



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA



MARIANA DE SOUZA FERNANDES

**MAPEAMENTO DE RECURSOS FLORESTAIS A PARTIR DE
SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL**

ITABUNA – BAHIA

2023

MARIANA DE SOUZA FERNANDES

Mapeamento de Recursos Florestais a partir de Sensoriamento Remoto Orbital

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Sul da Bahia, como parte das exigências do curso de Engenharia Florestal para obtenção do título de bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Alex Mota dos Santos

ITABUNA – BAHIA

MARIANA DE SOUZA FERNANDES

**MAPEAMENTO DE RECURSOS FLORESTAIS A PARTIR
DE SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Universidade
Federal do Sul da Bahia, como
parte das exigências do curso de
Engenharia Florestal para
obtenção do título de bacharel
em Engenharia Florestal.

Aprovado: 08 de dezembro de 2023

Documento assinado digitalmente
 ALEX MOTA DOS SANTOS
Data: 11/12/2023 17:17:27-0300
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof. Dr. Alex Mota dos Santos
(Orientador)
Universidade Federal do Sul da Bahia

Documento assinado digitalmente
 MARA LUCIA AGOSTINI VALLE
Data: 12/12/2023 15:45:24-0300
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Mara Lúcia Agostini Valle
Membro Convidado
Universidade Federal do Sul da Bahia

Documento assinado digitalmente
 ANDERSON PAULO RUDKE
Data: 12/12/2023 18:25:47-0300
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof. Dr. Anderson Paulo Rudke
Membro Convidado
Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 CARLOS FABRICIO ASSUNCAO DA SILVA
Data: 12/12/2023 15:26:52-0300
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Fabricio Assunção da Silva
Membro Convidado
Universidade Federal de Pernambuco

Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)
Sistema de Bibliotecas (SIBI)

F363m Fernandes, Mariana de Souza, 1997-

Mapeamento de recursos florestais a partir de sensoriamento remoto orbital / Mariana de Souza Fernandes. – Itabuna: UFSB, 2023.- 31f.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Sul da Bahia. Campus Jorge Amado, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Engenharia Florestal, 2023.
Orientador: Dr. Alex Mota dos Santos.

1. Mapeamento florestal – Ilhéus (BA). 2. Imagens de sensoriamento remoto. 3. Mata Atlântica. I. Título. II. Santos, Alex Mota.

CDD – 526.3

À minha amada avó Nilza, responsável por me ensinar as primeiras palavras, sendo a doce memória da minha infância, minha maior incentivadora e amiga.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar ao longo desta jornada e permitir que eu realizasse esse sonho.

Aos meus pais, Junior e Alessandra, cujo amor inabalável e sacrifícios me proporcionaram o melhor suporte.

Às minhas irmãs, Camila e Yasmim, por serem meu pilar de força e alegria ao longo desses anos.

À minha sobrinha, Clarice, cuja presença foi o meu maior incentivo nos momentos finais deste ciclo.

Aos meus avós, gratidão por todo apoio e torcida ao longo desta jornada.

À Ana Beatriz e Brenda, por estarem ao meu lado nos momentos difíceis e por sempre me motivarem.

À Talita por sua presença constante e pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Ao meu amigo e fiel companheiro desta jornada, Patrik, por me encorajar nos momentos de fraqueza e por ser um refúgio durante os dias difíceis.

A todos os meus colegas e professores, cuja presença tornou esta jornada inesquecível e repleta de aprendizados.

Ao meu orientador, Alex, por compartilhar conhecimento, paciência e pela compreensão. Suas palavras de incentivo frequentemente serviram como motivação.

RESUMO

O desmatamento desenfreado e a expansão desordenada resultaram na fragmentação significativa da vegetação natural, tornando a Mata Atlântica um "hotspot" global. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo mapear recursos florestais na porção Sul de uma Área Urbana de Baixa Densidade de Edificações localizadas no município de Ilhéus. A revisão bibliométrica, realizada por meio do software estatístico R e utilizando fontes acadêmicas como Web of Science e Scopus, resultou em 1894 artigos considerados. Essa análise revelou que os primeiros artigos surgiram em 1973, com um aumento notável a partir de 2005. O mapeamento de recursos florestais foi conduzido utilizando sensoriamento remoto orbital, imagens do satélite CBERS4A com fusão e ferramentas do QGIS. Os resultados demonstram um Índice Kappa de 0,50, indicando uma boa qualidade na classificação e uma aproximação satisfatória do mapa gerado. As conclusões ressaltam a relevância do sensoriamento remoto orbital na identificação e mapeamento de recursos florestais urbanos, destacando sua aplicabilidade em estudos ambientais. Entretanto a necessidade contínua de aprimoramentos para otimizar a precisão das análises para o melhor manejo e monitoramento de recursos florestais.

Palavras-chave: Engenharia Florestal. Imagens de satélite. Processamento digital de imagens.

ABSTRACT

Unbridled deforestation and disorderly expansion have resulted in significant fragmentation of natural vegetation, turning the Atlantic Forest into a global hotspot. In this context, the present study aimed to map forest resources in the southern portion of a Low Building Density Urban Area located in the municipality of Ilhéus. The bibliometric review, conducted through statistical software R and utilizing academic sources such as Web of Science and Scopus, resulted in 1894 articles considered. This analysis revealed that the first articles emerged in 1973, with a notable increase from 2005 onwards. The mapping of forest resources was conducted using orbital remote sensing, images from the CBERS4A satellite with fusion, and QGIS tools. The results demonstrate a Kappa Index of 0.50, indicating good quality in the classification and a satisfactory approximation of the generated map. The conclusions emphasize the relevance of orbital remote sensing in identifying and mapping urban forest resources, highlighting its applicability in environmental studies. However, there is an ongoing need for improvements to optimize the accuracy of the analyses for the better management and monitoring of forest resources.

Keywords: Forestry Engineering. Satellite Images. Digital Image Processing.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 10 |
| 2.1 <i>Sensoriamento Remoto e Aplicações em Recursos Florestais</i> | 10 |
| 2.2 <i>Desenvolvimento Urbano e a Conservação de Recursos Florestais em Ilhéus.....</i> | 11 |
| 2.3 <i>Relevância da Floresta Mata Atlântica</i> | 12 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 3.1 <i>Área de estudo</i> | 13 |
| 3.2 <i>Revisão Bibliométrica</i> | 13 |
| 3.3 <i>Aquisição de dados e informações.....</i> | 14 |
| 3.4 <i>Processamento digital das imagens de sensoriamento remoto.....</i> | 14 |
| 3.5 <i>Avaliação da Acurácia</i> | 15 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 16 |
| 4.1 <i>Revisão de literatura pela perspectiva bibliométrica.....</i> | 16 |
| 4.2 <i>Mapeamento dos recursos florestais, uso e cobertura das terras</i> | 18 |
| 5. CONCLUSÃO | 22 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 23 |

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são ecossistemas complexos, ricos em biodiversidade e que desempenham papel fundamental na manutenção da vida no planeta (MALHI et al. 2014; BRANCO et al., 2021). A biodiversidade refere-

se a riqueza do número de espécies em um determinado ecossistema (SANTOS, 2010; BRANCO et al., 2021). A Mata Atlântica é um dos biomas

mais ricos e complexos do mundo, abrigando uma grande variedade de espécies vegetais e animais (SANTOS et al., 2020; GUIMARÃES et al., 2023).

De acordo com Santos et al. (2017), a Mata Atlântica é considerada um "hotspot" global, representando uma das regiões mais ricas em biodiversidade do planeta e, ao mesmo tempo, uma das mais ameaçadas. Portanto, estudos nestas áreas são necessários, especialmente a partir de métodos indiretos, tendo como exemplo o processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. O desmatamento desenfreado e a expansão desordenada em áreas urbanas e rurais resultaram na fragmentação significativa da vegetação natural (RIBEIRO et al., 2009; SAITO et al., 2016; SANTOS et al., 2017; GUIMARÃES et al., 2023). Conforme mencionado por Vinces et al. (1998); Abreu e Coutinho (2014); Oliveira et al (2019), o uso de técnicas de sensoriamento remoto é fundamental para a obtenção de índices de vegetação, sendo essenciais para a avaliação da estrutura e do funcionamento de florestas.

O crescente interesse em estudos de manejo e monitoramento de recursos florestais tem impulsionado a demanda por mapeamentos da cobertura vegetal em diferentes escalas, sendo o sensoriamento remoto um dos métodos mais utilizados para realizar esses mapeamentos (NUNES et al., 2011). O sensoriamento semoto possui a capacidade de adquirir informações a respeito de objetos sem a necessidade de contato físico direto, desempenhando um papel fundamental em diversas áreas do conhecimento (SHIMABUKURO et al., 2009; BACARJI et al., 2020).

A associação das técnicas de sensoriamento remoto com os sistemas de informação geográfica oferece a capacidade de identificar as características dos elementos que modificam o ambiente (ORTIZ; FREITAS, 2005). Sendo o sensoriamento remoto uma ferramenta importante na detecção de danos ambientais, monitoramento de impactos e planejamento da exploração dos

recursos naturais (ORTIZ; FREITAS, 2005; PEREIRA et al., 2019; SCALOPPE, 2022). Diante de tais constatações, esta pesquisa tem como objetivo mapear recursos florestais através do sensoriamento remoto orbital para parte da área urbana no município de Ilhéus, porção sul do estado da Bahia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sensoriamento Remoto e Aplicações em Recursos Florestais

A aplicação dos dados provenientes do sensoriamento remoto, principalmente os adquiridos por meio de satélites, é amplamente reconhecida como um recurso essencial no planejamento de ações relacionadas aos recursos naturais e ao meio ambiente em todo o mundo (SÁ, 2004; OLIVEIRA et al., 2015). Diante da extensão territorial do Brasil e do desafio em obter informações detalhadas sobre seus recursos naturais, devido aos altos custos dos métodos convencionais, evidenciou-se a necessidade de o país ingressar no programa de sensoriamento remoto por satélite (AQUINO; VALLADARES, 2013).

A identificação das mudanças na cobertura terrestre é amplamente facilitada pelo sensoriamento remoto (BOLFE, et al., 2002; PEREIRA et al., 2021). Conforme afirma Bolfe et al. (2002), quando aliados ao conhecimento em manejo florestal, os mapas gerados com o uso de sensoriamento remoto possibilitam uma análise abrangente dos recursos florestais, desempenhando um papel fundamental no embasamento do planejamento e execução de estratégias técnicas (CREPANI et al., 2002; CAMPOS et al., 2004).

Os resultados obtidos por Venturieri et al. (2005); Oliveira et al. (2015); Oliveira et al. (2020) revelam que as técnicas de sensoriamento remoto, quando combinadas com o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), permitem a exploração de áreas de difícil acesso, mas também simplifica o acompanhamento dos processos dinâmicos da natureza. Diante do apontado por Venturi et al. (2005), a integração de produtos e métodos de sensoriamento remoto e geoprocessamento é ferramenta importante no suporte às pesquisas sobre a dinâmica do uso e cobertura da terra.

De acordo com Oliveira et al. (2015), ao unir essas tecnologias, é possível obter uma visão ampla e detalhada do ambiente, facilitando a análise

e a implementação de medidas voltadas para a conservação e compreensão dos recursos naturais. Segundo Oliveira et al. (2020), o mapeamento de riscos de incêndios florestais, usando geoprocessamento, contribui para um planejamento adequado com vistas a adoção de medidas preventivas diante de seus impactos negativos, sendo uma ferramenta essencial no planejamento ambiental.

Além do exposto, o sensoriamento remoto tem ampla aplicação na análise do desenvolvimento urbano e conservação de recursos florestais, detalhados para o caso de estudo, no próximo tópico.

2.2 Desenvolvimento Urbano e a Conservação de Recursos Florestais em Ilhéus

O desenvolvimento urbano em grande parte dos municípios brasileiros é um processo contínuo de ocupação desenfreada e frequentemente negligente em relação às questões ambientais (SOUZA et al., 2014; OLIVEIRA; SANTOS, 2014; MACEDO; BAITZ, 2023). De acordo com Jesus e Silva (2019) o ambiente urbano representa as modificações drásticas que podem acontecer na paisagem natural.

O cenário de alterações no meio urbano pode ser explicado de diversas formas. O aumento da população nas áreas urbanas é impulsionado por diversas variáveis como o êxodo rural, o crescimento do setor turístico, o processo de industrialização (SOUZA et al., 2014). Esses elementos atuam como impulsionadores que levam as pessoas a migrarem para as regiões urbanas, resultando, portanto, no aumento da densidade populacional, ocasionando problemas ambientais.

No cenário demográfico brasileiro, conforme apontado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2019, a disposição geral das áreas urbanizadas no Brasil, quando observada em termos de sua disseminação geográfica, continua a mostrar uma acentuada concentração nas áreas costeiras. Segundo a pesquisa do IBGE (2019), o município de Ilhéus, situado no estado da Bahia, se destaca pela alta densidade de áreas urbanizadas. O desenvolvimento urbano na zona costeira de Ilhéus registrou um aumento significativo entre 2013 e 2020, com maior ênfase na expansão na zona Sul (SANTOS; SANTOS, 2021).

Segundo Sambuichi (2006), a região sul da Bahia ainda preserva uma considerável concentração de árvores nativas em comparação a outras regiões da Floresta Atlântica. Na região litoral sul, conhecida como zona cacaueira, a expansão do cultivo de cacau formou-se sobre as florestas nativas, conforme observado por Sambuichi (2009). A autora confirma que o método principal foi a implementação do sistema cabruca, no qual parte da floresta foi cuidadosamente desbastada, viabilizando o plantio do cacau sob a sombra das árvores remanescentes de maior porte (LOBÃO et al., 2011). Esse procedimento não apenas facilitou o desenvolvimento das plantações de cacau, mas também desempenhou um papel fundamental na preservação de diversas espécies arbóreas nativas na área (SAMBUICHI, 2009).

2.3 Relevância da Floresta Mata Atlântica

O município de Ilhéus se encontra inserido no Bioma Mata Atlântica (SILVA; BAITZ, 2017). A Mata Atlântica, como referido, é reconhecida como um dos principais "hotspots", possuindo grande diversidade biológica, onde a extensão original foi consideravelmente reduzida (LANDAU, 2003; FRANKE et al., 2005; PALOMO, 2015). Dada a sua relevância biológica, foi conferido o título de Patrimônio Nacional na Constituição Brasileira de 1988 e foi reconhecida pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como Reserva da Biosfera em 1992 (LANDAU, 2003).

De acordo com Cordeiro, (2003), a preservação desse bioma é fundamental para a manutenção da riqueza biológica. Isso se deve à ampla diversidade de espécies únicas e à intensa fragmentação dos habitats naturais. Esses aspectos ressaltam a importância de conservar e proteger esse ecossistema (CORDEIRO, 2003).

Na região cacaueira, a cidade de Ilhéus se destaca com o método "cabruca" (PALOMO, 2015). Esse sistema combina árvores nativas com o cultivo de cacau, é fundamental para garantir o sombreamento necessário (SAMBUICHI, 2006; PALOMO, 2015). Essa prática auxilia na sustentabilidade, no equilíbrio entre a produção e a preservação ambiental ao longo do tempo.

De acordo com Almeida (2016), considerando a riqueza biológica e o potencial econômico e social significativos da floresta, é evidente a urgência em preservar e gerir os últimos trechos florestais remanescentes. As cabruças

operam como corredores biológicos entre os fragmentos florestais, facilitando o fluxo genético entre as espécies (SAMBUICHI, 2006; PIASENTIN et al., 2014; GUIMARAES et al., 2017). De acordo com Sambuichi (2006), a cabruca desempenha um papel importante ao oferecer áreas adicionais para alimentação das espécies da fauna que habitam áreas florestais fragmentadas.

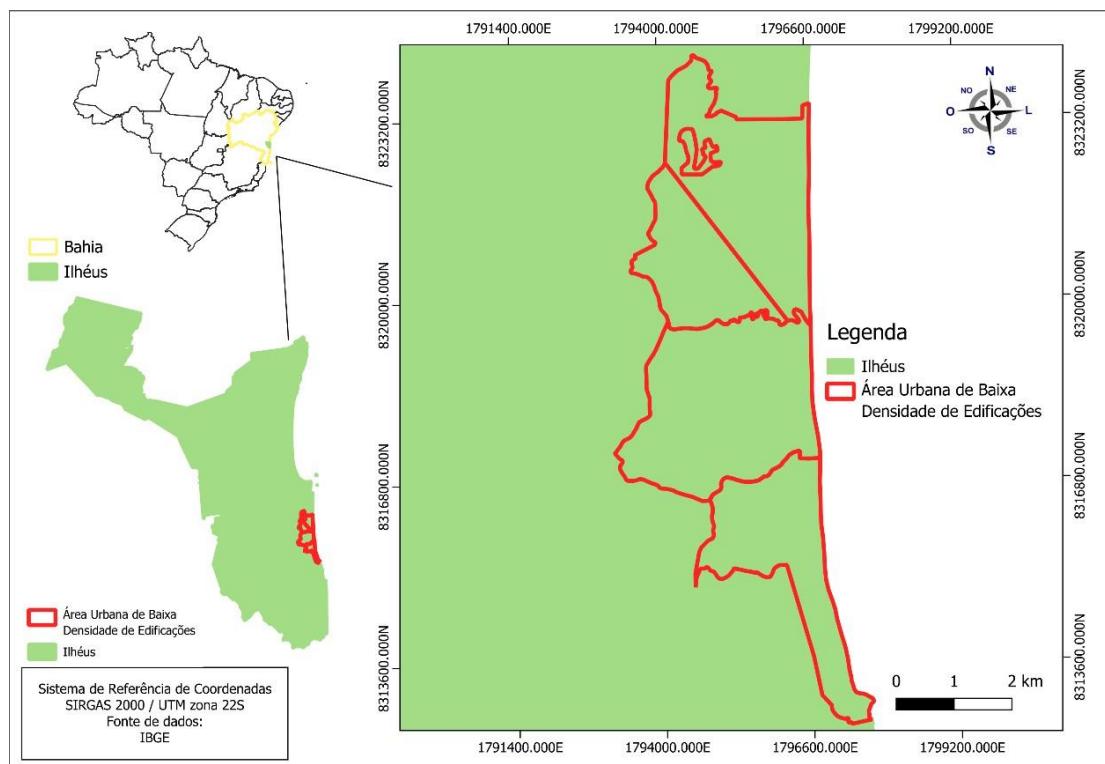
3. MATERIAL E MÉTODOS

A abordagem metodológica desta pesquisa se dividiu em duas partes distintas. Inicialmente, foi feita a revisão bibliométrica baseando-se no emprego do software estatístico R para a coleta, análise e visualização de dados no site Biblioshiny. Os dados foram coletados a partir das bases *Web of Science* e *Scopus*, utilizando as seguintes *strings* de busca: “Mapping of Forest Resources and Remote Sensing”. Na segunda parte da metodologia, realizou-se o mapeamento de recursos florestais por meio de sensoriamento remoto orbital.

3.1 Área de estudo

A região em análise abrange a porção sul de uma ÁREA URBANA DE BAIXA DENSIDADE DE EDIFICAÇÕES localizadas no município de Ilhéus (Figura 1). Conforme observado por Santos e Baitz (2017), o tipo de clima que influencia a configuração climática de Ilhéus é caracterizado como quente e predominantemente úmido, com temperatura média anual acima de 24°C. A média do mês mais frio, junho, é superior a 21°C. Os índices pluviométricos anuais ultrapassam 1.900 mm, com distribuição equitativa ao longo dos meses (SANTOS; BAITZ, 2017).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Revisão Bibliométrica

Na abordagem bibliométrica, utilizou-se uma análise quantitativa por meio das métricas do Bibliometrix, pacote desenvolvido para o R, utilizando todo o período de dados disponível. Como referido, as strings de busca foram "Mapping of Forest Resources and Remote Sensing". A busca bibliográfica foi conduzida por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), acessado pela Comunidade Acadêmica Federada (CAFé), a partir da seleção das bases Scopus e Web of Science, incluindo a análise de títulos, resumos, palavras-chave e autores como critérios de seleção.

3.3 Aquisição de dados e informações

As imagens foram obtidas no site Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foi definido imagens com cobertura de nuvens reduzida para garantir a qualidade dos dados analisados (Tabela 1).

Tabela 1. Características das imagens de satélite da área de estudo.

| Satélite/Sensor | Data | Nuvem | Bandas | Fonte |
|-----------------|------|-------|--------|-------|
|-----------------|------|-------|--------|-------|

| | | | | |
|-------------------|------------|----|-------------------|------------------|
| CBERS4A WPM L2 DN | 21/09/2022 | 60 | B1; B2; B3; B4 | Catálogo INPE |
| CBERS4A PAN L2 DN | 21/09/2022 | 60 | PAN | Catálogo INPE |

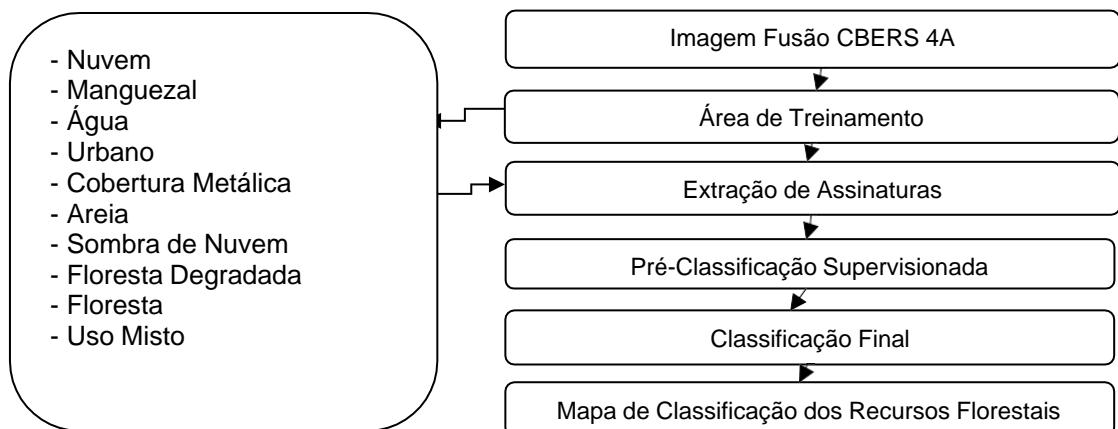
Fonte: Elaborado pela autora.

Foram utilizadas as imagens do satélite China-Brazil Earth-Resources Satellite (CBERS-4A), Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), bandas multiespectrais (1-Blue 0,45-0,52μm, 2-Green 0,52-0,59μm, 3-Red 0,63-0,69μm e 4-NIR 0,77-0,89μm) e CBERS4, sensor PAN, banda pancromática 0,45-0,90 μm de 10 bits (INPE, 2019), resolução espacial e 2 m (pancromática) e 8 m (multiespectral). As técnicas empregadas (descritas no tópico 3.4) no processamento digital de imagens e análises envolveram a aquisição de imagens com composição colorida multiespectral, bem como a fusão dessa imagem com a de banda pancromática. Esse procedimento visa alcançar uma composição colorida com uma resolução espacial aprimorada.

3.4 Processamento digital das imagens de sensoriamento remoto

Os processamentos das imagens foram conduzidos no software QGIS, versão 3.34.0. O procedimento para a classificação foi executado utilizando o plugin *Dzetsaka Classification Tool*, disponível no QGIS, para a determinação das classes, utilizando o modelo de Mistura Gaussiana (PEIXOTO, 2018). O processo de classificação seguiu de acordo com o esquematizado no Fluxograma 1.

Fluxograma 1. Procedimentos seguidos para elaboração do mapa de classificação dos recursos florestais



Fonte: Elaborado pela autora.

A área urbana refere-se a espaços urbanos. A água indica acúmulo de

água salgada e água doce. O manguezal é uma zona de transição terrestre-aquática com vegetação adaptada a condições salinas. A cobertura metálica é associada a estruturas industriais, grandes superfícies comerciais. A areia representa áreas com esse substrato. A floresta abrange vegetação primária ou secundária. O uso misto é indefinido quanto à agricultura ou desmatamento. A floresta degradada é a área que sofreu redução na cobertura devido a atividades humanas, mas conservou algumas espécies arbóreas. A classificação nuvem refere-se a áreas com excesso de nuvens, e a sombra de nuvem são áreas com sombras associadas às nuvens.

No processo de avaliação do uso do solo, foi empregada a ferramenta *r.report* do QGIS, para realizar uma análise da distribuição percentual de cada classe de cobertura do solo. A função dessa ferramenta consistiu no cálculo preciso da área em quilômetros quadrados ocupada por cada classe identificada. Após classificadas, as imagens foram exportadas para área de *layout* do QGIS para elaboração de mapas temáticos. Em sequência ao processamento digital de imagens, ocorreu confusão de pixels em algumas classes, resultando em divergências no mapa final em relação às expectativas iniciais na distribuição das amostras.

3.5 Avaliação da Acurácia

A avaliação de acuracidade num processo de classificação é fundamental para validação dos resultados. Há diversos métodos aplicados a tal intento, dentre os quais, Erro de Omissão e Comissão, Exatidão do Usuário, Erros do Produtor, Estimativa/Índice Kappa e Exatidão Global.

Conforme destacado por Bolfe et al. (2004), a Exatidão Global, que expressa a porcentagem da área de mapa corretamente classificada em comparação com dados de referência ou "verdade de campo", é a maneira de medir a precisão de imagens e mapas. A avaliação da precisão da classificação foi conduzida por meio do plugin *Accuracy Assessment of Thematic Maps* (AcATaMa), disponível na versão 3.34.0 do QGIS. O plugin é utilizado para realizar o teste de precisão do mapa de cobertura do solo, gerando a matriz de erro, precisão global e Índice Kappa (SUJARWO et al., 2023).

Entre as abordagens disponíveis o método utilizado consistiu na amostragem aleatória estratificada com o objetivo de aprimorar tanto a precisão

quanto as estimativas de área (SUJARWO et al., 2023). A partir da imagem classificada, foram extraídas 150 amostras para cada classe, distribuídas de forma aleatória na própria imagem. Ao concluir o procedimento AcATAmA, uma variedade de dados é gerada, incluindo a matriz de erro.

Segundo Tangerino e Lourenço (2013), o índice Kappa é recomendado por assegurar maior precisão ao medir a probabilidade correta na classificação de pixels em comparação com outros métodos. O processo estatístico é iniciado com a matriz de erro, obtida por meio do plugin AcATAmA. A partir dessa matriz, torna-se possível realizar o cálculo de índice kappa, utilizando a fórmula (1), avaliado como o método mais simples.

$$K = \frac{N\Sigma X_{ii} - \Sigma X_{i+} + X_{+i}}{N^2 - \Sigma X_{i+} + X_{+i}} \quad (1)$$

X_{ii} = concordância observada
 X_{+i} e X_{i+} (produtos das marginais), sendo a concordância esperada
N = total de elementos amostrados

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa versam sobre análise da revisão de literatura na perspectiva bliométrica e o mapeamento dos recursos florestais, uso e cobertura das terras.

4.1 Revisão de literatura pela perspectiva bibliométrica

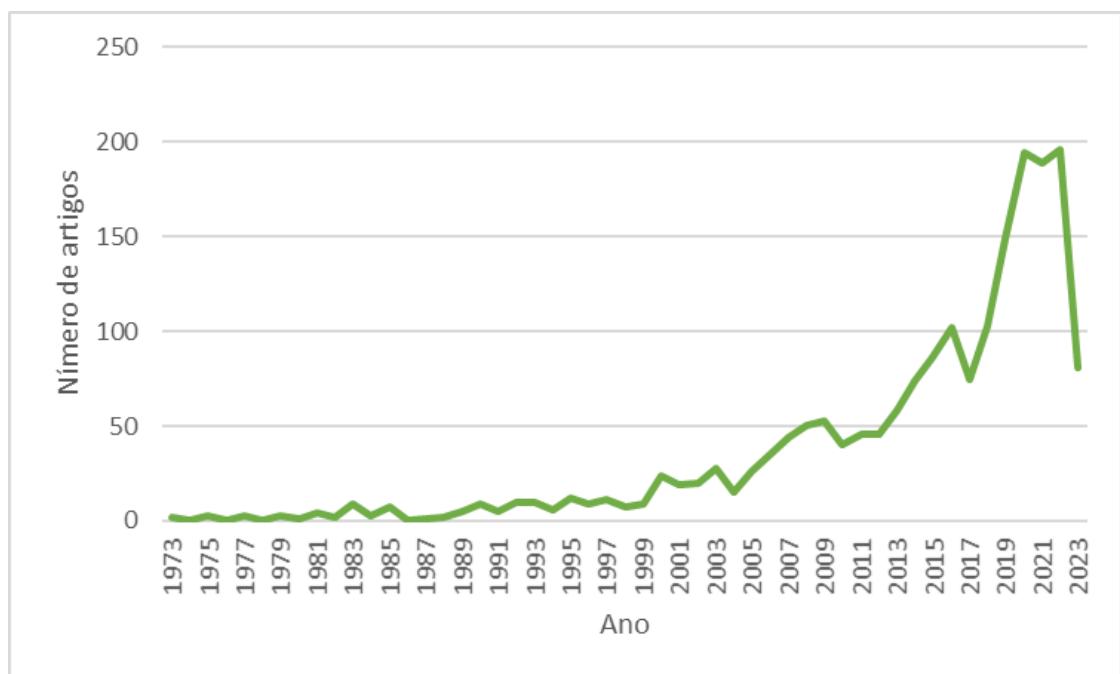
O resultado desta etapa resultou em 1.213 artigos na plataforma *Scopus* e 1.260 artigos na plataforma *Web of Science*. Após a eliminada a repetição nas duas bases, 1.894 artigos foram considerados.

A Produção Científica Anual é apresentada na Gráfico 1, em que os primeiros artigos surgiram em 1973, com notável aumento a partir de 2005. Esse ano marca um crescimento expressivo na produção de artigos, e a tendência de crescimento persiste nos anos seguintes.

O aumento da produção científica pode ainda ser explicado, em parte, devido ao aumento geral de publicação científica nas últimas décadas sobre

esse tema (NEGER e ROSA PAZ, 2022). Soma-se a isso o fato de que há aumento substancial nos estudos por meio do uso de imagens e produtos de Sensoriamento Remoto nas últimas duas décadas decorrentes do acesso as geotecnologias, nomeadamente de softwares de SIG (CHUVIECO et al 2019).

Gráfico 1. Gráfico da Produção Científica Anual



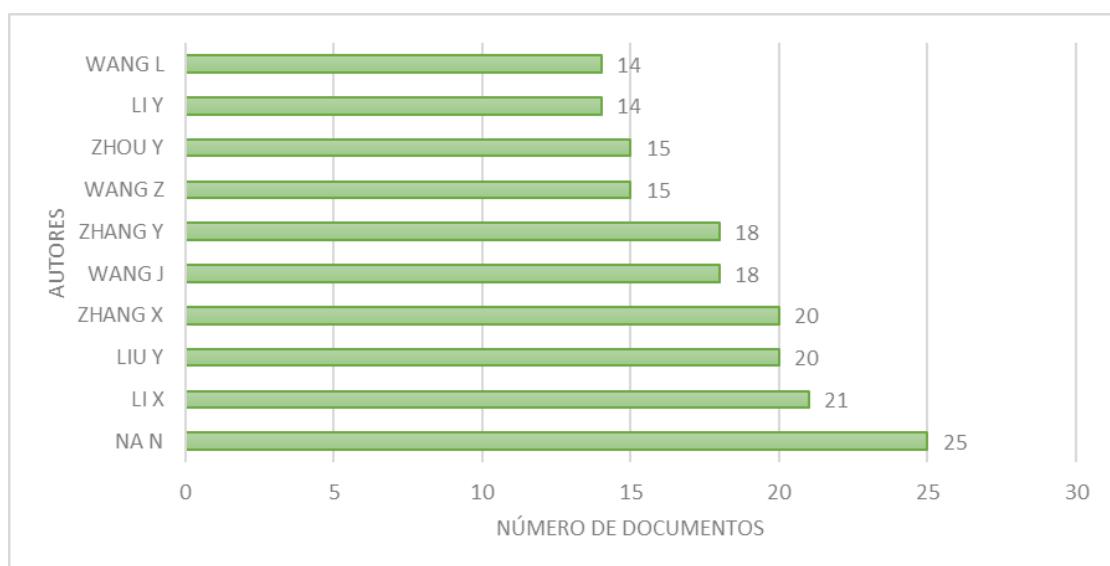
Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando o exposto no gráfico dos Autores com mais publicações (Gráfico 2), observamos que Na N (não atribuído) destaca-se como a classificação de maior número de publicações, totalizando 25. Em seguida,o autor Li X, com 21 publicações. A partir dos resultados exibidos, os autores mencionados anteriormente não puderam ser identificados.

Martins et al. (2023) observaram em suas pesquisas dificuldades para distinguir autores chineses com mesmos nomes. Nossos resultados também apontaram para tais dificuldades para os pesquisadores Li X e Liu Y. Apesar disso, um dos destaques é o professor de geografia, Le Wang (Wang L). Uma das publicações que mais se relaciona ao tema deste estudo se relaciona a uma revisão de literatura sobre o uso de sensoriamento remoto em análises de mangues. Um dos seus resultados obtidos revelou que as pesquisas de sensoriamento remoto de manguezais seguem o rastro das florestas terrestres (WANG, L.).

O Professor Zhou Yunxuan (ZHOU Y) se destaca em pesquisas de Sensoriamento Remoto Costeiro. Sua linha de pesquisa abrange diversos campos, incluindo a aplicação de sensoriamento remoto na análise da cobertura e mudança no uso da terra, monitoramento de áreas úmidas costeiras e recuperação da cor da água costeira. Em um dos estudos utilizou dados populacionais e de satélite para quantificar as mudanças no uso e cobertura da terra ao longo do vale de Msimbazi entre 1990 e 2019 (MACHIWA, et al., 2021). O pesquisador Xianglin Zhang (ZHANG X), desenvolve pesquisas nas áreas de Modelo de Superfície da Terra, Mapeamento Digital de Solos, Sensoriamento Remoto, Sensoriamento Proximal e Machine Learning, conduziu estudo focado na avaliação do desempenho de sensores individuais para propriedades do solo (XUE, et al.; 2023).

Gráfico 2. Gráfico dos autores com mais publicações.



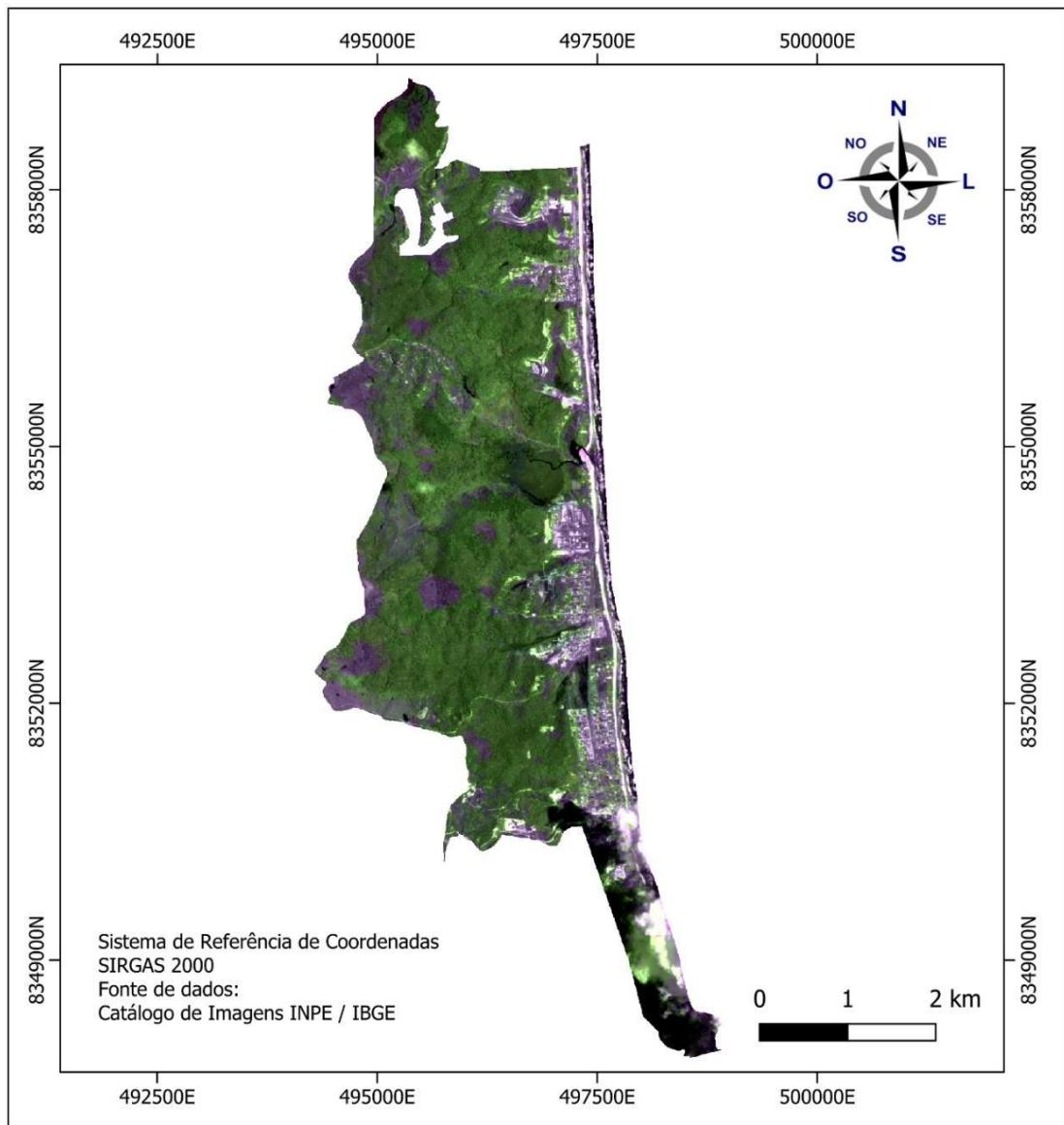
Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 Mapeamento dos recursos florestais, uso e cobertura das terras

A fusão das imagens de satélite (Figura 2.) das bandas 1, 2, 3 e 4 com a banda PAN resultou em uma notável melhoria na qualidade da imagem. O resultado corrobora com as pesquisas de Abdon et al. (2009), Carvalho et al. (2011) e Pisani et al. (2019), que afirmam que o processo de fusão combina imagem de diferentes características espectrais para formação de uma nova imagem apresentando melhores atributos. A imagem utilizada no processamento, já apresentada, consta na figura 2, de modo geral, as maiores

reflectâncias são identificadas para solo exposto, especialmente areia e cobertura de zinco de um hipermercado e nuvens. A alta reflectância revela pixels brancos na imagem.

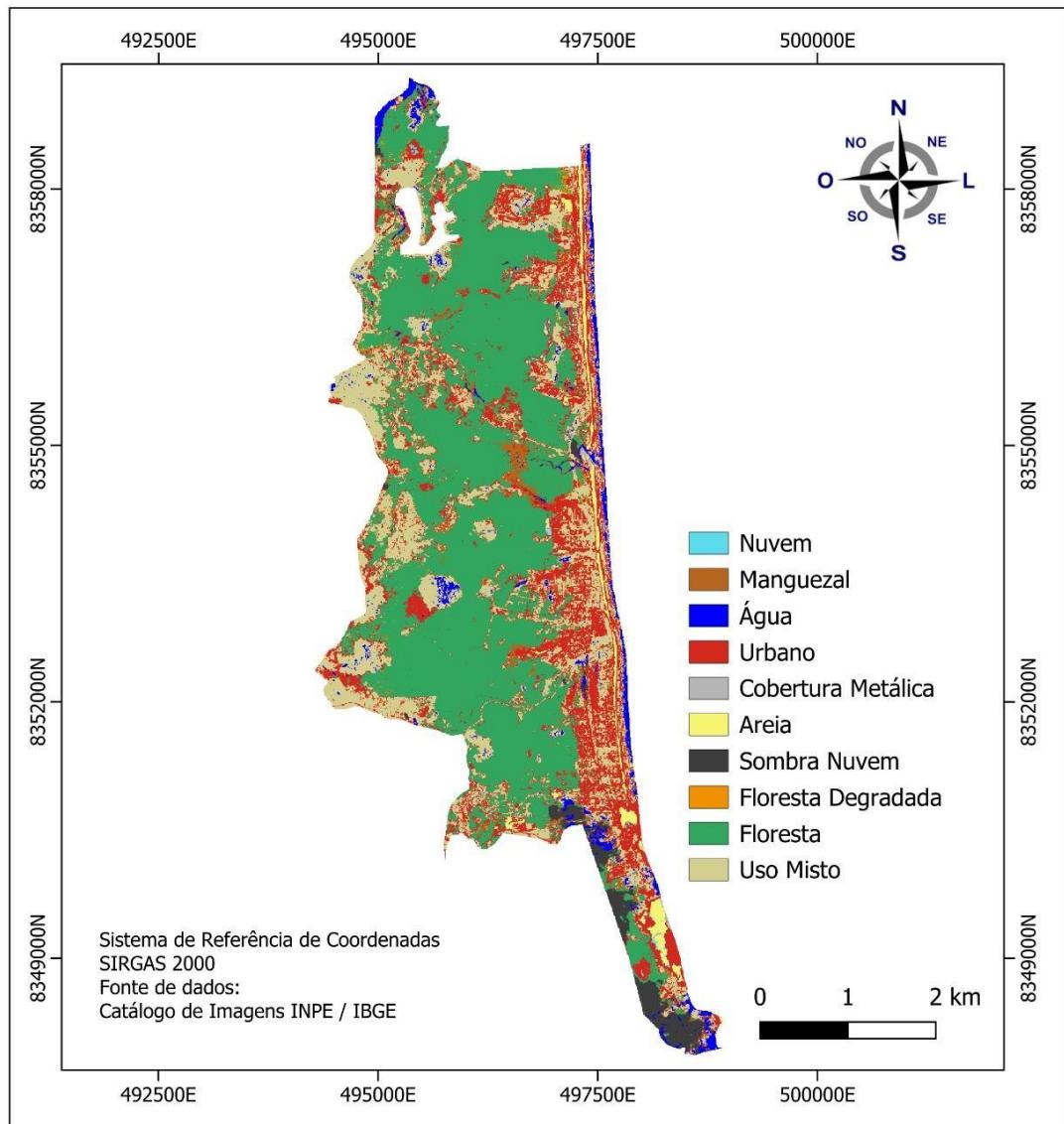
Figura 2. Mapa da imagem fusão CBERS PAN e WPM.



Fonte: Elaborado pela autora.

O mapa gerado dos Recursos Florestais (Figura 3.) da porção Sul de uma Área Urbana de Baixa Densidade de Edificações localizadas no município de Ilhéus revelou maior ocorrência de área classificada como floresta, seguindo da classe de uso urbano.

Figura 3. Mapa de localização dos recursos florestais.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados deste estudo quanto referentes a confusão de identificação de classificação coincidem com o apontado em pesquisas anteriores relacionadas ao geoprocessamento de imagens, conforme destacado por Espírito-Santo e Shimabukuro (2005); Passo et al. (2013); Piazza e Vibrans (2014); Rodrigues, et al. (2014); Silva, (2014).

Espírito-Santo e Shimabukuro (2005) indicaram em sua pesquisa confusão entre classes de florestas. A pesquisa de Passo et al. (2013) destacou diferenças nas classes de Asfalto, Vegetação Arbórea, Sombra, entre outros. Piazza e Vibrans (2014) apontaram em sua pesquisa confusão entre as classes área urbana, área agrícola e solo exposto. Rodrigues et al (2014) revelaram

grau elevado de confusão entre as classes de pastagem, mata e outras culturas. A área construída, solo exposto e via asfaltadas foram enquadradas em classes diferentes (SILVA, 2014).

Desta forma, esta pesquisa também observou ocorrência de alguns conflitos na distinção das classes, Manguezal, Floresta e Uso Misto. Ao analisar a classificação da Floresta, identificou-se um exagero na área designada para esta classe, resultando na inclusão de pixels pertencentes a outras categorias. Além disso, em relação à classe Cobertura Metálica, constatou-se que determinadas áreas não foram corretamente atribuídas a esta categoria, sendo erroneamente classificadas como Areia.

Os resultados da classificação por área do uso do solo (Tabela 2) revela como destaque principal a categoria floresta, abrangendo 48,6% da área. Em segundo lugar, áreas de uso misto compreendem 20,7%, evidenciando a presença de zonas de transição e atividades diversas. A classe urbano, com 19,5%, reflete uma considerável ocupação. Notavelmente, a soma das áreas de uso misto e urbano, representando 40,2%, aproxima-se da extensão da floresta, ressaltando o intenso desenvolvimento urbano e a coexistência de usos distintos.

Tabela 2. Distribuição de Uso do Solo por classe.

| Classificação | Uso do Solo (%) | km ² |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Nuvem | 0,5 | 0,11 |
| Manguezal | 2,1 | 0,49 |
| Água | 3,0 | 0,68 |
| Urbano | 19,5 | 4,48 |
| Cobertura Metálica | 0,1 | 0,03 |
| Areia | 2,1 | 0,48 |
| Sombra Nuvem | 2,6 | 0,59 |
| Floresta Degradada | 0,8 | 0,18 |
| Floresta | 48,6 | 11,16 |
| Uso Misto | 20,7 | 4,74 |
| Total | 100 | 22,93 |

Fonte: Elaborada pela autora.

Esse dado revela relativa conservação da área de florestas no município de Ilhéus, que foi revelada na pesquisa de Guimarães et al. (2023). Segundo os autores, esta porção do território baiano apresenta os maiores índices de conservação da Mata Atlântica no país. Uma das explicações é a presença do sistema agroflorestal Cabruca, que prioriza o cultivo de cacau sob a sombra

das florestas O Índice Kappa, calculado após a aplicação da fórmula, atingiu 0,50. Este resultado foi comparado e avaliado com base nos índices apresentados na Tabela 3., conforme Landis e Koch (1977).

Tabela 3. Índices de Classificação para Qualidade de Imagem.

| Valor de Kappa | Qualidade |
|----------------|-----------|
| < 0,00 | Péssima |
| 0,00 – 0,20 | Ruim |
| 0,21 – 0,40 | Razoável |
| 0,41 – 0,60 | Boa |
| 0,61 – 0,80 | Muito boa |
| 0,81 – 1,00 | Excelente |

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977).

O Índice Kappa é aplicado levando em conta todos os elementos contidos na matriz de erro (Tangerino e Lourenço, 2013), e varia de 0 a 1. Quando o índice atinge zero, indica uma qualidade de classificação péssima na imagem, enquanto o valor de um destaca um processo de classificação excelente (BARBOSA, et al., 2011). Portanto, o resultado obtido na classificação é considerado de boa qualidade.

A pesquisa de Couto e Nascimento (2023) trouxe resultados promissores no mapeamento de vegetação e área urbana também no bioma mata atlântica. Contudo, não se pode comparar os resultados desta pesquisa com as de Couto e Nascimento (2023), pois os autores não apresentaram análise de performance.

5. CONCLUSÃO

A análise bibliométrica desta pesquisa abordou um total de 1894 artigos, revelando uma linha temporal que iniciou com os primeiros artigos em 1973, tendo um crescimento em 2005. Esse aumento significativo evidencia a crescente importância dos estudos envolvendo o uso de imagens e produtos de Sensoriamento Remoto nas últimas duas décadas. Além disso, é importante destacar que os autores com mais publicações foram Na N (não atribuído) e o autor Li X.

A pesquisa evidenciou o potencial das imagens CBERS para o mapeamento de vegetação e alvos urbanos, especialmente após a fusão,

contribuindo de forma significativa para o aprimoramento da distinção de alvos. A avaliação pelo Índice Kappa reflete uma boa qualidade na classificação, indicando uma representação próxima da realidade atual da região. Destaca-se a relevância das técnicas de geoprocessamento, ressaltando seu potencial para contribuir significativamente nas pesquisas ambientais.

Ao analisar os resultados deste estudo, é relevante destacar que, embora tenha obtido êxito em grande parte das classificações, pode-se observar confusões entre as classificações. Contudo, mesmo com os avanços, há a necessidade de aprimoramentos, especialmente diante de imprecisões em algumas classificações. Portanto, este estudo não só aprofunda a compreensão sobre a aplicação prática do método avaliado, mas também aponta para futuras oportunidades de melhoria metodológica, visando aprimorar a precisão das análises e consolidar a eficácia das técnicas de sensoriamento remoto na caracterização ambiental.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Danilo Sette de. Recuperação ambiental da mata atlântica. **Editus**, 2016.
- AQUINO, Cláudia Sabóia; VALLADARES, Gustavo Souza Valladares Souza. Geografia, geotecnologias e planejamento ambiental. **Geografia (Londrina)**, v. 22, n. 1, p. 117-138, 2013.
- BACARJI, Alencar G.; VILPOUX, Olivier F.; PARANHOS FILHO, Antonio C. Remote observations with images from landsat satellites to determine the environmental impact of agrarian reform in the Brazilian Midwest between 2004 and 2014. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, 2020.
- BARBOSA, Ana Paula et al. Comparação de métodos de classificação de imagens na identificação de áreas cultivadas com citros. **Energia na Agricultura**, p. 14-25, 2011.
- BOLFE, E. L. et al. Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicado ao levantamento e análise de recursos florestais. **Anais—I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**, 2002.
- BOLFE, Édson Luis et al. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de acurácia. **Revista Árvore**, v. 28, p. 85-90, 2004.

- BRANCO, A. F. V. C., LIMA, P. V. P. S., MEDEIROS FILHO, E. S. D., COSTA, B. M. G., & PEREIRA, T. P. (2022). Avaliação da perda da biodiversidade na Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, 31, 1885-1909.
- CAMPOS, Sérgio et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu-SP. **Engenharia Agrícola**, v. 24, p. 431-435, 2004.
- CARVALHO, MVA et al. Fusão de imagens aplicada a estudos urbanos: avaliação de diferentes técnicas em imagens WorldView-2. **Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 15, p. 941-948, 2011.
- CHUVIECO, Emilio et al. Historical background and current developments for mapping burned area from satellite Earth observation. **Remote Sensing of Environment**, v. 225, p. 45-64, 2019.
- CORDEIRO, Paulo Henrique Chaves. A fragmentação da Mata Atlântica no sul da Bahia e suas implicações na conservação dos psitacídeos. **Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia**, 2003.
- COUTO, Whendel Cezar; DO NASCIMENTO, Melchior Carlos. Análise dos vazios urbanos da cidade de Maceió-AL por meio de imagem do satélite-4A. **Geografia em Questão**, v. 16, n. 02, 2023.
- CREPANI, Edilson et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento no mapeamento regional da cobertura e uso atual da terra. **Geografia**, p. 119-135, 2002.
- DE ABREU, Karla Maria Pedra; COUTINHO, Luciano Melo. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. **Revista Vértices**, v. 16, n. 1, p. 177-202, 2014.
- DE JESUS, Sabrina; SILVA, Elisângela Rosemeri Martins. Expansão Urbana em Áreas de Preservação Permanente na Zona Sul de Ilhéus-BA. **Geopauta**, v. 3, n. 2, p. 17-29, 2019.
- DE MOURA ABDON, Myrian et al. Classificação de pastagens degradadas nos municípios de Corquinha e Rio Negro, MS, utilizando fusão de imagens CBERS. **Geografia**, v. 34, p. 709-720, 2009.
- DE SOUZA, Cristiano Marcelo Pereira et al. Avaliação do Potencial de Uso Urbano da Cidade de Ilhéus-BA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 01, p. 165-179, 2014.
- DE OLIVEIRA, Cinthia Pereira et al. Análise da evolução das estradas no

módulo IV da Flota/AP, Amapá-Brasil dos anos de 1985 a 2008. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 2015, INPE.

GUIMARÃES, P. O.; DE SOUZA FERNANDES, M. .; MOTA DOS SANTOS, A.; GIOOPPO NUNES, F. . Análise dos padrões espaciais do desmatamento na Mata Atlântica, Brasil. **Gaia Scientia**, [S. I.], v. 17, n. 2, p. 32–46, 2023.

DE OLIVEIRA, Ludimila Gonçalves Marques; SANTOS, Dartagnan Plínio Souza. LICENCIAMENTO AMBIENTAL: IMPORTÂNCIA NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO URBANO PARA O MUNICÍPIO DE ILHÉUS. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 5, p. 2675-2699, 2023.

DOS SANTOS, L. D., SCHLINDWEIN, S. L., FANTINI, A. C., HENKES, J. A., & BELDERRAIN, M. C. N. (2020). Dinâmica do desmatamento da Mata Atlântica: causas e consequências. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 9(3), 378-402.

DOS SANTOS MACEDO, Daniel; BAITZ, Ednice de Oliveira Fontes. Entre o Urbano e o Rural: análise geoespacial das políticas de ordenamento territorial no município de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Geografia (Londrina)**, v. 32, n. 1, p. 121-141, 2023.

ESPÍRITO-SANTO, Fernando Del Bon; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. Validação do mapeamento de uma área de floresta tropical com o uso imagens de videografia aérea e dados de levantamento de campo. **Revista Árvore**, v. 29, p. 227-239, 2005.

FRANKE, C. R., ROCHA, P. L. B. D., KLEIN, W., & GOMES, S. L. (2005). **Mata Atlântica e biodiversidade**. EdUFBA, 2005. 461 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA. Áreas urbanizadas do Brasil: 2019 / IBGE, Coordenação de Meio Ambiente. Disponível
em:https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101973_informativo.pdf.

Acesso em: 12 set. 2023.

LANDAU, Elena Charlotte. Padrões de ocupação espacial da paisagem na Mata Atlântica do sudeste da Bahia, Brasil. **Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do sul da Bahia. CD-ROM, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP**, Ilhéus, 2003.

- LANDIS, J. Richard; KOCH, Gary G. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. **Biometrics**, p. 363-374, 1977.
- LOBÃO, D. E. et al. Sistema Cacau Cabruca e a Mata Atlântica: Diversidade Arbórea, Conservação e Potencial de Produção. **Agrotrópica**, v. 23, p. 115-124, 2011.
- MACHIWA, Herrieth et al. Using time-series remote sensing images in monitoring the spatial-temporal dynamics of LULC in the msimbazi basin, Tanzania. **Land**, v. 10, n. 11, p. 1139, 2021.
- MALHI, Yadvinder et al. Tropical forests in the Anthropocene. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 39, p. 125-159, 2014.
- MARTINS, Suelem et al. Processamento Digital de Imagens para Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra: Uma Revisão de Literatura: Digital Image Processing for Land Use and Land Cover Mapping: A Literature Review. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 9, n. 2, p. 131-143, 2023.
- NEGER, Christoph; ROSAS-PAZ, Leonardo Daniel. A characterization of fire-management research: a bibliometric review of global networks and themes. **Fire**, v. 5, n. 4, p. 89, 2022.
- NUNES, Gustavo Manzon; DRESCHER, Ronaldo; TYSZKA, Diego. Sensoriamento remoto na análise e caracterização de recursos florestais em ecossistemas tropicais. **Multitemas**, 2011.
- OLIVEIRA, J. C. C., DE ANDRADE, S. L., LEMES, E., RAMOS, I. M. G., & DE ARAÚJO GALLIS, R. B. (2019). USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE CAMPINA VERDE-MG. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2430-2433, 2019.
- OLIVEIRA, Víncer Fernandes Ribeiro et al. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de risco a incêndios. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 03, p. 1194-1212, 2020.
- ORTIZ, Jonas Luís; DE FREITAS, Maria Isabel Castreghini. MAPEAMENTO DO USO DA TERRA, VEGETAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS POR MEIO DE SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO. **Geosciences=Geociências**, v. 24, n. 1, p. 91-104, 2005.
- PALOMO, Katia Guimarães Sousa. Vulnerabilidade da Mata Atlântica no Sul da Bahia frente à expansão da fronteira econômica. **Journal of Social**,

- Technological and Environmental Science**, v. 4, n. 2, p. 70-82, 2015.
- PASSO, Denilson Pereira et al. Uso do sistema InterIMAGE para a identificação de alvos urbanos em imagens do satélite Worldview II. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 6, p. 1211-1221, 2013.
- PEIXOTO, Carlos Siqueira; TAQUARI, Rua. Mudança no uso das terras na cabeceira do rio Miranda (MS): estudo de caso da sub-bacia do rio São Francisco (1986, 2000, 2018). **7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Jardim, October, p. 20-24, 2018.
- PEREIRA, José Danilo Santana et al. GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAUAPEBAS, PA/Geoprocessing as a morphometric characterization tool of the hydrographic basin of Parauapebas River, PA. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 34, p. 168-182, 2019.
- PIAZZA, G. A.; VIBRANS, Alexander Christian. Classificação orientada a objetos para mapear florestas secundárias em Santa Catarina, sul do brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n. 5, p. 993-1005, 2014.
- PISANI, Rodrigo José et al. Avaliação de técnicas de fusão de imagens orbitais utilizando produtos do satélite CBERS 4 para a APA do Rio Machado-MG. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 1, p. 58-71, 2019.
- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J., & HIROTA, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, 142(6), 1141-1153.
- RODRIGUES, Mikael Timóteo et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao uso da terra para avaliação entre classificadores a partir do índice Kappa. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 23, n. 1, p. 60-70, 2014.
- SÁ, Iêdo Bezerra. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas para o estudo da cobertura vegetal. **REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA**, v. 27, 2004.
- SAITO, N. S., MOREIRA, M. A., SANTOS, A. R. D., EUGENIO, F. C., & FIGUEIREDO, Á. C. (2016). Geotecnologia e ecologia da paisagem no monitoramento da fragmentação florestal. **Floresta e Ambiente**, 23, 201-210.
- SAMBUICHI, Regina Helena Rosa. A Mata Atlântica, Biodiversidade e

Conservação. **Nossas Árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia.** Editus: Ilhéus-BA, p. 15-28, 2009.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa. Estrutura e dinâmica do componente arbóreo em área de cabruca na região cacaueira do sul da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 943-954, 2006.

SANTOS, Fernando Santiago. A importância da biodiversidade. **Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância**, 2010.

SANTOS, J. F. C., MENDONÇA, B. A. F., DE ARAÚJO, E. J. G., & DE ANDRADE, C. F. (2017). Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 15(3).

SANTOS, Lucas Rosário; BAITZ, Ednice de Oliveira Fontes. Impactos ambientais em áreas urbanas da cidade de Ilhéus: uma relação entre dados pluviométricos, movimentos de massa e submoradias. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 3775-3784, 2017.

SANTOS, Thiago Coelho; SANTOS, Leila Oliveira. Diagnóstico ambiental e os conflitos socioambientais da Zona Costeira do município de Ilhéus-Bahia. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 1, 2021.

SCALOPPE, Luiz Alberto Esteves; NUNES, Rafael Vieira; DA COSTA, Maria Fernanda Corrêa. USO DE IMAGENS ORBITAIS (SATÉLITE) COMO PROVA PERICIAL EM PROCESSOS JUDICIAIS NO BRASIL. **Humanidades & Inovação**, v. 9, n. 20, p. 68-78, 2022.

SHIMABUKURO, Yosio Edemir; MAEDA, Eduardo Eiji; FORMAGGIO, Antonio Roberto. Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados ao estudo dos recursos agronômicos e florestais. **Ceres**, v. 56, n. 4, 2009.

VICENS, R. S., CRUZ, C. B. M., & RIZZINI, C. M. (1998). Utilização de técnicas de sensoriamento remoto na análise da cobertura vegetal da Reserva Florestal de Linhares, ES, Brasil. **PROCEEDINGS OF THE SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 1561**, v. 1572, 1998.

SUJARWO, Mohamad Wawan; HAKIM, Farid Lukman; INDARTO, Indarto. Using Landsat to track land use and land cover (LULC) change from 1970 to 2020 in Mayang watershed, East Java. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing, 2023.

TANGERINO, Danilo Fávero; LOURENÇO, Rodrigo Tommasello. Comparação da exatidão de métodos de classificação supervisionada e não supervisionada a partir do índice kappa na microbacia do Ribeirão Duas Águas em Botucatu/SP. **XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, v. 4093, 2013.

XUE, Jie et al. The validity domain of sensor fusion in sensing soil quality indicators. **Geoderma**, v. 438, p. 116657, 2023.

WANG, Le et al. A review of remote sensing for mangrove forests: 1956–2018. **Remote Sensing of Environment**, v. 231, p. 111223, 2019.

Apêndice

Tabela 1. Matriz de Erro (dados do trabalho que auxiliaram no cálculo do Índice Kappa).