



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS – DTCS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTU SENSU MESTRADO
ACADÊMICO EM ECOLOGIA HUMANA E GESTÃO
SOCIOAMBIENTAL**



ELIDINALDO DA SILVA LEITE

**SENSORIAMENTO REMOTO: ANÁLISE DA MATA CILIAR NO
SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

**Juazeiro - BA
2021**

ELIDINALDO DA SILVA LEITE

**SENSORIAMENTO REMOTO: ANÁLISE DA MATA CILIAR NO
SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, Juazeiro-BA para obtenção do título de Mestre em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental.

Linha de Pesquisa: Ecologia Humana e Gestão Socioambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo José Rocha Amorim.

**JUAZEIRO-BA
2021**

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Estadual da Bahia. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do autor, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu respectivo autor seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

L533s Leite, Elidinaldo da Silva

Sensoriamento remoto: análise da mata ciliar no Submédio São Francisco /
Elidinaldo da Silva Leite. Juazeiro-BA, 2021.
102 fls.: il.

Orientador(a): Prof. Dr. Ricardo José Rocha Amorim.

Inclui Referências

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade do Estado da Bahia.
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em
Ecologia Humana e Gestão Socioambiental - PPGecoH, Campus III. 2021.

1. Sensoriamento Remoto – Mata ciliar. 2. Mata Ciliar – Submédio São
Francisco. 3. Dados – Rio São Francisco. 4. Informações – Rio São Francisco.
5. Imagens – Rio São Francisco. I. Amorim, Ricardo José Rocha. II. Universidade
do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. III. Título.

CDD: 621.3678

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS – DTCS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTU SENSU MESTRADO ACADÊMICO
EM ECOLOGIA HUMANA E GESTÃO SOCIOAMBIENTAL

Diretor do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais
Prof. Dr. Leonardo Diego Lins


Coordenadora do Programa de Pós-Graduação
Mestrado em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental
Prof^a. Dr^a. Dinani Gomes Amorim

FOLHA DE APROVAÇÃO


Elidinaldo da Silva Leite. SENSORIAMENTO REMOTO: análise da mata ciliar no Submédio São Francisco. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental (PPGEcoH) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental.

Aprovada em 30 de julho de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ricardo José Rocha Amorim
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
(Orientador-Presidente da Banca)



Prof.^a Dra. Dinani Gomes Amorim
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
(Membro Interno)



Prof. Dr. Icaro Cardoso Maia
Universidade Federal do Vale do São Francisco -
UNIVASF(Membro Externo)

JUAZEIRO - BA
2021

*Dedico a Deus, em Cristo Jesus e a meus
familiares.*

Deus em Cristo Jesus. Senhor da vida, no qual me possibilitou mais uma conquista. Sobretudo, por ter concedido à saúde necessária para alcançar tais objetivos. Realização de um filho de origem humilde.

Aos meus familiares, principalmente, **à minha mãe, Constancia,** que com muita luta educou seu único filho. Mulher guerreira, brava e zelosa. Meu maior exemplo. Semianalfabeta que muito se orgulha em seus diálogos (MESMO QUE EU SAIBA POR INTERMÉDIO ALHEIO) a dizer que tem um filho que cursou faculdade. Tu és a coluna desse momento.

Ao meu pai, Elival, companheiro e amigo. Pelo apoio, carinho e estímulo. Apesar da distância, sempre se manteve presente. As eventualidades da vida, fortaleceram nossos laços. Ensinando-nos a dádiva do recomeço.

A minha tia, Lucília, funcionária da UNEB. Minha segunda mãe. Tantas vezes me lançou à frente. Orientações através do estímulo e sempre apoio.

À Adriana Mendes, amiga, companheira, esposa. Os gestos de ternura, estimulava rumo à persistência do êxito. Assim como, aos enteados **Eloah e Guilherme.**

Ao meu orientador, Prof. Dr Ricardo José Rocha Amorim por me guiar pelas trilhas do meio científico. Pelo carinho, paciência e inspiração como conduziu tamanha realização e com o rigor acadêmico que a ciência exige. Sem Ele, essa conquista não seria possível. Muito grato!

À Coordenação do PPG EcoH pelo apoio, carinho, atenção e compreensão. Em especial, **à Prof.^a Dr.^a Dinani Gomes Amorim (Coordenadora)** que me conduziu à esta realização. Muito Grato!

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto que, como os demais docentes, fonte de inspiração. Muito Grato!

Ao Prof. Dr. Ícaro Cardoso Maia, pelo carinho e atenção. Muito Grato!

Ao meu amigo, meu “cumpadre”, **Francisco Arapiraca.** Bálsamo de carinho em minha vida, juntamente com sua esposa, **Mônica,** amiga e irmã. Mais ainda **à Maria Eduarda,** afilhada que tanto amo, bem como **à Gustavo** cuja ternura também é imensurável. Muito grato!

À Universidade do Estado da Bahia-UNEB, com destaque ao **Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais-DTCS,** Campus III, em Juazeiro-BA, bem como aos demais **docentes e funcionários.** Gratidão!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia-FAPESB por ter concedido uma bolsa. Sou grato a todos dessa instituição. Cordiais em nossa interlocução.

Aos colegas de turma que tive a oportunidade de conhecer. OBRIGADO A TODOS!

LISTAS DE QUADROS

ARTIGO I

Quadro 01	Tipos de índices/representação matemática	30
Quadro 02	Índices complementares/representação matemática	31
Quadro 03	Dados comparados	38
Quadro 04	Dados comparados	38
Quadro 05	Relação de índices por Qualis/Tabela 5	39
Quadro 06	Relação de índices por Qualis/Tabela 5 duplicados	39
Quadro 07	Relação de índices por Qualis/Tabela 6	39
Quadro 08	Relação de índices por Qualis/Tabela 6 duplicados	40
Quadro 09	Relação de índices por Qualis/Tabela 7	40
Quadro 10	Relação de índices por Qualis/Tabela 8	41

ARTIGO III

Quadro 01	Valores de área - 2016	89
Quadro 02	Valores de área - 2017	90
Quadro 03	Valores de área - 2018	90
Quadro 04	Valores de área - 2019	91
Quadro 05	Valores de área - 2020	91

LISTAS DE TABELAS

ARTIGO I

Tabela 01	Critérios de inclusão e exclusão	33
Tabela 02	Resultado de busca no Google Scholar/dados preliminares	34
Tabela 03	Resultado de busca/ Scielo/dados preliminares	34
Tabela 04	Resultado de busca Google Scholar-Quantidade de trabalhos por critérios	35
Tabela 05	Resultado de busca-Quantidade de artigos na Língua Portuguesa/ Google Scholar	36
Tabela 06	Resultado de busca/Google Scholar-Quantidade de artigos na Língua Inglesa	36
Tabela 07	Resultado de busca-Quantidade de artigos na Língua Portuguesa-banco de dados Scielo	37
Tabela 08	Resultado de busca-Quantidade de artigo na Língua Inglesa- banco de dados Scielo	37
Tabela 09	Frequências absoluta e relativa dos índices de vegetação encontrados	41

ARTIGO II

Tabela 01	Relation Between Strings And Research Sources	70
Tabela 02	Found In Scielo And Google Scholar (Relevant Researches)	70
Tabela 03	Found In Resergate And Science Direct (Relevant Researches)	71
Tabela 04	Relation Sig Software By Author	72

ARTIGO III

Tabela 01	Propriedades do satélite Landsat 8 / sensor OLI	81
Tabela 02	Relação das estações pluviométricas utilizadas	81
Tabela 03	Valores cumulativos de precipitação/mm	81

Tabela 04	Classes utilizadas	83
Tabela 05	Características das cenas	83
Tabela 06	Cenas e datas para a análise	85

LISTAS DE FIGURAS

ARTIGO I

Figura 01	Expressão de busca	32
------------------	--------------------------	----

ARTIGO III

Figura 01	Localização da área de estudo	80
Figura 02	Resultado valores - NDVI - 2016	86
Figura 03	Resultado valores - NDVI - 2017	87
Figura 04	Resultado valores - NDVI - 2018.....	88
Figura 05	Resultado valores - NDVI - 2019	88
Figura 06	Resultado valores - NDVI - 2020	89

LISTA DE GRÁFICOS

ARTIGO III

Gráfico 01	Resultado do índice de precipitação acumulados nos meses	85
-------------------	--	----

SUMÁRIO

Apresentação.....	15
Resumo	18
Abstract	19
Introdução	20
Proposição	25
ARTIGO 1: ÍNDICES DE VEGETAÇÃO POR SENSORIAMENTO REMOTO: um estudo por mapeamento sistemático	26
Resumo	26
Abstract	26
Introdução	27
Breve exposição acerca dos índices catalogados	29
Metodologia	31
Resultado e discussão	34
Conclusão	42
Referências	43
Apêndice I - Quantidade de trabalho por critério/ Google Scholar.....	46
Apêndice II - Trabalhos do Google Scholar em Língua Portuguesa.....	47
Apêndice III - Trabalhos duplicados do Google Scholar em Língua Portuguesa.....	59
Apêndice IV - Trabalhos encontrados na Língua Inglesa/Google Scholar.....	60
Apêndice V - Trabalhos encontrados na Língua Inglesa duplicados/ Google Scholar	63
Apêndice VI - Trabalhos encontrados na Língua Portuguesa/Banco de dados Scielo.....	63
Apêndice VII - Trabalhos encontrados na Língua Inglesa/Banco de dados Scielo.....	65
ARTIGO 2: GEOTECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL OF RIPARIAN FOREST MANAGEMENT	67
Abstract	67
Introduction	67
The geotechnologies scenario	68
Scenario of data analysis in geotechnology	69
Material and methods	70

Discussion and results	70
Conclusion	73
References	74
ARTIGO 3: MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO CILIAR NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO	76
Resumo	76
Abstract	76
Introdução	77
Metodologia de trabalho	79
Resultados e discussão	83
Conclusões	91
Referências	92
Discussão	97
Conclusão Geral.....	100
Referências Gerais.....	101

As tecnologias por si só nada podem fazer. Faz-se necessário uma mão criadora que a modele conforme objetivos pretendidos. Portanto, as máquinas são uma extensão do intelecto humano e assim, podem auxiliar para o avanço da humanidade de forma sustentável.

Há quem diga que o avanço da técnica pode suscitar diversas questões. A exemplo: de que modo pode auxiliar o homem? Certamente, haveria muitas assertivas descrevendo diversos benefícios que a tecnologia propõe, como a exploração de recursos naturais. Essa seria, talvez, uma máxima. No entanto, explorar por explorar tem deixado de ser finalidade única, dado que alguns recursos da natureza utilizados pelo homem são finitos.

É inegável que o estágio civilizatório atual alcançado seja fruto de uma inquietação inerente apenas aos humanos, enquanto ser pensante, porque dotado de inteligência deve possuir, naturalmente, habilidades criativas. E como todo ser “pensante”, a ideia de criar e recriar o meio a seu modo deve ser parte de sua natureza.

Ao longo das décadas a postura do pensamento antropocêntrico tem levado os indivíduos ao um constante repensar, tendo em vista que a Terra não é uma propriedade. Para tanto, foi construído um conjunto de ferramentas com o esforço dos intelectuais preocupados com os problemas ambientais, de organismos internacionais, a exemplo de ONGs, com o clamor das populações atingidas pelos desastres ambientais para que surjam mecanismos, oriundo da tecnologia para auxiliar a manutenção do meio ambiente.

Os acordos, no entanto, eram pautados em interesses de uma breve parcela populacional dominadora da ciência e da tecnologia. Historicamente, no início do século XX, a capacidade destrutiva do *homo sapiens* foi demonstrada, na medida em que vitimava milhões de almas, como as grandes guerras. Tal aparato destrutivo permitiu o surgimento de novas tecnologias. Assim, tornaram-se ferramentas tanto para subjugar o homem, quanto o meio natural.

No entanto, apesar de ser uma força capaz de destruir a natureza, a tecnologia pode e deve ser utilizada, de modo tanto a estudar os recursos naturais quanto servir de mecanismo a sua manutenção. Essa característica antagônica da tecnologia é o elemento norteador que motivou o desenvolvimento desta pesquisa a partir do estudo do sensoriamento remoto. É interessante notar o fascínio de observar a Terra por meio de satélites espaciais. Mas o que estudar a partir dessa ferramenta?

As possibilidades são diversas. No entanto, o regime fluvial do Rio São Francisco, sempre deteve especial atenção. Quando em tempos de cheia é impossível não se maravilhar

quando se agiganta e extravasa acima de suas margens. Fonte de vida para todos por onde atravessa. No período chuvoso é um bálsamo de alegria e de certa forma fartura. Mas, sua corrente caudalosa e um tanto barrenta provocava as imaginações e inquietava o senso científico e, a grosso modo, imaginava que suas margens estavam nuas. Portanto, como estariam seus cílios (mata ciliar)?

Surgiu então a possibilidade de aliar um ramo do conhecimento técnico e científico, o sensoriamento remoto cujo interesse foi adquirido nos primeiros contatos com estudo das geotecnologias, formando um tripé de estudo com as matas ciliares e parte do Velho Chico. Essa investigação através de sistemas imageadores (orbitais) são muito utilizados, porque as imagens por satélite têm se tornado acessíveis. Agências ou órgão de governos têm possibilitado o acesso ao seu banco de dados para adquiri-las de forma gratuita. Apesar de haver algumas restrições, visto que é um setor estratégico para muitos governos.

Para tanto, o estudo das matas ciliares do Rio São Francisco tornou-se realidade no Mestrado em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental. Nessa perspectiva, a tecnologia auxilia no entendimento da existência ou não das matas ciliares. Se há, ao longo do tempo, um aumento delas ou um recuo. Entretanto, a pesquisa foi limitada a fisiografia do Submédio São Francisco, em virtude da identidade construída entre duas cidades, Juazeiro-BA e Petrolina-PE, através da ponte que as une e do vai e vem das “barquinhas”.

O sensoriamento remoto não é algo tão recente, mas, que ao longo do tempo, obteve bastante impulso das ciências para o monitoramento de recursos naturais e para enfrentar as problemáticas ambientais. Permite, por meio de procedimentos técnicos o estudo de grandes áreas sem, necessariamente, estar *in loco*. Apesar de ainda se tornar possível.

Um dos procedimentos científicos utilizados no estudo de áreas vegetadas é por meio dos índices de vegetação por sensoriamento remoto. No entanto, tal aprimoramento é constante, de acordo com o dinamismo que a tecnologia dispõe. Assim, o estudo das condições de vegetação, bem como o seu monitoramento tem se tornado uma constante. Usado tanto por empresas públicas e privadas na gestão de recursos naturais. É necessário, em primeira análise, conhecer a dinâmica da radiação eletromagnética sobre o dossel analisado.

A pesquisa está estruturada em três capítulos. Cada capítulo é composto de um artigo científico. Estes organizados de forma a responder a cada objetivo específico elencado. E assim, juntos, discorrem sobre o objetivo geral.

O primeiro artigo traz como título: ÍNDICES DE VEGETAÇÃO POR SENSORIAMENTO REMOTO: um mapeamento sistemático de literatura. Enviado à Revista do Departamento de Geografia (RDG) com qualis B2 na área interdisciplinar.

Buscou-se, nessa primeira etapa, conhecer os Índices de Vegetação. Isso permitiu investigar suas características de acordo com a metodologia utilizada. Além de ter possibilitado um amplo entendimento para o estudo da mata ciliar.

Na metodologia, foi considerado os bancos de dados tanto da *Scielo* quanto do *Google Scholar*, por meio da *string* de busca: *sensoriamento remoto AND vegetação*, conforme protocolo de pesquisa. Os resultados reportaram 1680 resultados, com 150 artigos em Língua Portuguesa, 40 em Língua Inglesa; *Scielo*, 109 iniciais, 14 em Língua Portuguesa e 19 em Língua Inglesa. Após critérios de inclusão e exclusão, permitiu chegar a um total de 101 artigos.

O segundo artigo cujo título: GEOTECNOLOGIAS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO À VEGETAÇÃO CILIAR, este foi publicado em revista qualis A2, interdisciplinar, no idioma inglês. Na revista *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*. Com o título em língua inglesa: *Geotechnologies and artificial intelligence as a tool of riparian forest management*.

Trata-se de um trabalho quali-quantitativo e descritivo. Para tanto, apenas as bases de dados foram consideradas: Science Direct, Resergate, Scielo e Google Scholar com ênfase em artigos publicados em periódicos tanto em Língua Inglesa quanto em Língua Portuguesa, entre 2018-2020, explorados no primeiro semestre de 2021.

O objetivo desse artigo foi verificar a relação entre geotecnologias com destaque ao Sensoriamento Remoto (SR) na gestão de recursos naturais, como as APPs de mata ciliar e o uso de (IA).

O resultado permitiu concluir que, apesar do uso recorrente do instrumento sensoriamento remoto, principalmente orbital no estudo de vegetação, a utilização de inteligência artificial para análise de vegetação ciliar, conforme metodologia, não foi possível identificar. O uso de IA é uma importante ferramenta que vem sendo utilizada e aperfeiçoada. No entanto, verifica-se o acentuado progresso *big data*, *Machine Learning* uso de algoritmos, ferramentas da ciência de dados no estudo recursos naturais.

No terceiro artigo cujo título: MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO CILIAR NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO. Objetiva analisar a mata ciliar, apresentar e indicar as suas possíveis alterações com o auxílio do sensoriamento remoto.

Submetido em revista de bases indexadas entre o qualis A1, A2, B1, B2. Dessa forma, responder à pergunta de pesquisa (PP): Qual estado da vegetação ciliar no Submédio São Francisco? Assim, o objeto de estudo foi delimitado para identificar o estado vegetativo na Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE).

A metodologia empregada foi satisfatória. Como o uso do Índice de Vegetação por diferença Normalizada (NDVI), foi possível verificar e inferir, apesar das intercorrências climáticas da região de caatinga, a supressão da mata ciliar.

As imagens foram extraídas da USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos), onde podem ser baixadas gratuitamente para posterior processamento de digital de imagens (PDI). O recorte temporal com imagens de satélite (2016 a 2020) do satélite Landsat-8, sensor OLI.

Os dados foram organizados em tabelas e gráficos, com imagens georreferenciadas e processadas em software de SIG. Assim, o estudo desse importante recurso natural é um importante instrumento a gestão ambiental. Em uma das zonas da região semiárida com importante destaque econômico tanto local, nacional e mundial.

SENSORIAMENTO REMOTO: ANÁLISE DA MATA CILIAR NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

RESUMO

O sensoriamento remoto é o resultado do constante avanço da tecnologia. É um processo que possibilita o enfrentamento das questões ambientais e o monitoramento de recursos naturais. Trata-se de uma importante ferramenta que auxilia no gerenciamento da biosfera. Além disso, destaca-se pela capacidade de monitorar grandes áreas de forma remota. Algumas dessas imagens ou dados são obtidos de forma gratuita. Possuindo, assim, um custo baixo em sua aquisição. Tanto a iniciativa pública quanto a privada podem usá-lo. Muito necessário em uma sociedade cujo alicerce está na técnica para o estudo de grandes áreas vegetadas. A exemplo, as matas ciliares são importantes à manutenção de corpos hídricos. Os processos de diminuição da vegetação ribeirinha podem ocorrer tanto por processos naturais quanto antrópicos. Há, no entanto, muitos mecanismos para o estudo de vegetação, como os Índices de Vegetação (IVs). Modelos matemáticos ou algoritmos são bastante utilizados na análise de recursos naturais. A manipulação desses dados, extração e coleta é realizada por um Sistema de Informação Geográfico (SIG). Existe, para isso, muitos *Softwares* e de código aberto. Muito se tem discutido, em virtude de os dados se tornarem cada vez mais volumosos. Por isso, os processos de análise e coleta de dados como a *big data*, Inteligência Artificial (IA), Aprendizagem de Máquina são frequentes. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi identificar através do Sensoriamento Remoto (SR) as possíveis alterações ocorridas na vegetação ribeirinha do Submédio São Francisco, com ênfase na Região Integrada de Desenvolvimento Econômico – RIDE. Para tanto, a pesquisa foi aplicada conforme três objetivos: conhecer o sensoriamento remoto como instrumento de análise da vegetação ciliar, a partir dos (IVs); verificar a relação entre geotecnologias com destaque ao (SR) na gestão de recursos naturais, como as APPs (Área de Preservação Permanente) de mata ciliar e o uso de (IA); analisar a mata ciliar, apresentar e indicar as suas possíveis alterações com o auxílio do sensoriamento remoto. Desse modo, responder à pergunta de pesquisa (PP): Qual estado da vegetação ciliar no Submédio São Francisco? Por conseguinte, a pesquisa tem um caráter exploratório, por meio do levantamento bibliográfico cujo destaque, inicialmente, foi um mapeamento sistemático, prevalecendo na pesquisa a abordagem quantitativa. Os resultados foram tabulados em planilha de Excel e no ambiente computacional de *software* de SIG. Posteriormente, analisados através de gráficos e da estatística. A pesquisa apresentada torna-se necessária, porque o estudo da mata ciliar, bem como a identificação de seu estado, oferece importante instrumento à gestão socioambiental.

Palavras-chave: mata ciliar; sensoriamento remoto; Submédio São Francisco.

REMOTE SENSING: ANALYSIS OF RIPARIAN FOREST IN THE SUBMEDIUM SÃO FRANCISCO

ABSTRACT

Remote sensing is the result of the constant advance of technology, and it is a process that enables the confrontation of environmental issues and the monitoring of natural resources. Therefore, it is a valuable tool that aims to assist the management of the biosphere. Additionally, it stands out for its intrinsic ability to monitor large areas remotely. Images or data are obtained free of charge, thus having a low acquisition cost. Both the public and private sectors can use it. It is needed in a society whose foundation is aligned in the technique to study large, vegetated areas, for example, the riparian forests are important in the maintenance of water bodies. The processes of diminishing riparian vegetation can occur both through natural and anthropic processes. There are, however, mechanisms for studying vegetation, such as Vegetation Indices (VI). Mathematical models or algorithms widely used in natural resource analysis. The manipulation of those data, extraction and collection performed by a Geographic Information System (GIS). For this purpose, there are open-source software discussed as the data becomes more abundant. Therefore, data analysis and collection processes such as Big Data, Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML) are frequent. Consequently, the general purpose was to identify through Remote Sensing (RS) changes occurring in the riparian vegetation of the Sub-medium part of the Sao Francisco River, with emphasis on the Integrated Economic Development Region – IEDR. To this end, the research was applied considering three main goals: recognise the remote sensing as a tool for analysis of riparian vegetation, from the IR; substantiate the relationship between geotechnologies with emphasis on SR in the management of natural resources, such as the Permanent Preservation Area – PPA of riparian forest and the use of (AI); investigate the riparian forest in order to present and indicate its conceivable changes with the help of remote sensing. Thus, to answer the research question (RQ): What is the status of riparian vegetation in the Sub-medium part of the Sao Francisco River? Accordingly, the research has an exploratory character, through a bibliographic survey whose initial highlight was a systematic mapping, with a quantitative approach prevailing in the research. The results processed in an Excel spreadsheet and in the GIS software computing environment, and later, analysed through graphics and statistics. The research thereby presented becomes necessary because the study of riparian forest, allied to the identification of its condition, offers an important tool for socio-environmental management.

Keywords: riparian forest; remote sensing; São Francisco River Sub-medium.

O avanço técnico e científico ocorrido a partir da década 60 possibilitou o surgimento do sensoriamento remoto como ferramenta de estudo, análise, detecção, vigilância. Inicialmente, foi usado como instrumento de defesa. O mundo vivia o auge da Guerra Fria e, por conseguinte, a corrida espacial.

Os demais conflitos bélicos serviram para o aperfeiçoamento da técnica de teledetecção (sensoriamento remoto). No entanto, sabe-se que desde o século XIX, há relatos de uso de sensores em balões (Liu, 2006). A aerofotogrametria ganha destaque logo após. Assim, pode ser definido como um instrumento que permite captar dados a distância de acordo com a reflexibilidade do objeto de estudo, segundo leis da física além de ser interdisciplinar, já que para compreendê-la é necessário obter saberes de outras áreas do conhecimento.

A obtenção de imagens remotas se dá por meio da captação de energia refletida na superfície terrestre. Faz-se necessário, no mínimo um tripé: objeto de estudo, superfície e o sensor. Os dados tanto podem ser alcançados de forma ativa ou passiva. Os sensores passivos detectam a energia que reflete da terra, a exemplo da série LANDSAT. Sensores ativos, fazem o contrário, irradiam micro-ondas. O segundo tipo é mais vantajoso porque independe da luz. Por outro lado, qualidade da imagem obtida é proporcional à distância do sensor à superfície. As condições climáticas podem interferir na qualidade das imagens. A análise obedece a uma seqüência de interpretação de dados (FLORENZANO, 2011).

Assim, uma imagem não se encerra por si, é necessário analisar as condições adversas que a imagem foi submetida antes de ser analisada. Logo, o produto da energia eletromagnética é usado para captar as imagens, são reenviados para estações na Terra. Os dados são transformados em imagens, gráficos, tabelas. Mas, esses valores são avaliados diversas vezes, segundo enfatiza Florenzano (2011) e de forma multitemporal.

Um objeto na superfície vai absorver ou refletir a energia eletromagnética. Todo corpo emite radiação térmica. Perde calor ou emite como ondas para a Terra. A radiação eletromagnética (REM) se manifesta como onda (modelo ondulatório) e como energia (modelo corpuscular). Portanto, é possível perceber os objetos, porque depende da cor da luz que reflete. De um modo geral alguns princípios básicos da física explica o fenômeno de captar as imagens.

As matas ciliares são importantes à manutenção da Bacia Hidrográfica do Submédio São Francisco que compreende um sistema sistêmico e em equilíbrio, exceto quando o homem

interfere em sua natureza biogeoquímica e, assim, altera todo o regime hídrico e, conseqüentemente, a biota. Fatores que alteram o deflúvio, vazante e cheia. No entanto, o uso do sensoriamento orbital é fundamental para compreendermos as alterações, fundamentalmente, sobre as margens do rio, principalmente, a mata ripária.

Quaisquer alterações nas matas ciliares que compõem a bacia hidrográfica do Submédio São Francisco, interfere em seu ciclo hidrológico, bem como na manutenção da vida. Os efeitos além de naturais são, também de natureza social, pois envolve a agricultura, a pecuária, a agroindústria, a pesca, abastecimento de água, qualidade da água e as comunidades ribeirinhas que dele dependem para a sua subsistência.

A existência ou não da mata ripária da bacia de acordo com a fisiografia analisada está diretamente relacionado com o uso do solo. Cidades às margens, tendem a escoar seus esgotos para o seu leito, interferindo no ecossistema local. O desmatamento e as queimadas desnudam o solo, aumentando a tensão superficial da água, deixando-a turva e inapropriada para o consumo. Fator que prejudica também a pesca.

A retirada da mata ciliar, provoca a perda da biodiversidade (FERREIRA; DIAS, 2004), uma vez que as espécies saem de seu local, deixando a fauna do lugar. Nesse sentido, é necessário intervir e evitar além do assoreamento, a perda do corredor ecológico e as alterações na cadeia alimentar, bem como o controle ecológico natural das espécies.

Há uma preocupação mundial, porque os recursos naturais são degradados à medida que aumenta a população (FERREIRA; DIAS, 2004). A demanda tem suscitado por parte dos governos locais a criação e reformulação de seus marcos legais na tentativa de preservar o meio ambiente.

Apesar da disputa entre ambientalistas e ruralistas, o Código Florestal do Brasil a Lei nº. 12.651/12 em substituição a Lei 4771/65, alterado pela Lei 12.727 de 2012 traz em ambos os textos a obrigatoriedade de preservar permanentemente a área de mata ciliar com cobertura vegetal ou não.

A Lei 12.651/12 estabelece no art. 3º, II, a Área de Preservação Permanente (APP) está relacionada à vegetação ribeirinha. Reitera a sua importância à manutenção dos recursos hídricos. Logo, é necessário protegê-la. Apesar de haver particularidades de acordo com a largura do corpo hídrico, conforme o art. 4º.

A zona ripária funciona como uma proteção (BATTILANI, DIAS E SOUZA 2005). Os defensivos agrícolas comumente usados são impedidos de entrarem no leito, uma vez que a mata ciliar favorece a sua proteção. O Velho Chico, como também é conhecido o rio São Francisco, é um dos mais importantes rios do Brasil e para a região Nordeste é o alimento de muitas famílias. Fonte de desenvolvimento econômico regional, através da fruticultura irrigada e ainda é responsável pelo abastecimento de energia.

Trata-se de um rio perene que atravessa os biomas da caatinga, cerrado e mata atlântica sob os climas árido, semiárido e úmido cujo regime fluvial oscila durante o ano em virtude da irregularidade das chuvas. São predominantemente no verão, originado nos estados de Bahia, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal. Apresenta quatro perfis fisiográficos: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Submédio São Francisco (área de análise) e Baixo São Francisco.

O Sensoriamento Remoto (SR) por imagem orbital é um mecanismo facilitador da análise da variável ambiental como é o caso da mata ciliar. Assim, Conforme Berté (2012), a variável deve ser dimensionada. Essa ferramenta pode realizar isso, porque é possível analisar grandes áreas.

Por outro lado, quando o homem se percebe no mesmo nível trófico, como relata Berté (2012), engloba-se no biocentrismo. Homem e natureza iguais. Assim, recorrer ao sensoriamento remoto orbital, pode gerenciar melhor o meio ambiente. Apesar de haver uma perspectiva mais holística de análise do meio. A vida em sentido amplo não está apenas no sentido biocêntrico, mas de forma transcendental, porque toda expressão e qualquer forma de vida devem ser continuadas.

Nos últimos 30 anos o avanço da técnica foi extraordinário. A tecnologia tornou o mundo menor, porque encurtou as distâncias, além de superexplorar os recursos naturais, ainda que tenha provocado a saturação e escassez dos mesmos. No entanto, tecnologia pode tornar os processos produtivos e exploratórios sobre as margens de um rio menos impactante, desde que analise e identifique áreas críticas.

De outra forma, Os marcos legais como a Lei nº 6.938, de agosto de 1981, que trata da Política Nacional de Meio Ambiente, conforme artigo 3º, inciso II, “degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente”, além dos demais

supracitados, bem como, a Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), o sensoriamento remoto da mata ciliar no Submédio do Rio São Francisco pode auxiliar e, assim corroborar para o artigo 6º, inciso I, da Lei anterior, na “prevenção e a precaução” dos processos depredatórios.

Assegura, também, De acordo com a Lei nº 9.433/1997 que trata Política Nacional de Recursos Hídricos, art. 2º, inciso I “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. A preservação da mata ciliar e conservação é uma preocupação global. O sensoriamento remoto orbital da análise da mata ciliar é um facilitador dessas perspectivas.

Para o estudo de recursos naturais há importantes índices de vegetação. São modelos matemáticos com características próprias. Permitem, desde que se observe as características do objeto de estudo, assim como o que se pretende investigar (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012; SANTANA, *et al.*, 2019). Como as interferências atmosféricas.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), mostra-se eficaz (BEZERRA, *et al.*, 2019; JIANG; HUETE, 2010). Sem deixar de considerar variáveis importantes, além do ambiente, as características do sensor, da fitomassa. Apesar dos índices de estudo de vegetação possuírem fatores limitantes, é possível associá-los a outras variáveis como temperatura e precipitação.

Identificar através do Sensoriamento Remoto (SR) as possíveis alterações ocorridas na vegetação ribeirinha do Submédio São Francisco, com ênfase na Região Integrada de Desenvolvimento Econômico – RIDE. Para tanto, objetivou-se: conhecer o sensoriamento remoto como instrumento de análise da vegetação ciliar, a partir dos índices de vegetação (IVs); verificar a relação entre geotecnologias com destaque ao Sensoriamento Remoto (SR) na gestão de recursos naturais, como as APPs de mata ciliar e o uso de (IA); analisar a mata ciliar, apresentar e indicar as suas possíveis alterações com o auxílio do sensoriamento remoto.

ÍNDICES DE VEGETAÇÃO POR SENSORIAMENTO REMOTO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE LITERATURA

Elidinaldo da Silva Leite

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e
Gestão Socioambiental (UNEB/DTCS/PPGEcoH)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2715-5144>
E-mail: elileiteleite@gmail.com

Ricardo José Amorim Rocha

Professor Adjunto da Universidade do Estado da Bahia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e
Gestão Socioambiental (UNEB/DTCS/PPGEcoH)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9527-2751>
E-mail: ramorim@uneb.br

RESUMO

O estudo da vegetação por meio dos índices de vegetação (IVs) através do Sensoriamento Remoto é bastante utilizado na compreensão da vegetação. É necessário conhecer a interação da radiação eletromagnética na superfície. Existe muitos índices com diversas aplicabilidades para vencer as interferências do meio sobre o objeto. A pesquisa é um Mapeamento Sistemático (MS). O objetivo desse artigo foi conhecer o Sensoriamento Remoto (SR) como instrumento de análise da vegetação ciliar, a partir dos índices de vegetação. A pesquisa foi realizada no banco de dados tanto da *Scielo* quanto do *Google Scholar*, por meio da *string* de busca: *sensoriamento remoto AND vegetação*, conforme protocolo de pesquisa, segundo Petersen (*et al.*, 2008). Iniciada em outubro de 2019 e finalizada em abril de 2020. O banco de dados *Google Scholar*, reportou 1680 resultados, com 150 artigos em Língua Portuguesa, 40 em Língua Inglesa; *Scielo*, 109 iniciais, 14 em Língua Portuguesa e 19 em Língua Inglesa. Após critérios de inclusão e exclusão, permitiu chegar a um total de 101 artigos. Disso resultou 54% com dados sobre Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), 17% com Índice de Vegetação Realçado (EVI), 7% com Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI), 6% com Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), 3% com Índice de Condição da Vegetação (VCI), 3% com Índice de Área Foliar (IAF) e os demais 1%. Há, portanto, uma tendência em utilizar o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI).

Palavras-chave: sensoriamento remoto (SR); mapeamento sistemático (MS); índices de vegetação (IVs).

REMOTE SENSING VEGETATION INDICES: A SYSTEMATIC MAPPING OF LITERATURE

ABSTRACT

The study of plant life by means of vegetation indices (VI), through remote sensing (RS), is widely used in the understanding of vegetation. It is necessary to understand the interaction of electromagnetic radiation on the surface. There are many indices with various applications to

overcome the interferences of the environment on the object. The research is a Systematic Mapping (SM). The objective of this paper was to know the Remote Sensing (RS) as a tool to analyse the riparian vegetation, from vegetation indices. The research was carried out in the Scielo and Google Scholar databases, using search string: remote sensing AND vegetation, according to research protocol, according to Petersen (*et al.*, 2008). Starting out in October 2019 and finished in April 2020. The Google Scholar database reported 1680 results, with 150 articles in Portuguese, 40 in English: Scielo, 109 initial, 14 in Portuguese and 19 in English. After checking the inclusion and exclusion criteria, it was possible to reach a total of 101 articles. Of this result, 54% with data on Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), 17% with Enhanced Vegetation Index (EVI), 7% with Normalized Difference Water Index (NDWI), 6% with Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), 3% with Vegetation Condition Index (VCI), 3% with Leaf Area Index (LAI) and the remaining 1%. Therefore, this tendency to use the Normed Difference Vegetation Index (NDVI) is observed.

Keywords: remote sensing (RS); systematic mapping (MS); vegetation indices (IV).

INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto, conjunto de técnicas empregadas para a análise de áreas ou fenômenos, sem necessariamente, ter contato com o objeto. Isso é uma visão simplista. No entanto, Novo (2010) assevera que há incongruência entre os estudiosos acerca de uma conceituação. Isso é unânime entre diversos pesquisadores e que a definição é mais abrangente do que descrito inicialmente (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPPLICH, 2012). Trata-se de uma ferramenta que surgiu do avanço da tecnologia (SILVA, 2020), principalmente, da Engenharia Espacial.

Bastante empregado na análise de recursos naturais. Permite por meio de uma visão ampla ou sinóptica sobre o objeto de estudo, a análise por meio de procedimentos (SILVA, 2020). Técnicas adquiridas com o auxílio de áreas como Matemática, Biologia, Física, Química, dentre outras. Por conseguinte, permite extrair as informações necessárias de acordo com as características tanto do meio quanto do satélite usado e a capacidade de obtenção de dados do sensor (NOVO, 2010).

O conhecimento sobre sensoriamento remoto tem sido construído desde século XIX, bastante usado cada vez mais no enfrentamento de questões ambientais. Apesar de um tanto complexo, permite maior dinamismo de estudo em relação a vida na Terra (SILVA; PESTANA; MARTINS, 2019; ARAÚJO; ACCYOLI, 2019). Os recursos naturais podem ser mais observados, como também analisados em escala multitemporal, porque os problemas ambientais são estudados no tempo e no espaço.

O mundo técnico requer que as habilidades em responder acerca dos reveses ambientais sejam dadas de forma bastante hábil. O estudo por plataformas orbitais pode fornecer tais perspectivas. As técnicas foram aprimoradas ao longo do tempo para responde as necessidades da sociedade em relação ao meio (NOVO, 2010; ARAÚJO; ACCYOLI, 2019). Essa urgência tem relação na capacidade que a humanidade tem em explorar os recursos naturais.

O uso de sensores orbitais traz inúmeros benefícios (LIMA *et al.*, 2020). É possível realizar o estudo de grandes áreas seja por resolução espacial, radiométrica ou espectral. Métodos que não se encerram em si. Devem ser observados de acordo com a finalidade do estudo (NOVO, 2010). Pode apresentar um custo acessível, pois algumas imagens podem ser obtidas sem ônus. Qualidades e benefícios relacionados ao sensoriamento remoto orbital (MEDEIROS *et al.*, 2019).

Os instrumentos de análise espacial são muito sofisticados (DAMBRÓS, 2020). São ferramentas que fazem parte da ciência espacial. Indispensáveis para o estudo de grandes áreas. Uma vez que é bastante utilizada para mapear, extrair informações, mensurar e correlacionar dados, através do estudo da radiação eletromagnética (NOVO, 2010).

O estudo da vegetação por meio do sensoriamento remoto requer uma série de conhecimentos técnicos para saber qual método de análise obtém melhor as informações necessárias sobre a área estudada (NOVO, 2010; SILVA, 2020). A escolha do índice de vegetação é importante de acordo com as propriedades físico-químicas do objeto, bem como sua finalidade. Haja vista vencer as interferências que pode incorrer sobre a energia radiante.

É necessário um estudo mais pormenorizado à compreensão da interação da radiação eletromagnética à vegetação. Dessa forma, um mapeamento sistemático, por ser uma pesquisa criteriosa, garante que as informações ali contidas, foram obtidas através de uma rigorosa seleção das fontes, semelhante a revisão sistemática (LIMA; PINTO; FARIAS, 2020). Há um protocolo de pesquisa que norteia o estudo e a escolha das referências bibliográficas.

O mapeamento sistemático é bastante empregado na atualidade, pois é mais criterioso do que os estudos de revisão de literatura, pois seguem parâmetros que permitem sumarizar os dados e quantificá-los (BERG; MOLIN; NANAVATI, 2019). Seguir um roteiro de pesquisa, qualifica os dados da pesquisa, porque não foram levantados aleatoriamente.

A criticidade de análise dos dados através de um rigor técnico e científico são um dos elementos primordiais para um excelente mapeamento sistemático. Sem a perspectiva do rigor

científico, não há sumarização dos dados (CORDEIRO *et al.*, 2007). Por outro lado, como assevera Wolni (*et al.*, 2019) há a isenção do autor sobre análise de dados que poderá servir à posteridade como novas possibilidades de estudo.

Há um grande volume de dados científicos em diversas áreas da ciência. Logo, o mapeamento sistemático faz-se necessário, pois é mais criterioso do que as revisões de literatura tradicionais. Por outro lado, permite conhecer o estado atual do objeto de estudo, bem como a possibilidade de obter novos métodos ou técnicas de análise. Permite ainda, uma visão geral sobre o assunto além de quantificá-lo, como também relacionar dados que podem identificar novas perspectivas de estudo (SILVA; SOARES; MOURA, 2019; BERG; MOLIN; NANAVATI, 2019; WOLNI *et al.*, 2019; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015).

O objetivo desse artigo científico foi conhecer o sensoriamento remoto como instrumento de análise da vegetação ciliar, a partir dos índices de vegetação, através do mapeamento sistemático, conforme Petersen (*et al.*, 2008). Para tanto, identificou os índices de estudo sobre vegetação dentro de um período de cinco anos de acordo com protocolo de pesquisa. Dessa forma, responder à pergunta de pesquisa (PP): Quais os principais índices usados em sensoriamento remoto orbital, com ênfase àqueles aplicados na análise de vegetação? Torna-se relevante conhecê-los, porque são fundamentais no enfrentamento das questões ambientais.

1. BREVE EXPOSIÇÃO ACERCA DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO CATALOGADOS

O comportamento da radiação eletromagnética está associado ao que ocorre na estrutura da folha onde na região de visível do espectro eletromagnético possui baixa reflectância. Por outro lado, sabe-se que na região do infravermelho próximo, há alta reflectância. A textura da vegetação é um fator que contribui para que a radiação solar, quando atingir o alvo, possa adquirir variadas feições em diversas bandas do espectro eletromagnético. A finalidade é compreender esses comportamentos, pois existe diversos índices que serve de estudo à vegetação por sensoriamento remoto (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

Em muitos dos estudos de vegetação por sensoriamento remoto, existe a possibilidade de associar os índices existentes em estudo de vegetação por meio orbital com outros índices

(GOMES, *et al.*, 2019). No entanto, é necessário levar em consideração as formas do objeto que será estudado (SANTANA *et al.*, 2019). Além da geometria do objeto analisado, as condições atmosféricas e ângulo de observação são também atributos relevantes.

Cada índice de vegetação tem características próprias como descritos no **Quadro 1** e **Quadro 2**. Assim, o objetivo é diminuir a ação dos fatores limitantes do meio, como a declividade e a iluminação. A região do visível quanto na região do infravermelho próximo a radiação eletromagnética adquire valores dicotômicos. Essa diversidade de índices com funções distintas, permite a obtenção de novos dados (PONZONI, SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

Estudo de análise de vegetação por sensoriamento remoto orbital, tornou-se uma constante. A causa máxima disso está nas problemáticas ambientais. Eventos ocorridos em grande escala, exige ferramentas adequadas cuja finalidade está na manutenção dos tipos de vegetação (TRENTIN; TRENTIN; SALDANHA, 2019; JIANG; HUETE, 2010). Logo, é possível estimar o tamanho vegetativo de um determinado lugar e o vigor por meio da assinatura espectral. São diversas as possibilidades, pois os dados relacionados são usados na aquisição de novos conhecimentos. São dados obtidos a partir das interações matemáticas (FILGUEIRAS *et al.*, 2019).

Quadro 1-Tipos de índices/representação matemática

Índice	Representação matemática	Referência bibliográfica
NDVI	$NDVI = (NIR - R)/(NIR + R)$	Souza (<i>et al.</i> , 2019)
TVDI	$(Ts - T_{smin})/(a + b \cdot NDVI - T_{smin})$	Souza (<i>et al.</i> , 2019)
IVV	$IVVi(\%) = \frac{Vi}{P} \times 100$	Santos; Nucci (2019)
ICV	$ICVi(\%) = \frac{CVi}{A} \times 100$	Santos; Nucci (2019)
VSWI	$VSWI_{ijk} = \frac{0,02(LST_{ijk})}{0,001(NDVI_{ijk})}$	Cunha(<i>et al.</i> , 2018)
SR	$SR = \frac{\rho IVP}{\rho V}$	Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich (2012)
EVI	$EVI = G(NIR - Vermelho)/(L + NIR + C1vermelho - C2 azul)$	Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich (2012)
SAVI	$SAVI = [(1 + L)(NIR - RED)]/NIR + RED + L$	Miguel (<i>et al.</i> , 2015)
VCI	$VCI = \frac{(NDVI - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} \times 100$	Gomes (<i>et al.</i> , 2019)
ARVI	$ARVI = (pnir - prb)/(pnir + prb)$	Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich (2012)
IAF	$IAF = \frac{-\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91}$	Santos (<i>et al.</i> , 2018)
NDWI	$NDWI = \frac{(\rho_{vd} - \rho_{ivp})}{(\rho_{vd} + \rho_{ivp})}$	Oliveira; Candeias; Tavares Júnior (2019)

MCARI	$MCARI = [(R_{700} - R_{670}) - 0,2(R_{700} - R_{550})](R_{700}/R_{670})$	Martins; Galo (2015)
TCARI	$TCARI = 3[(R_{700} - R_{670}) - 0,2(R_{700} - R_{550})](R_{700}/R_{670})$	Martins; Galo (2015)

Fonte: os autores – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Ressecamento da Vegetação por Temperatura (TVDI), Índice de Visual Verde (IVV), Índice de Cobertura Vegetal (ICV), Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI), Índice de Razão Simples (SR), Índice de Vegetação Realçado (EVI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Condição da Vegetação (VCI), Índice de Vegetação Resistente à Atmosfera (ARVI), Índice de Área Foliar (IAF), Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI), Índice da Taxa de Absorção da Clorofila Modificada (MCARI), Índice de Reflectância de Absorção de Clorofila Transformada (TCARI).

Quadro 2 – Índices complementares/Representação matemática

Índice	Representação matemática	Autor
GNDVI	$GNDVI = \frac{PNIR - Pgreen}{PNIR + Pgreen}$	Souza & Ponzoni (1998)
MVI	$MVI = \frac{PNIR - PSWIR}{PNIR + PSWIR}$	Souza & Ponzoni (1998)
DVI	DVI=PNIR-Pred	Clevers (1988)

Fonte: Adaptado de Alba (*et al.*, 2017) – Índice de Vegetação Verde Normalizado (GNDVI), Índice de Umidade da Vegetação (MVI), Índice de Diferença da Vegetação (DVI).

3 METODOLOGIA

Trata-se de um mapeamento sistemático. É um modelo eficaz que serve tanto para identificar, por meio de critérios, possíveis descobertas sobre qualquer temática perscrutada e, ainda propor novos conhecimentos metodológicos e conceituais à medida que identifica, quantifica e categoriza os dados levantados. É tão fundamental quanto uma revisão sistemática. Segue parâmetros através de um protocolo como a revisão sistemática que direciona o levantamento de dados (LIMA; PINTO; FARIAS, 2020; CORDEIRO *et al.*, 2007). Contudo, com finalidade e extensão diferentes (PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). No entanto, tem sido amplamente usado pois permite a obtenção mais abrangente de uma determinada área de estudo.

Sistematizar os dados é necessário (LIMA; PINTO; FARIAS, 2020; GUSENBAUER; HADDAWAY, 2019). O avanço das ciências exige que o estudo bibliográfico passe pelo escopo do exame cada vez mais investigativo. Logo, o estudo de dados é um requisito de investigação e deve ser fundamentado (RIBEIRO; PLONSKI, 2020). No entanto, a análise numérica dos dados não é uma regra. Assim, essa forma de análise, adquire mais rigor científico do que uma revisão bibliográfica (CORDEIRO *et al.*, 2007).

Este mapeamento sistemático seguiu o modelo de Petersen (*et al.*, 2008), no qual é composto por cinco etapas estruturadas nas seções subsequentes: (3.1) questões de pesquisa, (3.2) condução da busca, (3.3) análise dos artigos, (3.4) classificação dos artigos e (3.5) extração dos dados e mapeamento.

3.1 Questão de pesquisa

O mapeamento sistemático tem por objetivo responder a seguinte pergunta de pesquisa (PP):

- Quais os principais índices usados em sensoriamento remoto, principalmente aqueles que são aplicados na análise de vegetação?

3.2 Condução de busca

Para tanto, a pesquisa foi realizada por meio da análise do banco de dados tanto da *Scielo* quanto do *Google Scholar*, porque cada banco de dados apresenta distintos resultados, assim como requerem mecanismos de análise diferenciados (GUSENBAUER; HADDAWAY, 2019). Por conseguinte, faz-se necessário a *string* de busca (RIBEIRO; PLONSKI, 2020). Foi usado, portanto, a mesma *string* nas duas bases de dados. O estudo iniciou em outubro de 2019 e finalizou em abril de 2020.

O algoritmo de busca é formado pela combinação das palavras-chave, nas quais foram submetidas nos banco de dados (*Google Scholar* e *Scielo*). Os resultados foram quantificados e categorizados em Planilha do Excel e Word com artigos entre 2015 a 2020. Objetivou-se pela lógica booleana AND, para que os trabalhos analisados tenham uma ou outra palavra, como demonstra **Figura 1**. Isso possibilita, ampliar os resultados da investigação (GUSENBAUER; HADDAWAY, 2019). Para tanto, não foi definido em que local do artigo a *string* de busca deveria estar (título, resumo, palavra-chave).

Figura 1 – Expressão de busca

Sensoriamento Remoto AND Vegetação

Fonte: os autores

3.3 Análise dos artigos

Cada artigo foi comparado aos trabalhos existentes entre cada banco de dados, bem como foram comparados entre si, com a finalidade de encontrar artigos duplicados tanto na Língua Inglesa quanto na Língua Portuguesa e assim organizados em planilha contendo o ano de publicação, o Qualis (conhecido como Qualis-Periódicos, Qualis/Capes-sistema brasileiro de avaliação de periódicos) e a referência bibliográfica para posterior leitura, exclusivamente, dos resumos. Os artigos foram submetido aos critérios de inclusão e exclusão da **Tabela 1**. Artigos duplicados foram considerados uma única vez, porque a caracterização dos dados são indispensáveis (LIMA; PINTO; FARIAS, 2020; GUSENBAUER ; HADDAWAY, 2019).

Tabela 1- Critérios de inclusão e exclusão

Critério de inclusão
5 anos de intervalo/2015-2020
Área de avaliação interdisciplinar
Artigos na língua inglesa
Artigos na língua Portuguesa
Qualis A1, A2, B1 a B2
Artigos
Critério de exclusão
Capítulos
Dissertação
Monografia
Livros/e-books
Artigos na Língua espanhola
Leis, Portarias e Decretos
Páginas inacessíveis
Qualis B3,B4,B5,C
Relatórios
Resumos
Teses

Fonte: os autores

3.4 Classificação dos artigos

Foi utilizado o *International Standard Serial Number* (ISSN) dos artigos na Plataforma Sucupira para identificar se os mesmos pertencem, especificamente, a área de avaliação interdisciplinaridade, com classificação Qualis A1, A2, B1, B2. Tais critérios foram

considerados, porque os artigos científicos assim classificados possuem mais rigor científico. Em seguida, a necessária categorização dos dados (GUSENBAUER; HADDAWAY, 2019; RIBEIRO; PLONSKI, 2020; CORDEIRO *et al.*, 2007; LIMA; PINTO; FARIAS, 2020).

Artigos repetidos ou duplicados foram categorizados em planilha uma única vez. Em seguida, documentados e quantificados como os demais, porque o rigor metódico são procedimentos indispensáveis em uma análise (GUSENBAUER; HADDAWAY, 2019; RIBEIRO; PLONSKI, 2020; CORDEIRO *et al.*, 2007; LIMA; PINTO; FARIAS, 2020). O resultado de cada banco de dados foi categorizado. Foi feito através da estatística descritiva para, finalmente, contrapor os resultados.

3.5 Extração dos dados

A aplicação da *string* de busca *sensoriamento remoto AND vegetação* aplicado tanto no banco de dados do *Google Scholar* quanto da *SciELO*, apresentaram os seguintes resultados, conforme descrito na **Tabela 2 e Tabela 3**.

Tabela 2- Resultado de busca no Google Scholar/dados preliminares

String de busca	Início	Término
sensoriamento remoto AND vegetação	24/10/19	28/11/19
Resultados	1680	1770

Fonte: os autores

Tabela 3- Resultado de busca/ SciELO/dados preliminares

String de busca	Início	Término
sensoriamento remoto AND vegetação	11/02/2020	12/02/2020
Resultados	109	109

Fonte: os autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada página do *Google Scholar* reportava 20 resultados. Isso só foi possível até a página 48, porque a página 49 só reportou 19, chegando a um total de 979 resultados, conforme **Tabela**

4. No entanto, para atingir um total de 1680, a plataforma *Google Scholar* deveria manter 20 respostas em cada página até a página 84. Isto só foi possível até a página 50, onde não foram apresentados resultados. No final das categorizações dos trabalhos encontrados, 1770 novos resultados.

Os primeiros resultados como descrito na **Tabela 4**, o Qualis foi descrito e os dados categorizado. Muitos dos quais, nessa etapa, pouco relevante à pesquisa, conforme critérios de inclusão/exclusão. Cada um ficou dentro de um atributo, segundo levantamento realizado.

Foi possível obter o resultado de busca “Qualis não encontrado” na Plataforma Sucupira, porque quando inseria o ISSN (*International Standard Serial Number*), não era mostrado em nenhum resultado, nenhuma classificação. Apesar de o trabalho ser aberto. Alguns não apresentava DOI (*Digital Object Identifier*) nem dados bibliográficos. Três desses estavam na Língua Espanhola do total apresentado na **Tabela 4**.

Muito dos “resumos”, eram trabalhos publicados em simpósios e congressos. Inclusive 04 sem data de publicação e 02 na Língua Espanhola do valor descrito (**Tabela 4**). De outro modo, os trabalhos descritos “sem Qualis para interdisciplinar”, tratava-se de trabalhos que não apresentava Qualis na área interdisciplinar, no entanto apresentavam Qualis em outros estratos.

Não foi obtido nenhum resultado em “página inacessível”, porque o servidor não executava o *link*. Exigia que estivesse logado a uma instituição de ensino. Os demais: dissertação, monografia, tese, relatórios, capítulos, e-books e Lei não apresentaram nenhuma dificuldade para categorizá-los, bem como os artigos científicos para classificá-los.

Tabela 4-Resultado de busca Google Scholar-Quantidades de trabalhos por critérios

Crítérios	Quantidade
Lei municipal	01
C	05
A2	05
A1	07
Relatório	08
E-Book	09
Página inacessível	11
B5	26
Capítulo de livro	29
Tese	35
Sem Qualis para interdisciplinar	52
B1	58
B4	78
B3	82
Monografia	88

Qualis não encontrado	87
Dissertação	89
B2	137
Resumo	172
TOTAL	979

Fonte: os autores

Dessa forma, dos 979 trabalhos classificados (**Tabela 4**), 207 artigos se apresentavam dentro dos critérios inclusão/exclusão (**Tabela 1**). E assim, restaram 190 artigos dos resultados apresentados na **Tabela 5** e **Tabela 6**, com 17 excluídos.

Portanto, os trabalhos encontrados na Língua Portuguesa, encontram-se quantificados como mostra a **Tabela 5** do banco de dados *Google Scholar* com mais artigos no Qualis B2, B1, A2. No entanto, existe mais artigos duplicados no Qualis B1. Esse resultado, refere-se aos artigos, após comparados entre si. Um total de 150.

Tabela 5-Resultado de busca-Quantidade de artigos na Língua Portuguesa/Google Scholar

Qualis	Quantidade	Duplicados
A1	-	-
A2	02	-
B1	26	08
B2	110	04
TOTAL	138	12

Fonte: os autores

Os trabalhos na Língua Inglesa encontrados, estão quantificados em relação a **Tabela 4**, tanto os dados duplicados quanto os não duplicados do banco de dados do *Google Scholar*, de acordo com a **Tabela 6**. Um total de 40 trabalhos. A maior parte pertence ao Qualis B2.

Tabela 6-Resultado de busca/Google Scholar-Quantidade de artigos na Língua Inglesa

Qualis	Quantidade	Duplicados
A1	05	1
A2	03	-
B1	10	3
B2	17	1
TOTAL	35	5

Fonte: os autores

Com o banco de dados da *Scielo*, os resultados são descritos na **Tabela 7**. Portanto, uma quantidade bastante inferior quando comparados com os dados do *Google Scholar* (**Tabela 5** e **Tabela 6**). No entanto, apesar de ter apresentado um resultado de 109 trabalhos (**Tabela 3**). Somente foi possível aproveitar dentro dos critérios estabelecidos de inclusão e exclusão da **Tabela 1**, o quantitativo de trabalhos em Língua Portuguesa expressos na **Tabela 7**, sem resultado duplicado, na qual a maior parte dos artigos, encontra-se no qualis B1.

Tabela 7-Resultado de busca-Quantidade de artigos na Língua Portuguesa- banco de dados Scielo

Qualis	Quantidade	Duplicados
A1	-	-
A2	02	-
B1	09	-
B2	03	-
TOTAL	14	-

Fonte: os autores

O quantitativo de artigos na Língua Inglesa do banco de dados da *Scielo*, apresentou como resultados (**Tabela 8**). Números inferiores ao quantitativo de artigos do *Google Scholar*/Língua Inglesa (**Tabela 6**). A maior parte está no Qualis B1.

Tabela 8-Resultado de busca-Quantidade de artigo na Língua Inglesa- banco de dados Scielo

Qualis	Quantidade	Duplicados
A1	-	-
A2	-	-
B1	14	-
B2	05	-
TOTAL	19	-

Fonte: os autores

Portanto, dos 109 artigos apresentados (**Tabela 3**), somente 33 estavam dentro dos critérios de inclusão e exclusão (**Tabela 1**). Sendo assim, 76 artigos excluídos. Para tanto, a plataforma *Google Scholar* e banco de dados *Scielo* resultaram em 93 exclusões.

Apesar de ter mais artigos duplicados o banco de dados do *Google Scholar*, em relação ao banco de dados *Scielo*. É o resultado do grande volume de artigos indexados. A base de dados da *Scielo*, não apresentou nenhum duplicado. No entanto, não apresentaram, artigos no Qualis A1. A maior quantidade de artigos encontrado no *Google Scholar* foi Qualis B2, *Scielo* B1, conforme relação **Quadro 3**.

Quadro 3- Dados comparados

Língua Portuguesa/Google Scholar			Língua Portuguesa- banco de dados Scielo		Quantidade
Qualis	Quantidade	Duplicados	Quantidade	Duplicados	
A1	-	-	-	-	-
A2	02	-	02	-	04
B1	26	08	09	-	43
B2	110	04	03	-	117
TOTAL					164

Fonte: os autores

O banco de dados do *Google Scholar* e *Scielo* em relação a Língua Inglesa, há uma maior quantidade de artigos indexados na plataforma acadêmica da *Google Scholar*, bem como de duplicados. Em relação a isso, banco de dados da *Scielo*, não foi possível encontrar artigos com Qualis A1 e A2. Maior quantidade de artigos publicados em B2/ *Google Scholar*; na *Scielo* B1, conforme **Quadro 4**.

Quadro 4- Dados comparados

Língua Inglesa/Google Scholar			Língua Inglesa- banco de dados Scielo		Quantidade
Qualis	Quantidade	Duplicados	Quantidade	Duplicados	
A1	05	1	-	-	06
A2	03	-	-	-	03
B1	10	3	14	-	27
B2	17	1	5	-	23
TOTAL					59

Fonte: os autores

Após a classificação dos artigos científicos, cada resumo foi lido (**Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8**), para extrair dados que respondam à pergunta de pesquisa (PP). Os dados foram relacionados com Qualis de acordo com o índice vegetação por sensoriamento remoto apresentado.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é o mais citado em artigos do **Quadro 5**, com Qualis B2, seguido do Qualis B1. No mesmo quadro, o Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI) é o segundo mais utilizado, seguido pelo Índice de Realce da Vegetação (EVI), Índice de Condição da Vegetação (VCI) e do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI).

Quadro 5- Relação de índices por Qualis/**Tabela 5** - quantidade

Qualis	NDVI	VCI	EVI	TVDI	SAVI	IAF	IVV	VSWI	SR	MVI	GNDVI	DVI	ARVI	NDWI	ICV	MCARI	TCARI
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
A2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
B1	7	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	14	2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
TOTAL	22	3	4	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	5	1	0	0

Fonte: os autores – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Condição da Vegetação (VCI), Índice de Vegetação Realçado (EVI), Índice de Ressecamento da Vegetação por Temperatura (TVDI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Área Foliar (IAF), Índice de Visual Verde (IVV), Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI), Índice de Razão Simples (SR), Índice de Umidade da Vegetação (MVI), Índice de Vegetação Verde Normalizado (GNDVI), Índice de Diferença da Vegetação (DVI), Índice de Vegetação Resistente à Atmosfera (ARVI), Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI), Índice de Cobertura Vegetal (ICV), Índice da Taxa de Absorção da Clorofila Modificada (MCARI), Índice de Reflectância de Absorção de Clorofila Transformada (TCARI).

A quantidade de índices citados no **Quadro 6** é menor do que a quantidade daqueles citados no **Quadro 5**, com pouca diversidade de índices de vegetação por sensoriamento remoto.

Quadro 6- Relação de índices por Qualis/**Tabela 5** duplicados

Qualis	NDVI	VCI	EVI	TVDI	SAVI	IAF	IVV	VSWI	SR	MVI	GNDVI	DVI	ARVI	NDWI	ICV	MCARI	TCARI
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: os autores – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Condição da Vegetação (VCI), Índice de Vegetação Realçado (EVI), Índice de Ressecamento da Vegetação por Temperatura (TVDI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Área Foliar (IAF), Índice de Visual Verde (IVV), Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI), Índice de Razão Simples (SR), Índice de Umidade da Vegetação (MVI), Índice de Vegetação Verde Normalizado (GNDVI), Índice de Diferença da Vegetação (DVI), Índice de Vegetação Resistente à Atmosfera (ARVI), Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI), Índice de Cobertura Vegetal (ICV), Índice da Taxa de Absorção da Clorofila Modificada (MCARI), Índice de Reflectância de Absorção de Clorofila Transformada (TCARI).

No **Quadro 7**, o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) se mantém em maior quantidade com Qualis B2. Por outro lado, o Índice de realce da Vegetação (EVI), retorna a ser citado, destacando-se em segundo.

Quadro 7- Relação de índices por Qualis/**Tabela 6** - quantidade

Qualis	NDVI	VCI	EVI	TVDI	SAVI	IAF	IVV	VSWI	SR	MVI	GNDVI	DVI	ARVI	NDWI	ICV	MCARI	TCARI
A1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	10	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: os autores – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Condição da Vegetação (VCI), Índice de Vegetação Realçado (EVI), Índice de Ressecamento da Vegetação por Temperatura (TVDI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Área Foliar (IAF), Índice de Visual Verde (IVV), Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI), Índice de Razão Simples (SR), Índice de Umidade da Vegetação (MVI), Índice de Vegetação Verde Normalizado (GNDVI), Índice de Diferença da Vegetação (DVI), Índice de Vegetação Resistente à Atmosfera (ARVI), Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI), Índice de Cobertura Vegetal (ICV), Índice da Taxa de Absorção da Clorofila Modificada (MCARI), Índice de Reflectância de Absorção de Clorofila Transformada (TCARI).

O índice NDVI, mantém-se. No entanto, apresenta quantidades iguais para o Qualis B1 e B2 no **Quadro 8**. No entanto, para os demais índices nenhuma alteração numérica significativa. A perspectiva se mantém no **Quadro 9** com uma relativa alteração. A maior parte dos artigos com Qualis B1. No entanto, novos resultados apareceram no **Quadro 10**, como, SR, MVI, GNDVI, DVI, ARVI, onde se manteve o Qualis B1. Somente o **Quadro 6** e **Quadro 10** não apresentaram artigos científicos tanto no Qualis A1 e A2.

Quadro 8- Relação de índices por Qualis/**Tabela 6** duplicados

Qualis	NDVI	VCI	EVI	TVDI	SAVI	IAF	IVV	VSWI	SR	MVI	GNDVI	DVI	ARVI	NDWI	ICV	MCARI	TCARI
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
B1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Fonte: os autores – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Condição da Vegetação (VCI), Índice de Vegetação Realçado (EVI), Índice de Ressecamento da Vegetação por Temperatura (TVDI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Área Foliar (IAF), Índice de Visual Verde (IVV), Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI), Índice de Razão Simples (SR), Índice de Umidade da Vegetação (MVI), Índice de Vegetação Verde Normalizado (GNDVI), Índice de Diferença da Vegetação (DVI), Índice de Vegetação Resistente à Atmosfera (ARVI), Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI), Índice de Cobertura Vegetal (ICV), Índice da Taxa de Absorção da Clorofila Modificada (MCARI), Índice de Reflectância de Absorção de Clorofila Transformada (TCARI).

Quadro 9- Relação de índices por Qualis/**Tabela 7** - quantidade

Qualis	NDVI	VCI	EVI	TVDI	SAVI	IAF	IVV	VSWI	SR	MVI	GNDVI	DVI	ARVI	NDWI	ICV	MCARI	TCARI
--------	------	-----	-----	------	------	-----	-----	------	----	-----	-------	-----	------	------	-----	-------	-------

A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	5	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	7	0	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1

Fonte: os autores – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Condição da Vegetação (VCI), Índice de Vegetação Realçado (EVI), Índice de Ressecamento da Vegetação por Temperatura (TVDI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Área Foliar (IAF), Índice de Visual Verde (IVV), Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI), Índice de Razão Simples (SR), Índice de Umidade da Vegetação (MVI), Índice de Vegetação Verde Normalizado (GNDVI), Índice de Diferença da Vegetação (DVI), Índice de Vegetação Resistente à Atmosfera (ARVI), Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI), Índice de Cobertura Vegetal (ICV), Índice da Taxa de Absorção da Clorofila Modificada (MCARI), Índice de Reflectância de Absorção de Clorofila Transformada (TCARI).

Quadro 10- Relação de índices por Qualis/Tabela 8 - quantidade

Qualis	NDVI	VCI	EVI	TVDI	SAVI	IAF	IVV	VSWI	SR	MVI	GNDVI	DVI	ARVI	NDWI	ICV	MCARI	TCARI
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	7	0	4	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
B2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11	0	5	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Fonte: os autores – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Condição da Vegetação (VCI), Índice de Vegetação Realçado (EVI), Índice de Ressecamento da Vegetação por Temperatura (TVDI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Área Foliar (IAF), Índice de Visual Verde (IVV), Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI), Índice de Razão Simples (SR), Índice de Umidade da Vegetação (MVI), Índice de Vegetação Verde Normalizado (GNDVI), Índice de Diferença da Vegetação (DVI), Índice de Vegetação Resistente à Atmosfera (ARVI), Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI), Índice de Cobertura Vegetal (ICV), Índice da Taxa de Absorção da Clorofila Modificada (MCARI), Índice de Reflectância de Absorção de Clorofila Transformada (TCARI).

Após a mensuração dos dados, foi possível obter as frequências, conforme apresentado na **Tabela 9**. Cada índice de vegetação por sensoriamento remoto citado, foi obtido após leitura do resumo dos artigos científicos, em conformidade com os critérios de inclusão e exclusão (**Tabela 1**).

Tabela 9- Frequências absoluta e relativa dos índices de vegetação encontrados

Variável	frequência absoluta (fa)	frequência relativa (fr)	frequência relativa % (fr)
ARVI	1	0,00990099	1%
DVI	1	0,00990099	1%
GNDVI	1	0,00990099	1%
IVV	1	0,00990099	1%
MCARI	1	0,00990099	1%
MVI	1	0,00990099	1%

SR	1	0,00990099	1%
TCARI	1	0,00990099	1%
TVDI	1	0,00990099	1%
ICV	1	0,00990099	1%
VSWI	1	0,00990099	1%
IAF	3	0,02970297	3%
VCI	3	0,02970297	3%
SAVI	6	0,059405941	6%
NDWI	7	0,069306931	7%
EVI	17	0,168316832	17%
NDVI	54	0,534653465	53%
TOTAL	101	1	100%

Fonte: os autores

Entre os índices de vegetação por sensoriamento remoto, Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich (2012), destaca os principais: Índice de Razão Simples (SR), Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Vegetação Ajustada ao Solo (SAVI), Índice de Vegetação Atmosférica Resistente (ARVI), Índice de Vegetação Melhorada (EVI), Índice de Vegetação Perpendicular (PVI), Índice de Monitorização Ambiental Global (GEMI). No entanto, dos resumos dos artigos analisados, nenhum dos dois últimos foi apresentado. O grau de importância está relacionado com o objetivo da investigação, pois Alba (*et al.*, 2017), para além destes, inclui: Diferença Índice de Vegetação (DVI), Diferença Verde Normalizada Índice de Vegetação (GNDVI), Índice de Umidade da Vegetação (MVI), porque existe uma diversidade de índices (MARIN *et al.*, 2019).

5 CONCLUSÃO

Conforme descrito nos dados apresentado, o estudo dos índices de vegetação por sensoriamento remoto, por meio de mapeamento sistemático, permitiu verificar que o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), apresentou 54% dos artigos, seguidos do Índice de Realce da Vegetação (EVI) com 17%, e do Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI) com 7% e o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) com 6%.

O sucesso do NDVI deve se ao fato de ser usado comumente para o estudo climáticos, agrícolas, florestas, vigor das plantas, localização de pragas, mensuração de produtividade. É frequentemente associado a outros índices que não se relacionam diretamente com sensoriamento remoto. Possui, portanto, diversas aplicabilidades.

Apesar de haver uma supervalorização dos índices apresentados, existe uma lacuna de informações científicas sobre os demais índices de vegetação por sensoriamento remoto. Para tanto, é necessários novos mapeamentos sistemáticos (MS) em outras bases de dados.

REFERÊNCIAS

ALBA, E. *et al.* **Spectral characterization of forest plantations with Landsat 8/OLI images for forest planning and management.** Disponível em:<

<http://www.scielo.br/pdf/pab/v52n11/1678-3921-pab-52-11-01072.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

ARAÚJO, V. G.; ACCYOLI, P. **Uso do sensoriamento remoto na estimativa da densidade de povoamentos florestais.** Disponível em:

<<http://www.brazilianjournals.com/index.php/BJT/article/view/6701/5915>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

BERG, R. C.; MOLIN, S.B.; NANAVALI, J. **Women Who Trade Sexual Services from Men: A Systematic Mapping Review.** Disponível

em:<<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00224499.2019.1624680?needAccess=true>>. Acesso em: 29 abr. 2020.

CORDEIRO, A. M. *et al.* **Revisão sistemática:** uma revisão narrativa. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rcbc/v34n6/11.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

CUNHA, A. P. M. A. *et al.* **As Secas entre 1963 e 2017 no Distrito Federal, Brasil.**

Disponível em:

<<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/viewFile/13009/12603>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

DAMBRÓS, G. **Qual o papel das geotecnologias na estruturação de um novo paradigma da Geografia?** Disponível em:

<<http://200.229.32.43/index.php/geografia/article/view/22325>>. Acesso em: 08 abr. 2020.

FILGUEIRAS, R. *et al.* **Variação espaço-temporal da condição da vegetação no interior paulista.** Disponível

em:<https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Filgueiras/publication/335778135_Variacao_espaco-

temporal_da_condicao_da_vegetacao_no_interior_paulista/links/5d7ad15d299bf1d5a970a992/Variacao-espaco-temporal-da-condicao-da-vegetacao-no-interior-paulista.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

GOMES, A. R. S. *et al.* **Estudo da Relação entre a Variabilidade dos Índices de Vegetação e Temperatura da Região Nordeste do Brasil.** Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v34n3/0102-7786-rbmet-34-03-0051.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

GOOGLE SCHOLAR. Disponível em:<<https://scholar.google.com.br/>>. Acesso em: 24 out. 2019.

GUSENBAUER, M.; HADDAWAY, N. R. **Which academic search systems are suitable for systematic reviews or meta-analyses? Evaluating retrieval qualities of Google Scholar, PubMed, and 26 other resources.** Disponível em:<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jrsm.1378>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

JIANG, Z.; HUETE, A. R. **Linearization of NDVI Based on its Relationship with Vegetation Fraction.** Disponível em:<<http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/asprs/00991112/v76n8/s7.pdf?expires=1588532207&id=0000&titleid=72010567&checksum=2002963A79A7C7D390FC2D28FF969FF8>>. Acesso em: 03 mai. 2020.

LIMA, D. A. *et al.* **Identificação e quantificação semiautomática de desmatamento por Sensoriamento Remoto.** Disponível em:<<https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/2721/2220>>. Acesso em: 08 abr. 2020.

LIMA, J. S. PINTO, V. B. FARIAS, M. G. G. **O bibliotecário na gestão de dados de pesquisa: uma revisão sistemática.** Disponível em:<<https://www.seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/90551/56277>>. Acesso em: 08 abr. 2020.

MARIN, D. B. *et al.* **Sensoriamento remoto multiespectral na identificação e mapeamento das variáveis bióticas e abióticas do cafeeiro.** Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rceres/v66n2/0034-737X-rceres-66-02-142.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

MARTINS, G. D.; GALO, M. L. B. T. **Caracterização espectral da cana-de-açúcar infectada por nematoides e *Migdolus fryanus* por espectrorradiometria de campo.** Disponível em:<<https://www.scielo.br/pdf/bcg/v21n4/1982-2170-bcg-21-04-00783.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2020.

MEDEIROS, E. S. S. *et al.* **Predicting plant species richness with satellite images in the largest dry forest nucleus in South America.** Disponível em:<<https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.03.001>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

MIGUEL, E. P. *et al.* **Redes neurais artificiais para a modelagem do volume de madeira e biomassa do cerradão com dados de satélite.** Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/pab/v50n9/1678-3921-pab-50-09-00829.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

NOVO, E. M. L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.

OLIVEIRA, C.B.S.; CANDEIAS, A. L. B.; TAVARES JÚNIOR, R. T. **Utilização de índices físicos a partir de imagens OLI–TIRS para o mapeamento de uso e cobertura da terra no entorno do aeroporto internacional do Recife**. Disponível em:<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/237236/33021>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

PETERSEN *et al.* **Systematic Mapping Studies in Software Engineering**. Disponível em:<<https://www.scienceopen.com/hosted-document?doi=10.14236/ewic/EASE2008.8>>. Acesso em 01 mai. 2020.

PETERSEN, K; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. **Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update**. Disponível em:<<https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

PLATAFORMA SUCUPIRA. Disponível em:<<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

RIBEIRO, A. T. V. B. PLONSKI, G. A. **Educação empreendedora: o que dizem os artigos mais relevantes? Proposição de uma revisão de literatura e panorama de pesquisa**. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7299822>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

SANTANA, N. C. *et al.* **Análise do ângulo de visada no comportamento espectral de imagens modis em áreas de floresta amazônica e cerrado**. Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Osmar_De_Carvalho_Junior/publication/339664875_Analise_do_angulo_de_visada_no_comportamento_espectral_de_imagens_modis_em_areas_de_floresta_amazonica_e_cerrado/links/5e6eb2b5a6fdccf994cd5f69/Analise-do-angulo-de-visada-no-comportamento-espectral-de-imagens-modis-em-areas-de-floresta-amazonica-e-cerrado.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2010.

SANTOS, E. P. *et al.* **Imagens Sentinel-2A e espectrorradiometria aplicada a estudo de pastagens degradadas**. Disponível em:<<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/12979/12573>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

SANTOS, G.; NUCCI, J. **Índice de Cobertura Vegetal e Índice Visual de Verde: indicadores de qualidade ambiental urbana**. Disponível em:<<http://www.scielo.mec.pt/pdf/got/n17/n17a11.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

SCIELO. Disponível em:<<https://scielo.org/>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

SILVA, F. S.; PESTANA, A. L. M.; MARTINS, L. S. **Sensoriamento remoto para detecção de queimadas no cerrado maranhense: uma aplicação no parque estadual do**

mirador. Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/rga/article/view/5759/2747>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

SILVA, Luís Alberto. **Uma revisão de literatura sobre o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) no monitoramento de áreas degradadas por empreendimentos minerários**. Disponível: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12375/8285>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

SILVA, M. D.; SOARES, A. C. B.; MOURA, I. C. **Aplicação de ferramentas computacionais para o desenvolvimento do ensino de crianças com autismo: um Mapeamento Sistemático da Literatura**. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/v27n03351368/6697>>. Acesso em: 29 abr. 2020.

SOUZA, J. C. *et al.* **Dinâmica Espacial e Sazonal da Temperatura, Umidade e Estresse Hídrico em Diferentes Tipos de Cobertura Vegetal**. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/rdg/article/view/144716/154443>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

TRENTIN, C. B.; TRENTIN, A. B.; SALDANHA, D. L. **Relação entre a biomassa da vegetação campestre nativa e dados de sensoriamento remoto orbital**. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/14187/16833>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

WOLNI, S. *et al.* **Thirteen years of SysML: a systematic mapping study**. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10270-019-00735-y.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2020.

APÊNDICE 1- Quantidade de trabalho por critério/ Google Scholar

Páginas	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C	Resumo	Relatório	Dissertação	E-book	Tese	Monografia	Sem Qualis para interdisciplinar	Qualis não encontrado	Página Inacessível	Lei	Capítulo de livro	TOTAL
1		1	3		6	1			3	1	2		1			1			1	20
2			2	8	3				4		1			1	1					20
3			1	2	2	2					2	1	4		1	4			1	20
4			1	1	2	1			6		3	1		2	1	1	1			20
5			1	2	1	1			9		2		1	2					1	20
6			1	2	3	2			4		1		2		2	3				20
7	1		1	1	1	2	2		2		3		1	1	1	4				20
8			1	2		2	1		6		1		1	2	3	1				20
9			1	2	3	3	1		2					4	3	1				20
10				2	3	3	1		3		2			2	2	2				20
11			2	1	3		1		4			1	1		3	3	1			20
12				3	3	2			8				1	2					1	20
13				4	3				3		1		3	1		3	1		1	20

14			1	2		1			10	2	1			2		1			20	
15				2		2	1		13								1		1	20
16			1	1		2			7	1				1		3			4	20
17			1	1	2	2			7		2			1	2	2				20
18			2	5		1			7					2	2				1	20
19			2	5	1	1			5	1	1		2			2				20
20			1	1	1	2	1	1	6		2		1	3		1				20
21			3		3		1	1	4		1		1	2	1	3				20
22			2	3	3	2	1		5		1			1		1			1	20
23			2	1	1	2			6		1		1	2		2	1		1	20
24			1	4	2	1			6		3			2		1				20
25				5	2			1	5		1				3	2			1	20
26				2	1	3	1		4		2		1	3	2	1				20
27			1	4	2	1	3	1	5		2					1				20
28			1	5		2					1		1	2	3	4			1	20
29			1	4	2		1		3		2			2		4			1	20
30				5	3	2			2		3		2	1		2				20
31				6	3	3	2		1					1	2	2				20
32			3	2		1	1		2		4		1	4	1	1				20
33			1	2	1	4			6		2			3		1				20
34			1	3		4			3		4	1	1	2		1				20
35			1	4	1						6	1	2	4				1		20
36	1		1	4	2	4	1				2	1		3	1					20
37		1		4		3	1		2		3		1	3	1	1				20
38				7	2	1	1		1		3		1	3		1				20
39			2	2	2	4	1				1	1		4	2	1				20
40			2	3	2	1			1		2			3		5			1	20
41				3	2	2	1				1			4	2	3			2	20
42		1	2			2	1		1		5		1	1		4			2	20
43				2	2	2		1	2		2			3	1	3			2	20
44				6					1		2			4	2	2	2	1		20
45			2	1	1	1				1	2	1	1	2	2	3	1		2	20
46		1	1	1	2	1	1		3	1	1		1	3	1	2			1	20
47				1	4		1				8		2		2			1	1	20
48	3	1	2	1	2	2				1		1			2	2	1		2	20
49	2		7	5											3	2				19
Total	7	5	58	137	82	78	26	5	172	8	89	9	35	88	52	87	11	1	29	979

Fonte: os autores

Qualis	Ano	Autores	Título de publicação	Dados bibliográficos
B1	2019	GOMES, A. R. S. <i>et al.</i>	Estudo da relação entre a variabilidade dos índices de vegetação e temperatura da Região Nordeste do Brasil	Revista Brasileira de Meteorologia v.34 n.3.
A2	2019	TRENTIN, C. B.; TRENTIN, A. B.; SALDANHA, D. L.	Relação entre a biomassa da vegetação campestre nativa e dados de sensoriamento remoto orbital	<i>GEOgraphia</i> , v. 21, n. 45.
B1	2019	MARIN, D. B. <i>et al.</i>	Sensoriamento remoto multiespectral na identificação e mapeamento das variáveis bióticas e abióticas do cafeeiro	Revista Ceres v.66 n.2.
B2	2019	ROTHMUND, L. D. <i>et al.</i>	Impacto da alteração da cobertura do solo nos parâmetros biofísicos no sul da floresta amazônica por sensoriamento remoto	Revista Brasileira de Climatologia, v. 25, p. 122-137.
B2	2019	PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B.; DUARTE, S. M. A.	Análise ambiental da bacia de drenagem do açude Mucutú/PB utilizando sensoriamento remoto	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.03, p. 1017-1038.
B2	2019	SOUTO, J. I.O. <i>et al.</i>	Padrões temporais da precipitação e variabilidade da vegetação sobre a bacia do rio Iriri em anos de ocorrência do El Niño Oscilação Sul (Temporal patterns of ...	Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n.3, p. 789-800.
B1	2019	RIBEIRO, H. J. <i>et al.</i>	Sensoriamento remoto em ecologia da paisagem: estado da arte	Geociências, v. 36, n. 1, p.257-267.
B2	2019	KUNEN, A. <i>et al.</i>	Contextualização do desenvolvimento urbano do município de Pato Branco-PR nos últimos dez anos a partir de dados de sensoriamento remoto	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.2, p. 681-696.
B2	2019	FILGUEIRAS, R. <i>et al.</i>	Variação espaço-temporal da condição da vegetação no interior paulista	Nativa, v. 7, n. 5, p. 582-588.
B2	2019	OLIVEIRA, C.B.S.; CANDEIAS, A. L. B.; JÚNIOR, J. R. T.	Utilização de índices físicos a partir de imagens OLI-TIRS para o mapeamento de uso e cobertura da terra no entorno do aeroporto internacional do Recife ...	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.3.
B2	2019	SOUZA, J.C. <i>et al.</i>	Dinâmica Espacial e Sazonal da Temperatura, Umidade e Estresse Hídrico em Diferentes Tipos de Cobertura Vegetal	Revista do Departamento de Geografia v. 37, p 80-94.

B1	2019	ALFACE, A. B. <i>et al.</i>	Monitoramento espaço-temporal da cana-de-açúcar e estimativa do coeficiente de cultivo por meio do NDVI	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.23 n.5.
B2	2019	SANTANA, N. C. <i>et al.</i>	Análise do ângulo de visada no comportamento espectral de imagens modis em áreas de floresta amazônica e cerrado	Geografia Ensino & Pesquisa, v. 23.
B1	2019	BEZERRA, H. N. <i>et al.</i>	Variabilidade espaço-temporal das variáveis biofísicas no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil	Geosul, v. 34, n. 72, p. 184-201.
B2	2019	RIBEIRO, J. K.; BARROS, R. O.; LIMA, E. C.	Uso e ocupação do solo através de técnicas de geoprocessamento na cidade de Sobral-CE	Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 21, n. 2, p. 540-549.
B2	2019	NEVES, L. V. <i>et al.</i>	Mudanças de Uso e Cobertura da Terra e Áreas Suscetíveis à Inundação–Estudo de Caso do Município de Duque de Caxias/RJ	Revista do Departamento De Geografia, v.37, 30-43.
B1	2019	SILVA, G. J. F.; MACÊDO, M. L. A.; SILVA, R. M.	Caracterização espaço-temporal das tipologias vegetais em ambiente de caatinga degradada: quantificação por meio de variáveis biofísicas	Ateliê Geográfico, v.13, n. 2, p. 92-110.
B2	2019	WECKMULLER, R.; VICENS, R. S.	Deteção de Mudanças Florestais em Séries Temporais Utilizando os Algoritmos Landtrendr: Estudo de Caso no Estado do Rio de Janeiro	Revista do Departamento de Geografia, v.37, p. 44-57.
B2	2019	ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G.	Transformações antrópicas da paisagem agrícola com palma de óleo no Pará	Novos Cadernos NAEA • v. 22 n. 2 • p. 9-26.
B1	2019	MARQUES, J.B. <i>et al.</i>	Classificação da cobertura da terra na região da ilha do Bananal usando imagens multitemporais PALSAR-2/ALOS-2	Confins-Revista Franco-Brasileira de Geografia, n. 39.
B2	2019	COSTA, G. J. A.; MONTE, L. A.; ALBUQUERQUE, E. L. S.	Relação entre o grau de severidade de queimadas e focos de calor no município de São Pedro do Piauí, Brasil	Geografia (Londrina) v. 28. n. 2. p. 9 – 26.
B2	2019	ARANTES, B. H. T. <i>et al.</i>	Identificação de ferrugem na soja por meio de imagens de alta resolução espacial	Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n.3, p. 1003-1016.
B2	2019	PIVA, L. R. O.; MARTINS NETO, R. P.	Alteração na cobertura florestal da região noroeste da Amazônia Matogrossense	Nativa v. 7, n. 5, p. 520-526.

B2	2019	MAGALHÃES, I. A. L.; PANIAGO, Y. C.; SANTOS, J.G.R	Levantamento e análise da rede viária do município de Porteirinha, MG por meio de imagem worldview-III e técnicas de geoprocessamento	Nucleus, v.16, n.2.
B2	2019	LIRA, M. V.; SOUTO, M. V. S.; DUARTE, C. R.	Análise Multitemporal da Dinâmica da Paisagem para os Municípios de Barroquinha e Chaval, Noroeste do Estado do Ceará-Brasil, pelo Uso e Cobertura da Terra	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, p. 471-482.
B2	2019	MACHADO, A. <i>et al.</i>	Dinâmica do volume, biomassa e carbono na Mata Atlântica por ferramenta de detecção de mudanças	Nativa, v. 7, n. 4, p. 437-444.
B2	2019	LEITE, A. C. S. <i>et al.</i>	Mudança Espaço Temporal do Uso e Cobertura do Solo e Estimativa da Temperatura da Superfície no Município de Teresina-Piauí, Brasil	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, p. 42-51.
B2	2019	LEAL, F. A. <i>et al.</i>	Utilização do NDVI na análise da vegetação após ocorrência de incêndio	Nativa, v. 7, n. 2, p. 226-231.
B1	2019	SANTOS, E. R. S., <i>et al.</i>	Análise da cobertura vegetal e da temperatura de superfície na região urbana e periurbana do município de Santarém/PA	Geosul, v. 34, n. 71 p. 713-738.
B2	2019	SÃO MIGUEL, A. E.; MEDEIROS, R. B.;	A expansão do cultivo de eucalipto no Município de Brasilândia/MS entre os anos de 2000 e 2014	Revista Georaguai v.9, n.1, p. 61-75.
B2	2019	PINHEIRO, E. C. C.; RAMOS A. P. M.; JUNIOR, J.M.	Validação da Aplicação de Imagens Planet à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais no Mato Grosso do Sul	Anuário do Instituto de Geociências -UFRJ v. 42, p. 145-153.
B1	2019	PEREIRA, R.M. <i>et al.</i>	Modelagem da Temperatura do Ar na Região do Distrito Federal-Brasil, por meio de Dados Atmosféricos do Sensor AIRS	Revista Brasileira de Meteorologia. v.34 n.2.
B2	2019	ALVES, R. J. M. <i>et al.</i>	Análise do monitoramento de focos de calor e propostas para a redução de queimadas e incêndios em áreas protegidas no estado do Pará	Contribuciones a las ciencias sociales (junio 2019).
B2	2019	NASCIMENTO, F. A.; SALGADO, A. A. R.; GOMES, A. A. T.	Evidências de rearranjos fluviais no interflúvio amazonas-essequiibo-amazônia setentrional	Revista Brasileira de Geomorfologia v. 20, n. 3.

B2	2019	FERREIRA, M. R. F. <i>et al.</i>	Detecção de Construções em Imagens RapidEye com Uso do Operador Brec Urban Focus: Estudo Aplicado a Zona de Amortecimento da Esecac DF	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.3, p.1074-1092.
B2	2019	RAMALHO, F. L. <i>et al.</i>	Diagnóstico ambiental do uso e ocupação das terras entre os anos de 2010 a 2015 no córrego matriz, Cachoeira-Alta, Goiás, Brasil	GEOAMBIENTE ONLINE, n. 33, p. 124-142.
B1	2019	MACHADO, F, E.; FILHO, M. C.; PELEGRINA, M. A.	Identificação das relações espaciais das áreas potencialmente turfosas da escarpa da Esperança-Guarapuava-PR	Geosul, v. 34, n.72, p. 158-183.
B2	2019	CAMARGO, L. S. <i>et al.</i>	Mapeamento de Áreas Susceptíveis a Incêndios Florestais do Município de Petrópolis-RJ	Anuário do Instituto de Geociências-UFR, v. 42p. 630-641.
B1	2019	MENEZES, L. S.; SANTOS, M. R. R.; SENRA, A. S.	Fotointerpretação obtida por aeronave remotamente pilotada (RPA) aplicada em mapeamento litoestrutural de escala 1: 800 ...	Geociências- UNESP, v. 38, n. 2, p. 483 – 493.
B2	2019	SILVA, F. S.; OLIVEIRA, F.S.; FILHO, C. R. S.	Distribuição e contexto geológico-geomorfológico da bauxita na região de espera feliz, sul da Serra do Caparaó, MG/ES	Revista Brasileira de Geomorfologia v. 20, nº 3.
B1	2019	SIMONETTI, V. C.; SIVA, D. C.C.; ROSA, A. H.	Análise da influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água da APA Itupararanga (SP), Brasil	Geosul, v. 34, n. 72, p. 01-27.
B2	2019	FARIA, K. M. S.; BARBOSA, R. M.; SOARES NETO, G. B.	Conflitos de uso em unidades de conservação: análise histórica da degradação ambiental da Serra das Areias, Goiás, Brasil.	GEOAMBIENTE ONLINE, n. 33, p. 65-83.
B2	2019	GUARDA, S.D. M. <i>et al.</i>	Análise da Qualidade da Segmentação e Classificação de uma Imagem Urbana do Satélite GeoEye-1 Baseada em Objeto e Realizadas nas Plataformas ...	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42p. 85-97.
B2	2019	MIRANDA, M. P. <i>et al.</i>	Análise Comparativa de Imagens Sentinel-2A (MSI) e Landsat-8 (OLI). Aplicadas ao Mapeamento Geológico, Região de Itaitia, Santa Quitéria, CE	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, p. 366-377.
B2	2019	MIGUEL, B. H.; SANO, E. E.	Classificação do uso e cobertura da terra do Distrito Federal, Brasil a partir de dado de coerência interferométrica	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.2.

B1	2019	COSTA, E. S. <i>et al.</i>	Otimização do aproveitamento hídrico superficial no alto curso do rio Uberaba, Triângulo Mineiro	Sociedade & Natureza, v.31, p.1-21.
B2	2019	ARAÚJO, E. D. S. <i>et al.</i>	Apicum do estuário de Barra de Gramame-PB: Análises físicas e químicas	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.1, p.112-123.
B2	2019	OLIVEIRA, W. N.; MIZIARA, F.; FERREIRA, N. C.	Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo de Moçambique Utilizando a Plataforma Google Earth Engine	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42p. 336-345.
B2	2019	SILVA, D.D.P.; SCHWINGEL, P. R.	Influência do turismo como fator estressor na evolução do uso e ocupação do solo em municípios da costa de Santa Catarina	Gestão Costeira Integrada, v. 19, n. 1, p.17-25.
B2	2019	XAVIER, J. P. S. <i>et al.</i>	Estimativa da erosividade da chuva por diferentes métodos e seu impacto na equação universal de perdas de solo, no semiárido pernambucano	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.03, p.859-875.
B2	2019	SANTOS, F. M.	Diagnóstico ambiental a partir da declividade, erosividade, erodibilidade e o Índice SAVI no semiárido piauiense: estudo de caso no município de Juazeiro do Piauí	Geografia (Londrina) v. 28. n. 2. p. 27 – 39.
B2	2019	PIMENTEL, F. O.; FERREIRA, C. C. M.	Clima urbano: o uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora-MG	Revista Brasileira de Climatologia, v.24, p. 49-66.
B2	2019	FRANÇA, L. C. J. <i>et al.</i>	Ecologia de paisagens aplicada ao ordenamento territorial e gestão florestal: procedimento metodológicos	Nativa, v. 7, n. 5, p. 613-620.
B2	2019	SANTOS, G.; NUCCI, J.	Índice de Cobertura Vegetal e Índice Visual de Verde: indicadores de qualidade ambiental urbana	(GOT) Revista de Geografia e Ordenamento do Território n. 17, p. 229-245.
B1	2019	BARRETO, P. A. <i>et al.</i>	Morar perto de áreas verdes é benéfico para a saúde mental? Resultados do Estudo Pró-Saúde	Revista de Saude Publica, v.53.
B2	2019	PEREIRA, L. E. <i>et al.</i>	Comparação e Análise de Redes de Drenagem Geradas Através de Modelos Digitais de Superfície na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, p. 311-320.

B1	2019	MARTINES, M. R.	Análise dos aspectos demográficos e socioambientais para elaboração de um Índice de Segregação Espacial Urbana.	Confins-Revista Franco-Brasileira de Geografia, n. 40.
B2	2019	CAMARA, M. <i>et al.</i>	Geotecnologias como subsídio para gestão de ambientes costeiros: análise do recuo em falésias/arribas no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, e suas ...	(GOT) Revista de Geografia e Ordenamento do Território, n. 16, p53-79.
B2	2019	SERRA, J. S.; FILHO, M.S. F.	Expansão urbana e impactos ambientais na zona costeira norte do município de São Luís (MA)	Ra'e Ga, v.46, p. 07-24.
B2	2019	ARAÚJO, M. L. S. <i>et al.</i>	Caracterização espaço-temporal dos componentes do balanço de radiação e calor na região de transição amazônia-cerrado	Revista Brasileira de Climatologia, ano 15, v. 24.
B2	2019	SCHEREN, R. S.; ROBAINA, L. E. S.	Classificação geomorfométrica da bacia hidrográfica do rio Ijuí, RS.	Geografia, Ensino & Pesquisa, v. 23.
B2	2019	GANEM, K. A. <i>et al.</i>	Impacto da Correção Atmosférica na Classificação da Cobertura da Terra da Carta Topográfica SC-24-VC (Petrolina) Utilizando o Google Earth Engine e Imagens ...	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, p. 100-116.
B2	2019	ALVES, H. R. C. <i>et al.</i>	Evolução do Uso e Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Benfca-PA	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, p. 333-340.
B2	2019	XAVIER, J. P. S. <i>et al.</i>	Estimativa da erosividade da chuva por diferentes métodos e seu impacto na equação universal de perdas de solo, no semiárido pernambucano.	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.3, p. 859-875.
B2	2019	BARROS, A. C. <i>et al.</i>	Mapeamento da aptidão agrícola das terras por meio de análise multicritério	Rev. de Ciências Agrárias v.42 n.2.
B2	2019	LUIZ, C. H. P.; FARIA, S. D.; ESCADA, M. I.	Modelagem da expansão do reflorestamento com eucalipto e efeitos na estrutura da paisagem	Mercator (Fortaleza) vol.18.
B2	2019	RABELO, D. R.; ARAÚJO, J. C.	Estimativa e mapeamento da erosão bruta na Bacia Hidrográfica do Rio Seridó, Brasil	Revista Brasileira de Geomorfologia v. 20, nº 2.
B2	2019	PERONDI, C.; ROSA, K. K.; VIEIRA, R.	Caracterização geomorfológica das áreas livres de gelo na margem leste do campo de gelo Warszawa, Ilha Rei George ...	Revista Brasileira de Geomorfologia v. 20, nº.2.

B2	2019	FILHO, D. F. F. <i>et al.</i>	Aplicação de técnicas de interpolação para espacialização de chuvas da rede hidrográfica: estudo de caso Calha Norte-PA	Revista Brasileira de Climatologia, v.24, p. 277-299.
B2	2019	MATRICARD, E. A. T. <i>et al.</i>	Dinâmica no uso e cobertura da terra na região do MATOPIBA entre 2000 e 2016	Nativa, v. 7, n. 5, p. 547-555.
B2	2019	GRZEGORCZYK, V.; SANTOS, M. L.; PAGOTTO, D.	As características sedimentares do transporte da carga de fundo nas confluências do Rio Ivinhema-MS com o Rio Paraná	Ra'e Ga, v.46, p.41-57.
B1	2019	BARRETO-NETO, A. A.; MARCHESI, A. F.	Avaliação da vulnerabilidade socioambiental à desertificação no estado do Espírito Santo, Brasil	RBCIAMB, n.51, p. 28-40.
B1	2019	LOCKS, C. J.; MATRICARDI, E. A. T.	Estimativa de impactos da extração seletiva de madeiras na Amazônia utilizando dados LIDAR	Ciência Florestal, v.29, n.2.
B2	2019	CASAGRANDE, B.; GUIMARÃES, R. B.	Vetores das leishmanioses no Parque Estadual do Morro do Diabo (PEMD), Município de Teodoro Sampaio-SP, Brasil	Geografia (Londrina) v. 28. n. 1. p 225 – 238.
B2	2019	CUNHA, A. P. M. A. <i>et al.</i>	Desafios para a Consolidação de um Sistema de Alerta de Risco de Desastre Associado às Secas no Brasil.	Sustentabilidade em Debate, v. 10, n.1, p. 60-76.
B1	2019	SANTOS, S. R. Q.; CUNHA, A. P. M. A.; RIBEIRO-NETO, G. G.	Avaliação de dados de precipitação para o monitoramento do padrão espaço-temporal da seca no nordeste do Brasil	Revista Brasileira de Climatologia, ano 15, v. 25, p. 80-100.
B2	2019	FERNANDES, P. H. C.; PRADO, P. A. A.	Violência contra o docente em escola estadual de ensino médio em Leópolis, norte do Paraná	Geografia Ensino & Pesquisa, v. 23.
B2	2019	SANTOS, A. S.; MEDEIROS, N. M. P.	Percepção e conscientização ambiental sobre resíduos sólidos no ambiente escolar: respeitando os 5R's	Geografia Ensino & Pesquisa, v. 23.
B2	2019	MARTINS, M. I. F. P. O.; MATIAS, L. F.	Mapeamento da distribuição do uso da terra urbana no município de Santos (SP)	Ra'e Ga, v. 46, p. 185-203.
B2	2019	MARQUES, R.M M. <i>et al.</i>	Fragmentações da paisagem: análises a partir do mirante do Morro da Harmonia-Teutônia/RS	Geografia Ensino & Pesquisa, v. 23.
B1	2019	GIODA, A.	Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil	Estudos Avançados (ONLINE), v.33, n. 95.
B2	2019	MARCHESAN, J. <i>et al.</i>	Mapeamento da Fragilidade Ambiental em Áreas do Bioma	Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ v. 42, p. 586-598.

B2	2019	SILVA, J. F. <i>et al.</i>	Zoneamento Geoambiental para o uso sustentável de aquíferos no município de Pirassununga-SP	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.4 p. 1277-1290.
B2	2019	SUESS, R. C.; SILVA, A.S.	A perspectiva decolonial e a (re) leitura dos conceitos geográficos no ensino de geografia	Geografia Ensino & Pesquisa, v. 23.
B2	2019	SANTOS, R. B.; ALMEIDA, A. Q.; SANTOS, W. A	Estimativas de Perdas de Solo para Diferentes Cenários de Cobertura Vegetal na Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga-SE	Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ v. 42p. 672-681.
B2	2019	TEIXEIRA, A. C. O. <i>et al.</i>	Delimitação de unidades geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Subaúma-BA	Revista georaguaia, v.9, n. 2, p.5-83.
B2	2019	ALVES, W. S. <i>et al.</i>	Análise do uso da terra, da cobertura vegetal e da morfometria da Bacia do Ribeirão Douradinho, no sudoeste de Goiás, Brasil	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.3, p.1093-1113.
B2	2019	MACHADO, J. S. <i>et al.</i>	Avaliação da regularização ambiental no controle ao desmatamento em assentamentos do sul e sudeste do Pará	Revista Georaguaia, v.9, n.1, p.93-105.
B2	2019	CACHOEIRA, J. N. <i>et al.</i>	Mercado interestadual de carvão vegetal no Estado do Tocantins	Revista Verde, v. 14, n.2, p.258-265.
B2	2019	JUNIOR, C. R. S.; JUNIOR, L. G. F.; SILVA, B. B.	Características e desafios de geração do NDVI para o Brasil a partir de dados do satélite de órbita geostacionária Meteosat-101	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.3, p.1142-1155.
B1	2019	SILVEIRA, G. V.; GUASSELLI, L. A	Mapeamento das inundações a partir de NDWI no Município de Itaqui, Rio Uruguai-RS	Geociências-UNESP, v. 38, n. 2, p. 521 – 534.
B1	2019	SIQUEIRA, M. N.; FARIA, K.M.S.	Análise da dinâmica da paisagem no município de Rio Verde, Goiás, Brasil: uma ferramenta para a escolha de áreas prioritárias para a conservação	Sociedade & Natureza, v. 31, p.1-20.
B2	2019	RIBEIRO, H. F.; FARIA, K.M.S.; CEZARE, C. H. G.	Dinâmica espaço-temporal do desmatamento nos territórios da cidadania no nordeste goiano	Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.3, p. 1180-1196.
A2	2019	MACHADO, A. B.; RIBEIRO, L. P.	Indagando os “modos de ver” da política urbana: o problema público do crescimento urbano na cidade do Rio de Janeiro	GEOgraphia, v. 21, n.46.
B2	2019	MARTINS, A. P.; ALVES, W. S.; DAMASCENO, C. S.	Avaliação de métodos de interpolação para espacialização de	Revista Brasileira de Climatologia, ano 15, p. 444 – 463.

			dados de temperatura do ar na Bacia do Rio Paranaíba–Brasil	
B2	2019	SILVA FILHO, A., <i>et al.</i>	Estimativa do balanço de energia pelo método da razão de bowen a partir de medidas de protótipo de estação ...	Revista Brasileira de Climatologia, ano 15 v. 24, p. 134-150.
B2	2019	FIGUEREDO, R. R. D. <i>et al.</i>	Expansão urbana e degradação de nascentes: identificando padrões espaço-temporais de um processo crônico em Cuiabá, MT	Nativa, v. 7, n. 4, p. 396-406.
B2	2019	ROMERA, K. S. <i>et al.</i>	Variabilidade interanual das propriedades óticas de aerossóis em biomas distintos na Amazônia Legal	Revista Brasileira de Climatologia, ano 15, v. 25, p. 424-443.
B2	2019	CARVALHO, C. M.; CRUZ, R. C.; ROCHA, N. S.	O Alto Camaquã e a pecuária familiar: a construção da Educação Ambiental Hídrica	Revbea, v.14, n. 1, p.149-170.
B1	2019	SILVA, A. L. <i>et al.</i>	Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem.	Ciência Florestal, v.29, n.3.
B2	2019	DINIZ, M. T. M. <i>et al.</i>	Paisagens integradas dos municípios costeiros da foz do Rio São Francisco: Brejo Grande/SE e Piaçabuçu/AL	Revista do Departamento de Geografia, v. 37, p. 108-122.
B1	2019	MENGUE, V. P. <i>et al.</i>	Metodologia para classificação de uso do solo e cobertura vegetal utilizando dados MODIS-EVI	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.23 n.11.
B1	2019	SOUZA, C. G. <i>et al.</i>	Variáveis multitemporais para o mapeamento de áreas de cultivo de café	Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.54.
B2	2018	ENCINA, C. C. C. <i>et al.</i>	Análise da Estrutura Vegetal de Fragmentos do Bioma Cerrado Através de Sensoriamento Remoto	Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v. 41, p. 585-597.
B2	2018	BEZERRA, U. A. <i>et al.</i>	Comparativo do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) entre os Sensores OLI-Satélite Landsat-8 e MSI-Satélite Sentinel-2 em Região Semiárida	Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v. 41, p. 167-177.
B2	2018	TEIXEIRA, M. B.; CAMARGO, P.L.T.; JUNIOR, P. P. M.	Uso das Imagens de Sensores Remotos para Análise Crítica da Degradação do Cerrado no Alto Médio São Francisco–Minas Gerais	Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v. 41, p. 245-254.

B2	2018	LIMA, B. A. A.; LIBÓRIO, M. P.; HADAD, R. M.	Análise espaço temporal do crescimento de macrófitas através de sensoriamento remoto	Ra'e Ga, v.45, n. 1. p. 45-57.
B2	2018	ABOUD NETA, S. R. <i>et al.</i>	Aplicação de um Modelo de NDVI para Detecção Multitemporal de Mudanças no Uso e Cobertura do Solo	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, n. 3, p.592-604.
B2	2018	PEREIRA, L. E. <i>et al.</i>	Análise Comparativa entre Métodos de Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) em Área Úmida Continental	Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ v. 41, p. 654-662.
B2	2018	SILVA, R. R. <i>et al.</i>	Análise da Fragmentação Florestal em Áreas do Bioma Mata Atlântica a Partir de Diferentes Sistemas Sensores	Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v. 41, p. 390-396.
B2	2018	BATISTA, F. J. <i>et al.</i>	Comportamento Espectral de Paricá (<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby) em Plantios com Diferentes Idades	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 82-95.
B1	2018	RUIZ, P. R. S.; ALMEIDA, C. M.; ANJOS, C. S.	Classificação da cobertura do solo urbano usando árvores de decisão a partir de uma cena worldview-2 para diferentes níveis ...	Geociências-UNESP, v. 37, n. 3, p. 597-609.
B2	2018	LOPES, D. N.; GRIGIO, A.M.; SILVA, M. T.	Mapeamento das Áreas de Vulnerabilidade Ambiental e Natural do Município de Tibau-RN	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, vol. 41, p. 80-88.
B2	2018	SANTOS, E. P. <i>et al.</i>	Imagens Sentinel-2A e espectrorradiometria aplicada a estudo de pastagens degradadas	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41p. 141-151.
B2	2018	JUNIOR, H. T. <i>et al.</i>	Vulnerabilidade Natural e Ambiental da Bacia Hidrográfica Rio Formoso, Mato Grosso do Sul	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 41-50.
B2	2018	ROSA, C. N. <i>et al.</i>	Utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados em Projetos de Drenagem Urbana	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 308-317.
B1	2018	ARAÚJO, A. L. <i>et al.</i>	Análise das Mudanças de Parâmetros Biofísicos Sobre o Nordeste Brasileiro de 2002 a 2011 com Dados Modis	Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, v. 4, 589 59.
B2	2018	MARTINS, C. V.; MASCARENHAS, A. R. P.	Uso de Imagens Multiespectrais na Análise da Cobertura Vegetal em Área de Concessão Florestal em Rondônia	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 104-116.

B2	2018	SILVA, C. A. <i>et al.</i>	Drone na Auditoria Ambiental: Potencialidades e Aplicações	Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v. 41, p. 207-215.
B2	2018	AMORIM, M. C. C. T.	Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise	Revista Brasileira de Climatologia (eletrônica), ano 15, p. 22-46.
B2	2018	CARVALHO, R. G. C. <i>et al.</i>	Transformações Espaciais e Impactos na Temperatura da Superfície Continental na Área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ)	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 438-447.
B2	2018	CUNHA, A. P. M. A. <i>et al.</i>	As Secas entre 1963 e 2017 no Distrito Federal, Brasil	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 487-498.
B2	2018	ALVES, A. M.; AMARO, V. E.	Alterações Climáticas Relacionadas à Exploração Energética nas Áreas de Conservação e nos Geossistemas da Bacia Potiguar	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41p. 471-486.
B2	2018	AGUIAR, L. S.; AMARO, V. E.; ARAÚJO, P. V. N.	Meio Século de Código Florestal e Implicações nas Áreas de Preservação Permanente de um Estuário Hipersalino no Semiárido Brasileiro	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 191-210.
B2	2018	SOARES, M. H. V. <i>et al.</i>	A interpretação de carta-imagem como proposta para o ensino-aprendizagem de geografia no ensino médio	Geosaberes, v. 9, n. 17, p. 1-14.
B2	2018	RIBEIRO, V. O. <i>et al.</i>	Identificação de Área para a Instalação de Estação de Tratamento de Esgoto em Coronel Sapucaia (MS), Utilizando Álgebra de Mapas	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 685-698.
B2	2018	ANDRES, J.; CANEPARO, S. C.; HENDGES, E. R.	Fundamentos teóricos para seleção e ponderação de parâmetros da qualidade de vida	Espaço & Geografia, v.21, n. 1, p. 277-299.
B2	2018	PAGANI, C. H. P.; MANIESI, V.	Geotecnologias Aplicadas na Análise da Cobertura Vegetal em Áreas de Preservação Permanente urbanas de Jarú, Rondônia	Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ v. 41, p. 54-63.
B2	2018	LLOPART, M. P.; <i>et al.</i>	Performance do Acoplamento RegCM4. 3 e CLM3. 5: Uma Análise Sobre o Sudeste do Brasil	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 113-124.
B2	2018	CORDEIRO, A. P. A.; BERLATO, M. A.; ALVES, R. C.M	Tendência do Índice Hídrico Sazonal do Rio Grande do Sul e Sua Relação com El Niño e La Niña	Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ v. 41, p. 216-226.

B2	2018	FIALHO, E. S. <i>et al.</i>	Proximidades e contendas: uma análise das diferenças entre parâmetros climáticos ao longo do transecto ponte nova-ubá, na ...	Revista Brasileira de Climatologia, ano 14, p. 357-368.
B2	2018	NETO, G. K.; OLIVEIRA, A. H.; PEREIRA, S. Y.	Fisiografia e Geomorfologia em Sub-Bacia da Planície do Rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil	Anuário do Instituto de Geociências – FRJ, v. 41, p. 177-190.
B2	2018	MONTOYA, A. D. V.; LIMA, A. M. M.; ADAMI, M.	Mapeamento e Análise Temporal da Paisagem no Entorno do Reservatório de Tucuruí-PA	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 553-567.
B2	2018	GONÇALVES, A. B. <i>et al.</i>	Caracterização de fitofisionomias urbanas usando NDVI em imagens de satélite e software livre	Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ v. 41, p. 24-36.
B2	2017	OLIVEIRA, A. P. G. <i>et al.</i>	Sensoriamento Remoto e Componentes Limnológicos na caracterização de lagoas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul	Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v. 40, p. 159-169.
B2	2017	OLIVEIRA, A. P. G. <i>et al.</i>	Análise Multitemporal da Cobertura Vegetal de São Gabriel do Oeste, MS	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 40, p. 254-265.
B2	2017	CORRÊA, L. C. <i>et al.</i>	Avaliação de Tipos de Classificações em Imagens de Média e Alta Resolução Espacial, no Bioma Cerrado	Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, v. 40 -p. 05-13.
B2	2017	CORRÊA, L. C. <i>et al.</i>	Análise da Paisagem da Região de Dois Irmãos de Buriti, Mato Grosso do Sul	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 40, p. 181-190.

Fonte: os autores

APÊNDICE 3-Trabalhos duplicados do Google Scholar em Língua Portuguesa

B1	2019	BERGER, R. <i>et al.</i>	Índices de vegetação para a estimativa do índice de área foliar em plantios clonais de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith	Ciência Florestal, v.29 n.2.
B1	2019	OLIVEIRA, P. A.; PELÚZIO, J.M.; SILVA, W. G.	Análise das mudanças na vegetação nativa da APA Lago de Palmas.	Ciência Florestal v.29 n.3.
B1	2019	COCHEV, J. S. <i>et al.</i>	Dinâmica espaço-temporal da paisagem e estrutura populacional de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. em fragmento florestal no município mato-grossense de Alta Floresta, Brasil	Ciência Florestal. v.29 no.3.

B2	2019	ARAÚJO, I. R. G. <i>et al.</i>	Estimativa do índice de vulnerabilidade à erosão costeira (IVC) para o litoral do Piauí, Brasil	Revista Brasileira de Geomorfologia v. 20, n. 1.
B1	2019	SOUZA, J. M. F. <i>et al.</i>	Avaliação dos conflitos no uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Lamarão, Distrito Federal	Ciência Florestal v.29 n.2.
B1	2019	SILVA, D. A. O. <i>et al.</i>	Evolução Espaço-Temporal do Risco de Degradação da Cobertura Vegetal de Petrolina-PE	Revista Brasileira de Meteorologia. v.34 n.1.
B1	2019	SILVA, L. F.; BACANI, V. M.	Utilização de técnicas de classificação orientada a objeto no mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal no pantanal de Aquidauana	Boletim de Geografia, v.37, p. 214-233.
B1	2019	SOUZA, V. A. S. <i>et al.</i>	Dinâmica do desmatamento na Amazônia e seus impactos na hidrologia: Bacia do Rio Machadinho–Rondônia/Brasil.	Ciência Florestal, v.29, n.3.
B2	2019	SANTOS, B. A.; <i>et al.</i>	Distribuição Espaço-Temporal dos Focos de Calor no Estado de Minas Gerais	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, p. 64-84.
B2	2018	PESSI, D. D. <i>et al.</i>	Qualidade da Cobertura Vegetal em Áreas de Preservação Permanente de Nascentes	Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v. 41, p. 270-280.
B2	2018	FIALHO, E. S.; FERNANDES, L. A.; CORREA, W. S. C.	Climatologia urbana: conceitos, metodologias e técnicas	Revista Brasileira de Climatologia, ano 15, p. 47-85.
B1	2018	KUHN, C. E. S.; PAZ, J. D. S.; AZERÊDO, A. C.	Petrografia e diagênese da Bacia Cambambe, Chapada dos Guimarães, Estado do Mato Grosso, Brasil	Geociências UNESP, v. 37, n. 4, p. 745 – 757.

Fonte: os autores

APÊNDICE 4-Trabalhos encontrados na Língua Inglesa/Google Scholar

Qualis	Ano	Autores	Título de publicação	Dados bibliográficos
B2	2019	BAIO, F. H. R. <i>et al.</i>	Nitrogen doses in topdressing affect vegetation indices and corn yield	Bioscience Journal, v. 35, n. 5.
A1	2019	FILGUEIRAS, R. <i>et al.</i>	Crop NDVI Monitoring Based on sentinel 1	Remote Sensing, v.11, n.12, p.1441.
A1	2019	LENZ, A. M. <i>et al.</i>	Expansion of eucalyptus energy plantations under a Livestock-Forestry Integration scenario for agroindustries in Western Paraná, Brazil	Ecological Indicators, v. 98, p. 39-48.
A1	2019	MOURA, M. M. <i>et al.</i>	Relation of El Niño and La Niña phenomena to precipitation,	Science of the Total Environment, v.651, p. 1639-1651.

			evapotranspiration and temperature in the Amazon basin	
A2	2019	PAIVA, P. F. P. R. <i>et al.</i>	Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity	Biodiversity and Conservation, v. 29, p. 19-38.
A2	2019	MEDEIROS, E. S. S. <i>et al.</i>	Predicting plant species richness with satellite images in the largest dry forest nucleus in South America	Journal of Arid Environments, v. 166, p. 43-50.
A2	2019	EBRAHIM, G. Y.; VILLHOLTH, K. G.; BOULOS, M.	Integrated hydrogeological modelling of hard-rock semi-arid terrain: supporting sustainable agricultural groundwater use in Hout catchment, Limpopo ...	Hydrogeology Journal, v. 27, p. 965-981.
B1	2019	SANO, E. E. <i>et al.</i>	Land use dynamics in the Brazilian Cerrado in the period from 2002 to 2013	PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (ONLINE) v. 54.
B1	2019	TONELLA, L. H. <i>et al.</i>	Conservation status and bioecology of Brycon orbignyanus (Characiformes: Bryconidae), an endemic fish species from the Paraná River basin (Brazil) ...	Neotropical Ichthyology, vol.17 no.3.
B1	2019	FILGUEIRAS, R. <i>et al.</i>	Productivity and water demand of maize estimated by the modified satellite Priestley-Taylor algorithm	Semina: Ciências Agrárias, v. 40, n. 6, p. 2991-3006.
B1	2019	SIGNORI, L. M.; DUCATI, J. R.	Spatio-temporal mapping of the invasive alien species pinus sp in the northern area of the lagoa do peixe national park-rs	Revista Árvore, v.43, n.1.
B1	2019	MENGUE, V. P. <i>et al.</i>	Methodology for classification of land use and vegetation cover using MODIS-EVI data	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol.23 no.11.
B1	2019	SANTOS, E. G. <i>et al.</i>	Multi-scale approach to estimating aboveground biomass in the Brazilian Amazon using Landsat and LiDAR data	International Journal of Remote Sensing, v.40, n.22, p. 8635-8645.
B1	2019	MANTOVANI, E. C. <i>et al.</i>	Sensitivity of evapotranspiration estimated by orbital images under influence of surface temperature	Engenharia Agrícola, v.39.
B1	2019	ALFACE, A. B. <i>et al.</i>	Sugarcane spatial-temporal monitoring and crop coefficient estimation through NDVI	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.23, n. 5.
B2	2019	MACEDO, H. A. <i>et al.</i>	Water balance of the upper Paraguay basin and its relationship with hydroclimatological dynamics of the Pantanal wetland.	Ra'e Ga, v.46, n. 3, p. 34 – 47.
B2	2019	NOLETO, E. V.; BARBOSA,	Distribution of aquatic macrophytes along depth	Acta Limnologica Brasiliensia, v. 31.

		M.V.M.; POLICICE, F. M.	gradients in Lajeado Reservoir, Tocantins River, Brazil	
B2	2019	FERREIRA, L. S.; DUARTE, D. H. S.	Exploring the relationship between urban form, land surface temperature and vegetation indices in a subtropical megacity	Urban Climate v. 27, p. 105-123.
B2	2019	MARTINES, M. R. <i>et al.</i>	Separability Analysis of Atlantic Forest Patches by Comparing Parametric and Non-Parametric Image Classification Algorithms	Journal of Geographic Information System, v. 11, p. 567- 578.
B2	2019	SANTOS, R. O. <i>et al.</i>	Space-time variability of the Roncador river basin in the change of land use and cover and its correlation with climatic variables	Bioscience Journal, v. 35, n. 4.
B2	2019	JESUS, J. B. <i>et al.</i>	Statistical analysis of the spatial relationship of caatinga and physiographic factors through remote data	Revista Floresta v. 49, n. 4.
B2	2019	TRAMONTINA, J. <i>et al.</i>	Spectral reflectance of ipê- amarelo leaves under different forms of storage and collection time	Revista Floresta, v. 49, n. 2, p. 209-218.
B2	2019	ALVES, L. E. R. <i>et al.</i>	Space-temporal evaluation of changes in temperature and soil use and cover in the metropolitan region of baixada santista	Bioscience Journal, v. 35, n. 5.
B2	2019	LUZ, C. C. S.; RAMOS, A. W. P.; SILVA, G.J. O.	Natural and environmental vulnerability of the jauru river basin-mato grosso, brazil	Ra'e Ga, v. 46, n.3, p. , v. 46, n. 3, p. 176-187.
B2	2019	WHITE, B. L. A.	Satellite detection of wildland fires in south america	Revista Floresta, v.49, n. 4.
B2	2019	DUATE, D. M. <i>et al.</i>	Analysis of Infestation of Nematode <i>Meloidogyne exigua</i> in a Rubber Tree Plantation in the Triângulo Mineiro Region	Floresta Ambiente. v.26 n.4.
B2	2019	CASTELLO, J.P. <i>et al.</i>	Coastal planning and land use of marine shrimp farming in southern Brazil	Gestão Costeira Integrada, v.19, n. 2.
B2	2019	TORRESANI, B. D.C.G. <i>et al.</i>	Análise da Temperatura da Superfície e da Fragilidade Ambiental do Município de Arujá, Estado de São Paulo- Brasil	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, p. 07-18.
B1	2019	SIGNORI, L. M.; DUCATI, J.R.	Mapeamento espaço-temporal da espécie exótica invasora pinus sp na área norte do Parque Nacional da Lagoa do Peixe-RS	Revista Árvore [on-line], v. 43, n. 1.

A1	2018	MOREIRA, A.; FONTANA, D. C.; KUPLICH, T. M.	Wavelet approach applied to EVI/MODIS time series and meteorological data	ISPRS -Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v.147, p.335-344.
A1	2018	RENÓ, V.; NOVO, E.	Forest depletion gradient along the Amazon floodplain	Ecological Indicators, v.98, p. 409-419.
B1	2018	SIEKLICKY, J. <i>et al.</i>	Relationships between and use and water quality obtained for the evaluation of genotoxic effects in plant bioindicators	Ambiente e Água - Revista Interdisciplinar de Ciências Aplicadas, vol. 14 n. 2.
B2	2018	GONÇALVES A. B. <i>et al.</i>	Urban Phytophysiognomy Characterization Using NDVI from Satellites Images and Free Software	Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ v.41, p. 24-36.
B2	2018	OLIVEIRA, A. P. G. <i>et al.</i>	Spectral Response and Limnological Characteristics of the Nhecolândia Pantanal Lakes	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 41, p. 445-459.
B2	2018	RIBEIRO, A. A. <i>et al.</i>	Blocos estruturais como controle da inundação no pantanal brasileiro	Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, - v. p. 434-444.

Fonte: os autores

APÊNDICE 5-Trabalhos encontrados na Língua Inglesa duplicados/ Google Scholar

Qualis	Ano	Autores	Título de publicação	Dados bibliográficos
A1	2019	SANTOS, A. L. S. <i>et al.</i>	Modelling Dunes from Lençóis Maranhenses National park (Brazil): Largest dune field in South America	Scientific Reports, v 9, n.7434.
B1	2019	SALOMÃO, N. V.; SILVA, M. D. D.; MACHADO, E. L. M.	Dynamics of vegetation structure in a fragmented landscape in Minas Gerais, Brazil	Brazilian Journal of Biology, vol.79, n.4, pp.678-685.
B1	2019	SOUZA, C.G. <i>et al.</i>	Multitemporal variables for the mapping of coffee cultivation areas	Pesquisa Agropecuária Brasileira (ONLINE) v.54.
B1	2019	SIMIONI, J. P.; GUASSELLI, L. A.; SILVA, T. S.	Shifting habitat mosaic: identification and mapping	Revista Ambiente & Água, vol.14 no.2.
B2	2019	DOURADO, G. F. <i>et al.</i>	The Use of Remote Sensing Indices for Land Cover Change Detection	Anuário do Instituto de Geociências - v. 42, p. 72-85.

Fonte: os autores

APÊNDICE 6 - Trabalhos encontrados na Língua Portuguesa/ Scielo

Qualis	Ano	Autores	Título de publicação	Dados bibliográficos
A2	2018	ABRANTES, T. R. <i>et al.</i>	Fatores ambientais associados à ocorrência de leishmaniose visceral canina em uma área de recente introdução da doença no Estado do Rio de Janeiro, Brasil	Cadernos de Saúde Pública, v.34, n. 1.

A2	2017	FIGUEIREDO, A. B. F. <i>et al.</i>	Uso e cobertura do solo e prevalência de leishmaniose visceral canina em Teresina, Piauí, Brasil: uma abordagem utilizando sensoriamento remoto orbital	Cadernos de Saúde Pública, v.33, n.10.
B2	2016	PIAZZA, G. A. <i>et al.</i>	Mapeamento de remanescentes em estágio inicial de sucessão na floresta subtropical atlântica do sul do brasil	Boletim de Ciências Geodésicas, v.22, n.4, p.774 – 789.
B1	2016	GRANDE, T.O.; ALMEIDA, T.; CICERELLI, R.E.	Classificação orientada a objeto em associação às ferramentas reflectância acumulada e mineração de dados	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.51, n.12, p.1983 – 1991.
B1	2016	ANTUNES, J.F.G.; LAMPARELLI, R. A. C.; RODRIGUES, L. H. A.	Representação de ciclos harmônicos de séries temporais MODIS para análise do cultivo da cana-de-açúcar	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.51, n.11, p. 1868 – 1879.
B1	2016	SAITO, N. S. <i>et al.</i>	Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal	CERNE(UFLA), v.22, n.1, p.11 – 18.
B1	2015	CATEN, A. T.; SAFANELLI, J. L.; RUIZ, L. F. C.	Mapeamento multitemporal da cobertura de terra, por meio de árvore de decisão, na Bacia Hidrográfica do Rio Marombas-SC	Engenharia Agrícola, v.35, n.6, p.1198 – 1209.
B1	2015	ANTUNES, J.F.G.; LAMPARELLI, R. A. C.; RODRIGUES, L. H. A.	Avaliação da dinâmica do cultivo da cana-de-açúcar no estado de São Paulo por meio de perfis temporais de dados MODIS	Engenharia Agrícola, v.35, n.6, p.1127 – 1136.
B2	2015	MARTINS, G. D.; GALO, M. L. B. T.	Caracterização espectral da cana-de-açúcar infectada por nematoides e <i>Migdolus fryanus</i> por espectrorradiometria de campo	Boletim de Ciências Geodésicas, v.21, n.4, p.783 – 796.
B1	2015	RISSINI, A. L. L.; KAWAKAMI, J.; GENÚ, A. M.	Índice de vegetação por diferença normalizada e produtividade de cultivares de trigo submetidas a doses de nitrogênio	Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.39, n.6, p.1703 – 1713.
B2	2015	BAYMA, A. P.; SANO, E. E.	Séries temporais de índices de vegetação (NDVI e EVI) do sensor MODIS para detecção de desmatamentos no bioma cerrado	Boletim de Ciências Geodésicas, v.21, n.4, p.797 – 813.
B1	2015	NASSUR, O. A. C. <i>et al.</i>	Monitoramento e projeção futura da vegetação no Parque Nacional do Itatiaia através de sensoriamento remoto	CERNE(UFLA), v.21, n.3, p.511 – 517.
B1	2015	MIGUEL, E. P. <i>et al.</i>	Redes neurais artificiais para a modelagem do volume de madeira e biomassa do cerrado com dados de satélite	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.50, n.9, p. 829 – 839.

B1	2015	EBERHARDT, I. D. R. <i>et al.</i>	Detecção de áreas agrícolas em tempo quase real com imagens MODIS	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.50, n.7, p.605 – 614.
----	------	-----------------------------------	---	---

Fonte: os autores

APÊNDICE 7- Trabalhos encontrados na Língua Inglesa/Scielo

Qualis	Ano	Autores	Título de publicação	Dados bibliográficos
B2	2018	KAFER, P. S. <i>et al.</i>	Modeling pinus elliottii growth with multitemporal landsat data: a study case in southern brazil	Boletim de Ciências Geodésicas, v. 24, n.3.
B1	2018	MIRANDA, R. Q. <i>et al.</i>	Dry forest deforestation dynamics in brazil's pontal basin	Revista Caatinga, v.31, n.2, p.385 – 395.
B2	2018	MORIYA, E. A. S.; IMAI, N. N.; TOMMASELLI, A. M. G.	A study on the effects of viewing angle variation in sugarcane radiometric measures	Boletim de Ciências Geodésicas, v.24, n. 1, p. 85 – 97.
B1	2018	MORAES, A. G. L <i>et al.</i>	Relationship between remote sensing data and field-observed interrill erosion	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.53, n.3, p.332 – 341.
B1	2018	IDE, A. K.; BAPTISTA, G. M. M	Modis time series for irrigated-area mapping in hydrographic basins of the Brazilian Northeastern region	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.53, n.1, p.80 – 89.
B1	2017	SILVEIRA, E.M.O. <i>et al.</i>	Characterizing landscape spatial heterogeneity using semivariogram parameters derived from ndvi images	CERNE(UFLA), v. 23, n. 4, p.413 – 422.
B1	2017	ALBA, E. <i>et al.</i>	Spectral characterization of forest plantations with Landsat 8/OLI images for forest planning and management	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.52, n.11, p.1072 – 1079.
B2	2017	JUNGES, A. H. <i>et al.</i>	Normalized difference vegetation index obtained by ground-based remote sensing to characterize vine cycle in Rio Grande do Sul, Brazil	Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v.41, n.5, p.543 – 553.
B1	2017	MIRANDA, C. S. <i>et al.</i>	Analysis of the landscape complexity and heterogeneity of the Pantanal wetland	Brazilian Journal of Biology, v.78, n.2, p.318 – 327.
B2	2017	LEITE, L. R.; CARVALHO, L.M.T.; SILVA, F. M.	Change detection in forests and savannas using statistical analysis based on geographical objects	Boletim de Ciências Geodésicas, v. 23, n.2, p.284 – 295.

B1	2017	GUSSO, A.; ARVOR, D.; DUCATI, J. R.	Model for soybean production forecast based on prevailing physical conditions	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 52, n.2, p.95 – 103.
B1	2016	ALIXANDRINI JUNIOR, M. J.; VALADARES, J.O.; LOCH, C.	Canopy height models to monitor areas under degradation in mixed ombrophile	Revista Árvore, v. 40, n.5, p. 959 – 964.
B1	2016	SANTOS, J. F.C. <i>et al.</i>	Potential areas for the formation of ecological corridors between remnants of atlantic forest	Revista Árvore, v.40, n.5, p.803 – 813.
B1	2016	HOTT, M. C. <i>et al.</i>	Vegetative growth of grasslands based on hyper-temporal NDVI data from the Modis sensor	Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.51, n.7, p.858 – 868.
B1	2016	OLIVEIRA, T. C.; FERREIRA, E.; DANTAS, A. A.	Temporal variation of normalized difference vegetation index (NDVI) and calculation of the crop coefficient (Kc) from NDVI in areas cultivated with irrigated soybean	Ciência Rural, v.46, n.9, p.1683 – 1688.
B1	2015	REIS, D. R. <i>et al.</i>	Physical characterization of a watershed through GIS: a study in the Schmidt stream, Brazil	Brazilian Journal of Biology, v.75, n.4, p.16 – 29.
B1	2015	DANELICHEN, V. H.M. <i>et al.</i>	Estimating of gross primary production in an Amazon-Cerrado transitional forest using MODIS and Landsat imagery	Anais da Academia Brasileira de Ciências, v.87, n.3, p.1545 – 1564.
B2	2015	ACERBI JUNIOR, F. W. <i>et al.</i>	Change detection in brazilian savannas using semivariograms derived from ndvi images	Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v.39, n.2, p.103 – 109.
B1	2015	HAYAKAWA, E. H.; ROSSETTI, D. F.	Late quaternary dynamics in the Madeira river basin, southern Amazonia (Brazil), as revealed by paleomorphological analysis	Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 87, n. 1, p.29 – 49.

Fonte: os autores



Geotechnologies and Artificial Intelligence as a Tool of Riparian Forest Management

Elidinaldo da Silva Leite, Dr. Ricardo José Rocha Amorim

Program of Human Ecology and Social-Environmental Management - PPGecoH, University of the State of Bahia – UNEB, BRAZIL

Received: 15 May 2021;

Received in revised form:

07 May 2021;

Accepted: 18 Jun 2021;

Available online: 29 Jun 2021

©2021 The Author(s). Published by AI Publication. This is an open access article under the CC BY license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords — *Geotechnology; Remote Sensing (RS); Artificial Intelligence (AI).*

Abstract — *Geotechnologies are important tools for natural resource management in the face of urgent questions and answers demanded by society. They are able to offer a range of mechanisms that, through technique and science, enable the understanding of the starting points through location, dimension, acquisition and processing. For this purpose, the use of Artificial Intelligence (AI) techniques has helped in the manipulation of data ascending from the extensive volume of information generated, as well as the improvement of computational systems. The objective of this paper was to verify the relationship between geotechnologies with emphasis on Remote Sensing (RS) in the management of natural resources, such as riparian forest Permanent Preservation Areas (PPAs) and the use of Artificial Intelligence (AI). For this, a quali-quantitative and descriptive work hereby presented has been considered in the research: Science Direct, Resergate, Scielo and Google Scholar, with emphasis on articles published in journals in both English and Portuguese languages between 2018 and 2020, and explored in the first half of 2021. The summation of the two databases enabled the following results: 07 articles (2018), 15 articles (2019), 32 articles (2020), dissertations (50), articles in proceedings (01), chapters (02), e-books (07), articles in symposia (03), pages without access (13), theses (25), monographs (20), totaling 162 works. The data also revealed little publication on the theme, especially in Portuguese, of articles related to the use of artificial intelligence. However, the use of AI has presented itself as an important tool in research allied to remote sensing and GIS software. Therefore, it was not possible to verify the existence of studies of riparian forest APP using artificial intelligence, indicating a relevant research gap in this area. Thus, it is suggested in future researches the increase of applications of artificial intelligence directed to the study of riparian forest APP associated with geotechnologies.*

I. INTRODUCTION

Technological advances have enabled the progress of science and research through the interrelation of data. Great impetus in computing systems, both hardware and software, has eased this evolution in the analysis, manipulation, and extraction of data, e.g. geotechnologies

(ALVES; MARTINS; SCOPEL, 2020; MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2019; LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018). Moreover, the use of artificial intelligence has expedited the manipulation of information (OLIVEIRA; CÂMARA, 2019), as well as machine learning, deep learning, and neural networks, in which these processes are differentiated (DIKSHIT; PRADHAN; ALAMRI, 2020).

Among the geotechnologies, Remote Sensing (RS), Geographic Information System (GIS) and the Global Navigation Satellite System (GNSS), with emphasis on the Global Positioning System (GPS), are worth mentioning. These are instruments, which allow the study of land use, as well as the occupation in real time (MORANDI et al., 2018).

In this process, machine learning is found (SAMBATTI et al., 2019; OLIVEIRA; CÂMARA, 2019; GILL et al., 2019; RIZEEI et al., 2019). On the other hand, the use of Artificial Intelligence (AI) has also become an important tool in data resolution (SAMBATTI et al., 2019; GILL et al., 2019). Accordingly, discussions about sustainability have been acquiring other perspectives with the frequent use of geoinformation.

Consequently, there is a possibility of joining data with geographic databases among various institutions in the world (MIRTL et al., 2018). This process enables the completeness of information, in order to permit new allusions related to the quality of the environment (VIEGAS; ALMEIDA; SOUZA, 2018).

Geotechnologies are fundamental (SIMONETTI; SILVA; ROSA, 2019; LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018; MORANDI et al., 2018). This is due to the spread of free and open-source software in geoprocessing. There is also the use of mathematical models in which the purpose is outlined according to the research proposal (HARFOUCHE et al., 2019; SAYAD; MOUSANNIF; MOATASSIME, 2019). However, such georeferencing by artificial neural networks is a current perspective (BRUBACHER; OLIVEIRA; GUASSELLI, 2020).

It is not about computational knowledge alone, but about methodological knowledge for perfect data analysis (LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018). Thus, as GIS and remote sensing (MORANDI et al., 2018; REIS et al., 2018; THEVENIN; PIROLI, 2018; SIMONETTI; SILVA; ROSA, 2019; SCCOTI; ROBAINA; TRENTIN, 2019; SPETH et al., 2020), add, also, the increasing mathematical models of computational nature (HARFOUCHE et al., 2019).

Through georeferencing, it is possible to measure the phenomenon in space and assign to each geospatial data information, being wide the possibilities of geotechnologies (FIORESE; TORRES, 2019; ALMEIDA et al., 2020). In this panorama, one finds controversially the use of artificial intelligence, technologies for the study of natural resources.

Riparian forests, as important natural resources, are supported and protected by the Brazilian Forest Code (Law #. 12651, of 2012, amended by Law # 12727, of 2012) (MORANDI et al., 2018). Their maintenance, study, and

enforcement are facilitated by the use of geotechnologies (REIS et al., 2018; FIORESE; TORRES, 2019; ALVES; MARTINS; SCOPEL, 2020). The main objective of this article was to verify the relationship between remote sensing in natural resource management, as well as riparian forest PPAs and the use of artificial intelligence, given that they are important tools for studying riparian vegetation.

II. THE GEOTECHNOLOGIES SCENARIO

The use of geotechnologies becomes fundamental, due to the pressures that human activities perform on the environment (MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2019). This way, it is possible to use geoinformative technologies to make society more participatory and active in relation to environmental issues, and therefore, these actions should not remain only at the level of ideas (LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018; VIEGAS; ALMEIDA; SOUZA, 2018).

Leite, Rodrigues & Leite (2018) assert that geotechnologies become important tools, in view of being able to provide answers, as well as analyze the space, in the face of the pressure that economic development entails in the natural environment. They are tools aimed at maintaining life in the biosphere, besides being essential for the study of large areas and socio-environmental phenomena, telecommunication, defense, and economy.

A tool for data analysis, extraction and manipulation requires a set of methodological knowledge, being, moreover, necessary for the individual to develop multidisciplinary skills (LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018). It is urgent in this process to be acquainted with other areas of knowledge, such as programming language.

Geotechnologies, in addition to assisting in the study of natural resources, allow expanding the discussion of the issues on environmental quality. Therefore, the management of geographic space becomes more dynamic with the possibility of analyzing various spatial aspects, such as Hydrography, Pedology, Edaphology, Agriculture, Livestock, Climatology, and Vegetation. From this point, the biosphere becomes a field of analysis from the perspective of technology with emphasis on geoinformation (LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018; MORANDI et al., 2018).

Morandi et al. (2018), Simonetti, Silva and Rosa (2019) highlight the importance of geotechnologies in understanding the interrelationship between natural and cultural environments. Geoinformation is fundamental because, through access to geographic databases, multitemporality aids in the process of geodecision making

(REIS et al., 2018; SPETH et al., 2020), being special in the reconstitution of degraded areas.

Viegas, Almeida and Souza (2018), as well as Speth et al. (2020) stress that geotechnologies are employed in the management of urbanized areas, and its employment assists, mainly, the performance of public institutions before such issues as urban zoning. Moreover, it helps as a supervisory tool in the fulfillment of environmental conservation standardizations (SIMONETTI; SILVA; ROSA, 2019; TREVISAN et al., 2020).

The use of computational systems comes to be an important ally in various fields of knowledge, not restricted only to the ecological dimension. This favors the dynamic use of geotechnologies whose purpose is to strengthen the understanding and confrontation of environmental issues. To this end, as reiterates Sampaio (2019), geotechnologies help to understand the forms of power and appropriation of the environment by the Human Beings.

Simonetti, Silva & Rosa (2019) highlight, in this process, GIS and remote sensing, as also highlighted by Araújo, Bastos and Rabelo (2020), reiterated also by Medeiros and Albuquerque (2019). However, the bench study, done remotely should not discard the importance of the study on-site (ALMEIDA et al., 2020).

Scoti, Robaina & Trentin (2019), still, highlight the relevance that GIS has acquired as well as Speth et al. (2020), because it streamlines the research work, becoming an important resource for the perfect apprehension of phenomena. For this to occur, the use of computational systems are fundamental.

In this sense, Mirtl et al. (2018) highlights the importance of “big data” in the treatment of large volumes of data at a time when ecological movements have sought strengthening, since obtaining information in an integralized manner has been faster, and geotechnologies are components of this development.

Geotechnologies are essential in maintaining the quality of natural resources, since, with the development of these technologies, new methodologies for the study of land use have provided answers to the aggressions imposed on the environment (LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018; MORANDI et al., 2018; REIS et al., 2018; THEVENIN; PIROLI, 2018; VIEGAS; ALMEIDA; SOUZA, 2018).

III. SCENARIO OF DATA ANALYSIS IN GEOTECHNOLOGY

For image processing, in the view of Oliveira & Câmara (2019), science has resorted to and developed

algorithms, mathematical models for refinement of predefined data (HARFOUCHE et al., 2019; SAYAD; MOUSANNIF; MOATASSIME, 2019). These are technologies such as artificial intelligence, machine learning, deep learning, and neural networks, although these processes are interrelated, they are quite different (DIKSHIT; PRADHAN; ALAMRI, 2020).

The development of artificial neural networks has been made possible with the knowledge of brain neural networks (OLIVEIRA; CÂMARA, 2019). The authors highlight the importance of Convolutional Neural Networks for image processing. Marques Junior & Covolan (2018) reiterate its importance for the treatment of big data, as does Gill et al. (2019) and Jena et al. (2020). The difference between the two is in the number of layers (KLOMPENBURG; KASSAHUN; CATAL, 2020).

The study of georeferenced information through artificial neural networks is a significant aspect (BRUBACHER; OLIVEIRA; GUASSELLI, 2020). It stands out because of the increasing advancement of computational tools to process large amounts of data (SAMBATTI et al., 2019; HARFOUCHE et al., 2019). This process has enhanced artificial intelligence studies, one of the highlights of which is machine learning (SAMBATTI et al., 2019; OLIVEIRA; CÂMARA, 2019; GILL et al., 2019; RIZEEI et al., 2019).

Machine learning allows computers to develop processes capable of being built by experience, and hence the development of artificial neural networks. Moreover, the use of the artificial intelligence tool enables collection, as well as analysis of information for an instant decision-making (SAMBATTI et al., 2019; GILL et al., 2019; TIYASHA; YASEEN, 2020).

Consequently, it is a much-updated technical and scientific process (OLIVEIRA; CÂMARA, 2019; HARFOUCHE et al., 2019). Despite being based on mathematical models, several fields of the human sciences have benefited and aided its development, according to the authors. As an example, the data obtained by satellite images and the supervised classification methodology proposed in artificial intelligence (NETO; GONÇALVES; SENNA, 2020; MARQUES JUNIOR; COVOLAN, 2018; SAMBATTI et al., 2019; SAYAD; MOUSANNIF; MOATASSIME, 2019).

As techniques on artificial intelligence advance, computational systems have taken a deep insight (TINÉ; PEREZ; MOLOWNY-HORAS, 2019). This requires the improvement of search techniques and the refinement of information. Therefore, mathematical models based on computational data are increasing (HARFOUCHE et al., 2019). Segments such as Big Date (MIRTL et al., 2018);

SAMBATTI et al., 2019; SAYAD; MOUSANNIF; MOATASSIME, 2019; KHAN; GUPTA; GUPTA, 2020), as well as advancement in sensor and satellite types. They are the future-proof in the study of data, especially in geosciences (GIL et al., 2019).

With the use of artificial intelligence, remote sensing techniques are improved, as coupled sensors have provided data with excellent resolutions. In this process, the Internet of Things (IoT) tool gains importance to assist in the processes of obtaining data regarding some environmental phenomenon (SAYAD; MOUSANNIF; MOATASSIME, 2019; GILL et al., 2019; KHAN; GUPTA; GUPTA, 2020; BALTI et al., 2020). On the other hand, Gill et al. (2019), emphasize the trends of Block chain technology.

Rizeei et al. (2019) stresses that the association of these techniques with GIS software has enhanced data retrieval. Jena et al. (2020) reiterate the use of machine learning. All this reinforces the importance of Artificial Intelligence to address environmental issues (DIKSHIT; PRADHAN; ALAMRI, 2020). On the other hand, deep machine learning solves the human difficulty in analyzing information through data correlation (SENGUPTA et al., 2020).

IV. MATERIAL AND METHODS

This is a qualitative, quantitative and descriptive research, in which data were collected from the websites of governmental and research institutions and from research sources such as Science Direct, Google Scholar, Scielo and Resergate.

It was carried out in two moments during the first semester of 2021. Alves, Martins and Scopel (2020) reiterate that geotechnologies are a set of technologies. The search was carried out according to Table 1. To this end, only articles published in periodicals, that were both in English and Portuguese were catalogued, covering the period from 2018 to 2020. It is also worth mentioning that the choice of research sources was due to their relevance and coverage worldwide. The choice of the time was due to the need to discuss the current state of the art.

Table 1 – Relation Between Strings And Research Sources

String	Data source
Riparian forest permanent protection area AND remote sensing AND legislation AND artificial intelligence AND artificial neural network AND AI geospatial	Scielo and Google Scholar

permanent riparian forest protection area AND remote sensing AND legislation AND artificial intelligence AND artificial neural network AND geospatial IA	Resergate and Science Direct
--	------------------------------

Developed by the authors

In the second step, the identification, the segregation into tables, and the analysis of the data was done using key words to quantify and qualify the form of use and its applications in articles published in periodicals, in the data sources cited in the research.

V. DISCUSSION AND RESULTS

The Scielo data source reported zero results. However, the Google Scholar search platform returned 124 results, distributed as follows 05 articles (2018), 06 articles (2019), 05 articles (2020), theses (25), dissertation (50), article in proceedings (01), chapter (02), e-book (07), articles in symposium (03), pages without access (04), monograph (20). Considering, however, the data presented in Table 2.

Table 2 – Found In Scielo And Google Scholar (Relevant Researches)

Contents	Authors
Remote Sensing	(ALMEIDA et al., 2020)
Geotechnologies	(ALVES; MARTINS; SCOPEL, 2020)
Occupy river banking	(FIORESE; TORRES, 2019)
Remote sensing, use and land cover	(LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018)
Geoprocessing, preserved areas	(SIMONETTI; SILVA; ROSA, 2019)
Brazilian Forest Code, Riparian Forest, Remote Sensing	(MORANDI, et al., 2018)
PPA; Geographical Information System (GIS)	(SPETH, et al., 2020)
Permanent Preservation Area; Geoprocessing	(VIEGAS; ALMEIDA; SOUZA, 2018)

Developed by the authors

The data source Resergate presented 01 article (2018). Science Direct reported 37 results. Thus distributed 01 article (2018), 09 articles (2019), 27 articles (2020), and

pages without access (09). To this end, the most important data have been highlighted in Table 3.

Table 3 – Found In Resergate And Science Direct
(Relevant Researches)

Content	Authors
Artificial Intelligence (AI)	(HARFOUCHE et al., 2019)
Artificial Intelligence	(GILL et al., 2019)
Artificial Intelligence; Machine Learning; Remote Sensing	(SAYAD; MOUSANNIF; MOATASSIME, 2019)
Neural artificial network	(CHEN et al., 2019)
Machine learning, GIS (Geographic Information System)	(RIZEEI et al., 2019)
Machine learning; Deep learning; Artificial Intelligence (AI)	(DIKSHIT; PRADHAN; ALAMRI, 2020)
Deep learning; Machine learning;	(KLOMPENBURG; KASSAHUN; CATAL ,2020)
Artificial intelligence	(TIYASHA; YASEEN, 2020)
Artificial intelligence; Satellite imagery; Remote sensing	(KHAN; GUPTA; GUPTA, 2020)
Artificial intelligence; Machine learning; Remote sensing	(BALTI et al., 2020)
Deep Neural Networks	(PATAN et al., 2020)
Machine learning; artificial intelligence	(GHARAI BEH et al., 2020)
Deep learning; Commercial satellite imagery	(WITHARANA et al., 2020)
Machine learning; GIS (Geographic Information System)	(JENA et al., 2020).
Deep learning	(YEKEEN; BALOGUN; YUSOF, 2020)
Deep neural network; deep learning	(SENGUPTA et al., 2020)
Machine learning	(SHARMA et al., 2020)
Machine learning	(ZEKIĆ-SUŠAC;

	MITROVIĆ; HAS, 2020)
Deep learning, Convolutional Neural Network	(OLIVEIRA; CÂMARA, 2019).
Geoprocessing	(NETO; GONÇALVES; SENNÁ, 2020)
Apprenticeships and Machine; Convolutional Neural Network	(MARQUES JUNIOR; COVOLAN, 2018)
Artificial Intelligence; Apprenticeships machine	(SAMBATTI et al., 2019)
Geoprocessing	(BRUBACHER; OLIVEIRA; GUASSELLI, 2020)
Modelling of Complex Systems	(TINÉ; PEREZ; MOLOWNY-HORAS, 2019)

Developed by the authors

Both in Table 2 and Table 3, the data were categorized according to keywords, since they are important structural elements and highlight relevant topics of the scientific article (AQUINO, 2010). When compared, the categories reveal important aspects of technological development for geospatial data mining.

5.1 Remote Sensing and Applicability

Geotechnologies offer several possibilities to obtain data, among them, remote sensing. According to Leite, Rodrigues, & Leite (2018) information can be obtained in several ways in this method. Therefore, the existence of platforms in which sensors decode information captured by the earth's surface.

It is possible to study the images both qualitatively and quantitatively, since both complement each other. This data processing constitutes steps arising from and known as Digital Image Processing (DIP). For Leite, Rodrigues, & Leite (2018), it is a primary element in satellite image processing.

For the treatment of images, points out Leite, Rodrigues & Leite (2018), it is vital the knowledge of spectral characteristics that is contained in every object. With this in mind, it is necessary that elements of the environment be taken into account in this manipulation of the data (MORANDI et al., 2018; REIS et al., 2018; VIEGAS, ALMEIDA, SOUZA 2018; THEVENIN, PIROLI, 2018).

The environmental management, from the remote sensing, ceases to be a difficulty, especially in public institutions, in the way highlighted by Viegas, Almeida & Souza (2018), since it is possible to perceive and analyze the phenomenon independently of the presence of a researcher, becoming this another important tool for inspection (SAMPAIO, 2019; TREVISAN et al., 2020).

5.2 Use of Geographic Information System (GIS)

Science has a very important role in the process of maintaining natural resources, and to this end, it is necessary to use technology to assist in the maintenance of life (MIRTL et al., 2018; LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018; MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2019). The authors reaffirm the necessity of using big data and its importance in understanding anthropogenic actions, because of a huge amount of instantaneous information.

Trevisan et al. (2020) stress the importance in the utilization of GIS, as it allows the integration of spatial data and information to research geographic phenomena. However, a GIS software involves the apprehension of multidisciplinary knowledge (LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018; MORANDI et al., 2018; REIS et al., 2018; THEVENIN; PIROLI, 2018; VIEGAS; ALMEIDA; SOUZA, 2018; FIORESE; TORRES, 2019; MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2019; SAMPAIO, 2019; SIMONETTI; SILVA; ROSA, 2019; ARAÚJO; BASTOS; RABELO, 2020; SPETH et al., 2020).

As an example of GIS software used in geoprocessing, according to Table 4, the authors communicate the importance that this tool has acquired. This notoriety, also, occurs because of the popularization of geospatial data, computer systems, as well as constant improvement.

Table 4 – Relation Sig Software By Author

SIG Software	Reference
SPRING 4.3.3	Leite, Rodrigues and Leite (2018)
ArcGIS 10.3.1	Morandi (et al., 2018)
ArcGIS 10.1	Reis (et al., 2018)
ENVI 5.0	Thevenin and Piroli (2018)
ArcGIS 10	Thevenin and Piroli (2018)
ArcGIS 10.1	Viegas, Ameida and Souza (2018)
ArcGIS 10.2.2	Fiorese and Torres (2019)
ArcGIS 10.5	Medeiros and Albuquerque (2019)
ArcGIS	Sampaio (2019)
ArcGIS 10.4	Scoti, Robaina and Trentin

	(2019)
Envi 4.8	Scoti, Robaina and Trentin (2019)
ArcGIS 10.4.1	Simonetti, Silva and Rosa (2019)
Erdas 2014	Almeida (et al., 2020)
ArcGIS 10.5	Almeida (et al., 2020)
ArcGIS 10.1	Alves, Martins and Scopel (2020)
QGIS 2.16	Alves, Martins and Scopel (2020)
ArcGIS 10.2	Araujo, Bastos and Rabelo (2020)
ArcGIS	Garcia and Longo (2020)
ArcGIS 10.5	Speth (et al., 2020)
ArcGIS 10.5	TREVISAN et al., 2020

Developed by the authors

The amount of GIS software does not end as shown in Table 4, but highlights the importance that this technology has acquired and become necessary for the study of georeferenced information. It can be either free software or proprietary software.

5.3 The importance of APPs and the standardizing instruments

The failure to comply with the Federal Constitution of Brazil, as described by Speth et al. (2020), in order to ensure the urgent quality of life for all, and the environment, as provided in Article 225. This legal, political, and administrative aspect is also observed in specific normative regulations protecting natural resources (MORANDI et al., 2018; THEVENIN; PIROLI, 2018; VIEGAS; ALMEIDA; SOUZA, 2018).

In Brazil, the first normative instruction dealing with the Forest Code, according to the reporting agency of the Chamber of Deputies, was Decree # 23793, of 1934. Another change came with the enactment of Federal Law # 4.771, of 1965. In relation to subsequent legislation, it meant a breakthrough in discussions about the limits of PPAs, as well as their definition. Sequentially, the Federal Law # 12651, of 2012, which, in a short time of effectiveness, underwent modifications with the Federal Law # 12727, of 2012.

However, anthropic action is a recurring variable (VIEGAS; ALMEIDA; SOUZA, 2018). There is in this a historical non-compliance with the Law (THEVENIN; PIROLI, 2018; SIMONETTI; SILVA; ROSA, 2019; ALVES; MARTINS; SCOPEL, 2020). In this process, geoprocessing and artificial intelligence techniques become very relevant.

5.4 Discussion of the data

The summing of the two databases enabled the following results: 07 articles (2018), 15 articles (2019), 32 articles (2020), dissertations (50), articles in proceedings (01), chapters (02), e-books (07), articles in symposia (03), pages without access (13), theses (25), monographs (20), totaling 162 works.

The relationship between geotechnologies and artificial intelligence in the study of natural resources has been discussed. Although the data reflect little publication on the subject in question, with respect to the breadth and the need for discussion of very important categories such as artificial intelligence, geotechnologies and riparian forest.

However, in the period analyzed it was observed a larger quantity of discussion of articles in the English regarding the use of artificial intelligence and the need to expand them in the Portuguese. This is due to the understanding of the use and occupation of land, through geotechnologies, which is an important tool that enables the study of natural resources and various socio-environmental phenomena that occur on the Earth's surface (LEITE; RODRIGUES; LEITE, 2018).

The use of the artificial intelligence tool in this process should enhance the relationship of the environment by man as a management tool (GHARAIBEH et al., 2020). However, the use of GIS and remote sensing software, despite the lower amount of relevant articles in Portuguese, their discussion was more extensive than the English data.

The digital image processing techniques that takes into account the methodological aspects of geospatial data analysis of satellite images through the supervised classification model, the use of artificial intelligence has stood out (NETO; GONÇALVES; SENNA, 2020; MARQUES JUNIOR; COVOLAN, 2018; SAMBATTI et al., 2019; SAYAD; MOUSANNIF; MOATASSIME, 2019).

The study of Permanent Protection Area (PPA) using remote sensing and GIS software, with emphasis on riparian forests has proven satisfactory (MORANDI, et al., 2018; MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2019; SIMONETTI; SILVA; ROSA, 2019), mainly with methodological processes made through temporal cutting by sensor systems (THEVENIN; PIROLI, 2018; ARAÚJO; BASTOS; RABELO, 2020), which helps the elucidation of the phenomena (SPETH et al., 2020; ALMEIDA et al., 2020).

The development of new techniques allowing the relationship between AI and geotechnologies is necessary, because there is a process of degradation of riparian forests

and remote sensing has been shown to be important for the study of land use and coverage (ALMEIDA et al., 2020). However, the analysis only from this perspective is insufficient since it is necessary to consider the development of the anthropocentric process on water resources.

On the other hand, one may see the urgent necessity of management in a participatory way with the various sectors of society as the implementation of sustainable practices (ALVES; MARTINS; SCOPEL, 2020), since it is important the wide investigation with the purpose of identifying the pressures suffered by the hydric bodies (FIORESE; TORRES, 2019).

The use of GIS software in the analysis and collection of spatial data on vegetation located on river banks are indispensable (SIMONETTI; SILVA; ROSA, 2019; VIEGAS; ALMEIDA; SOUZA, 2018; MORANDI et al., 2018). The use of this tool, complementary for the analysis of geospatial data, in the papers presented in Portuguese was broader than in English.

VI. CONCLUSION

There is an important discussion and improvement in the use of geotechnologies, artificial intelligence, and GIS software concerning methodological processes for studying spatial data. This type of analysis of space from an ecological point of view has been strengthened with the new study possibilities that the development of AI makes possible.

It was not possible to verify, the existence of APP¹ studies of riparian forests using artificial intelligence. Although its analysis by means of GIS software and RS are consolidated, but it is possible to verify that new techniques in geoprocessing are growing with the use of artificial intelligence.

The AI technologies applied to riparian forest management can result in a broad discussion about this important natural resource in order to better characterize water resources, since these computer systems can provide and analyze large volumes of data.

The period applied to the research presented itself as an obstacle to the discussion about the proposed objective. The search sources showed insufficient results, considering the existence of other databases, and there may be articles that are not linked to the period analyzed, as well as other languages. Therefore, it is suggested as future works research related to the development of artificial intelligence for the study of APP of riparian forests associated with geotechnologies.

Área de Preservação Permanente (APP). A grafia correta na

Língua Inglesa: Permanent Preservation Area (PPA)

REFERENCES

- [1] ALMEIDA, M. I. S. et al. Análise ambiental nas margens fluviais da Bacia Hidrográfica do Rio Vieira - município de Montes Claros/MG. Available at: <<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/6986/5619>>. Accessed on 7th September, 2020.
- [2] ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; SCOPEL, I. Análise da evolução temporal do uso e cobertura da terra na Bacia do Ribeirão da Laje, no sudoeste de Goiás, de 1987 a 2017. Available at: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/42492/28723>>. Accessed 7th September, 2020.
- [3] ARAÚJO, T. M. S.; BASTOS, F. H.; RABELO, F. D. B. Análise Multitemporal do Uso e Ocupação do Solo no Corredor Ecológico do Rio Pacoti (Ceará) nos anos de 1985, 2000 e 2015. Available at: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/38616/27603>>. Accessed 7th September, 2020.
- [4] BRASIL. Law 12.727, 17th October 2012. Available at: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm>. Accessed 22nd November, 2020.
- [5] BRASIL. Câmara dos Deputados. Available at: <<https://www.camara.leg.br/noticias/211148-historico-do-codigo-florestal/#:~:text=Desde%20que%20foi%20criado%2C%20durante,o%20conceito%20de%20florestas%20protetoras.>>. Accessed 22nd November, 2020.
- [6] BRASIL. Constitution of Federative Republic of Brazil 1988. Available at: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Accessed 22nd November, 2020.
- [7] BRASIL. Law # 12651, 25th May 2012. Available at: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm>. Accessed 22nd November, 2020.
- [8] BRASIL. Law # 4771, 15th September 1965. Available at: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Accessed 23rd November, 2020.
- [9] FIORESE, C. H. U.; TORRES, H. Análise do uso de solo de áreas de preservação permanente e da qualidade hídrica dos rios Itapemirim, Jucu, Benvenente e Santa Maria da Vitória (ES). Available at: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/1212/1073>>. Accessed 7th September, 2020.
- [10] GARCIA, J. M.; LONGO, R. M. Análise de impactos ambientais em Área de Preservação Permanente (APP) como instrumento de gestão em rios urbanos. Available at: <<https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/ceerrados/article/view/797/2145>>. Accessed 7th September, 2020.
- [11] LEITE, V. A. W.; RODRIGUES, L. P.; LEITE, E. F. Dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Miranda-MS, Pantanal Sul. Available at: <https://www.researchgate.net/profile/Emerson_Leite/publication/329645875_Dinamica_do_uso_e_cobertura_da_terra_no_municipio_de_Miranda-MS_Pantanal_Sul/links/5c17acd4a6fdcc494ffb2b90/Dinamica-do-uso-e-cobertura-da-terra-no-municipio-de-Miranda-MS-Pantanal-Sul.pdf>. Accessed 1st November, 2020.
- [12] MEDEIROS, C. N.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente do município de Caucaia, Ceará, Brasil. Available at: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/36586/751375149979>>. Accessed 7th September, 2020.
- [13] MIRTL, M. et al. Genesis, goals and achievements of Long-Term Ecological Research at the global scale: A critical review of ILTER and future directions. Available at: <<https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.001>>. Accessed 8th September, 2020.
- [14] MORANDI, D. T. et al. Diagnóstico da antropização em área de preservação permanente em segmento do Rio Jequitinhonha (MG). Available at: <<https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/60177/35712>>. Accessed 1th September, 2020.
- [15] REIS, F. A. G. V. et al. Mapeamento geoambiental do município de Casa Branca (SP) como subsídio ao planejamento territorial. Available at: <<https://www.revistas.usp.br/guspssc/article/view/148389/142018>>. Accessed 1st September, 2020.
- [16] SAMPAIO, S. A. Caracterização física do município de Ipiatã-BA: Representação cartográfica como subsídio a análise ambiental. Available at: <<https://periodicos.ufpr.br/revistadogene/article/view/15584/11305>>. Accessed 4th September, 2020.
- [17] SCOTI, A. A. V.; ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. Zoneamento geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria: sudoeste do Rio Grande do Sul. Available at: <<https://revista.ufr.br/actageo/article/view/5141>>. Accessed 7th September, 2020.
- [18] SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C.; ROSA, A. H. Proposta metodológica para identificação de riscos associados ao relevo e antropização em áreas marginais aos recursos hídricos. Available at: <<https://scientiaplana.org.br/sp/article/view/4437/2139>>. Accessed 3rd September, 2020.
- [19] SPETH, G. et al. Conflitos do uso de solo em Áreas de Preservação Permanente em Candelária (RS). Available at: <https://www.researchgate.net/profile/Barbara_Ribeiro4/publication/339733354_Conflitos_do_uso_de_solo_em_areas_de_preservacao_permanente_em_Candelaria_RS/links/5e797f0892851c3091391399/Conflitos-do-uso-de-solo-em-areas-de-preservacao-permanente-em-Candelaria-RS.pdf>. Accessed 7th September, 2020.
- [20] THEVENIN, J. M. R.; PIROLI, E. L. Uso e cobertura da terra no território Ayahuasqueiro em Rondônia: uma análise de arranjos institucionais por classificação orientada ao objeto. Available at: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/52146/34892>>. Accessed 1st September, 2020.
- [21] TREVISAN, D. P. et al. Environmental vulnerability index: An evaluation of the water and the vegetation quality in a Brazilian Savanna and Seasonal Forest biome. Available

- at:<
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1470160X2030100X?token=EC9A5E1A28559E127BBFECA729F59A43674EDF3E4D0FEDCBFAF242B6A5EBDF0C1C16C7F6CDF7E7B1AA280F830C45DC83D>>. Accessed 8th September, 2020.
- [22] VIEGAS, S.; ALMEIDA, R. M.; SOUZA, F. S. A identificação das áreas de preservação permanente no município de Santarém, Estado do Pará, Brasil, a partir de técnicas de geoprocessamento. Available at:<
<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/4785/3999>>. Accessed 1st November, 2020.
- [23] OLIVEIRA, P. F.; CÂMARA, C. E. Análise de desempenho de um algoritmo desenvolvido para solução de deep learning utilizando redes neurais convolucionais para Análise de contraste de imagens. Available at:<
<https://revistas.anchieta.br/index.php/RevistaUbiquidade/article/view/1010/893>>. Accessed 11th February, 2021.
- [24] NETO, B. S. R.; GONÇALVES, N. V.; SENNA, C. F. Mapeamento geoecológico da Costa Atlântica Amazônica aplicado ao município de Quatipuru – Pará, Brasil. Available at:<
<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/19462/15620>>. Accessed 11th February, 2021.
- [25] MARQUES JUNIOR, L. C.; COVOLAN, J. A. U. A aplicação de redes neurais profundas para detecção e classificação de plantas daninhas e seu estado da arte. Available at:<
<https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/2638>>. Accessed 11th February, 2021.
- [26] SAMBATTI, S. B. M. et al. Previsão de riscos de alagamentos e inundações com uso de inteligência artificial. Available at:<
https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_informatica_aplicada/article/view/6985/3048>. Accessed 11th February, 2021.
- [27] BRUBACHER, J. P.; OLIVEIRA, G. G.; GUASSELLI, L. A. Preenchimento de Falhas e Espacialização de Dados Pluviométricos: Desafios e Perspectivas. Available at:<
<https://www.scielo.br/pdf/rbmet/v35n4/0102-7786-rbmet-7786354067.pdf>> Accessed 11th February, 2021.
- [28] TINÉ, M.; PEREZ, L.; MOLOWNY-HORAS, R. Fundamentos teóricos de modelagem em sistemas complexos. Available at:<
<https://www.seer.ufal.br/index.php/contextogeografico/article/view/8363/6489>>. Accessed 11th February, 2021.
- [29] HARFOUCHE, A. L. et al. Accelerating Climate Resilient Plant Breeding by Applying Next-Generation Artificial Intelligence. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2019.05.007>>. Accessed 19th February, 2021.
- [30] GILL, S. S. et al. Transformative Effects of IoT, Blockchain and Artificial Intelligence on Cloud Computing: Evolution, Vision, Trends and Open Challenges. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100118>>. Accessed 19th February, 2021.
- [31] SAYAD, Y. O.; MOUSANNIF, H.; MOATASSIME, H. A. Predictive modeling of wildfires: A new dataset and machine learning approach. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.01.006>>. Accessed 19th February, 2021.
- [32] RIZEEI, H. M. et al. Groundwater aquifer potential modeling using an ensemble multi-adoptive boosting logistic regression technique. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124172>>. Accessed 19th February, 2021.
- [33] DIKSHIT, A.; PRADHAN, B.; ALAMRI, A. M. Pathways and challenges of the application of artificial intelligence to geohazards modelling. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.gr.2020.08.007>>. Accessed 22nd February, 2021.
- [34] KLOMPENBURG, T. V.; KASSAHUN, A.; CATAL, C. Crop yield prediction using machine learning: A systematic literature review. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105709>>. Accessed 22nd February, 2021.
- [35] KHAN, A.; GUPTA, S.; GUPTA, S. K. Multi-hazard disaster studies: Monitoring, detection, recovery, and management, based on emerging technologies and optimal techniques. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101642>>. Accessed 22nd February, 2021.
- [36] BALTI, H. et al. A review of drought monitoring with big data: Issues, methods, challenges and research directions. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101136>>. Accessed 22nd February, 2021.
- [37] JENA, R. et al. Earthquake hazard and risk assessment using machine learning approaches at Palu, Indonesia. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141582>>. Accessed 24th February, 2021.
- [38] SENGUPTA, S. et al. A review of deep learning with special emphasis on architectures, applications and recent trends. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.kmosys.2020.105596>>. Accessed 24th February, 2021.
- [39] TIYASHA, T. M. T.; YASEEN, Z. M. A survey on river water quality modelling using artificial intelligence models: 2000–2020. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124670>>. Accessed 4th March, 2021.
- [40] GHARAIBEH, A. et al. Improving land-use change modeling by integrating ANN with Cellular Automata-Markov Chain model. Available at:<
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05092>>. Accessed 4th March, 2021.
- [41] AQUINO, I. S. Como escrever arquivos científicos: sem “arrodeio” e sem medo da ABNT. São Paulo: Saraiva, 2010.

MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO CILIAR NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Elidinaldo da Silva Leite

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e
Gestão Socioambiental (UNEB/DTCS/PPGEcoH)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2715-5144>
E-mail: elileiteleite@gmail.com

Ricardo José Amorim Rocha

Professor Adjunto da Universidade do Estado da Bahia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e
Gestão Socioambiental (UNEB/DTCS/PPGEcoH)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9527-2751>
E-mail: ramorim@uneb.br

RESUMO

As matas ciliares são um importante recurso para a biodiversidade. São fundamentais para o equilíbrio hídrico. Rios, nascentes, lagos, igarapés, represas e olhos d'água são protegidos quando esse importante recursos natural é preservado ou conservado. Para isso, é importante o desenvolvimento de metodologias a fim de regularmente identificá-las. As técnicas de sensoriamento remoto possuem instrumentos adequados através das álgebras de mapas por meio da utilização de índices vegetação. O estudo foi realizado na Região Integrada de Desenvolvimento Econômico – RIDE. Dessa forma, o objetivo foi analisar a mata ciliar, apresentar e indicar as possíveis alterações. Para tanto, as imagens do satélite da série Landsat 8, sensor OLI, foram utilizadas a partir de um recorte temporal com imagens de 2016 a 2020. Obtidos do portal da USGS (*United States Geological Survey*) e manipulados em *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS (versão 3.10.14). Os dados foram organizados em tabelas e gráficos e analisados em ambiente computacional. Para a coleta dos índices, foi utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). No qual os resultados foram catalogados em classes de acordo com intervalo definido utilizando a proposta metodológica existente: alta, moderada alta, moderada, moderadamente baixa, baixa e solo exposto. Os resultados permitiram concluir que a vegetação ciliar estava abaixo do recomendado. Valores das classes 5 (moderada alta), máximo de 31% e classe 6 (alta) com 16% ambos em 2020. Por outro lado, os índices descritos na classe 3 (moderadamente baixa), máximo de 73% e classe 4 com 60% (moderada). Resultados irregulares e especializados. Sinal de alerta para esse importante ecossistema. Espera-se com isso fomentar novas análises de vegetação por sensoriamento em outras regiões hidrográficas do Rio São Francisco, além de ser um instrumento de gestão ambiental, com destaque a recomposição ciliar.

Palavras-chave: NDVI; mata ciliar; sensoriamento remoto.

MAPPING THE RIPARIAN VEGETATION IN THE SUBMEDIUM SÃO FRANCISCO

ABSTRACT

Riparian forests are important resources for biodiversity. They are fundamental for the water balance whose rivers, springs, lakes, streams, dams, and waterholes must be preserved or conserved. Accordingly, it is important to develop methodologies to identify them regularly. Remote sensing techniques have adequate instruments through the algebra of maps by using vegetation indices. The study was conducted in the Integrated Economic Development Region – IEDR. Thus, the objective was to analyse the riparian forest, present and indicate alterations. To achieve this, satellite images from the Landsat 8 series and OLI Sensor were used from a temporal cut with images from 2016 to 2020. Obtained from the portal of the USGS (United States Geological Survey) and manipulated in Geographic Information System (GIS) software QGIS (version 3.10.14). The data were organized into tables and graphs and analysed in a computational environment. For index collection, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used, in which the results were catalogued in classes according to a defined interval using the existing methodological proposal: high, moderate high, moderate, moderately low, low and exposed soil. The results allowed the conclusion that the riparian vegetation was below recommendation. Class 5 values (moderate high), maximum of 31% and class 6 (high) with 16% both in 2020. On the other hand, the rates described in Class 3 (moderate low), maximum 73% and Class 4 with 60% (moderate). Irregular and specialized results mean a warning sign for this important ecosystem. It is hoped, with this, to encourage new analyses of vegetation by sensing in other hydrographic regions of the São Francisco River, besides being a tool for environmental management, with emphasis on riparian reconstitution.

Keywords: NDVI; riparian forest; remote sensing.

INTRODUÇÃO

As transformações ocorridas no ambiente natural são para fornecer os recursos necessários à manutenção dos processos de urbanização (ALVES; MENEZES, 2021). Nem sempre esse tipo de avanço extrai de forma sustentável o necessário. Os autores ainda reiteram a necessidade do estudo sobre os recursos hídricos com destaque às áreas ciliares, como apresenta Silva Junior (*et al.*, 2021).

Dessa forma, o Rio São Francisco tem importante relevância nacional e internacional. Suas águas são fundamentais para o desenvolvimento da região Nordeste. É o rio mais importante dessa bacia hidrográfica. Além de integrar as demais regiões brasileiras, a exemplo do Centro-Sul. É um recurso valioso à agroexportação (CODEVASF, 2019; ANA, 2018). Assim, conhecer os aspectos naturais é importante para sua manutenção (ALVAREZ, *et al.*, 2011)

É necessária a conservação desse corpo hídrico em virtude da diversidade de biomas, variabilidade climática e diversidade geomorfológica (SILVA; SANTOS, 2020; SILVA

JUNIOR *et al.*, 2021). E as matas ciliares são fundamentais para a manutenção do equilíbrio hídrico, visto que configura um dos elementos naturais essenciais. Mantê-las preservadas ou conservadas é uma necessidade legal e amparada pela Lei 12.727 de 2012, bem como em relação a Lei 12.651 de 2012. Para tanto, não se pode excluir tal preceito (LISBOA; CIELO-FILHO; CÂMARA, 2021).

Mesmo com a existência de mecanismos legais que visam a proteção de corpos hídricos. Na prática são ineficazes (SILVA; SANTOS, 2020). No entanto, para implementá-las é necessário à comunidade científica pressionar as instituições públicas, através da disseminação do conhecimento, de forma compartilhada. Parceria necessária junto com as comunidades ribeirinhas. Áreas de importante aspecto cultural (PEREIRA, 2021).

Braga (*et al.*, 2021) alerta para as ações antrópicas sobre o rio, principalmente, no desenvolvimento do sistema agroexportador que visa suprir demanda por água para dinamizar a produção de culturas agrícolas. E o Submédio São Francisco possui relevante destaque. Em especial, a Região Integrada de Desenvolvimento Econômico-RIDE. Área que polariza o progresso desenvolvimentista dessa região hidrográfica.

Juazeiro-BA e Petrolina-PE formam o centro de atração dessa região (ANA, 2018). É um importante polo de desenvolvimento tecnológico (LIMA; SOUSA, 2017). Portanto, o estudo de mata ciliar se faz necessário nessa região é importante. Isso permite rever a situação da vegetação ciliar a fim de acentuar novas discussões. E as geotecnologias contribuem para o esclarecimento dos fenômenos (SPETH, *et al.*, 2020). Como o sensoriamento remoto e o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Estudo de análise de vegetação por sensoriamento remoto, tornou-se uma constante. A causa máxima disso está nas problemáticas ambientais. Eventos ocorridos em grande escala, exige ferramentas adequadas (TRENTIN; TRENTIN; SALDANHA, 2019; JIANG; HUETE, 2010). Logo, é possível estimar o tamanho vegetativo de um determinado lugar e o vigor por meio da assinatura espectral.

As condições da vegetação, geralmente, podem estar associadas a alguns elementos, como temperatura, índice pluviométrico, condições de solo, a natureza climática, queimadas, secas, enxurradas. Além do mais, a vegetação pode ser estudada por meio das características da malha urbana. Alves e Menezes (2021) asseveram que o Índice de Vegetação por Diferença

Normalizada – NDVI é um indicador para mensurar as condições de mata ciliar, assim como Huang (*et al.*, 2021).

Portanto, o objetivo desse artigo foi analisar a mata ciliar, apresentar e indicar as possíveis alterações em relação ao tamanho vegetativo com o auxílio do sensoriamento remoto no Submédio Médio São Francisco na zona da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico – RIDE.

Servilheri (*et al.*, 2021) além de frisar que as matas ciliares são consideradas APPs. Destaca que se trata de componente vegetativa que margeia rios. Portanto, são importantes para o equilíbrio ecossistêmico de recursos hídricos.

2.0 METODOLOGIA DE TRABALHO

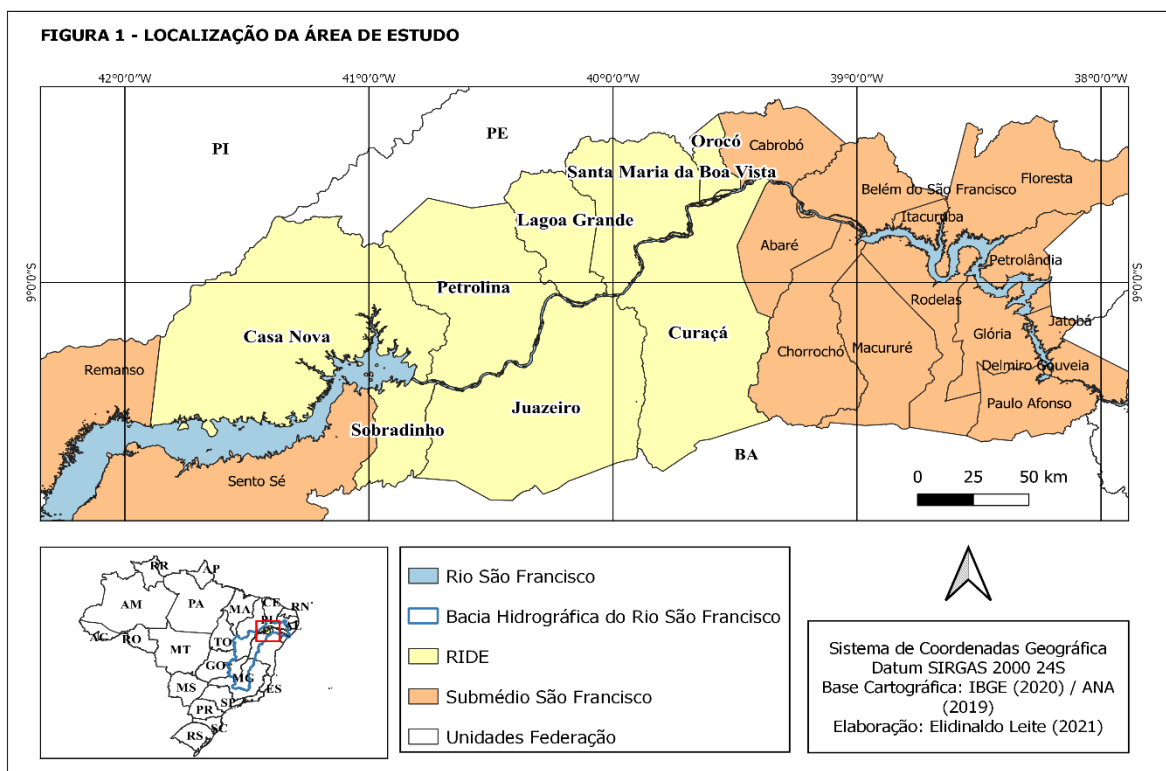
2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o trecho de mata ciliar da Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento – RIDE, conforme Figura 1. Área é definida de acordo com Decreto nº 10.296 de 2020. São oito municípios (OLIVEIRA; LIMA, 2021). Integram uma área de 35.436,697 km² de acordo com Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras (2017).

Para o estudo das matas ciliares foi considerado o art. 4º inciso I da Lei n. 12.651/2012, bem como pela Lei n. 12.727/2012, que dispõem sobre a proteção de vegetação com ênfase as áreas que são consideradas como Área de Preservação Permanente (APP).

A bacia hidrográfica do Rio São Francisco é composta por quatro regiões: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Submédio São Francisco e Baixo São Francisco (ANA, 2020). Também caracterizado como regiões fisiográficas (ALVAREZ; OLIVEIRA; PEREIRA, 2010; SOARES; SILVA; NAVA, 2020).

O Submédio do São Francisco, está entre os municípios de Remanso-BA e Paulo Afonso-BA (ANA, 2020), na região Nordeste com os estados de Pernambuco e Bahia. Apresenta 110.446 quilômetros quadrados (ANA, 2020). São 17% de sua Bacia Hidrográfica com 440 quilômetros de extensão de um total de 2.700 km (ANA, 2020).



Fonte: os autores.

Oliveira e Lima (2021) relatam que do ponto de vista econômico a agricultura é relevante. Com o melhoramento dos processos de irrigação aliados às condições climáticas foram os aspectos mais importantes para o desenvolvimento da fruticultura irrigada. Características que tornaram essa região promissora e ampla visibilidade. Resultado dos investimentos em setores econômicos importantes (RODRIGUES; LUZ, 2021).

O Rio São Francisco possui uma diversidade climática. No entanto, o clima semiárido prevalece sobre os demais ambientes climáticos. Lima e Sousa (2017) relatam que o submédio São Francisco faz parte do semiárido da região Nordeste. Alvarez (*et al.*, 2011) reitera o caráter prevalente da caatinga e a evidente exploração do dossel vegetativo.

Materiais e Métodos

Foram utilizadas as imagens de satélite Landsat 8, de acordo com órbita e ponto 218, 219, 67 e 66, conforme descrito na Tabela 1, para realização posterior de pré-processamento. Em um recorte temporal de cinco anos, entre 2016 a 2020.

Tabela 1 - Propriedade do satélite Landsat 8 / sensor OLI

Bandas espectrais	Intervalos espectrais	Resolução espacial
Banda 2 – azul	(0,450 - 0,51 μm)	30m
Banda 3 – verde	(0,53 - 0,59 μm)	30m
Banda 4 – vermelho	(0,64 - 0,67 μm)	30m
Banda 5 – infravermelho próximo	(0,85 - 0,88 μm)	30m
Banda 6 – SWIR 1	(1,57 - 1,65 μm)	30m
Banda 7 – SWIR 2	(2,11 - 2,29 μm)	30m

Fonte: Adaptado (USGS, 2017)

Foi considerado os dados sobre os índices de precipitação, extraído das estações pluviométricas descritas de acordo com a Tabela 2 e com valores pluviométricos Tabela 3. Visto que apenas dado extraídos das estações da ANA.

Tabela 2 – Relação das estações pluviométricas utilizadas

Código	Estação
941018	Sento Sé
940039	Baixa Grande
940024	Juazeiro
839035	Santa Maria da Boa Vista
940018	Campo dos Cavalos
939017	Próximo a Curaçá
840015	Lagoa Grande
839034	Fazenda Tapera

Fonte: os autores

As informações constam da página *Hidroweb*. E assim, correlacionar com os valores de índice de vegetação por diferença normalizada - NDVI e também para identificar os meses de ocorrência de menor incidência de nuvens.

Tabela 3 - Valores cumulativos de precipitação/mm

Mês/Ano	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	1906,6	13,1	350,9	4,1	972,3
fev	229,9	218,3	629,8	464,4	670,2
mar	175,7	415,8	333,5	583,2	1351
abr	3,5	120,3	500,3	358,1	840
maio	84,8	61	49,3	144	320,9
jun	23,4	95,7	3,2	36,1	87,2
jul	11,5	30,2	0	54,1	29,2
ago	1,4	16,4	0	12,3	7,3
set	3	27,7	0	3,7	2
out	83,2	0	143,2	169,2	94,9
nov	76,6	48,9	19	60,9	908,6
dez	170	141,4	626,9	113,9	78,8

Fonte: os autores

O NDVI, conforme Equação 1 (ROUSE *et al.*, 1974). Permite diversas possibilidades quanto a sua aplicabilidade. As informações do índice podem vir relacionados com outras variáveis. Essa particularidade possibilita a aquisição de novos conhecimentos. São obtidos a partir das interações matemáticas (FILGUEIRAS *et al.*, 2019). No entanto, a correlação ou não dos índices de vegetação (IVs) não é uma regra, mas pode fornecer excelentes resultados:

$$\text{Equação 1 - NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

No qual, NIR (infravermelho próximo) RED (região do vermelho). No Landsat 8 corresponde a banda 4 (vermelho) (0,64 – 0,67 μm) e a banda 5 (infravermelho próximo) (0,85 – 0,88 μm)

Varia de -1 a 1 (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012; KRIZEK; SANTOS, 2021). Huang (*et al.*, 2021) reiteram que, nesse intervalo quanto mais próximo de 1 é um indicativo de vegetação ativa e intensa. Por outro lado, indicadores negativos para água. Além de indicar estado de escassez desempenho clorofiliano, solo descoberto e áreas urbanas.

O processamento das imagens ocorreu a partir da extração das imagens coletadas, por meio de arquivo no formato KML extraído do *Google Earth*, inserido no portal da USGS (*United States Geological Survey*) onde os dados são gratuitos. E a partir do software de SIG QGIS 3.10.14 (software livre e de código aberto), com *plugin Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), foi feita a realização da correção atmosférica através do método DOS (CHAVEZ, 1988), das bandas espectrais de cada uma das cenas. Transformação dos valores de números digitais (ND) para valores físicos.

Em seguida foi feita a extração dos valores de NDVI por meio das bandas 5 e banda 4 de cada uma das cenas através do *raster calculator*. Depois realizado o mosaico das bandas de cada uma das quatro cenas correspondente ao mês e ano. Feito isso, foi realizado a correção do sistema de referência cartográfico para o datum SIRGAS 2000 zona UTM 24S, porque os dados brutos possuem outro sistema de referência.

Para o recorte da área de estudo, utilizou-se um arquivo SHP (massa de água) extraído da Agência Nacional das Águas (CATÁLOGO DE METADADOS), depois de realizado um *buffer* com a utilização de 500 metros, tendo em vista os caracteres climáticos (MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011). Dessa forma, é preciso considerar as oscilações entre cheias e vazantes. A variabilidade da largura do rio.

Os valores de NDVI foram obtidos de acordo com os valores de classe que se apresentam na Tabela 4. Para serem reclassificados com o algoritmo r.recode. Depois desse processo, o raster foi processado no algoritmo r.report para a extração do valores de área.

Tabela 4 - Classes utilizadas

Classes	Valor atribuído para NDVI
(classe 1) Solos Exposto	< 0
(classe 2) Baixa	0 a < 0,2
(classe 3) Moderadamente Baixa	0,21 a < 0,4
(Classe 4) Moderada	0,41 a < 0,6
(classe 5) Moderada Alta	0,61 a < 0,8
(classe 6) Alta	0,81 a < 1,0

Fonte: adaptado de Aquino, Dias e Santos (2016)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em virtude do tamanho da área, composta por quatro cenas. Foi necessário representá-la por C1, C2, C3, C4, como descrito na Tabela 5. Há, portanto, uma variabilidade mensal em relação à quantidade de nuvens. Particularidade que impossibilita a mensuração do índice de vegetação a cada mês.

Tabela 5 – Características das cenas

cenas	data	nuvens%	data	nuvens%	data	nuvens%	data	nuvens%	data	nuvens%
C1	22/01/16	99,93%	17/01/17	21,11%	20/01/18	96,32%	23/01/19	45,96%	10/01/20	4,65%
C2	22/01/16	99,97%	01/01/17	16,88%	20/01/18	81,89%	23/01/19	30,97%	10/01/20	37,23%
C3	31/01/16	54,44%	08/01/17	1,08%	27/01/18	45,84%	30/01/19	0,23%	17/01/20	2,01%
C4	31/01/16	56,25%	08/01/17	0,12%	27/01/18	34,12%	30/01/19	0,15%	17/01/20	0,45%
C1	16/02/16	66,90%	18/02/17	94,79%	21/02/18	60,12%	08/02/19	8,67%	27/02/20	15,28%
C2	16/02/16	75,15%	18/02/17	35,85%	21/02/18	43,69%	08/02/19	23,54%	27/02/20	29,20%
C3	23/02/16	9,33%	25/02/17	26,16%	28/02/18	42,49%	15/02/19	44,74%	18/02/20	84,21%
C4	23/02/16	5,81%	25/02/17	18,33%	28/02/18	22,78%	15/02/19	30,95%	18/02/20	36,57%
C1	19/03/16	18,20%	22/03/17	3,65%	25/03/18	58,14%	03/03/19	69,98%	21/03/20	90,23%
C2	19/03/16	57,5%	06/03/17	0,79%	09/03/18	84,71%	19/03/19	63,71%	14/03/20	59,90%
C3	26/03/16	22,54%	13/03/17	50,62%	16/03/18	0,01%	12/03/19	3,01%	14/03/20	85,19%
C4	26/03/16	10,7%	13/03/17	59,93%	16/03/18	0,14%	12/03/19	3,00%	21/03/20	91,60%
C1	20/04/16	28,85%	23/04/17	35,31%	10/04/18	24,01%	29/04/19	24,39%	15/04/20	46,75%
C2	20/04/16	25,48%	23/04/17	40,24%	10/04/18	58,24%	29/04/19	7,01%	15/04/20	55,41%
C3	27/04/16	4,79%	14/04/17	52,66%	17/04/18	30,6%	20/04/19	61,00%	22/04/20	67,05%
C4	11/04/16	13,21%	30/04/17	6,30%	01/04/18	22,15%	20/04/19	51,51%	06/04/20	6,86%
C1	22/05/16	0,00%	09/05/17	52,29%	12/05/18	24,71%	31/05/19	35,23%	17/05/20	35,87%
C2	22/05/16	3,52%	09/05/17	6,98%	12/05/18	72,43%	31/05/19	17,51%	17/05/20	46,23%
C3	29/05/16	6,18%	16/05/17	21,2%	03/05/18	42,66%	06/05/19	0,00%	24/05/20	29,68%
C4	29/05/16	4,88%	16/05/17	16,47%	03/05/18	24,19%	22/05/19	0,49%	24/05/20	11,49%

C1	07/06/16	17,74%	10/06/17	1,91%	29/06/18	12,56%	16/06/19	25,73%	18/06/20	59,90%
C2	07/06/16	3,5%	10/06/17	15,71%	29/06/18	53,67%	16/06/19	1,10%	18/06/20	20,24%
C3	30/06/16	5,24%	17/06/17	19,87%	20/06/18	13,96%	23/06/19	55,85%	09/06/20	5,24%
C4	30/06/16	13,92%	17/06/17	8,23%	20/06/18	26,72%	23/06/19	51,36%	09/06/20	0,05%
C1	09/07/16	23,22%	12/07/17	10,43%	15/07/18	1,42%	18/07/19	3,52%	04/07/20	1,44%
C2	09/07/16	30,94%	12/07/17	49,83%	15/07/18	8,67%	02/07/19	82,44%	04/07/20	22,59%
C3	16/07/16	0,07%	19/07/17	2,92%	22/07/18	1,53%	25/07/19	34,80%	27/07/20	15,62%
C4	16/07/16	0,30%	19/07/17	2,56%	22/07/18	3,27%	25/07/19	20,67%	11/07/20	24,99%
C1	10/08/16	0,00%	28/08/17	25,07%	16/08/18	2,01%	03/08/19	0,22%	21/08/20	14,60%
C2	10/08/16	4,00%	28/08/17	7,49%	16/08/18	3,12%	03/08/19	7,69%	21/08/20	54,99%
C3	17/08/16	0,00%	20/08/17	24,24%	23/08/18	1,51%	26/08/19	7,07%	28/08/20	0,00%
C4	17/08/16	0,13%	20/08/17	0,86%	23/08/18	0,45%	26/08/19	3,09%	28/08/20	0,02%
C1	27/09/16	55,56%	14/09/17	50,02%	17/09/18	0,00%	20/09/19	0,00%	22/09/20	56,58%
C2	27/09/16	40,76%	30/09/17	37,43%	17/09/18	10,88%	20/09/19	1,02%	06/09/20	36,45%
C3	18/09/16	2,83%	21/09/17	33,04%	24/09/18	9,61%	27/09/19	1,05%	29/09/20	0,26%
C4	18/09/16	18,3%	21/09/17	21,32%	24/09/18	3,75%	27/09/19	0,25%	29/09/20	0,07%
C1	13/10/16	59,15%	16/10/17	10,90%	19/10/18	28,49%	06/10/19	17,15%	08/10/20	0,00%
C2	29/10/16	0,28%	16/10/17	1,15%	19/10/18	11,45%	06/10/19	8,24%	08/10/20	0,00%
C3	04/10/16	1,16%	23/10/17	0,66%	26/10/18	1,00%	29/10/19	4,45%	15/10/20	1,91%
C4	04/10/16	0,65%	23/10/17	0,57%	26/10/18	1,62%	29/10/19	15,81%	15/10/20	1,69%
C1	30/11/16	11,88%	01/11/17	49,29%	20/11/18	33,35%	23/11/19	2,77%	25/11/20	65,16%
C2	30/11/16	1,10%	01/11/17	45,91%	20/11/18	39,01%	23/11/19	12,46%	25/11/20	77,32%
C3	05/11/16	5,61%	24/11/17	78,30%	11/11/18	28,83%	30/11/19	0,40%	16/11/20	27,31%
C4	05/11/16	28,07%	08/11/17	94,26%	11/11/18	70,73%	30/11/19	0,02%	16/11/20	67,81%
C1	16/12/16	41,27%	03/12/17	44,96%	22/12/18	73,46%	25/12/19	0,74%	27/12/20	9,07%
C2	16/12/16	89,11%	19/12/17	63,60%	22/12/18	22,07%	09/12/19	41,74%	27/12/20	17,94%
C3	23/12/16	0,83%	26/12/17	72,59%	13/12/18	26,7%	16/12/19	4,24%	02/12/20	7,92%
C4	23/12/16	1,09%	26/12/17	30,98%	13/12/18	54,99%	16/12/19	3,33%	18/12/20	26,82%

Fonte: os autores

Krizek e Santos (2021) destacam que a aplicabilidade para estudo de vegetação por meio de índices de vegetação é realizado na faixa do vermelho e do infravermelho, bem como a importância de suavizar as interferências, a exemplo da presença de nuvens. Esse impeditivo se não for considerado pode gerar resultados não confiáveis, conforme discorre os autores.

O NDVI mostra-se bastante eficaz no estudo de áreas, levando-se em consideração alguns elementos do clima (BEZERRA *et al.*, 2019; JIANG; HUETE, 2010). Isso também explica porque é o índice mais usual (HUANG, *et al.*, 2021), mesmo em ambientes considerado diverso. Por outro lado, o estudo da cobertura vegetal é necessário considerar a densidade do tamanho vegetativo. Em virtude da confiabilidade dos dados (ENCINA, *et al.*, 2018; FILGUEIRAS *et al.*, 2019).

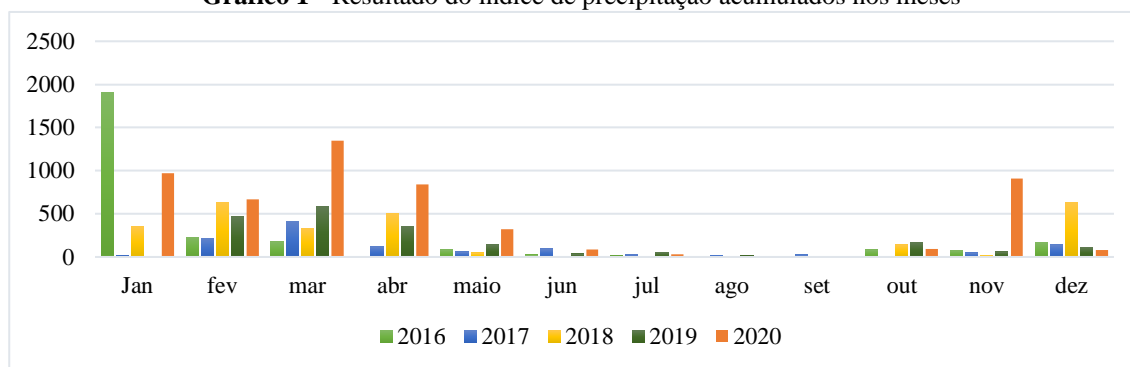
Os valores estão relacionados de acordo com a quantidade de radiação solar refletida e a quantidade de radiação solar incidente (ROTHMUND, *et al.*, 2019; SILVA; MACÊDO; SILVA, 2019). Por isso, é importante compreender a interação da radiação eletromagnética

com a vegetação. A análise de e entendimento desse princípio é importante (ALFACE *et al.*, 2019; KRIZEK; SANTOS, 2021).

Os resultados de precipitação revelam uma alternância, conforme Gráfico 1, entre os meses com maiores índices pluviométricos e uma regularidade com picos no primeiro trimestre e uma redução gradativa e quantitativa no decorrer dos meses com retomada nos últimos três meses.

Dessa forma, os dados pluviométricos demonstram que os meses entre junho até outubro tornam-se confiáveis para geração de NDVI. Para tanto, Aquino, Dias e Santos (2016) enfatizam a escolha das imagens com menor cobertura de nuvens.

Gráfico 1 - Resultado do índice de precipitação acumulados nos meses



Fonte: os autores

As cenas para o levantamento das informações, a fim de minimizar as intercorrências climáticas da área estudada, são apresentadas de acordo com a tabela 6. Melo, Sales e Oliveira (2011) advertem para que o estudo de cobertura vegetal em região de caatinga considere os períodos chuvosos e secos.

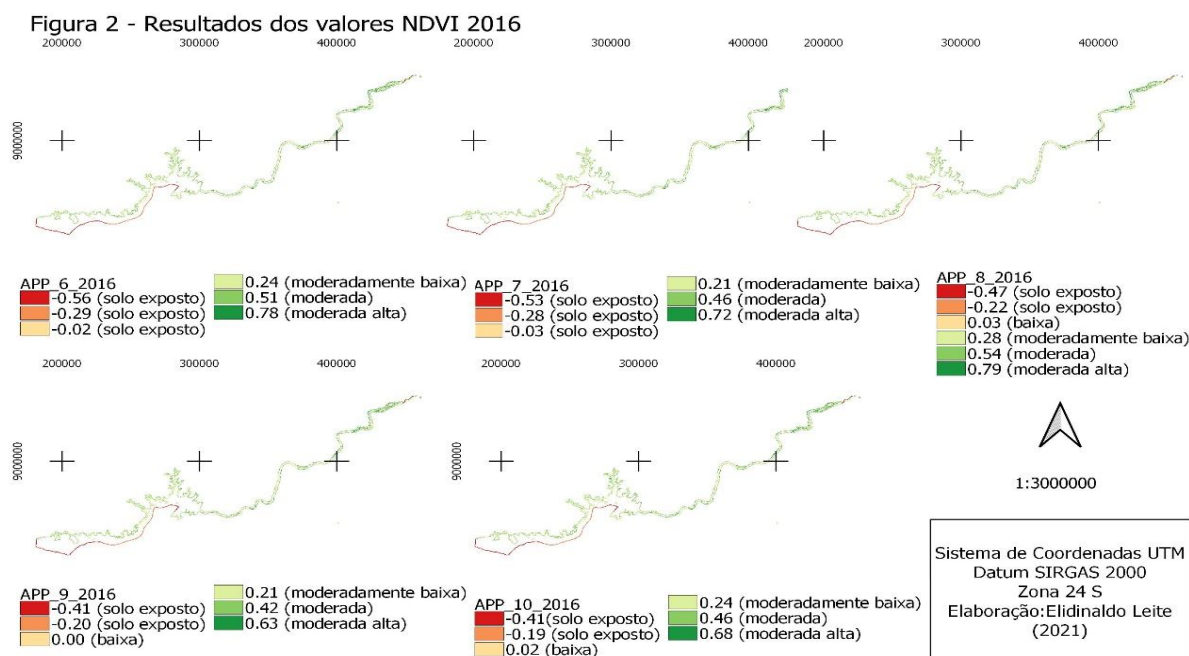
Tabela 6 – Cenas e datas para a análise

	07/06/16	10/06/17	13/06/18	16/06/19	18/06/20
C1	07/06/16	10/06/17	13/06/18	16/06/19	18/06/20
C2	07/06/16	10/06/17	13/06/18	16/06/19	18/06/20
C3	30/06/16	17/06/17	20/06/18	23/06/19	09/06/20
C4	30/06/16	17/06/17	20/06/18	23/06/19	09/06/20
C1	09/07/16	12/07/17	15/07/18	18/07/19	04/07/20
C2	09/07/16	12/07/17	15/07/18	02/07/19	04/07/20
C3	16/07/16	19/07/17	22/07/18	25/07/19	27/07/20
C4	16/07/16	19/07/17	22/07/18	25/07/19	11/07/20
C1	10/08/16	28/08/17	16/08/18	03/08/19	21/08/20
C2	10/08/16	28/08/17	16/08/18	03/08/19	21/08/20
C3	17/08/16	20/08/17	23/08/18	26/08/19	28/08/20

C4	17/08/16	20/08/17	23/08/18	26/08/19	28/08/20
C1	27/09/16	14/09/17	17/09/18	20/09/19	22/09/20
C2	27/09/16	30/09/17	17/09/18	20/09/19	06/09/20
C3	18/09/16	21/09/17	24/09/18	27/09/19	29/09/20
C4	18/09/16	21/09/17	24/09/18	27/09/19	29/09/20
C1	13/10/16	16/10/17	19/10/18	06/10/19	08/10/20
C2	29/10/16	16/10/17	19/10/18	06/10/19	08/10/20
C3	04/10/16	23/10/17	26/10/18	29/10/19	15/10/20
C4	04/10/16	23/10/17	26/10/18	29/10/19	15/10/20

Fonte: os autores.

Cada conjunto de quatro cenas permitiu como resultado as imagens referentes aos valores de NDVI que corresponde aos dados espectrais da vegetação ribeirinha no ano de 2016, de acordo com a Figura 2. Há o indicativo onde prevalece, na classe 1, solo exposto e valores vegetação com relativo vigor classe 4 e 5 (moderada e moderada alta).

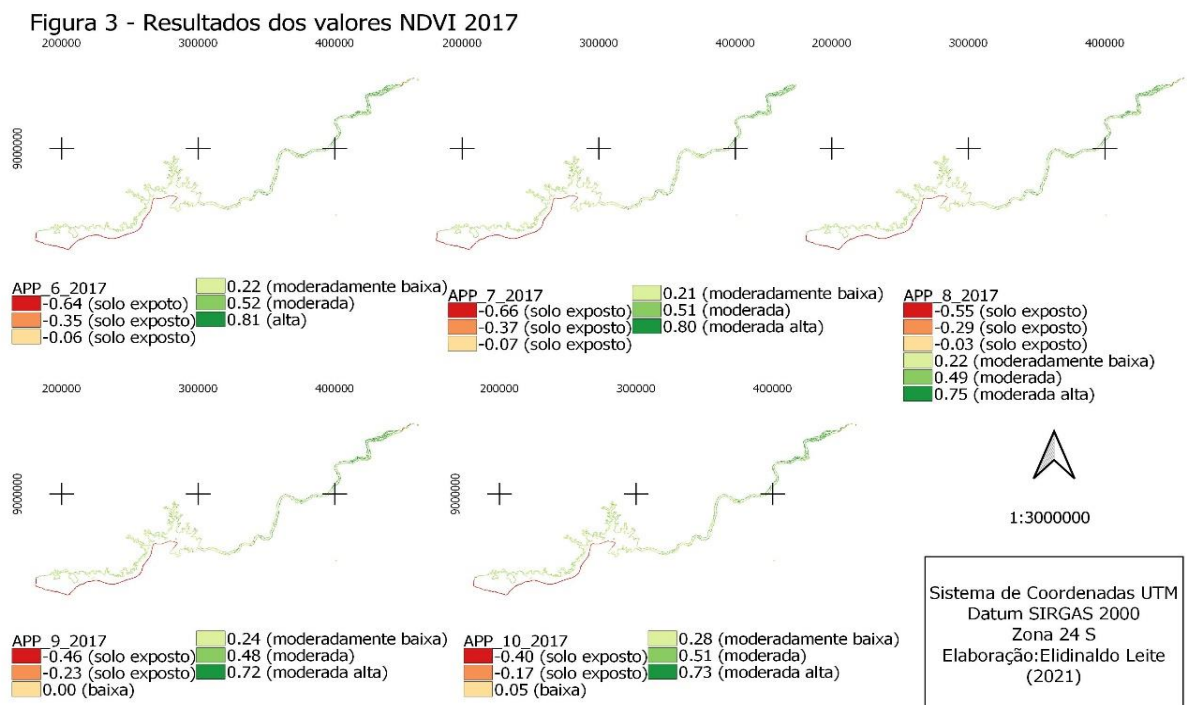


Ferreira e Pereira Filho (2009) salientam que a cor da água está relacionado com suas propriedades. Essa característica relaciona-se com os índices de assinatura espectral do corpo hídrico. Além de os valores de índice negativo representar água, outras classes também adquiriram tais atributos. É necessário avaliar os aspectos da área de estudo. Dado relevante em

virtude dos atributos do meio a que o objeto de estudo está submetido (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

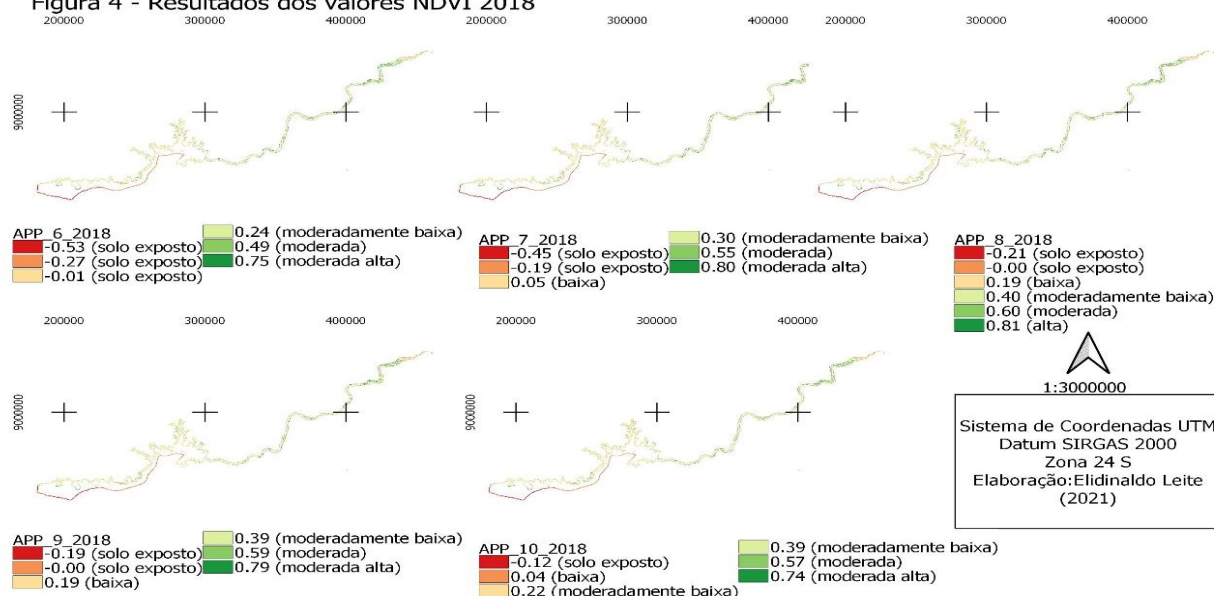
Por outro lado, é possível notar feições semelhantes nos dados de NDVI- 2017, descritos na Figura 3. A prevalência com a indicação de solo exposto na classe 1. Os índices demonstram similitude nos resultados. Isso resulta da natureza físico-química do objeto. Tais características podem ser observadas nos dados referentes a classe 3 para vegetação esparsa.

No entanto, ao longo do processo de análise os números descritos na classe 3 (moderadamente baixa) demonstram regularidade. Indicativo de vegetação com extrato semelhante. Quanto maior os valores, intensa atividade fotossintética (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).



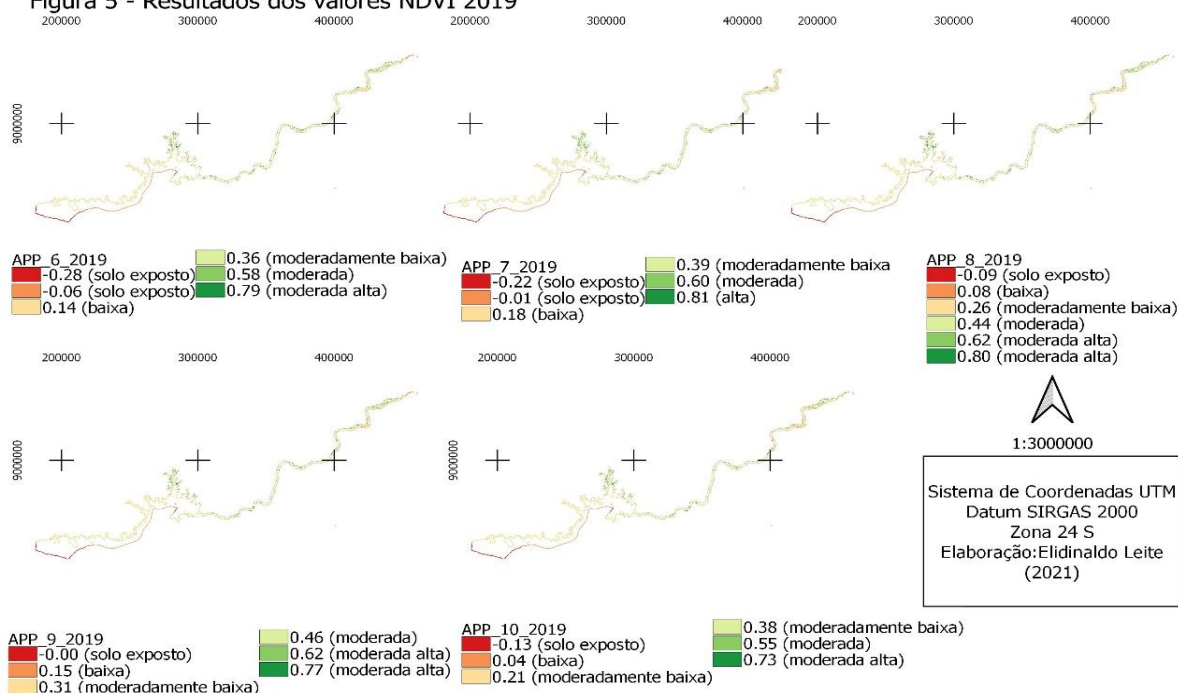
Nos resultados de 2018, a classe 6 (alta) surge, sinalizando dossel vegetativo vigoroso a partir do mês de agosto. Onde se mantém presente nos anos subsequentes de forma alternada. No entanto, pode se inferir nas classes 3 e 4 (moderada e moderadamente baixa) a indicação de solo com vegetação rasteira ou esparsa.

Figura 4 - Resultados dos valores NDVI 2018

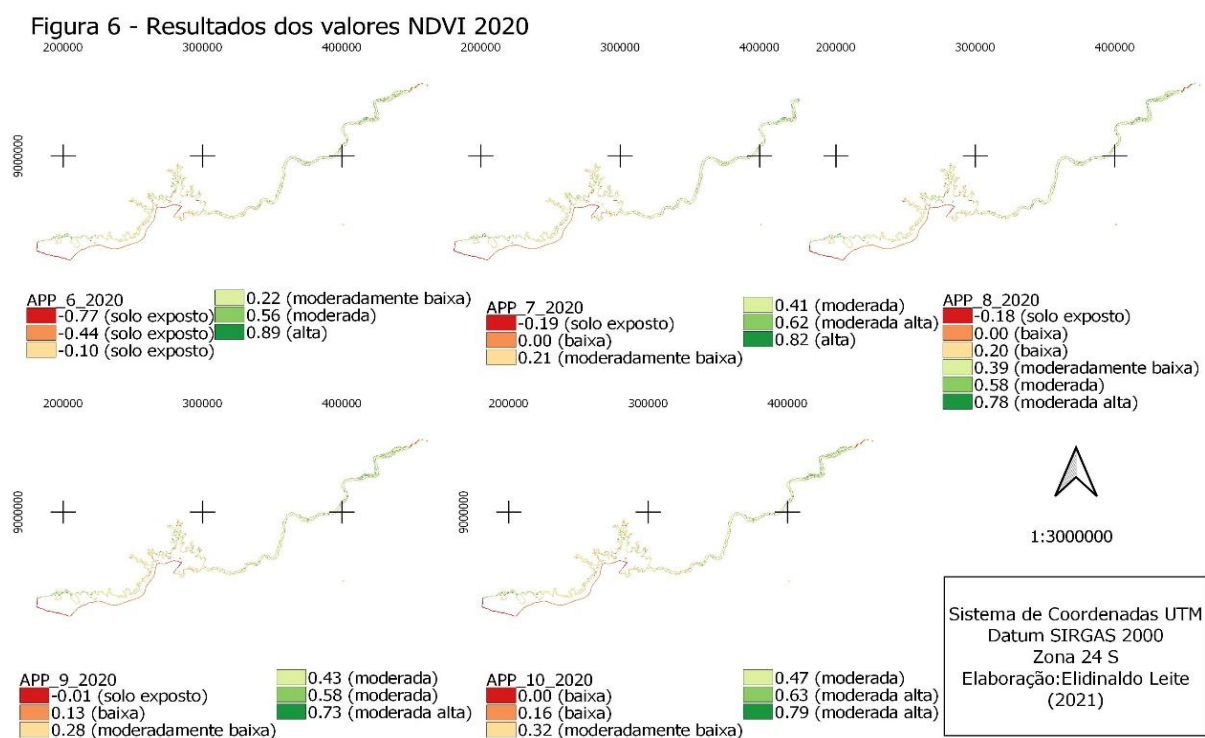


Ponzoni, Shimabukuro, Kuplich (2012) destacam o fator “sombras”, “mistura espectral” e os aspectos dos sensores utilizados. Nota-se regularidade na manutenção dos valores em cada APP das classes analisadas, conforme se verifica em 2019 (Figura 5).

Figura 5 - Resultados dos valores NDVI 2019



Os valores se mostram semelhantes aos dados 2020 (Figura 6).



Com a reclassificação dos índices de NDVI foi permitido chegar aos valores de área (hectare) relativo a cada uma das classes. Aquino, Dias e Santos (2016) asseveram que a classe para o ótimo vegetativo deve considerar a classe alta e moderadamente alta (classe 5 e 6).

Os dados do Quadro 1 revelam a existência de menos de 20% correspondente a classe 5 (moderada alta) e a ausência na classe 6 (alta). Valores que diminuem. Isso demonstra supressão vegetativa. No entanto, a classe 1 (solo exposto) por apresentar valores de até 11%, de forma a diminuir, exprime na classe 4 (moderada) relativa cobertura de vegetação.

Quadro 1 - Valores de área-2016

Classe	Mês 6/2016		Mês 7/2016		Mês 8/2016		Mês 9/2016		Mês 10/2016	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
1	8050,102	11%	7560,811	10%	4305,228	6%	5073,442	7%	4064,696	5%
2					3294,026	4%	1681,797	2%	3067,089	4%
3	10346,637	14%	12008,808	16%	14019,387	19%	19490,858	26%	19496,082	26%
4	43636,882	59%	42393,635	57%	42853,622	58%	40018,127	54%	40022,589	54%
5	12441,458	17%	12131,781	16%	9752,094	13%	8225,923	11%	7466,269	10%
6										
TOTAL	74475,079	100%	74095,035	100%	74224,357	100%	74490,147	100%	74116,725	100%

Fonte: os autores

O período de 2017, no Quadro 2, os valores são semelhantes para a classe 4 (moderada). No entanto, reforça a perda de ótimo vegetativo na classe 5 (moderada alta). Apesar, de forma esparsa, surgir na classe 6 (alta) percentual de vigor.

Quadro 2 - Valores de área-2017

Classes	Mês 6/2017		Mês 7/2017		Mês 8/2017		Mês 9/2017		Mês 10/2017	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
1	6668,494	9%	7875,49	11%	6630,204	9%	6644,377	9%	7102,528	10%
2							729,243	1%	509,192	1%
3	13440,119	18%	11597,766	16%	24154,842	33%	26810,368	36%	34564,915	46%
4	42860,617	58%	44884,621	60%	35319,584	48%	33094,933	45%	25624,208	34%
5			9992,242	13%	8140,757	11%	6956,897	9%	6593,425	9%
6	11403,65	15%								
TOTAL	74372,88	100%	74350,119	100%	74245,387	100%	74235,818	100%	74394,268	100%

Fonte: os autores

No quadro 3, aspectos semelhantes em relação ao quadro anterior. Destaque para classe 3 (moderadamente baixa) que se alterna com a classe 4 (moderada), apresentando vigor vegetativo tal qual Quadro 2, esparso.

Quadro 3 - Valores de área-2018

Classes	Mês 6/2018		Mês 7/2018		Mês 8/2018		Mês 9/2018		Mês 10/2018	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
1	5518,55	7%	7561,994	10%	4642,969	6%	3266,177	4%	1907,764	3%
2			303,638	0%	6113,24	8%	13542,236	18%	3355,737	5%
3	18421,12	25%	17266,896	23%	39165,467	53%	34855,498	47%	45389,757	61%
4	37856,485	51%	38451,502	52%	16957,924	23%	15806,796	21%	16459,063	22%
5	12605,221	17%	10605,565	14%			6948,841	9%	6935,077	9%
6					7412,764	10%				
TOTAL	74401,376	100%	74189,595	100%	74292,364	100%	74419,548	100%	74047,398	100%

Fonte: os autores

Na medida em que se observa tanto o Quadro 4 quanto o Quadro 5, continua a prevalecer a relação entre a classe 3 (moderadamente baixa) e classe 4 (moderada). Com maior valor percentual na classe 3 (73%) no mês de dezembro 2019.

Quadro 4 - Valores de área-2019

Classes	Mês 6/2019		Mês 7/2019		Mês 8/2019		Mês 9/2019		Mês 10/2019	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
1	2718,233	4%	5254,836	7%	2049,838	3%	1594,463	2%	1767,819	2%
2	20956,77	28%	23811,436	32%	6374,116	9%	6679,212	9%	1520,206	2%
3	25762,806	35%	27552,122	37%	17433,782	24%	31191,683	42%	54714,992	73%
4	15712,409	21%	11110,924	15%	31377,769	42%	20748,424	28%	11000,361	15%
5	8789,355	12%			16937,552	23%	13944,514	19%	5548,373	7%
6			6718,093	9%						
TOTAL	73939,573	100%	74447,411	100%	74173,057	100%	74158,296	100%	74551,751	100%

Fonte: os autores

Somente em 2020 (Quadro 5) foi evidenciado a existência para vegetação considerada adequada à cobertura de solo acima dos demais na classe 6 (alta). Resultado que se intercala entre mês 6 (2017), mês 8 (2018), mês 7 (2019), mês 6 e 7 (2020).

Quadro 5 - Valores de área-2020

Classes	Mês 6/2020		Mês 7/2020		Mês 8/2020		Mês 9/2020		Mês 10/2020	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
1	7127,909	9%	1849,141	2%	1514,965	2%	1685,199	2%		
2			5804,974	8%	14685,001	20%	15016,571	20%	8852,443	12%
3	36774,752	49%	16178,145	22%	25876,771	35%	17122,575	23%	16085,019	22%
4	19684,152	26%	18977,297	26%	23178,964	31%	35637,108	48%	26664,505	36%
5			19484,845	26%	9270,507	12%	4850,632	7%	22696,029	31%
6	12205,323	16%	11747,037	16%						
TOTAL	75792,136	100%	74041,439	100%	74526,208	100%	74312,085	100%	74297,996	100%

Fonte: os autores

Melo, Sales e Oliveira (2011) relatam a variabilidade da massa vegetal em área de caatinga ocorre por conta das características climáticas. Isso explica a existência fitomassa vivaz e outras sem na classe 5 (moderada alta) e classe 6 (alta). No entanto, a variável classe 3 (moderadamente baixa) e classe 4 (moderada alta) são recorrentes. Importante sinal de alerta à manutenção da vegetação ciliar.

CONCLUSÕES

O estudo permitiu verificar e inferir a existência na diminuição da vegetação ciliar de acordo com a metodologia utilizada. Valores das classes 5 (moderada alta), máximo de 31% e classe 6 (alta) com 16% ambos em 2020. Valores dispersos. Os índices descritos na classe 3 (moderadamente baixa), máximo de 73% e classe 4 com 60% (moderada). Resultados irregulares que expressam baixo vigor vegetativo. Sinal de alerta ao ecossistema hídrico em razão dos aspectos da mata ciliar.

O resultado do NDVI na análise de vegetação ciliar se mostrou satisfatório. Tendo em vista a obtenção dos resultados. Foi permitido estudar a vegetação ciliar. No entanto, em região de caatinga há as intercorrências climáticas como o sombreamento do alvo em virtude da existência de nuvens, os resultados na álgebra de mapas em decorrência do recorte da camada raster em relação à área.

O estudo por sensoriamento remoto é satisfatório, porém, é necessário observar as características do sensor onde os dados são coletados. Outro fator a ser considerado diz respeito a metodologia quanto a aplicação da correção atmosférica. Existem outras a ser consideradas além do DOS. A exemplo da correção 6s.

O uso de drones possibilita ao observador além da obtenção de imagens, a presença no local para a coleta de dados. Isso auxilia para uma perfeita análise. No entanto, o sensoriamento remoto orbital permite o estudo de grandes áreas.

A pesquisa pretende fomentar a análise de vegetação por sensoriamento remoto em outras regiões hidrográficas do Rio São Francisco. Pois trata-se de um instrumento que subsidia o desenvolvimento de ações que vise a manutenção da mata ciliar.

REFERÊNCIA

ALFACE, A. B. *et al.* **Monitoramento espaço-temporal da cana-de-açúcar e estimativa do coeficiente de cultivo por meio do NDVI.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v23n5/1415-4366-rbeaa-23-05-0330.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

ALVAREZ, I. A. *et al.* **Dinâmica da paisagem no submédio do Rio São Francisco.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011.

ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, A. R.; PEREIRA, M. C. T. **Degradação Ambiental da Bacia do São Francisco na Região Semiárida por Ações Antrópicas.** In: Anais do I Workshop Sobre Recuperação de Áreas Degradadas de Mata Ciliar no Semiárido. Disponível

em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/884078/degradacao-ambiental-da-bacia-do-sao-francisco-na-regiao-semiarida-por-aco-es-antropicas>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

ALVES, M. D. O.; MENEZES, L. S. **Impactos ambientais no baixo curso do Rio Pajeú, no trecho urbano de Floresta, Pernambuco**. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/jatsRepo/5769/576966613003/>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

ANA – Agência Nacional das Água. **O rio e seus números**. Disponível em:<<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco/meio-ambiente-preservado/o-rio-e-seus-numeros>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

ANA – Agência Nacional das águas. **Hidrovia do São Francisco**. Disponível em:<<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/hidrovia-do-sao-francisco>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

AQUINO, C. M. S.; DIAS, A. A.; SANTOS, F. A. **Análise temporal do NDVI da Bacia Hidrográfica do Rio Longá -Piauí – Brasil**. Disponível em:<<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/3945/3462>>. Acesso em: 01 ago. 2021.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NAS REGIÕES METROPOLITANAS BRASILEIRAS. Disponível em:<<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8182/1/Atlas%20do%20desenvolvimento%20humano%20nas%20regi%c3%b5es%20metropolitanas%20brasileiras.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

BEZERRA, H, N. *et al.* **Variabilidade espaço-temporal das variáveis biofísicas no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil**. Disponível em:<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2019v34n72p184/40296>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BRAGA, *et al.* **Avaliação da frequência de micronúcleos em eritrócitos de peixes do médio Rio São Francisco em Januária/MG**. Disponível em:<<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/31435/pdf>> Acesso em: 01 jul. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.296, de 30 de março de 2020**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10296.htm>. Acesso em: 14 jun. 2021.

BRASIL. **Lei 12.651 de 2012**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 12 ago. 2021.

BRASIL. **Lei 12.727 de 2012**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112727.htm>. Acesso em: 12 ago. 2021.

CATÁLOGO DE METADADOS DA ANA. Disponível em:
<<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>>. Acesso em: 19 mai. 2021.

CHAVEZ, J.R. **An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data**. Disponível em:<[https://sci-hub.se/10.1016/0034-4257\(88\)90019-3](https://sci-hub.se/10.1016/0034-4257(88)90019-3)> Acesso em: 27 jul. 2021.

CODEVASF. **Projetos de irrigação da Codevasf produziram mais de 3,7 milhões de toneladas de itens agrícolas em 2019**. Disponível em:<<https://www.codevasf.gov.br/noticias/2020/projetos-de-irrigacao-da-codevasf-produziram-mais-de-3-7-milhoes-de-toneladas-de-itens-agricolas-em-2019>>. Acesso em 30 jun. 2021.

ENCINA, C. C. C. *et al.* **Análise da Estrutura Vegetal de Fragmentos do Bioma Cerrado Através de Sensoriamento Remoto**. Disponível em:
<<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/13016/12610>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

FERREIRA, A. B.; PEREIRA FILHO, W. **Avaliação da reflectância espectral de corpos d'água em Santa Maria-RS por meio de espectrorradiometria de campo**. Disponível em:<<https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/25996/14965>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

FILGUEIRAS, R. *et al.* **Variação espaço-temporal da condição da vegetação no interior paulista**. Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Filgueiras/publication/335778135_Variacao_espaco-temporal_da_condicao_da_vegetacao_no_interior_paulista/links/5d7ad15d299bf1d5a970a992/Variacao-espaco-temporal-da-condicao-da-vegetacao-no-interior-paulista.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

HIDROWEB. Disponível em:<<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

HUANG, S. *et al.* **A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing**. Disponível em:<<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11676-020-01155-1.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2021.

JIANG, Z.; HUETE, A. R. **Linearization of NDVI Based on its Relationship with Vegetation Fraction**. Disponível em:<<http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/asprs/00991112/v76n8/s7.pdf?expires=1588532207&id=0000&titleid=72010567&checksum=2002963A79A7C7D390FC2D28FF969FF8>>. Acesso em: 03 mai. 2020.

KRIZEK, J. P. O.; SANTOS, L. C. M. **Protocolo metodológico para obtenção dos valores de reflectância e de NDVI de imagens Landsat 8/OLI utilizando LEGAL**. Disponível em:<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/244814/38685>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

LIMA, R. J.; SOUSA, E. P. **Desenvolvimento rural dos municípios da Região Integrada Petrolina (PE) - Juazeiro (BA)**. Disponível

em:<<https://periodicos2.uesb.br/index.php/ccsa/article/view/2317/1931>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

LISBOA, T. F. B.; CIELO-FILHO, R.; CÂMARA, C. D. **Florística e fitossociologia do componente arbóreo-arbustivo de mata ciliar em estágio inicial de sucessão na microbacia do rio Xaxim (Oeste do Paraná, Brasil): subsídios para a restauração ecológica**. Disponível

em:<<http://www.lillo.org.ar/journals/index.php/lilloa/article/view/601/1256>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. **Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia Hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE**. Disponível

em:<<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/24919/16717>>. Acesso em: 01 ago. 2021.

OLIVEIRA, P. D. D.; LIMA, M. S. M. C. **Situação econômica da fruticultura irrigada no Submédio do São Francisco: avaliação dos últimos anos**. Disponível

em:<<https://www.periodicorease.pro.br/rease/article/view/1435/629>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

PEREIRA, A. R. **O Rio São Francisco e a hidrelétrica de Três Marias: história e vivências dos moradores ribeirinhos (1957-1979)**. Disponível

em:<<https://periodicos.unifesp.br/index.php/hydra/article/view/11673/8452>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

QGIS. Disponível em:<<https://qgis.org/en/site/>>. Acesso em: 05 jul. 2021.

RODRIGUES, A. P.; LUZ, V. S. **A estruturação do espaço urbano e regional a partir da transposição do Rio São Francisco (2007-2017)**. Disponível

em:<[http://www.revistappr.com.br/artigos/publicados/A-estrutura%C3%A7%C3%A3o-do-esp%C3%A7o-urbano-e-regional-a-partir-da-transposi%C3%A7%C3%A3o-do-Rio-S%C3%A3o-Francisco-\(2007-2017\).pdf](http://www.revistappr.com.br/artigos/publicados/A-estrutura%C3%A7%C3%A3o-do-esp%C3%A7o-urbano-e-regional-a-partir-da-transposi%C3%A7%C3%A3o-do-Rio-S%C3%A3o-Francisco-(2007-2017).pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2021.

ROTHMUND, L. D. *et al.* **Impacto da alteração da cobertura do solo nos parâmetros biofísicos no sul da floresta amazônica por sensoriamento remoto**. Disponível em:

<<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/62677/39160>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

ROUSE, J. W. *et al.* **MONITORAMENTO VEGETAÇÃO SISTEMAS DENTRO A EXCELENTE PLAINS COM ERTS**. Disponível

em:<<https://ntrs.nasa.gov/citations/19740022614>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

SERVILHERI, J. G. *et al.* **Uso de poleiros artificiais na recomposição do banco de sementes em área de mata ciliar**. Disponível

em:<<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/3713/2368>>. Acesso em: 09 ago. 2021.

SILVA JUNIOR, U. J. *et al.* **Sensibilidade Espectral dos Índices de Vegetação: GNDVI, NDVI e EVI na Mata Ciliar do Reservatório de Serrinha II – PE, Brasil.** Disponível em:<<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/55252/31007>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

SILVA, G. J. F.; MACÊDO, M. L. A.; SILVA, R. M. **Caracterização espaço-temporal das tipologias vegetais em ambiente de caatinga degradada: quantificação por meio de variáveis biofísicas.** Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/1d39/5aff797c9d1a82952d9340cc260beebc2b5.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

SILVA, J. V.; SANTOS A. Assoreamento e Matas Ciliares no Baixo São Francisco. In: SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; NAVA, R. (Org.). **O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais.** Maceió: EDUFAL, 2020.

SOARES, E. C.; SILVA, J. V.; NAVA, R. O Rio São Francisco, o baixo curso e as expedições científicas. In:_____. **O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais.** Maceió: EDUFAL, 2020.

SPETH, G. *et al.* **Conflitos do uso de solo em Áreas de Preservação Permanente em Candelária (RS).** Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Barbara-Ribeiro-3/publication/339733354_Conflitos_do_uso_de_solo_em_areas_de_preservacao_permanente_em_Candelaria_RS/links/5e797f0892851c3091391399/Conflitos-do-uso-de-solo-em-areas-de-preservacao-permanente-em-Candelaria-RS.pdf>. Acesso em: 07 set. 2020.

TRENTIN, C. B.; TRENTIN, A. B.; SALDANHA, D. L. **Relação entre a biomassa da vegetação campestre nativa e dados de sensoriamento remoto orbital.** Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/14187/16833>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

USGS. **Missões Landsat.** Disponível em:<https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con>. Acesso em: 05 jul. 2021.

O sensoriamento remoto tem auxiliado bastante às pesquisas sobre recursos naturais (BARBOSA, *et al.*, 2021). O uso dessa ferramenta tanto no nível orbital, terrestre quanto aéreo tem facilitado o levantamento de dados tanto *in loco* quanto distante. Ao mesmo tempo em que favorece o crescimento na manipulação de dados por *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Essas tecnologias podem auxiliar na manutenção dos recursos naturais, tendo em vista que, mesmo colocada em plano secundário, as pressões políticas por meio de acordos internacionais têm tentado de algum modo minimizar as pressões sobre o meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Para tanto, é necessário o desenvolvimento de pesquisas para que surjam novas metodologias que permitam o manejo dos recursos naturais e assim, surjam novos debates acerca da necessária implantação da gestão ambiental. Apesar do negacionismo sobre as questões ambientais (ROHRICH; CUNHA, 2004). Porque as prioridades sobre meio ambiente são outras. Priorizar o desenvolvimento à medida em que suprime os recursos naturais.

Com os recursos hídricos não é diferente. Mesmo que seja de fundamental importância a sua manutenção, pois repercutirá sobre o homem que depende de suas águas (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021). Para um perfeito equilíbrio hídrico muitos elementos precisam ser considerados, como as matas ciliares, o assoreamento, os efluentes, o uso de suas margens para pastagem e a prática da agricultura.

Pode-se inferir que a estabilidade ecossistêmica do rio está diretamente atrelada às forças antrópicas em seu leito. Para tanto, é necessária a análise de seu estado (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021). Nessa perspectiva os elementos que o compõem devem ser mensurados. Barbosa (*et al.*, 2021) asseveram a importância que uma bacia hidrográfica exerce sobre os demais elementos naturais.

No entanto, os recursos hídricos têm sido pressionados em virtude do desenvolvimento agrícola. Acerca disso, Vanzela, Hernandez e Franco (2010) destacam a existência de perdas do solo, aliado as particularidades climáticas. Além desses aspectos, a ineficiência de políticas públicas. Deve-se também a ineficácia quanto à aplicabilidade dos instrumentos normativos.

Nesse ponto, tem destaque o Código Florestal no âmbito das matas ciliares como Áreas de Preservação Permanente (APP). Vanzela, Hernandez e Franco (2010) traz importante

consideração. Dissertam que são importantes na diminuição da pressão da água sobre solo. Como consequência diminui a deposição de sedimentos sobre o corpo hídrico.

Para tanto, esse importante recursos natural é um importante mantenedor da qualidade da água. Pereira (*et al.*, 2021) considera sua análise complexa. As características da água para ser considerada adequada passa por diversas análises. No entanto, essa assevera a importância das matas ciliares.

Sua ausência, aliado ao desenvolvimento urbano aumenta os processos erosivos (PEREIRA *et al.*, 2021). Porque o desenvolvimento das cidades tem tendência de retirar a cobertura vegetal. Nesse panorama, a tecnologia exerce importante função (BARBOSA, *et al.*, 2021). Em se tratando de imagens de satélite, muitas organizações internacionais tem viabilizado o acesso às informações. E assim, é possível a obtenção de informações.

Muitas metodologias têm sido utilizadas para estudo dos recursos naturais e com êxitos tanto na aplicabilidade quanto nos resultados. A exemplo do uso de modelos matemáticos ou algoritmos. Comumente aplicados na álgebra de mapas. Podem ser retirados de imagens de satélite (BARBOSA *et al.*, 2021).

É importante conhecer os índices de vegetação, assim como, suas qualidades para que os dados extraídos sejam confiáveis. O mais comum dos índices é o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), no qual utiliza a banda do vermelho e do infravermelho, de acordo com o espectro eletromagnético.

Povh (*et al.*, 2008) argumentam que o uso da banda do vermelho e do infravermelho no estudo de vegetação são facilitadores à mensuração do dossel vegetativo. No entanto, como asseveram os autores os índices de vegetação têm limitações. Dessa forma, antes da coleta de informações é importante conhecer os aspectos inerentes a cada um.

É necessário salientar que a segunda proposição quando diz respeito às geotecnologias trata-se de um conjunto de tecnologias. A ênfase foi dada ao sensoriamento remoto. Dessa forma, ainda foi possível verificar se há metodologia de análise de vegetação ciliar com o uso de inteligência artificial (IA). Mesmo com o avanço surpreendente dessa ferramenta ainda não foi possível encontrar um registro. No entanto, a afirmativa reside em relação a metodologia utilizada. Assim, mesmo do ponto de vista conceitual, as fontes utilizadas se mostraram ineficientes.

Por outro lado, no idioma inglês, muitas são as pesquisas relacionadas a IA, big data, aprendizagem de máquina. Alguns desses processos tecnológicos são presentes no geoprocessamento (HARFOUCHE *et al.*, 2019). Os algoritmos são essenciais a extração de dados.

Por fim, as matas ciliares sofrem as interferências além de antrópica as oscilações climáticas (SALES *et al.*, 2021). No entanto, é importante a sua reinserção visto a importância exercida. Além do mais, é necessário que o poder público aplique os instrumentos normativos, desenvolva parcerias junto às instituições de pesquisa para fomentar a gestão socioambiental.

O Brasil é um dos países ricos em recursos hídricos. No entanto, as políticas públicas, historicamente, têm legado os recursos naturais de forma secundária. É necessária uma ampla discussão acerca das matas ciliares no Submédio São Francisco. É um movimento sobre a vida. O ciclo é sistêmico. Todos os organismos são partícipes e responsáveis pelo meio no qual está inserido.

O estudo, apesar de não abarcar a análise de mata ciliar de todo Submédio São Francisco, partiu do estudo de uma importante área. O cerne do desenvolvimento regional. E para tanto, infere-se que nessa área exista maior pressão sobre a cobertura vegetal ribeirinha. Ainda reflete a preocupação nos estágios de supressão desse dossel vegetativo.

Os dados foram satisfatórios de acordo com o processo metodológico utilizado. Para tanto, os resultados podem auxiliar processos de tomada de decisão. Tanto de instituições públicas quanto de entidades de defesa das águas do Rio São Francisco. Além de reiterar à necessária recomposição da mata ciliar.

BARBOSA, R. B.G. *et al.* **Geotecnologias aplicadas ao estudo da cobertura vegetal em bacia hidrográfica: uso do software “R”**. Disponível em: <<http://200.17.137.114/index.php/geama/article/view/3452/482484065>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

BATTILANI, Joalice; DIAS, Edna; SOUZA, Andréia. **Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do rio da Prata, Jardim, MS, Brasil**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/0D/abb/v19n3/27375.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BERTÉ, Rodrigo. **Gestão sócio ambiental no Brasil**. Curitiba: Ibpx, 2012.

BEZERRA, H, N. *et al.* **Variabilidade espaço-temporal das variáveis biofísicas no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil**. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2019v34n72p184/40296>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BRASIL. **Código Florestal Lei n. 12.651**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 05 abr. 2019.

BRASIL. **Lei 12.727 de 17 de outubro 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm>. Acesso em: 22 nov. 2020.

BRASIL. **Lei N. 4771/65**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em 05 abr. 2019.

BRASIL. **Lei n. 9.433/97**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 20 out. 2017

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 20 out. 2017.

FERREIRA, Daniel; DIAS, Herly. **Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG1**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/0D/rarv/v28n4/22611.pdf>>. Acesso em 19 mar. 2019.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

HARFOUCHE, A. L. *et al.* **Accelerating Climate Resilient Plant Breeding by Applying Next-Generation Artificial Intelligence**. Disponível em: <<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2019.05.007>>. Acesso em: 19 fev 2021.

JIANG, Z.; HUETE, A. R. **Linearization of NDVI Based on its Relationship with Vegetation Fraction**. Disponível em:

<<http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/asprs/00991112/v76n8/s7.pdf?expires=1588532207&id=0000&titleid=72010567&checksum=2002963A79A7C7D390FC2D28FF969FF8>>. Acesso em: 03 mai. 2020.

LIU, William Tse Horng. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006.

OLIVEIRA, I. M. S. *et al.* **Estoque do potencial produtivo do Cerrado utilizando geotecnologias**. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/38596/html>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

PEREIRA, M. C. S. *et al.* **Melhoria da qualidade da água de rios urbanos: novos paradigmas a explorar – Bacia hidrográfica do rio Pinheiros em São Paulo**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/CHMtZtbxjrPmLhrDGpxjtnh/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

POVH, P. F. *et al.* **Comportamento do NDVI obtido por sensor ótico ativo em cereais**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/fxPgbgnrmFN9GjF8R497NSj/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ROHRICH, S. S., CUNHA, J. C. **A Proposição de uma Taxonomia para Análise da Gestão Ambiental no Brasil**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rac/a/gyzwstMhhxj3MXKtTcMc7CN/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

SALES, J. C. A. *et al.* **Relação entre a integridade da mata ciliar e a distribuição de renda na Bacia Hidrográfica do Rio Uma**. Disponível em: <<https://scientiaplana.emnuvens.com.br/sp/article/view/6204/2416>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SANTANA, N. C. *et al.* **Análise do ângulo de visada no comportamento espectral de imagens modis em áreas de floresta amazônica e cerrado**. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/34397/html>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/wYWM8Ws6jCnzYQrVvJx3fzJ/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

VENDRUSCOLO, J. *et al.* **O uso de geotecnologias na caracterização geométrica, topográfica e hidrográfica da microbacia do rio Tamarupá, Amazônia Ocidental, Brasil**. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/23009/18491>>. Acesso em: 19 ago. 2021.