associados a banco de dados, que fornecerão Soluções Mercadológicas e Logísticas às empresas, governos e organizações não governamentais.	Faz-se necessário pessoas de diversas áreas tais como técnicos, analistas de sistemas, programadores, designers e outros profissionais que venham a contribuir para o pleno funcionamento deste projeto.
Salto <i>et al.</i> (2001)	Dados ambientais em sistemas de informação geográfica: da aglutinação à desnaturação	Artigo	Apresentar algumas reflexões sobre a importância da qualidade dos dados ambientais no planejamento e gestão do espaço, analisando as implicações da aglutinação de dados em categorias mais abrangentes para os processos investigativos sobre a realidade ambiental.	Foram considerados três possíveis cenários de armazenamento de dados sobre áreas de preservação permanente e avaliaremos as possibilidades que cada cenário oferece para responder a doze perguntas que julgamos relevantes neste contexto.	As simulações apresentadas nos permitem demonstrar como o modelo de coleta e armazenamento de dados interfere nas análises dos fenômenos ambientais e, sobretudo, que a aglutinação de dados compromete níveis de análise que podem ser importantes para a tomada de decisão.
Jacintho (2003)	Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como Ferramentas na Gestão Ambiental de Unidades de Conservação: o caso da área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP	Dissertação	Contribuir para a gestão ambiental da Área de Proteção Ambiental do Capivari-Monos, através da aplicação de técnicas de geoprocessamento e processamento digital de imagens de sensoriamento remoto óptico para montagem de um Sistema de Informações Geográficas.	Confecção de Mapa Geomorfológico com o apoio de um Modelo Numérico de Terreno, aplicando Álgebra de Mapas, integrando dados sobre Geotecnia e Geomorfologia e um mapa de Fragilidade do Meio Físico foi elaborado.	Os resultados mostram que o crescimento da ocupação urbana se concentra na bacia da Billings, principalmente na sub-bacia da Cratera de Colônia, onde a fragilidade do meio físico foi considerada muito alta.

Autores	Título do Trabalho	Categoria	Objetivos do estudo	Caminhos Metodológicos	Principais Considerações
Libos, Rotunno Filho e Zellhofer (2003)	Modelagem da Poluição não Pontual na Bacia do Rio Cuiabá Baseada em Geoprocessamento	Artigo	Identificar e quantificar alterações da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá em função da cobertura e uso do solo.	Desenvolvimento de uma modelagem hidrológica distribuída de longo curso baseada em geoprocessamento através de sistema de informações geográficas (SIG).	Apontaram padrões de aceitabilidade da metodologia proposta como indicadora da variabilidade espacial da qualidade média de água.
Farina (2006)	Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana	Artigo	Contribuir para o planejamento e gestão da ocupação urbana, demonstrando as possibilidades técnicas de melhor organizar a expansão territorial.	Considerações sobre a evolução dos métodos de planejamento e a inserção da variável ambiental na gestão urbana. Exposição de algumas contribuições técnicas de geoprocessamento como técnica como ferramenta para auxiliar no problema da expansão urbana.	No estudo ficou evidenciado que as técnicas de geoprocessamento são eficazes para a obtenção, armazenamento, atualização, recuperação e cruzamento dos dados e cruzamento dos dados necessários à gestão urbana.
Nascimento <i>et al.</i> (2006)	Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II	Artigo	Elaborar o mapa de uso da terra e diagnosticar, em nível de paisagem, os fragmentos de vegetação florestal nativa por meio da classificação visual da imagem do satélite IKONOS II.	Foram mapeadas 12 classes de uso da terra, destacando-se 475 fragmentos florestais.	O estudo constatou que a maioria dos fragmentos florestais possui formas fortemente alongadas, e a maior parte está sujeita a um elevado nível de perturbação.
Fitz (2008)	Geoprocessamento sem complicação	Livro	Preencher uma lacuna no campo de atuação recente que ainda carece de publicações de autores nacionais.	Descrição de conceitos básicos até aos princípios teórico-práticos das geotecnologias.	As geotecnologias são ferramentas novas ligadas às geociências e disciplinas correlatas que trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas.
Lisboa, Goulart e Diniz (2008)	Utilização de sistemas informativos geográficos no apoio às ações de mobilização social e pesquisa no Projeto Manuelzão	Capítulo de Livro	Investir na formação e implementação de um banco de dados georreferenciado sobre a bacia do rio das Velhas, principal afluente da bacia do rio São Francisco.	Utilizar Banco de dados gerados a partir de uma compilação e adaptação de diversos tipos de arquivos (imagens, tabelas e vetores com e sem topologia), resgatados dos vários órgãos de planejamento governamentais e prestadoras de serviço.	A perspectiva interdisciplinar do geoprocessamento vem sendo um recurso recorrente nas ações do Projeto Manuelzão, com vistas à recuperação e conservação da mais importante bacia hidrográfica do rio São Francisco.
Saquet (2009)	O uso do geoprocessamento no estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio Faca – São Jorge D'Oeste, PR	Dissertação	A presente pesquisa objetiva o desenvolvimento de um estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio Faca, a partir do geoprocessamento, no município de São Jorge d'Oeste, Sudoeste do Paraná.	Realizou-se a análise espacial da área de estudo a partir da estruturação expressiva da base de dados sobre a bacia do rio Faca, com mapeamento em diferentes níveis espaciais.	Considera-se que a tecnologia do geoprocessamento mostrou-se eficiente com relação ao diagnóstico das informações, o que possibilitou obter uma visão integrada de ambiente e conhecimento estratégico para possibilitar tomadas de decisão em ações de gestão dessa bacia hidrográfica.

Autores	Título do Trabalho	Categoria	Objetivos do estudo	Caminhos Metodológicos	Principais Considerações
Corseuil <i>et al.</i> (2009)	Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado na determinação da aptidão agrícola em uma microbacia	Artigo	Elaborar o mapa de classes de aptidão agrícola das terras e analisar a distribuição dessas classes por meio de técnicas de geoprocessamento, numa microbacia do município de Marechal Cândido Rondon – PR.	Foi utilizado base cartográfica digital; mapa de solos e a elaboração dos mapas e análise da distribuição espacial das classes de aptidão agrícola das terras da bacia utilizou-se o software Idrisi Kilimanjaro 14.0.	Conclui-se que mais de 70% das terras possuem aptidão para lavouras, embora apresentem diferentes graus de limitações que requerem tratamentos distintos para a sua conservação.
Hoff, Leite e Zouain (2010)	Geoprocessamento Aplicado a Fragilidade Ambiental no Município Fronteiriço de Oiapoque, Amapá - Brasil	Artigo	Apontar os delineamentos na compreensão do estado de susceptibilidade aos processos erosivos no município de Oiapoque.	Metodologia desenvolvida por Ross (1994), fundamentada no reconhecimento dos diferentes graus de susceptibilidade a qual os ambientes estão sujeitos	O estudo apontou um quadro de fragilidade ambiental que varia de muito fraco a médio a partir dos aspectos fisiográficos apresentados.
Silva, Linhares e Bastos (2010)	Geoprocessamento aplicado a análise integrada do uso da terra e qualidade de água na Microbacia do Rio Preto - Rondônia	Artigo	Avaliar as mudanças no uso da terra e seus efeitos na qualidade da água na microbacia do rio Preto - RO.	A metodologia foi dividida em três etapas: preparação da base cartográfica e processamento digital de imagens de satélite, atividade de campo com aplicação de formulário sobre o uso da terra e coleta de amostras de água, e integração das informações através de Sistema de Informação Geográfica - SIG.	Foi constatado mudança no uso da terra, que está relacionada ao desenvolvimento econômico recente e histórico de colonização. Como consequência trechos de rios apresentam padrão de qualidade de água inferior ao recomendado pela legislação CONAMA N.º 357/2005.
Carrelli e Lopes (2011)	Caracterização Fisiográfica da Bacia Olhos D'água em Feira de Santana/BA: Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental	Artigo	Caracterizar os fatores fisiográficos da bacia Olhos d'água em Feira de Santana/BA, com a finalidade de subsidiar estudos futuros na área e auxiliar no planejamento e gestão dos recursos hídricos na bacia, intensamente degradada pelas atividades desenvolvidas em sua área.	Para obtenção dos dados utilizados na caracterização morfométrica, utilizou-se o software ArcGis 9.3, e a imagem gerada pelo SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), com resolução de 90 metros.	A localização da bacia em área de ocupação urbana intensa lhe dá uma característica peculiar, tendo em vista a impermeabilização do solo, a degradação da vegetação e a ocupação das margens dos cursos de água pela população.
Lopes <i>et al.</i> (2011)	Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro	Artigo	Estimar a perda de solos por erosão em uma microbacia localizada no semiárido do Estado do Ceará, efetuada com a combinação de ferramentas de Sistemas Informações Geográficas (SIG) com modelo quantitativo de perda de solo.	Características edafoclimáticas; delimitação da bacia e método da USLE para estimativa das perdas de solo com o uso do SIG.	A utilização de imagem de satélite Landsat TM permitiu identificar e mapear as classes de uso de solo, tornando possível prever perdas de solo em uma escala em nível de bacia hidrográfica.

Autores	Título do Trabalho	Categoria	Objetivos do estudo	Caminhos Metodológicos	Principais Considerações
Madureira Souza, da Costa, Soares de Carvalho (2011)	Utilização de ferramentas de geoprocessamento para mapear as fragilidades ambientais na área de influência direta da UHE de Belo Monte, no Estado do Pará	Artigo	Aplicar as ferramentas de geoprocessamento e as possibilidades inerentes à tecnologia de SIGs, como instrumento de apoio à gestão ambiental, em especial na geração de mapas de Fragilidade Ambiental.	Para avaliação da Fragilidade Ambiental foi utilizada a metodologia proposta por Ross (1994), com adaptações. Em seguida, foi realizada a análise comparativa com os resultados apresentados pela empresa executora do EIA/RIMA, tendo encontrado semelhanças.	Para futuros estudos recomenda-se que sejam incluídas as demais variáveis propostas pelos teóricos (Geologia, Clima e Geomorfologia), mas que aqui não foram trabalhadas pela ausência de tempo.
Arantes (2012)	Geoprocessamento aplicado a Modelagem Ambiental em Recifes de Coral	Tese	Reconhecer as atuais características fisiográficas, sedimentológicas e biológicas no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora (PMMRF), localizado no município de Porto Seguro – BA, através da construção de um modelo ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento.	Foi realizado levantamento batimétrico utilizando um sistema integrado de eco-sonda e GPS.	O mapeamento de comunidades indicou que o PMMRF abriga uma fauna típica de ambientes coralíneos brasileiros, com a presença de cinco espécies formadoras.
Bastos e Silva (2012)	Técnicas de geoprocessamento na análise ambiental: O caso dos relevos serranos do município de Guaramiranga - CE	Artigo	Demonstrar a importância da utilização das técnicas de geoprocessamento na realização de uma análise geoambiental para o município de Guaramiranga, destacando a importância dessa técnica para análise de ambientes serranos com topografia similar.	Foram divididos em quatro etapas: Levantamentos bibliográficos; Procedimentos do geoprocessamento; Levantamentos de campo; Elaboração de diagnóstico geoambiental integrado.	O uso do geoprocessamento no presente trabalho permitiu a elaboração de uma proposta de zoneamento geoambiental, onde foram indicadas três zonas que foram elaboradas de acordo com a vulnerabilidade ambiental de cada área.
Gasparini <i>et al.</i> (2013)	Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Identificação de Conflitos do Uso da Terra em Seropédica-RJ	Artigo	Identificar regiões de conflito do uso da terra com base na legislação ambiental (Áreas de Preservação Ambiental) e no uso e na ocupação da terra do município de Seropédica- RJ, com auxílio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.	Utilizaram-se duas cenas do satélite CBERS2 e a classificação supervisionada com o método da mínima distância e delimitadas com o auxílio de geotecnologias.	O uso de geotecnologias é eficiente na gestão municipal no que tange ao cumprimento das leis e como subsídio para otimizar o uso e a ocupação do solo do município de Seropédica-RJ.
Patrício e Francisco (2013)	Análise da Degradação Ambiental do Município de Cabaceiras-PB	Artigo	Análise espaço-temporal da cobertura do solo, identificar e avaliar as principais causas e consequências da degradação ambiental das terras do município de Cabaceiras-PB, utilizando o geoprocessamento.	Utilizando-se técnicas de geoprocessamento e imagens de satélite de média resolução pôde-se gerar imagem de índice de vegetação e através de uma análise espaço-temporal da cobertura do solo, identificar e avaliar as principais causas e consequências da degradação.	As técnicas de sensoriamento remoto juntamente com o geoprocessamento pode-se chegar a resultados satisfatórios com rapidez e precisão.

Autores	Título do Trabalho	Categoria	Objetivos do estudo	Caminhos Metodológicos	Principais Considerações
Sugai (2014)	Análise Geográfica Integrada do Parque Estadual das Sete Passagens de Miguel Calmon – BA	Dissertação	Analisar a fragilidade dos ambientes naturais e antropizados sob a ótica da Geografia, com a finalidade de contribuir para o ordenamento territorial das Unidades de Conservação do semiárido.	Foram utilizados métodos e técnicas de geoprocessamento na análise de fatores ambientais (solo, relevo, clima e litologia) e antrópicos (uso do solo/cobertura vegetal), cujos dados foram integrados em ambiente SIG.	A sobreposição dos usos e da fragilidade ambiental revelou que as atividades desenvolvidas no parque estão coerentes com o grau de fragilidade estabelecido pela pesquisa.
Pereira <i>et al.</i> (2014)	A Importância do Geoprocessamento para a História e o Saber Ambiental	Artigo	Relacionar os estudos de geoprocessamento com as questões históricas, evidenciando o exercício do saber ambiental em sua dimensão interdisciplinar, auxiliando na quantificação das mudanças sofridas pelo meio ambiente no decorrer do tempo.	Breve levantamento teórico sobre os conceitos de geoprocessamento, história ambiental e saber ambiental, fazendo, então, um estudo sobre a utilização do geoprocessamento como ferramenta colaborativa ao desenvolvimento da história ambiental.	Com o avanço constante da tecnologia e globalização, onde a sociedade sempre coloca o fator econômico à frente da preservação ambiental, faz-se necessária a averiguação rápida dos danos causados pelas ações inconsequentes de desmatamento e poluição.
Jesus <i>et al.</i> (2015)	Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica	Artigo	Caracterizar os principais aspectos da fragmentação florestal da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim-SE, verificando seus possíveis efeitos, através de análises quantitativas da estrutura da paisagem.	Foram utilizados indicadores de paisagem (métricas) selecionados a partir das opções do programa Patch Analyst 5.0. Foram demarcados pontos georreferenciados na área, para relacionar os dados apontados pelas métricas com as informações em campo.	A fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim é um processo perceptível, por meio das métricas da paisagem, e, devido às consequências prejudiciais que essa forma de degradação traz ao meio, minimizar esse processo consistirá em diretrizes para as metas de planejamento e conservação da biodiversidade do local.
Melo (2015)	Análise das características ambientais com geoprocessamento na bacia hidrográfica do córrego da onça em Três Lagoas/MS	Dissertação	Utilizar o geoprocessamento para análise ambiental integrada na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça em Três Lagoas/MS.	Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento na estruturação de um banco de dados em um Sistema de Informações Geográficas, onde foram concentradas do ambiente antrópico, físico, de fauna e flora da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.	A análise sistêmica, aplicada a análise ambiental da Bacia Hidrográfica com uso de geoprocessamento possibilitou avaliação espacial do ambiente, como subsídio para propor prevenções na gestão da Bacia Hidrográfica e gestores públicos.
Augusto <i>et al.</i> 2016	A cartografia de paisagens e a perspectiva geossistêmica como subsídios ao planejamento ambiental	Artigo	Abordar as repercussões que a perspectiva geossistêmica trouxe ao conceito de paisagem, a partir dos anos 1960.	Revisão teórica, perpassando por algumas das principais abordagens bibliográficas da paisagem numa perspectiva geossistêmica, seguida de abordagens sobre como o Geoprocessamento se constitui numa importante ferramenta de estudos da paisagem.	As propostas elaboradas pelos diferentes autores contribuíram como legados teóricos ou aplicações metodológicas da Cartografia de Paisagens, que, ao aliar a perspectiva multidisciplinar da teoria geossistêmica e a perspectiva multitemática das ferramentas de Geoprocessamento, possui um caráter ambiental.

Autores	Título do Trabalho	Categoria	Objetivos do estudo	Caminhos Metodológicos	Principais Considerações
Magalhães (2016)		Artigo	Introduzir conceitos de cartografia e de geoprocessamento, ensinar a importância do uso de informações espaciais (mapas, imagens de satélite, série histórica, GPS) aplicados aos estudos ambientais e também abordar a importância da conservação do meio ambiente.	A metodologia utilizada foi bastante simplista e visou promover um conhecimento básico de geotecnologias e sua aplicação nos estudos ambientais, respeitando os limites e a capacidade de comunicação das crianças.	O uso de jogos de geoprocessamento se demonstrou uma metodologia adequada para o ensino do uso de geotecnologias aplicada aos estudos ambientais, para alunos do quinto ano da rede de ensino público.
Silva (2016)	Geoprocessamento no apoio à decisão	Artigo	O presente projeto dirige-se à expansão de verificações de validade desta forma ordenada de investigação ambiental, dirigida à criação de instrumentos de planejamento e gestão de ambientes, em associação com mecanismos de comunicação.	Revisão de literatura e conceitual.	Todo o andamento das análises produtoras das estimativas, seus resultados em termos de propostas de utilização de fundos e o acompanhamento das perspectivas implementações podem ser monitorados pela cadeia de comando, a qual adquire poder constatar atrasos e desvios de conduta em tempo útil para correção.
Meira, Sabonaro e Silva (2016)	Elaboração de Carta de Adequabilidade Ambiental de uma pequena propriedade rural no município de São Miguel Arcaño, São Paulo, utilizando técnicas de geoprocessamento	Artigo	Elaborar uma carta que possibilite identificar os níveis de adequação da área de estudo, nas perspectivas ambientais e legais — Carta de Adequação Ambiental — contribuindo para o uso conservacionista da propriedade rural.	Fez-se um levantamento bibliográfico sobre análise de fragilidade ambiental, adequação de propriedades rurais e áreas de gerenciamento ripário, sendo ainda consultadas as legislações ambientais vigentes.	A integração de variáveis ambientais com os requisitos legais mostrou-se eficaz para avaliar as áreas potenciais para adequação ambiental, permitindo avaliar com agilidade e certa precisão as características encontradas em campo.
Olimpio, Zanela e de Oliveira (2017)	Avaliação da vulnerabilidade aos perigos naturais: o caso do estado do Ceará, Brasil	Artigo	Determinar os níveis de vulnerabilidade aos perigos naturais.	Adotou-se um foco quantitativo que buscou aferir os graus de vulnerabilidade através de um índice que integrou indicadores demográficos, sociais, econômicos e de acesso aos serviços básicos.	Diante das incertezas da dinâmica natural, sobretudo no contexto atual em que o conhecimento científico não tem respostas precisas sobre as mudanças climáticas, se faz necessário o desenvolvimento de uma estrutura de oportunidades que permita o enfrentamento dos perigos naturais através de mecanismos de adaptação.
Ribeiro e Albuquerque (2017)	Caracterização do uso da terra no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Ceará) através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto	Artigo	Entender as reais potencialidades e limitações no referido setor espacial em análise, sobretudo, na perspectiva de subsidiar o planejamento ambiental.	Foi adotada a proposta metodológica estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e foram aplicadas técnicas de Processamento Digital de Imagens.	Conclui-se que todas essas atividades que envolve o uso e ocupação da terra não só modifica a paisagem, como também influencia na dinâmica natural da região.

Autores	Título do Trabalho	Categoria	Objetivos do estudo	Caminhos Metodológicos	Principais Considerações
Buffon, Printes e Andrades-Filho (2018)	Sensoriamento remoto e geoprocessamento como ferramentas para viabilizar o licenciamento ambiental do tradicional uso do fogo visando à renovação de pastagens em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil	Artigo	Testar o CEL dos pecuaristas dos Campos de Cima da Serra quanto ao período de pousio, determinando-o tecnicamente; e propor uma rotina de monitoramento para licenças ambientais de uso do fogo na região.	Foi utilizado o processamento das bandas espectrais do sensor imageador OLI do satélite Landsat 8, pelo complemento "classificação semiautomática" do software Quantum GIS 2.4.	Através das etapas metodológicas aqui propostas, o Poder Público poderá monitorar diversas licenças simultaneamente, num curto período de tempo, pois o sensoriamento remoto diminui a necessidade de vistorias em campo.
Costa e Vieira (2018)	Geotecnologias para análise da vulnerabilidade ambiental do núcleo de desertificação do Piauí.	Artigo	Analisar a vulnerabilidade ambiental à desertificação em áreas deste núcleo, através do mapeamento temático das características físicas da área e da aplicação da metodologia de indicadores da análise multicritério em ambiente SIG.	O uso e cobertura da terra na área de estudo foi gerado utilizando três cenas adquiridas pelo site da United States Geological Survey (USGS). Através do software QGIS foi feito o mosaico das imagens e o software Spring foi utilizado para a classificação supervisionada.	A área pode ser considerada de alta vulnerabilidade ambiental, pois de acordo a análise multicritério possui uma grande parte de solos instáveis. O mapeamento mostrou-se eficiente do ponto de vista da dinâmica natural. Foi possível observar que a área apresenta uma tendência à degradação ambiental com locais com taxas de médias e elevadas de instabilidade.
Paungarten e de Oliveira (2019)	Geoprocessamento aplicado a fragilidade ambiental no município Fronteiriço de Oiapoque, Amapá - Brasil	Artigo	Analisar, por meio de técnicas de geoprocessamento, os delineamentos para o quadro de fragilidade preliminar no município de Oiapoque visando subsidiar o seu ordenamento territorial.	Neste trabalho, foram considerados os elementos: hipsometria, declividade, vegetação e solos.	O levantamento, interpretação e a síntese dos dados desta pesquisa foram alcançadas pela utilização das técnicas de geoprocessamento, sobretudo pela utilização de imagens SRTM, por permitir a obtenção de dados altimétricos quando os encontrados eram insuficientes para análise proposta.
Ramos (2019)	Vulnerabilidade ambiental às mudanças do clima na zona da Mata Sul de Pernambuco utilizando imagens de satélite	Monografia	O trabalho busca o potencial de vulnerabilidade às mudanças climáticas como resultado do uso e ocupação do solo, utilizando imagens de satélite como ferramenta de análise espaço temporal numa extensão regional.	Para o trabalho desenvolvido, o SPRING foi utilizado para a Classificação Supervisionada do uso e ocupação do solo de imagens pela qual se deu o levantamento das principais vulnerabilidades presentes na Zona da Mata Sul de Pernambuco.	O uso de imagens de satélite para a realização do trabalho possibilitou o desenvolvimento da pesquisa e obtenção de resultados num espaço-temporal interessante para análises de modificação da paisagem.
Barbosa et al. 2020	Uso das técnicas de geoprocessamento no mapeamento dos focos de incêndio na microrregião da Serra do Teixeira/PB no período de 2014-2019	Artigo	Demonstrar como as técnicas de geoprocessamento são eficientes na análise dos focos de incêndio em uma dada região.	Coleta de dados no Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), permitiu a espacialização das informações e a determinação do raio de influência das amostras ao longo da microrregião da Serra do Teixeira/PB, no período de 2014 a 2019.	As geotecnologias se mostram ferramentas eficientes no monitoramento periódico das queimadas e na criação de um banco de dados que sirva como subsídio no planejamento e gestão territorial de áreas suscetíveis a determinados eventos adversos que tendem a gerar prejuízos socioeconômicos.

Autores	Título do Trabalho	Categoria	Objetivos do estudo	Caminhos Metodológicos	Principais Considerações
Fernandes <i>et al.</i> (2020)	Geoprocessamento aplicado a análise de erosão costeira no Delta do Piranhas-Açu, Rio Grande do Norte	Artigo	Analisar o comportamento da linha de costa do delta do Piranhas/Açu, Rio Grande do Norte, ambiente altamente dinâmico e quem vem sendo ocupado nos últimos anos por diversos empreendimentos, caracterizando o processo de erosão costeira nesta região.	O trabalho utilizou as imagens digitais dos satélites em atividade LandSat 5 TM e LandSat 8 OLI. O processamento das imagens foi feito no software QGIS versão 2.18.	Os resultados obtidos no presente estudo indicam que há uma tendência generalizada no processo de avanço das águas oceânicas sobre a linha da costa nos municípios estudados, tornando-se um fator preocupante.
Pereira e Cristo (2021)	Aplicação de técnicas de geoprocessamento da análise da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Taquaruçuzinho, Palmas (TO)	Artigo	Analisar as fragilidades ambientais potenciais e emergentes da bacia hidrográfica do ribeirão Taquaruçuzinho, em Palmas (TO).	O processamento dos dados cartográficos da bacia hidrográfica em estudo, foi empregado o software de geoprocessamento ARCGIS 10.5.	Em virtude dos problemas socioambientais elencados no contexto da bacia supracitada, recomenda-se a implantação de políticas públicas de conservação dos solos e recursos hídricos, bem como a realização de educação ambiental nas escolas municipais e estaduais do município de Palmas.
Barreto e Almeida (2021)	Análise por geoprocessamento da pressão, estado e resposta populacional: zona costeira região de Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil	Artigo	Utilizar modelo de indicadores Pressão-Estado-Resposta, elaborado pela OECD para caracterizar os ativos ambientais identificados na Região de Barra de São Miguel, localizado no Estado de Alagoas.	Atualizar e extrair informações de dados populacionais e de infraestrutura da RBSM juntamente com dados retirados de referências bibliográficas e do IBGE utilizando a técnica de fluxograma SmartArt com layout – Processo básico em curva e elaboração de gráficos utilizando a técnica de histograma de barras para representar a distribuição dos dados.	O estudo demonstrando os ativos ambientais presente na zona costeira da Região de Barra de São Miguel foi relevante para exibir como as condições do meio em pleno equilíbrio, são de grande importância para a população local e para o ecossistema.

Fonte: autoral com base nas produções científicas selecionadas, 2024.

Na visão destes autores, Silva (2016), Fitz (2008), Rocha (2000), Costa (1997) e Saito (1995), de um modo ampliado e pragmático acerca do geoprocessamento pode-se conceituá-lo como um conjunto de conceitos, significações por códigos e algoritmos, análises por simulações de modelagem espaciais, métodos e técnicas que atuam sobre base de dados georreferenciados computadorizados que permite a geração de análises e que consideram simultaneamente intrínsecas e geotopológicas, assim são criadas informações que direcionam a tomada de decisões quanto aos recursos ambientais reunindo contribuições em diferentes vertentes.

Reforça-se o exposto anteriormente, a situação ambiental no Brasil sempre despertou atenção, partindo dos especialistas e sociedade civil. Contudo, utilização de ferramentas tecnológicas computacionais tem viabilizado o rápido tratamento de ordem ambiental com mais eficácia. Importante adendo destes instrumentos é a confiabilidade em suas análises, ademais, estes avanços tem se mostrado aliados no despertar para sensibilização dos fatores ambientais (FARINA, 2006; JACINTHO, 2003; COSTA, 1997).

Todavia, as mudanças no ambiente ocorrem constantemente e transformam a paisagem natural, bem como a dinâmica dos serviços ecossistêmicos e o equilíbrio dos recursos da natureza. Pesquisas envolvendo questões naturais tem despertada cada vez mais atenção por diversos setores da comunidade social e científica e ocupado espaço de destaque, sobretudo na política global. Compreender os cenários e fontes geradoras, requer ferramentas de investigação e embasamento teórico, sendo assim, estes fenômenos podem recorrer ao geoprocessamento para modelagem das análises por meio de imagens de satélites (PEREIRA; CRISTO, 2021; RAMOS, 2019; AUGUSTO, 2016; MELO, 2015; JESUS *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2014; PATRÍCIO; FRANCISCO, 2013; ARANTES, 2012; CARELLI; LOPES, 2011; LOPES *et al.*, 2011; SILVA; LINHARES; BASTOS, 2010; SAQUET, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2006; LIBOS; ROTUNNO-FILHO, 2003; SAITO *et al.*, 2001).

Com as mudanças climáticas, as necessidades humanas cresceram conjuntamente, e demandas por consumo, carecem de mais explorações de recursos naturais. Conhecer estes componentes ambientais de modo a garantir sustentabilidade entre produção e uso consciente, elucida como se materializa o desenvolvimento e favorece o controle de impactos ambientais (BUFFON; PRINTES; ANDRADES-FILHO, 2018; COSTA; VIEIRA, 2018; RIBEIRO; ALBUQUERQUE, 2017; SUGAI, 2014; BASTOS; SILVA, 2012; LOPES *et al.*, 2011; MADUREIRA SOUZA *et al.*, 2011; HOFF; LEITE; ZOUAIN, 2010; SILVA *et al.*, 2010; CORSEUIL *et al.*, 2009; LISBOA; GOULART; DINIZ, 2008; FARINA, 2006).

Na visão de Paugartten e Santos (2019), Olímpio e Zanella (2017), constataram que os atores sociais, produzem e modificam os ambientes naturais e modelam estes espaços em torno das suas necessidades, neste aspecto, deve ser considerado de qual maneira estes atores buscam construir suas edificações considerando os seus contextos sociais, assim, a vulnerabilidade socioambiental também pode ser analisada sob o ponto de vista do geoprocessamento. As análises acerca da vulnerabilidade que traduzem a realidade de uma dada organização social de ativos de um determinado espaço geográfico, que no contexto latino-americano estão interligados aos fatores sociais (BARBOSA et al., 2020; FERNANDES et al., 2020; MEIRA; SABONARO; SILVA, 2016, GASPARINI et al., 2013).

Os estudos ambientais estão além das necessidades de responder a questões físicas, bióticas e abióticas, a exemplo disso, com base nas reflexões de Barreto e Almeida (2021) e Magalhaes (2016) expõe uma abordagem didática para o geoprocessamento em trabalhos ambientais através dos jogos educativos. A metodologia foi desenvolvida para despertar o interesse dos alunos da rede pública para as geotecnologias, oportunizando maior aproximação com instrumentos e programas para análises espaciais e cartográficas. Corroborando com essa experiência, Barbosa e Aguiar (2023) enfatizam ainda que ao utilizar ferramentas de geoprocessamento no ensino, têm-se como resultado avanços significativos na interpretação e reconhecimento geográfico, e essas habilidades estimulam o pensamento crítico e participativo, o que é de grande valia, relacionando-se ao estudo das Ciências Ambientais.

Ronzani (2001) ampliou a capacidade destes instrumentos tecnológicos, aplicando em segmentos de serviços e empresarias. Como efeito positivo, tem influenciado substancialmente na tomada de decisão, permitindo georreferenciar e identificar com efetividade o público alvo para cada objeto.

Para tanto, o recorte temporal evidenciou um fenômeno interessante entre os anos 1995 e 1997. Os intervalos observados nestes períodos foram aproximadamente de três anos sem publicações evidentes que não possível identificação de pesquisas em 1996, 1998 e 1999. Estas combinações revelaram que o fato de não indicar trabalhos para o referido tempo, pode ter relação com o momento em que surgiam os primeiros movimentos da utilização do geoprocessamento no Brasil, quando retratado a partir de 1970. Posterior ao ano 2000 até 2021, neste presente estudo o volume de pesquisas foram superiores, não havendo interrupções para divulgações científicas para a temática discorrida nesta análise.

Vale realçar, um volume significativo de publicações observado a partir do ano de 2010 no Brasil, e se justifica com as crises iniciais das mudanças climáticas que passaram a se intensificar em detrimento do desenvolvimento econômico desenfreado em escala global, afetando o equilíbrio ecológico dos sistemas produtivos naturais. Em vista destes alertas e preocupações, cidades como São Paulo e Rio de Janeiro também estabeleceram metas para redução de emissões de gases do efeito estufa. Compreendem cerca de 30%, com base nas emissões de 2005 até 2010, para São Paulo (SÃO PAULO, 2009a), e de 8% até 2012, 16% para 2016 e de 20% para 2020, para o Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2010).

Considerando o arcabouço teórico pesquisado acerca da aplicação do geoprocessamento em estudos aplicados e qualitativos (incluindo a área de ensino e educação), percebe-se que as publicações estão mais presentes a partir do ano 2000, e trazem em maioria discussões da importância da geotecnologia para a construção e promoção de novos saberes ambientais. De maneira geral, isso ocorre pelo fato do geoprocessamento permitir aplicações em várias áreas do conhecimento, trazendo uma abordagem holística, que pode integrar disciplinas como: Informática, Cartografia, Matemática, Biologia, Engenharias (Ambiental, Agrônômica, Civil, etc), o que reforça a importância dos estudos desse conjunto de ferramentas de análise (FONSECA, 2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as crescentes emergências ambientais e climáticas, investimentos em pesquisas e educação alinhando ao ensino das ciências ambientais como ferramentas estratégicas para proteção e conservação dos recursos naturais, têm exigido da comunidade científica, acadêmica, sociedade e governantes por respostas para controle, mitigação, minimização e sensibilização dos impactos e efeitos do uso desordenado de fontes primárias da natureza. Não menos importante, uma mudança de comportamento nos hábitos de vida da população, não pode ser ignorada, e isso reflete diretamente na qualidade da educação que é ofertada aos cidadãos.

Com o auxílio dos satélites, o geoprocessamento tornou-se indispensável nos estudos ambientais. Dos mais simples aos mais complexos mapeamentos apresentados, o geoprocessamento, tem sido uma ferramenta aliada às áreas das ciências ambientais, educacionais e associados aos fenômenos sociais com seu uso fomentado em função das alterações climáticas e eventos naturais em grande escala.

Na maioria dos trabalhos contemplados neste levantamento teórico, uns dos elementos mais utilizados no geoprocessamento foram às imagens de satélite, pois, a partir deste domínio se torna possível executar projeções do cenário real a partir da combinação de bandas de diferentes pixels, e desta forma compor e analisar diversos elementos de classificações de uso na sociedade.

Por fim, a partir dos dados expostos, sugere-se como suporte, elaborar modelos de simulações hipotéticas projetando cenários de riscos, a partir de análises espaciais de modo que idealizem outros estudiosos na tomada de decisões para prevenção em áreas supostamente com elevado índice de vulnerabilidade para acidentes e desastres naturais.

Apesar da aplicação do geoprocessamento não ter sido a temática amplamente voltada para educação e ensino nas áreas das ciências ambientais nessa pesquisa, revelou ainda lacunas desse conhecimento e reforça a urgência e necessidade de ampliar as análises aplicadas à educação básica. Logo, espera-se que seja possível que as ferramentas do geoprocessamento se popularizem entre todas as camadas da sociedade ampliando os espaços de aprendizagem para que esses recursos sejam cada vez mais acessíveis e alcancem os mais distintos públicos.

REFERÊNCIAS

ARANTES, R. C. M. Geoprocessamento Aplicado a Modelagem Ambiental em Recifes de Coral. Rio de Janeiro, 2012. 196 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ. 2012. Disponível em: <<https://www.geologia.ufrj.br/images/documentos/>>. Acesso em: 22 jan. 2024.

AUGUSTO, Rafael Cardão. A Cartografia de Paisagens e a perspectiva geossistêmica como subsídios ao planejamento ambiental. Revista Tamoios, v. 12, n. 1, 2016.

BARBOSA, M. Z.; AGUIAR, D. B. Geoprocessamento aplicado na educação ambiental: uma proposta para o município de Cabo Frio-RJ. 2023.38f. Especialização (Tecnologias Digitais aplicadas ao Ensino)- Pósgraduação Tecnologias Digitais Aplicadas ao Ensino. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro-RJ. Disponível em: <<https://repositorio.ifrj.edu.br/xmlui/handle/20.500.12083/723>>. Acesso em: 24 maio 2025.

BARBOSA, P. G.; FIDELIS FILHO, J.; ROCHA NETO, O.; CAVALCANTI, A. B.; OLIVEIRA, A. G. Uso das técnicas de geoprocessamento no mapeamento dos focos de incêndio na microrregião da Serra do Teixeira/PB no período de 2014-2019. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.3, p.485-493, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0037>.

BARRETO, J. M. T. P.; ALMEIDA, J. R. Análise por geoprocessamento da pressão, estado e resposta populacional: zona costeira região de Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil. *Engineering Sciences*, v.9, n.2, p.27-45, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC23183055.2021.002.0004>

BASTOS, Frederico de Holanda.; SILVA, Edson Vicente. Técnicas de geoprocessamento na análise ambiental: o caso dos relevos serranos do município de Guaramiranga-CE. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 5, p. 1743–1755-1743–1755, 2012.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*, v. 5, v. 11, p. 121 136, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC. Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Educação é a Base. 2017. p. 600. Disponível em: < https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

BUFFON, I.; PRINTES, R. C.; ANDRADES-FILHO, C. O. Sensoriamento remoto e geoprocessamento como ferramentas para viabilizar o licenciamento ambiental do tradicional uso do fogo visando à renovação de pastagens em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Elet. Cient. UERGS*, v.4, n.3, p. 447-469, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.43.447-469>.

CARELLI, L.; LOPES, P. P. Caracterização fisiográfica da bacia Olhos D'água em Feira de Santana/BA: Geoprocessamento aplicado à análise ambiental. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 31, n. 2, p. 43-54, 2011.

CORSEUIL, C. W.; CAMPOS, S.; RIBEIRO, F. L.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado na determinação da aptidão agrícola de uma microbacia. *Irriga, Botucatu*, v. 14, n. 1, p. 12-22, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2009v014n1p12-22>.

COSTA, N. M. C. O geoprocessamento nos estudos de impactos ambientais: uma análise crítica. *Geo UERJ*, n. 1, p. 45-56, 1997.

COSTA, G. J. A.; VIEIRA, C. I. P. Geotecnologias para análise da vulnerabilidade ambiental do núcleo de desertificação do Piauí. *Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente*, n. 40, v. 2, p. 59-76, 2018. ISSN: 2176-5774.

CRÓSTA, A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas. UNICAMP. 1992. 170 p.

ECKHART, R. R.; REMPEL, C.; SALDANHA, D. L.; GUERRA, T.; PORTO, M. L. Análise e diagnóstico ambiental do Vale do Taquari - RS - Brasil, utilizando sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE*, p. 5191-5198, 2007. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.10.19.04?languagebutton=pt-BR>>. Acesso em: 22 maio. 2024.

FARINA, F. C. Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. *Cadernos EBAPE. br*, v. 4, p. 01-13, 2006.

FERNANDES, R. T. V.; CAVALCANTE, M. D. L.; CUNHA, N. G.; PINTO, A. R. M.; FRANÇA, C. J. B.; SILVA, J. M. C. I. Geoprocessamento aplicado a análise de erosão costeira no Delta do Piranhas-Açu, Rio Grande do Norte. *R. gest. sust. ambient., Florianópolis*, v. 9, n. 3, p. 460-479, 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e32020460-479.

FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Editora oficina de textos, 2008. 159 p.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Os satélites e suas aplicações. Série Espacializando. Sindicato dos Servidores Públicos Federais na Área de Ciência e Tecnologia do Vale do Paraíba – SindCT. São José dos Campos, São

Paulo. 2008. 52 p. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/downloads/os%20sat%C3%A9lites%20e%20suas%20aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2024.

FONSECA, S. F. Geoprocessamento aplicado no ensino médio como suporte para interdisciplinaridade. R. Ra'e Ga, v. 42, p. 165-178, 2017.

FORTES, P. T. F. O.; JOFFILY, C. M. L. C.; OLIVEIRA, M. L.; BAXE, O. S. S.; ALMEIDA, W. M. Geoprocessamento aplicado ao planejamento e gestão ambiental na região do núcleo rural Lago Oeste, Sobradinho, Distrito Federal: Resultados Preliminares. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, INPE, p. 1795-1802, 2003. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2007/01.26.17.11/doc/2621-2628.pdf>>. Acesso em: 22 maio de 2024.

GASPARINI, K. A. C.; LYRA, G. B.; FRANCELINO, M. R.; DELGADO, R. C.; JUNIOR, J. F. O.; FACCO, A. G. Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Identificação de Conflitos do Uso da Terra em Seropédica-RJ. Floresta e Ambiente, v. 20, n. 3, p. 296-306, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.030>.

HOFF, R.; LEITE, J. C.; ZOUAIN, R. N. A. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento como apoio a estudos geológicos e geotécnicos para gestão ambiental do município de Três Cachoeiras, Litoral Norte do RS, Brasil. Geotecnica, n. 118, p. 88-113, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82478/1/HOFF-Geotecnica-n118p89-2013.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

JACINTHO, L. R. C. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de Unidades de Conservação: o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP. 2003. 110 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia. Universidade de São Paulo. São Paulo-SP. 2003. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-14082003-230137/pt-br.php>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

JESUS, E. N.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; ROCHA, S. L. Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica. Revista Árvore, v. 39, n. 3, p. 467-474, 2015.

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

LANNES, L. S.; QUINTAL, B. Geoprocessamento aplicado à análise espacial e temporal de ecossistemas aquáticos como uma ferramenta para o ensino de Ciências. VÉRTICES, v.16, n. 2, p. 29-42, 2014.

LIBOS, M. I. P. C.; ROTUNNO-FILHO, O. C.; ZEILHOFER, P. Modelagem da poluição não pontual na bacia do rio Cuiabá baseada em Geoprocessamento. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 4, p. 115-135, 2003.

LISBOA, A. H.; GOULART, E. M. A.; DINIZ, L. F. M. Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio. Instituto Guaicuy, 2008.

LOPES, Fernando Bezerra.; ANDRADE, Eunice Maia de.; TEIXEIRA, Adunias dos Santos.; CAITANO, Rafaela Ferreira.; CHAVES, Luiz Carlos Guerreiro. Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Revista Agro@mbiente-On-line, v. 5, n. 2, p. 88-96, maio-agosto, 2011. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i2.503>.

MAGALHAES, T. L. Jogos de geotecnologia para o ensino de estudos ambientais no ambiente escolar: experiência de Santarém (PA). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 2, p. 313-323, 2016.

MADUREIRA SOUZA, M.; DA COSTA, L. H.; SOARES DE CARVALHO, D. A. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para mapear as fragilidades ambientais na área de influência direta da UHE de Belo Monte, no estado do Pará. *Espaço Plural*, v. 12, n. 25, 2011, p. 73-85, 2011. ISSN 1518-4196.

MELO, A. L. S. Análise das características ambientais com geoprocessamento na bacia hidrográfica do córrego da onça em Três Lagoas/MS. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Análise Geoambiental e Produção do Território. Universidade Federal do Mato grosso do Sul. Três Lagoas-MS. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/2497>>. Acesso em: 23 jul. 2022.

MEIRA, R. T.; SABONARO, D. Z.; SILVA, D. C. C. Elaboração de Carta de Adequabilidade Ambiental de uma pequena propriedade rural no município de São Miguel Arcanjo, São Paulo, utilizando técnicas de geoprocessamento. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, p. 77-84, 2016. DOI: 10.1590/S1413-41520201600100133687.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. *Revista Árvore*, v. 30, n. 3, p. 389-398, 2006.

OLÍMPIO, J. L. S.; ZANELLA, M. E.; SANTOS, O. J. Avaliação da vulnerabilidade aos perigos naturais: o caso do estado do Ceará, Brasil. *Revista da ANPEGE*, v. 13, n. 20, p. 53-82, 2017.

PAUNGARTTEN, S. P. L.; SANTOS, O. J. Geoprocessamento aplicado a fragilidade ambiental no município Fronteiriço de Oiapoque, Amapá-Brasil. *Revista Equador*, v. 8, n. 2, p. 66-77, 2019.

PATRÍCIO, M. C. M.; FRANCISCO, P. R. M. Análise da Degradação Ambiental do Município de Cabaceiras-PB. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, n. 02, p. 287-300, 2013.

PEREIRA, M. D. R.; CRISTO, S. S. V. Aplicação de técnicas de geoprocessamento na análise da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Taquaruçuzinho, Palmas (TO). *Revista Eletrônica do Curso de Geografia-Jataí-GO*, n. 40, p. 23-46, 2021.

PEREIRA, N. S.; SILVA, N. C.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; SILVA, S. D. A Importância do Geoprocessamento para a História e o Saber Ambiental. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, Anápolis-Goiás, v. 3, n. 2, p. 132-144, 2014.

RAMOS, J. J. Vulnerabilidade ambiental às mudanças do clima na zona da mata sul de Pernambuco utilizando imagens de satélite. Recife, 2019. 47 f. Monografia (Tecnólogo em Gestão Ambiental) - Instituto Federal De Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Recife. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ifpe.edu.br/>>. Acesso em: 21 abr. 2022.

RIBEIRO, K. V.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Caracterização do uso da terra no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Ceará) através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 10, n. 3, p. 650-665, 2017.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual n.º 5.690, de 14 de abril de 2010. Institui a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e dá outras providências. Rio de Janeiro: Assembleia Legislativa, 2010.

ROCHA, C. H. B. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. Ed. do Autor. Juiz de Fora, MG: 2000. 220 p.

RONZANI, D. F. Logística e Geoprocessamento Interativo. Florianópolis. 2001. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC. 2001. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/80266>>. Acesso em: 29 jun. 2022.

SAITO, C. H. Geoprocessamento e pesquisa ambiental: Da dependência tecnológica ao desafio metodológico. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 7, n.13-14, p. 14-19, 1995.

SAITO, C. H.; CARVALHO, A. P. F.; CARVALHO-JUNIOR, O. A.; LEITE, L. L. Dados ambientais em sistemas de informação geográfica: da aglutinação à desnaturação. Geosul, Florianópolis, v. 16, n. 32, p. 73-94, 2001.

SAQUET, D. B. O uso do geoprocessamento no estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio Faca – São Jorge D'Oeste, PR. 2009. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Programa de Pós-Graduação em Geomática. Tecnologia da Geoinformação. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS. 2009. Disponível em:<<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9529>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

SILVA, J. M.; LINHARES, D. P.; BASTOS, W. R. Geoprocessamento Aplicado a Análise Integrada do uso da Terra e Qualidade de Água na microbacia do Rio Preto – Rondônia. Caminhos de Geografia Uberlândia, v. 11, n. 34, p. 1-21, 2010. ISSN 1678-6343.

SILVA, J. X. Geoprocessamento no apoio à decisão. Revista Continentes (UFRR), ano 5, n. 9, p. 105-115, 2016.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. einstein. v. 8, p.102-6, 2010.

SUGAI, M. O. S. Análise Geográfica Integrada do Parque Estadual das Sete Passagens de Miguel Calmon – BA. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social) - Programa de Pós-Graduação em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social. Gestão de Políticas Ambientais. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas-BA. 2014. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/25505156-Analise-geografica-integrada-do-parque-estadual-das-sete-passagens-miguel-calmon-bahia.html>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento conceitos e definições. Revista de Geografia – PPGeo - UFJF. Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p.195-201, jul-dez, 2017. DOI: <https://doi.org/10.34019/2236-837x.2017.v7.18073>.