



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - FAENG



MURIELE RODRIGUES DE LIMA

**INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DAS
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

P G R N

Campo Grande, MS.

2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

MURIELE RODRIGUES DE LIMA

**INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DAS
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais, linha de pesquisa Geoprocessamento.

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho
Coorientador 1: Prof. Dr. Camila Leonardo Miotto**

Aprovada em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho
Orientador PGRN- UFMS

Prof. Dr. Alencar Garcia Bacarji
IFMT

Prof. Dr. César Claudio Cáceres Encina
UFMS

Prof. Dr. Roberto Macedo Gamarra
UFMT

**Campo Grande, MS.
2022**

EPÍGRAFE

“Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo de você, menos o seu conhecimento.” Albert Einstein.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me proporcionado saúde física e mental para enfrentar os desafios impostos durante estes dois últimos anos.

Aos meus pais, Ginete e Martimiano, que sempre me incentivaram à busca pelo conhecimento, me proporcionando apoio incondicional.

À minha família e amigos por me encorajar a superar minhas limitações e dificuldades.

Aos amigos e colegas do PGRN, em especial ao Éric Cano e Priscila Lopo, por todo incentivo, troca de conhecimento e compartilhamento de informações sobre o curso.

Ao meu orientador Professor Antonio Conceição Paranhos Filho, pelo apoio, atenção, disponibilidade e paciência ao me orientar, além de me tranquilizar em todo esse período.

Ao Professor César Cáceres pela paciência e prontidão ao fornecer sugestões e esclarecer minhas dúvidas e aos professores Alencar Garcia e Roberto Gamara pelas considerações a fim de aprimorar o desenvolvimento do trabalho.

Ao PGRN, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN), da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo (FAENG) da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

A CAPES pelo incentivo a esta pesquisa através da concessão de bolsa de estudo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC - Brasil.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
RESUMO GERAL	vi
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVO GERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
ÁREA DE ESTUDO	4
 PRIMEIRO CAPÍTULO: UM ESTUDO CIENCIOMÉTRICO DA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	 4
1.1. INTRODUÇÃO.....	5
1.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
1.4. CONCLUSÃO.....	16
1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
 SEGUNDO CAPÍTULO: AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MONUMENTO NATURAL DO RIO FORMOSO,.....	 18
2.1. INTRODUÇÃO.....	19
2.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
2.3. RESULTADOS ESPERADOS	30
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de publicações por ano	09
Figura 2 - Termos em títulos e resumos	10
Figura 3 - Autores com maior número de publicações.....	12
Figura 4 - Autores com maior número de publicações e interações.....	12
Figura 5 - Países onde autores estão endereçados	13
Figura 6 - Palavras-chaves mais citadas.	14
Figura 7 - Porcentagem de citações das principais palavras-chaves	14
Figura 8 – Localização da Unidade de Conservação Monumento Natural do Rio Formoso.....	21
Figura 9 - Imagem LANDSAT 5 TM, ano 1894, em composição RGB.....	25
Figura 10 - Imagem LANDSAT 5 TM, ano 2003, em composição RGB.....	25
Figura 11 - Imagem LANDSAT 8 OLI, ano 2020, em composição RGB.....	26
Figura 12 - Imagem LANDSAT 8 OLI, ano 2020, em composição RGB	26
Figura 13 - Fatiamento em NDVI - 2020	28
Figura 14 - Cobertura vegetal - LANDSAT 5 TM, ano 1894	31
Figura 15 - Cobertura vegetal - LANDSAT 5 TM, ano 2003	31
Figura 16 - Cobertura vegetal - LANDSAT 8 OLI, ano 2020	32
Figura 17 - Cobertura vegetal - LANDSAT 8 OLI, ano 2021	32
Figura 18- Porcentagem de vegetação arbórea na Unidade de Conservação	34
Figura 19 - Porcentagem de vegetação arbustiva na Unidade de Conservação	35
Figura 20 - Porcentagem de vegetação rasteira na Unidade de Conservação	35
Figura 21 - Porcentagem de solo exposto na Unidade de Conservação	36
Figura 22 - Porcentagem de solo exposto no entorno da UC	36
Figura 23 - Porcentagem de vegetação rasteira no entorno da UC	37
Figura 24 - Porcentagem de vegetação arbórea no entorno da UC	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dez primeiros termos em títulos e resumos.....	10
Tabela 2 - Autores e número de publicações.....	11
Tabela 3 - Área das classes de Cobertura dentro da Unidade de Conservação	33
Tabela 4 - Área das classes de cobertura no entorno da UC	33
Tabela 5 - Crescimento percentual das classes de cobertura em relação aos anos na Unidade de Conservação	33
Tabela 6 - Crescimento percentual das classes de cobertura em relação aos anos no entorno da UC.....	34

RESUMO GERAL

LIMA, M. L. (2022). Instrumentos de Avaliação de Eficiência das Unidades de Conservação. 2022. 34. Dissertação - Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

As Unidades de Conservação (UCs) são áreas naturais com limites definidos e instituídos pelo poder público visando a proteção da diversidade biológica em harmonia com as atividades humanas a longo prazo (IBAMA, 2007). Após a criação de uma Unidade de Conservação se faz necessária gestão e constatação de sua eficiência, com uso de ferramentas que demonstrem a conservação da área protegida e o seu entorno (NOLTE, C.; AGRAWAL, A., 2013). Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar uma apreciação do estado da literatura referente as ferramentas que estimam a eficiência de áreas protegidas e a aplicação de instrumentos, que permitam a análise da cobertura vegetal antes e após a implantação de uma Unidade de Conservação. Para isso, foi realizada uma análise bibliométrica, por meio da busca de títulos e resumos das bases Scopus e Web of Science, considerando sua relevância e a disponibilidade gratuita dos trabalhos. A busca resultou em 267 publicações entre os anos de 1998 e 2020 e crescimento médio anual de 31,68%. O país com maior número de autores endereçados foram os Estados Unidos. O Brasil está entre os 10 países com maior número de trabalhos na base de dados. Os tipos de áreas protegidas mais estudadas, foram Áreas Protegidas Marinhas e Parque Nacional. Houve conexões entre quatro autores com maior número de publicações. As palavras-chaves em destaque foram biodiversidade, áreas protegidas e proteção ambiental. A respeito do emprego de instrumentos para avaliação da eficácia, observou-se a utilização de métodos de entrevistas aos gestores, técnicas de sensoriamento remoto e avaliação por meio da preservação de espécies de fauna e flora. Identificou-se poucos trabalhos que referenciam a conservação de sistemas de água doce. Para avaliar a eficiência da Unidade de Conservação Monumento Natural do Rio Formoso, foi realizada a análise multitemporal da cobertura do solo antes e após a criação do Monumento Natural, utilizando processamento de imagens dos satélites Landsat 5 em 1984 e 2003 e Landsat 8 do ano de 2020 e 2021. A análise foi realizada dentro e no entorno da Unidade de Conservação, estabelecendo um raio de amortecimento equivalente a 10 km. Para o mapeamento vegetal da região, foi definida a classificação de 5 tipos de cobertura do solo: água, solo exposto, vegetação rasteira, vegetação arbustiva e vegetação arbórea. Inicialmente foi utilizado procedimento de fatiamento em NDVI com o auxílio do QGIS 3.18. Porém, devido a um conflito de valores entre vegetação arbórea e rasteira, não foi possível quantificar ambas as classes. No entanto, a análise multitemporal com mapeamento da cobertura vegetal, foi realizado através do método de classificação supervisionada, utilizando o *software* Spring 5.5.6. Neste *software* foi realizada a segmentação da imagem, a definição das amostras e conclusão da classificação. Além disso foi realizado o pós-processamento das imagens com auxílio do QGIS 3.18.1, para correção de áreas, onde o processamento inicial não foi capaz de identificar. Dentre os resultados, constatou-se que houve crescimento expressivo de vegetação arbórea e a ausência de solo exposto dentro do monumento natural, com a redução significativa de solo exposto no entorno da unidade de conservação caracterizando a conservação da área de proteção. A metodologia de análise multitemporal realizada de forma remota e por meio de informações e *softwares* adquiridos gratuitamente na internet, proporciona maior monitoramento e fiscalização da região, constituindo em um instrumento de ótimo custo benefício.

Palavras-chave: Áreas Protegidas, SIG, Eficácia

INTRODUÇÃO GERAL

As áreas protegidas são fundamentais para a conservação da diversidade biológica e de serviços ambientais vitais e ressaltam o uso sustentável dos recursos naturais. No Brasil as unidades de conservação federais e estaduais protegem, em todos os seus biomas, mais de 100 milhões de hectares de ambientes naturais (BRASIL, 2006).

A Lei Federal nº. 9.985, de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC e define Unidades de Conservação como:

“espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.” (BRASIL, 2000)

O SNUC estabelece a organização das Unidades de Conservação (UCs) em dois grupos:

- **Unidade de Proteção Integral:** seu objetivo é preservar a natureza estabelecendo regras restritas autorizando apenas o uso indireto dos Recursos Naturais. São desmembrados em Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Refúgio da Vida Silvestre e Monumento Natural.

- **Unidade de Uso Sustentável:** destinado a conservação da natureza com uso sustentável de parte dos recursos naturais. Fazem parte desta categoria as Áreas de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Biológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Nacional.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, afirma em uma das suas diretrizes que após criada uma unidade de conservação a mesma deve ser

regulada de forma eficiente para atingir o seu principal objetivo que é o da conservação dos recursos naturais.

Após a implantação, é essencial assegurar a efetividade do manejo de uma Unidade de Conservação para analisar o sucesso na preservação destas áreas protegidas, e assim possibilitar a priorização de investimentos nestes locais (NOLTE, C.; AGRAWAL, A., 2013).

Devido à esta importância, algumas instituições vêm desenvolvendo ferramentas de avaliação de desempenho da conservação com variações de precisão, escala e aplicação (MILATOVIĆ, L.; ANTHONY, B. P.; SWEMMER, A., 2019).

Apesar disso e de vários países introduzirem mecanismos legais para criar e gerenciar suas áreas protegidas, ferramentas que façam medição de eficiência das UCs possuem pouca produção científica, e muitas vezes não se conhecem detalhadamente os instrumentos que podem ser úteis para avaliar o manejo destas áreas (DENG, S. et al., 2018; DE ALMEIDA, L. T. et al., 2016).

Assim, a justificativa do presente estudo se baseia em exibir um quadro quantitativo de uma produção científica pouco explorada e com elevada importância para preservação dos Recursos Naturais, contribuindo para a ampliação da produção científica referente ao tema.

OBJETIVO GERAL

OBJETIVO GERAL

Analisar os instrumentos que avaliam a eficácia das Unidades de Conservação.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar uma revisão sistemática do estado da literatura referente as ferramentas de avaliação da eficácia de áreas protegidas;
- Estabelecer uma metodologia para avaliação e análise da eficácia da Unidade de Conservação com *softwares* livres e gratuitos.

PRIMEIRO CAPÍTULO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Resumo: As unidades de conservação (UCs) podem ser apresentadas como áreas protegidas destinadas a preservação dos ecossistemas e manutenção da qualidade de vida ao ser humano, cultivando um equilíbrio entre as espécies e a biodiversidade a fim de garantir a sobrevivência das futuras gerações (IBAMA, 2007). Após a implantação, é essencial assegurar a efetividade do manejo de uma UC e assim possibilitar a priorização de investimentos nestes locais (NOLTE, C.; AGRAWAL, A., 2013). Embora seja importante, o monitoramento das UCs, apresenta uma produção científica pouco explorada (DE ALMEIDA, L. T. et al., p. 29, 2016). Deste modo, o objetivo do estudo consistiu em uma revisão sistemática do estado da literatura a respeito das ferramentas aplicadas para analisar a eficiência de áreas protegidas. A base bibliográfica para estudo foi definida a partir da consulta de termos nos periódicos das bases Scopus e Web of Science, com o alinhamento de títulos e resumos de produções relevantes ao assunto abordado e a disponibilidade dos trabalhos de forma gratuita. Os dados foram gerenciados através dos *softwares* EndNote X9 e Microsoft Excel 2016. A análise resultou em 267 publicações entre os anos de 1998 e 2020 e crescimento médio anual de 31,68%. Os Estados Unidos, Reino Unido, Australia e China representaram os principais países onde os autores dos trabalhos estão endereçados. O Brasil se enquadrrou entre os 10 países com maior número de trabalhos na base de dados. Quando analisadas as categorias de gestão, as Áreas Protegidas Marinhas e Parque Nacional somaram 37% dos trabalhos que utilizaram os respectivos termos como objeto de estudo. A base de estudo identificou a conexão entre quatro autores com maior ocorrência de trabalhos. Foram identificadas 894 palavras-chaves. As palavras mais citadas foram: área protegida, proteção ambiental e biodiversidade. Apesar do número de publicações não ter sido expressivo, houve um aumento significativo de publicações nos últimos 10 anos.

Palavras-chave: Áreas Protegidas, Eficácia; Bibliometria

1.1. INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UCs) são apresentadas como áreas protegidas destinadas a preservação dos ecossistemas e manutenção da qualidade de vida ao ser humano, cultivando um equilíbrio entre as espécies e a biodiversidade a fim de garantir a sobrevivência das futuras gerações, sendo instituídas pelo poder público e com seus limites definidos (IBAMA, 2007).

No Brasil, as Unidades de Conservação são reguladas pela Lei Federal nº. 9.985, de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e divide as áreas protegidas em dois grupos distintos: o de proteção integral e o de uso sustentável, com diferentes categorias de uso e gestão (BRASIL, 2000).

Após a implantação, é essencial assegurar a efetividade do manejo de uma Unidade de Conservação para analisar o sucesso na preservação destas áreas protegidas, e assim possibilitar a priorização de investimentos nestes locais (NOLTE, C.; AGRAWAL, A., 2013).

Contudo, ocorre uma escassez de estudos que apresentem instrumentos de avaliação da eficácia das Unidades de Conservação (DE ALMEIDA, L. T. et al., p. 29, 2016).

A crescente capacidade de armazenamento computacional, proporcionou um aumento de acesso rápido a dados bibliográficos, permitindo que mais pessoas obtivessem maior contato a indicadores e ferramentas baseados na bibliometria. (MUGNAINI, R.; FUJINO, A.; YUMIKO, N., 2017).

Os indicadores bibliométricos formam a base para medir a pesquisa, com a percepção das aplicações e classificação das publicações científicas (BALL, R., 2017). Enquanto o estudo cienciométrico, apresenta uma melhor compreensão e alcance do

estado da arte da pesquisa, permitir identificar a diversidade de instituições e pesquisadores, bem como, as diferentes áreas do conhecimento e países (GUARALDO, E. et al., 2017).

As fontes relevantes de dados se fazem extremamente essenciais para o desenvolvimento da pesquisa. Entre as fontes de dados mais importantes estão Web of Science Clarivate e Analytics, Scopus Elsevier (MUGNAINI, R.; FUJINO, A.; YUMIKO, N., 2017).

Deste modo, o objetivo do presente estudo consiste em apresentar um uma revisão sistemática do estado da literatura a respeito das ferramentas utilizadas para analisar a eficiência de áreas protegidas.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento bibliográfico foi realizado através da consulta dos periódicos das bases Scopus e Web of Science mediante a leitura exploratória proporcionando a definição da *string* de busca em relação ao presente estudo.

Através da identificação dos principais termos a pesquisa nos periódicos foi efetivada com a *string*: ("*conservation unit**" OR "*conservation area**" OR "*protected* area**") and ("*effectiveness*" or "*efficiency*") and ("*management**") and ("*instrument**" or "*assess**" or "*monitor**"), consistindo em um maior alcance do levantamento bibliográfico sobre o tema de pesquisa.

Com o auxílio do *software* EndNote X9 Clarivate Analytics (2019), foram selecionadas as informações referentes a publicação mais antiga apontada no periódico, até o ano de 2020, filtrando apenas dados referentes a publicações de artigos. Assim, publicações de dissertações, livros e documentos oficiais foram descartados.

A leitura exploratória e o emprego de critérios de elegibilidade, identificou artigos com títulos relacionados ao tema de estudo, enquanto o *software* EndNote determinou dentro da base bibliográfica, apenas os trabalhos que estivessem disponíveis de forma gratuita.

Para verificar a constância de termos em títulos e resumos, a correlação entre autores e palavras chaves mais citadas dentro do estado da arte, utilizou-se o *software* VOSviewer versão 1.6.15 CWTS (2020). O *software* foi empregue para criar parâmetros de relação entre os dados bibliográficos e de textos das publicações. Para tal, estabeleceu-se um critério mínimo de ocorrências de termos em títulos e resumos equivalente a 10 e autores associados a no mínimo 4 publicações.

Integrando os *softwares* EndNote X9 e Microsoft Excel 2016 Microsoft Corporation (2016), foi possível gerenciar e analisar o resultado da base de dados. Através de recursos de busca, filtros, gráficos e tabelas disponíveis nos *softwares* supracitados, foi possível obter um panorama sobre o estado da literatura, quantificando o número de publicações por ano, contribuição de cada país através do endereço dos autores, revistas que abordaram o tema, tendências dos tipos de áreas protegidas mais estudadas, termos mais citados e suas correlações, conexão entre autores, além da identificação de instrumentos mencionados na avaliação da eficiência das Unidades de Conservação.

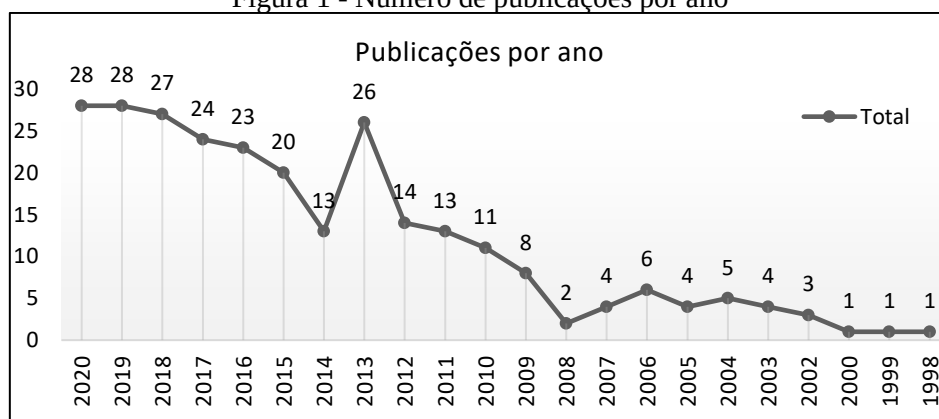
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da importação dos dados dos periódicos analisados para o *software* EndNote, foi quantificado 2147 artigos. Em seguida, utilizando a ferramenta do *software*, que permite consultar publicações em duplicidade, a coleção reduziu para 1659. Após a leitura dos títulos e dos resumos, a fim de verificar a coerência com a pesquisa, a base de dados foi refinada para 596 e 516 publicações respectivamente.

Ainda, utilizando o Endnote, foi possível refinar a base de dados da literatura, buscando por trabalhos que estivessem disponíveis em sua íntegra dentro das suas respectivas bases de dados. Assim, chegou-se ao portfólio final, quantificando 267 publicações dentro da base de dados.

Considerando o quantitativo de publicações por ano (figura 1), o portfólio exibiu trabalhos entre os anos de 1998 e 2020. Apesar do número de publicações apresentarem uma queda nos anos de 2008 e 2014, em comparação aos anos anteriores, houve aumento significativo de trabalhos, com crescimento médio de 31,68 % e tendência mais acentuada de publicações a partir de 2010.

Figura 1 - Número de publicações por ano



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

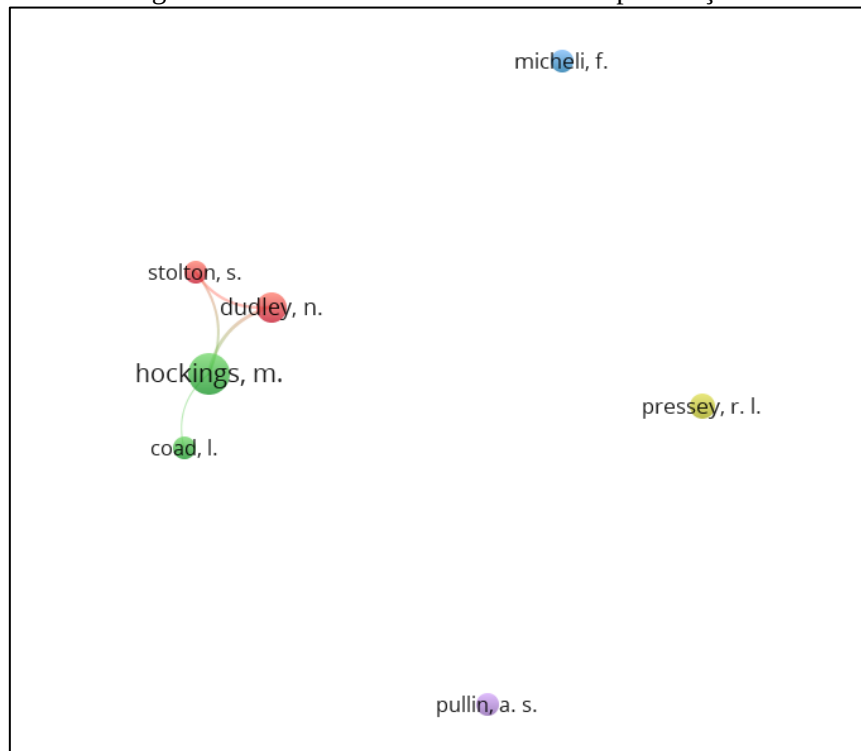
Observando a análise de número de autores com no mínimo quatro documentos presentes no presente portfólio, obteve-se a relação de 7 autores mais citados (tabela 2 e figura 3), vinculados a instituições de pesquisas localizados no Reino Unido, Austrália e Estados Unidos. Dentre as instituições, a *Equilibrium Consultants, Bristol, UK* se apresenta como a instituição de trabalho de dois autores distintos, enquanto a *University of Queensland, Brisbane, Australia* é referenciada com maior frequência dentro da base bibliográfica pelo mesmo autor. Apenas os autores Hockings, M, Dudley, N., Coad, L., Stolton, S. obtiveram interações entre as publicações (figura 4).

Tabela 2 - Autores e número de publicações

Autor	Instituto de Pesquisa	Número de Publicações
Hockings, M.	<i>University of Queensland, Brisbane, Australia</i>	13
Dudley, N.	<i>Equilibrium Consultants, Bristol, UK</i>	7
Pressey, R. L.	<i>Australian Research Council Centre of Excellence for Coral Reef Studies, James Cook University, Townsville, QLD, Australia</i>	5
Coad, L.	<i>Environmental Change Institute, School of Geography, University of Oxford, OX1 3QY, UK</i>	4
Micheli, F.	<i>Hopkins Marine Station, Stanford University, Pacific Grove, USA</i>	4
Pullin, A. S.	<i>Centre for Evidence-Based Conservation, School of Environment, Natural Resources and Geography, Bangor University, Gwynedd LL57 2UW, UK</i>	4
Stolton, S.	<i>Equilibrium Consultants, Bristol, UK</i>	4

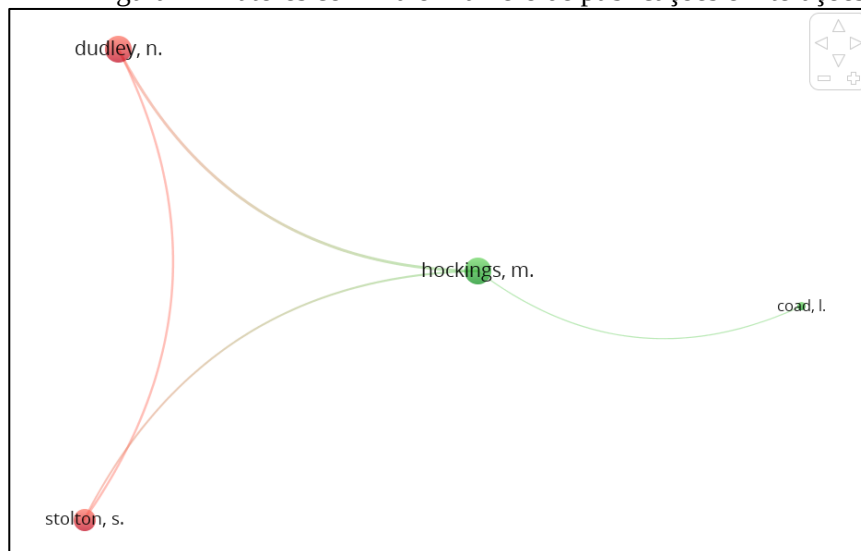
FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Figura 3 - Autores com maior número de publicações



FONTE: Elaborado pelo próprio autor no VOSviewer.

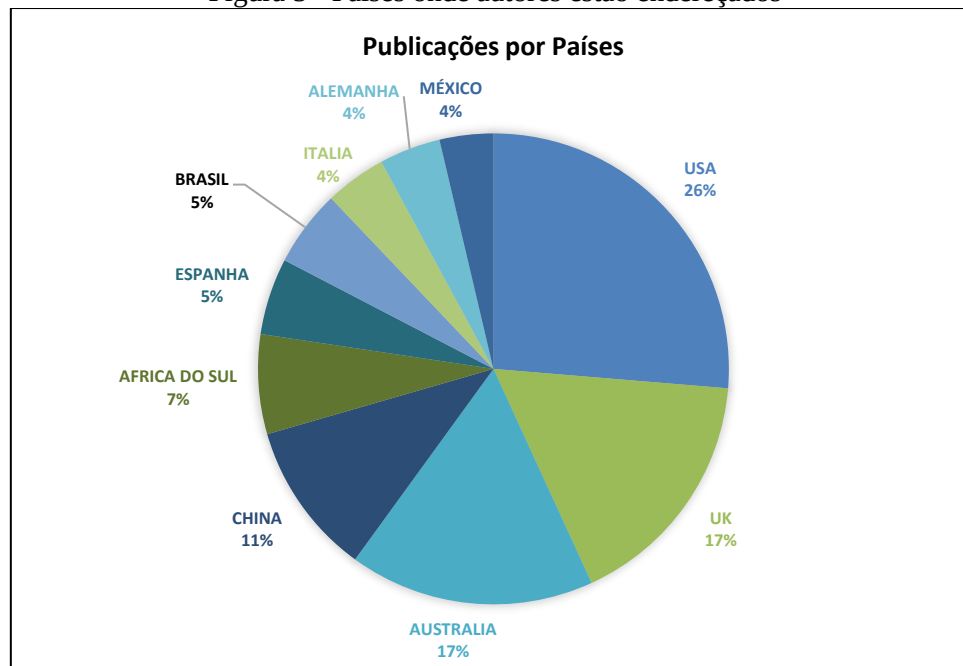
Figura 4 - Autores com maior número de publicações e interações



FONTE: Elaborado pelo próprio autor no VOSviewer.

Os Estados Unidos, Reino Unido, Austrália e China representaram os principais países onde os autores dos trabalhos estão endereçados, somando 71% da produção analisada (figura 5). O Brasil está entre os 10 países com maior número de publicações, contabilizando 10 artigos.

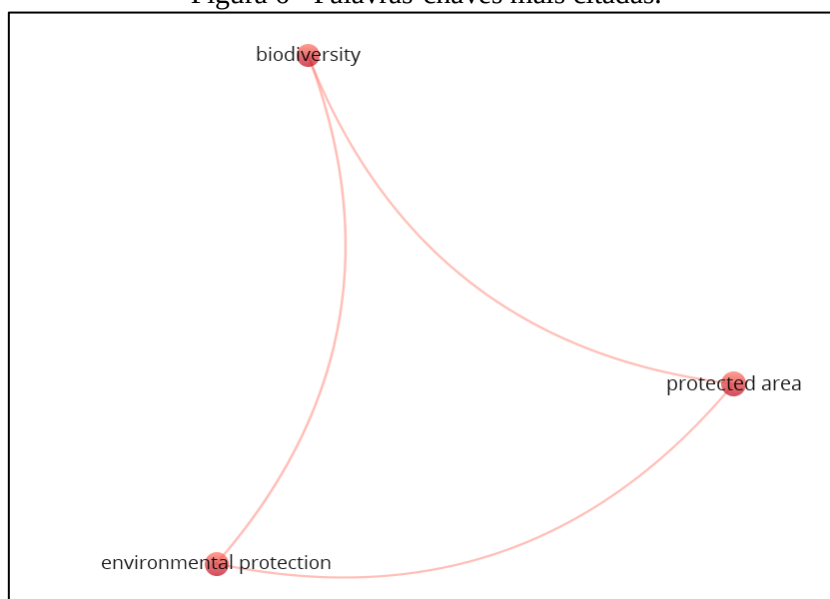
Figura 5 - Países onde autores estão endereçados



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

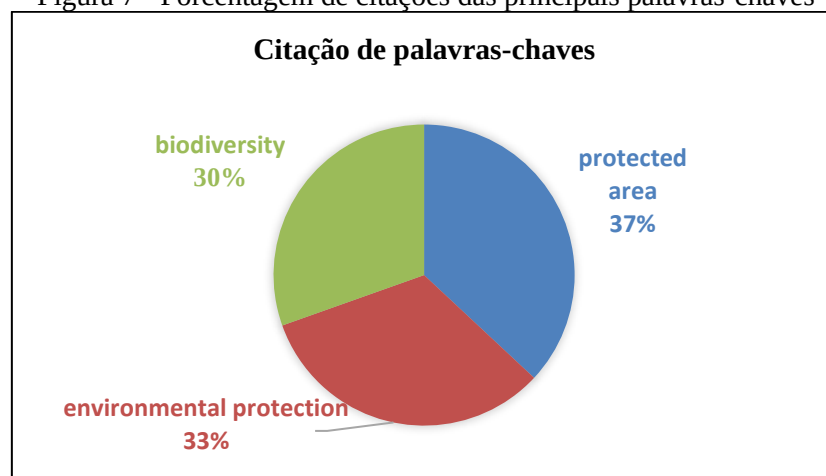
Foram identificadas 894 palavras-chaves, dentro do portfólio, com predomínio das palavras Área Protegida, Proteção Ambiental e Biodiversidade citadas mais de 26 vezes, conforme figuras 6 e 7.

Figura 6 - Palavras-chaves mais citadas.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor no VOSviewer.

Figura 7 - Porcentagem de citações das principais palavras-chaves



FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Houve um direcionamento de estudos que utilizam ferramentas para avaliação de eficácia em Áreas Protegidas Marinhas, com 134 (26%) publicações relacionadas ao objeto de estudo. Em contrapartida, foram identificadas 14 (5%) publicações que tratam sobre os sistemas de água doce.

A leitura exploratória apresentou publicações que avaliam a eficácia das (UCs) utilizando como ferramenta de estudo: entrevistas aos gestores, comunidade e governança e metodologias para a avaliação da preservação de espécies de fauna e flora na área de proteção. Além disso, identificou-se a aplicação de geotecnologias, através da utilização do sensoriamento remoto em 17 artigos da base bibliográfica.

Apesar do número de publicações não ter sido expressivo, houve um aumento significativo de publicações nos últimos 10 anos, com um progresso de estudos pertinentes às Áreas Protegidas Marinhas. Esses resultados podem ser um reflexo da meta de Aichi número 11 estabelecida em 2010, durante a Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica (CDB) de Aichi. O objetivo era até o ano de 2020, implantar e expandir em 10%, as áreas protegidas marinhas e costeiras.

Por outro lado, poucos estudos vêm sendo desenvolvidos, quando se trata de sistemas de água doce, demonstrando que conferências a nível global, ações e políticas públicas para implementação de áreas protegidas com enfoque na proteção desses recursos podem ser intensificadas.

1.4. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um cenário do estado da arte referente aos instrumentos utilizados para avaliação da eficiência das Unidades de Conservação, identificando que houve um desenvolvimento significativo de publicações, nos últimos anos de estudo.

Ainda que crescente, considera-se necessário o aumento de produções científicas que abordem os instrumentos para cenários de Áreas de Proteção, sobretudo envolvendo os sistemas de água doce, sugerindo assim, um direcionamento de pesquisa para futuros trabalhos.

O resultado deste estudo, ressalta a importância do incentivo das organizações nacionais e internacionais na implantação de conferências a nível global, ações e políticas públicas para implementação de áreas protegidas com enfoque na proteção desses recursos podem ser intensificadas.

1.5. REFERÊNCIAS

- BALL, R. An Introduction to Bibliometrics, Chandos Publishing, 2018, p.7-14.
- BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, seção 1, pt. 1, 19 jul. 2000.
- CLARIVATE ANALYTICS, Endnote X9, 2018.
- DE ALMEIDA, L. T. et al. Evaluating ten years of management effectiveness in a mangrove protected area. *Ocean and Coastal Management*, v. 125, p. 29-37, 2016.
- GUARALDO, E. et al. 2017. Pesquisa e Aplicações em Geotecnologias: um Estudo Scientométrico da Região Centro-Oeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*. 9
- IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Efetividade de gestão das unidades de conservação federais do Brasil. Ibama, WWF-Brasil. Brasília, 2007
- MICROSOFT CORPORATION, Microsoft Excel 2016, 2016.
- MUGNAINI, R.; FUJINO, A.; YUMIKO, N. Bibliometria e cientometria no Brasil: infraestrutura para avaliação da pesquisa científica na era do Big Data. São Paulo, ECA/USP, 2017, 218 p.
- NOLTE, C.; AGRAWAL, A. Linking Management Effectiveness Indicators to Observed Effects of Protected Areas on Fire Occurrence in the Amazon Rainforest. *Conservation Biology*, v. 27, n. 1, 2013. p. 155-165.
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L.. VOSviewer v. 1.6.15. Leiden University's Centre for Science and Technology Studies CWTS, 2020.

SEGUNDO CAPÍTULO: AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MONUMENTO NATURAL DO RIO FORMOSO

Resumo: As Unidades de Conservação (UCs) são áreas naturais com limites definidos e instituídos pelo poder público visando a proteção da diversidade biológica em harmonia com as atividades humanas a longo prazo (IBAMA, 2007). Após a criação de uma Unidade de Conservação se faz necessária gestão e constatação de sua eficiência, com uso de ferramentas que demonstrem a conservação da área protegida e o seu entorno (NOLTE, C.; AGRAWAL, A., 2013). Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar a aplicação de instrumentos, que permitam a análise da cobertura vegetal através de análise multitemporal, para avaliar a eficiência da Unidade de Conservação Monumento Natural do Rio Formoso, através da análise da cobertura do solo antes e após a implantação do Monumento Natural, utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para o processamento das imagens dos satélites Landsat 5 em 1984 e 2003 e Landsat 8 do ano de 2020 e 2021. A análise multitemporal englobou a Unidade de Conservação e o seu entorno. Para tal, foi definida a classificação de 5 classes de vegetação, sendo elas: água, solo exposto, vegetação rasteira, vegetação arbustiva e vegetação arbórea. Para o processamento das cenas primeiro utilizou-se o fatiamento do Índice de Vegetação Normalizada – (NDVI), porém a existência de áreas agrícolas na região, inviabilizou o a classificação vegetal. A partir disto, as cartas de cobertura do solo foram geradas através do método de classificação automática supervisionada utilizando os *softwares* livres Spring 5.5.6 e QGIS 3.18. Com o Spring permitiu-se realizar o processamento das imagens e sua classificação através do algoritmo de segmentação e classificador disponíveis no *software*. Para a etapa de segmentação foram utilizados grau de similaridade igual a 10 e número de pixels 5. Com a conclusão da classificação, foi realizado os pós-processamento das imagens com auxílio do *software* QGIS 3.18, para corrigir os pontos onde o processamento inicial não foi capaz de identificar. Com o término do pós-processamento das imagens de todos os anos, pode-se concluir que o NDVI pode não ser apropriado para avaliação de unidades de conservação próximos a áreas agrícolas com vegetações com elevada fitomassa. Em contrapartida, o método de análise multitemporal entrelaçado com a classificação supervisionada pode ser utilizado como um bom instrumento para avaliar a cobertura vegetal da unidade de conservação e seu entorno. O aumento de vegetação arbórea e redução de áreas com solo exposto, indicam a preservação de toda área de estudo. Porém de 2020 para 2021, houve uma redução de vegetação arbórea dentro e fora da Unidade de Conservação, com aumento de 58,87% de solo exposto no entorno da UC, identificando que as queimadas na região, podem ter reduzido a preservação dos recursos naturais na área de estudo.

Palavras-chave: SIG, Eficácia, Áreas de Proteção

2.1. INTRODUÇÃO

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, estabelecido pela Lei Federal nº. 9.985, de 2000 define que Unidades de Proteção Integral tem por objetivo preservar a natureza com uso indireto dos Recursos Naturais. O Monumento Natural, uma das categorias de Unidades de Proteção Integral, tem o intuito de preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, podendo ser constituído por áreas particulares, desde que, os proprietários possam compartilhar os objetivos da unidade com a utilização da terra.

A implantação das Unidades de Conservação deve impor diretrizes que busquem proteger as áreas de proteção e suas respectivas zonas de amortecimento relacionando uso sustentável dos recursos naturais, restauração e recuperação dos ecossistemas com enfoque na preservação da natureza (BRASIL, 2000).

O monitoramento da eficácia de uma Unidade de Conservação é uma importante ferramenta de gestão, gerando indicadores que contribuem na priorização de recursos e em investimentos para a preservação dessas áreas protegidas (NOLTE, C.; AGRAWAL, A., 2013).

Nesse sentido, as geotecnologias podem ser utilizadas para auxiliar no processamento da avaliação de áreas de proteção ambiental, uma vez que o sensoriamento remoto, o geoprocessamento e o SIG, facilitam estimar valores de ganho ou perda de vegetação (MIOTO, C et al., 2015; GARCIA, 2021).

Os métodos de sensoriamento remoto são usados para coleta de dados e informações à distância do objeto ou fenômeno em estudo por algum tipo de dispositivo de gravação, tendo em vista que as imagens de satélite possibilitam a obtenção de

informações radiométricas digitais de grandes extensões da superfície terrestre (PARANHOS, A., et al, 2020; COUTINHO, A., MIRANDA, E., MIRANDA, J., 1998). Essa integração, gera um mapeamento de dados referentes aos impactos na vegetação, evidenciando instrumentos de excelente custo-benefício (MIOTO, C et al., 2015; GARCIA, 2021).

Assim, definir ferramentas que auxiliam no mapeamento da superfície terrestre através de imagens orbitais, aumentam a utilização das imagens de satélite em estudos ambientais, sociais, econômicos (GARCIA, R.; ARAUJO, R., 1998).

A classificação automática de imagens destaca-se como técnica de processamento digital empregue no mapeamento do uso e cobertura da terra, sendo baseado, em sua maioria, nas diferenças espectrais para a extração de informações temáticas (FURTADO, L. et al., 2015).

Portanto, o objetivo deste estudo foi aplicar métodos com *softwares* e informações disponíveis gratuitamente, a fim de avaliar a eficácia da Unidade de Conservação Monumento Natural do Rio Formoso, ao longo do tempo.

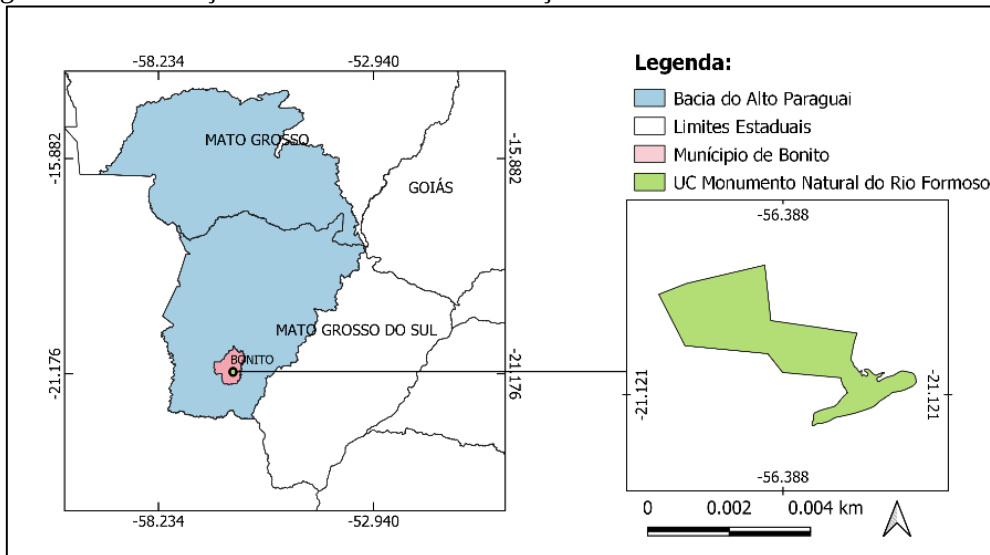
2.2. ÁREA DE ESTUDO

O Monumento Natural do Rio Formoso também chamado de Ilha do Padre é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, criada pelo Decreto Estadual de Mato Grosso do Sul nº 11.453 de 23 de outubro de 2003, com objetivo de:

“preservar sítios com características bióticas e abióticas naturais excepcionais, favorecer a pesquisa científica e a educação ambiental, proteger belezas cênicas e propiciar turismo ecológico e recreação compatíveis com a conservação da área”

A Unidade de Conservação, está localizada na zona rural do município de Bonito na região sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, à 12 km do perímetro urbano, inserido na bacia do Rio Formoso, na sub-bacia do Rio Miranda dentro do contexto da Bacia do Alto Paraguai (Figura 8), com predomínio do bioma Cerrado e influências do Pantanal, do Chaco e da Mata Atlântica (IMASUL, 2017).

Figura 8 – Localização da Unidade de Conservação Monumento Natural do Rio Formoso.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Em 2003, a área da Unidade de Conservação, abrangia uma extensão de 3,4064 hectares, sendo que, no ano subsequente a sua criação, o Art. 2º do Decreto nº

11.690 de 27/09/2004 estabeleceu a ampliação dos limites da Área de Proteção, englobando 18,2754 ha.

As atividades econômicas que prevalecem na cidade de Bonito, são a pecuária, a agricultura, a mineração e o turismo. Porém, a prática descomedida de diversas atividades de uso e ocupação da terra, operando em sua maioria, sem que haja uma devida preocupação com o ambiente, implicam em uma maior degradação ambiental em toda região (IMASUL, 2017).

2.3. MATERIAIS E MÉTODOS

2.3.1 Pré-Processamento das Imagens.

Para monitorar a eficácia da conservação do Monumento Natural do Rio Formoso foi realizada uma análise multitemporal, elegendo imagens antes da implantação da área protegida (1984 e 2003) e no momento mais recente após a sua criação. Devido a ocorrência de um cenário atípico de incêndios florestais na região no ano de 2020, a análise compreendeu cenas dos anos de 2020 e 2021, a fim de verificar se houve interferência do episódio de queimadas, na preservação da cobertura do solo na UC. Houve uma preferência na seleção de imagens registradas em época de estiagem, sem a existência de nuvens sobrepondo a área de estudo, com o intuito de otimizar o contraste das áreas com maior fitofisionomia.

A análise da cobertura do solo foi realizada dentro da Área Protegida e no seu entorno, estabelecendo uma zona de entorno de 10 km ao redor da Unidade de Conservação com identificação de 5 tipos de cobertura do solo, sendo elas: água, solo exposto, vegetação rasteira, vegetação arbustiva e vegetação arbórea.

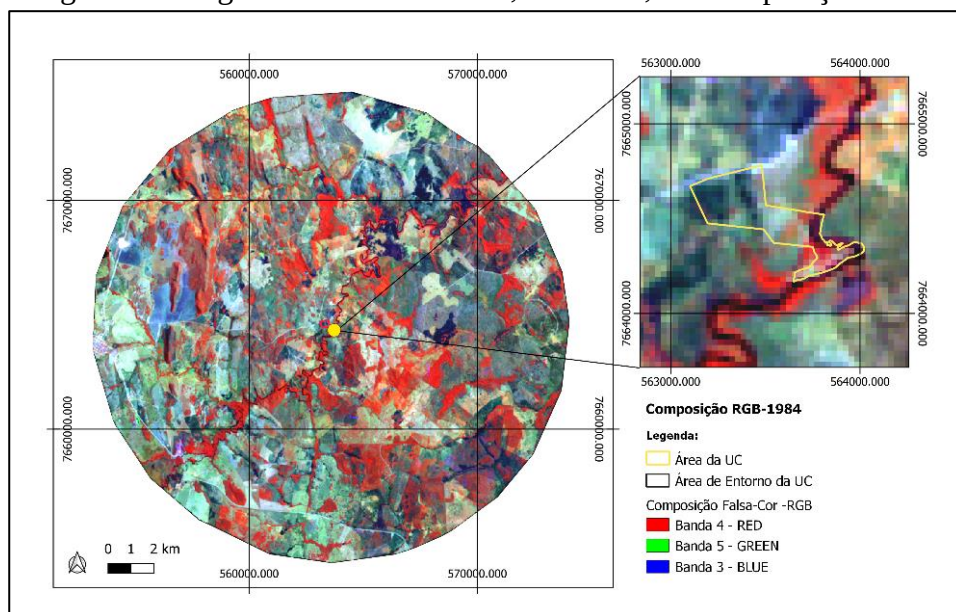
Para a análise da Unidade de Conservação ao longo do tempo, foram obtidas de forma gratuita, imagens de satélite em formato geotiff, através do site da USGS (<https://ers.cr.usgs.gov>). Para a análise antes da implantação do Monumento Natural, selecionou-se as imagens LANDSAT 5, sensor TM, nível 1 (L1TP), órbita 226 ponto 075, de 18 de setembro de 1984 (USGS, 1984), LANDSAT 5, sensor TM, nível 1 (L1TP), órbita 226 ponto 075, de 23 de setembro de 2003 (USGS, 2003). Já a análise após a criação da UC, as cenas escolhidas foram LANDSAT 8, sensor OLI, nível 1 (L1TP), órbita 226 ponto 075, do dia 04 de agosto de 2020 (USGS, 2020), e LANDSAT 8, sensor OLI, nível

1 (L1TP), órbita 226 ponto 075, do dia 22 de julho de 2021 (USGS, 2021). As imagens selecionadas são ortorretificadas em Datum WGS 84, projeção UTM 21S.

Para a leitura das classes de cobertura do solo, as bandas das imagens foram combinadas em composição RGB (Red – Green – Blue) permitindo a diferenciação e facilitando a identificação dos alvos terrestres, como a vegetação e os corpos d'água. (MIOTO, C et al., 2015).

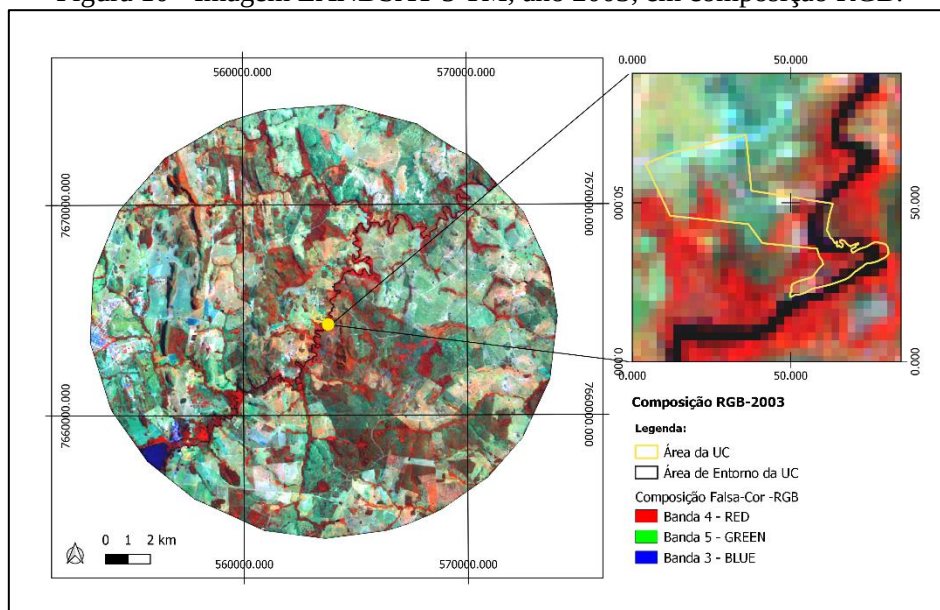
De tal forma, as bandas foram sobrepostas na sequência 4-5-3 nas imagens LANDSAT 5 TM conforme figuras 9 e 10 e para o LANDSAT 8 OLI, as bandas foram posicionadas na sequência 5-6-4 (figuras 11 e 12).

.Figura 9 - Imagem LANDSAT 5 TM, ano 1984, em composição RGB



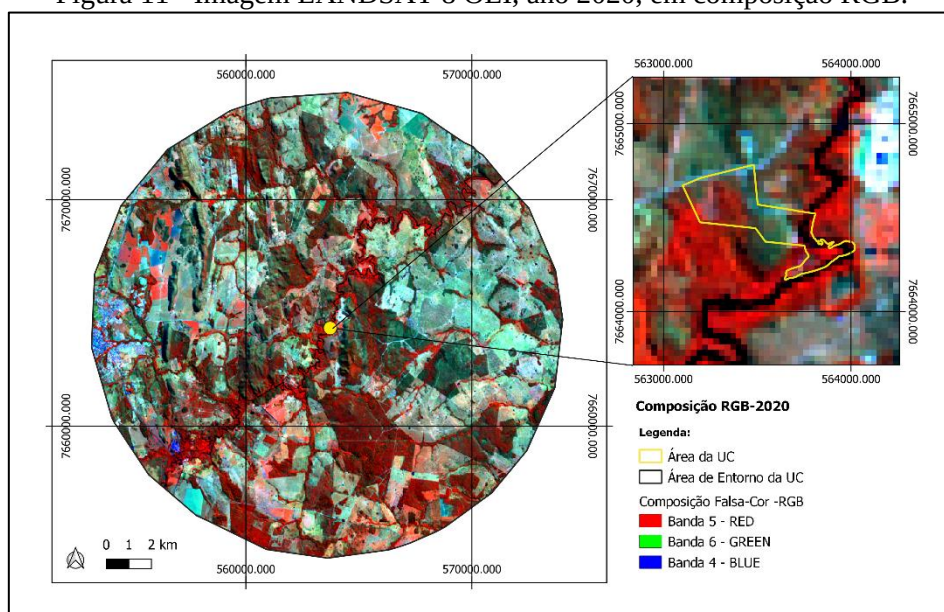
FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Figura 10 - Imagem LANDSAT 5 TM, ano 2003, em composição RGB.



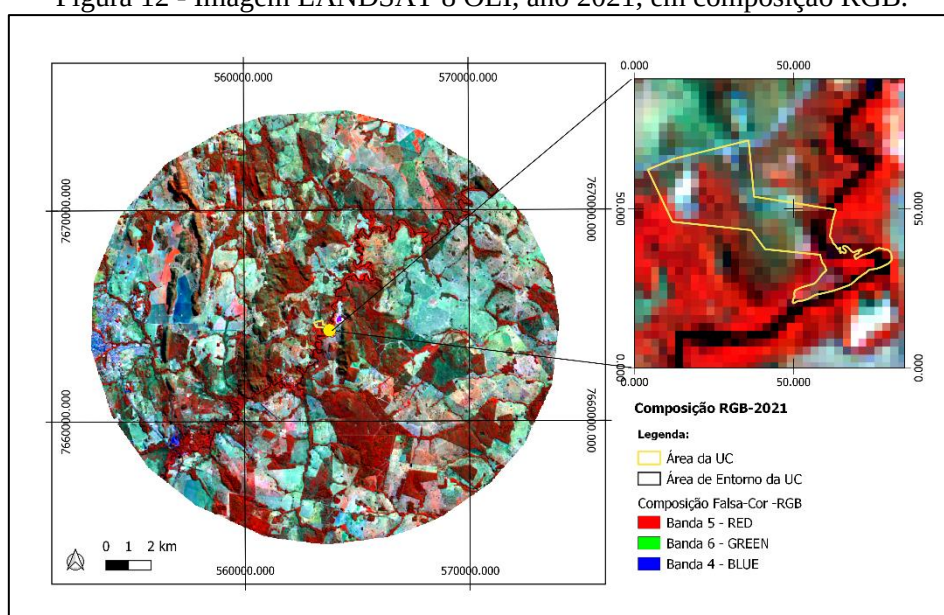
FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Figura 11 - Imagem LANDSAT 8 OLI, ano 2020, em composição RGB.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Figura 12 - Imagem LANDSAT 8 OLI, ano 2021, em composição RGB.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

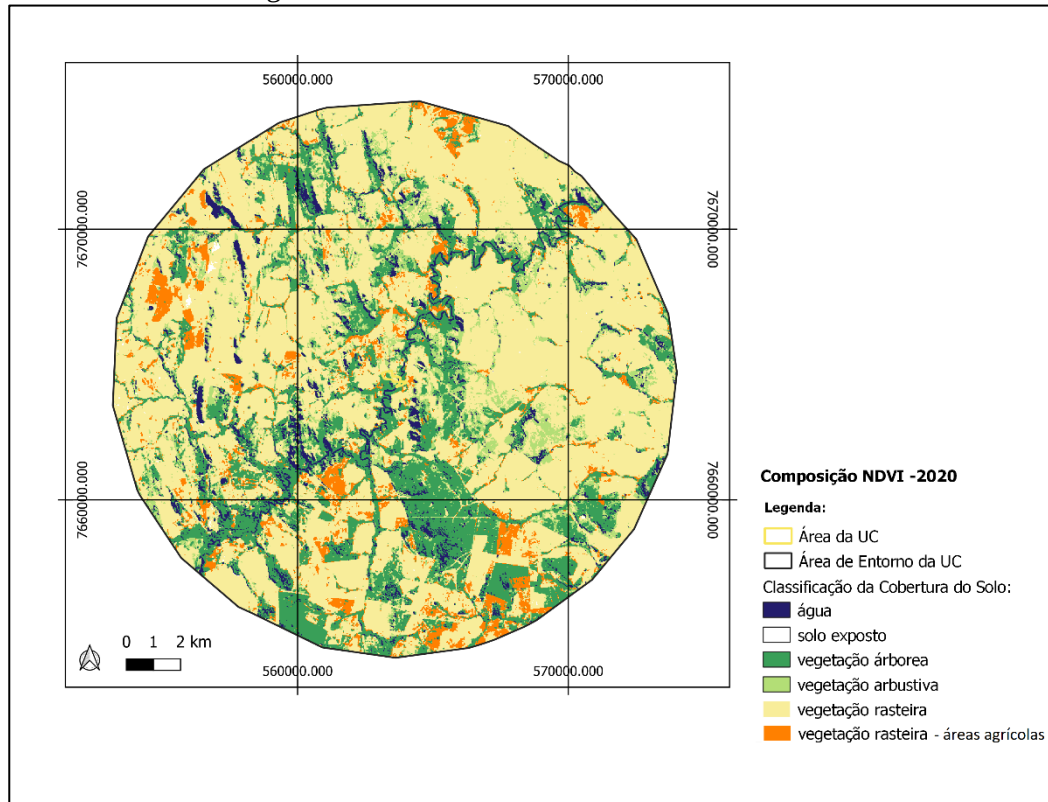
2.3.2. Classificação não supervisionada -NDVI

Para o processamento das cenas, inicialmente buscou-se o mapeamento da cobertura vegetal, utilizando-se a metodologia de classificação não supervisionada por fatiamento do Índice de Vegetação Normalizado – NDVI, com o auxílio do *software* QGIS. Trata-se de um método que identifica os tipos de vegetação, além de viabilizar o monitoramento das condições de crescimento das vegetações e os impactos ambientais (LIU, W., 2006).

O NDVI é calculado através da razão entre a diferença e a soma da reflectância das bandas infra vermelho próximo e vermelho, conforme proposto por (ROUSE et al., 1973). Este índice apresenta valor normalizado que podem variar de -1 a 1, onde valores maiores equivalem a maiores densidades de vegetação fotossintética, enquanto os valores menores apresentam as áreas com menor quantidade de vegetação (PONZONI, F., GALVÃO, L., 2007; RAMOS, F., RIBEIRO, C., ANDRADE, M., 2016).

Porém, na presente área de estudo, a existência de áreas agrícolas, conforme exibido em laranja no fatiamento do NDVI do ano de 2020 (figura 13), apresentou conflito de valores com a vegetação arbórea inviabilizando a classificação da cobertura vegetal através do NDVI.

Figura 13 - Fatiamento em NDVI, 2020.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

2.3.3. Classificação Automática Supervisionada com Segmentação da Imagens

Como alternativa para processamento das cenas, optou-se pela classificação automática supervisionada para elaboração da carta de cobertura do solo.

Para tanto, utilizou-se como ferramentas o *software* livre Spring 5.5.6, para classificação e o *software* QGIS versão 3.18.1 (Zurich), a fim de realizar o pós-processamento de todas as imagens objetos deste estudo.

O método de classificação, partiu do procedimento de segmentação automática disponível no Spring. A segmentação, consiste em definir regiões na imagem correspondente a objetos na superfície terrestre, o processo de segmentação de imagens,

reagrupa regiões possuidoras de uma mesma propriedade, considerando algumas características intrínsecas da região como o nível de cinza dos “pixels”, textura e contraste (WOODCOCK et al., 1994; KHODJA, A et al.,1995).

Assim, a segmentação obtém o agrupamento de pixels com características análogas em termos tonais e texturais, formando regiões correspondentes às feições da superfície terrestre possibilitando a análise e mapeamento da cobertura.

No *software* Spring, o algoritmo de segmentação, cria seus polígonos a partir da definição de grau de similaridade e da quantidade mínima de pixels. De tal modo, para criar os segmentos em todas as cenas, foram atribuídos os valores de determinação de similaridade igual a 10 e área dos pixels, equivalente a 5.

Com o fim da fragmentação, deu-se início ao processo de treinamento das feições. Por meio da leitura das imagens em composição R-G-B, realizou-se a escolha de 5 segmentos para cada classe de cobertura vegetal. Na sequência, foi selecionado o classificador de Bhattacharya, presente no *software*, para finalizar o mapeamento de cada imagem.

Após concluído o processo de classificação, em todas as cenas, identificou-se alguns polígonos sem mapeamento da cobertura do solo, que foram corrigidos com o pós-processamento das imagens dentro do *software* QGIS.

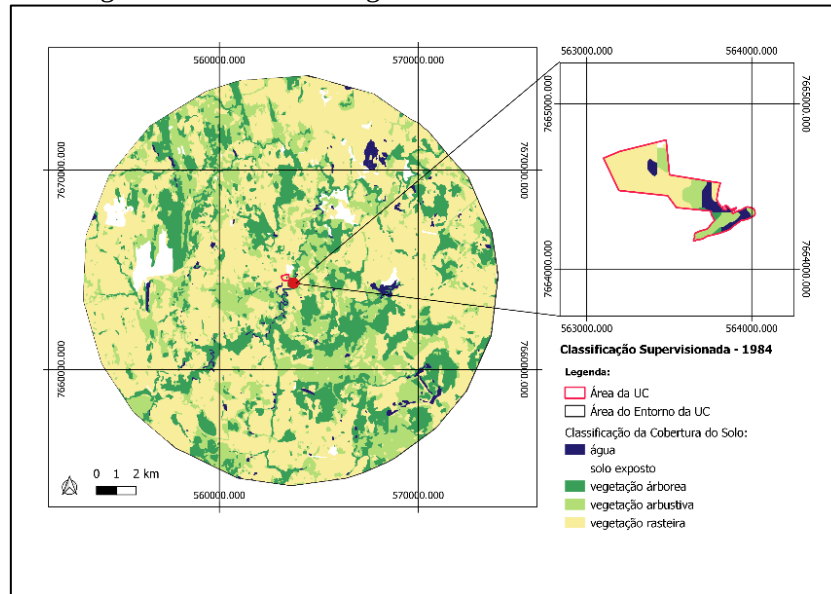
2.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao utilizar o método de classificação não supervisionada por meio do índice de vegetação por diferença normalizada -NDVI, a vegetação rasteira em áreas agrícolas obteve valores próximos a 0,77, influenciando nos valores de cobertura arbórea, o que impossibilitou a quantificação das duas classes vegetais.

O resultado indica que a análise multitemporal utilizando o NDVI, pode-se apresentar inviável quando o campo de estudo apresenta vegetação rasteira (áreas agrícolas) e vegetação arbórea, uma vez que as duas coberturas podem apresentar valores de fitomassa próximos de 1, causando um conflito entre as duas classes vegetais.

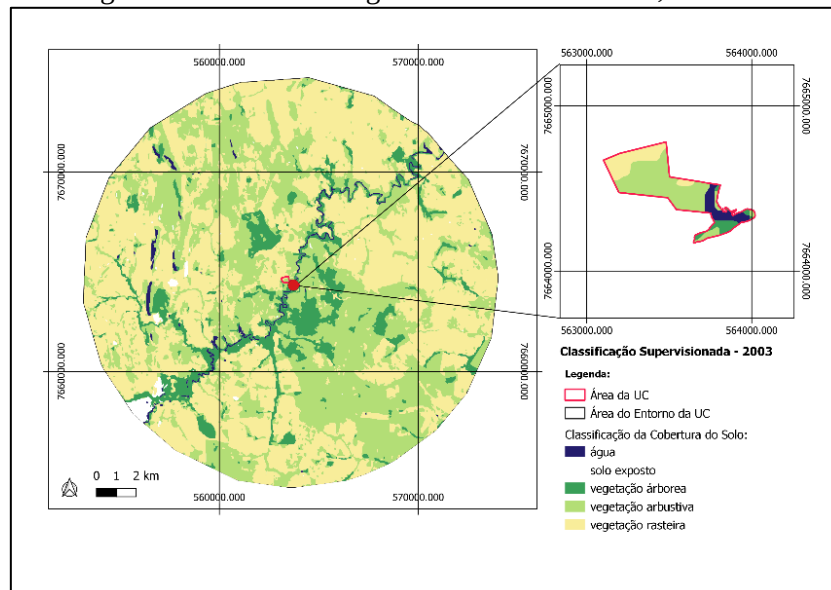
Já o método de classificação automática de acordo com as figuras 14, 15, 16 e 17, permitiu apresentar as áreas das coberturas vegetais em km², além do percentual de cada classe presente, tanto dentro da Unidade de Conservação (Tabela 3), quanto em seu entorno. (Tabela 4), demonstrando que a análise multitemporal através da classificação automática supervisionada e o emprego do processo de segmentação disponível em software livre se apresentou uma alternativa eficaz para análise da unidade de conservação e seu entorno.

Figura 14 - Cobertura vegetal - LANDSAT 5 TM, ano 1984



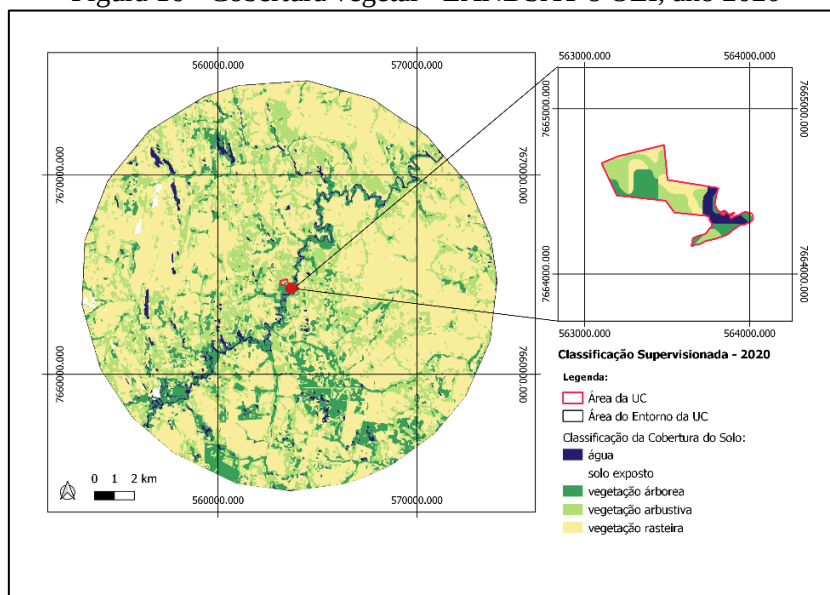
FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Figura 15 - Cobertura vegetal - LANDSAT 5 TM, ano 2003



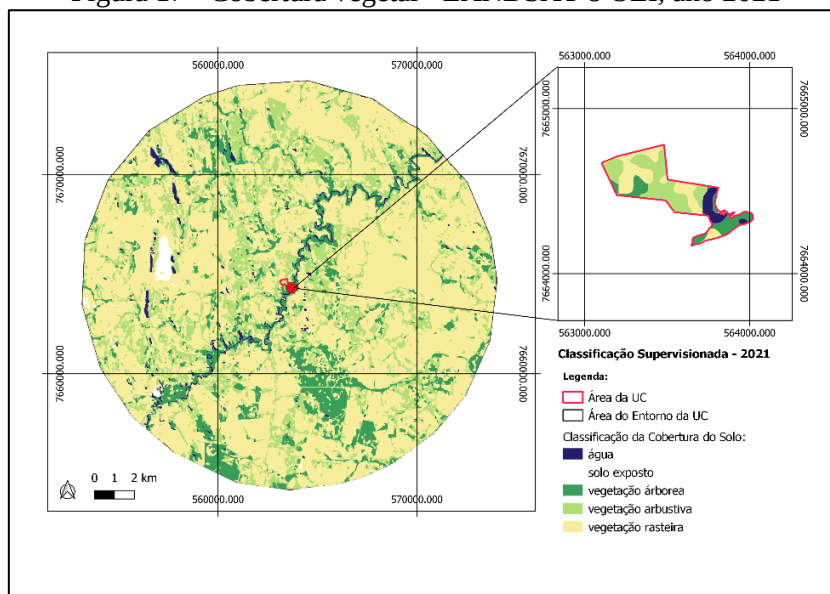
FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Figura 16 - Cobertura vegetal - LANDSAT 8 OLI, ano 2020



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Figura 17 - Cobertura vegetal - LANDSAT 8 OLI, ano 2021



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Tabela 3 - Área das classes de Cobertura dentro da Unidade de Conservação

Cobertura vegetal	1984		2003		2020		2021	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
água	0,03	14,47	0,02	12,14	0,02	12,13	0,02	9,04
solo exposto	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vegetação rasteira	0,11	57,97	0,04	22,35	0,04	24,28	0,06	32,46
vegetação arbórea	0,00	2,46	0,01	7,43	0,05	25,30	0,04	19,31
vegetação arbustiva	0,04	24,16	0,11	58,08	0,07	38,28	0,07	39,18

FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Tabela 4 - Área das classes de cobertura no entorno da UC

Cobertura vegetal	1984		2003		2020		2021	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
água	4,68	1,40	3,32	0,99	7,34	2,21	4,80	1,46
solo exposto	9,22	2,77	1,88	0,56	1,07	0,32	1,68	0,51
vegetação rasteira	178,15	53,53	176,51	52,60	198,14	59,70	211,07	64,06
vegetação arbórea	67,81	20,38	31,98	9,53	42,17	12,70	38,44	11,67
vegetação arbustiva	72,95	21,92	121,90	36,32	83,20	25,07	73,51	22,31

FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Foi possível ainda, realizar uma análise de taxa de crescimento dos tipos de vegetação, (tabela 5 e 6), comparando os percentuais de cada tipo de cobertura vegetal com os momentos antes da implantação da UC e após a sua criação. Também foi observado a diferença de cobertura antes após o episódio de queimadas ocorrido no ano da 2020.

Tabela 5 - Crescimento percentual das classes de cobertura em relação aos anos na Unidade de Conservação

Comparação Anual	1984-2021	1984-2020	1984-2003	2003-2020	2003-2021	2020-2021
água	-37,53%	-16,16%	-16,12%	-0,04%	-25,53%	-25,50%
solo exposto	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-	-	-
vegetação rasteira	-44,00%	-58,11%	-61,44%	8,64%	45,23%	33,68%
vegetação arbórea	684,34%	927,50%	201,75%	240,51%	159,93%	-23,66%
vegetação arbustiva	62,20%	58,46%	140,41%	-34,09%	-32,53%	2,36%

FONTE: Elaborado pelo próprio autor

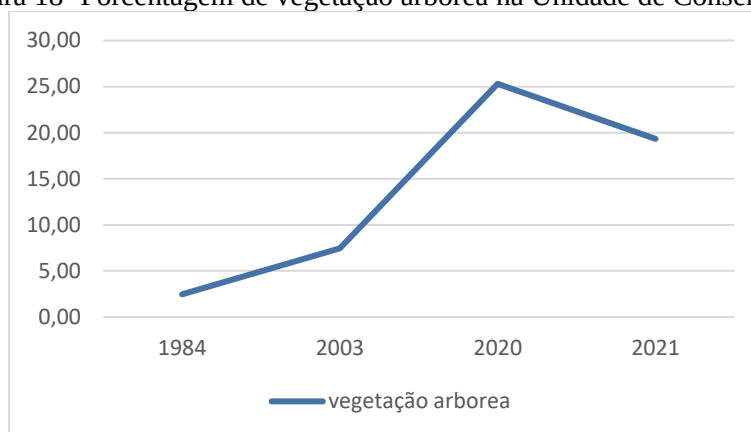
Tabela 6 - Crescimento percentual das classes de cobertura em relação aos anos no entorno da UC

Comparação Anual	1984-2021	1984-2020	1984-2003	2003-2020	2003-2021	2020-2021
água	3,65%	57,33%	-29,48%	123,11%	46,99%	-34,12%
solo exposto	-81,56%	-88,39%	-79,75%	-42,66%	-8,90%	58,87%
vegetação rasteira	19,67%	11,52%	-1,74%	13,50%	21,79%	7,30%
vegetação arbórea	-42,74%	-37,65%	-53,23%	33,31%	22,42%	-8,17%
vegetação arbustiva	1,78%	14,37%	65,71%	-30,98%	-38,58%	-11,00%

FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Na análise dentro da Unidade de Conservação do Rio Formoso, verificou-se um progresso no crescimento de vegetação arbórea relacionando o ano de 1984 com todos os outros anos do estudo (figura 18).

Figura 18- Porcentagem de vegetação arbórea na Unidade de Conservação

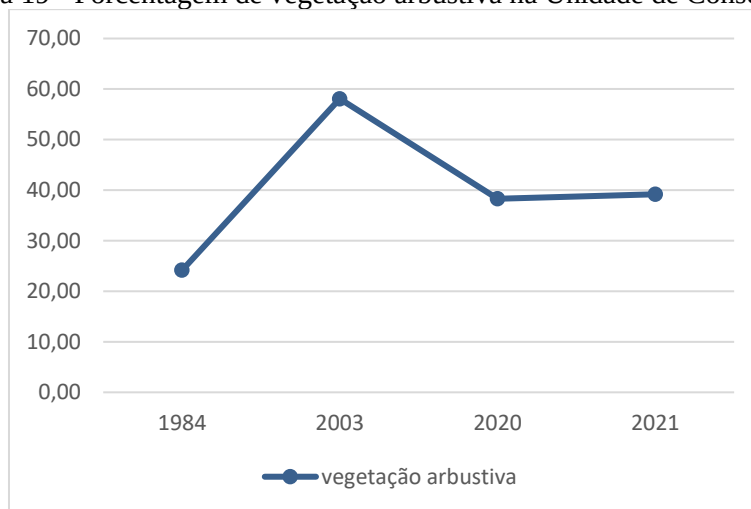


FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Analisando os períodos antes da criação da UC (2003) e após a implantação da UC (2020 e 2021), observa-se um crescimento de 240,51% e 159,93% respectivamente, apresentando um déficit de 23,66% de 2020 para 2021.

Em 1984 também houve um crescimento de vegetação arbustiva, em comparação aos anos de 2003, 2020 e 2021 (figura 19). Porém 2020 e 2021, apresentaram redução desse tipo de cobertura do solo, em comparação ao ano de 2003. De 2020 para 2021, identificou-se um crescimento de vegetação arbustiva em torno de 2,36%.

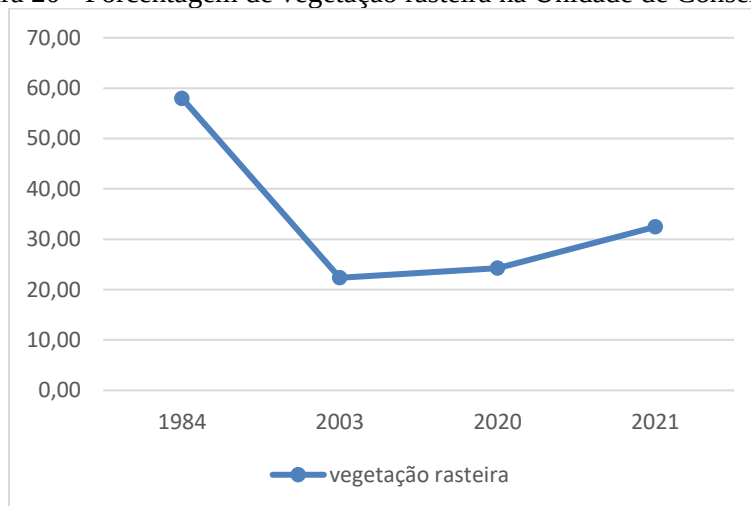
Figura 19 - Porcentagem de vegetação arbustiva na Unidade de Conservação



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Em 2003, obteve-se um aumento de vegetação rasteira de 8,64% em comparação a 2020 e 45,23% em relação a 2021 (figura 20).

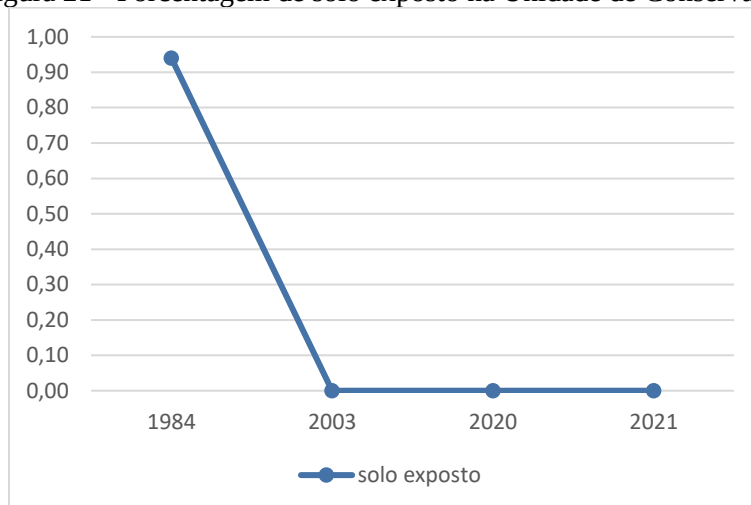
Figura 20 - Porcentagem de vegetação rasteira na Unidade de Conservação



FONTE: Elaborado pelo próprio autor)

A partir de 2003, não foi identificado a presença de solo exposto dentro da Área de Proteção (figura 21).

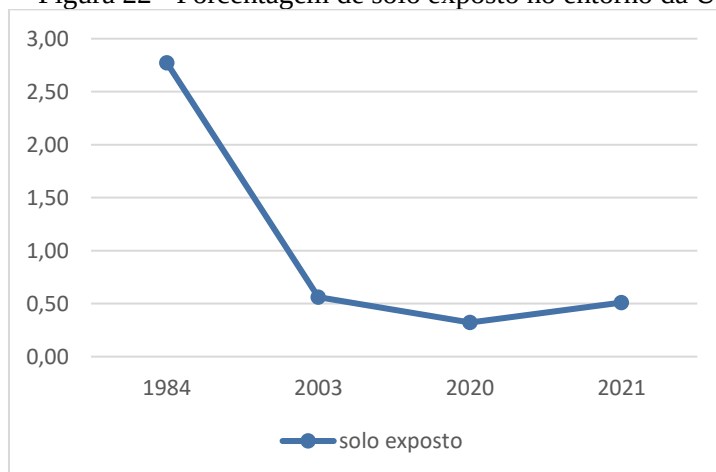
Figura 21 - Porcentagem de solo exposto na Unidade de Conservação



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Considerando o entorno da unidade de conservação observou-se a redução de solo exposto, de 1984 comparado com anos de 2003 até 2021, contudo houve um crescimento de 58,87% desse tipo de cobertura, de 2020 a 2021. (figura 22)

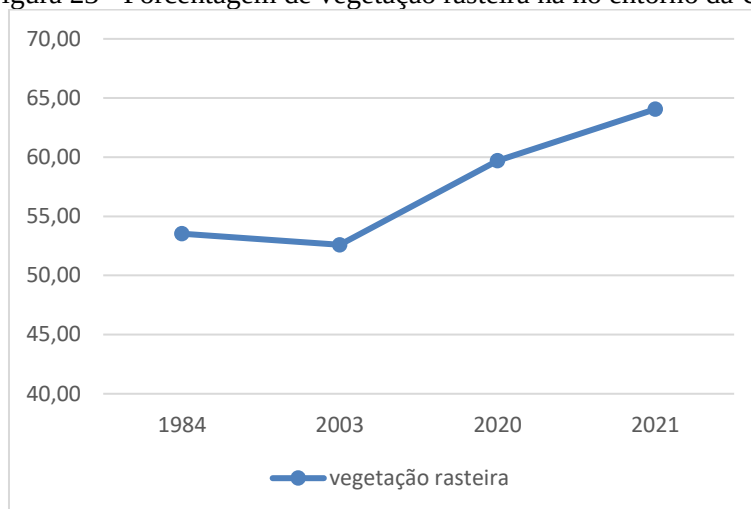
Figura 22 - Porcentagem de solo exposto no entorno da UC



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

Houve um crescimento de vegetação rasteira no entorno da Unidade de Conservação a partir de 2002 (figura 23).

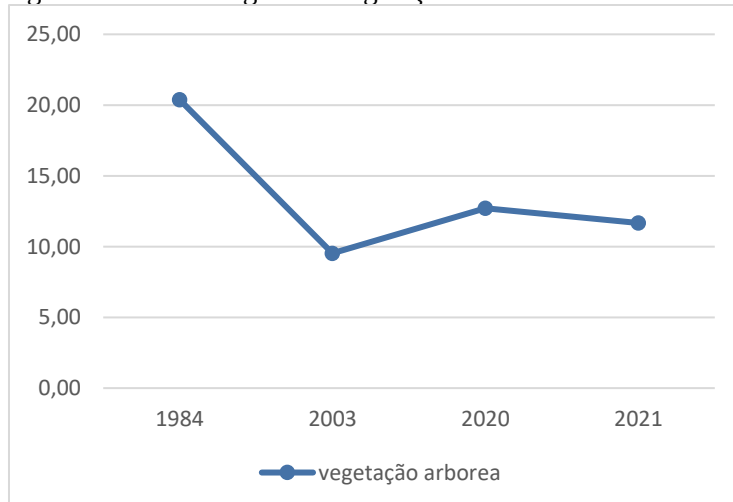
Figura 23 - Porcentagem de vegetação rasteira na no entorno da UC.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

A vegetação arbórea obteve um déficit de 42,74% de 1984 a 2021 (figura 24). Ainda que, correlacionando 2003 com os anos de 2020 e 2021, o percentual dessa cobertura aumentou 33,31% e 22,42%, respectivamente. De 2020 para 2021 a redução foi de 8,17%.

Figura 24 - Porcentagem de vegetação arbórea no entorno da UC.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor

O crescimento expressivo de vegetação arbórea e a ausência de solo exposto dentro do monumento natural, com a redução significativa de solo exposto no entorno da unidade de conservação indica a preservação da área de proteção.

O intervalo de 2020 a 2021 demonstrou que houve déficits de preservação de vegetação arbórea dentro da UC e ao seu entorno com redução de vegetação arbustiva em sua zona de amortecimento e aumento expressivo de solo exposto, indicando que a ocorrência de incêndios no ano de 2020, contribuíram para o desgaste de cobertura vegetal na Unidade de Conservação Monumento Natural do Rio Formoso.

2.5. CONCLUSÃO

O presente estudo apresentou um panorama de preservação da cobertura vegetal da Unidade de Conservação Monumento do Rio Formoso, exibindo que a Área de Proteção tem cumprindo seu papel após sua efetiva criação.

Porém após os episódios de queimadas ocorridos no ano de 2020, observou-se que houve um déficit de preservação da cobertura vegetal, destacando a importância de estudos e do monitoramento constante em Unidades de Conservação, após a ocorrência de eventos atípicos, resultando em melhorias no manejo, direcionamento de investimentos, além da criação de políticas públicas propondo mecanismos de preservação cada vez mais adequadas ao desenvolvimento humano e sustentável.

Este trabalho também evidenciou que a metodologia de análise da cobertura do solo, empregando o processo de segmentação se apresenta mais eficiente em pesquisas e trabalhos onde o campo de estudo exibe vegetação rasteira (áreas agrícolas) e vegetação arbórea.

A metodologia consolidada através de informações e *softwares* adquiridos gratuitamente na *internet* para processamento de imagens de satélite, demonstrou ser um excelente recurso para o monitoramento e fiscalização de Unidades de Conservação, uma vez que, pode ser realizado de forma remota, além de não ser necessário recursos financeiros para aplicação do procedimento, se tornando uma opção de ferramenta de gestão de Áreas de Proteção para as organizações públicas federais, estaduais e municipais e instituições privadas.

2.6. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, seção 1, pt. 1, 19 jul. 2000.
- EARTHEXPLORER. USGS. United States Geological Survey. Science for a changing world. Disponível em: <https://ers.cr.usgs.gov>).
- COUTINHO, A., MIRANDA, E., MIRANDA, J., 1998. Mapeamento da Superfície Terrestre Através da Utilização do Método de Segmentação por Crescimento de Regiões e Classificação Supervisionada de Imagens de Satélite. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998, INPE, p. 525-535.
- GARCIA, R.; ARAUJO, R., 2021. Use of Remote Sensing and Geoprocessing to estimate vegetated and non-vegetated areas in the fastest growing neighborhoods in São Luís-MA, during the years 2000 and 2010. Research, Society and Development, v. 10, n. 5.
- FURTADO, L. et al. 2015. Land cover classification of Lago Grande de Curuai floodplain (Amazon, Brazil) using multi-sensor and image fusion techniques. Acta Amazonica 45, p.195–202.
- KHODJA, A. et al. 1995. Partition d’une image satellitaire et caractérisation de son contenu par une méthode de segmentation d’images: Application à la forêt de Bouconne (France) et à la ville d’Oran (Algérie). PhotoInterpretation, Paris, n.1995/1, p.25-30.
- LIESENBERG, V., PONZONI, F., GALVÃO, L., 2007. Análise da dinâmica sazonal e separabilidade espectral de algumas fitofisionomias do cerrado com índices de vegetação dos sensores MODIS/TERRA e AQUA. Revista Árvore, v. 31, n.2, 295–305.
- LIU, W., Aplicações de sensoriamento remoto. Campo Grande. Ed. UNIDERP, 2006.
- MIOTO, C. L. et al. Noções Básicas de Geoprocessamento para Análises Ambientais. Campo Grande, MS: ED. UFMS, 2015, 152 p.
- OSGeo. Open Source Geospatial Foundation. Quantum GIS (QGIS). Open Source Geographic Information System (GIS). Version 3.18.1. “Zurich”. 2020. Disponível em: <http://qgis.org/>.
- PARANHOS, A., et al, Geotecnologias para Aplicações Ambientais. Campo Grande, MS: ED. UFMS, 2020, 394 p.

- NOLTE, C.; AGRAWAL, A., 2013. Linking Management Effectiveness Indicators to Observed Effects of Protected Areas on Fire Occurrence in the Amazon Rainforest. *Conservation Biology*, v. 27, n. 1, p. 155-165.
- ROUSE et al., 1973 Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). In: proceedings of the third erts symposium, sp-351 Goddard Space Flight Center, 1973, Washington: NASA, p. 309–317.
- SPRING. Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas. v.5.5.6. São José dos Campos: INPE/DPI, 2012. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/> .
- USGS. United States Geological Survey. 1984. Imagens LANDSAT 5, sensor TM, nível 1 (L1TP), órbita 226 ponto 075, Datas de passagem 18 de setembro de 1984. Bonito, Earth Explorer.
- USGS. United States Geological Survey. 2003. Imagens LANDSAT 5, sensor TM, nível 1 (L1TP), órbita 226 ponto 075, Datas de passagem 23 de setembro de 2003. Bonito, Earth Explorer.
- USGS. United States Geological Survey. 2020. Imagens LANDSAT 5, sensor OLI, nível 1 (L1TP), órbita 226 ponto 075, Datas de passagem 04 de agosto de 2020. Bonito, Earth Explorer.
- USGS. United States Geological Survey. 2021. Imagens LANDSAT 5, sensor OLI, nível 1 (L1TP), órbita 226 ponto 075, Datas de passagem 22 de julho de 2021. Bonito, Earth Explorer.
- WOODCOCK, C. et al., 1994. Mapping forest vegetation using Landsat TM imagery and a canopy reflectance model. *Remote Sensing of Environment* 50, 240–254.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo proporcionou um panorama do estado da arte referente aos instrumentos utilizados para avaliação da eficiência das Unidades de Conservação. Foi possível identificar um crescimento sobre o assunto nos últimos dez anos. Ainda que crescente, existe a necessidade de aumento de produções científicas que abordem os instrumentos para alguns tipos de regiões. Isso ressalta a importância do incentivo das organizações nacionais e internacionais na implantação de ações e políticas públicas com enfoque ao tema.

Criou-se também um cenário de preservação da cobertura vegetal da Unidade de Conservação Monumento do Rio Formoso, através da utilização de métodos desenvolvidos e já utilizados para mapeamento da vegetação de Áreas Protegidas. O resultado demonstrou que o uso de *softwares* livres e gratuitos disponíveis na *internet* para processamento de imagens de satélite, pode ser um excelente recurso, além de economicamente viável para o monitoramento da eficiência das Unidades de Conservação, podendo ser utilizado como ferramenta de gestão em organizações federais, estaduais e municipais. De tal modo, pode-se obter melhorias no manejo, direcionamento de investimentos, além da criação de políticas públicas propondo mecanismos de preservação cada vez mais adequados ao desenvolvimento humano e sustentabilidade.

Esta pesquisa ressalta a importância de monitoramento constante nas Unidades de Conservação, devido aos episódios atípicos na área protegida e ao seu entorno, que ocorrem ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, seção 1, pt. 1, 19 jul. 2000.
- CLARIVATE ANALYTICS, Endnote X9, 2018.
- DENG, S. et al. Evaluating the effectiveness of shennongjia national nature reserve based on the dynamics of forest carbon pools. *Biodiversity Science*, v. 26, n. 1, p. 27-35, 2018.
- DE ALMEIDA, L. T. et al. Evaluating ten years of management effectiveness in a mangrove protected area. *Ocean and Coastal Management*, v. 125, p. 29-37, 2016.
- GUARALDO, E.; DE OLIVEIRA, E. F.; PARANHOS FILHO, A. C. Pesquisa e aplicações em geotecnologias: um estudo cienciométrico sobre a região centro-oeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 40, n. 3, p. 232-239, 2019.
- EARTHEXPLORER. USGS. Science for a changing world. Disponível em: <https://ers.cr.usgs.gov>).
- GUARALDO, E. et al. 2017. Pesquisa e Aplicações em Geotecnologias: um Estudo Scientométrico da Região Centro-Oeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*. 9
- IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Efetividade de gestão das unidades de conservação federais do Brasil. Ibama, WWF-Brasil. Brasília, 2007
- IMASUL, Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Plano de Manejo do Monumento Natural do Rio Formoso (Bonito, MS). Encarte 1, Contextualização da UC. Bonito, 2017. 625p.
- MATO GROSSO DO SUL, Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. DECRETO Nº 11.453, DE 23 DE OUTUBRO DE 2003. Amplia os limites do Monumento Natural do Rio Formoso e dá outras providências. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/legislacao-ambiental/decretos/>
- MATO GROSSO DO SUL, Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. DECRETO Nº 11.690, de 27 de setembro de 2004. Amplia os limites do Monumento Natural do Rio Formoso e dá outras providências. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/legislacao-ambiental/decretos/>
- MICROSOFT CORPORATION, Microsoft Excel 2016, 2016.

- MIOTO, C. L. et al. Noções Básicas de Geoprocessamento para Análises Ambientais. Campo Grande, MS: ED. UFMS, 2015, 152 p
- MILATOVIĆ, L.; ANTHONY, B. P.; SWEMMER, A. Estimating conservation effectiveness across protected areas in limpopo province, South Africa. Koedoe, v. 61, n. 1, 2019.
- NOLTE, C.; AGRAWAL, A. Linking Management Effectiveness Indicators to Observed Effects of Protected Areas on Fire Occurrence in the Amazon Rainforest. Conservation Biology, v. 27, n. 1, p. 155-165, 2013.
- OSGeo. Open Source Geospatial Foundation. Quantum GIS (QGIS). Open Source Geographic Information System (GIS). Version 3.18.1. “Zurich”. 2020. Disponível em: <http://qgis.org/>.
- SPRING. Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas. v.5.5.6. São José dos Campos: INPE/DPI, 2012. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/>.