



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE PORTO NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

MARIA ZÉLIA FERREIRA DOS SANTOS

**ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL DAS VEREDAS DO ALTO CURSO
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS BALSAS, ESTAÇÃO ECOLÓGICA
SERRA GERAL DO TOCANTINS – TO**



Porto Nacional – TO

2020

MARIA ZÉLIA FERREIRA DOS SANTOS

ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL DAS VEREDAS DO ALTO CURSO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS BALSAS, ESTAÇÃO ECOLÓGICA SERRA
GERAL DO TOCANTINS – TO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Tocantins, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientador: Sandro Sidnei Vargas de Cristo
Linha de pesquisa: Análise e Gestão Geo – Ambiental

Porto Nacional – TO

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

F383a FERREIRA DOS SANTOS, MARIA ZÉLIA.

ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL DAS VEREDAS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS BALSAS, ESTAÇÃO ECOLÓGICA SERRA GERAL DO TOCANTINS - TO. / MARIA ZÉLIA FERREIRA DOS SANTOS. – Porto Nacional, TO, 2020.

130 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Geografia, 2020.

Orientador: Sandro Sidnei Vargas de Cristo

1. Vereda. 2. Bacia Hidrográfica. 3. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). 4. Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI). I. Título

CDD 910

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARIA ZÉLIA FERREIRA DOS SANTOS

**ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL DAS VEREDAS DO
ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS BALSAS,
ESTAÇÃO ECOLÓGICA SERRA GERAL DO TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Geografia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 24/03/2020

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Sandro Sidnei Vargas de Cristo (Orientador), UFT



Profa. Dra. Marciléia Oliveira Bispo, UFT



Prof. Dr. Emerson Figueiredo Leite, UFMS

Dedico este trabalho em especial aos meus familiares e aos meus pais, Francisca Ferreira dos Santos e Lindolfo Ferreira dos Santos (in memoriam), a quem devo tudo, por serem o que são e fazerem parte da minha vida. Aos meus filhos, Marcos Vinícius Oliveira dos Santos e Jéssica Oliveira dos Santos, razão da minha vida. Ao meu esposo, Gregório dos Santos Oliveira, pelo apoio, carinho, amor e compreensão nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ter me dado sabedoria e força nesta caminhada;

Aos meus filhos Marcos Vinícius Oliveira dos Santos e Jéssica Oliveira dos Santos, pelo amor, carinho e paciência, que foram fundamentais para a conquista desta vitória;

Ao meu esposo Gregório dos Santos Oliveira, por me apoiar, demonstrando amor e compreensão nos momentos difíceis desta caminhada;

À minha mãe Francisca Ferreira dos Santos, pelo amor, cuidado e carinho e por sempre acreditar em mim;

Aos meus familiares: minhas irmãs, irmão, sobrinhos e cunhados pela força e auxílio nas horas difíceis desta caminhada;

Ao meu Orientador Professor Sandro Sidnei Vargas de Cristo, pelos ensinamentos, paciência, disposição, colaboração e dedicação na realização deste trabalho;

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), pela parceria realizada durante a pesquisa e todo o trabalho de campo, em especial aos membros atuais da sede da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (EESGT), em Rio da Conceição – TO, nas pessoas de Marco Assis Borges, Carolina Sena Barradas e Máximo Menezes Costa;

A todos os funcionários e brigadistas do ICMBio/EESGT, em especial ao Walter Barbosa da Silva, João Batista Rodrigues e Rogério Alfredo da Silva, pela disposição, apoio, paciência e companheirismo demonstrado nos diversos trabalhos de campo;

Ao Prof. Dr. Emerson Figueiredo Leite, por sempre ter me incentivado a fazer o mestrado, pela amizade, pelas valiosas sugestões na qualificação, contribuições e disposição durante os momentos de dúvida;

Ao Prof. Dr. Rodolfo Alves da Luz, pelas diversas sugestões para o desenvolvimento da pesquisa desde a apresentação do pré-projeto;

À Profa. Dra. Mariléia Oliveira Bispo, pelas contribuições e sugestões para o desenvolvimento da pesquisa;

Ao meu colega Marcelo Divino Ribeiro Pereira, pela disposição em ensinar a trabalhar no *software* ArcGis durante a elaboração dos mapas, sempre disposto na colaboração em todos os momentos;

Ao Lucas Ribeiro da Silva, pelo apoio no trabalho de campo realizado na EESGT;

Ao meu amigo Marcos Vinícius Cardoso, por sempre estar disposto a ajudar no ArcGis, quando não conseguia fazer algo, não media esforços para resolver o problema;

À minha amiga Kaline Sousa Silva, por sempre me ouvir nos momentos de angústia e aflição e também pela ajuda na correção e formatação do trabalho;

À minha colega de Mestrado Nayara Kallinne Cândido dos Santos, pela formatação do trabalho e bons momentos que passamos juntas;

Agradeço à secretária do programa de Pós-graduação em Geografia, Poliana Cunha Damacena, pela disponibilidade e profissionalismo demonstrado junto à coordenação do mestrado;

Aos colegas de turma, de grupos de trabalho e a toda a comunidade acadêmica, pelo convívio saudável e harmonioso.

*“As veredas
Estão me sufocando, ora por sedimentos arenosos,
ora pela queimada superficial e subterrânea.
Estou morrendo...”*

Maria Zélia Ferreira dos Santos

RESUMO

SANTOS, Maria Zélia Ferreira dos. **Análise da conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das balsas, Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins – TO**. 2020. 130 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) – Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Tocantins, Câmpus Universitário de Porto Nacional – TO, 2020.

A pesquisa consistiu na análise da conservação ambiental das veredas do alto curso da Bacia Hidrográfica do rio das Balsas, na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (EESGT), localizada na porção sudeste do estado do Tocantins, com abrangência dos municípios de Almas, Mateiros e Ponte Alta do Tocantins. O objetivo principal foi analisar a conservação ambiental das veredas, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto. No intuito de atingir a finalidade proposta, aplicaram-se diferentes técnicas de NDVI e NDWI, que permitiram observar o estado de conservação desses ambientes. Sendo assim, utilizou-se imagem de satélite Landsat 8, Sensor – OLI de 2018, órbita ponto 221/68, tendo agosto como mês de referência. Também foram realizados diversos trabalhos de campo, apoiados pelo uso de receptores do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Com o *software* ArcGis, foram aplicados o NDVI e NDWI, os quais permitiram a identificação das áreas de veredas, além do uso e cobertura vegetal, a fim de complementar a análise e as condições atuais das áreas. O estudo apresenta informações e organizações de mapas temáticos sobre percurso de campo, estado de conservação das veredas, NDVI, NDWI e uso e cobertura vegetal, além de uma descrição detalhada da caracterização das veredas do alto curso do rio das Balsas. Entre os resultados obtidos, quanto à caracterização ambiental das veredas, foi possível constatar que muitas veredas encontram-se com vegetação de campo limpo descaracterizada, e ainda em algumas áreas no entorno observou-se a presença de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada avançando sobre elas, provocando o sufocamento da cobertura vegetal, além de ocasionar o assoreamento das drenagens e alterações das características do solo e perda da matéria orgânica. No que se refere ao estágio de conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográficas do rio das Balsas, apresentaram-se as seguintes classificações: Vereda do córrego Garrote, Matança, Onça, Cavalo Morto e Bonita apresentaram alto estado de conservação; o rio das Balsas, no alto e baixo curso, apresentou médio estado; já o córrego Eugênio e Dedo Cortado, baixo estado de conservação. Sendo assim, as veredas que apresentaram baixo estado refletem os sinais da ação do fogo (superficial, subterrâneo e aéreo) e copa, além da presença de colapso do solo e avanços de sedimentos arenosos, ocorridos em algumas áreas de veredas percorridas em campo. De maneira geral, a aplicação do NDVI mostrou-se uma técnica útil, mas que, para área úmida, apresentou baixo valor vegetativo. Quanto ao NDWI, este demonstrou ser uma ferramenta eficaz para a espacialização das áreas de veredas e para a análise do estado de conservação. Mediante a pesquisa realizada, evidenciou-se a importância da realização de estudos na EESGT, para que a UC possa cumprir sua função de conservar o Cerrado e contribuir em pesquisas. Nesse sentido, estudos como este poderão sensibilizar a população local sobre o papel fundamental das veredas como as principais fontes de água da Estação e como condição primordial na manutenção da flora e fauna local.

Palavras-chave: Vereda; Bacia Hidrográfica; Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; Índice de Diferença Normalizada da Água; Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

SANTOS, Maria Zélia Ferreira dos. **Analysis of the environmental conservation of the paths of the upper course of the hydrographic basic of the rio das Ferries, Serra Geral do Tocantins Ecological Station – TO.** 2020. 130 f. Dissertation (Academic Master in Geography) – Postgraduante Course in Geography, Federal University of Tocantins, University Campus of Porto Nacional – TO, 2020.

The research consisted of an analysis of the environmental conservation of the paths of the high course of the Balsas River Basin, at the Serra Geral do Tocantins Ecological Station (EESGT), located in the southeastern portion of the state of Tocantins, covering the municipalities of Almas, Mateiros and Alta do Tocantins Bridge. The main objective was to analyze the environmental conservation of the paths, using Remote Sensing techniques. In order to achieve the proposed purpose, different NDVI and NDWI techniques were applied, which allowed observing the conservation status of these environments. Therefore, Landsat 8, Sensor - OLI 2018 satellite image, orbit point 221/68, was used, with August as the reference month. Various fieldwork was also carried out, supported by the use of receivers from the Global Positioning System (GPS). With the ArcGis software, NDVI and NDWI were applied, which allowed the identification of footpath areas, in addition to the use and vegetation cover, in order to complement the analysis and the current conditions of the areas. The study presents information and organization of thematic maps on field course, state of conservation of the paths, NDVI, NDWI and use and vegetation cover, in addition to a detailed description of the characterization of the paths of the upper course of the Rio das Balsas. Among the results obtained, regarding the environmental characterization of the footpaths, it was possible to note that many footpaths have uncharacterized clean field vegetation, and even in some areas in the surroundings, the presence of sandy sediments of whitish color advanced on these, causing the suffocation of the vegetation cover, besides causing the drainage silting and alterations of the soil characteristics and loss of organic matter. Regarding the stage of environmental conservation of the paths of the high course of the hydrographic basin of the Rio das Balsas, they presented the following classification: Path of the stream Garrote, Matança, Jaguar, Dead Horse and Bonita presented a high state of conservation, the river das Balsas in the high and low course they presented medium state, while the stream Eugênio and Cut Finger low state of conservation. Thus, the paths that showed a low state are reflected in the signs of the action of fire (superficial, underground and aerial) and canopy, in addition to the presence of soil collapse, advances in sandy sediments, which occurred in some areas of paths covered in the field. In general, the application of NDVI, showed a useful technique, but for the wet area it presented low vegetative value, as for NDWI, it proved to be an effective tool for the spatialization of the areas of paths and for the analysis of the state of conservation. Through the research carried out, the importance of conducting studies at EESGT was highlighted, so that the UC can fulfill its function of conserving the Cerrado and contributing to research. In this sense, studies like this may raise awareness among the local population about the fundamental role of footpaths as the main sources of water for the Station and as a primary condition in the maintenance of local flora and fauna.

Keywords: Footpath; Hydrographic basin; Normalized Difference Vegetation Index (NDVI); Normalized Water Difference Index (NDWI); Remote sensing.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de localização da área de pesquisa.....	20
Figura 2 – Mapa de percurso de campo realizado nas áreas de veredas do alto curso do rio das Balsas.....	37
Figura 3 – Síntese dos procedimentos realizados para aplicação do NDVI.....	40
Figura 4 – Representação dos valores de NDVI em relação à cobertura vegetal.....	40
Figura 5 – Síntese dos procedimentos realizados para aplicação do NDWI.....	42
Figura 6 – Síntese dos procedimentos realizados na elaboração do mapa de uso e Cobertura.....	44
Figura 7 – Síntese dos procedimentos metodológicos e da realização da pesquisa.....	45
Figura 8 – Mapa dos pontos de observação no rio das Balsas.....	47
Figura 9 – Mapa dos pontos de observação do córrego Eugênio.....	50
Figura 10 – Mapa dos pontos de observação do córrego Dedo Cortado.....	54
Figura 11 – Mapa dos pontos de observação no córrego Garrote.....	58
Figura 12 – Mapa dos pontos de observação no córrego Matança.....	60
Figura 13 – Mapa dos pontos de observação no córrego da Onça.....	62
Figura 14 – Mapa dos pontos de observação no córrego Cavalto Morto.....	64
Figura 15 – Mapa dos pontos de observação no córrego da Bonita.....	66
Figura 16 – Mapa do estado de conservação das veredas do alto curso do rio das Balsas.....	69
Figura 17 – A e B – Vista parcial de alguns fatores de degradação da vereda do rio das Balsas; C – Vista geral da cabeceira do rio Fumaça; D – Presença de colapso no solo.....	72
Figura 18 – Mapa de NDWI no alto curso do rio das Balsas.....	74
Figura 19 – Mapa de NDVI do alto curso do rio das Balsas.....	76
Figura 20 – Vista parcial de canais feitos para o combate de fogo subterrâneo na vereda.....	79
Figura 21 – A – Entrada de sedimentos arenosos em direção à vereda do córrego Eugênio; B – sinais da ação do fogo superficial e subterrâneo no solo.....	81
Figura 22 – Mapa de NDWI do córrego Eugênio.....	82
Figura 23 – Mapa de NDVI do córrego Eugênio.....	83
Figura 24 – A – Solo hidromórfico encontrado na vereda do córrego Dedo Cortado; B – Presença de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada.....	86
Figura 25 – Mapa de NDWI do córrego Dedo Cortado.....	87

Figura 26 – Mapa de NDVI do córrego Dedo Cortado.....	89
Figura 27 – A – Sinais de fogo no solo da vereda do córrego Garrote; B – Presença de colapso no solo.....	90
Figura 28 – Mapa de NDWI do córrego Garrote.....	92
Figura 29 – Mapa de NDVI do córrego Garrote.....	93
Figura 30 – Vista parcial da vereda Varjão próximo ao córrego Matança.....	95
Figura 31 – A – Sinais de cicatrizes do fogo nos buritis na cabeceira do Matança; B – Presença de sedimentos arenosos em direção à vereda do córrego Matança.....	96
Figura 32 – Mapa de NDWI do córrego Matança.....	98
Figura 33 – Mapa de NDVI do córrego Matança.....	99
Figura 34 – A – Sinais de fogo superficial e subterrâneo no solo; B – Presença de colapso no solo na vereda.....	101
Figura 35 – Mapa de NDWI do córrego Onça.....	103
Figura 36 – NDVI do córrego Onça.....	104
Figura 37 – A – Exemplos de alguns buritis com cicatrizes do fogo; B – Presença de solo hidromórfico na vereda do Cavalto Morto.....	106
Figura 38 – Mapa de NDWI do córrego Cavalto Morto.....	108
Figura 39 – Mapa de NDVI do córrego Cavalto Morto.....	109
Figura 40 – A – Presença de solo hidromórfico na vereda do córrego da Bonita; B – Entrada de sedimentos arenosos na vereda; C – Exemplares de buritis com cicatrizes do fogo; D – Presença de processos erosivos avançados na vereda.....	111
Figura 41 – Mapa de NDWI do córrego da Bonita.....	113
Figura 42 – Mapa de NDVI do córrego da Bonita.....	114
Figura 43 – Mapa de uso e cobertura vegetal da bacia do rio das Balsas.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceitos sobre veredas	25
Quadro 2 – Trabalhos com aplicação de NDWI e NDVI.....	33
Quadro 3 – Cartas topográficas que compõem a área de pesquisa.....	34
Quadro 4 – Característica das imagens utilizadas na pesquisa.....	34
Quadro 5 – Aspectos relacionados ao NDVI.....	39
Quadro 6 – Aspectos relacionados ao NDWI.....	41
Quadro 7 - Classificação do estado de conservação ambiental	43
Quadro 8 - Caracterização das veredas do rio das Balsas	48
Quadro 9 - Caracterização da vereda do córrego Eugênio	51
Quadro 10 - Caracterização da vereda do córrego Dedo Cortado	55
Quadro 11 - Caracterização da vereda do córrego Garrote	59
Quadro 12 - Caracterização da vereda do córrego Matança.....	61
Quadro 13 - Caracterização da vereda do córrego Onça	63
Quadro 14 – Caracterização da vereda do córrego Cavalo Morto	65
Quadro 15 - Caracterização da vereda do córrego da Bonita	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores atribuídos ao estado de conservação das veredas do alto curso do rio das Balsas.....	70
Tabela 2 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental das veredas do alto curso do rio das Balsas	75
Tabela 3 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental das veredas do Córrego Eugênio.....	78
Tabela 4 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental da vereda do Córrego Dedo Cortado	84
Tabela 5 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental da vereda do Córrego Garrote	88
Tabela 6 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental das veredas do Córrego Matança	94
Tabela 7 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental das veredas do Córrego da Onça.....	100
Tabela 8 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental de veredas do Córrego Cavalo Morto.....	105
Tabela 9 – Valor atribuído ao estado de conservação ambiental de veredas: Córrego da Bonita	110
Tabela 10 – Classes de Uso e Cobertura Vegetal da bacia do rio das Balsas	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DSG	Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército
EESGT	Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GO	Goiás
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisa Espacial
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
LABGEOP	Laboratório de Geoprocessamento
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
NATURATINS	Instituto Natureza do Tocantins
NDVI	Índices de Vegetação por Diferença Normalizada
NDWI	Índice de Diferença Normalizada da Água
MIF	Manejo Integrado do Fogo
OLI	Operacional Land Imager
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SEPLAN	Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SR	Sensoriamento Remoto
SPRING	Sistema para Processamento de Informações Geoferrenciadas
TM	Thematic Mapper
TO	Tocantins
UC	Unidade de Conservação da Natureza
UFT	Universidade Federal do Tocantins
USGS	United States Geological Survey

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1 As Bacias Hidrográficas como Unidades de Análise	21
2.2 Áreas Úmidas: conceito e importância com destaque para as veredas.....	22
2.3 Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo ambiental de vereda.....	29
2.4 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI) aplicados ao estudo de veredas	31
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1 Material Cartográfico	34
3.2 Trabalho de campo	35
3.3 Trabalho de laboratório	38
3.3.1 Correção atmosférica, interpretação e geração dos dados de NDVI e NDWI	38
3.3.2 Determinação do Índice de Vegetação Normalizada – NDVI	39
3.3.3 Determinação do Índice de Diferença Normalizada da Água – NDWI.....	41
3.4 Caracterização e análise da conservação ambiental das veredas do alto curso da Bacia Hidrográfica do rio das Balsas.....	42
3.5 Análise do uso e cobertura vegetal	43
3.6 Elaboração de produtos cartográficos.....	44
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	46
4.1 Caracterização ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas	46
4.1.1 Vereda 01 – rio das Balsas (Fumaça)	46
4.1.2 Vereda 02 – Córrego Eugênio	49
4.1.3 Vereda 03 – Córrego Dedo Cortado	53
4.1.4 Vereda 04 – Córrego Garrote	57
4.1.5 Vereda 05 – Córrego Matança.....	59
4.1.6 Vereda 06 – Córrego da Onça	61
4.1.7 Vereda 07 – Córrego Cavalão Morto	63
4.1.8 Vereda 08 – Córrego da Bonita	65

4.2 Análise da conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas	67
4.2.1 Vereda rio das Balsas.....	70
4.2.2 Vereda córrego Eugênio	78
4.2.3 Vereda Córrego Dedo Cortado	84
4.2.4 Vereda Córrego Garrote	88
4.2.5 Vereda Córrego Matança.....	94
4.2.6 Vereda Córrego da Onça	100
4.2.7 Vereda Córrego Cavalo Morto	105
4.2.8 Vereda Córrego da Bonita	110
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
REFERÊNCIAS	120
ANEXO A – Planilha de campo utilizada para análise do estado de conservação ambiental das veredas do alto curso do rio das Balsas	129

1 INTRODUÇÃO

A abordagem de áreas úmidas, onde se enquadram as veredas como temática de pesquisa, ganha espaço nas discussões atuais, tanto em nível mundial como em nível nacional, o que significa, de certa forma, o reconhecimento de sua importância na questão ambiental.

A crescente preocupação internacional com as áreas úmidas pode ser observada com a busca de proteção desses locais, que se efetiva com a realização de uma convenção internacional conhecida como Convenção de Ramsar, celebrada em 1971, na cidade Iraniana de Ramsar, e entra em vigor em 21 de dezembro de 1975, com efeitos jurídicos em cerca de 160 países signatários (IRIGARAY, 2015).

A convenção de Ramsar, também conhecida como convenção sobre Zonas Úmidas, a princípio tinha como objetivo apenas incentivar a conservação de áreas essenciais para a sobrevivência de aves migratórias, mas a partir de 1980 começou a reconhecer as áreas úmidas para a manutenção da diversidade de espécies, assim como o seu bem estar para a população.

No âmbito nacional, o Brasil tornou-se membro da Convenção de Ramsar em 1993, ratificando-a três anos depois por meio do Decreto nº 1.905 (BRASIL, 1996), mas que pouco avançou na concepção e aplicação de critérios sobre as Áreas Úmidas, o que gerou a sua marginalização no âmbito conceitual e legal para fins de gestão e proteção (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2017).

Apesar da presente situação ambiental na qual se destacam as áreas úmidas, o Cerrado é um dos sete biomas atualmente classificados no Brasil, conforme Arruda (2001), e ocupa cerca de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre diversos estados, dentre eles o Tocantins. Segundo Santos *et al.* (2013), o Cerrado é caracterizado como complexo vegetacional com árvores, arbustos e gramíneas, além de características específicas, como a existência de duas estações climáticas distintas (seca e chuvosa) e solo com pH (Potencial Hidrogeniônico) ácido, possuindo farta biodiversidade.

Outra particularidade desse bioma é sua composição paisagística formada por fitofisionomias, que vão desde formações florestais, apresentando predominância do hábito arbóreo com formação de dossel fechado, passando pelas savânicas, que compreendem árvores, arbustos e subarbustos sobre um estrato predominantemente graminoso, até campestres, com predominância de herbáceas e algumas espécies arbustivas (RIBEIRO; WALTER, 2008).

No campo paisagístico do Cerrado pode ser encontrada a paisagem do subsistema vereda, composta por áreas úmidas, a exemplo dos mangues e banhados, sendo considerada um importante subsistema do bioma Cerrado. Ferreira (2003) destaca que essas áreas possuem, além do significado ecológico, um papel socioeconômico e estético paisagístico que lhes confere importância regional, principalmente quanto ao aspecto de constituírem refúgios fauno-florísticos, onde várias espécies da fauna e da flora são encontradas e dependem desse ambiente para sua sobrevivência.

Com a aceleração do processo de ocupação e transformação do Cerrado, vêm ocorrendo significativos danos ambientais, promovendo a perda da biodiversidade tanto da fauna quanto da flora. Diante disso, Silva (2007) ressalta que a vereda possui um papel desproporcional à área que ocupa, ou seja, devastar uma vereda de alguns km² pode equivaler à destruição do equilíbrio de centenas de km² de Cerrado, isso porque os subsistemas são considerados ambientes de nascentes de diversos mananciais que alimentam os cursos d'água superficiais e subterrâneos.

Apesar da presente situação ambiental, as veredas são áreas protegidas pela Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002, e pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. No entanto, ao longo dos últimos anos, esse ambiente vem passando por um processo de transformação em virtude de atividades humanas, como o desmatamento das Áreas de Preservação Permanente (APP), queimada descontrolada e pressão dos agricultores e de pecuaristas com a colocação do gado no interior das veredas, fatores que podem levar à degradação do solo com o surgimento de erosões, assoreamento e a destruição da fauna e da flora.

Nesse sentido, a Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (EESGT) também passa por problemas ambientais semelhantes e, de modo específico, o alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas, que se insere dentro da Estação-objeto da pesquisa, apresenta perceptíveis processos de degradação e alterações ambientais, o que torna necessária uma análise da conservação ambiental das áreas de veredas, servindo de subsídios à tomada de decisões e ações de conservação. Além disso, cabe traçar estratégias que possam melhorar a situação ambiental e mitigar os impactos causados nesses subsistemas úmidos.

Diante disso, esta pesquisa busca responder a seguinte questão: Qual é o estágio de conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas?

Com a finalidade de analisar as transformações e problemas ambientais que vêm ocorrendo nas veredas, o arcabouço técnico presente em tecnologias como o Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG) contribui com

informações espaciais que auxiliam na representação do espaço e dos fenômenos que ocorrem nas veredas, proporcionando maior agilidade na geração de dados, informações estas que são necessárias para a tomada de decisões.

Diante disso, as técnicas de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento tornaram-se ferramentas indispensáveis para os estudos de veredas por propiciarem maior frequência na atualização dos dados e agilidade no processamento, além de identificarem de maneira clara os possíveis impactos causados pelas diferentes atividades humanas, bem como suas fragilidades naturais.

Assim, a realização da presente pesquisa é uma oportunidade de contribuir de maneira efetiva para a conservação do Cerrado na manutenção de suas águas que abastecem a bacia hidrográfica do rio Tocantins, bem como para a gestão da EESGT no cumprimento de suas funções. Pode contribuir, também, para o maior conhecimento científico sobre a questão, auxiliando os gestores dessa unidade na conservação específica das veredas, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de ações voltadas à manutenção desses subsistemas, os quais possuem fundamental importância para o ambiente e a sociedade em geral.

Desse modo, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar a conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto.

Para atender ao objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos: espacializar as veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas; caracterizar o alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas; e classificar o estado de conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas.

No que se refere à estruturação, a pesquisa foi organizada em cinco capítulos. O primeiro, intitulado “Introdução”, faz uma apresentação da pesquisa, a problematização com a justificativa, os objetivos gerais e específicos, além da localização e caracterização geral da área de pesquisa.

O segundo, intitulado “Fundamentação Teórica”, apresenta a base teórica e metodológica que fundamentam a pesquisa.

O terceiro, intitulado “Materiais e Métodos”, apresenta os procedimentos metodológicos e operacionais adotados na pesquisa, com o detalhamento das etapas realizadas em campo e laboratório.

O quarto, intitulado “Resultados e Discussão”, apresenta a caracterização ambiental das veredas do alto curso da Bacia Hidrográfica do rio das Balsas, análise da conservação ambiental das veredas do alto curso do rio das Balsas e apresenta uma análise das condições

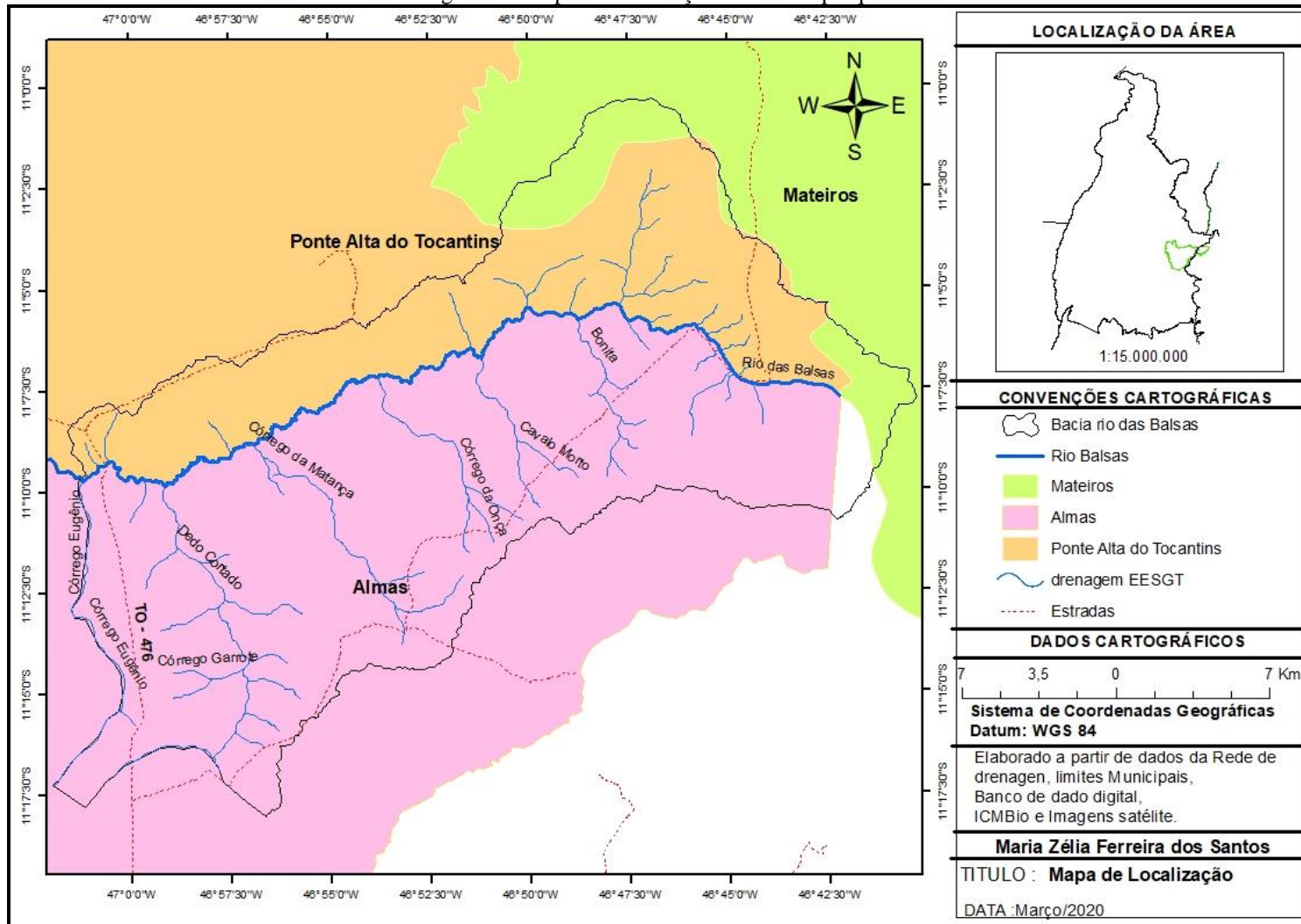
de conservação das veredas, tendo como base a aplicação dos NDVI e NDWI, bem como as informações obtidas nos trabalhos de campo e análise do uso e ocupação da cobertura vegetal.

O quinto capítulo, intitulado “Considerações Finais”, apresenta as considerações realizadas a partir dos resultados obtidos durante a realização da pesquisa na EESGT.

Quanto à localização e caracterização da área de pesquisa, o alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas está inserido na EESGT, que integra o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. A estação foi criada pelo Decreto Federal de 27 de setembro de 2001, com a finalidade de proteger e conservar o ecossistema do Cerrado, assim como possibilitar o desenvolvimento de pesquisas científicas.

A EESGT é gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), com a sede localizada no município Rio da Conceição. De modo específico, a área de pesquisa possui 571,21 km² e encontra-se localizada na porção sudoeste da EESGT, que está inserida na região Sudeste do Tocantins, com abrangência dos municípios de Almas, Mateiros e Ponte Alta do Tocantins, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização da área de pesquisa



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 As Bacias Hidrográficas como Unidades de Análise

As bacias hidrográficas representam importantes unidades para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Os conhecimentos adquiridos de suas características físicas e de uso e ocupação são fundamentais para subsidiar o planejamento e gerenciamento desses recursos.

Guerra *et al.* (2005) definem uma bacia hidrográfica como sendo uma área natural drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelo divisor de águas (limite topográfico) na parte superior e pela saída da bacia na parte inferior (exutório ou confluência).

Já para Botelho (1999), citado por Penteadó *et al.* (2006), as bacias hidrográficas vêm sendo entendidas como célula básica da análise ambiental, uma vez que permitem reconhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos de interação que nelas ocorrem.

Cardoso *et al.* (2006) ressaltam que a bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar em um leito único no exutório.

Estudar as bacias hidrográficas nos permite conhecer e analisar os diversos componentes, processos e interações que ocorrem no interior delas, bem como identificar possíveis impactos causados pelas diferentes atividades humanas ali desenvolvidas.

As bacias hidrográficas representam importantes unidades territoriais para o planejamento ambiental de uso e ocupação. Neste sentido, Santos (2008) menciona que essas unidades vêm se consolidando como compartimentos geográficos coerentes para planejamentos integrados do uso e ocupação dos espaços rural e urbano, tendo em vista o desenvolvimento sustentado no qual se compatibilizam atividades econômicas com qualidade ambiental.

Vitte e Guerra (2011) comentam sobre o valor da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambientais, uma vez que nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico presente no sistema representado pela drenagem.

De acordo com Cazula e Mirandola (2010), a bacia hidrográfica como unidade de planejamento deve considerar seus usos múltiplos, desde a implementação e viabilização de

políticas públicas até a interpretação dos dados obtidos. Nesse mesmo contexto, Carvalho (2014) menciona que o planejamento ambiental integrado de bacias hidrográficas deve estar associado ao planejamento territorial, contribuindo para o seu ordenamento.

Conforme Bordallo (1995), citado por Bernardi *et al.* (2012), a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo para a gestão das distintas formas de atividade e uso das potencialidades ambientais tem como finalidade projetar, interceder, executar e manusear as melhores formas de apropriação e exploração de seus recursos naturais. Isso pode proporcionar o desenvolvimento econômico e social da respectiva população que usufrui desses recursos, bem como a sustentabilidade, mitigando o impacto negativo na qualidade de vida.

2.2 Áreas Úmidas: conceito e importância com destaque para as veredas

Segundo Steinke (2007), as áreas úmidas são zonas resultantes de dois fatores correlacionados: a geomorfologia e os recursos hídricos de um determinado ambiente. O relevo apresenta características que favorecem o acúmulo de água, que, por sua vez, controla a vida animal e vegetal do ambiente.

Essas áreas são importantes para a manutenção da biodiversidade, pois abrigam enorme variedade de espécies, muitas vezes endêmicas. Além disso, têm um papel fundamental no ciclo hidrológico, ampliando a capacidade de retenção e distribuição da água da região em que se localizam.

Steinke (2007) aborda que os ambientes úmidos oferecem alguns benefícios importantes por meio de seus recursos, funções e atributos. Como relevante recurso cita-se a água, e como funções: provisão de água doce, regulação de inundações e secas, retenção de sedimentos e nutrientes, remoção de tóxicos, estabilização de microclimas, retenção de carbono, turismo, recarga de aquíferos etc. Como atributos destacam-se o banco genético e a importância socioambiental.

Demonstrando sua importância, em 1971, na cidade de Ramsar, no Irã, foi aprovado e assinado o tratado intergovernamental sobre áreas úmidas. Nesse tratado, os países que aderiram à convenção assumiram a responsabilidade de designar sítios Ramsar em seu território, com a finalidade de preservação dos ambientes úmidos.

Conforme Steinke (2007), o Brasil conta com sete sítios já designados: Parque Nacional da Lagoa do Peixe – RS; Parque Nacional do Pantanal Mato-grossense – MT; Parque Nacional do Araguaia – TO; APA das Reentrâncias Maranhenses – MA; Reserva de

Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá – AM; APA da Baixada Maranhense – AM; e Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luiz – MA, sendo que outros estão em fase de estudo para serem designados como de importância internacional.

Ainda segundo Steinke (2007), a missão da Convenção de Ramsar consiste na conservação e uso racional de todas as áreas úmidas, mediante ações locais, regionais e nacionais com a cooperação internacional, visando ao desenvolvimento sustentável a nível mundial. A Convenção Ramsar define as áreas úmidas como:

Toda extensão de pântanos, charcos e turfas, ou superfícies cobertas de água, de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, com água parada ou corrente, doce, salobra ou salgada. As áreas marinhas também são consideradas zonas úmidas, contanto que a profundidade da maré baixa não exceda a seis metros. Também foi estabelecido que essas Zonas Úmidas podem compreender as regiões ribeirinhas ou costeiras adjacentes, assim como as ilhas ou extensões de áreas marinhas de uma profundidade superior aos seis metros em maré baixa. Como resultado destas determinações, a cobertura da Convenção se estende a uma ampla variedade de ecossistemas aquáticos, incluindo rios, zonas costeiras/marinhas e zonas úmidas artificiais, tais como lagoas, açudes e represas. (MMA, 2006)

Além do conceito previsto na Convenção Ramsar, com força de lei no Brasil, o Código Florestal de 2012, ao estabelecer alguns conceitos aplicáveis à política florestal, dispôs no art. 3º, inciso XXV: “Áreas úmidas: pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação”.

De acordo com Irigaray (2015), as áreas úmidas são definidas como aquelas episodicamente ou periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos e/ou pela precipitação direta ou pelo afloramento do lençol freático, de forma que a biota responde ao ambiente físico-químico com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e etológicas, gerando estruturas específicas e características dessas comunidades (JUNK *et al.*, 1989). Elas ocorrem nos diversos biomas existentes no Brasil, especialmente na floresta amazônica, com abrangência de cerca de 20% do território nacional, prestando relevantes serviços ambientais e sociais.

Ainda sobre o conceito dessas áreas, Junk e Piedade (2015) as definem como:

Ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica.

De acordo com Simione e Guasseli (2017), no Brasil existem vários tipos de áreas úmidas: manguezais, campos alagáveis, veredas, planícies inundáveis, igapós, campinarana, pantanal e os banhados.

Como exemplo desses ambientes úmidos existentes no Brasil, destacam-se:

Veredas, áreas pantanosas, buritizais, etc., que têm um nível de água relativamente estável. Florestas ripárias, que são sujeitas durante a época chuvosa a inundações frequentes de curta duração em dependência das pancadas de chuvas localizadas. As grandes áreas alagáveis ao longo dos grandes rios Amazônicos, as quais são inundadas uma vez ao ano durante a época chuvosa; essa inundação dura vários meses e a coluna de água pode alcançar até 15m de profundidade.

No Cerrado, as grandes AUs, tais como o Pantanal, as AUs do Rio Araguaia, incluindo a Ilha do Bananal e as savanas alagáveis de Roraima, são sujeitas a inundações rasas de até poucos metros, com uma cheia e uma seca por ano. O mesmo acontece com as grandes AUs interflúvios na Amazônia. Muitas Campinas e Campinaras devem ser consideradas também como AUs, porque nelas, durante a cheia, o solo permanece saturado com água, e só espécies de plantas adaptadas podem tolerar estas condições ambientais. (PIECADE *et al.*, 2016)

As Áreas Úmidas (AUs), a exemplo das veredas, são ambientes frágeis e importantes para a conservação dos mananciais hídricos que ali se encontram, merecendo o cuidado dos órgãos ambientais, dada a relevância por sua diversidade biológica. Tais áreas são consideradas, mundialmente, ecossistemas com considerável valor ambiental, pois atuam na proteção da biodiversidade, no controle de inundações, na recarga de aquíferos, na melhoria da qualidade das águas, além de proporcionarem inúmeros benefícios sociais (MITSCH; GOSSSELINK, 2000).

As veredas são ambientes que se encontram inseridos no Cerrado, o segundo maior bioma do mundo, sendo que, de acordo com Ferreira (2003), se constituem em um subsistema típico desse bioma. Individualizam-se por possuírem solos hidromórficos, como brejos estacionais e/ou permanentes, quase sempre com a presença de buritizais (*Mauritia vinifera* e *M. flexuosa*), floresta estacional arbóreo-arbustiva e fauna variada, configuradas em terrenos depressionários dos chapadões e áreas periféricas.

Na literatura, existem diferentes significados para o ambiente de veredas, estando alguns conceitos relacionados no Quadro 1.

Quadro 1 – Conceitos sobre veredas

AUTORES	CONCEITOS SOBRE VEREDAS
Conama (1985)	Nome dado no Brasil Central para caracterizar todo espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água de rede de drenagem, onde há ocorrência de solos hidromórficos com renques de buritis e outras formas de vegetação típica.
Ferreira (2006)	São espaços brejosos ou encharcados, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizados predominantemente por renques de buritis do brejo (<i>Mauritia vinifera</i> e <i>M. flexuosa</i>) e outras espécies e formas de vegetação típica.
Boaventura (2007)	São áreas de exsudação, ou seja, de surgência gradual da água acumulada a pouca profundidade no solo.
Boaventura (2007), citado por Milanez (2013)	Constituem um singular ecossistema ribeirinho do bioma Cerrado, ocorrendo predominantemente em terrenos areníticos alagáveis.
Augustin (2009)	Constituem ecossistemas bem definidos, que ocorrem no bioma do Cerrado Brasileiro, e são caracterizadas pela presença do buriti em condições de drenagem pobre.
Carvalho (2015)	Uma paisagem típica do Cerrado, que se desenvolve em locais com condições ideais de umidade do solo, associados geralmente à exsudação do lençol freático e áreas de nascentes de pequenos cursos d'água.
Suertegaray e Rossato (2014)	Vereda significa caminho estreito, senda, atalho. No Sertão, indica abundância de água na zona da Caatinga. No Sul da Bahia, corresponde à planície Goiás, várzea ao longo de um rio.
Cristo (2011)	Vereda como uma feição que se caracteriza por ser uma área alagadiça junto às cabeceiras de drenagem do rio, formada pela surgência de água do lençol freático em superfície, com vegetação típica de área úmida concentrada sobre suas margens

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Diante dos conceitos mencionados, é possível perceber que cada autor ressalta de maneira específica e particular a concepção do que seria vereda. De maneira geral, as veredas podem ser definidas como áreas úmidas, onde estão localizadas pequenas nascentes de rios e existe a ocorrência da palmeira buriti.

As veredas são importantes para o bioma Cerrado por apresentarem diversas nascentes de cursos hídricos, por servirem como refúgio para a fauna e flora, além de possuírem funções ecológicas e funções hidrológicas. Sendo assim, Vianna (1987), citado por Silva (2007), sustenta que as veredas estabelecem ligações fundamentais para a manutenção da flora e da fauna do Cerrado, exercendo o papel de corredores ecológicos naturais, permitindo, assim, o fluxo biótico das espécies do Cerrado.

Boaventura (2007) reforça que, para a população local, as veredas possuem grande importância como fonte perene de água para utilização doméstica ou práticas agrícolas e como fator de fixação do homem na região, onde o principal elemento restritivo é a disponibilidade hídrica.

As veredas também servem como espécies de filtros reguladores das águas superficiais e subterrâneas. Ramos *et al.* (2006) enfatizam que as veredas se constituem em um sistema represador da água armazenada na chapada, sendo importantes para a perenização dos córregos, ribeirões e até mesmo dos rios à jusante desses sistemas. Também representam um ambiente de grande relevância dentro do Cerrado por serem responsáveis pela manutenção e multiplicação da fauna terrestre e aquática.

Carvalho (2015) menciona que, por ser um ambiente importante para a manutenção do equilíbrio ambiental, sensível às alterações e com baixa capacidade regenerativa, as veredas são consideradas áreas de preservação, sendo protegidas por leis federais, estaduais e municipais. No entanto, apesar de todo o aparato legal, o que se observa é que esse ambiente continua sendo pressionado e alterado.

Para Santos *et al.* (2007), o subsistema de vereda apresenta importância para o bioma Cerrado por se constituir na maioria dos locais de nascentes, além de ser responsável pela regulação de vazão entre a estação seca e chuvosa.

No Brasil, a partir de alguns levantamentos realizados em trabalhos científicos, foi possível observar que as décadas de 1980 e 1990 foram períodos em que houve uma preocupação com a questão ambiental, principalmente com as Unidades de Conservação da Natureza (UCs).

Segundo Cristo (2013), permeavam na legislação ambiental algumas reformas que visavam ao maior controle dessas áreas, com o intuito de desempenharem seu papel de acordo com seus planos de criação.

Ainda conforme Cristo (2013), as UCs são locais que apresentam fragilidades ambientais naturais de degradação ou que estão sob forte pressão humana no seu interior e entorno, sofrendo com os desmatamentos, caça, pesca e atividades econômicas em geral.

Mais recentemente, com o objetivo de minimizar os impactos e destruição dos ecossistemas, assim como para preservar áreas estratégicas para manutenção da biodiversidade, os órgãos ambientais criaram normas e regras para a criação, implantação e a gestão de áreas naturais protegidas, dentre elas as UCs, implantadas por meio da Lei nº 9.985/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), voltado à proteção e conservação nacional.

As UCs são essenciais para manter o equilíbrio dos biomas, ecossistemas e também para garantir a conservação das espécies nativas e a proteção das florestas. Sobre essas unidades, Coelho (2009), Cristo (2013) e ICMBio (2010) abordam conceitos diferenciados, porém se referindo ao mesmo objeto de análise.

Esses sistemas são tipos especiais de áreas protegidas e espaços territoriais com características naturais relevantes, incluindo seus recursos ambientais e as águas jurisdicionais, legalmente instituídos pelo poder público, com o objetivo de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Para Guerra e Coelho (2009), as UCs são, ao mesmo tempo, territórios de conservação, vida, produção, pesquisas acadêmicas, entre outros.

Com o passar dos anos, diversos objetivos foram estabelecidos nas UCs, que se desdobram em diversas categorias no intuito de atender a necessidades distintas de proteção à natureza. No Brasil, por exemplo, destacam-se as unidades definidas no SNUC, as quais são divididas em dois grupos, de acordo com as características específicas, sendo classificadas como de Proteção Integral e de Uso Sustentável.

Conforme Lindoso (2010), no interior da UC, no Parque Estadual do Jalapão existem comunidades tradicionais em seu território, como a comunidade Mumbuca, Comunidade Quilombola dos rios Novo, Preto e Riachão em Mateiros. Ainda segundo a mesma autora, a criação de UC de Proteção Integral sobre territórios tradicionais tem representado uma transformação institucional importante sobre seus modos de vida, não apenas pelas restrições impostas sem consulta ou qualquer tipo de participação, mas também pela série de incentivos que começam a gerar a partir daí.

As UC de Proteção Integral são de grande importância para a preservação de ambientes naturais. Nesse cenário apresentam-se as áreas de veredas, que exercem um papel fundamental na proteção do ciclo hidrológico. Apesar dessa importância, as veredas vêm sendo ameaçadas em sua conservação por meio da queimada.

De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (2010), as veredas são constantemente queimadas para estimular a rebrota da camada de gramíneas e servir de alimento para o gado ou para abrir roças. Somando-se a isso, na EESGT há ainda a exploração do capim dourado associado às veredas, o qual possui sua floração estimulada pelas queimadas.

Ainda com base no ICMBio (2013), as queimadas nas veredas afetam diretamente a vegetação original, ocasionando seu desaparecimento, afetando o solo, causando a perda de

matéria orgânica e seu rebaixamento, facilitando o avanço de sedimentos arenosos que assoreiam as drenagens, bem como ocasionando a perda da capacidade de armazenamento de água em períodos secos.

As transformações ocorridas em ambiente de veredas são, na maioria das vezes, decorrentes da atividade humana, que tem provocado diversos problemas de degradação ambiental. Castro (1979) ressalta que a ação humana que acarreta no desmatamento ou reflorestamento nessas áreas tem contribuído para a erosão, para o assoreamento do canal e a extinção do manancial.

Nos últimos anos, o processo de ocupação do Cerrado se intensificou com a implantação das atividades agrícolas que atingem as veredas, fator que tem proporcionado a retirada da vegetação nativa, cujo resultado acarreta em problemas à fauna e flora desse ambiente. Nesse contexto, Santos *et al.* (2013) ressaltam que, apesar da importância do bioma Cerrado dentro do contexto ambiental brasileiro, o subsistema vereda vem sendo devastado pela ocupação descontrolada e sem preocupações ambientais.

Diante disso, Carvalho (2015) destaca que nas veredas essa atividade faz com que a umidade do solo diminua devido ao rebaixamento do nível freático, o que pode causar a morte de espécies de plantas e favorecer a invasão por espécies adaptadas a um ambiente mais seco.

Outro problema que afeta as áreas de veredas, a exemplo das que se encontram no alto curso da Bacia Hidrográfica do rio das Balsas, é o fogo, sendo que as práticas sem qualquer tipo de controle, como ocorre em grande parte dos casos, acabam ocasionando a destruição da vegetação original dessas áreas úmidas, afetando, assim, a fauna, que fica sem refúgios, além de acarretar danos muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente.

Cristo (2013) ressalta que as queimadas nas veredas afetam diretamente a vegetação original, ocasionando seu desaparecimento, afetando o solo superficial e subsuperficial, causando a perda de matéria orgânica e seu rebaixamento e facilitando o avanço de sedimentos arenosos, que assoreiam as drenagens e ocasionam a perda da capacidade de armazenamento de água em períodos secos.

Atualmente, são poucas as áreas de veredas que estão sendo conservadas e que realmente usufruem da proteção conferida às APPs, como estabelecido na resolução Conama nº 303/2002. Sendo assim, Ferreira (2003) destaca que, apesar de todo o aparato de Leis, Decretos e Resoluções, a legislação não está sendo cumprida quanto à conservação ambiental no Brasil, principalmente no que se refere às veredas.

Contudo, Ferreira (2003) menciona que a destruição da vegetação natural em área de endemismo, como no caso das veredas, pode causar danos irreparáveis, sendo que grande

parte dessas áreas encontra-se descaracterizada, uma vez que houve a retirada total ou quase total da cobertura natural para a realização do plantio de lavouras e pastagens.

2.3 Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo ambiental de vereda

De acordo com Costas *et al.* (2017), o Sensoriamento Remoto surge como uma ferramenta ímpar no monitoramento e controle ambiental em escala global, por sua capacidade de fornecer levantamentos sinópticos e repetitivos de grandes áreas, às vezes inacessíveis, por apresentar custo operacional relativamente baixo e por ocorrer de modo rápido e sem necessidade de deslocamentos rotineiros aos locais de estudo.

Segundo Florenzano (2007), o Sensoriamento Remoto pode ser definido como a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. Já Reinaldo (2009) ressalta que é a ciência e arte de receber informações sobre um objeto, uma área ou fenômeno pela análise dos dados obtidos de uma maneira tal que não haja contato direto com esse objeto, essa área ou esse fenômeno.

De acordo com Novo (2008), o conceito do Sensoriamento Remoto pode ser entendido como:

A utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir de registros e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações.

Atualmente, esse conjunto de técnicas vem se tornando uma ferramenta muito importante para o monitoramento dos recursos naturais, o que tem possibilitado uma melhor compreensão dos processos ambientais que ocorrem em uma determinada área.

Almeida *et al.* (2016) destacam que é crescente o uso do Sensoriamento Remoto em estudos ambientais que visam desde ao monitoramento florestal, urbano e epidemiológico até à análise de diversos tipos de usos do solo, vegetação, água e rochas.

Nesse sentido, o uso da técnica como NDVI e NDWI aplicado ao estudo das veredas tem contribuído significativamente para melhorar a qualidade das informações, principalmente quanto ao dimensionamento das áreas ocupadas pelas coberturas vegetais e à determinação de sua distribuição geográfica.

Diante dos levantamentos bibliográficos realizados, foi possível perceber que existem poucas pesquisas utilizando o Sensoriamento Remoto para a análise de áreas de veredas, assim como para a caracterização, delimitação ou análise de conservação temporal desses locais. Tal fator fomentou a busca por estudar as veredas da EESGT, a fim de melhor compreender os processos que vêm ocorrendo, além de buscar alternativas que auxiliem na conservação e preservação desses ambientes tão frágeis.

No contexto da realização de estudos sobre a temática abordada, destaca-se o trabalho de Ferreira (2003), que identificou as veredas na região do “Chapadão de Catalão”, demarcando-as em seus ambientes naturais sem processos de intervenção antrópica de significância, para posterior comparação com levantamentos aerofotogramétricos recentes.

Também é possível destacar o trabalho de Silva (2007), que apresenta uma proposta metodológica para a delimitação e classificação do ambiente de veredas, utilizando imagens orbitais com a finalidade de identificar e relacionar esses ambientes úmidos com seu entorno, de acordo com seus estratos fisionômicos e por meio da utilização de algoritmos de segmentação e classificação de imagens orbitais.

Além disso, Souza (2017) ressalta que as tecnologias e metodologias de processamento de imagens de Sensoriamento Remoto possuem um potencial indispensável nas análises ambientais, pois fornecem informações sobre cobertura da terra e sua dinâmica, bem como seus produtos são capazes de monitorar as mudanças na paisagem em dimensões temporais e espaciais.

De acordo com Lucena *et al.* (2010), o Sensoriamento Remoto é fundamental nos estudos e aplicações em ciências atmosféricas, sendo que a evolução tecnológica tem aperfeiçoado principalmente a resolução espacial e radiométrica dos sensores, contribuindo para o avanço de pesquisas relacionadas à observação dos recursos terrestres e do meio ambiente.

Atualmente são frequentes as técnicas e produtos utilizados para pesquisas com a utilização de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, principalmente relacionados aos estudos ambientais. Sendo assim, Rosendo (2005) destaca que, no caso do uso do solo e da cobertura vegetal, essas técnicas contribuem de modo expressivo para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural, fiscalização dos recursos florestais, desenvolvimento de políticas conservacionistas, assim como vários outros fatores que podem ocasionar modificações na vegetação.

Tais técnicas se pautam em análises realizadas a partir de alvos espectrais específicos, sendo que alguns são úteis para a identificação das áreas úmidas, como, por exemplo, a presença de corpos hídricos, umidade e matéria orgânica no solo (MADEIRA NETTO, 2001).

2.4 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI) aplicados ao estudo de veredas

O Sensoriamento Remoto é uma ferramenta de grande importância que nos últimos tempos tem sido utilizada para avaliar alguns impactos ocorridos no meio ambiente, como no subsistema de veredas.

Dentre as ferramentas de análise, destaca-se o NDVI, que vem sendo amplamente utilizado no estudo de classificação e identificação de áreas de veredas, podendo ser entendido como uma aplicação dos processos de realce por operações matemáticas entre bandas de sensores satelitários, segundo Melo *et al.* (2011).

Almeida (2016) aponta que NDVI refere-se à medida de radiação eletromagnética refletida pela vegetação. A reflectância das folhas na faixa do visível é baixa em virtude da alta absorção da radiação dos pigmentos fotossintetizantes. Já na faixa do infravermelho próximo ocorre o espalhamento da radiação no interior das folhas; em consequência, a reflectância torna-se alta (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007).

Nesse contexto, Almeida (2016) destaca que o NDVI expressa de forma indireta, entre outros fatores, o vigor da vegetação em relação à sua robustez ou carência hídrica, atividades sazonais e fenológicas, pico de verde e mudanças fisiológicas das folhas. Além disso, os valores resultantes do índice variam de -1 a +1. Em superfícies com vegetação, variam de 0 (quase sem vegetação) a 1 (totalmente ou na sua maioria vegetada). Para água e nuvens, é menor que 0 (ROUSE *et al.*, 1973).

Segundo Melo *et al.* (2011), a vegetação é caracterizada, assim, por uma intensa absorção devido à clorofila na região do vermelho (0,63 – 0,69 μm) e por uma intensa energia refletida na região do infravermelho próximo (0,76 – 0,90 μm), causada pela estrutura celular das folhas.

Para Costa (2018), os níveis de cinza de uma imagem NDVI encontram-se escalonados entre 0-255 (8 bits), o que significa que a imagem apresenta diferentes tons de cinza, os quais estão relacionados a valores que podem variar no intervalo entre -1 a +1, sendo que, quanto mais próximo de 1 (um), maior a densidade de cobertura vegetal. Próximo de 0

(zero) representa valor aproximado para ausência de vegetação, ou seja, superfícies não vegetadas.

Conforme Melo *et al.* (2011), a água tem reflectância na banda 3 maior do que na banda 4, portanto, apresenta valores negativos próximos a -1 no NDVI. As nuvens refletem de forma semelhante no visível e no infravermelho próximo, portanto, espera-se que o valor do pixel seja bem próximo de zero. O solo nu, sem vegetação ou com vegetação rala e esparsa apresenta valores positivos, mas não muito elevados.

Assim, Rosa (2007) comenta que o NDVI tem se mostrado bastante útil na estimativa de parâmetros biofísicos da vegetação, sendo o seu ponto forte o conceito de razão que reduz várias formas de ruídos multiplicativos, como diferenças de iluminação, sombra de nuvens, atenuação atmosférica e certas variações topográficas.

Quanto ao NDWI, é um índice composto por um método desenvolvido por McFeeters e Gao (1996) para o mapeamento de águas superficiais, realçando sua presença em imagens obtidas por Sensoriamento Remoto.

Atualmente, dentre as diversidades técnicas de processamento de imagens que possibilitam a exploração dos dados de Sensoriamento Remoto, o NDWI merece destaque. De acordo com Borges *et al.* (2015), esse método é derivado do NDVI, o qual foi modificado em 1996 por McFeeters, que inverteu as variáveis da fórmula utilizando a banda verde ao invés da banda vermelha, a fim de obter melhores resultados voltados à água.

Nesse contexto, Gao (1996) aplicou o NDWI, baseado nas bandas do infravermelho próximo e do infravermelho médio do TM/Landsat, que o correlacionou com o conteúdo de água nos vegetais e conseguiu acompanhar melhor as mudanças na biomassa e nos estresses de umidade das plantas, comparando com o NDVI.

Na análise desse índice estão relacionados os valores que podem variar entre -1 e 1. A metodologia de McFeeters (1996) estabeleceu zero como valor limiar, ou seja, quando os valores forem maiores ou igual a zero, teremos uma área com cobertura de água. Já para os valores menores ou igual a zero, não teremos a presença de água.

Conforme Ramos *et al.* (2016), o NDWI objetiva delinear ambientes de águas abertas, passando a determinar o limiar presente entre água e terra (umidade aparente no ambiente terrestre e solos), permitindo, desse modo, realizar a maximização da reflectância comum da água utilizando o comprimento de onda do verde. Possui também a finalidade de tentar diminuir a baixa reflectância dos corpos de água no infravermelho próximo e realçar o contraste entre a água e a cobertura vegetal, proporcionada pelo infravermelho próximo.

No mais, com base no levantamento teórico realizado, foi possível perceber que há estudos que utilizaram o NDWI para o mapeamento de áreas inundáveis, áreas úmidas, banhados, veredas, estimativa de áreas alagadas no período de seca e cheia, análise da distribuição espacial da cobertura vegetal e mapeamento de cursos d'água. Assim, no Quadro 2 são destacadas algumas pesquisas relacionadas ao uso dos índices NDVI e NDWI.

Quadro 2 – Trabalhos com aplicação de NDWI e NDVI

AUTORES	TÍTULO DO TRABALHO
Brubacher e Guassellii (2013)	NDWI para identificação de meandros ativos no leito do canal do rio Gravataí/RS-Brasil.
Oliveira <i>et al.</i> (2014)	Interpretação de áreas úmidas por meio de imagens de satélite Landsat: Estudo aplicado ao município de Anhumas – SP.
Pereira <i>et al.</i> (2016)	Proposta e avaliação de índices para delimitar e mapear corpos d'água utilizando imagens do satélite Landsat 8.
Barbosa <i>et al.</i> (2017)	Aplicação do NDVI para a Análise da Distribuição Espacial da Cobertura Vegetal na Região Serrana de Martins e Portalegre – Estado do Rio Grande do Norte

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Considerando que o NDWI é calculado por meio de uma razão de bandas, segundo Meneses e Almeida (2012), citados por Filho (2013), esse tipo de operação matemática é usada para realçar alvos específicos, identificando as variações de reflectância em diferentes comprimentos de ondas no mesmo pixel e realçando-as. Quanto maior a diferença entre o valor da reflectância das bandas, mais alto será o índice. Quando esse valor for semelhante, o índice será baixo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material Cartográfico

Para o levantamento de material cartográfico, foram realizadas consultas aos órgãos públicos do Tocantins, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército (DSG), Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins (SEPLAN), Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Dentre os materiais cartográficos obtidos estão as cartas topográficas e *shapefile*, que serviram de base para a elaboração de mapas e demais produtos cartográficos. As cartas topográficas utilizadas podem ser observadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Cartas topográficas que compõem a área de pesquisa

AUTOR	FOLHA	NOMENCLATURA	DATA	ESCALA
DSG	Almas	SC-23-Y-C-V	1979	1:100.000
DSG	Ponte Alta do Tocantins	SC-23-V-B-IV	1978	1:100.000
IBGE	Mateiros	SC.23-Y-B-IV	1981	1:100.000

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

As imagens de satélites em formato digital foram obtidas gratuitamente via Internet, por meio da página do *United States Geological Survey* (USGS), pertencentes ao satélite Landsat 8, sensor Operacional Land Imager (OLI), mês de agosto de 2018, com resolução espacial de 30m. Destaca-se que a data da imagem de satélite utilizada na pesquisa corresponde ao mês de agosto por ser um período de baixa pluviosidade no estado do Tocantins e, conseqüentemente, de poucas nuvens e concentração de água nas áreas úmidas, o que favorece a identificação do alvo em questão, no caso, as veredas. As informações relevantes às imagens podem ser observadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Característica das imagens utilizadas na pesquisa

SATÉLITE	ANO	ÓRBITA/PONTO	SENSOR	DATA	RESOLUÇÃO
LANDSAT 8	2018	221/068	OLI	21/08/2018	30 m

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Para aplicação dos índices, foram utilizadas as seguintes bandas: 5 (verde) com intervalo de comprimento de onda entre 0.85 a 0.88 μm , 4 (vermelho) com intervalo de comprimento de onda entre 0.64 a 0.67 μm e 6 (infravermelho próximo) com intervalo de comprimento de onda entre 1.57 a 1.65 μm , na qual se fez necessária a correção atmosférica, que corresponde a uma etapa muito importante do pré-processamento de dados.

3.2 Trabalho de campo

Inicialmente, realizou-se uma visita na sede da EESGT, localizada no município do Rio da Conceição, para conhecimento do local de pesquisa e do setor que gerencia a unidade de conservação, no caso o ICMBio.

Em seguida, foi apresentada a proposta de pesquisa, a qual foi recebida com atenção, interesse, sugestões e proposições de apoio no seu desenvolvimento, destacando-se principalmente o apoio na realização dos trabalhos de campo.

A realização dos trabalhos se deu por estradas vicinais localizadas dentro da EESGT, em veículos fornecidos pelo ICMBio (camionetes e quadriciclos), sendo que foram definidos pontos de observação utilizando-se equipamentos como receptor de navegação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e máquina fotográfica digital.

Nos pontos de observação e descrição das veredas, foram utilizados como base para análise da conservação ambiental uma planilha de campo (ANEXO A), em que se descreveram os aspectos de: localização; solo típico; vegetação típica; sinais de ação do fogo (subterrâneo, superficial e aéreo); práticas de manejo do fogo (MIF); presença de colapso no solo, de curso de água, de assoreamento da drenagem, de gado ou animais domésticos; estado geral de conservação ambiental; e relatos dos brigadistas que acompanharam os trabalhos de campo.

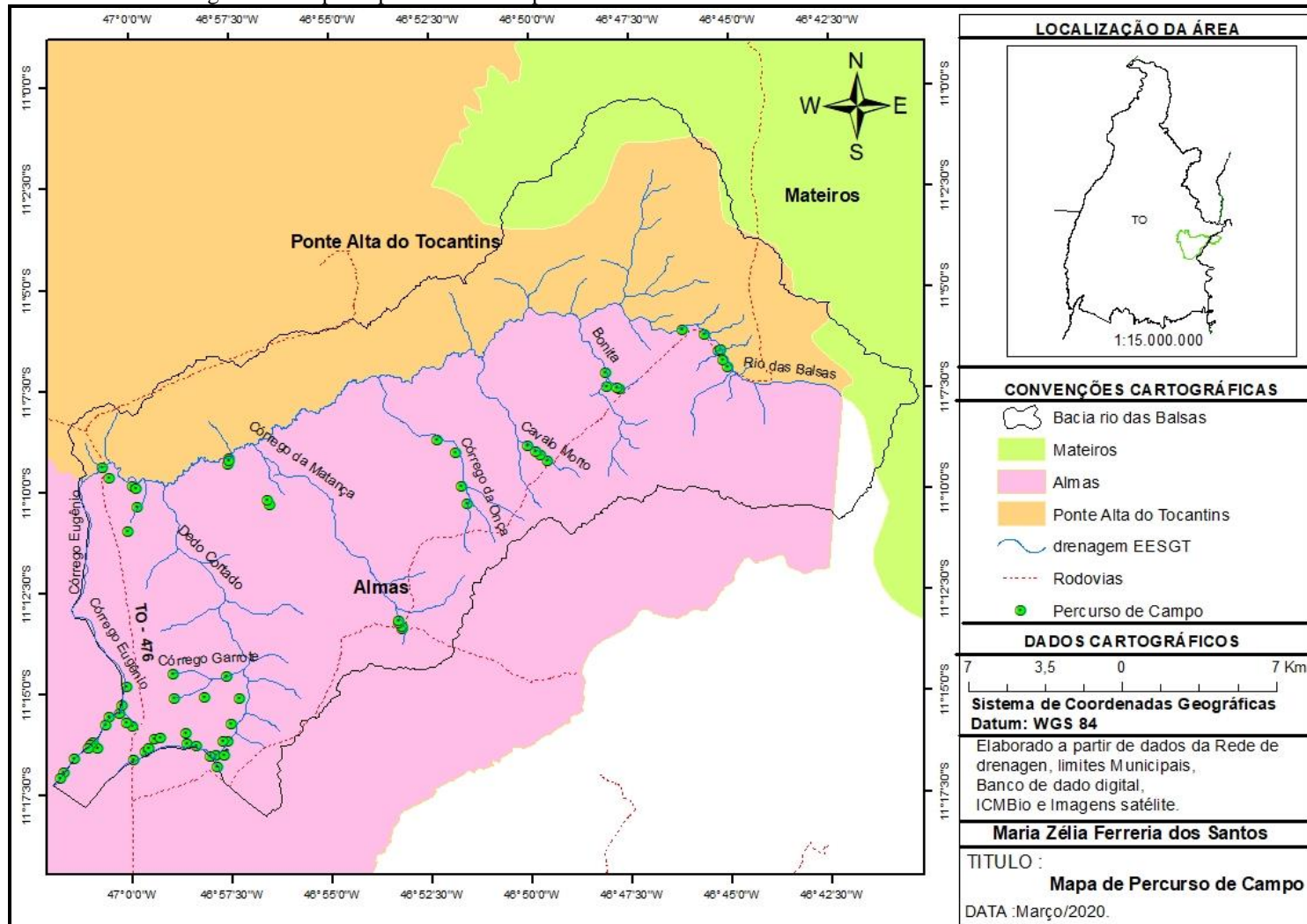
Além da observação dos aspectos físicos e de conservação das veredas, aferiram-se os produtos cartográficos confeccionados durante a pesquisa.

Destaca-se que os primeiros trabalhos de campo foram desenvolvidos entre os dias 27 a 29 de novembro de 2018. Na ocasião, realizou-se o percurso nas seguintes áreas de veredas: do Córrego Matança, parte da vereda do córrego Dedo Cortado, vereda da Bonita, vereda do córrego Cavalo Morto e vereda da Onça, conforme a Figura 2.

O segundo trabalho de campo foi desenvolvido entre os dias 11 a 12 de dezembro de 2018, sendo percorridos os seguintes pontos: vereda do Córrego Eugênio, margem esquerda do rio das Balsas e vereda do córrego Garrote.

As informações obtidas em campo serviram de base para a confecção final dos mapas e atualização do banco de dados criado via *software* ArcGis. Também auxiliaram no entendimento das características físico-ambientais das áreas de veredas da bacia hidrográfica do rio das Balsas.

Figura 2 – Mapa de percurso de campo realizado nas áreas de veredas do alto curso do rio das Balsas



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

3.3 Trabalho de laboratório

Os procedimentos de operacionalização da pesquisa foram realizados no Laboratório de Geoprocessamento do curso de Geografia (LABGEOP) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Câmpus de Porto Nacional. O *software* utilizado corresponde ao ArcGis 10.5.1 do *Environmental Systems Research Institute – ESRI*, licença do LABGEOP, para construção do banco de dados e elaboração dos diversos produtos cartográficos utilizados no decorrer da pesquisa.

Com a realização dos trabalhos de campo, tornou-se possível a validação da metodologia aplicada em laboratório com o uso do NDVI e NDWI, por meio da localização das veredas e do uso de GPS de navegação, confirmadas as informações obtidas previamente. Nesse sentido, será apresentada uma análise das veredas observadas ao longo do alto curso rio das Balsas e seus tributários em pesquisa.

De maneira geral, os procedimentos realizados foram descritos nas seguintes etapas: correção atmosférica, interpretação e geração dos dados de NDVI e NDWI, caracterização e análise da conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográficas do rio das Balsas e análise do uso e cobertura vegetal.

3.3.1 Correção atmosférica, interpretação e geração dos dados de NDVI e NDWI

Para a correção atmosférica da imagem Landsat 8, realizou-se separadamente a conversão de Números Digitais (ND) para radiância espectral no topo da atmosfera das cenas Landsat 8 e, posteriormente, a correção atmosférica das bandas 4, 5 e 6 utilizadas na pesquisa. A conversão ND para radiância espectral no topo da atmosfera foi realizada conforme a metodologia de Santos *et al.* (2014).

A conversão de valores de reflectância no topo da atmosfera para valores de reflectância de superfície foi executada utilizando o *ArcToolbox* e a ferramenta *Raster Calculator*. A correção atmosférica das bandas possibilitou a obtenção de valores físicos sem interferências da atmosfera sobre os alvos.

Nesse contexto, a correção atmosférica é uma etapa muito importante do pré-processamento de dados. De acordo com Santos *et al.* (2014), ela consiste em corrigir algumas distorções ou ruídos que toda imagem apresenta. Tal correção torna-se indispensável para trabalhos que utilizam índices para definir maior acurácia nos objetos alvos.

3.3.2 Determinação do Índice de Vegetação Normalizada – NDVI

Após o pré-processamento realizado nas imagens, aplicou-se o NDVI, que consiste em delinear o comportamento espectral do alvo. Para tanto, primeiramente realizou-se *download* das imagens de satélites em formato digital na página da USGS, realizando-se *a posteriori* a separação das bandas 4 e 5.

Em seguida ao tratamento digital das imagens no *software*, foi realizado o mapeamento das áreas de veredas, em que os dados matriciais (imagens) foram adicionados no programa para aplicação do NDVI.

Antes de ser iniciada a utilização das imagens, procedeu-se ao recorte da imagem da qual se desejava trabalhar, com base no limite da área de estudo, sendo realizado por meio da ferramenta *Extract By Mask*.

Depois de realizado o recorte, utilizou-se o *ArcToolbox*, menu *Raster Calculator*, e aplicou-se a fórmula descrita no Quadro 5, que gerou um arquivo matricial. Posteriormente, foi aplicada uma paleta de cores (estilo de banda) para melhor visualização dos resultados, ou seja, área com ou sem vegetação.

Quadro 5 – Aspectos relacionados ao NDVI

ÍNDICE	SATÉLITE	SENSOR	FÓRMULA	REFERENCIAL
NDVI	Landsat 8	OLI	$(B4 - B5) / (B4 + B5)$	Jensen (1996)

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Banda 5 equivale à reflectância no intervalo espectral do infravermelho próximo e **Banda 4** do vermelho.

Para obtenção do NDVI, foi aplicada a equação proposta por Jensen (1996), que consiste na diferença da reflectância no infravermelho próximo e a reflectância no vermelho, dividida pela soma dessas duas bandas, como mostra a seguinte equação:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Em que:

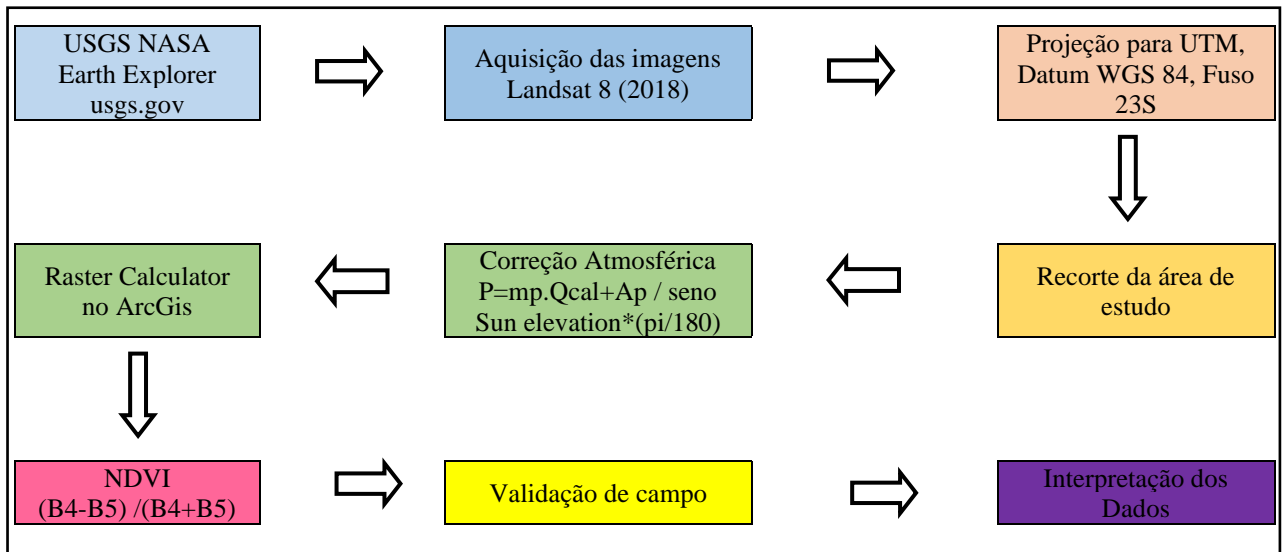
NDVI é o índice de Vegetação por Diferença Normalizada;

NIR é a reflectância no comprimento de onda correspondente ao Infravermelho Próximo;

R é a reflectância no comprimento de onda correspondente ao Vermelho.

Os procedimentos para o cálculo de NDVI podem ser visualizados na Figura 3.

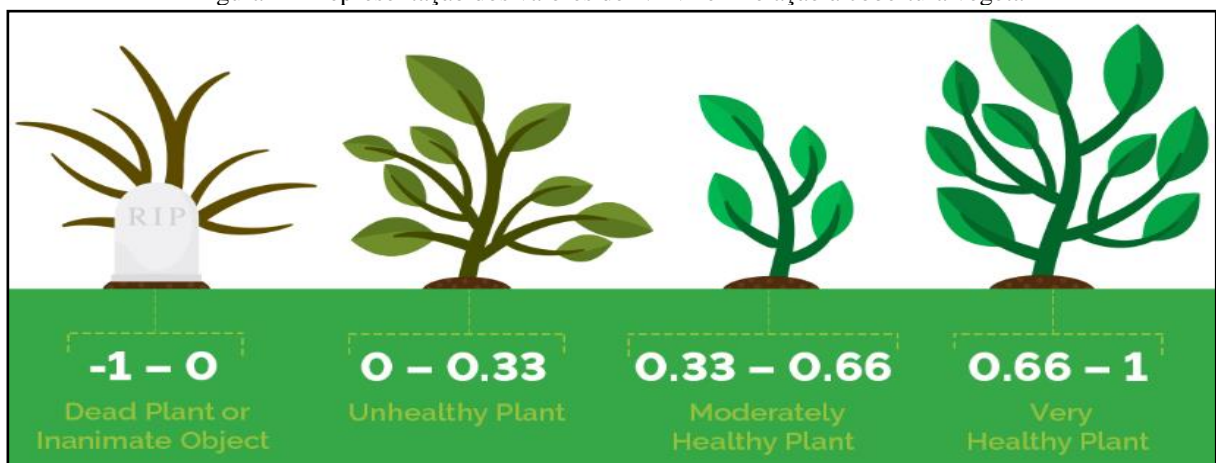
Figura 3 – Síntese dos procedimentos realizados para aplicação do NDVI



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Os resultados variam de -1 a +1 por pixel, de modo que, quanto mais próximo de +1, maior a densidade da vegetação. Na medida em que esse valor diminui, a vegetação vai ficando mais rala, e quanto mais próxima de -1, maior o índice de presença de solos descobertos e rochas. Já a água, por sua vez, apresenta valores negativos, próximos a -1, o mesmo ocorrendo com áreas de sombra de nuvem (POELKING; LAUERMANN; DALMOLIN, 2007; MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011), conforme representação da Figura 4.

Figura 4 – Representação dos valores de NDVI em relação à cobertura vegetal



Fonte: Eric Taipale (2019).

A Figura 4 representa os valores de NDVI em diferentes intervalos espectrais, sendo que o intervalo entre -1 a 0 demonstra uma vegetação morta; de 0 a 0.33, uma vegetação não saudável, ou seja, praticamente morta, com algumas folhas nas árvores; o intervalo de 0.33 a 0.66 demonstra uma vegetação moderadamente saudável, com ausência de vegetação, ou seja, superfície não vegetada; e o intervalo de 0.66 a 1, uma vegetação mais densa, com maior cobertura vegetal.

3.3.3 Determinação do Índice de Diferença Normalizada da Água – NDWI

No procedimento realizado para aplicação do NDWI, inclui-se primeiramente realizar o *download* da imagem no *site* da USGS e proceder ao recorte das imagens de satélites com base nos limites da área de pesquisa. Para isso, é necessário utilizar o *software* ArcGis, no menu *Extract By Mask*, pelo qual se insere a imagem que se deseja recortar. Para o caso, utilizou-se a imagem Landsat 8 (Banda 5 e 6) e o limite da área de estudo (alto curso da bacia hidrográfica, formato vetor).

Depois de realizado o recorte da imagem, utilizou-se o *ArcToolbox* no ArcGis e, na sequência, a ferramenta *Raster Calculator*, aplicando-se a fórmula correspondente. Ressalta-se que no presente trabalho foi utilizada a metodologia proposta por McFeeters (1996), que empregou o NDWI utilizando as bandas correspondentes ao verde e ao infravermelho próximo, conforme observado no Quadro 6.

Quadro 6 – Aspectos relacionados ao NDWI

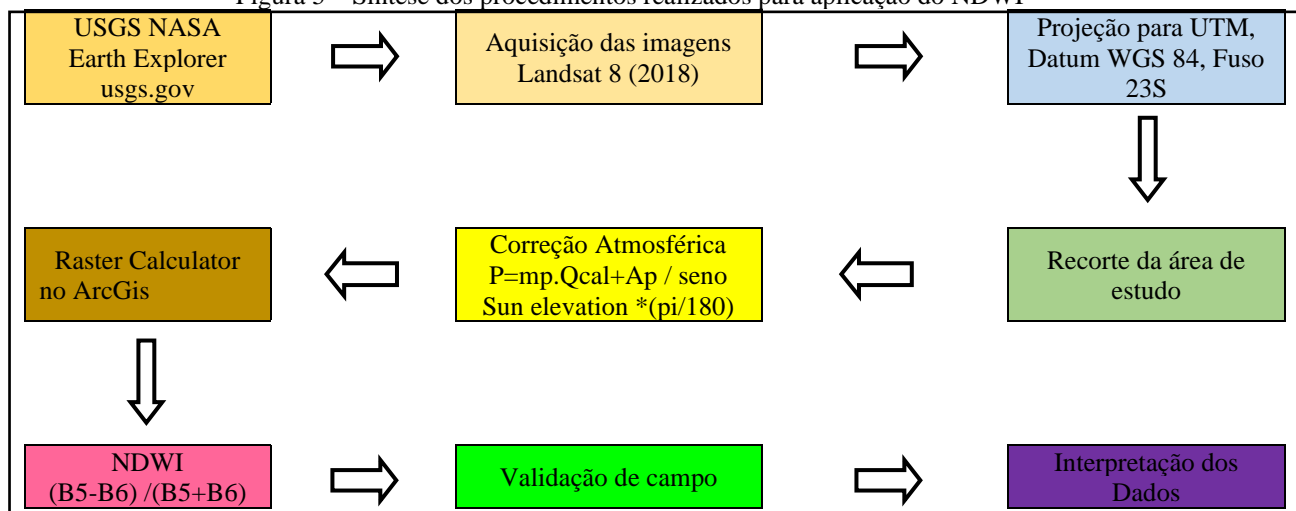
ÍNDICE	SATÉLITE	SENSOR	FÓRMULA	REFERENCIAL
NDWI	Landsat 8	OLI	$(B5 - B6) / (B5 + B6)$	McFeeters (1996)

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Na equação, a **Banda 5** equivale à reflectância no intervalo espectral do verde e a **Banda 6**, no infravermelho próximo.

Os procedimentos para o cálculo de NDWI podem ser visualizados na Figura 5.

Figura 5 – Síntese dos procedimentos realizados para aplicação do NDWI



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Na proposta de McFeeters (1996), os valores de NDWI variam entre -1 e 1, com a definição do valor 0 como limiar, em que o tipo de cobertura é a água se $NDWI \geq 0$ e não água se $NDWI \leq 0$ (BRUBASCHER; GUASSELLI, 2013).

3.4 Caracterização e análise da conservação ambiental das veredas do alto curso da Bacia Hidrográfica do rio das Balsas

Para análise da conservação ambiental das veredas, foram realizados trabalhos de campo com observação pontual de diversos locais da área de estudo, procurando-se conhecer a realidade do local. Assim, elegeram-se alguns aspectos considerados importantes, como: vegetação típica ou original de vereda, ação do fogo, assoreamento, manejo do fogo, compactação do solo, colapso do solo, desmatamento, presença ou ação do gado (ANEXO A). Além desses aspectos, foram considerados os valores de NDVI, NDWI e uso e cobertura vegetal, adquiridos em laboratório como apoio na identificação das condições locais.

Dessa forma, atribuiu-se para cada ponto de análise os valores de conservação ambiental de 1 a 3, sendo o valor 1 para alto, 2 médio e 3 baixo estado de conservação, conforme observado no Quadro 7. Na sequência, foram relacionados os trechos da bacia hidrográfica em pesquisa, considerando-se os valores atribuídos aplicados sobre a matriz de correlação, conforme Santos (2004).

Quadro 7 - Classificação do estado de conservação ambiental

ESTADO DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL	VALORES	ASPECTOS CONSIDERADOS
1 - Alto	< 1,5	Não presença de fogo
2 - Médio	1,5 a 2,5	Poucas cicatrizes de fogo
3 - Baixo	>2,5	Intensa ação do fogo

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Segundo Santos (2004), as matrizes fornecem uma visão global dos impactos e permitem constatar as situações de maior ou menor severidade. Também são úteis para auxiliar na avaliação de possíveis ações ou mudanças no meio, permitindo optar pelas alternativas que resultam em menos impactos.

O estado de conservação foi encontrado por meio da média entre os valores médios encontrados com as variáveis consideradas. Os trechos com alto estado de conservação indicam veredas em bom estado, representados pela conservação dos aspectos originais de uma vereda. Os trechos com médio estado de conservação apresentam algumas alterações nos aspectos originais de veredas, sendo merecedoras de atenção. Já os trechos com baixo estado são locais que apresentam significativas alterações ambientais quanto aos aspectos originais das veredas, com intensas degradações e processos deteriorantes, desde ambientes que inspiram maiores cuidados quanto à sua recuperação.

3.5 Análise do uso e cobertura vegetal

Para análise do uso e cobertura vegetal de 2018, inicialmente foram adquiridas, de forma gratuita no site da USGS, as imagens de satélite Landsat 8, sensor OLI, do ano de 2018, assim como as bandas 6, 5 e 4. Após a aquisição das bandas espectrais, as imagens foram importadas via *software* e realizou-se um tratamento para melhoria da qualidade visual e digital das imagens.

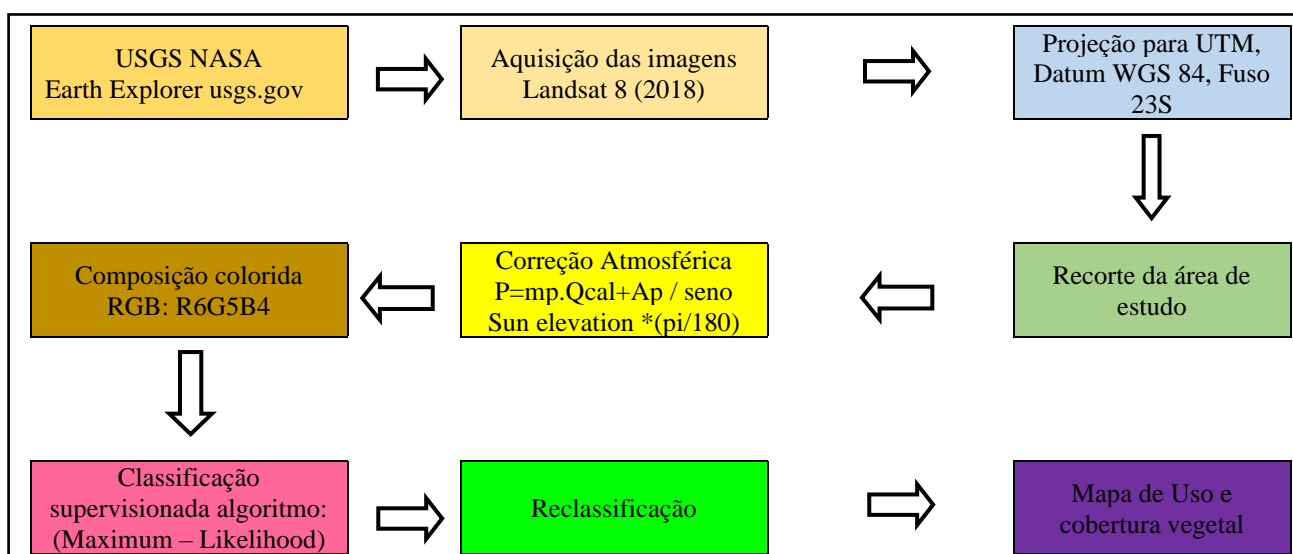
Para tanto, fez-se necessário um pré-processamento das imagens, com aplicação da correção atmosférica das bandas e de uma classificação supervisionada para geração do mapa de uso e cobertura vegetal. A classificação de imagem é um processo que consiste na extração de informações para reconhecer padrões e objetos homogêneos, usados para mapear áreas da superfície terrestre que apresentam o mesmo significado em imagens digitais. De acordo com Florenzano (2011), a técnica de classificação supervisionada consiste em reconhecer os objetos/alvos de superfície por meio de suas respostas espectrais.

Posteriormente à aquisição das imagens, realizou-se a composição colorida RGB: R6G5B4 e, em seguida, criou-se um arquivo *shapefile* de amostra para coleta (área de treinamento) dos elementos a serem mapeados para a geração do mapa de uso e cobertura vegetal.

Nessa classificação supervisionada, utilizou-se o algoritmo Máxima Verossimilhança (Maximum – Likelihood). Com esse procedimento realizado, foi possível analisar os aspectos de uso e cobertura vegetal no alto curso da Bacia Hidrográfica do rio das Balsas, com a definição de seis classes de uso: campo limpo, campo sujo, corpos d’água, mata de galeria e ciliar, senso restrito, solo exposto e veredas, as quais são caracterizadas com base em Cristo (2013), ICMbio (2014) e trabalho de campo.

Os procedimentos realizados durante a elaboração do mapa de uso e cobertura vegetal podem ser visualizados na Figura 6.

Figura 6 – Síntese dos procedimentos realizados na elaboração do mapa de uso e cobertura vegetal

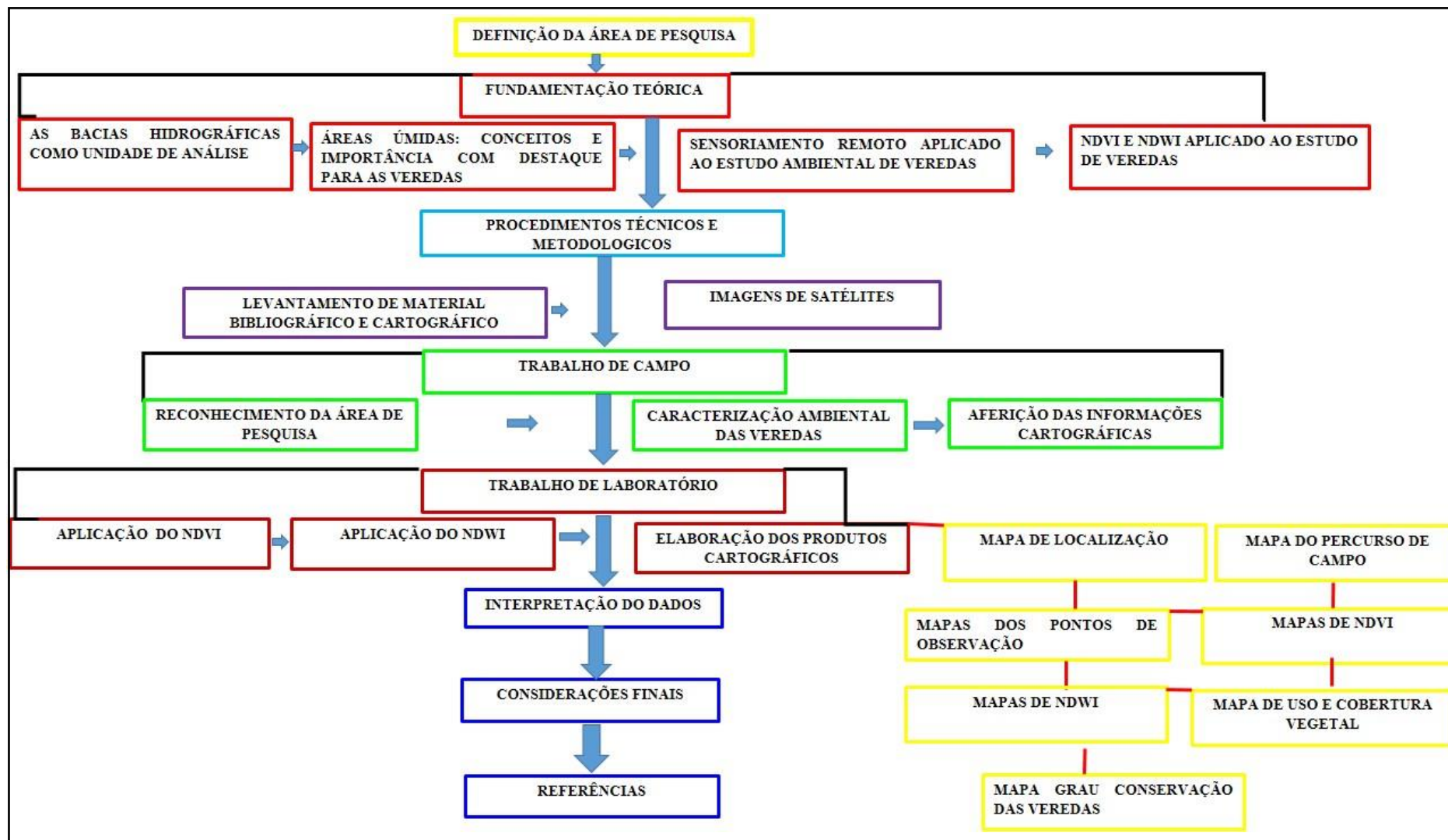


Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

3.6 Elaboração de produtos cartográficos

Os produtos cartográficos foram confeccionados via *software* ArcGis, sendo eles: mapa de localização da área de estudo, mapa do percurso de campo, mapas de NDVI e NDWI 2018 e mapa de hierarquização do estado de conservação das veredas e uso e cobertura vegetal. Uma síntese dos procedimentos metodológicos e da pesquisa pode ser visualizada na Figura 7.

Figura 7 – Síntese dos procedimentos metodológicos e da realização da pesquisa



4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas

As veredas são áreas úmidas caracterizadas pela presença do buriti (*Mauritia flexuosa*) e encontram-se localizadas em espaços brejosos encharcados, que na maioria das vezes contêm nascentes ou cabeceiras de rios.

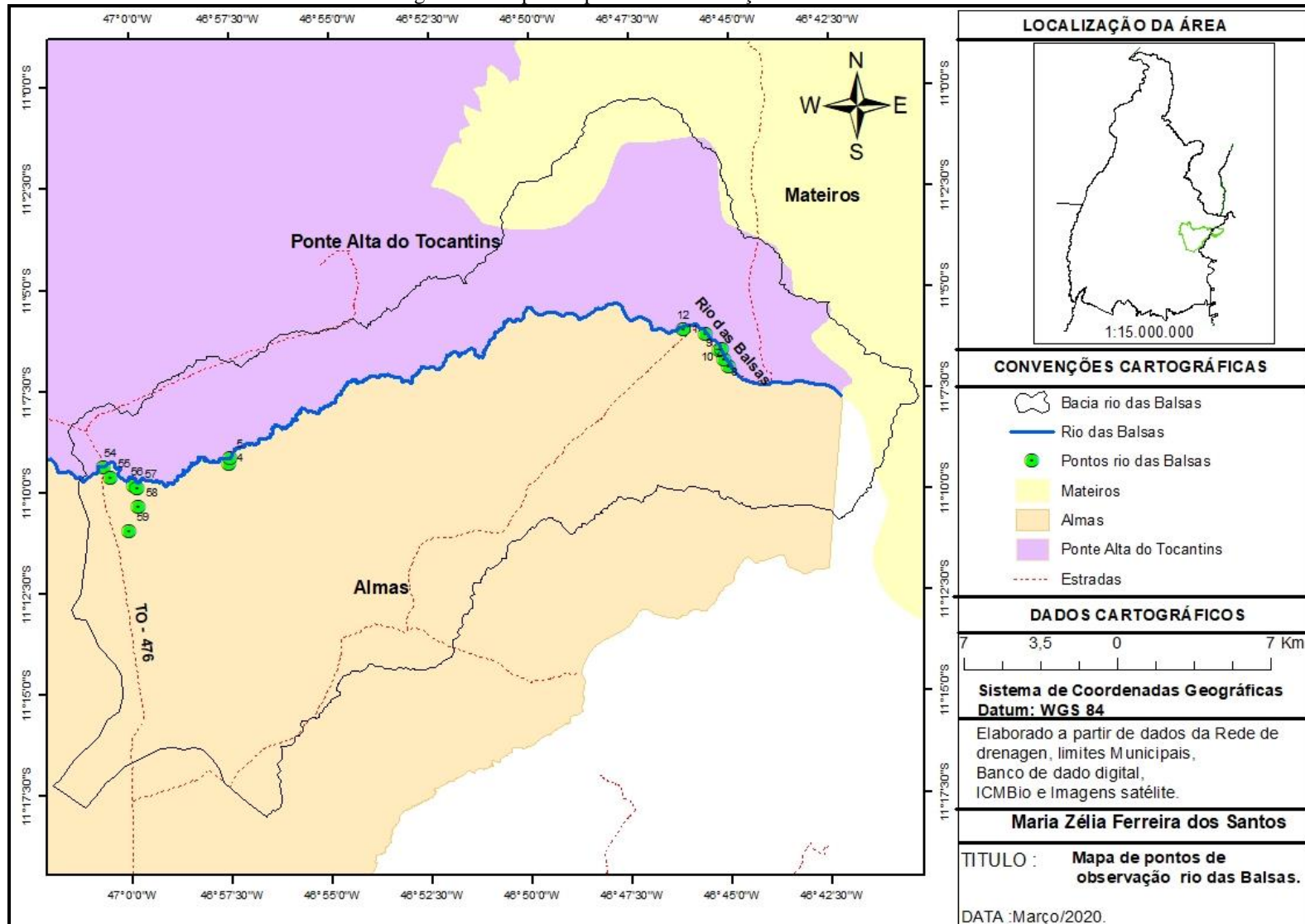
Nesse contexto, apresenta-se a descrição e caracterização das veredas da bacia hidrográfica do rio das Balsas, conhecido localmente como Fumaça: 1) vereda do rio das Balsas (Fumaça); 2) vereda do córrego Eugênio; 3) vereda do córrego Dedo Cortado; 4) vereda do córrego Garrote; 5) vereda do córrego Matança; 6) vereda do córrego da Onça; 7) vereda do córrego do Cavalo Morto; e 8) vereda do córrego da Bonita.

4.1.1 Vereda 01 – rio das Balsas (Fumaça)

Está localizada entre os municípios de Ponte Alta do Tocantins e Almas, com altitude variando entre 457 a 578 metros. Na cabeceira do rio das Balsas, apresenta, em linhas gerais, uma vegetação em transição, em substituição das gramíneas da área de campo limpo, com presença de buriti (*Mauritia flexuosa*) com folhas e frutos, e descaracterização da vegetação de vereda com arbustos sobre a área. Na Figura 8 estão representados os locais de observação das veredas do rio das Balsas descritos em campo, assim como sua localização geográfica.

Ao longo das veredas do rio das Balsas, foram analisados 14 (quatorze) pontos divididos em dois trechos: o primeiro na porção leste da bacia na cabeceira do rio, próximo à borda da Serra da Muriçoca, e o segundo na margem esquerda, local da cachoeira da Fumaça I, porção oeste. No Quadro 8 estão descritos os pontos visitados em campo, assim como as observações ambientais de cada área de vereda percorrida.

Figura 8 – Mapa dos pontos de observação no rio das Balsas



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Quadro 8 - Caracterização das veredas do rio das Balsas

	Nº Ponto	Observações Ambientais
Trecho 1 - Rio das Balsas (Alto curso)	7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sinais de fogo superficial ➤ Apresenta transformação de área úmida para área seca ➤ Solo típico de área de vereda, mas descaracterizado e arenoso ➤ Área em transição com a substituição de gramínea para uma área de campo limpo
	8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso no solo a aproximadamente 40 cm ➤ Descaracterização da vegetação de vereda ➤ Área muito degradada com presença de buritis mortos ➤ Ação do fogo superficial muito grande na área e três tipos de fogo: aéreo, superficial e subterrâneo ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a área de veredas
	9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Descaracterização da área de vereda para campo limpo ➤ Presença de sedimento no interior da vereda ➤ Sinal de ação do fogo superficial e subterrânea (2016) ➤ Presença de colapso do solo em pequena profundidade
	10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo ➤ Ação do fogo superficial ➤ Presença de sedimentos no interior da vereda ➤ Apresenta certa descaracterização da área de vereda, presença de buritis com folhas e frutos ➤ Solo hidromórfico
	11	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vegetação de área úmida descaracterizada/buritis com folhas e frutos ➤ Entrada de sedimentos arenosos sobre a vereda ➤ Apresenta queimadas superficiais ➤ Ação do fogo subterrânea ocorrido em 2016 ➤ Alguns pontos do solo expostos ➤ Presença de canal do rio sem água ➤ Assoreando e desmoronado na margem ➤ Vereda utilizada para criação de gado antes da criação da UC ➤ Antes tinha água no leito do rio, aproximadamente em 2014
	12	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Algumas cicatrizes do fogo antigas nos buritis ➤ Transição de vereda para mata ➤ Manejo do fogo realizado em 2016 ➤ Solo hidromórfico ➤ Área tinha criação de gado antes da criação da UC
	Trecho 2 - Rio das Balsas (Baixo curso)	4
5		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vegetação atual descaracterizada sem mata ciliar ➤ Ação do fogo superficial e subterrânea ➤ Presença de assoreamento e ravinamento em evolução
54		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico arenoso ➤ Campo limpo de vereda descaracterizado ➤ Processos erosivos, lixiviação e declividade ➤ Avanço de sedimentos arenosos pela declividade do terreno e ação de animais domésticos como porcos ➤ Curso de água (+ ou - 2 metros de largura) na margem ➤ Pisoteio por porcos ➤ Vereda erodida, lixiviada e solo nas margens do rio
55		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo pelo fogo subterrâneo ➤ Ocorrência de fogo subterrâneo significativo e solo exposto ➤ Ação do fogo superficial, no caule de árvores com cicatrizes nos buritis em regeneração ➤ Solo hidromórfico descaracterizado por queimada subterrânea

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Avanço de sedimentos arenosos ➤ Vegetação atual de campo limpo de vereda, buritis e vegetais típico de vereda ➤ Pequenos sinais de sedimentos arenosos ➤ Pisoteio de porcos
56	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico com presença de sedimentos arenosos ➤ Avanço de sedimentos arenosos ➤ Área mais úmida ➤ Vegetação atual de campo limpo de vereda, buritis, buritirana ➤ Curso de água não definido, mas área úmida ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda
57	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso pela queimada subterrânea ➤ Solo hidromórfico com bastantes sedimentos arenosos (bem úmido) ➤ Campo limpo de vereda descaracterizado ➤ Solo exposto ➤ Ação do fogo superficial e subterrânea ➤ Grande área com solo exposto por queimada subterrânea ocorrida em 2014 ➤ Avanço e mistura de sedimentos arenosos no solo e sobre a vegetação de vereda
58	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico com sedimentos arenosos ➤ Campo limpo de vereda sendo sufocado pelo avanço de sedimentos arenosos ➤ Sinais da ação do fogo superficial no solo e caule de árvores com cicatrizes de fogo de 2014 ➤ Significativo avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda
59	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Colapso do solo por ação do fogo subterrânea ➤ Solo exposto nas proximidades da vereda ➤ Solo hidromórfico descaracterizado por queimada subterrânea e sedimento arenoso ➤ Presença de vegetação morrendo, buritis ➤ Vegetação atual descaracterizada ➤ Ação do fogo superficial e subterrânea ➤ Cicatrizes do fogo em caules de árvores ➤ Compactação do solo, solo exposto nas bordas da vereda no alto curso ➤ Significativo avanço de sedimentos arenosos nas proximidades da vereda

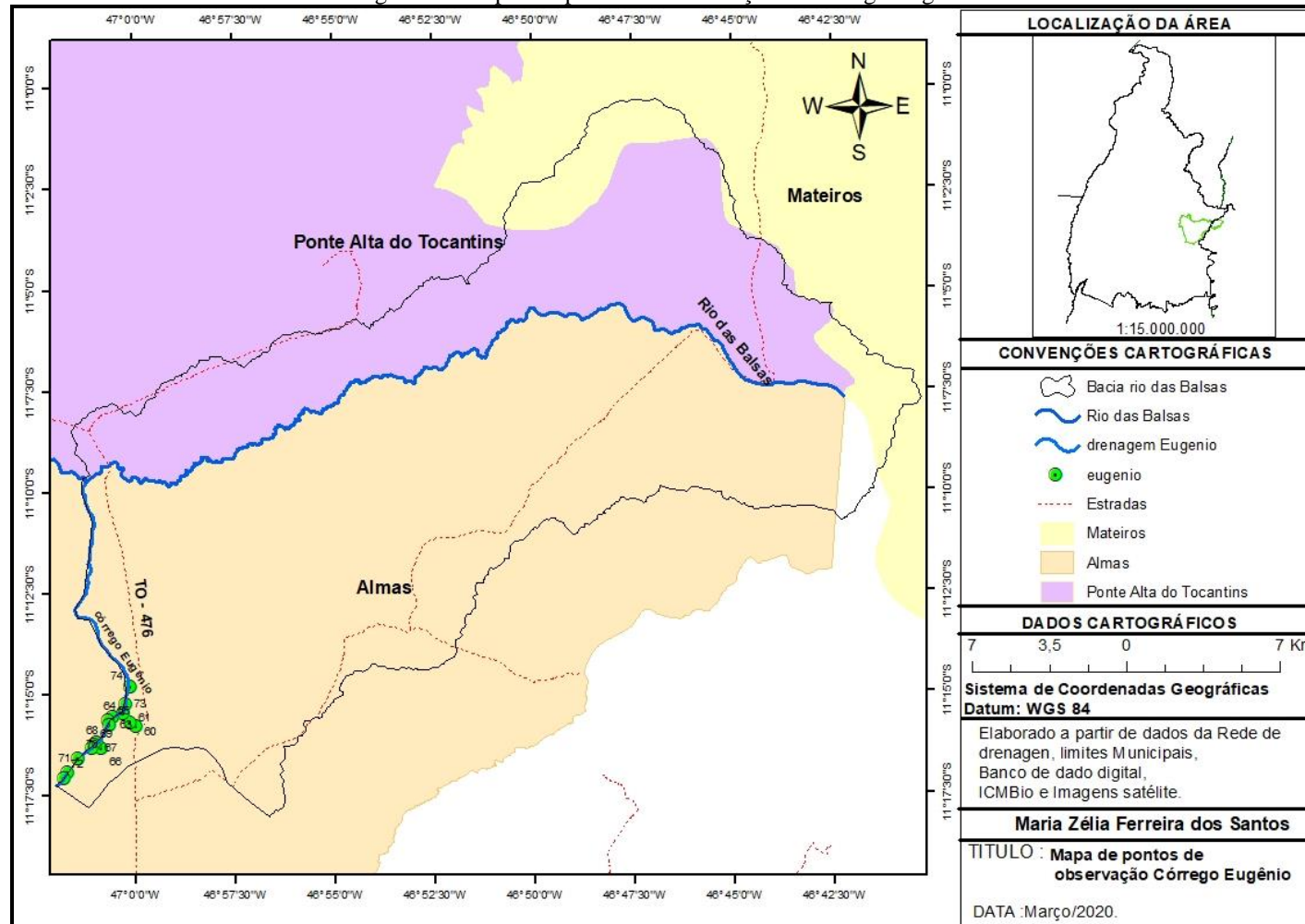
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.1.2 Vereda 02 – Córrego Eugênio

Encontra-se localizada na porção sudoeste da EESGT, inserida no município de Almas, com altitude de 539 metros. Ao longo das veredas do córrego Eugênio, foram identificados 15 (quinze) pontos de veredas. Na Figura 9 estão representados os locais de observação das veredas e as localizações geográficas do córrego Eugênio descritas em campo.

No Quadro 9 estão descritos os pontos visitados em campos, assim como as observações ambientais de cada área de vereda percorrida em campo.

Figura 9 – Mapa dos pontos de observação do córrego Eugênio



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Quadro 9 - Caracterização da vereda do córrego Eugênio

	Nº Ponto	Observações Ambientais
Córrego Eugênio	60	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo com gretos de contração pela queimada superficial e subterrânea ➤ Solo hidromórfico descaracterizado pela ação do fogo ➤ Vegetação campo limpo de vereda descaracterizada com presença de buritis com cicatrizes de fogo ➤ Sinal da ação do fogo superficial e subterrânea ocorrido em 2018 ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Presença de sedimentos arenosos em direção à vereda
	61	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso no solo não significativo ➤ Solo hidromórfico descaracterizado ➤ Vegetação de campo limpo de vereda descaracterizada, com presença de buritis mortos ➤ Sinal da ação do fogo superficial e subterrânea ocorrido em 2018 ➤ Manejo do fogo em 2018 ➤ Avanço de sedimentos arenosos em direção à vereda
	62	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico com umidade ➤ Área de transição para mata ciliar ➤ Vegetação de campo limpo de vereda ➤ Buritis em meio à mata ➤ Buritis com cicatrizes do fogo com folhas e frutos ➤ Ação do fogo superficial ocorrido em 2017 ➤ Manejo do fogo realizado em 2017 ➤ Solo hidromórfico típico de vereda ➤ Vegetação de campo limpo de vereda com presença de buriti
	63	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ação do fogo superficial ocorrido em 2018 ➤ Entrada de sedimentos arenosos em direção à vereda ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Curso de água definido ➤ Folhas e frutos, alguns com cicatrizes de fogo
	64	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo Hidromórfico com muita umidade, típico de vereda ➤ Vegetação de campo limpo de vereda ➤ Presenças de buriti com frutos e algumas cicatrizes de queimada nos caules ➤ Sinal do fogo superficial ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Curso de água definido
	65	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico típico de vereda ➤ Presença de colapso do solo ➤ Vegetação de campo limpo descaracterizada ➤ Sinal de fogo superficial e subterrâneo ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Entrada de sedimentos arenosos em direção à vereda ➤ Sinais de canais com mais de 40 cm para conter o fogo ➤ Umidade na área ➤ Sinal de fogo subterrâneo menos intenso devido à umidade
	66	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo não significativo ➤ Solo hidromórfico descaracterizado pela presença de sedimentos arenosos e fogo subterrâneo ➤ Vegetação de campo limpo de vereda descaracterizada ➤ Presença de buriti com cicatrizes do fogo ➤ Sinais de queimada superficial ocorrida em setembro de 2018 ➤ Presença de queimada subterrânea nas bordas da vereda ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Avanço de sedimento arenoso em direção à vereda
	67	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo arenoso ➤ Vegetação descaracterizada em função do processo erosivo ➤ Entrada de sedimentos em direção à vereda

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pequenos sinais de desmoronamento na margem do córrego ➤ Presença de afloramento arenito ➤ Curso de água definido (aproximadamente 50 cm de profundidade)
68	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo Hidromórfico bem úmido e afloramento de rocha arenítica com linhas de fraturas ➤ Vegetação de campo limpo de vereda ➤ Sinais de queimada superficial ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Avanço de sedimento arenoso superficial sobre a vereda ➤ Curso d'água definido (+ ou - 1,5 metros de largura)
69	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo Hidromórfico com muita umidade em superfície ➤ Lençol freático aflorando ➤ Vegetação de campo limpo de vereda ➤ Sinais de ação do fogo superficial ocorrido em 2018 e queimada subterrânea em alguns pontos ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Nas bordas da vereda pouco avanço de sedimento arenoso ➤ Curso de água definido
70	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sinais de colapso do solo pelo fogo subterrâneo ➤ Solo hidromórfico com muita umidade ➤ Vegetação de campo limpo de vereda em regeneração ➤ Sinais de queimada superficial e subterrânea ➤ Solo exposto em alguns pontos e na vegetação ➤ Curso de água definido e área alagada ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Sinais de sedimentos arenosos nas bordas da vereda
71	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo pelo fogo subterrâneo ➤ Solo hidromórfico descaracterizado pelo fogo subterrâneo ➤ Vegetação de campo de vereda totalmente descaracterizada, com cicatrizes do fogo nas árvores ➤ Sinais de ação do fogo superficial e subterrânea ➤ Área muito degradada pela ação do fogo ocorrido em 2018 ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Sinais de avanço de sedimentos na borda da vereda ➤ Sinais de gado ➤ Área alagada com lençol freático superficial
72	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo pelo fogo subterrâneo e superficial ➤ Solo Hidromórfico descaracterizado ➤ Vegetação de campo limpo de vereda ➤ Sinais de ação do fogo subterrânea contornando a cabeceira ➤ Sinais de cicatrizes do fogo no caule dos buritis ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Avanço intenso de sedimentos arenosos ➤ Sinais de gado bovino e equino ➤ Compactação de pegada de gado bovino e equino
73	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo pelo fogo subterrâneo ➤ Solo hidromórfico com unidade ➤ Vegetação de campo limpo típico de vereda ➤ Presença de sinais de fogo superficial e subterrâneo, cerca de 2012 ➤ Sinais antigos de queimada subterrânea em regeneração no local ➤ MIF realizado em 2018 ➤ Presença significativa de avanço de sedimentos arenosos ➤ Local com alta declividade ➤ Curso de água definido (1,5 e 2 metros de largura)
74	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo pelo fogo subterrâneo ➤ Solo Hidromórfico descaracterizado ➤ Vegetação de campo limpo de vereda em recuperação ➤ Sinais de ação do fogo superficial no caule dos buritis e presença de buritis mortos ➤ Queimada subterrânea ocorrida em 2012

		<ul style="list-style-type: none">➤ MIF realizado em 2018➤ Presença significativa de sedimentos arenosos sobre a vereda
--	--	--

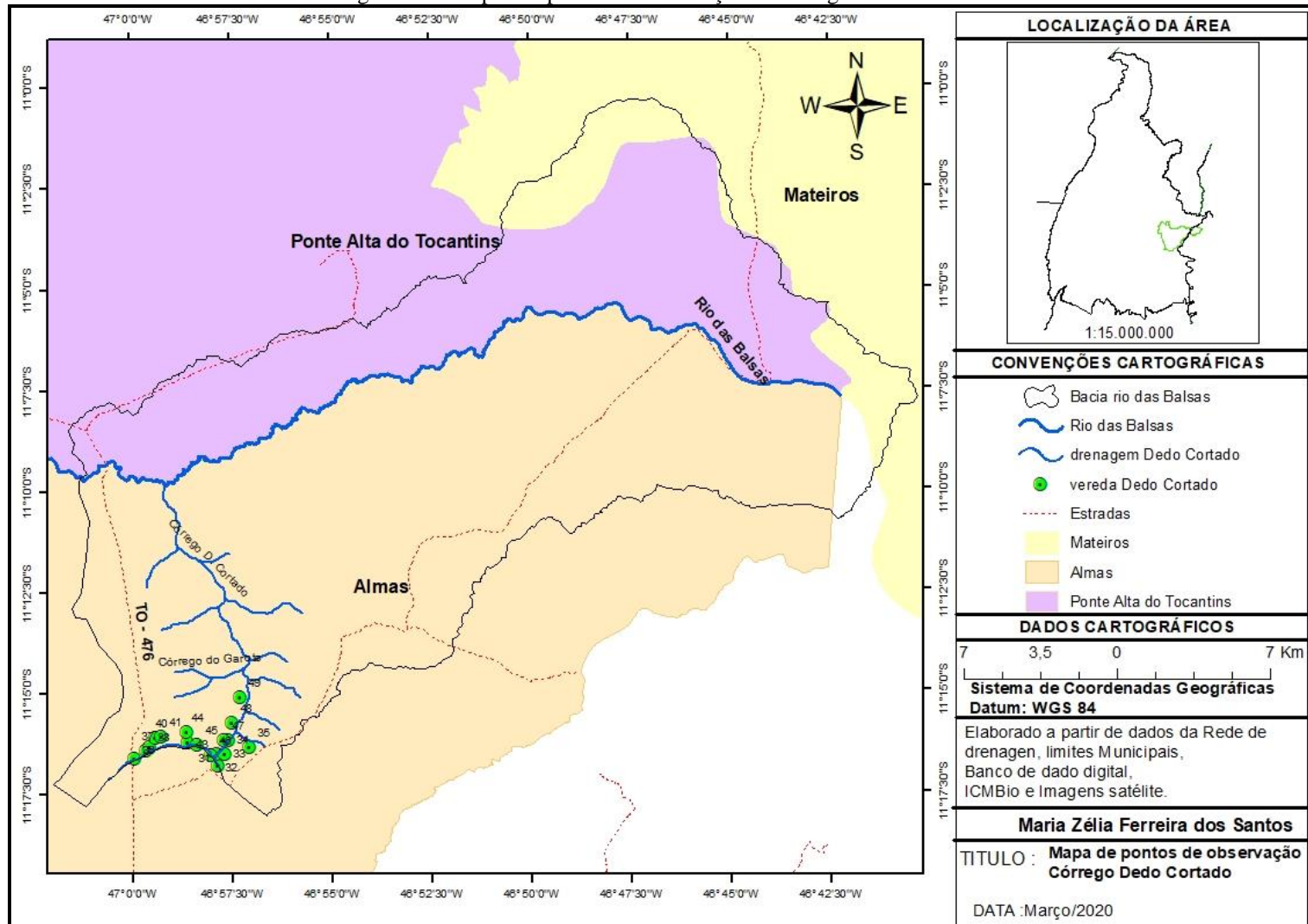
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.1.3 Vereda 03 – Córrego Dedo Cortado

A vereda do córrego Dedo Cortado localiza-se no município de Almas. Deságua no córrego Ariranha, e este no rio das Balsas. Ambas as drenagens se encontram na porção sudoeste da EESGT, com uma altitude variando entre 497 e 532 metros. A espacialização dos locais de observação na vereda pode ser visualizada na Figura 10.

Ao longo do córrego Dedo Cortado foram identificados 18 (dezoito) pontos de veredas. No Quadro 10 estão descritos os pontos visitados, assim como as observações ambientais de cada área de vereda.

Figura 10 – Mapa dos pontos de observação do córrego Dedo Cortado



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Quadro 10 - Caracterização da vereda do córrego Dedo Cortado

	Nº Ponto	Observações Ambientais
Córrego Dedo Cortado	31	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso no solo ➤ Solo descaracterizado, bem arenoso e pouca matéria orgânica ➤ Vegetação atual de campo limpo de vereda com mata predominando ➤ Presença de buritirana ➤ Sinais de fogo superficial ➤ Sinais de recuperação da vegetação ➤ Descaracterização do solo típico de vereda ➤ Sinais de ação do fogo subterrâneo ➤ Sufocamento de vegetação pela entrada de sedimentos arenosos ➤ Curso d'água (aproximadamente 2 metros)
	32	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico típico de vereda ➤ Vegetação de campo limpo de vereda e buritis com folhas e frutos junto às margens do curso ➤ Curso d'água definido (aproximadamente 2 metros de largura por 1,5 metro de profundidade)
	33	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico típico de vereda com área úmida e lençol freático superficial ➤ Presença de campo limpo de vereda com buritis ➤ Sinais de fogo nos caules das árvores
	34	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico com presença de sedimentos arenosos ➤ Campo limpo de vereda e buritis em meio à mata ➤ Cicatrizes de fogo em caules de buriti, fogo de 2014 ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre o campo limpo de vereda ➤ Curso d'água definido (+ ou - 2 metros de largura)
	35	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sinais de colapso no solo ➤ Vegetação de campo limpo de vereda (em recuperação) ➤ Sinais de fogo superficial ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vegetação de vereda (sufocada)
	36	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico com presença de sedimentos arenosos ➤ Campo limpo de vereda com buritis e frutos ➤ Sinais de fogo superficial com cicatrizes no caule de árvores ➤ Assoreamentos arenosos no canal ➤ Curso de água definido (+ ou - 1,5 de largura e 1 metro de fundura) ➤ Solo úmido
	37	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo de vereda descaracterizado em função do fogo ocorrido em 2014 ➤ Campo limpo de vereda descaracterizado, com sinais de recuperação ➤ Presença de gretas de contração em decorrência do fogo subterrâneo ➤ Fogo superficial e subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos em direção à área de vereda
	38	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo significativo ➤ Solo hidromórfico descaracterizado ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos em direção à área de vereda
	39	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo, compactação do solo ➤ Solo bem descaracterizado com presença de gretas de contração em decorrência do fogo subterrâneo ➤ Campo limpo de vereda descaracterizado ➤ Sinais do fogo superficial e subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos em direção à área de vereda ➤ Área em recuperação com presença de cicatrizes de fogo nos buritis ➤ Curso de água definido (aproximadamente 1 metro de largura)
	40	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Colapso do solo por fogo subterrâneo ➤ Solo descaracterizado pela queima subterrânea e avanço de sedimentos

	<ul style="list-style-type: none"> para vereda ➤ Descaracterização da vegetação típica de vereda ➤ Sinais de fogo superficial, caules de árvores e raízes com cicatrizes ➤ Fogo subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ Presença de árvores com caules e raízes expostas, vegetação descaracterizada, cicatrizes do fogo, árvores caídas, buritis e outras ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos
41	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sinais de colapso do solo por fogo subterrâneo ➤ Solo hidromórfico descaracterizado por fogo subterrâneo e avanço de sedimentos arenosos ➤ Campo limpo de vereda descaracterizada, surgimento de vegetação arbustiva ➤ Sinais de vegetação em recuperação ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda
43	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Campo limpo de vereda úmido ➤ Sinais de fogo superficial ocorrido em 2014 ➤ Cicatrizes em caules de árvores e buritis ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Curso definido com mata ciliar exuberante
44	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo ➤ Solo descaracterizado pelo fogo subterrâneo e avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo significativo na área ocorrido em 2014 ➤ Cicatrizes de fogo no caule e copa de árvores ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos
45	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico úmido ➤ Vegetação típica de vereda ➤ Sinais de fogo subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ Cicatrizes do fogo em caules de árvores ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos próximo à confluência com um pequeno curso de água
46	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico úmido ➤ Vegetação típica de vereda, campo limpo e buritis em meio à mata ciliar ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Curso de água definido ➤ Sinais de caçador
47	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo ➤ Solo hidromórfico descaracterizado por fogo em superfície e avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda ➤ Vegetação de campo limpo de vereda em recuperação e mata ciliar no curso d'água ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ Cicatrizes de fogo em caule de árvores ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda
48	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso e compactação do solo pela ação do fogo subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ Solo hidromórfico descaracterizado por fogo subterrâneo e avanço de sedimentos arenosos ➤ Vegetação de campo limpo de vereda descaracterizada em recuperação ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ Buritis com sinais de fogo superficial ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda

	49	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso no solo por fogo subterrâneo ➤ Solo hidromórfico descaracterizado ➤ Vegetação de campo limpo de vereda sem mata ciliar ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo ocorrido no local em 2014 ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda
--	----	--

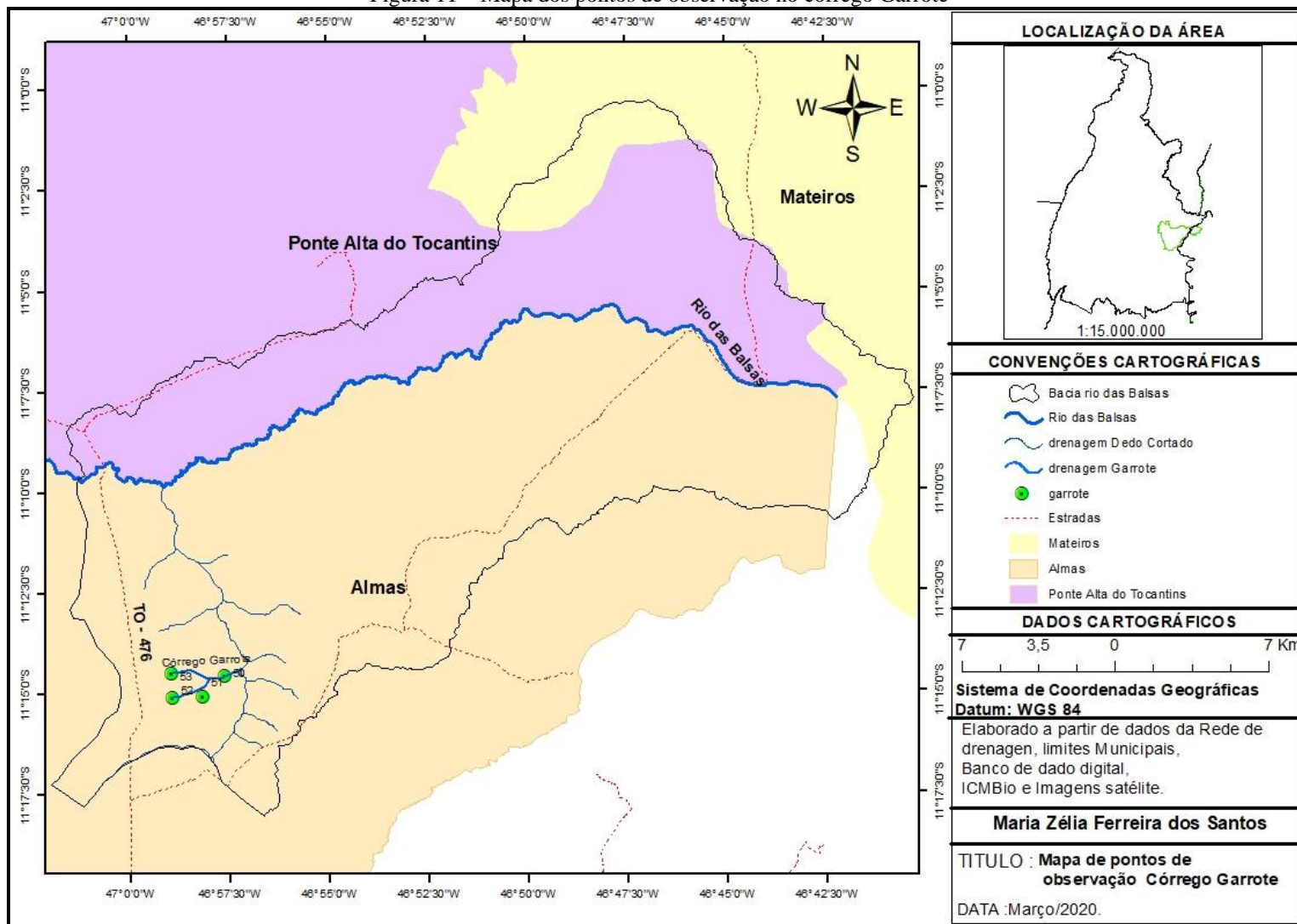
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.1.4 Vereda 04 – Córrego Garrote

A vereda do córrego Garrote está localizada no município de Almas e apresenta uma faixa estreita de vegetação de área úmida que acompanha o leito e deságua no córrego Dedo Cortado, sendo que ambos se encontram na porção sudoeste da bacia hidrográfica do rio das Balsas, com uma altitude de cerca 475 metros. A identificação dos pontos percorridos pode ser observada na Figura 11.

No córrego Garrote, afluente do córrego Dedo Cortado, por ser um curso de água muito pequeno, foram percorridos somente 4 (quatro) pontos ao longo do seu leito. O Quadro 11 traz as observações ambientais encontradas em cada ponto.

Figura 11 – Mapa dos pontos de observação no córrego Garrote



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Quadro 11 - Caracterização da vereda do córrego Garrote

	Nº	Observações Ambientais
	Ponto	
Córrego Garrote	50	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação de campo limpo de vereda e buritis em meio à mata ➤ Pequenos sinais de avanço de sedimentos arenosos em direção à área de vereda ➤ Sinais de fogo superficial ocorrido em 2014 ➤ Cicatrizes do fogo em caules de árvores ➤ Curso de água definido (aproximadamente 2,5 metros com água transparente) ➤ Solo úmido junto à mata ciliar
	51	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico descaracterizado com avanço de sedimentos arenosos ➤ Vegetação de campo limpo de vereda ➤ Sinais de fogo superficial ocorrido em 2014 ➤ Sinais de fogo subterrâneo em área pequena na borda da vereda ➤ Cicatrizes do fogo em caule de árvores (buriti) ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos em direção à vereda ➤ Curso de água definido (0,5 metro de largura e 20 cm de profundidade)
	52	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo ➤ Solo hidromórfico descaracterizado pela queimada subterrânea ➤ Avanço de sedimentos arenosos, sufocando a vegetação de vereda ➤ Vegetação de campo limpo de vereda descaracterizada ➤ Grande área com sinal de queimada subterrânea ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo em grande área abrangendo toda a cabeceira do córrego ➤ MIF realizado em 2016
	53	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Colapso do solo pelo fogo subterrâneo ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação de campo limpo de vereda descaracterizada ➤ Sinais significativos de fogo superficial e subterrâneo ocorrido em 2014 ➤ Cicatriz de fogo no caule de árvores ➤ MIF realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda

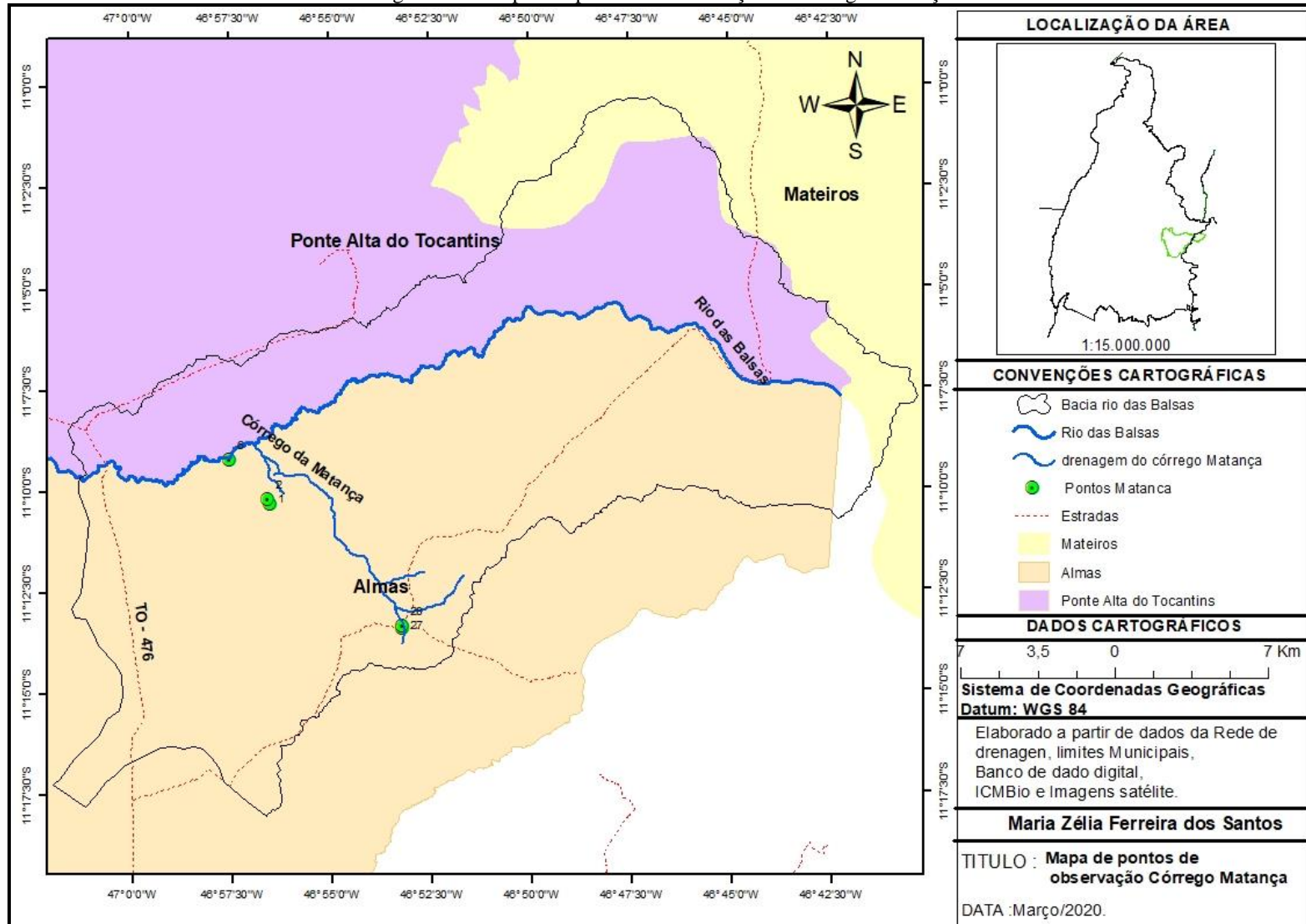
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.1.5 Vereda 05 – Córrego Matança

A vereda do córrego Matança está localizada no município de Almas, porção sudoeste da bacia hidrográfica rio das Balsas, e apresenta altitude variando entre 498 a 530 metros. A identificação dos pontos percorridos pode ser observada na Figura 12.

O Quadro 12 traz as observações ambientais encontradas nos 7 (sete) pontos da vereda do córrego Matança.

Figura 12 – Mapa dos pontos de observação no córrego Matança



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Quadro 12 - Caracterização da vereda do córrego Matança

Córrego Matança	Nº de Ponto	Observações Ambientais
	1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo de vereda descaracterizado e arenoso ➤ Vegetação descaracterizada pelo fogo subterrâneo ➤ Presença de gramíneas na área de vereda
	2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso no solo ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação de vereda descaracterizada ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo ➤ Cicatrizes de fogo em caules de árvores ➤ Solo desestruturado pela ação do fogo
	6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vegetação de campo limpo ➤ Pequenos sinais de ação do fogo ➤ Solo hidromórfico
	27	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso do solo ➤ Solo hidromórfico com grande concentração de matéria orgânica ➤ Vegetação de área úmida descaracterizada ➤ Sinais do fogo subterrâneo ocorrido em 2016 ➤ MIF realizado em 2014 e 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda
	28	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Área úmida com afloramento de água ➤ Vegetação de campo limpo de vereda ➤ Solo hidromórfico típico de vereda ➤ MIF realizado em 2014 e 2016
	29	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação de campo limpo de vereda ➤ Sinais de fogo superficial com cicatrizes em caules de árvores (buritis) ➤ Curso de água já definido ➤ Presença de buritis em meio à mata
30	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação de mata ciliar e galeria ➤ MIF realizado em 2014 e 2016 ➤ Curso de água (aproximadamente um metro) 	

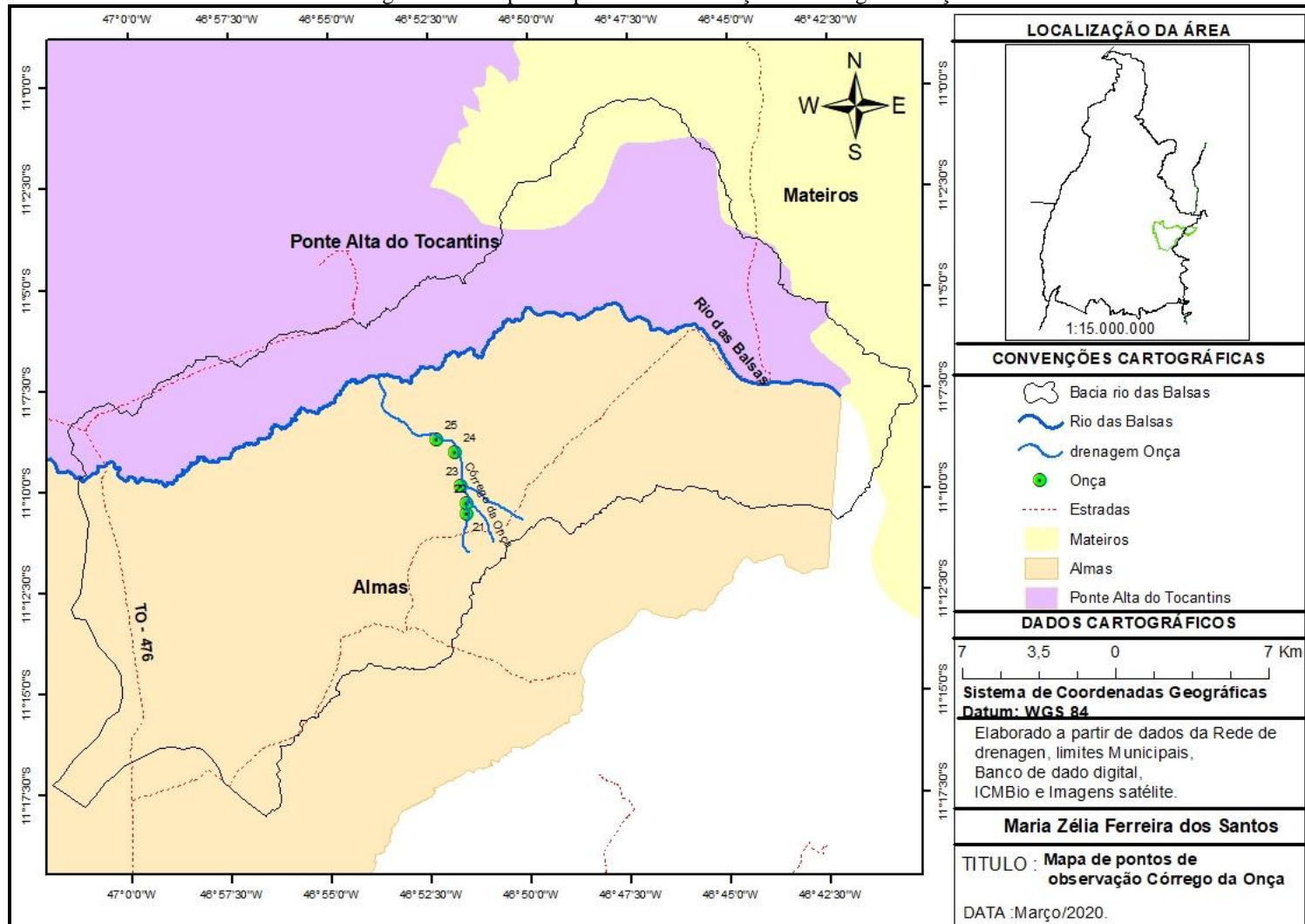
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.1.6 Vereda 06 – Córrego da Onça

A vereda do córrego da Onça está localizada no município de Almas e apresenta-se como uma faixa expressiva de campo limpo de vereda, que acompanha as margens do córrego que deságua no rio das Balsas. Encontra-se na porção sul da EESGT, entre os Morros da Onça e da Matança, com uma altitude entre 524 a 540 metros. A espacialização dessas veredas analisadas em campo pode ser visualizada na Figura 13.

O Quadro 13 traz as observações ambientais encontradas nos 5 (cinco) pontos da vereda do córrego Onça.

Figura 13 – Mapa dos pontos de observação no córrego da Onça



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Quadro 13 - Caracterização da vereda do córrego Onça

Córrego da Onça	Nº de Ponto	Observações Ambientais
	21	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação típica de campo limpo de vereda ➤ Manejo realizado em 2016 ➤ Avanço de sedimentos arenosos sobre a vereda
	22	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso no solo pela ação do fogo em superfície ➤ Vegetação típica de vereda descaracterizada ➤ Solo hidromórfico descaracterizado pela ação do fogo ➤ Campo limpo de vereda assoreado e sufocado por avanços de sedimentos ➤ Cicatrizes de fogo nos caules dos buritis ➤ Sinais de ação do fogo superficial e subterrâneo ocorrido em 2016
	23	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação de campo limpo de vereda e mata ciliar/galeria sem buritis ➤ MIF realizado em 2018 ➤ Leito do rio definido, com água corrente
	24	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação típica de vereda descaracterizada ➤ Campo limpo com alteração ➤ Presença de buritis com cicatrizes de fogo nos caules ➤ Presença de colapso no solo ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo antigo ➤ MIF realizado em 2018 ➤ Presença de pouco sedimentos arenosos superficialmente ➤ Curso d'água definido (aproximadamente 1 metro de largura)
25	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sinais de colapso no solo ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação típica de vereda, campo limpo de vereda ➤ Presença de buritis nas margens do curso d'água principal ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo ➤ Cicatrizes de fogo em caules de árvores ➤ Curso d'água definido (aproximadamente 1 metro de profundidade) ➤ Sinais de gado bovino e equino 	

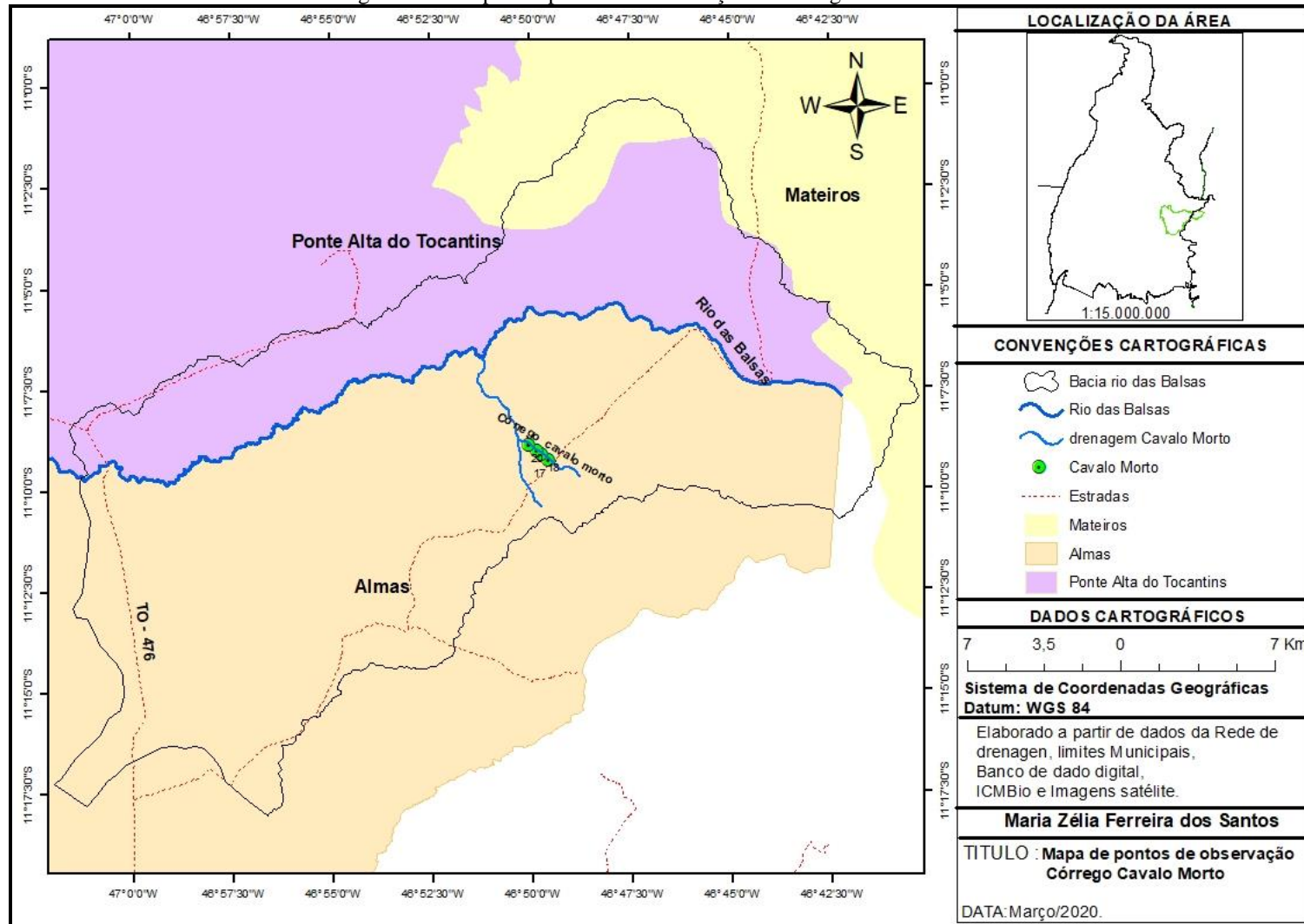
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.1.7 Vereda 07 – Córrego Cavallo Morto

A vereda do córrego do Cavallo Morto está localizada no município de Almas, nas proximidades do Morro do Cavallo Morto, e apresenta uma estreita faixa de vegetação de área úmida, com presença de vegetação típica de vereda, como campo limpo e buritis, em transição para mata. Na porção sul da área de estudo, a altitude varia entre 515 a 540 metros. Os pontos de observação podem ser verificados na Figura 14.

O Quadro 14 traz as observações ambientais encontrada nos 4 (quatro) pontos da vereda do córrego Cavallo Morto.

Figura 14 – Mapa dos pontos de observação no córrego Cavalto Morto



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020)

Quadro 14 – Caracterização da vereda do córrego Cavalto Morto

Córrego Cavalto Morto	Nº Ponto	Observações Ambientais
	17	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação típica de vereda, campo limpo de vereda ➤ Sinais de fogo superficial com cicatrizes de fogo no caule das árvores ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Pequenos sinais de avanço do sedimento arenoso
	18	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação típica de vereda, campo limpo ➤ Presença de buritis com transição para mata ➤ Sinais de fogo superficial no solo ➤ Cicatrizes em caules de árvores
	19	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vegetação de campo limpo típico de vereda ➤ Sinais de fogo superficial ➤ Manejo do fogo realizado em 2018 ➤ Curso de água definido (largura de 50 cm com água transparente e corrente)
	20	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico típico de vereda ➤ Colapso do solo em pequena quantidade ➤ Vegetação típica de vereda, campo limpo de vereda ➤ Poucos buritis em meio à mata ciliar e galeria ➤ MIF realizado em 2018 ➤ Deste ponto a montante, aparece vegetação de campo limpo de vereda ➤ À jusante em direção ao rio das Balsas, a mata vai aumentando juntamente com o curso de água ➤ Curso de água definido (aproximadamente 2 metros de largura com água transparente) ➤ Sinais de fogo superficial no solo e em alguns caules de árvores

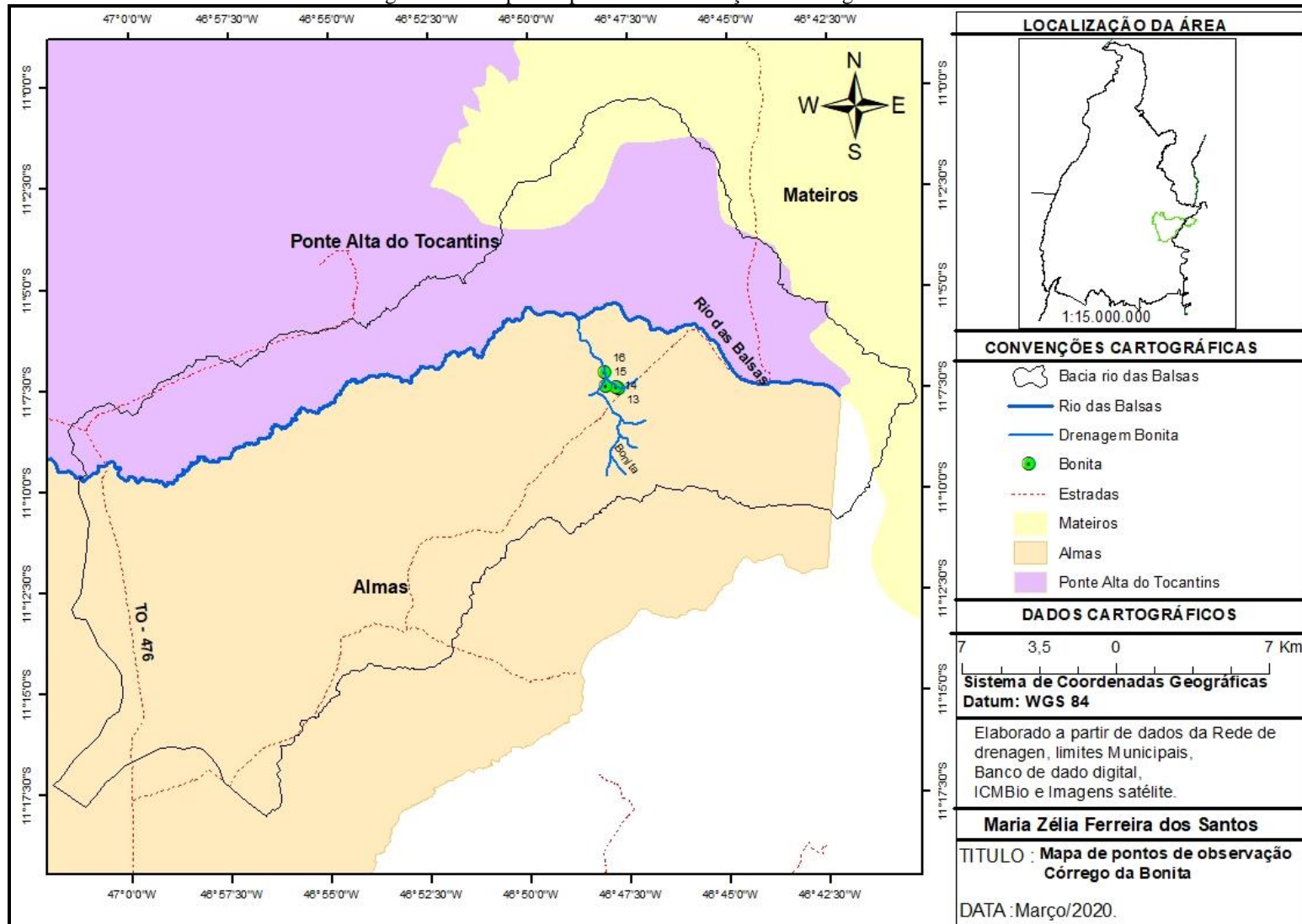
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.1.8 Vereda 08 – Córrego da Bonita

A vereda do córrego da Bonita está localizada no município de Almas, sendo que o córrego fica na porção leste da área de pesquisa, entre os Morros da Bonita e do Cavalto Morto, com altitudes variando entre 545 a 529 metros. Os pontos de observação dessa vereda podem ser observados na Figura 15.

O Quadro 15 traz as observações ambientais encontradas nos 4 (quatro) pontos da vereda do córrego da Bonita.

Figura 15 – Mapa dos pontos de observação no córrego da Bonita



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Quadro 15 - Caracterização da vereda do córrego da Bonita

Córrego Bonita	Nº Ponto	Observações Ambientais
	13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação de campo limpo típico de vereda ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Presença de sedimentos arenosos na vereda
	14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de fogo subterrâneo ➤ Solo compactado ➤ Presença de buritis mortos em decorrência do fogo subterrâneo ➤ Presença de sedimentos arenosos ➤ Solo exposto em questão do fogo subterrâneo ➤ Buritis mortos em decorrência do fogo subterrâneo ➤ Solo exposto pela questão do fogo subterrâneo
	15	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença de colapso no solo ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação típica de vereda, com presença de buritis ➤ Sinais de fogo superficial e subterrâneo ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Presença de sedimentos arenosos ao longo da vereda
	16	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo hidromórfico ➤ Vegetação típica de campo limpo de vereda ➤ Cicatrizes do fogo no caule de árvores ➤ MIF realizado em 2017 ➤ Curso definido

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.2 Análise da conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas

No intuito de apresentar o estado de conservação ambiental das veredas do alto curso da Bacia Hidrográfica do rio das Balsas, ilustrado pela Figura 16, apresenta-se uma análise com base na caracterização ambiental realizada por meio de trabalhos de campo, pela aplicação do NDVI e NDWI e pela análise dos aspectos de uso e ocupação da cobertura vegetal.

Assim, a presente análise traz uma apresentação das condições ambientais de alguns trechos e afluentes do alto curso do rio das Balsas, com as observações realizadas em campo e com destaque nos pontos que apresentam baixo estado de conservação, caracterizado como nível de alteração elevado, e as demais áreas analisadas sugerem um bom estado de conservação ambiental.

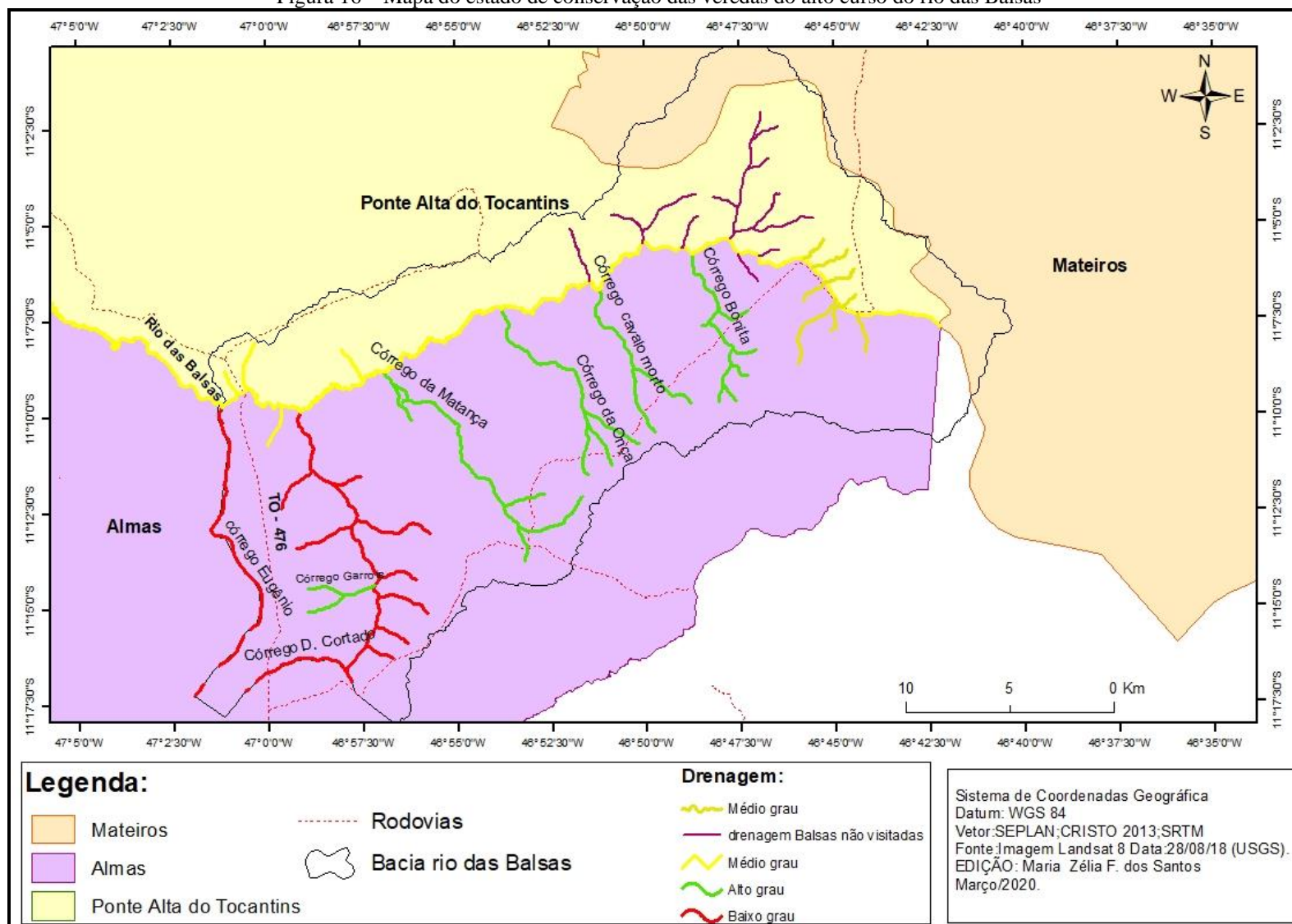
O mapa da Figura 16 representa o estado de conservação das veredas do rio das Balsas. Ele traz uma representação das drenagens, que estão sendo representadas por cores diferentes conforme o estado de conservação, sendo que as drenagens representadas na cor verde demonstram as veredas com alto estado de conservação, que correspondem ao córrego Garrote, Matança, Onça, Cavalo Morto e Bonita.

A cor vermelha representa as drenagens com baixo estado de conservação, que correspondem aos córregos Eugênio e Dedo Cortado.

A cor amarela representa os cursos de água em que foi encontrado médio estado de conservação, que corresponde ao curso principal, o rio das Balsas. Já a cor amarelo escuro representa curso de água com médio estado de conservação, porém essa cor foi realçada para chamar a atenção, pois, embora apresente médio estado de conservação, é uma área que merece atenção especial pelos gestores da unidade, pois se trata da nascente do rio das Balsas, área que se encontra muito degradada.

Já a drenagem na cor roxo representa as veredas localizadas no alto curso do rio das Balsas, local onde não foi realizada o percurso de campo.

Figura 16 – Mapa do estado de conservação das veredas do alto curso do rio das Balsas



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.2.1 Vereda rio das Balsas

Ao longo do rio das Balsas, foram analisados dois trechos, com detalhamento dos pontos de observação e os respectivos estados de conservação: o primeiro junto à cabeceira próximo à Serra da Muriçoca, na porção leste da área, e o segundo na margem esquerda, local da cachoeira da Fumaça I, na porção oeste.

Foram observados seis pontos, sendo que, para esses pontos, a média da vegetação típica encontrada foi de 2,5, considerada como médio estado de conservação, conforme a Tabela 1, em decorrência de apresentar uma vegetação descaracterizada, com presença de árvores não típicas de área de vereda e visto que em alguns locais a vegetação encontrava-se em transição de vereda para mata.

Tabela 1 – Valores atribuídos ao estado de conservação das veredas do alto curso do rio das Balsas

Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI
	Escala de condições			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
7		2				3									3			3	2,5	-0,38	-0,05
8			3			3			3			1						3	2	-0,41	-0,02
9			3			3			3									3	2	-0,43	0,01
10			3		2				3			1						3	0	-0,4	0,007
11			3			3			3										1	-0,46	0,03
12	1									1			1						2	-0,53	0,08
Média	2,5			2,3				2			0,1	1			2			1,6			

OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2 – Médio; 3 – Baixo.

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

No que se refere à ação do fogo nesse trecho, a média encontrada foi de 2,3, considerada com médio estado de conservação, com presença de fogo superficial intenso, alguns exemplares de buritis (*Mauritia flexuosa*) com cicatrizes do fogo e buritis mortos, além de ocorrer na área três tipo de fogo: o aéreo ou de copa, superficial e subterrâneo.

Como nesse trecho a ação do fogo foi bastante degradante, é necessária uma atenção especial pelo ICMBio, pois trata-se da nascente do rio das Balsas. Ainda no intuito de minimizar esse impacto e visando à recuperação da área, faz-se necessário um reflorestamento, com plantio da palmeira buriti e de outras espécies nativas de áreas de veredas.

No trecho do alto curso do rio das Balsas, a média encontrada para o assoreamento foi de 2, considerada médio estado de conservação.

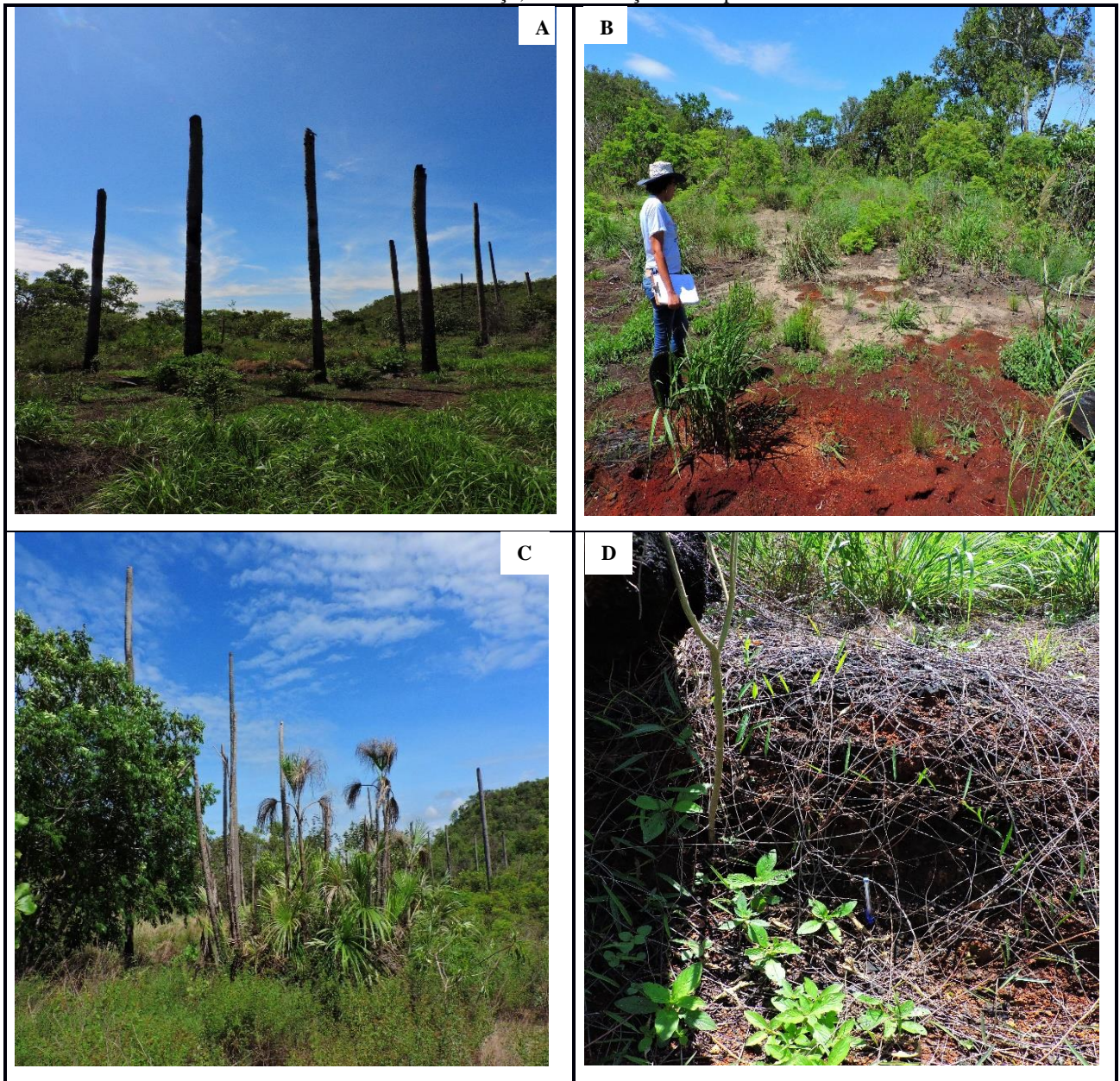
Tendo em vista os seis pontos analisados, todos apresentaram o avanço de sedimentos arenosos no interior da área de vereda, ocasionando o assoreamento e provocando o rebaixamento do lençol freático e sufocamento da vereda.

O solo descaracterizado pela ação do fogo, seja superficial ou subterrâneo, ocasiona a presença de colapso.

No trecho analisado, em alguns locais, eram visíveis os sinais desse fator, sendo que em certos pontos a profundidade atingia aproximadamente 40 centímetros, conforme observado na Figura 17. Sendo assim, a média de conservação para esse item foi de 2, considerada de médio estado de conservação.

Quanto aos aspectos pedológicos, pode-se observar a presença de solo hidromórfico arenoso, descaracterizado pela ação do fogo subterrâneo, e processos erosivos significativos no entorno, com avanço de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada em direção às áreas planas e baixas da vereda, apresentando a possibilidade de sufocar a vegetação típica no campo limpo de vereda, além de assoreamento da drenagem e alterações nas características do solo hidromórfico, com a perda da matéria orgânica e capacidade de armazenamento de água (Figura 17).

Figura 17 – A e B – Vista parcial de alguns fatores de degradação da vereda do rio das Balsas; C – Vista geral da cabeceira do rio Fumaça; D – Presença de colapso no solo



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Rio das Balsas (2018).

Na cabeceira próximo à Serra da Muriçoca, na porção leste da área, embora houvesse expressivos sinais de ação do fogo, em apenas um local foi realizado o manejo no ano de 2016.

Levando em consideração o estado de conservação da vereda do rio das Balsas, ela foi classificada como médio estado de conservação, apresentando média de 1.6. É importante ressaltar que durante o trabalho de campo, foi possível constatar algumas alterações encontradas nessa vereda, como diversos exemplares de buritis destruídos pela ação do fogo.

Assim, é uma área que merece cuidado especial pelo órgão ambiental, pois trata-se da nascente do rio, necessitando ser monitorada e conservada.

Nesse trecho encontrou-se um local que, antes da criação da UC, era utilizado para criação de gado bovino. O pisoteio de animais em área de vereda é um fator negativo para esse subsistema, devido à compactação do solo. Segundo Miranda e Muniz (2009), citados por Warren *et al.* (1986), o pisoteio em solo seco causa a destruição dos agregados de ocorrência natural e compactação na camada superficial do solo.

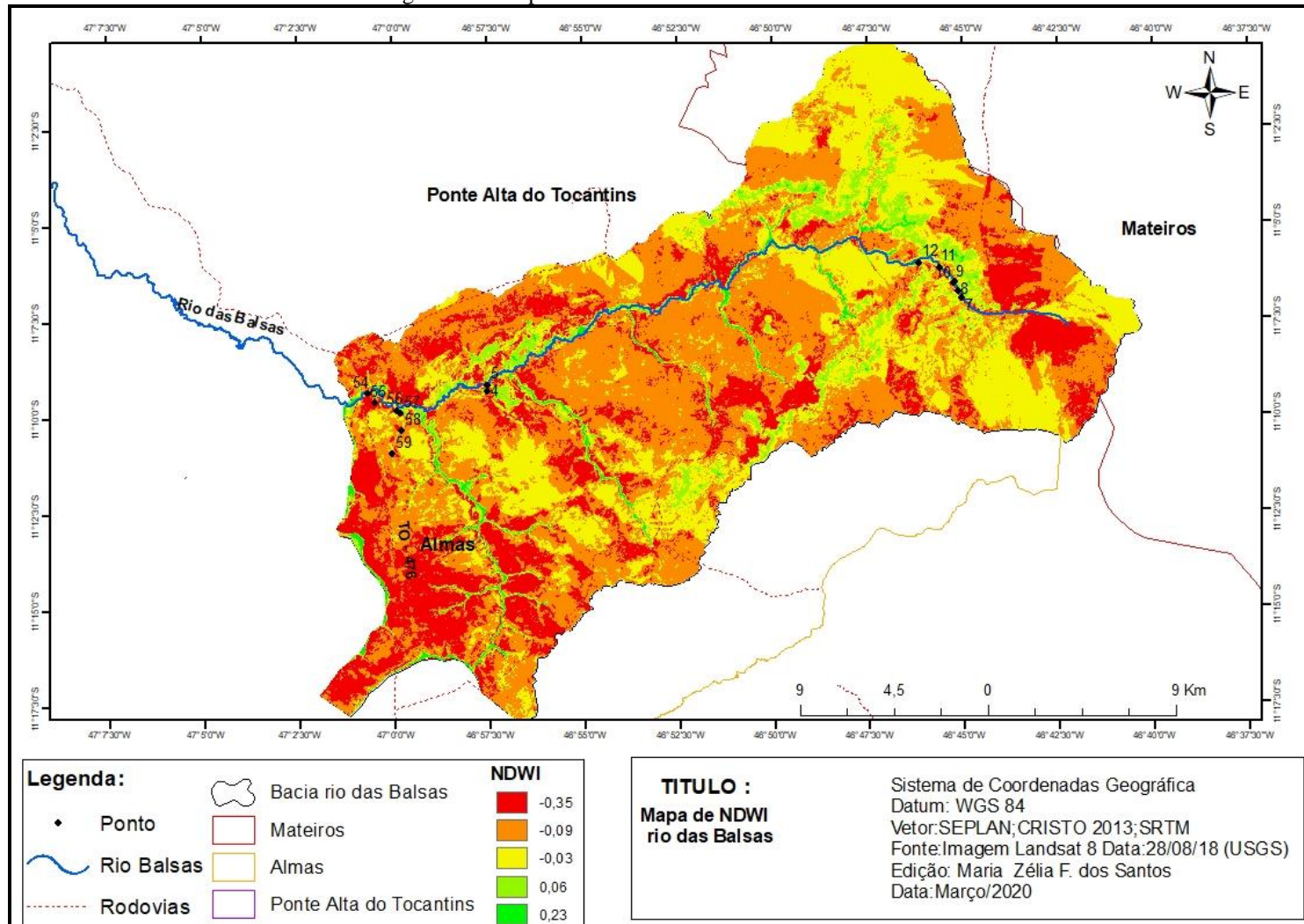
Além da caracterização em campo, foram aplicados os índices de NDVI e NDWI. Os valores de NDWI variaram de -0,05 a 0,08, com predomínio de valores baixos, o que indica uma baixa umidade e, respectivamente, uma baixa presença de cobertura vegetal típica de vereda.

O NDWI no trecho da cabeceira próximo à Serra da Muriçoca, especificamente nos pontos 7 e 8, apresentou classes com valores entre -0,05 a -0,02, o que representa pixels com características de áreas de baixa umidade e pouca presença de corpos hídricos (Figura 18).

Já nos pontos 9 ao 12 ocorreram classes com valores variando de 0,01 a 0,08. Os valores positivos de NDWI (>0.0) correspondem aos corpos hídricos, ressaltando a presença de área úmida.

A espacialização dos pontos de observação e o NDWI dessa vereda podem ser visualizados na Figura 18.

Figura 18 – Mapa de NDWI no alto curso do rio das Balsas



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Outro elemento utilizado nessa análise foi o comportamento espectral dos alvos, por meio da aplicação do NDVI, que nos seis pontos observados na cabeceira do rio das Balsas apresentaram classes com valores variando entre -0,38 a -0,53, os quais correspondem a uma área com solo exposto, que predomina em todo o trecho. A espacialização dos pontos de observação e o NDVI dessa vereda podem ser visualizados na Figura 19.

Já na porção oeste, em específico nas proximidades da Cachoeira da Fumaça I, foram percorridos seis pontos, sendo que a média encontrada para a vegetação típica foi de 2,8, considerada assim como baixo estado de conservação, conforme a Tabela 2, apresentando uma vegetação de campo limpo descaracterizada pela entrada de sedimentos arenosos em direção à área de vereda.

Tabela 2 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental das veredas do alto curso do rio das Balsas

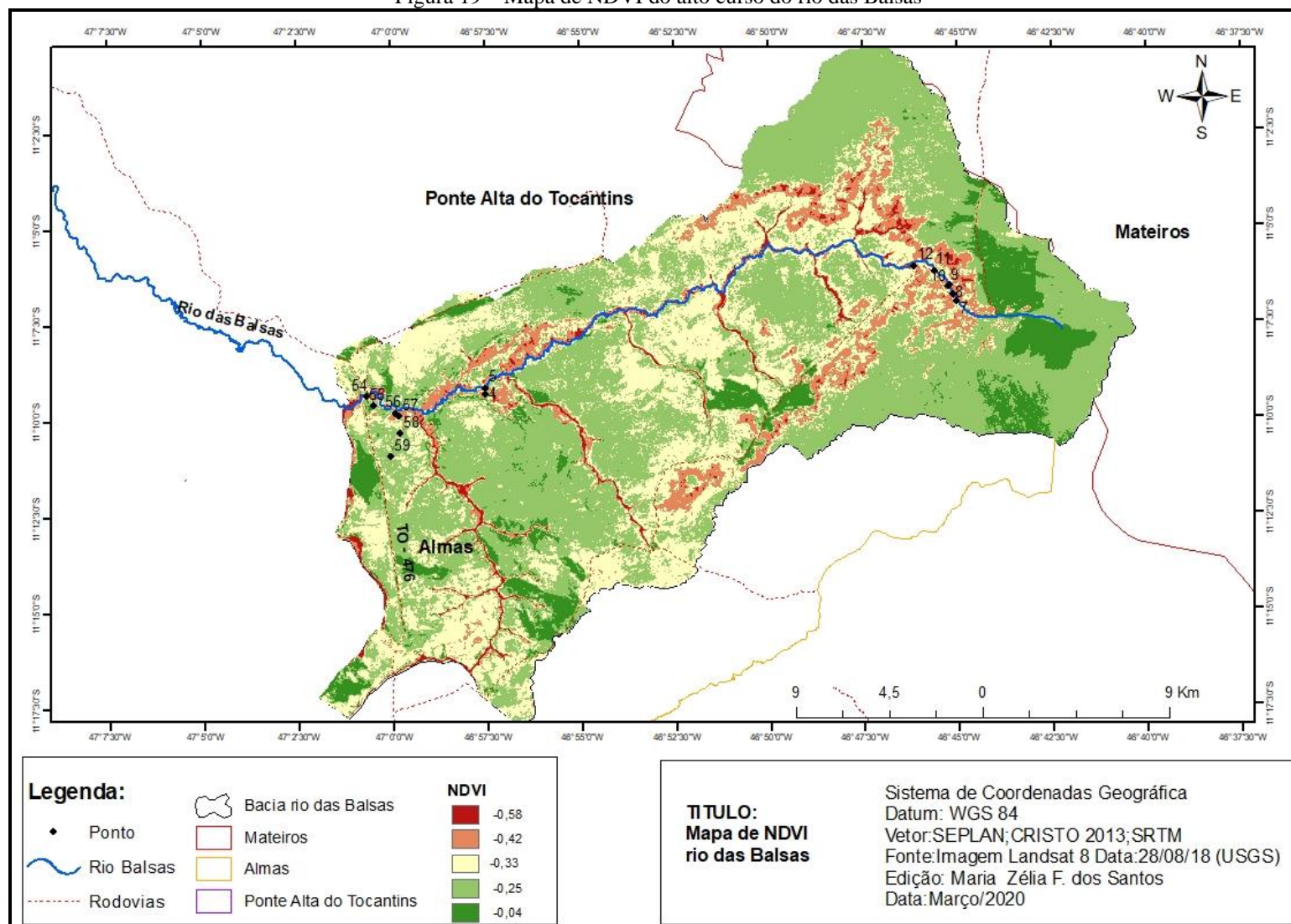
Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI	
	Escala de condições			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
4	1					3							1					3	2,8	-0,57	0,19	
5			3			3	1												3,1	-0,38	-0,02	
54			3					2					2						2,1	-0,32	-0,13	
55	1					3		2					2					3	0	-0,35	-0,11	
56	1				2			2					2					3	2,5	-0,35	-0,49	
57			3		3			2					3					3	2,5	-0,34	-0,07	
58		2			2				3				2							-0,52	-0,04	
59			3		3				3				3					3		-0,2	-0,07	
Média	2,8				3,1			2,1					0					2,5		2,5		2,1

OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2- Médio; 3 – Baixo.

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

No que se refere à ação do fogo, a área apresentou média de 3,1, considerado baixo estado de conservação, em decorrência da ação do fogo superficial e subterrâneo. Esses sinais são visíveis nos caules de árvores, com cicatrizes nos buritis em recuperação, no solo exposto e colapso no solo.

Figura 19 – Mapa de NDVI do alto curso do rio das Balsas



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

O colapso no solo surge em decorrência da ação do fogo superficial e subterrâneo. A média encontrada para esse item foi 2,5, considerada médio estado de conservação. O solo típico encontrado no local foi o hidromórfico, característico das áreas de vereda, sendo que em alguns pontos encontrava-se descaracterizado pelo fogo subterrâneo e sedimento arenoso. Considerando o estado de conservação ambiental, a média foi de 2,5, classificada como médio estado de conservação.

Os sinais de assoreamento apresentaram média de 2,1, considerada médio estado. Em alguns pontos havia sinais significativos de avanço de sedimentos arenosos em ambos os lados da vereda, avançando também para o solo típico da área. Em outros locais, os avanços de sedimentos eram pela declividade do terreno e pela ação de animais domésticos, como porcos.

Quanto ao estado de conservação encontrado no trecho do baixo curso, foi de 2,1, considerado como médio estado de conservação. Ressalta-se que é um trecho muito impactado pela ação do fogo, seja ele superficial ou subterrâneo, merecendo, portanto, uma atenção especial dos gestores da EESGT.

Além desses fatores analisados em campo, foram aplicados os índices NDVI e NDWI. Os valores de NDWI (Figura 18) foram alterando de -0,13 a - 0,07, que indicam área com baixa umidade e pouca presença de corpos hídricos. Sendo assim, pode-se dizer que os valores baixos podem estar associados ao período de aquisição da imagem, que foi de agosto de 2018, época em que ocorre menor reflectância.

Quanto aos valores do NDVI (Figura 19) encontrados nesse trajeto de campo, conforme a Tabela 2, variaram de -0,32 a -0,20, correspondentes à baixa densidade de cobertura de vegetação. Esses baixos valores no índice foram comprovados durante a realização do trabalho de campo, mostrando que esses pontos foram os locais em que as veredas se encontravam descaracterizadas, com a presença de solo exposto e ausência de vegetação.

Diante dos dados coletados em campo, observa-se que o avanço no processo de degradação nessa área de vereda vem sendo em decorrência da ação do fogo superficial, subterrâneo e de aérea (copa), que ocorreram entre os anos de 2014 a 2016. Isso provocou a perda da matéria orgânica no solo, a mortandade de buritizais, a descaracterização da área com a queima e o avanço de sedimentos arenosos em direção à vereda, provocando o sufocamento e o surgimento de vegetação que não se caracteriza como vegetação típica.

4.2.2 Vereda córrego Eugênio

Ao longo do córrego Eugênio foram percorridos 15 pontos, nos quais ocorreu a análise de vários fatores de conservação observados durante o trabalho de campo, dentre eles a vegetação típica, que se encontrava com média de 5,1, considerada baixo estado de conservação, conforme a Tabela 3.

Essa vegetação foi identificada como campo limpo de vereda descaracterizado, com presença de buritis com cicatrizes de fogo e alguns exemplares de buritis mortos, outra vereda descaracterizada em função do processo erosivo e outra em recuperação.

Tabela 3 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental das veredas do Córrego Eugênio

Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI	
	Escala de condições																					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
60			3			3			3	1					3			3	5,1	-0,29	-0,11	
61			3			3			3	1					3			3	6,3	-0,25	-0,09	
62	1				2					1			1						6,3	-0,28	-0,16	
63	1				2				3	1			1				2		2,3	-0,42	-0,01	
64	1					3				1			1						4,6	-0,13	-0,35	
65			3			3			3	1			1				3		4,5	-0,26	-0,16	
66			3			3			3	1				2			3			-0,22	-0,13	
67			3						3						3					-0,29	-0,08	
68	1				2				3	1			1							-0,24	-0,07	
69	1					3		2		1			1							-0,21	-0,11	
70		2				3			3	1			1					3		-0,26	-0,08	
71			3			3			3	1					3			3		-0,23	-0,13	
72			3			3			3	1					3			3		-0,18	-0,12	
73	1					3			3	1			1				2			-0,37	-0,01	
74		2			2				3	1					3		2			-0,36	-0,11	
Média	5,1				6,3				6,3				2,3				4,5		4,8			

OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2- Médio; 3 – Baixo.

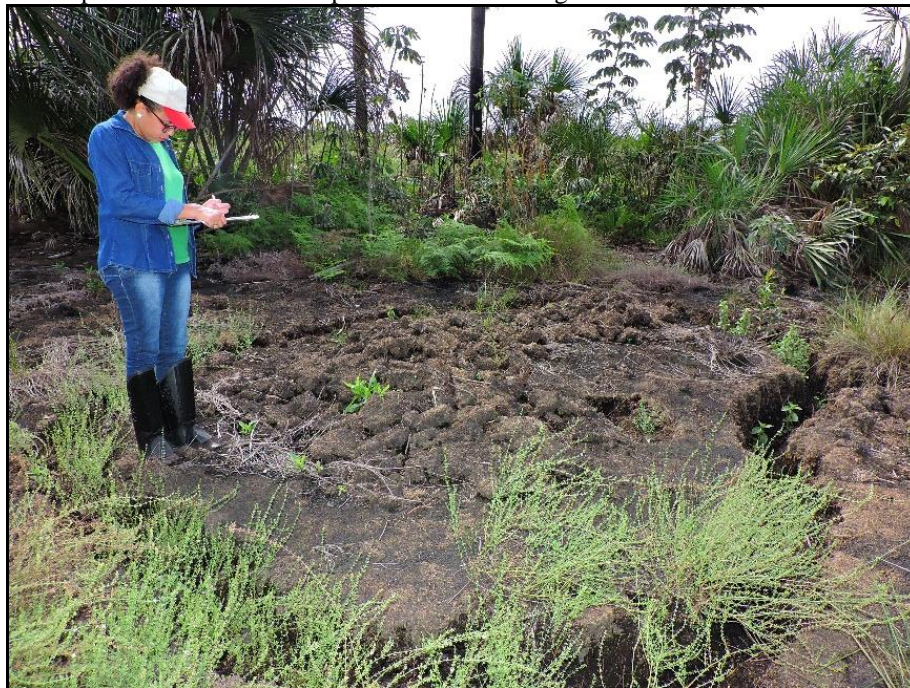
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

A ação do fogo apresentou média de 6,3, considerada como baixo estado de conservação. Em todos os pontos observados em campo, havia sinais expressivos de fogo superficial e subterrâneo, ocorrido entre os anos de 2017 e 2018. Observa-se que a ação do fogo ocorre em consequência da queima subterrânea.

De acordo com informações verbais dos brigadistas que acompanharam os trabalhos de campo, o fogo ocorreu no mês de setembro de 2017. No intuito de controlar o fogo para

que não avançasse para outras áreas da vereda, observou-se que foram construídos “canais” de aproximadamente 40 centímetros de profundidade, conforme mostra a Figura 20.

Figura 20 – Vista parcial de canais feitos para o combate de fogo subterrâneo na vereda do córrego Eugênio



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Eugênio (2018).

As ações do fogo também eram evidentes nos caules e troncos das árvores, sendo que alguns buritis se encontravam mortos. Observa-se que o fogo, seja ele superficial ou subterrâneo, ocasiona consequências negativas para esse ambiente, como: a redução da umidade do solo, resultando em sua compactação; desencadeia o processo erosivo, o que provoca a degradação do solo; aumenta a liberação de dióxido de carbono; a poluição das nascentes, das águas subterrâneas e das veredas em geral.

Na vereda do córrego Eugênio, embora seja uma área na qual foi realizado o manejo do fogo em 2017 e 2018, ainda são visíveis os sinais das queimadas. Sendo assim, a média encontrada para esse item foi de 2,3, considerada como médio estado de conservação.

De acordo com Barradas *et al.* (2015), nas áreas manejadas, a passagem do fogo é nitidamente menos severa, com combustão especialmente do combustível fino seco.

Já na paisagem pós-incêndio, o cenário é outro: morte de mudas; morte da parte aérea dos indivíduos arbóreos, herbáceos e subarbustivos e solo altamente exposto.

As ações do Manejo Integrado do Fogo – MIF são fundamentais no propósito de combater os incêndios florestais, que muitas vezes destroem a vegetação nativa nas áreas de

veredas, provocando impacto irreversível ao solo. A EESGT conta com o MIF para prevenção, combate e controle dos incêndios florestais.

Na vereda do córrego Eugênio, dos 14 pontos percorridos, apenas em um local não foram observados sinais de fogo subterrâneo. Nos demais era expressiva a ação superficial do fogo. Sendo assim, essa vereda é considerada em baixo estado de conservação, pois o fogo avança também abaixo da superfície, queimando as raízes e toda a matéria orgânica em profundidade no solo, provocando a morte de vegetais e possibilitando o colapso do solo com o seu rebaixamento e a perda de matéria orgânica no local.

De acordo com Volue e Padilha (2016), o colapso do solo é um fenômeno que gera um recalque rápido e muito acentuado, caracterizado por uma diminuição brusca do índice de vazios, geralmente ocasionada pelo aumento do teor de umidade do solo (sem que haja necessariamente o aumento de sobrecarga).

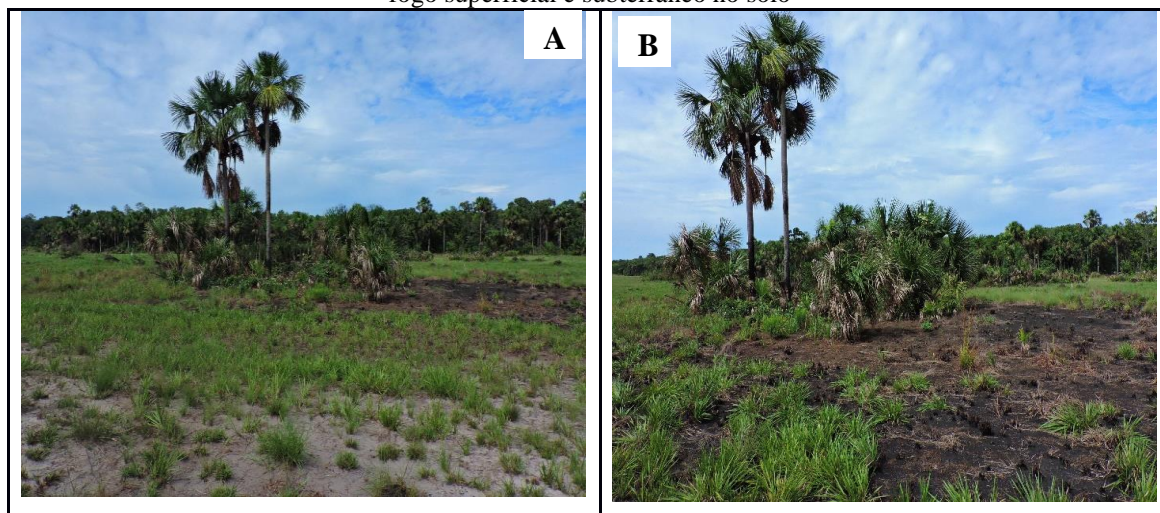
O colapso do solo foi um fator observado na vereda do córrego Eugênio, com a presença de aberturas no solo, ocasionadas em consequência do fogo superficial e subterrâneo. Para os pontos percorridos em campo, a média foi de 4,5, considerada como baixo estado de conservação.

No entorno da vereda do córrego Eugênio, o assoreamento apresentou média de 6,3, considerada como baixo estado de conservação. Nessa área, observou-se a entrada de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada com granulometria fina em direção à área de vereda, provocando o seu sufocamento e ocasionando o assoreamento da drenagem.

Esses sedimentos causam alterações nas características do solo pela perda da matéria orgânica, podendo causar a redução da capacidade de retenção de água no solo e a diminuição de umidade no local em períodos secos, prejudicando a fauna e a flora do ecossistema local, conforme ilustra a Figura 21.

Outro ponto que merece destaque foi observado na cabeceira do córrego, onde se visualizou o avanço intenso de sedimentos arenosos em direção à área de vereda.

Figura 21 – A – Entrada de sedimentos arenosos em direção à vereda do córrego Eugênio; B – Sinais da ação do fogo superficial e subterrâneo no solo



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Eugênio (2018).

Em termos de aspectos pedológicos, observou-se a presença do solo hidromórfico, caracterizado pela coloração escura com grande deposição de matéria orgânica nas proximidades do córrego.

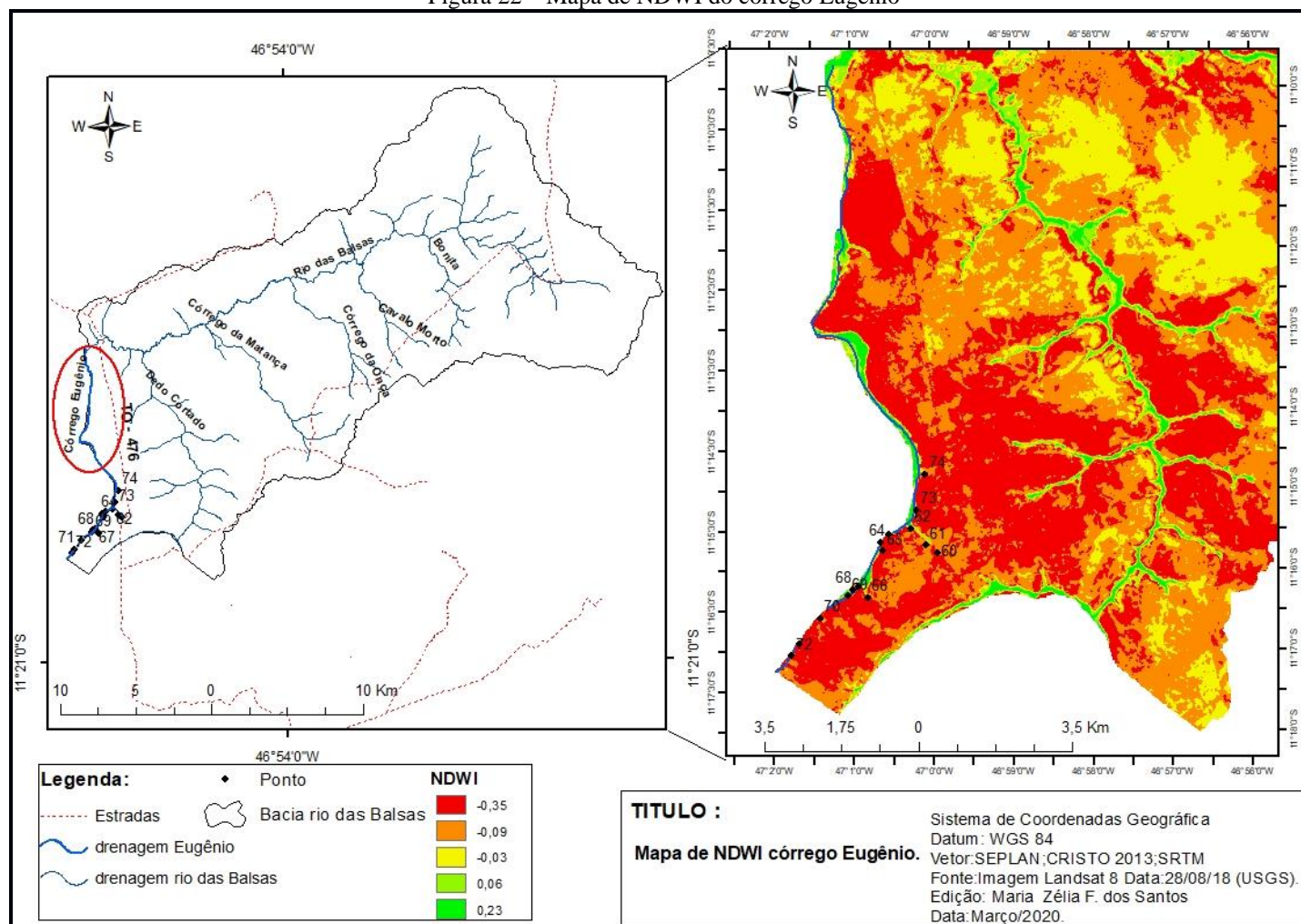
Quanto ao estado de conservação da vereda do córrego Eugênio, classificou-se como baixo estado de conservação, apresentando média de 4,6. Isso se deve ao fato de a área se apresentar muito impactada pela ação de fogo superficial e subterrâneo e pela entrada de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada, que provocam o sufocamento da vereda. Portanto, os trabalhos de manejo realizados na área são de grande importância para a sua preservação, pois ajudam quando as ações do fogo ocorrem na área, seja de forma natural ou proveniente de outros locais.

Sobre ao NDWI, apresentou classes com valores variando entre -0,09 até -0,16. Os valores negativos correspondem à área com pouca presença de corpos hídricos. A espacialização dos pontos de observação e o NDWI da vereda do córrego Eugênio podem ser visualizados na Figura 22.

O NDVI apresentou valores variando de -0,18 a -0,37. Observa-se que as áreas de solo exposto e vegetação menos densa predominam em toda a região.

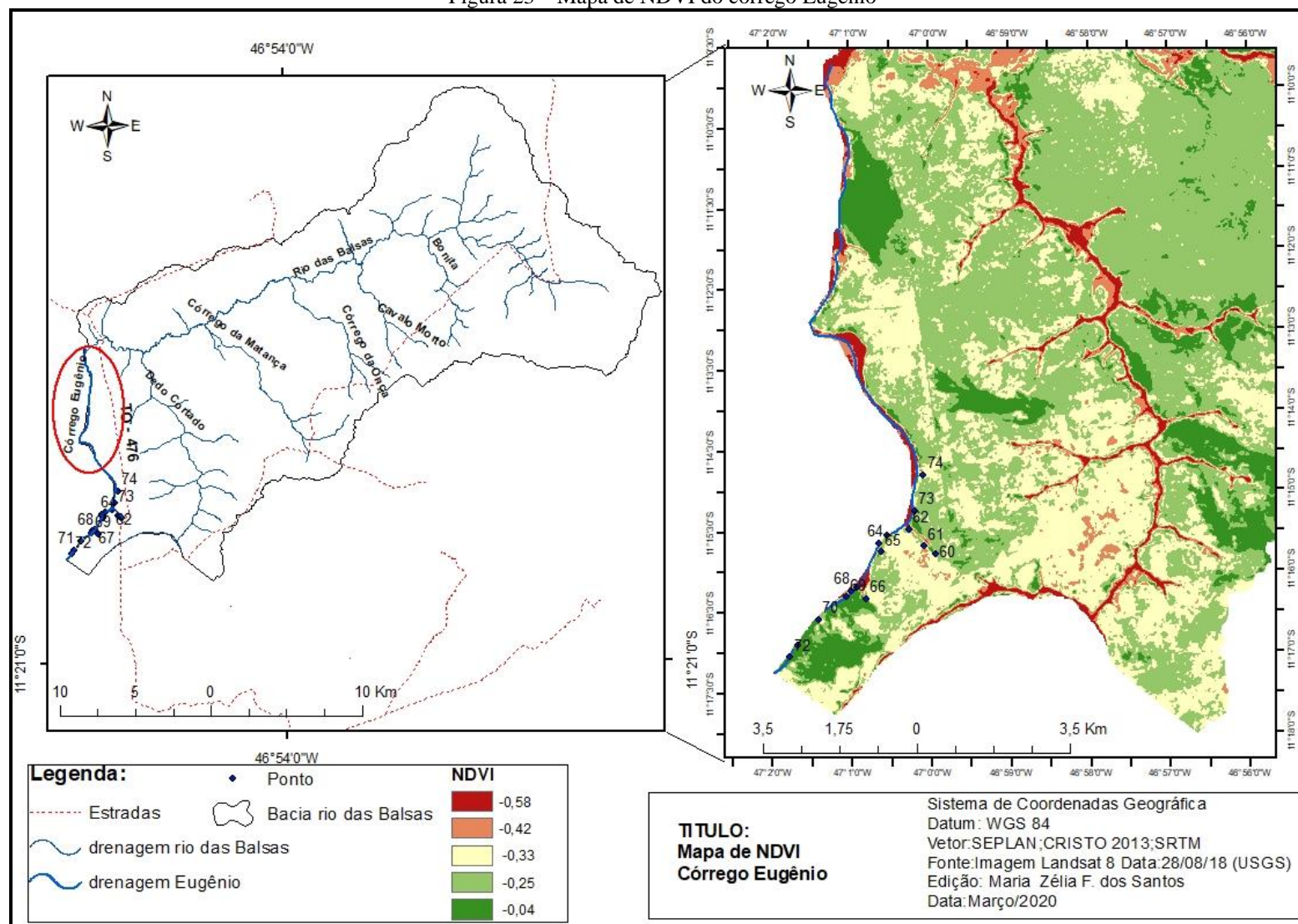
A espacialização dos pontos de observação e o NDVI da vereda do córrego Eugênio podem ser visualizados na Figura 23.

Figura 22 – Mapa de NDWI do córrego Eugênio



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Figura 23 – Mapa de NDVI do córrego Eugênio



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.2.3 Vereda Córrego Dedo Cortado

Na vereda do córrego Dedo Cortado, dos 18 (dezoito) pontos percorridos em campo, a média da vegetação foi de 5,8, considerada como baixo estado de conservação, conforme a Tabela 4. A vegetação típica apresentou-se como campo limpo de vereda, descaracterizado pela entrada de vegetação de brejo, mata, embaúba, samambaia e surgimento de vegetação arbustiva e buritis em meio à mata ciliar.

De acordo com Cristo (2010), em termos de cobertura vegetal, observa-se um alinhamento de vegetação de porte arbóreo junto ao canal fluvial, com predomínio de exemplares de buritis e, no entorno, ainda fazendo parte da vereda, uma vegetação de gramínea como um campo limpo hidromórfico típico de área baixa, plana e úmida com exemplares de capim dourado. No entorno da vereda, a vegetação que se apresenta é de Cerrado Senso Stricto, com árvores e arbustos adensados no terreno.

Tabela 4 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental da vereda do Córrego Dedo Cortado

Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
31	1					3			3						3			3	5,8	-0,41	-0,09	
32	1												1						7,6	-0,32	-0,1	
33	1				2								1						7,3	-0,43	-0,08	
34	1				2				3				2						2	-0,53	0,08	
35			3			3			3				2					3	6	-0,32	-0,04	
36	1					3			3						3				5,5	-0,72	0,34	
37			3			3			3	1					3			3		-0,69	0,33	
38			3			3			3	1					3			3		-0,29	-0,04	
39			3			3			3	1					3			3		-0,36	-0,09	
40			3			3			3	1					3			3		-0,29	-0,08	
41			3			3			3	1								3		-0,43	0,02	
43	1					3		2		1					3					-0,67	0,29	
44			3			3			3	1								3		-0,3	-0,07	
45	1								3	1										-0,44	-0,04	
46	1					3				1					3					-0,55	0,12	
47	1					3			3	1					3			3		-0,52	0,11	
48			3			3			3	1					3			3		-0,53	0,11	
49		2				3			3	1								3		-0,32	-0,12	
Média	5,8					7,6			7,3				2		6			5,5		5,7		

OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2- Médio; 3 – Baixo.

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

A ação do fogo nessa vereda apresentou média de 7,6, considerada baixo estado de conservação. Em todos os pontos observados, foram visíveis e significativos os sinais da ação do fogo superficial e subterrâneo, principalmente na vegetação de porte arbóreo, que apresentava sinais de cicatrizes do fogo em seus troncos, galhos e folhas.

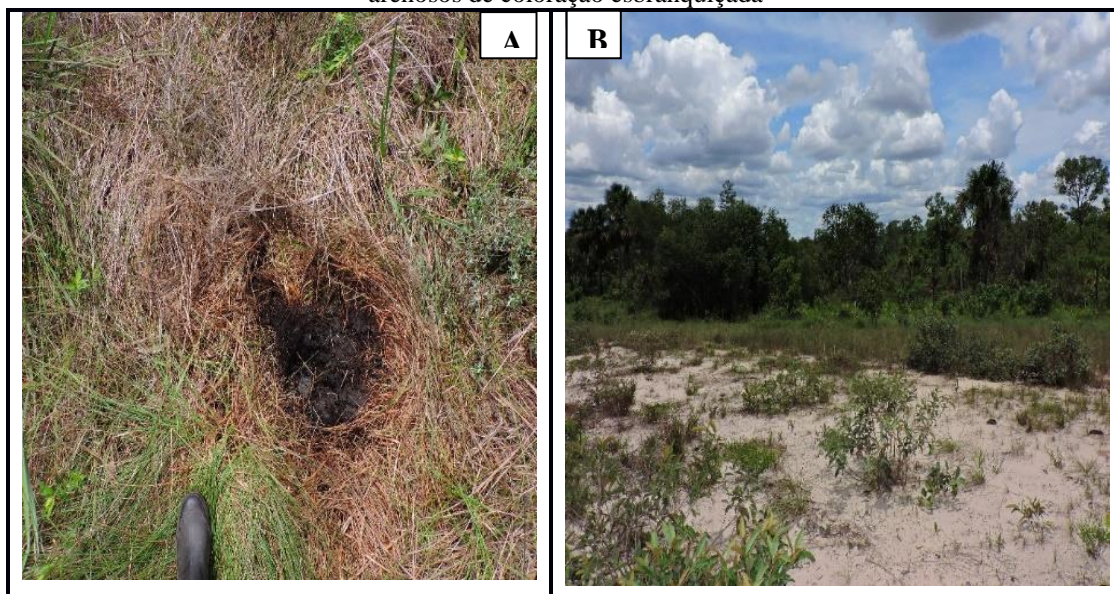
Em alguns pontos era nítida a ação de queimadas, que avançaram degradando a matéria orgânica presente no solo pelo fogo subterrâneo, causando impactos como a diminuição da capacidade de retenção de água e o rebaixamento por meio do colapso do solo. Esses impactos são visíveis na margem esquerda do Dedo Cortado e na cabeceira de um braço desse afluente.

Em consequência da ação do fogo ocorrido, os sinais de colapso no solo são muito expressivos, apresentando média de 5,5, considerada baixo estado de conservação. Deste modo, a presença do colapso no solo acaba facilitando o avanço de sedimentos arenosos sobre as veredas, causando o sufocamento da vegetação e o assoreamento das drenagens.

Em alguns pontos do córrego, como a margem esquerda, na cabeceira de um afluente do Dedo Cortado, área de confluência de um subafluente do Dedo Cortado, foram realizadas ações do MIF nos anos de 2014 e 2016, trabalho que previne incêndios florestais de grandes proporções e de significativas consequências ambientais para as veredas.

As características pedológicas encontradas na vereda apresentaram média de 6, considerada baixo estado de conservação. No local encontra-se solo hidromórfico escuro com acúmulo de matéria orgânica presente nas áreas úmidas, planas e baixas das veredas e de um depósito de sedimentos arenosos com granulometria fina de cor esbranquiçada, conforme a Figura 24.

Figura 24 – A – Solo hidromórfico encontrado na vereda do córrego Dedo Cortado; B – Presença de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Dedo Cortado (2018).

Na vereda do córrego Dedo Cortado, a média para o assoreamento foi de 7,3, considerada de baixo estado, tendo em vista a presença significativa de sedimentos arenosos recobrimdo o solo e a vegetação da vereda e no meio do campo limpo (gramínea). Em outros locais havia o avanço de sedimentos arenosos provocado pelo escoamento superficial, além da presença de assoreamento e entrada de sedimentos arenosos em direção à área de vereda, provocando, assim, o seu sufocamento e ocasionando a descaracterização da área.

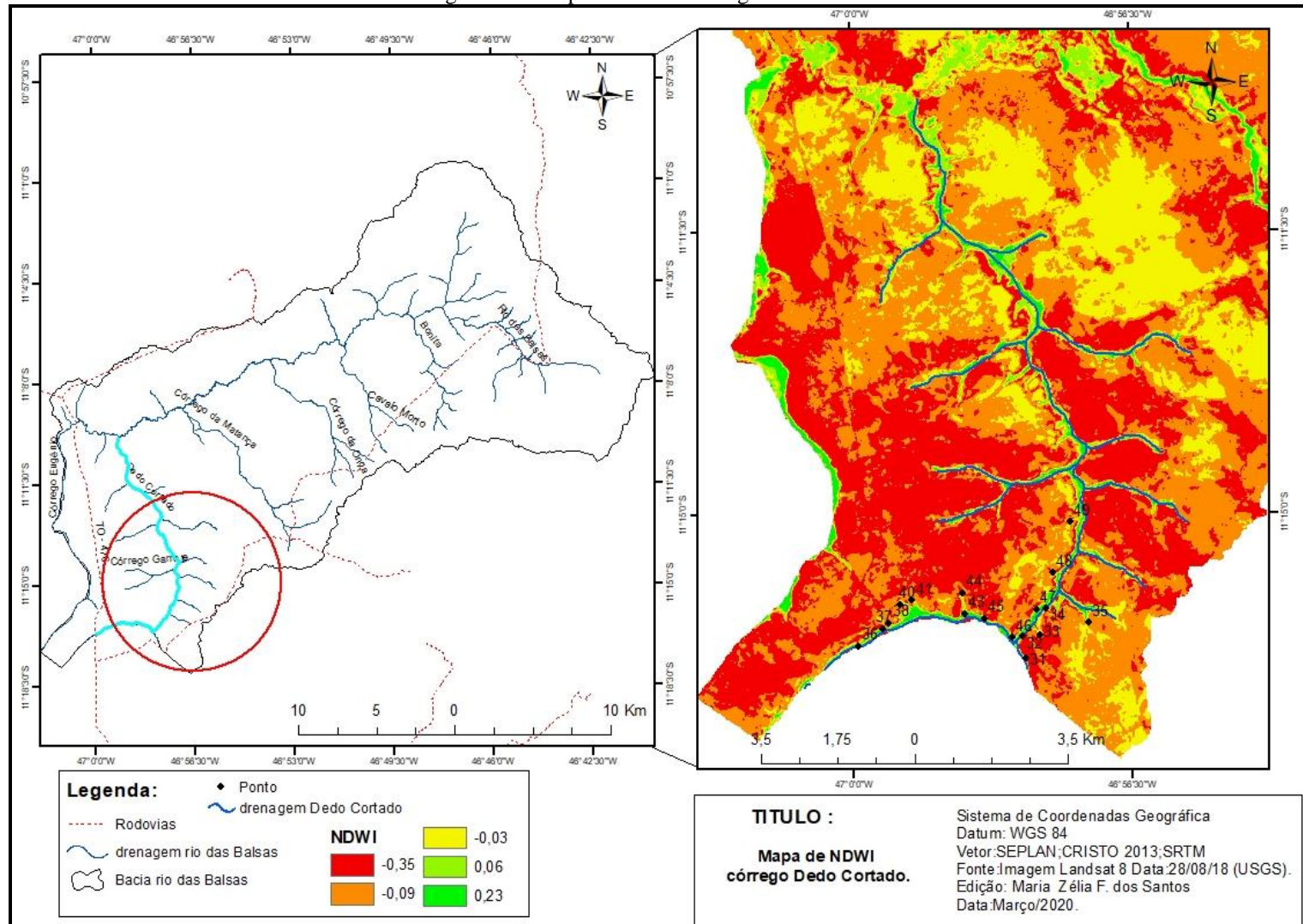
De maneira geral, a vereda do córrego Dedo Cortado encontrava-se bastante descaracterizada na maioria dos trechos visitados. Sendo assim, o estado de conservação dessa vereda apresentava média de 5,7, considerada como baixo estado de conservação.

O NDWI em 8 (oito) pontos apresentou classes com valores variando de 0,02 a 0,34. Os valores positivos de NDWI (>0.0) correspondem à presença de corpos hídricos, ressaltando a presença de fluxo e massa d'água nos cursos de águas. Essas informações foram confirmadas em campo, pois nesses locais observou-se a presença de solo hidromórfico úmido característico de área de vereda.

Os valores negativos de -0,1 a -0,09 foram encontrados em 8 (oito) pontos referentes às áreas de solo exposto, em decorrência de fogo superficial e subterrâneo, bem com vegetação menos densa de campo limpo de vereda.

A espacialização do NDWI nos locais de observação pode ser visualizada na Figura 25.

Figura 25 – Mapa de NDWI córrego Dedo Cortado



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

O NDVI apresentou valores variando entre -0,32 a -0,72, demonstrando que as áreas de solo exposto e vegetação menos densa predominam na vereda. As áreas possuem a cobertura vegetal mais densa, assim como estão na espacialização do NDVI, Figura 26.

4.2.4 Vereda Córrego Garrote

Na vereda do córrego Garrote, afluente do córrego Dedo Cortado, foram descritos 4 (quatro) pontos. Para esses pontos, a média da vegetação típica foi de 1,3, considerada como alto estado de conservação, conforme a Tabela 5. A vegetação típica em dois pontos apresentou-se como campo limpo de vereda descaracterizado e outros dois locais com vegetação de campo limpo tipo de área de vereda e presença de fitofisionomia herbácea e com raros arbustos e buritis em meio à mata, sendo que um local apresentou vegetação ciliar.

Tabela 5 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental da vereda do Córrego Garrote

Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI
	Escala de condições			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
50	1				2			2					1						1,3	-0,39	-0,03
51	1					3			3	1					3				1,8	-0,30	-0,06
52			3			3			3	1					3			3	1,8	-0,22	-0,14
53			3			3			3	1			1					3	0,5	-0,39	-0,07
																			1,3		
																			1		
Média	1,3					1,8			1,8			0,5			1,3			1	1,2		

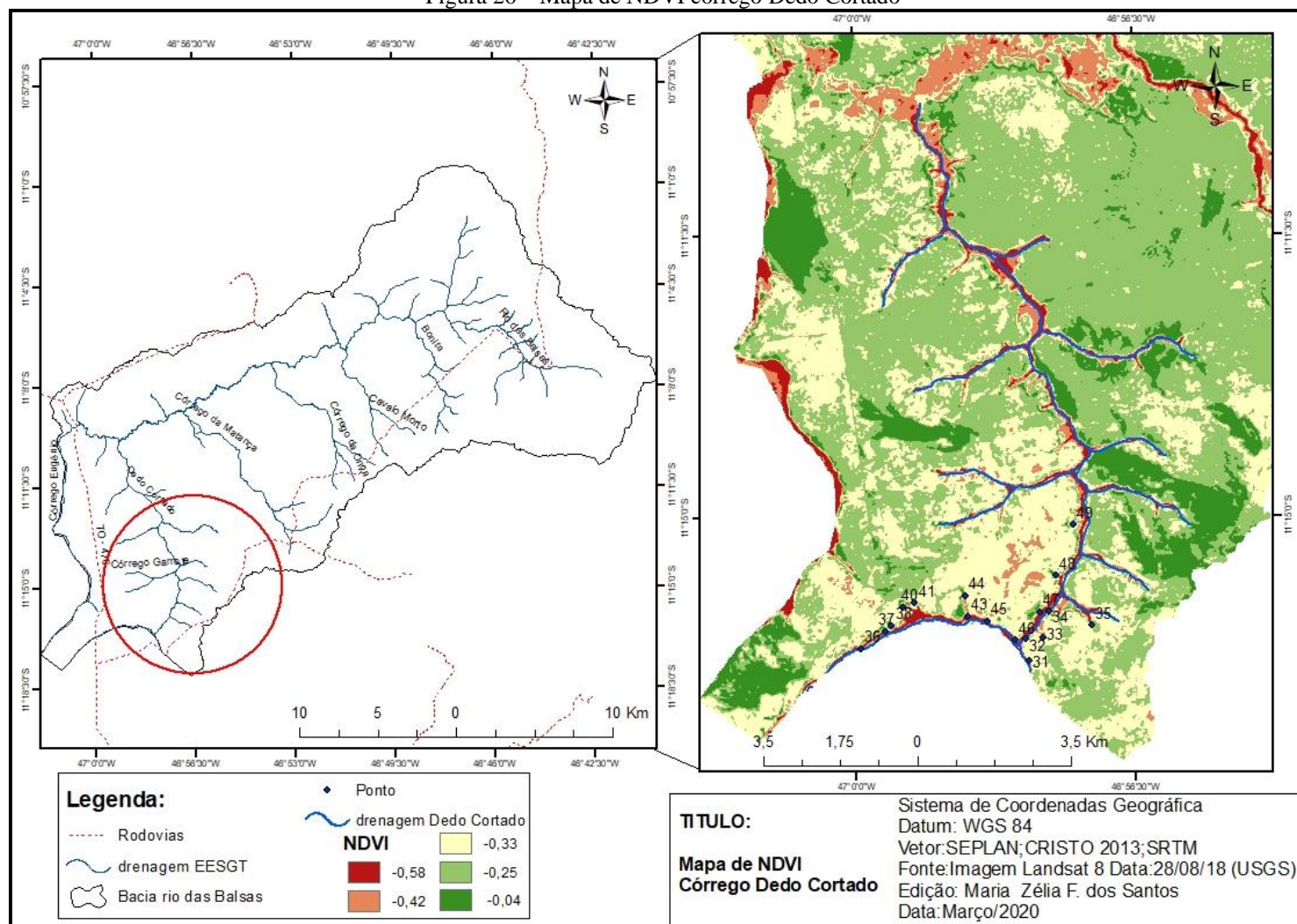
OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2- Médio; 3 – Baixo.

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

No que se refere à ação do fogo na vereda do córrego Garrote, a média foi de 1,8, considerado médio estado de conservação, com sinais de fogo superficial e subterrâneo de 2014.

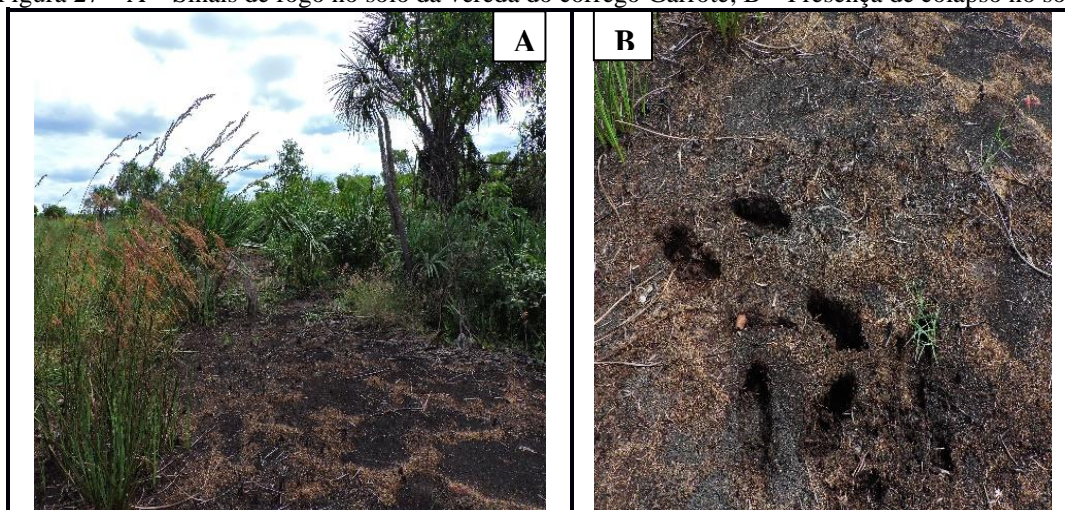
O fogo que afetou a vereda deixou cicatrizes nos troncos e galhos da vegetação de porte arbóreo, como os buritis e demais exemplares vegetais, prejudicando o crescimento das plantas, além de danificar as raízes e provocar a queima da matéria orgânica em profundidade no solo. Isso pode provocar até a morte dos indivíduos e ainda facilitar o colapso do solo com o seu rebaixamento pela perda de matéria orgânica, conforme ilustra a Figura 27.

Figura 26 – Mapa de NDVI córrego Dedo Cortado



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Figura 27 – A – Sinais de fogo no solo da vereda do córrego Garrote; B – Presença de colapso no solo



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Garrote (2018).

A ação do fogo provoca no solo várias alterações, dentre elas o colapso pela queima subterrânea. No córrego Garrote, os quatro pontos observados apresentam-se com média de 1, considerado com alto estado de alteração.

Nessa vereda, embora existissem sinais de fogo, houve intenso trabalho da equipe de manejo no ano de 2016, sendo que, após esses esforços, o fogo não tinha voltado a adentrar na área, demonstrando a importância do MIF para prevenção, combate e controle do fogo. A média foi de 0,5, considerada alto estado de conservação.

No que se refere à presença de sedimentos, observou-se a entrada de poucos sedimentos arenosos em direção à área, possibilitando o assoreamento da drenagem e alteração do solo pela perda da matéria orgânica e de umidade por acúmulo de areia. Nesse contexto, a perda de matéria orgânica, tanto pelo efeito do fogo quanto pelo acúmulo de sedimentos arenosos, pode causar alterações nas condições ambientais naturais, prejudicando a fauna e a flora locais. O estado de conservação para o assoreamento apresentou valor de 1,8, considerado médio estado de conservação.

Acerca dos aspectos pedológicos, observou-se a presença de solo hidromórfico de coloração escura, com deposição de matéria orgânica junto ao córrego Garrote. Nas proximidades da vereda, percebeu-se a deposição de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada com granulometria fina, provocando o sufocamento da vegetação típica da vereda. Para essa área, a média encontrada foi de 1,3, considerada alto estado de conservação.

Na vereda do córrego Garrote, afluente do rio das Balsas, dos quatro pontos percorridos, dois apresentavam curso de água definido, com aproximadamente 2,5 metros, com água transparente, e outro com 0,5 metro de largura e 20 cm de profundidade.

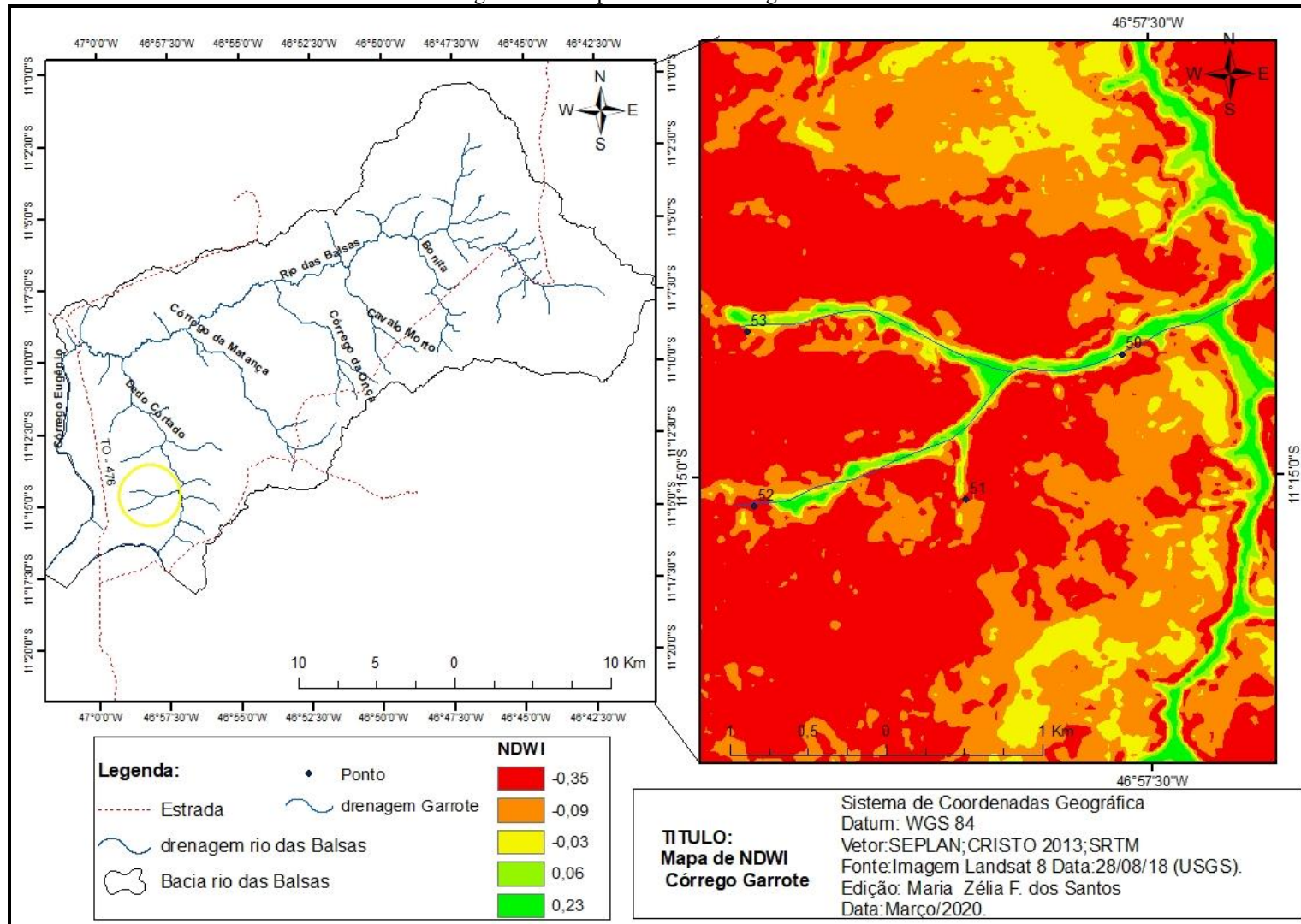
Quanto ao estado de conservação da vereda do córrego Garrote, que é um pequeno braço do córrego Dedo Cortado, apresentou alto estado de conservação, tendo em vista que em alguns pontos observou-se a presença de fatores de degradação, porém em outros pontos constatou-se a presença de vegetação de campo limpo de vereda e também a presença de solo hidromórfico tipo de área úmida, fatores esses que podem ter contribuído para que essa vereda apresentasse alto estado de conservação.

Quanto aos índices aplicados, para o NDWI, conforme a Figura 28, os valores variaram entre -0,03 e -0,14, sendo que os valores negativos se referem à área de solo exposto. A espacialização dos pontos de observação e o NDWI podem ser visualizados na Figura 28.

O NDVI, conforme a Figura 29, apresentou classes variando entre -0,22 e -0,39, que correspondem às áreas sem vegetação densa e solo exposto em consequência da ação do fogo. Nota-se que os pontos representados pelas cores vermelho e amarelo claro foram locais em que ocorreu uma redução da cobertura vegetal nesse período, o que pode estar relacionado à escassez de água.

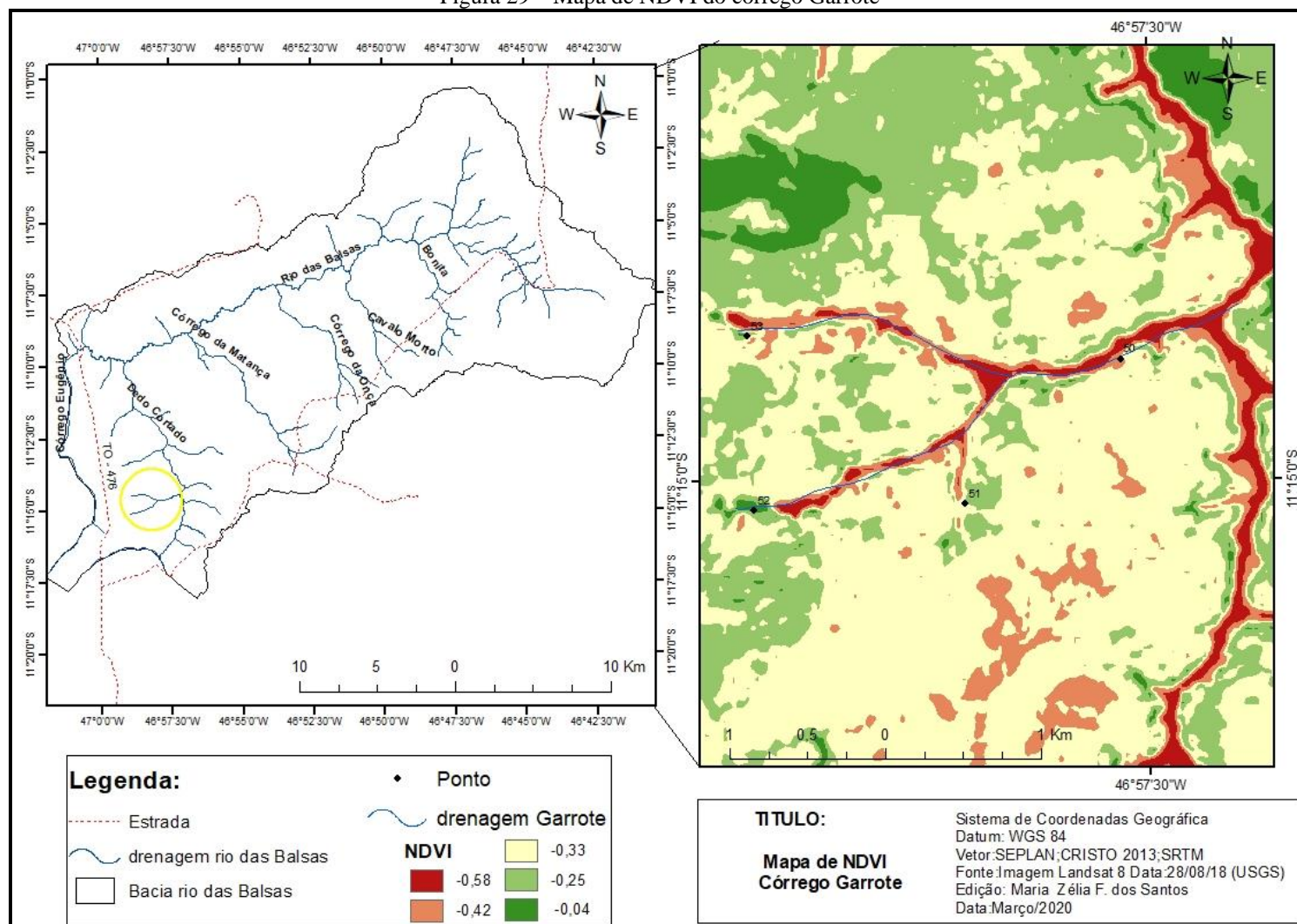
As áreas que possuem a cobertura vegetal mais densa estão representadas nas cores verde claro.

Figura 28 – Mapa de NDWI córrego Garrote



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Figura 29 – Mapa de NDVI do córrego Garrote



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.2.5 Vereda Córrego Matança

Na vereda do córrego Matança foram descritos 7 (sete) pontos, onde a média de conservação para vegetação típica foi de 2,1, considerada de médio estado, conforme Tabela 6. Esses locais apresentaram uma estreita faixa de área úmida, com vegetação de vereda descaracterizada pelo fogo subterrâneo, e a presença de buritis com folhas e frutos. Na cabeceira do córrego, a vegetação encontrada foi de campo limpo, com presença de mata ciliar e galerias, com alguns buritis em meio à mata.

Tabela 6 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental das veredas do Córrego Matança

Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1			3												3				2,1	-0,25	-0,08
2			3			3							1					3	2	-0,27	-0,11
6	1				2								1						1	-0,41	-0,05
27			3			3			3	1			1					3	0,6	-0,57	0,16
28	1									1			1						1,5	-0,62	0,22
29	1				2				3	1			1						1	-0,62	0,27
30	1				2					1			1							-0,72	0,4
Média	2,1				2				1				0,6						1,3		

OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2- Médio; 3 – Baixo.

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Na porção Sudoeste do córrego Matança, visualizou-se a presença de vegetação arbustiva, que não é característica de áreas de vereda. Em alguns pontos observaram-se sinais de recuperação da vegetação local, onde ainda havia vegetação caracterizada como de áreas úmidas, com a presença de buritirana e a palmeira buriti resistindo às transformações.

À jusante do córrego Matança, com uma altitude de 498 metros, encontra-se uma área de varjão com presença da vegetação de vereda se recuperando junto à área alagada, com destaque para os buritis. Nesse local foi observada uma vegetação de gramíneas, apresentando-se como campo limpo de vereda em solo hidromórfico no entorno. Além disso, a área encontrava-se úmida e bem inundável, conforme a Figura 30.

Figura 30 – Vista parcial da vereda Varjão próximo ao córrego Matança



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Matança (2018).

Nessa vereda, a ação do fogo superficial ou subterrâneo ocorrido no local em 2016 deixou evidências nos pontos observados. A incidência do fogo causa impactos negativos, como as cicatrizes que são deixadas no tronco de vegetais de porte arbóreo, prejudicando seu crescimento e acarretando a morte de alguns indivíduos. Para esse item, a média encontrada foi de 2, considerada de médio estado de conservação.

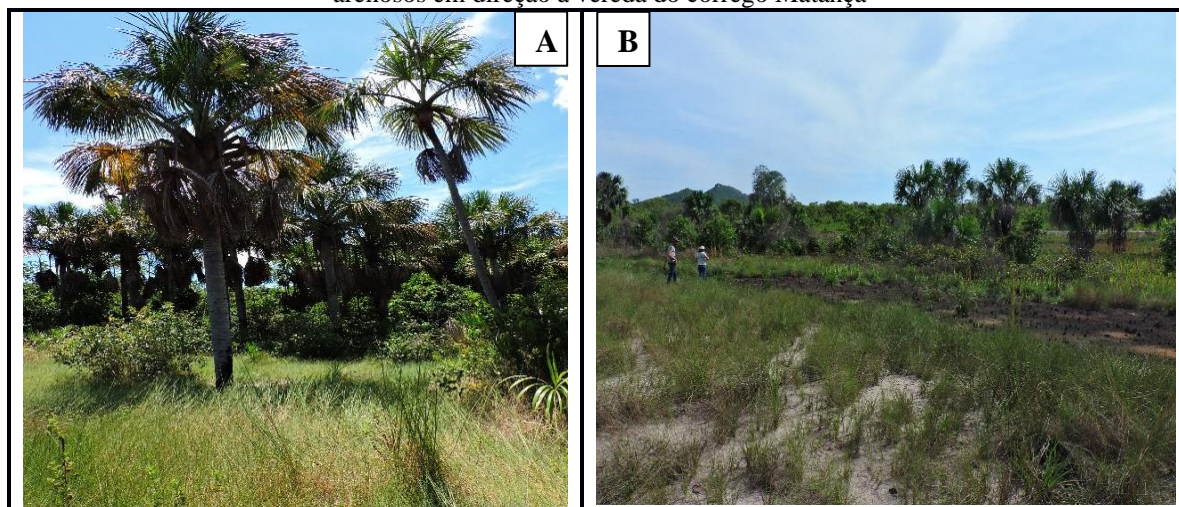
Quanto à presença de colapso no solo, em quatro pontos observados, a ocorrência foi de pequena quantidade. Para esse item, a média foi de 1, considerada alto estado de conservação.

No que se refere aos aspectos pedológicos, observou-se a presença de solo hidromórfico de coloração escura, com grande deposição de matéria orgânica junto à cabeceira do córrego Matança.

Já nas áreas do entorno, percebeu-se uma deposição de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada, com granulometria fina avançando na direção da vereda, conforme a Figura 31.

A média de conservação neste item foi de 1,5, considerada de estado alto de conservação.

Figura 31 – A – Sinais de cicatrizes do fogo nos buritis na cabeceira do Matança; B – Presença de sedimentos arenosos em direção à vereda do córrego Matança



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Matança (2018).

Ainda se pode observar, em alguns pontos à jusante do córrego Matança, a presença de sedimentos arenosos que avançam em direção às áreas planas e baixas da vereda, com a possibilidade de sufocar a vegetação de gramíneas, causar o assoreamento da drenagem local e alterar as características do solo hidromórfico, resultando na perda da matéria orgânica. Isso pode provocar a redução da capacidade de retenção e armazenamento de água no solo. No que se refere ao assoreamento, o valor médio 1 é considerado alto estado de conservação.

O MIF foi realizado em três pontos observados, no período de 2014 a 2016. Diante disso e de outros fatores analisados, essa vereda apresenta estado de conservação alto, com valor de 0,6.

Quanto ao estado de conservação da vereda do córrego Matança, esta apresentou média de 1,3, considerada de alto estado de conservação, tendo em vista que nos trechos percorridos a vegetação era de campo limpo de vereda em meio à mata ciliar e galeria, além da presença de solo hidromórfico, com coloração escura e presença significativa de matéria orgânica.

Para as análises do NDWI, os valores encontrados foram menores que -1 até 0,40. Os valores positivos correspondem aos corpos hídricos, ressaltando a presença de curso de água definido e de área úmida. Essas informações foram confirmadas em campo, pois nos pontos de 27 a 30 da vereda foi observada a presença de área que não tinha curso de água definido, mas que era considerada úmida e com afloramento de água, e outros pontos já com curso de água bem definido, com aproximadamente um metro de profundidade.

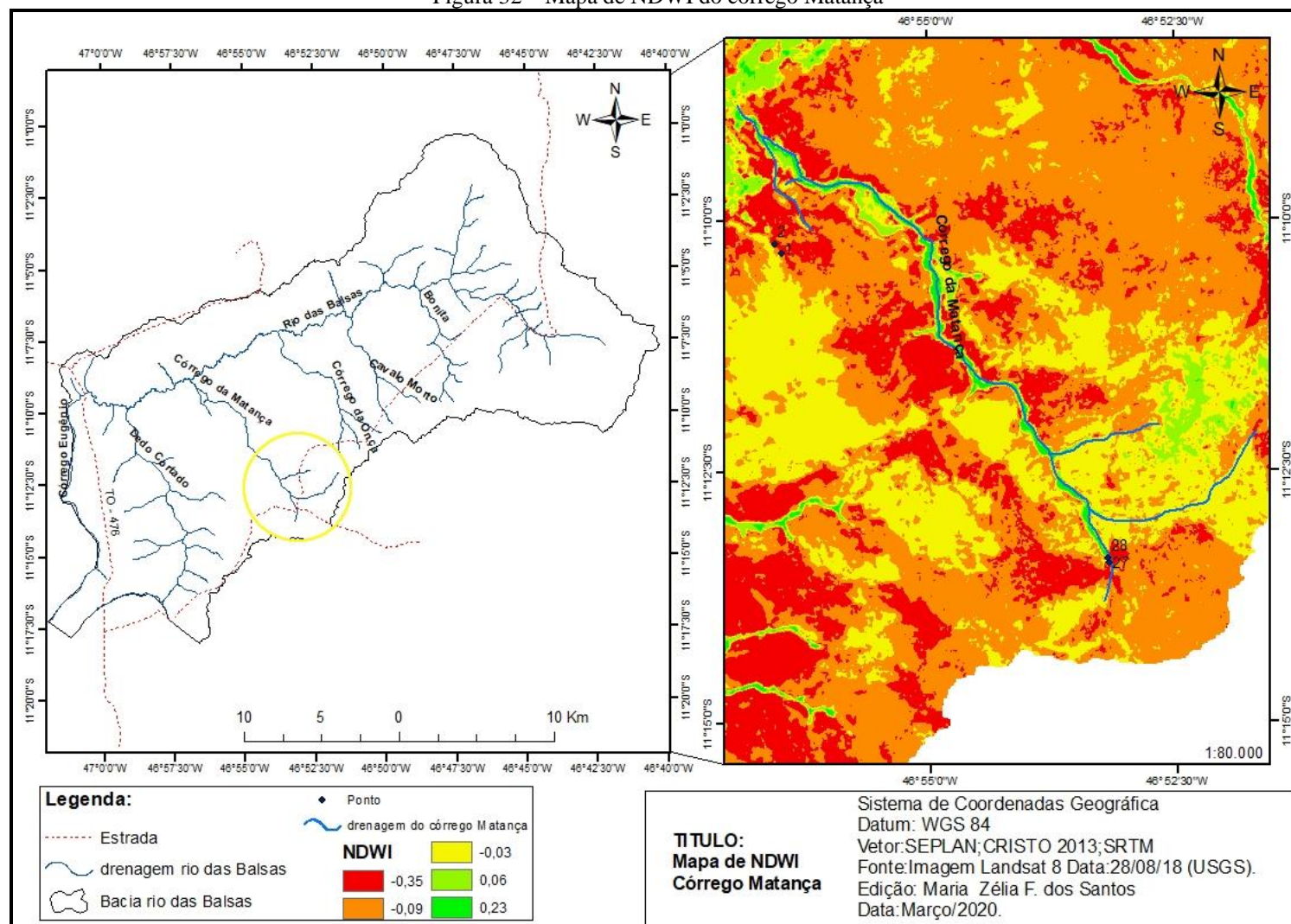
Os valores negativos de -0,11 a -0,08 referem-se a áreas de solo exposto sem a presença de curso de água. Esses valores foram confirmados em campo, pois esses locais

apresentavam área de solo exposto em decorrência de fogo superficial e subterrâneo. A espacialização dos pontos de observação e o NDWI podem ser visualizados na Figura 32.

O NDVI apresentou valores com baixa densidade de cobertura vegetal. Nota-se que as áreas de solo exposto e vegetação menos densa predominam em toda a vereda e estão representados nos valores de -0,25 a -0,72, demonstrando que ocorreu uma redução da cobertura vegetal no mês analisado devido à escassez das chuvas.

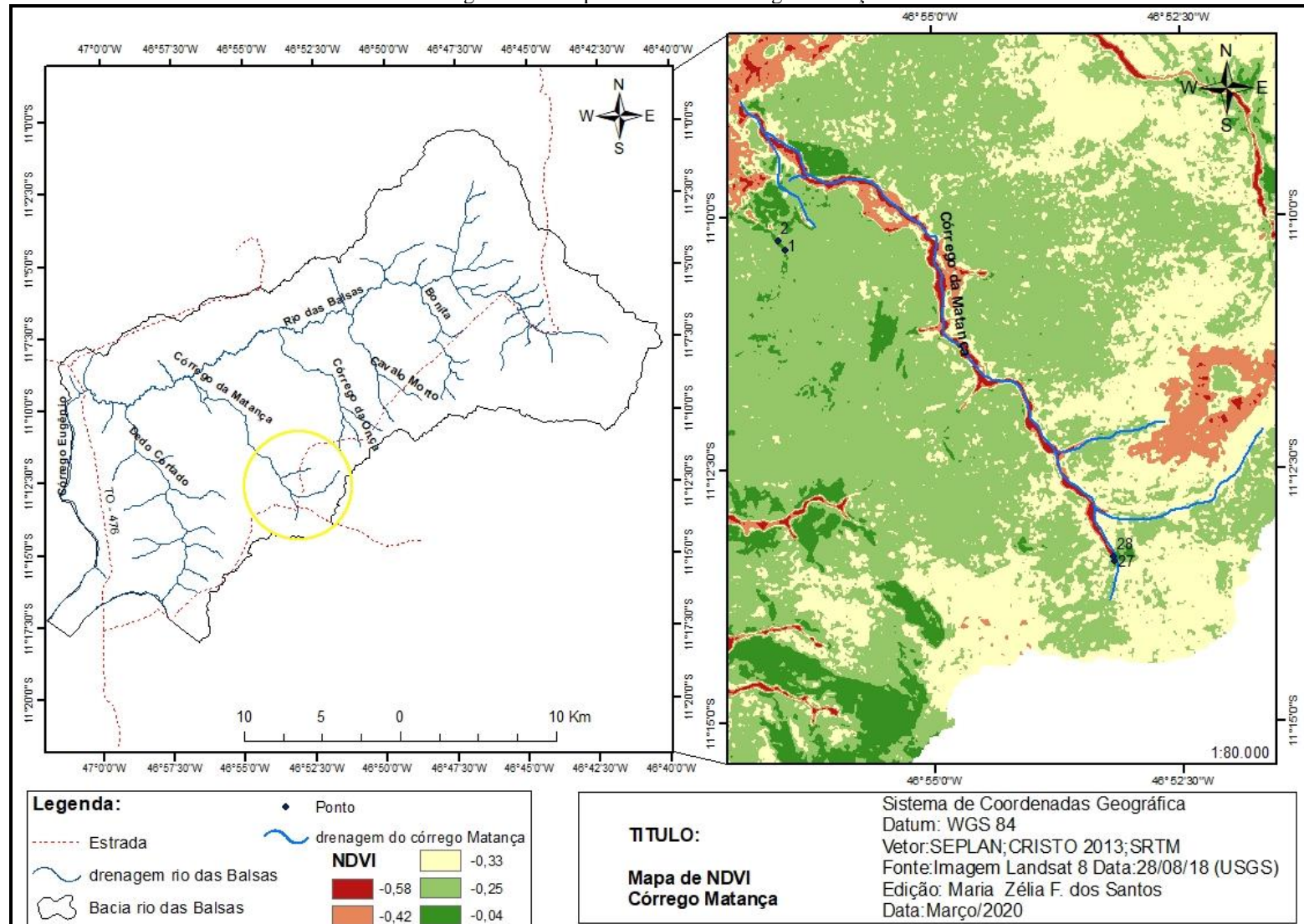
A espacialização do NDVI pode ser visualizada na Figura 33.

Figura 32 – Mapa de NDWI do córrego Matança



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Figura 33 – Mapa de NDVI do córrego Matança



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.2.6 Vereda Córrego da Onça

Na vereda do córrego da Onça, conhecido também como Oncinha, foram percorridos 5 (cinco) pontos. Dois pontos encontram-se com cobertura vegetal típica identificada pelo campo limpo de vereda descaracterizada devido à presença de buritis com cicatrizes de fogo nas folhas e caules. Já em outros locais observaram-se aspectos de campo limpo de vereda em meio à mata ciliar/galeria sem buritis no local. Para esse item analisado, a média da vegetação típica foi 1,5, considerada de médio estado de conservação.

Na Tabela 7 podem ser observados os valores encontrados em cada ponto coletado em campo, com os respectivos valores do NDWI.

Tabela 7 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental das veredas do Córrego da Onça

Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI
	Escala de condições			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
21	1								3	1			1						1,5	-0,28	-0,08
22			3			3			3						3			3	1,5	-0,32	-0,06
23	1									1			1						1,8	-0,65	0,36
24			3			3		2		1			1					3	0,5	-0,29	-0,08
25	1					3			3				1					3	1,1	-0,24	-0,09
																			1,5		
Média	1,5					1,5			1,8				0,5					1,5	1,3		

OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2- Médio; 3 – Baixo.

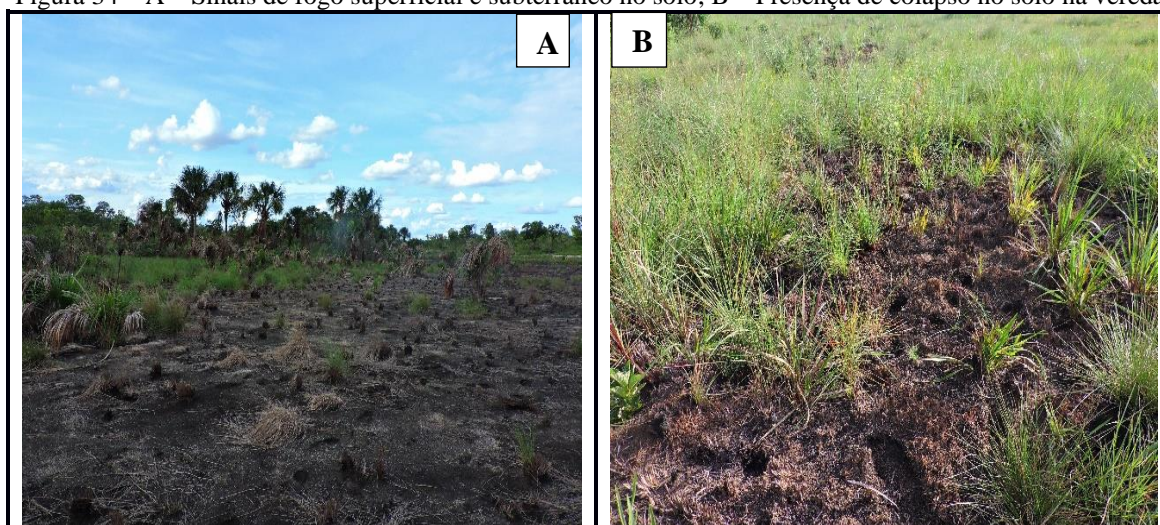
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Na cabeceira do córrego da Onça encontram-se evidências da ação do fogo superficial e subterrâneo, ocorrido em 2016. Em alguns pontos existiam evidências marcantes nos buritis e demais vegetações presentes no local. O valor médio para ação do fogo foi de 1,5, considerado de médio estado de conservação.

Em decorrência do fogo, constatou-se a presença de colapsos no solo. Assim, apresentou-se o valor médio de 1,5, considerado como médio estado de conservação.

Quanto aos aspectos pedológicos, verificou-se um solo hidromórfico, descaracterizado pela ação do fogo em alguns pontos, enquanto que em outros ocorreu solo hidromórfico de coloração escura, com deposição de matéria orgânica, como pode ser visto na Figura 34. Para essa área, o valor médio encontrado foi de 1,1, considerado de alto estado de conservação.

Figura 34 – A – Sinais de fogo superficial e subterrâneo no solo; B – Presença de colapso no solo na vereda



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Onça (2018).

Quanto ao assoreamento na cabeceira do córrego da Onça, observaram-se poucos sinais de sedimentos arenosos sobre a vereda. A média para assoreamento foi de 1,8, considerada como médio estado de conservação.

A vereda do córrego da Onça, antes da implantação da UC, era utilizada para criação de gado, o que requer uma atenção especial, pois a compactação do solo influencia o crescimento da vegetação nativa, além de aumentar a susceptibilidade do solo aos processos erosivos.

Ainda, ao longo da vereda, percebeu-se a presença de curso de água definido, sendo que no médio curso havia corpo de água com profundidade de aproximadamente um metro.

A vereda da Onça é um pequeno tributário do rio das Balsas, em cujo local constataram-se ações realizadas pelo MIF nos anos de 2016 e 2018. Quanto ao estado de conservação, o índice foi de 1,3, considerado alto estado de conservação, o que se deve ao trabalho de prevenção e combate realizado no intuito de proteger as veredas das ações do fogo, que muitas vezes adentra na área de forma a prejudicar a vegetação e o solo.

A importância das ações de manejo do fogo reflete também na conservação da vereda, pois, fazendo uma análise comparativa com algumas veredas do alto curso do rio das Balsas, observou-se que esta foi uma das veredas menos impactadas pela ação do fogo, apresentando uma média de 0,5, considerada como alto estado de conservação.

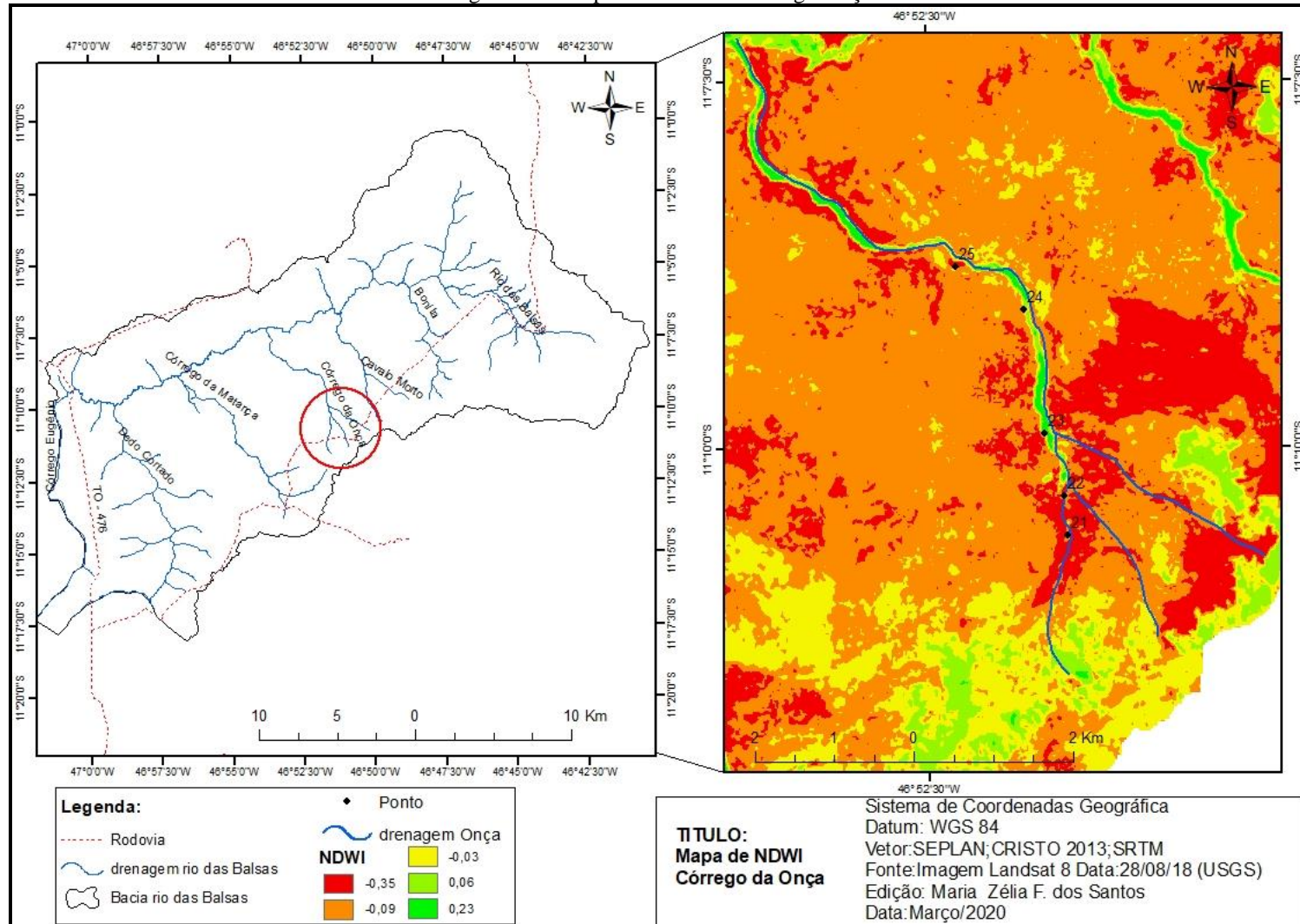
Além dessas variáveis analisadas, foram aplicados os índices NDWI e NDVI. Os valores de NDWI variaram entre -0,06 e -0,09, o que indica área com baixo valor de umidade, evidenciado por uma grande distribuição de valores negativos na área. No ponto 23, o valor encontrado foi de 0,36, que corresponde à presença de cursos hídricos e de área úmida. Essa

informação foi constatada durante os trabalhos de campo, sendo um local com leito do rio definido e água corrente. A espacialização dos pontos de observação pode ser visualizada na Figura 35.

Para o NDVI, os valores encontrados variaram entre -0,24 e -0,65, correspondendo, assim, à área com baixa densidade de cobertura de vegetal e solo exposto. Esses baixos valores no índice foram comprovados durante a realização do trabalho de campo, que mostraram que nesses pontos as veredas encontravam-se com vegetação de campo limpo descaracterizada e presença de solo exposto.

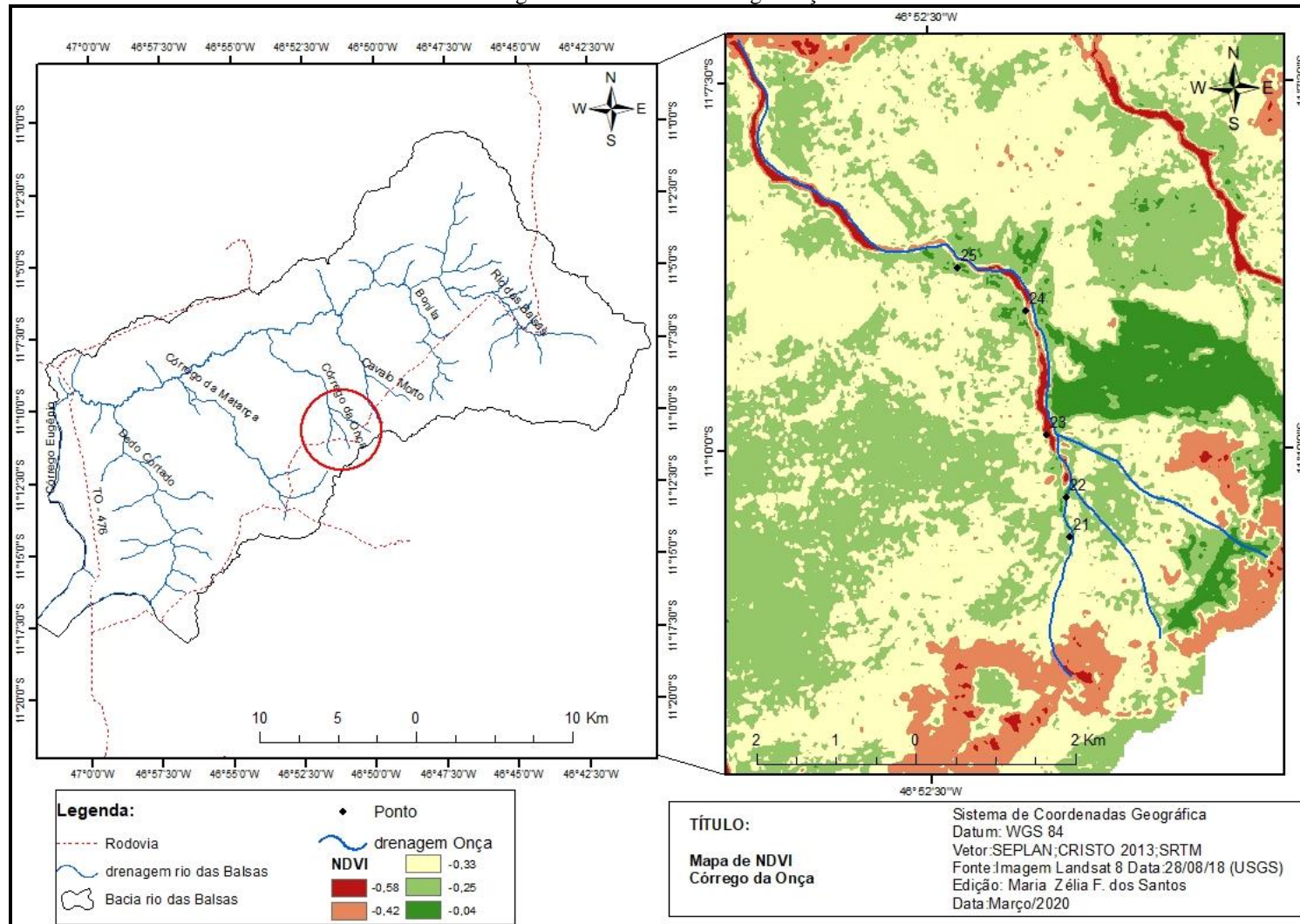
A espacialização do NDVI pode ser visualizada na Figura 36.

Figura 35 – Mapa de NDWI do córrego Onça



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Figura 36 – NDVI do córrego Onça



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.2.7 Vereda Córrego Cavallo Morto

Na vereda do córrego Cavallo Morto, foram percorridos 4 (quatro) pontos nas proximidades do Morro do Cavallo Morto, onde a vegetação apresenta-se com uma estreita faixa de área úmida, com presença de vegetação típica de vereda como campo limpo e buriti. A média de conservação da vegetação típica encontrada foi 0,6, considerada como de alto estado de conservação ambiental, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Valores atribuídos ao estado de conservação ambiental de veredas do Córrego Cavallo Morto

Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI
	Escala de condições																				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
17	1					3		2		1			1						0,6	-0,19	-0,06
18	1				2								1						1,6	-0,76	0,44
19	1					3				1			1				2		0,3	-0,66	0,33
20	1				2					1							2		0,5	-0,51	0,12
																			0,5		
																			0,6		
Média	0,6					1,6		0,3		0,5			0,5			0,6			0,7		

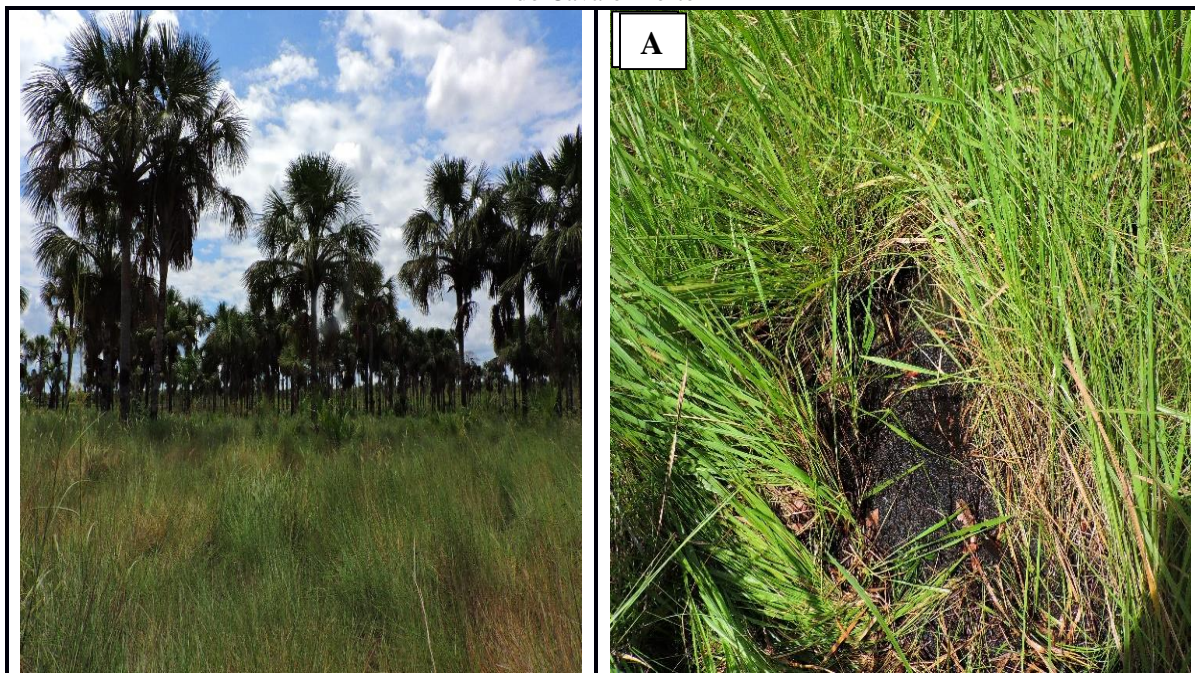
OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2- Médio; 3 – Baixo.

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

No que se refere à ação do fogo, em campo foram observados sinais de fogo superficial, por meio de cicatrizes no caule das árvores, principalmente nos vegetais de porte arbóreo, que apresentavam troncos e galhos queimados decorrentes de queimada antiga. Observou-se também a presença de solo exposto. A Figura 37 ilustra o que foi verificado na vereda do córrego Cavallo Morto.

Levando em conta esse item analisado, a média encontrada nessas análises foi de 1,6, considerada médio estado de conservação.

Figura 37 – A – Exemplos de alguns buritis com cicatrizes do fogo; B – Presença de solo hidromórfico na vereda do Cavalto Morto



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Cavalto Morto (2018).

Em termos de assoreamento, observou-se que na cabeira do Cavalto Morto (nascente) ocorre o avanço de sedimentos arenosos sobre a vegetação típica, provocando o sufocamento e o assoreamento da drenagem, o que pode causar alterações nas características do solo pela perda da matéria orgânica. Desse modo, a média dos valores foi 0,3, representando alto estado de conservação.

Tendo em vista a ação do fogo, ainda que antigo na área, havia sinais de colapso no solo em pequena quantidade. Sendo assim, a média foi de 0,6, considerada alto estado de conservação.

Quanto aos aspectos pedológicos, observou-se um solo hidromórfico, característico de área de vereda. A média de conservação para esse item foi de 0,5, considerada alto estado de conservação.

Em alguns pontos de observação, constatou-se curso de água definido, um com largura de 50 cm e outro com aproximadamente 2 metros, ambos com água transparente e corrente.

Na vereda do córrego Cavalto Morto, verificou-se que as ações realizadas pelo MIF nos anos de 2017 e 2018 resultaram na média de conservação de valor 0,5, considerada de alto estado de conservação. Essa conservação mostra a importância desse trabalho no intuito de combater o fogo e realizar o manejo na área, a fim de conservar a vegetação de vereda no alto curso do rio das Balsas.

As ações realizadas pelo MIF refletem o estado de conservação da vereda, pois, dos locais analisados, a vereda do córrego Cavalão apresentou média 0,7, considerada como alto estado de conservação ambiental, tendo em vista que o solo do local se apresentava úmido, característica de área de vereda.

Quanto à análise do NDWI, no alto curso do rio das Balsas, especificamente nos pontos 18 a 23, os valores variaram entre 0,12 e 0,44, valores positivos que correspondem à presença de corpos hídricos. Esses dados foram confirmados no trabalho de campo por meio da verificação da presença de solo hidromórfico bem úmido, de curso de água definido com largura de 50 cm e com água transparente e corrente. Em outro curso, também definido, a largura era de aproximadamente 2 metros, com a presença de água transparente.

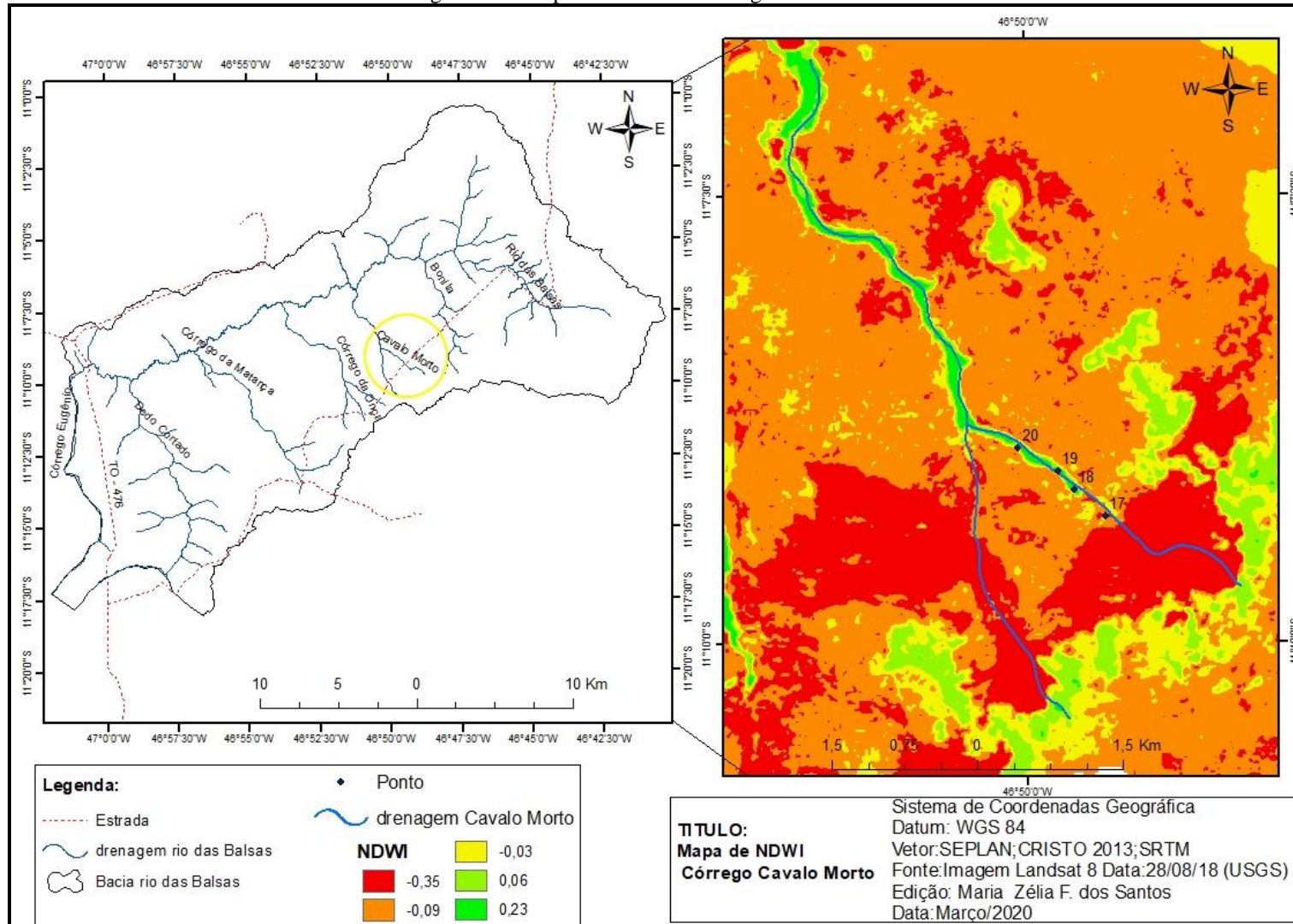
O valor negativo de -0,06 refere-se à área de solo exposto, sem curso de água. Nesse local, durante o trabalho de campo, constatou-se a presença de solo exposto, decorrente da ação do fogo ocorrido em 2016.

Foram observados também sinais de queimada superficial, evidenciados por meio da presença de cicatrizes nos caules das árvores. A espacialização dos pontos de observação identificados em campo e a aplicação do NDWI podem ser visualizadas na Figura 38.

O NDVI apresentou valores que variam de -0,19 a -0,76, o que denota a presença de áreas de solo exposto, predominante em toda a região, os quais estão representados nas cores verde e vermelho.

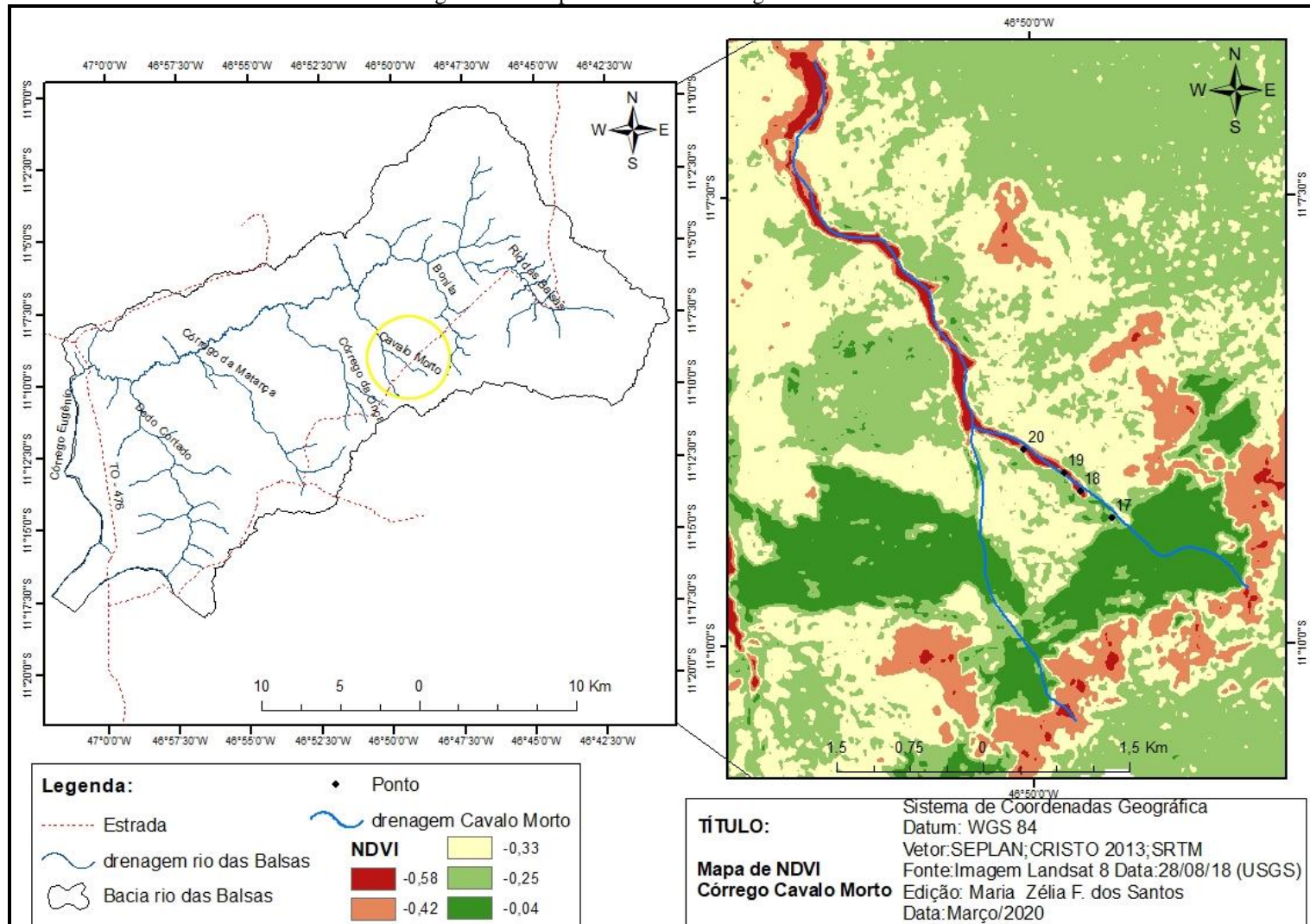
A espacialização do NDVI pode ser visualizada na Figura 39.

Figura 38 – Mapa de NDWI do córrego Cavalto Morto



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Figura 39 – Mapa de NDVI do córrego Cavalto Morto



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

4.2.8 Vereda Córrego da Bonita

Na vereda do córrego da Bonita, foram 4 (quatro) pontos que apresentaram vegetação típica de área de vereda, com campo e buritis próximos ao curso de água. A média de conservação da vegetação típica encontrada foi de 1, considerada como de alto estado de conservação ambiental, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Valor atribuído ao estado de conservação ambiental de veredas: Córrego da Bonita

Ponto	Vegetação			Ação do fogo			Assoreamento			MIF (2016)			Solo típico			Colapso do solo			Estado de conservação	NDVI	NDWI
	Escala de condições																				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
13	1								3	1			1						1	-0,26	-0,07
14			3			3			3						3			3	1,1	-0,29	-0,08
15	1				2				3	1			1					3	1,5	-0,49	0,15
16	1				2					1			1						0,5	-0,54	0,16
																			1		
																			1		
Média	1		1,1						1,5				0,5			1	1		1,0		

OBS: Valor de conservação ambiental: 1 – Alto; 2- Médio; 3 – Baixo.

Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Quanto à ação do fogo, foram observados sinais de queimada superficial e subterrânea em pequenas áreas e em alguns exemplares de buritis, que apresentaram cicatrizes no caule, chegando alguns a morrerem devido ao fogo subterrâneo. Tal ação compromete o crescimento natural da vegetação típica de vereda, bem como acarreta colapso no solo. A média para esse item foi de 1,1, considerada como de alto estado de conservação.

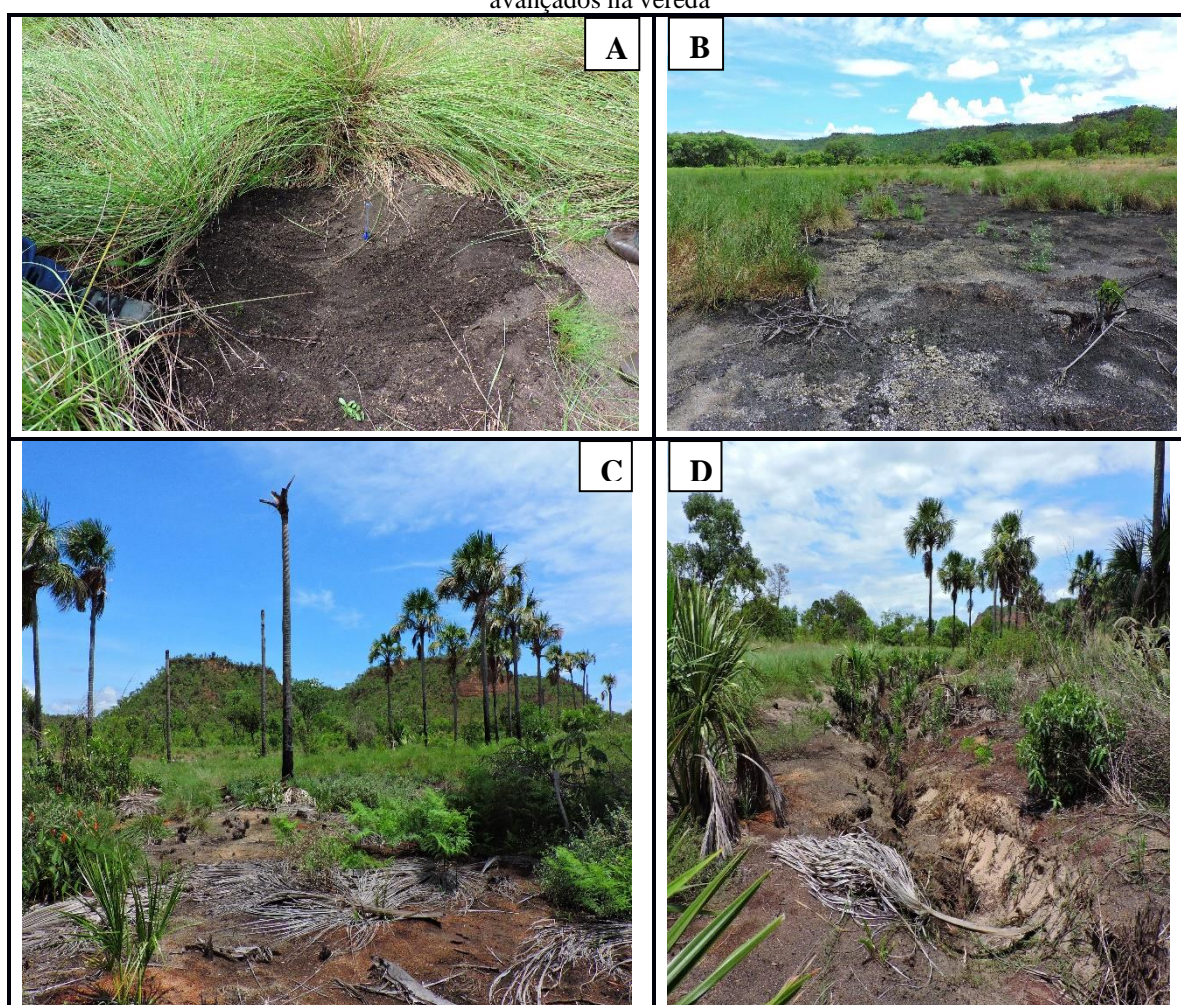
Muitas vezes, as queimadas ocorrem de maneira natural ou por propagação do fogo de outras áreas que avançam sobre a vegetação da vereda, acarretando diversos problemas, como a perda da matéria orgânica, que resulta na morte de alguns vegetais. Propiciam também o colapso no solo e o seu rebaixamento, além da perda das características naturais dos ambientes. A média do colapso no solo foi 1, considerada como alto estado de conservação.

Quanto à presença de sedimentos, foram observados sedimentos arenosos ao longo da vereda, que provocam o seu sufocamento. A média para esse aspecto foi de 1,5, considerada como de médio estado de conservação. No entorno da cabeceira da Bonita, percebeu-se uma

deposição de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada com granulometria fina, conforme ilustra a Figura 40.

No que se refere aos aspectos pedológicos, observou-se que em três pontos há solo hidromórfico de coloração escura, com grande deposição de matéria orgânica próximo à vereda. Em outro ponto, especificamente na cabeceira da Bonita, o solo apresentava-se pouco compactado e descaracterizado, com a presença de argila e de colapso. A média para esse item foi de 1, considerada como alto estado de conservação.

Figura 40 – A – Presença de solo hidromórfico na vereda do córrego da Bonita; B – Entrada de sedimentos arenosos na vereda; C – Exemplares de buritis com cicatrizes do fogo; D – Presença de processos erosivos avançados na vereda



Fonte: Sandro S. V. de Cristo, Córrego Bonita (2018).

Na vereda da Bonita são poucos os sinais da ação do fogo, sendo percebido também que nos pontos observados o MIF foi realizado em 2017 pela equipe de brigadistas do ICMBio. Esse trabalho é de grande importância, pois faz com que sejam minimizadas as ações do fogo nas áreas de veredas, evitando danos a esse ambiente.

Em síntese, as observações realizadas em campo quanto ao estado de conservação das veredas do córrego da Bonita apresentaram média de 1,0 considerada como alto estado. Isso, por sua vez, reflete as características relevantes encontradas na área, como a vegetação típica de vereda, solo bem hidromórfico, típico de vereda, com grande concentração de matéria orgânica, sinais menos expressivos da ação do fogo e o monitoramento do fogo pelo MIF.

Analisando os dados de NDWI da vereda da Bonita, especificamente nos pontos 15 e 16, observaram-se valores variando entre 0,15 e 0,16. Os valores positivos correspondem à presença de corpos hídricos ou de área úmida. Esses dados foram constatados no trabalho de campo, devido à presença de solo hidromórfico e matéria orgânica que foram observados. Os valores negativos de -0,07 a -0,08 referem-se às áreas de solo exposto, com sinais de queima subterrânea. A espacialização dos pontos de observação e o NDWI podem ser visualizados na Figura 41.

Para o NDVI, os valores encontrados variaram entre -0,26 e -0,54, correspondendo a área com baixa densidade de cobertura de vegetação e solo exposto. Esses baixos valores no índice foram comprovados durante a realização dos trabalhos de campo, que demonstraram que esses eram locais com vegetação de campo limpo descaracterizado e solo exposto.

A espacialização do NDVI pode ser visualizada na Figura 42.

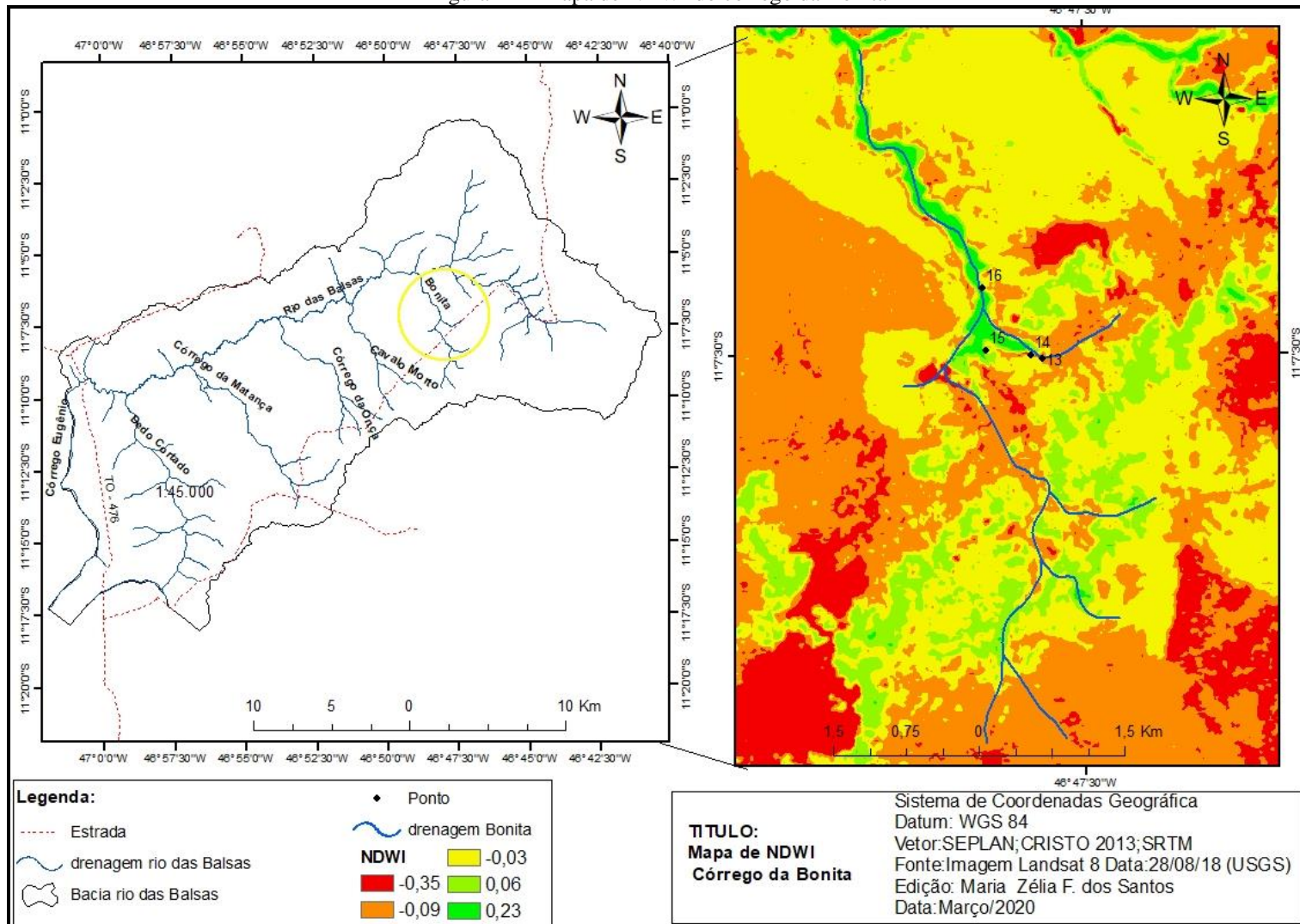
Na busca por complementar a análise do estado de conservação ambiental das veredas do Alto Curso do Rio das Balsas, a Tabela 10 e a Figura 43 apresentam os aspectos de uso e ocupação da cobertura vegetal da área.

Tabela 10 – Classes de Uso e Cobertura Vegetal da bacia do rio das Balsas

Classes de Uso e Cobertura	Área por classe Km²	Abrangência %
Campo Limpo	262,10	45,88
Campo Sujo	114,30	20,01
Corpos água	9,21	1,61
Mata galeria e Ciliar	78,42	13,72
Senso Restrito	61,03	10,70
Solo Exposto	44,15	7,73
Vereda	2,00	0,35
Total	571,21	100,00

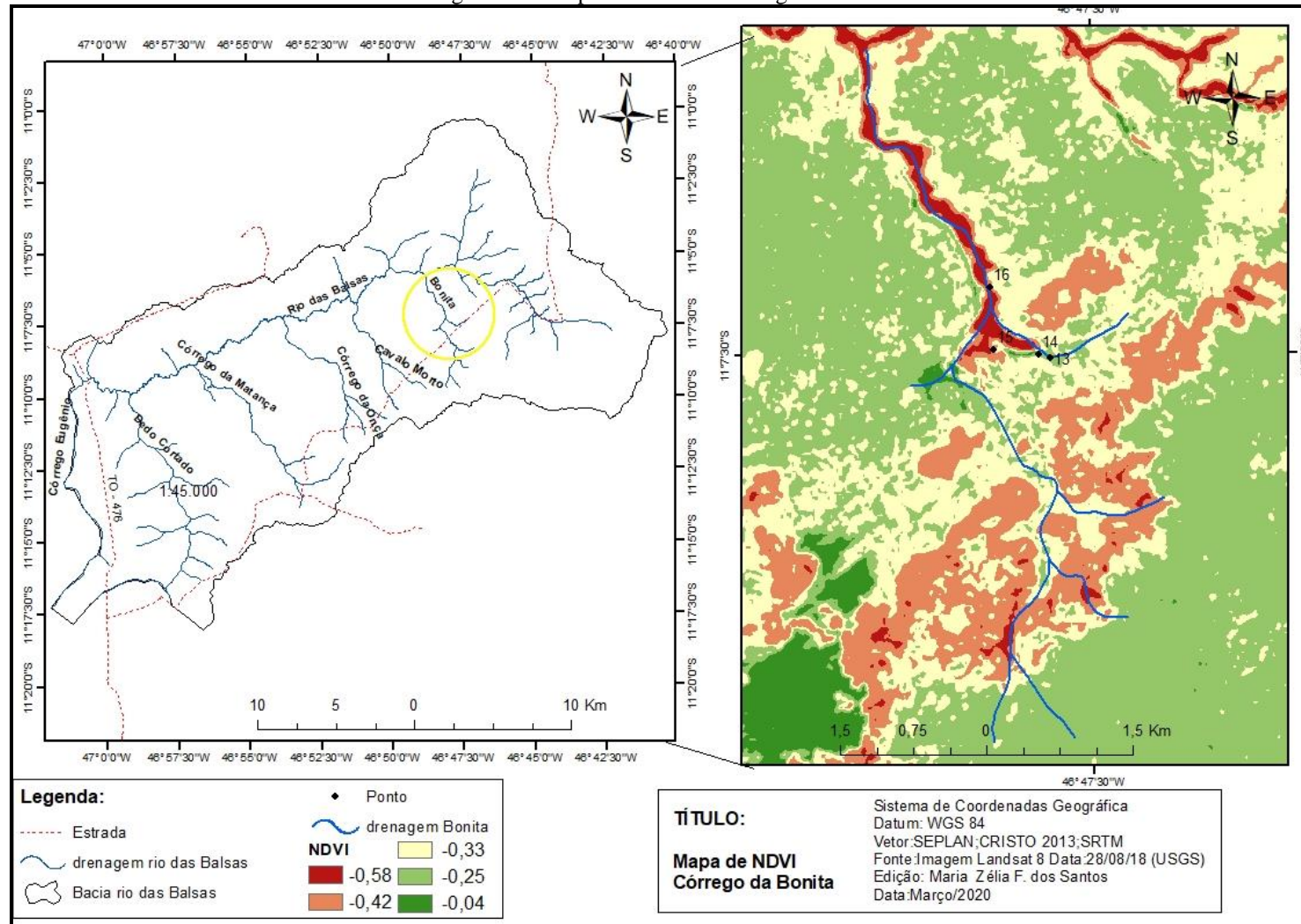
Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Figura 41 – Mapa de NDWI do córrego da Bonita



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

Figura 42 – Mapa de NDVI do córrego da Bonita



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

No que diz respeito à abrangência de área das classes de Uso e Cobertura Vegetal para o primeiro trecho do rio das Balsas, localizado próximo à Serra da Muriçoca, porção leste da área, as classes encontradas foram de Campo Limpo e Solo Exposto, como pode ser observado na Figura 43.

Já no outro ponto analisado na margem esquerda, local da cachoeira da Fumaça I, porção oeste do baixo curso do rio das Balsas, as classes de uso e cobertura vegetal encontradas correspondem à Mata de Galeria e Campo Limpo.

No córrego Eugênio, que se encontra localizado na porção sudoeste da EESGT, inserida no município de Almas, as classes encontradas correspondem a Solo Exposto, Senso Restrito e Mata de galeria.

Na vereda do córrego Dedo Cortado, localizada na porção sudoeste da EESGT, observou-se que na margem direita predomina Mata de Galeria, Senso Restrito e Campo Limpo.

A vereda do córrego Garrote, afluente do córrego Dedo Cortado, está localizada na porção sudoeste da bacia hidrográfica do rio das Balsas. O uso correspondeu à Mata de Galeria, Campo Sujo, Campo Limpo e uma pequena área de Senso Restrito.

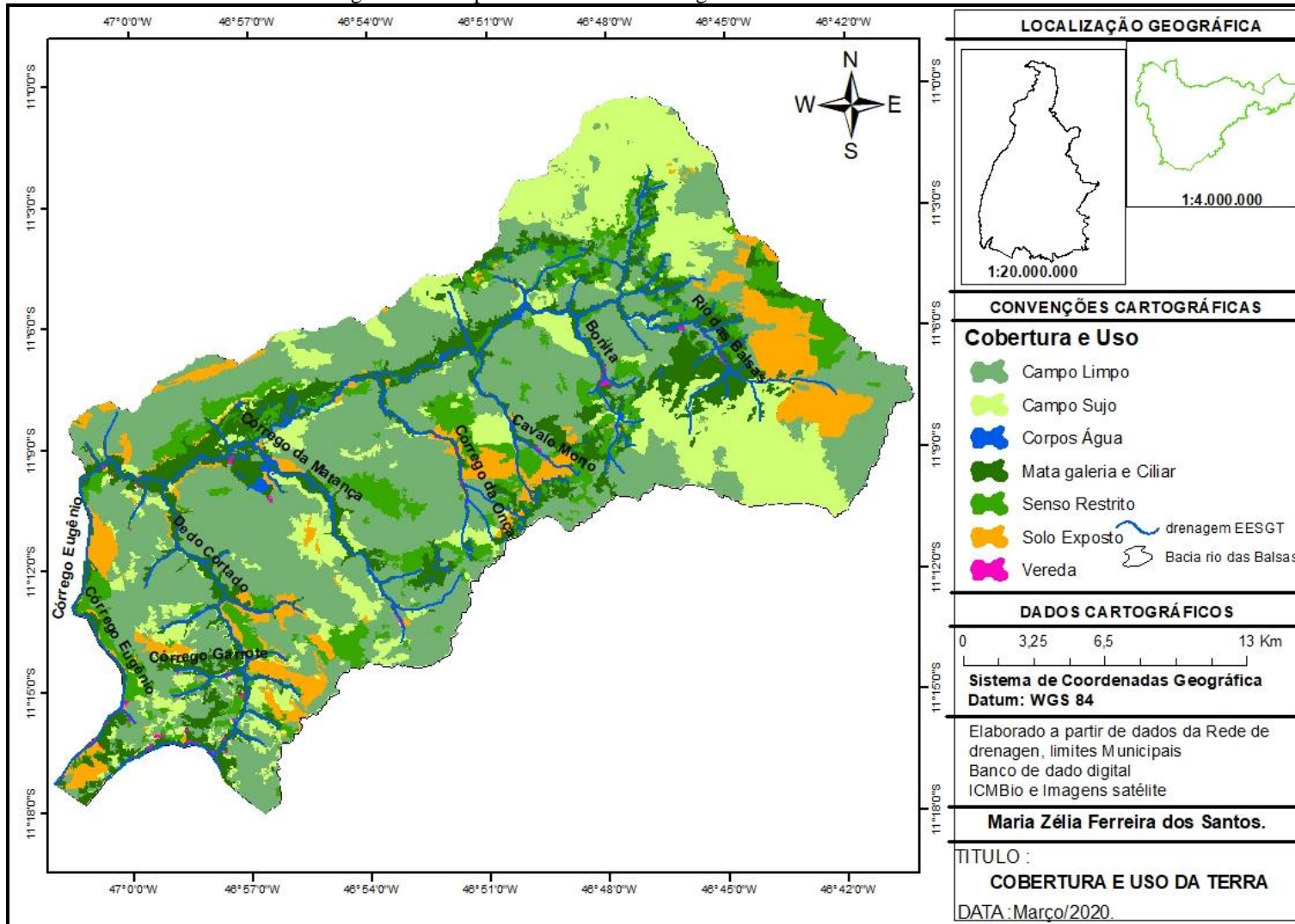
Observou-se ainda que a vereda do córrego Matança, localizado na porção sudoeste da bacia hidrográfica do rio das Balsas, apresentou área de Campo Sujo e Campo Limpo, sem presença de curso de água.

No que diz respeito à vereda do córrego da Onça, que se encontra localizada na porção sul da EESGT, entre o Morro da Onça e o Morro da Matança, foi observada uma vegetação de Campo Limpo de Vereda e Solo Exposto.

A vereda do córrego do Cavalo Morto está localizada no município de Almas, nas proximidades do Morro do Cavalo Morto, apresentando uso como de Campo Limpo, Campo Sujo e Senso Restrito.

Por fim, a última vereda analisada correspondeu à do córrego da Bonita, que fica localizada na porção leste da área de pesquisa, entre o Morro da Bonita e o Morro do Cavalo Morto. As classes de Uso e Cobertura Vegetal encontradas correspondem à Mata de Galeria, Senso Restrito, Campo Limpo e Campo Sujo.

Figura 43 – Mapa de uso e cobertura vegetal da bacia do rio das Balsas



Organização: Maria Zélia F. dos Santos (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de veredas, principalmente em UCs, torna-se de maior complexidade, pois envolve questões das fragilidades naturais dessas áreas, do interesse para atividades econômicas locais e da necessidade de gestão e conservação ambiental para manutenção da fauna e da flora locais e do Cerrado como um todo.

Mediante os levantamentos bibliográficos referentes ao subsistema de vereda, bem como os diversos elementos que possuem relação com esse ambiente, além dos trabalhos de campo realizados na área, tornou-se possível a melhor compreensão de características desse importante ambiente do domínio Cerrado. Constatou-se que existem várias definições para o subsistema, entretanto, cada uma especificada de maneira diferente à sua vasta diversidade paisagística.

Quanto à caracterização das veredas do alto curso do rio das Balsas, foram caracterizadas pela presença de áreas úmidas, predomínio de buritis com folhas e frutos, vegetação de campo limpo de veredas descaracterizadas na maioria dos pontos, sendo que em algumas áreas identificou-se presença de campo limpo de vereda em meio à mata ciliar/galeria sem buritis.

No entorno das áreas de veredas estudadas, observou-se também a presença de sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada avançando sobre as veredas, provocando o sufocamento da cobertura vegetal e o assoreamento da drenagem, resultando em alterações nas características do solo e perda da matéria orgânica.

No que se refere ao estágio de conservação ambiental das veredas do alto curso da bacia hidrográfica do rio das Balsas, apresentaram as seguintes classificações: Veredas do córrego Garrote, Matança, Onça, Cavalo Morto e Bonita apresentaram alto estado de conservação; as do alto e baixo curso do rio das Balsas apresentaram médio estado; já o córrego Eugênio e Dedo Cortado um baixo estado de conservação. Sendo assim, as veredas que apresentaram baixo estado refletem os sinais da ação do fogo (superficial, subterrâneo e aéreo), além da presença de colapso do solo e avanços de sedimentos arenosos.

É importante ressaltar que o trecho na cabeceira do alto curso do rio das Balsas, próximo à Serra da Muriçoca, embora tenha sido constatado médio estado de conservação, merece uma atenção especial pelos gestores da UC, pois se trata da nascente do rio das Balsas, uma área muito descaracterizada pela ação do fogo e pela presença de muitos exemplares vegetais mortos. Se ações de recuperação ambiental não forem realizadas a curto e médio prazo nesse local, a vereda poderá desaparecer.

Quanto à degradação ambiental, merecem destaque principalmente aquelas causadas pelo fogo que aparece em praticamente todas as veredas analisadas em campo, sublinhando-se o fogo subterrâneo. Nesse sentido, observou-se que a cobertura vegetal apresentava marcas deixadas nas folhas, troncos e raízes, comprometendo seu desenvolvimento.

Além disso, o fogo ainda causa a queima da matéria orgânica que existe no solo típico das veredas, acarretando o rebaixamento do solo (colapso), o que facilita o avanço de sedimentos arenosos sobre a vegetação da vereda, podendo causar a perda da capacidade de armazenamento de água no solo em períodos secos.

Nesse contexto, tais áreas sofrem transformações ambientais significativas, que muitas vezes acarretam sua descaracterização, ocasionando preocupações pela sua fundamental importância na manutenção das águas superficiais e sub-superficiais, já que servem como áreas de recargas de rios, córregos e aquíferos da região, funcionando ainda como refúgio dos animais silvestres e na manutenção e equilíbrio do meio ambiente.

Cabe também destacar as ações do MIF realizadas pela equipe de brigadistas da EESGT, que vêm contribuindo para combater o fogo e seus impactos diretos sobre as veredas.

Em relação à espacialização das respostas espectrais, tendo como base o NDVI, este mostrou ser uma técnica útil, mas que, para área úmida, apresentou baixo valor vegetativo, em decorrência de ser um período de baixa pluviosidade e, conseqüentemente, de pouca concentração de vegetação.

Ainda a respeito da espacialização das respostas espectrais, tendo por base o NDWI, o índice permitiu a obtenção de resultados satisfatórios devido às correlações realizadas. De forma geral, a aplicação do NDWI possibilitou a espacialização dos valores e, como consequência, a identificação das áreas úmidas condizentes com a validação realizada na área de estudo.

O mapeamento de Uso e Cobertura Vegetal permitiu averiguar que cerca de 45% da área está sendo ocupada por Campo Limpo, cerca de 20% por Campo Sujo e cerca de 7,7% por solo exposto, refletindo a necessidade de se cuidar da área de estudo, principalmente das veredas que sofrem com a ação do fogo.

O resultado aplicado na localização das áreas úmidas mostrou-se satisfatório, permitindo a distinção das classes, que foram confirmadas durante a realização dos trabalhos de campo.

Assim, a aplicação de técnica de Sensoriamento Remoto demonstrou ser eficaz no que diz respeito à precisão e confiabilidade na geração dos mapas, mostrando-se relevante por

proporcionar a aplicação dos índices de maneira satisfatória. Somado a isso, o uso dessa ferramenta tem seu custo relativamente baixo, rápido e de fácil manipulação.

Em síntese, faz-se necessária mais atenção às áreas de veredas que apresentaram baixo e médio estado de conservação ambiental, para que sejam minimizados os efeitos negativos de degradação ambiental, principalmente aqueles ocasionados pela ação do fogo.

Recomenda-se que sejam priorizadas ações que visem à conservação, pois essas áreas são de fundamental importância para a manutenção das águas, sejam elas superficiais ou subterrâneas, uma vez que servem como áreas de recargas de rios, refúgio dos animais silvestres e de manutenção e equilíbrio do meio ambiente.

Ainda, a pesquisa evidenciou a importância da realização de estudos na EESGT, para que a UC possa cumprir sua função de conservação ambiental do Cerrado. Eles poderão sensibilizar a população local sobre o papel fundamental das veredas como fontes reguladoras de água, indispensável à manutenção da vida.

Em decorrência dos fatos elencados, observou-se que devem ser priorizadas ações que visem à proteção e conservação das veredas no alto curso da Bacia Hidrográfica do rio das Balsas, bem como melhor gestão da EESGT, evitando quaisquer práticas ou atividades no local que possam provocar a degradação.

Mediante a pesquisa realizada, ficam aqui postas algumas recomendações:

- Priorizar ações de recuperação ambiental das áreas de veredas, classificadas como de baixo estado de conservação ambiental, a exemplo do córrego Eugênio e Dedo Cortado, que apresentam sinais da ação do fogo (superficial, subterrâneo e aéreo), colapso do solo e avanços de sedimentos arenosos;
- Realizar ações de recuperação ambiental das áreas de veredas encontradas na cabeceira do rio das Balsas, que apesar de serem classificadas como de médio estado de conservação, merecem uma atenção especial pela gestão da UC por se encontrarem muito degradadas;
- Priorizar ações preventivas à degradação ambiental nas veredas que foram caracterizadas como médio e alto estado de conservação;
- Ampliar o uso do Sensoriamento Remoto em ações para monitoramento e conservação ambiental nas áreas de veredas, a exemplo do MIF;
- Ampliar ações de fiscalização com a finalidade de evitar o uso das veredas para fins de atividades econômicas antrópicas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. W. L. **Métodos de sensoriamento remoto no mapeamento de veredas na APA Rio Pandeiros** [manuscrito]. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/IGCMADMP85/1/disserta__o_vers_o_final.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2018.
- ALMEIDA, R. de; VELOSO, V. H. S; NERY, M. C. V. Uso do sensoriamento remoto para caracterização de veredas em diferentes estágios de conservação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 5, p. 1591-1605, 2016. Disponível em: <www.ufpe.br/rbgfe>. Acesso em: 11 ago. 2018.
- ARRUDA, M. B. (Org.). **Ecosistemas brasileiros**. Brasília: IBAMA, 2001.
- AUGUSTIN, C. H. R. R; MELO, D. R. de; ARANHA, P. R. A. Aspectos geomorfológicos de veredas: um ecossistema do bioma do cerrado, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 10, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v10i1.123>>. Acesso em: 07 set. 2018.
- BARBOSA, A. H. da. S.; CARVALHO, R. G. de; CAMACHO, R. G. V. Aplicação do NDVI para a análise da distribuição espacial da cobertura vegetal na região serrana de Martins e Portalegre – estado do Rio Grande do Norte. **Revista do Departamento de Geografia Universidade de São Paulo**, v. 33, 2017. Disponível em: <www.revistas.usp.br/rdg>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- BARRADAS, C. S.; BORGES, M. A.; COSTA, M. M. O manejo do fogo na estação ecológica Serra Geral do Tocantins (EESGT). 2015. **Relatório de gestão**. Disponível em: <<https://d1ij67glom3ric.cloudfront.net> >. Acesso em: 30 set. 2009.
- BERNARDI, E. C. S.; PANZIERA, A. G.; BURIOL, G. A.; SWAROWSKY, A. Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental. **Santa Maria**, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/Tecnologicas%202012-2/04.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.
- BRASIL. **Decreto Lei s/nº**. Brasília: 27 de setembro de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/2001/Dnn9340.htm>. Acesso em: 24 dez. 2018.
- _____. **Decreto n.º 1.905**. Brasília: 16 de maio de 1996. Promulga a Convenção sobre Zonas Úmidas de importância Internacional, especialmente como habitat de aves aquáticas, conhecida como Conversão de Ramsar, de 02 de fevereiro de 1971. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1905.htm>. Acesso em: 19 set. 2019.

_____. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 26 jun. 2019.

_____. **Lei nº 9.985**. Brasília: 18 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm>. Acesso em: 26 mar. 2018.

_____. **Resolução CONAMA n.º 303**, de 18 de setembro de 2002. Disponível em: <https://www.mprs.mp.br/media/areas/gapp/arquivos/resolucao_conama_n_303_02.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

BOAVENTURA, R. S. **Vereda berço das águas**. Belo Horizonte: Ecodinâmica, 2007, 264p.

BORGES, R. de O.; CAMARGO, F. F.; CAMPAGNOLI, F.; BAYER, M. Aplicação do índice da diferença normalizada da água (NDWI) na delimitação de fluxos de sedimentos em suspensão no Rio Araguaia: avaliação das imagens Landsat 8 para o monitoramento hidroviário. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais...** João Pessoa, PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1240.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2019.

BRUBACHER, J. P.; GUASSELLI, L. A. Mapeamento da área inundável da planície do rio dos Sinos a partir do índice NDWI, São Leopoldo – RS. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em: <<http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.08.28.23.20.25/doc/p0351.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Árvore**, Viçosa/MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n2/a11v30n2.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

CARVALHO, A. C. A. **Ambiental de um subsistema de vereda em unidades de conservação**: reserva ecológica do IBGE – recor e estação ecológica de águas emendadas – ESECAE/DF. 2015. 125f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília – UnB. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19520/1/2015_AneCarolineAmaralCarvalho.pdf>. Acesso em: 1º set. 2018.

CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente

Prudente/SP, n. 36, volume especial, p. 26-43, 2014. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3172/2656>>. Acesso em: 27 set. 2016.

CASTRO, J. P. C. de. As veredas e a sua proteção jurídica. **Consultoria jurídica da secretaria de estado de ciência e tecnologia de Minas Gerais**, n. 22, 1979. Disponível em: <<https://www.direito.ufmg.br/revista/index.php/revista/article/view/881.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H. Bacia hidrográfica conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP. **Revista eletrônica da associação dos geógrafos brasileiros**, Seção Três Lagoas/MS, n. 12, ano 7, 2010. Disponível em: <<http://seer.ufms.br/index.php/RevAGB/article/viewFile/638/438>>. Acesso em: 15 out. 2016.

COSTA, G. A.; FIRMINO, C. T.; PIROVANI, D. B. **Análise da aplicação do sensoriamento remoto na detecção de focos de calor**. 2017. XXI Encontro latino americano de iniciação científica, XVII Encontro latino americano de pós-graduação e VII Encontro de iniciação à docência – Universidade do Vale do Paraíba. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_1221_1206_01.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2018.

COSTA, J. R. **Estudo da dinâmica do fogo na área da estação ecológica Serra Geral do Tocantins**: uso de técnicas de sensoriamento remoto. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Tocantins, câmpus de Porto Nacional – TO. Disponível em: <<http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/29/simplesearch?filterquery=2018&filtername=dateIssued&filtertype>equals>>. Acesso em: 28 jul. 2018.

CRISTO, S. S. V. de. **Abordagem geográfica e análise do patrimônio geomorfológico em unidades de conservação da natureza**: aplicação na estação ecológica Serra Geral do Tocantins e área de entorno – Estados do Tocantins e Bahia. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/teses/Sandro20UFT20Tese_Texto20Completo_EESGT_Abril_2013.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.

_____. **Relatório de campo**. “Descrição e caracterização física de veredas atingidas por queimadas na estação ecológica Serra Geral do Tocantins (TO/BA)”. Porto Nacional, 2010. 17p.

FERREIRA, I. M. Aspectos Geomorfológicos e Paisagístico das Veredas. **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Goiânia, 2006. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/73329738-Aspectos-geomorfologicos-e-paisagisitco-das-veredas-ferreira-i-m-1.html>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

_____. **O afogar das veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das veredas do Chapadão de Catalão (GO).** 2003. 243 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Rio Claro. Rio Claro/SP, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104459/ferreira_im_dr_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jun. 2018.

FILHO, J. R. G. de. **Análise, classificação e tratamento de ruído em imagens de séries temporais NDWI do sensor modis na Ilha do Bananal.** 2013. 30 f. Monografia (Departamento de Geografia). Universidade Federal de Brasília – UnB, Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/7239/1/2013_JoseRobertoGoncalvesdeRezendeFilho.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2018.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** São Paulo: Oficina de textos, 2007.

GAO, B. C. NDWI – A Normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote sensing of environment**, v. 58, p. 257-266, 1996.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES, J. A. P. Aparato conceitual sobre áreas úmidas (wetlands) no Brasil: desafios e opiniões. **Bol. Goia. Geogr.** (Online), Goiânia, v. 37, n. 3, p. 485-508, set./dez. 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/bgg/article/view/50767/24791>>. Acesso em: 18 set. 2019.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, 304 p.

_____; COELHO, M. C. N. **Unidades de conservação: abordagens e características geográficas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

ICMBIO. **Instituto de Conservação da Biodiversidade**, 2010. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/pesquisa/projetos-apoiados/2010/345-esec-serra-geral-dotocantins-veredas-o-uso-do-fogo-pode-transforma-las-em-um-grande-sertao>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

_____. **Plano de manejo da estação ecológica Serra Geral do Tocantins.** Instituto Chico Mendes de conservação da biodiversidade. Brasília, 2014, 529 p.

_____. Relatório do meio físico. **Plano de manejo da estação ecológica Serra Geral do Tocantins.** Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Versão Final. Instituto Chico Mendes de Proteção da Biodiversidade (ICMbio). Porto Nacional/TO: 2013, 47p.

IRIGARAY, C. T. J. H. Áreas úmidas especialmente “des” protegidas no direito brasileiro: o caso do Pantanal Mato-Grossense e os desafios e perspectivas Para Sua Conservação. **Revista de Estudos Sociais**, n. 34, v. 17, p. 203, 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/000579~1/AppData/Local/Temp/2602-8067-1-SM.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2019.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing a remote sensing perspective**. 2ª ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. Áreas úmidas (aus) brasileiras: avanços e conquistas recentes. **Boletim ABLimno**, v. 41, n. 2, p. 20-24, 2015. Disponível em: <http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_41_2-6.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2019.

_____; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Org.). **Proceedings of the International Large River Symposium**. Ottawa: Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science, 1989, p. 110-127.

LINDOSO, L. de C. **Recursos de uso comum nos gerais do Jalapão**: uma análise institucionalista do termo de compromisso com populações tradicionais no interior de unidades de conservação. 2014. 207 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Tocantins. Disponível em: <<http://ava.icmbio.gov.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

LUCENA, A. J. de; FILHO, O. C. R.; FRANÇA, J. R. de. A.; PERES, L. de F. **Aplicação da correção atmosférica para imagens de satélite Landsat-TM**. 2010. Disponível em: <http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/766_67222.pdf>. Acesso em: 1º set. 2018.

MADEIRA, N. J. S. Comportamento espectral dos solos. In: MENESES, P. R.; MADEIRA NETTO, J. S. (Orgs.). **Sensoriamento Remoto**: Reflectância dos Alvos Naturais, Brasília, DF: UNB. Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, 2001, 262 p.

MCFEETERS, S. K. The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17, n. 7, p. 1425-1432, 1996.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. de. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. **RAEGA**, Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, v. 23, p. 520-533, 2011.

MILANEZ, C. B. da C. **Avaliação da degradação ambiental das veredas Três Marias com base na caracterização de solos e na fauna de Formigas** [manuscrito]. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Programa de Pós-graduação em Evolução Cristal e Recursos Naturais, Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Ouro Preto/MG, 2013. Disponível em: <www.repositorio.ufop.br/bitstream/.../1/TESE_Avaliaçãodegradaçãoambiental.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Processo de atualização das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1905.htm>. Acesso em: 18 set. 2019.

MIRANDA, M. C. P. C.; MUNIZ, F. H. Impacto do gado bovino sobre os ecossistemas do Parque Estadual Do Mirador – PEM. **Pesquisa em Foco**, v. 17, n. 1, p. 31-42, 2009. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/pesquisa_em_foco>. Acesso em: 29 set. 2019.

MITSCH, W. J.; GOSELINK, J. G. **Wetlands**. Hoboken, US: John Wiley & Sons, 2000.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

OLIVEIRA, R.; OSCO, L. P.; BOIN, M. N. Interpretação de áreas úmidas por meio de imagens de satélite Landsat: estudo aplicado ao município de Anhumas – SP. Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente, 20 a 23 de outubro, 2014. **Colloquium Humanarum**, v. 11, n. Especial, p. 1151-1158, jul./dez. 2014. Disponível em: <<file:///d:/áreas20úmidas/interpretaçã20de20áreas20úmidas20por20meio20de20imagens20de20satélite20landsat.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

PENTEADO, A. F. de; FUJUMOTO, N. S. V. M. Análises dos aspectos físicos e das intervenções antrópicas da bacia hidrográfica do Arroio Kruze – RS. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 01-09, jul. 2006.

PEREIRA, G. H. de A.; LOHMANN, M.; MAGANHOTTO, R. F. Proposta e avaliação de índices para delimitar e mapear corpos d'água utilizando imagens do satélite LANDSAT 8. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 6, p. 1956-1968, 2016. Disponível em: <www.ufpe.br/rbgfe>. Acesso em: 11 ago. 2018.

PEREIRA, L. E.; AMORIM, G.; GRIGIO, A. M.; FILHO, A. C. P. Análise comparativa entre métodos de índices de água por diferença normalizada (NDWI) em área úmida continental. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRG**, v. 41, n. 2, p. 654-662, 2018. Disponível em: <www.anuario.igeo.ufrj.br>. Acesso em: 20 set. 2019.

PIEIDADE, M. T. F.; JUNK, W. G. J.; CANDOTTI, E. **Áreas Úmidas (AUs):** definição, caracterização, serviços ambientais, ameaças, manejo e política ambiental. Disponível em: <<http://museudaamazonia.org.br/wp-content/uploads/2016/01/%C3%81reas-%C3%9Amidas-Aus.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2019.

POELKING, E. L.; LAUERMANN, A.; DALMOLIN, R. S. D. Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico. XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Florianópolis, Brasil. **Anais...** Florianópolis: INPE, 21-26 abril, 2007, p. 4145-4150. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.19.18.33/doc/4145-4150.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação.** São José dos Campos/SP: Parêntese, 2007, 136 p.

RAMOS, A. J.; SOARES, J. A. C; DUARTE, J. F. dos S.; COSTA, B. G. B. **Análise temporal da distribuição dos padrões de temperatura superficial da água no estuário Guajará Mirim-PA através do sensor TIRS/Landsat-8.** 2016. Disponível em: <<http://www.semas.pa.gov.br/revistaseaf/edicoes/17/1.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

RAMOS, M. V.; CURTI, N.; MOTTA, P. E. F. da; VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, M. M.; SILVA, N. M. L. Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. **Ciênc. agrotec.**, Lavras/MG, v. 30, n. 2, p. 283-293, mar./abr. 2006. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Veredas_MGID-zE6h6y3j04.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

REINALDO, R. D. **Análise morfométrica da microbacia do ribeirão Taquaruçu Grande a partir de um modelo digital de elevação – MDE advindo de imagens do projeto Shuttle Radar Topography Mission – SRTM.** 2009. 112 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2009.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora.** Planaltina/DF: EMBRAPA, 2008, p. 153-212.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 6ª ed. Uberlândia/MG: EDUFU, 2007.

ROSENDO, J. dos S. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do Rio Araguari – MG – utilizando dados do sensor MODIS.** 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia/MG. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/lepac/bie5759/jussara_santos.pdf>. Acesso em: 16 set. 2018.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. 1973. **In 3rd ERTS Symposium**, NASA SP-351 I, p. 309–317. Disponível em: <<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740022614.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2018.

SANTOS, A. R.; EUGÊNIO, F. C.; SOARES, V. P.; MOREIRA, M. A.; RIBEIRO, C. A.; BARRO, K. K. **Sensoriamento remoto no argis 10.2.2 passo a passo**: processamento de imagens orbitais (recursos eletrônicos). Alegre/ES: CAUFES, 2014. Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/Livros/Sensoriamento_Remoto_ArcGIS1022_Processamento_Imagens_Orbitais/LivroArcGISProcessamentoImagensOrbitais.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

SANTOS, C. R. **Diagnóstico ambiental e uma proposta de uso da bacia hidrográfica do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG**. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Uberlândia/MG, 2008. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/sites/ig.ufu.br/files/anexo/bookpage/anexos_CarlaRodriguesSantos.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2015.

SANTOS, E. V. dos; MARTINS, R. A.; FERREIRA, I. M. **O Processo de ocupação do bioma cerrado e a degradação do subsistema vereda no sudeste de Goiás**. Goiás, 2007. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo2/005.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.

_____; _____; _____; LARANJA, R. E. de P. Visão ambiental do subsistema vereda na microrregião de Catalão (GO). **Espaço em Revista**, v. 15, n. 2, p. 141-162, jul./dez. 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br>>. Acesso em: 18 set. 2019.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, T. de A. **Proposta metodológica para delimitação e classificação do ambiente de vereda utilizando imagens Orbitais**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação do Departamento de Geografia, UFMG, 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-779G5T/alencar_silva_dissertacao.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12 fev. 2018.

SIMIONI, J. P. D; GUASSELLI, L. A. Abordagem Conceitual. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 30, p. 33-47, set. 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/000579~1/AppData/Local/Temp/4009-24542-1-PB.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2019.

SOUZA, J. C. de. **Metodologia para avaliação ambiental em bacias hidrográficas, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto**. 2017. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Ambientes, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba/SP, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/151549.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

STEINKE, V. A. **Identificação de áreas úmidas prioritárias para conservação da biodiversidade na bacia da Lagoa Mirim (Brasil-Uruguai): Subsídios para gestão transfronteiriça**. 2007. 229 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, 2007. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/6525/1/Tese_ValdirAdilsonSteinke.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2019.

SUERTEGARAY, D. M. A.; ROSSATO, M. S. (Orgs.) **Brasil feições ilustradas**. Porto Alegre: UFRGS, 2014.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexão sobre a geografia física no Brasil**. 5^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

VOLCE, C. J.; PADILHA, A. C. C. **Considerações sobre a diminuição do efeito do colapso do solo da região de Londrina-PR mediante ensaios de compactação e ensaios edométricos**. Foz do Iguaçu-PR, 2016. Disponível em: <<http://confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016>>. Acesso em: 09 set. 2019.

ANEXO A – Planilha de campo utilizada para análise do estado de conservação ambiental das veredas do alto curso do rio das Balsas

Vereda 01:	
Data:	
Localização/Coordenada geográfica:	Altitude:
Tipo de solo	
Colapso de solo	
Compactação do solo	
Estado geral de conservação da vereda	
Vegetação atual	
Sinal de desmatamento	
Sinais de fogo superficial/aéreo	
Sinais de fogo subterrâneo	
Sinais de Manejo do fogo (MIF)	
Assoreamento do curso de água	
Desmoronamento de margens	
Deposição sedimentar	
Curso d'água definido	
Sinais ou presença de gado	
Descrito e coletado por:	

Fonte: Maria Zélia F. dos Santos (2020).