

## Identificação das fitofisionomias e características topográficas do município de Mucugê através do uso de sensoriamento remoto e SIG



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-010>

### Deborah de Oliveira Silva

Graduada em Geografia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

Endereço: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Vitória da Conquista/BA. Estrada do Bem Querer, Km 04 - Vitória da Conquista - Bahia, Brasil. Setor: Departamento de Geografia.  
E-mail: debbyruivageo@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1794-8225>

### Marcelo Araújo da Nóbrega

Geógrafo e doutor em Botânica (Fitogeografia) pela Universidade de São Paulo (USP).

Professor titular do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB),  
Endereço: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Vitória da Conquista/BA Estrada do Bem Querer, Km 04 - Vitória da Conquista - Bahia, Brasil. Setor: Departamento de Geografia.  
E-mail: maraujonobrega@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8532-0630>

### RESUMO

Este estudo foi realizado no município de Mucugê, na região central do Estado da Bahia, na Chapada Diamantina. O objetivo geral da pesquisa foi identificar as fitofisionomias com o uso de geoprocessamento no programa SPRING, além de informações topográficas como altimetria e declividade. Para o estudo das fitofisionomias,

foram utilizados perfis-diagramas das principais formações encontradas, mostrando a altura, a densidade e as formas de vida predominantes em cada perfil, além de fotografias de algumas delas. Para mapear as fitofisionomias, foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 8, capturadas em 10/08/2020, com resolução de 30 metros, multiespectral (banda 4-5-6). Para a confecção dos mapas topográficos, foram utilizadas imagens topográficas SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponíveis no site da EMBRAPA, com grade de 90x90 metros, para a confecção de mapas de altimetria e declividade, bem como um panorama tridimensional desses mapas. Os resultados para a declividade da área em estudo mostraram que predominam as declividades entre 3 e 20%, ou seja, topografias suavemente onduladas e onduladas. Com relação às altitudes, predominaram entre 900 e 1300m. Os mapas de fitofisionomias e uso da terra mostraram que predominou a vegetação arbustiva rala (campo limpo e campo rupestre) e a vegetação arbustiva densa (campo sujo e cerradinho) com mais de 80% da área de estudo. É uma área de grande beleza cênica, devido ao contraste entre altitudes e declives. Parte dessa área inclui o Parque Nacional da Chapada Diamantina e o Projeto Semper Viva, que também é uma unidade de conservação da natureza. Devido a uma grande variação de altitudes, declives, litologias e diferentes climas, a área apresenta uma grande diversidade de fitofisionomias e biodiversidade.

**Palavras-chave:** Fitofisionomias, Topografia, Sensoriamento remoto, GIS, NDVI.

## 1 INTRODUÇÃO

O objetivo geral dessa pesquisa é analisar as fitofisionomias do município de Mucugê – BA (Figura 01), com uso de Sensoriamento Remoto e SIG, através do Índice de Vegetação Diferença Normalizada (NDVI). Também foi realizado um estudo sobre algumas características do relevo da região, como atributos da topografia.



As constantes agressões ao meio ambiente são responsáveis por uma série de desequilíbrio da natureza, colocando em jogo a própria sobrevivência do homem. A necessidade de proteger o meio ambiente perpassa pela conscientização ambiental e que para Brito (2003), isso não é um fato recente. Nas sociedades humanas contemporâneas a mobilização se intensificou a partir da década de 1980, com maior repercussão após o advento da Rio- 92. Esse acontecimento foi resultado de um relatório conhecido como “Limite de Crescimento”, produzido por Meadows et al (1972) e que teve grandes influência nos anos que se sucederam, onde se começou a se discutir formas de desenvolvimento das sociedades humanas em harmonia com o meio ambiente.

Na atual conjuntura existe uma grande preocupação sobre a preservação do meio ambiente, com uma busca constante de instrumentos governamentais, legislativos ou mesmo privados, para alcançar o propósito da sua manutenção, nas manifestações de meio-ambiente natural, artificial e cultural.

A legislação brasileira do meio ambiente é abundante, sobretudo, em dispositivos que normatiza a criação de Unidade de Conservação no país, entretanto, apenas esses dispositivos não são suficientes para que seja devidamente criada e implementada essas unidades.

Para a criação das Unidades de Conservação são necessários critérios técnicos que orientem quais áreas que efetivamente devem ser preservadas. Assim, este presente estudo, analisou as fitofisionomias do município de Mucugê - BA, com uso de sensoriamento remoto e SIG, através do Índice de Diferença Normatizada (NDVI), como um importante recurso para análise ambiental, com possibilidade de identificação das degradações do ambiente e como suporte para o planejamento e manutenção das áreas protegidas.

Os dados coletados servirão de subsidio para a proposta do Geoparque Serra do Sincorá a área proposta para a criação do geoparque é distribuída nos municípios de Lençóis, Palmeiras, Mucugê e Andaraí (Figura 01). Nestas áreas encontram-se sítios geológicos e dada a sua importância para a manutenção e preservação dessas áreas com valor ambiental e ecossistêmico para a região, foi instituída um conjunto as Unidades de Conservação -UC, decretadas nas esferas municipais, estaduais e federais, com a finalidade de conservar os elementos naturais de destaque ali existentes.

Espera-se que os resultados sirvam de subsidio para novas pesquisas e para as políticas públicas, sobretudo, ambientais, tanto no Parque Nacional da Chapada Diamantina como no município de Mucugê- BA, com projetos e ação voltada para as potencialidades ambientais e das áreas de preservação ambiental, com vista ao desenvolvimento sustentável da região.

A proposta de pesquisa baseia-se no estudo dos índices de vegetação do município de Mucugê, uma área localizada na Chapada Diamantina, inserida na interface entre os biomas Caatinga, Cerrada e Mata Atlântica, localizada na região central do Estado da Bahia. O recorte pesquisado corresponde à



porção central da Serra do Sincorá, sendo que a região pesquisada está inserida em parte do Parque Nacional Chapada Diamantina.

Na pesquisa foram utilizadas as técnicas de sensoriamento remoto que são fundamentais para o registro do uso da terra ao longo do tempo, pois permite avaliar as mudanças ocorridas na paisagem, um dos mais importantes desses fatores é a cobertura vegetal, haja vista, que do ponto de vista de preservação/conservação e continuidade de uma estrutura natural, percebe-se uma devida importância de estudo na análise ambiental a partir da avaliação da cobertura vegetal no município de Mucugê.

Para Cezar e Camargo (2016), o parque Nacional da Chapada Diamantina foi criado em 1985 para proteger a serra do Sincorá, uma área de grande relevância ambiental. A Serra do Sincorá localizada no interior do sertão baiano, regulam o clima da região e captam muita água, que é armazenada em suas rochas – é a caixa d'água da Bahia.

Além de reservatório de água, a região é um notável território da biodiversidade, protegendo milhares de espécies de plantas e animais. Considerando que cada ano os ambientes naturais diminuem, essa reserva de vida é essencial à conservação do equilíbrio ecológico. Na serra do Sincorá vivem seres que só existem aqui, constituindo um patrimônio genético muito valioso.

A destruição da cobertura vegetal, o deslocamento de grandes volumes de sedimento, o ressecamento dos cursos d'água e queimadas, são alguns dos mais expressivos impactos provocados pela redução da biodiversidade, à degradação ambiental sempre esteve em uma relação sistemática e contínuo com a cobertura vegetal.

A natureza, na tentativa de superar a destruição causada pela exploração e demais atividades que a ela davam suporte conseguiu, em alguma medida, recuperar partes do ambiente destruído.

As atividades descontroladas de uso e ocupação do solo, impulsionadas pelo modelo econômico, têm resultado em degradação, fragmentação e esgotamento dos recursos naturais, impactando enormemente a preservação da biodiversidade. Na medida em que atuam como recursos de preservação da flora e fauna, a destruição da biodiversidade compromete a preservação das mesmas.

A exploração da área exigia num primeiro momento a retirada da cobertura vegetal, ocasionando de imediato um enorme impacto tanto para a fauna quanto para a flora, além de provocar processos erosivos e redução do potencial hídrico da região.

Com relação às alterações no relevo, ainda hoje, os vestígios indicam parte do relevo original, e é possível inferir a enorme quantidade de sedimento deslocado pela exploração mineradora e o impacto provocado pela atividade, dada a sua amplitude.

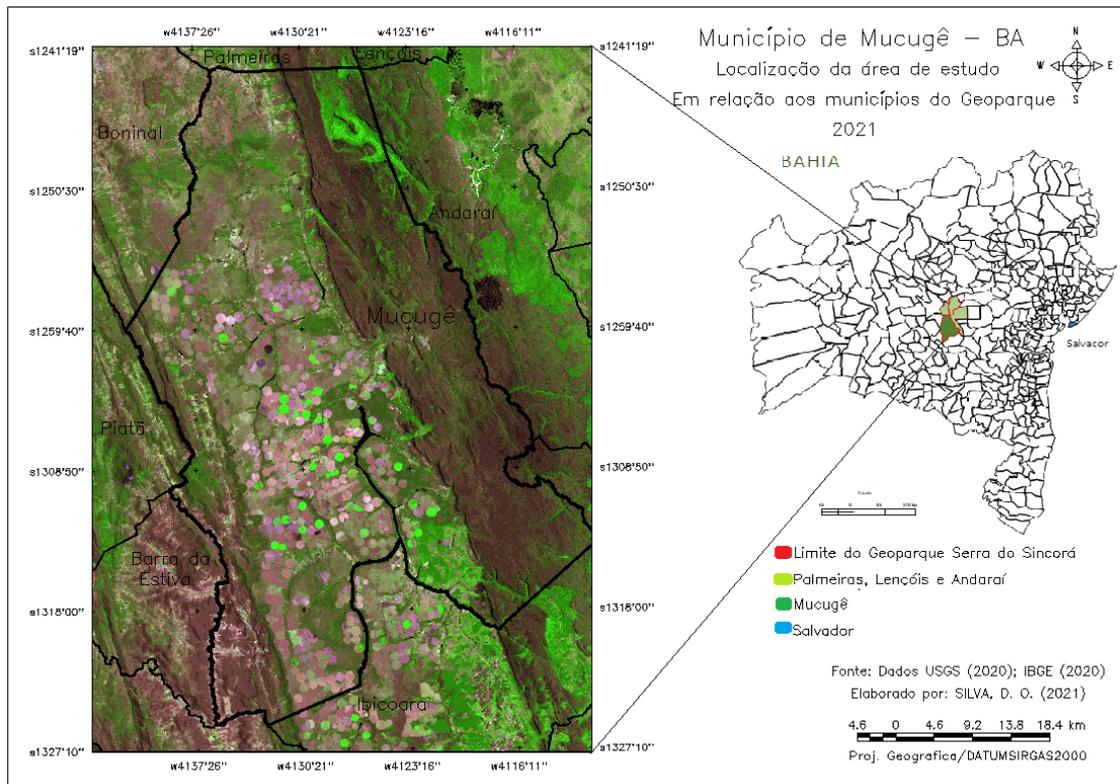


## 2 METODOLOGIA

### 2.1 UNIVERSO DA PESQUISA E AMOSTRAGEM

A área de estudo localiza-se no Território de Identidade Chapada Diamantina, no município Mucugê (Figura 1). Foi criado pela Lei Provincial nº 271 de 17/05/1847, no Estado da Bahia, localizado na latitude 13°00'19" Sul e longitude de 41°22'15" Oeste, estando a uma altitude média de 983 metros acima do nível do mar e caracteriza-se pelo clima subúmido a seco (SEI,2018).

Figura 1 – Mucugê - BA: localização da área de estudo – 2021



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

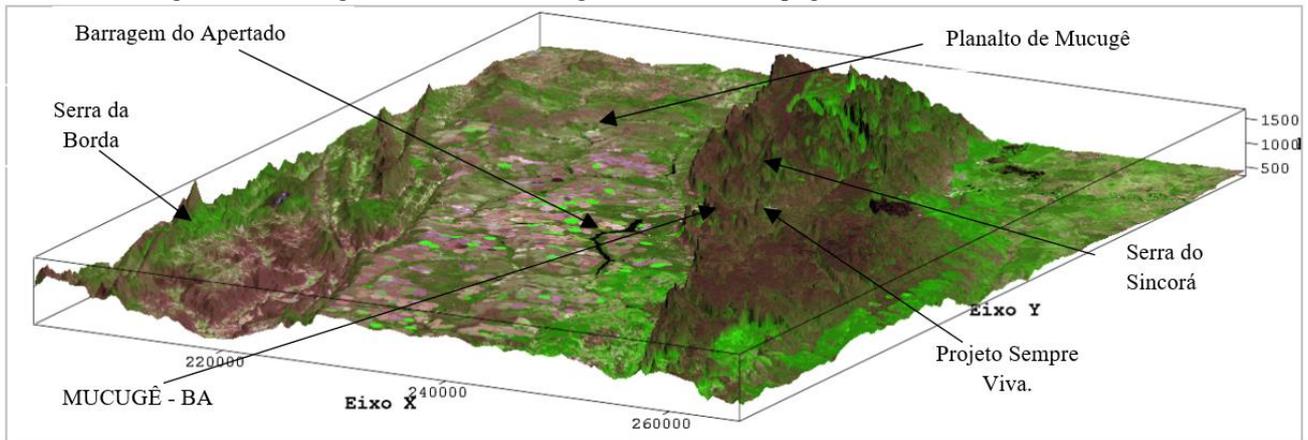
O município de Mucugê faz divisa com os municípios de Palmeiras, Andaraí, Itaetê, Ibicoara, Jussiapé, Abaíra, Piatã e Boninal, possui uma área total de 2.462,2 km<sup>2</sup>, distante 444 km de Salvador, capital do Estado da Bahia. A rodovia BA-142 é a principal via de acesso ao município que não é atendido por aeroporto. Sua população estima em 2018 foi de 10.545 habitantes (IBGE, 2018; SEI, 2018).

Nas imediações do Parque Nacional da Chapada Diamantina encontra-se o Parque Municipal de Mucugê, situado Serra do Sincorá, apresentando relevo com formas abruptas, com seu paredão imponente e sua estrutura geológica com chapadas inclinadas e alto grau de metamorfismo, diversidade climática que influencia na topografia e na fitofisionomia (Figura 2). Essa tensão ecológica forma um mosaico de vegetação do bioma Caatinga em contato com o Cerrado e Mata Atlântica, onde encontramos espécies típicas dos três biomas.



Para Brilha (2012), o Parque Municipal de Mucugê – também conhecido como Projeto Sempre Viva e englobando uma área de 270 ha, foi criado pelo decreto municipal nº 235, de 15 de março de 1999, e inaugurado em 17 de maio do mesmo ano, se tornando uma referência de unidade de conservação bem sucedida na Chapada Diamantina.

Figura 02 - Mucugê – BA: Bloco de diagrama em 3D da topografia da Área de estudo – 2021.



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

O estudo foi desenvolvido com técnicas de Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os dados foram com posicionamento geográfico, georreferenciados, utilizando a projeção cartográfica UTM, Datum SIRGAS2000.

O trabalho foi executado nas seguintes etapas, a saber:

- Revisão bibliográfica sobre o tema;
- Aquisição de imagens de satélite;
- Construção de um banco de dados no SIG SPRING, com realização de processamento digital das informações;
- Pesquisa de campo para auxílio na etapa dos processamentos digitais no laboratório, com coleta de amostras para cada classe temática;
- Análise dos dados com uso do SIG SPRING;

No SIG foi montado um banco de dados geográficos com um projeto do limite da área de estudo, sendo utilizado a projeção cartográfica UTM com os modelos conceituais pertencentes as categorias: Imagem, Temática e MNT e, definidos as classes temáticas com os seus respectivos planos de informações (PI's).

No processamento digital no SPRING foram realizadas as etapas independentes: técnicas de realce de contraste de imagens; processamento digital de imagens, operação do Índice de Vegetação Normalizada (NDVI); edição de dados vetoriais e de MNT (Modelo Numérico de Terreno).



De acordo com Jensen (2009), os sensoriamentos remotos vêm sendo utilizado desde a década de 1960 na modelagem de vários parâmetros biofísicos da vegetação que podem ser medidos através dos índices de vegetação, denominados medidas radiométricas adimensionais que indicam a abundância relativa e a atividade da vegetação verde, incluindo índice de área foliar (IAF), porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde e radiação fotossinteticamente ativa absorvida

Índices de vegetação têm sido largamente utilizados para monitorar a cobertura vegetal da Terra em escalas global e/ou local (MIURA, *et al.*, 2001). Tais índices são combinações de dados espectrais de duas ou mais bandas, selecionadas com o objetivo de sintetizar e melhorar a relação desses dados com os parâmetros biofísicos da vegetação.

Para Liu (2007) o índice de vegetação inicialmente foi desenvolvido na década de 1970, a maioria baseadas nos satélites LANDSAT. Posteriormente, vários índices de vegetação foram derivados baseados nos dados obtidos por outros satélites. Como princípio físico, a vegetação absorve a radiação na faixa do visível (0,4 a 0,7 um) e reflete na faixa de infravermelho próximo (0,725 a 1,10 um). Nesse caso, o índice de vegetação pode ser uma razão, diferenças ou várias combinações entre os valores de refletância do faixa do visível e infravermelho próximo.

Para Liu (2007, 133), a reflectância da vegetação envolve vários fatores conjunturais, incluindo estrutura da planta, estágio e crescimento, propriedades físicas e químicas de solo na superfície e condições atmosféricas. A heterogeneidade da paisagem na natureza, termina complicando na identificação e interpretação dos seres, no entanto, graças a singularidade de cada ser que se manifesta pela sua assinatura espectral eletromagnética e possível as informações distintas que se repetem em um padrão de forma reconhecível.

Embora a literatura científica destaque as potencialidades e limitações de mais de 50 índices de vegetação; todavia, os dois mais comumente utilizados são: Razão Simples (RVI) e o NDVI (MOREIRA, 2003). Segundo Bégué, *et al* (2010), dentre os vários índices desenvolvidos, o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é um dos mais utilizados atualmente, uma vez que fornece estimativas de parâmetros biofísicos da 2 vegetação, como índice de área foliar (IAF), acúmulo de biomassa e produtividade

Os cálculos dos índices de vegetação, que são medidas radiométricas adimensionais, foram criados para distinguir as informações espectrais da vegetação em relação as demais superfícies da terra (OLIVEIRA *et al.*, 2009) e indicar a quantidade e qualidade da vegetação em uma área imageada (JENSEN, 2009).

O NDVI, foi proposto por Rouse *et al* (1973), a partir da normalização do Índice de Vegetação da Razão Simples para o intervalo de -1 a +1. A normalização consiste numa relação entre as medidas espectrais de duas bandas, a infravermelho próximo e a vermelha (PONZONI; SHIMABUKURO,



2012). Nesse seguimento, é o índice de vegetação mais comumente empregado em estudos sobre vegetação, sendo uma aplicação dos processos de realce por operações matemáticas entre bandas de sensores de satélites (MELO, *et al.*, 2011).

Segundo Branquinho e Felzenzwalb (2007) o NDVI apresenta de forma simples e rápida a identificação de áreas vegetadas, e é o mais utilizado índice de vegetação. Um dos primeiros estudos realizados utilizando este índice de vegetação foi feito por Rouse (1973), no estudo conhecido como Great Plains.

Este índice foi utilizado em diversos estudos como na construção de perfis sazonal e temporal das atividades relacionadas à vegetação, permitindo comparações periódicas desses perfis. O perfil temporal do NDVI pode ser utilizado na detecção de atividades como na duração do período de crescimento de determinada cultura, identificação do pico de verde, observações de mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência, sendo muito utilizado em estudos agrícolas auxiliando alguns empreendedores deste setor (PONZONI, SHIMABUKURO, 2010).

Para Liu (2007, 220), o índice de vegetação por diferença normatizada (NDVI) foi proposto por Rouse et al. (1973), é calculado pela diferença de reflectância entre a faixa de NIR e a de VIS. A equação geral é representada pela equação:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{VIS}) / (\text{NIR} + \text{VIS})$$

Em que:

NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada;

NIR = reflectância da faixa de infravermelho próximo (0,725 a 1,10 um);

VIS = reflectância da faixa de visível (0,4 a 0,7 um).

Segundo Liu (2007, 221). o valor de NDVI varia de -1 a +1, onde os valores negativos representam as nuvens e ao redor do zero representam solo nu ou sem vegetação. O valor de NDVI maior que zero representa a vegetação. O valor de NDVI mais alto indica o grau de verde da superfície mais alta que pode ser usada para interferir na vegetação mais densa ou vegetação em pleno vigor do crescimento.

Na classificação do Índice de Vegetação Normatizada do Mucugê foram utilizadas sete classes temáticas: foi realizada a operação de fatiamento dos índices numérico da imagem raster, tendo como resultado uma imagem matricial da categoria de temática, representando as características da cobertura da terra da área de estudo, com 7 (sete) classes. Os critérios utilizados na escolha foram a partir das características fisionômicas da região, construídas por um conjunto variados de formas vegetais, com uma rica geodiversidade e biodiversidade.



## 2.2 MÉTODO DE ABORDAGEM E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO

O estudo foi desenvolvido no laboratório de Geografia Física do Departamento de Geografia da UESB, com técnicas de Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informações Geográficas (SIG), com uso de imagem do satélite LANDSAT 8, resolução espacial de 30 m, multiespectral, nas faixas espectrais 4-5-6, obtida no ano de 2021 e de imagem topográfica do sensor SRTM (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION); computador PC e o programa de geoprocessamento SIG SPRING (Sistema de Processamento de Informação Georreferenciadas). Os dados serão adquiridos com posicionamento geográfico, georreferenciados, utilizando a projeção cartográfica UTM, Datum SIRGAS2000.

Os equipamentos utilizados na pesquisa foram o GPS para auxílio no trabalho de campo e máquina fotográfica para registrar do ambiente. Também foram realizados estudos através de fotointerpretação das imagens de satélites com dados computacionais, seguida da elaboração de mapas temáticos obtidos pelos processamentos das imagens do satélite LANDSAT e topográfica do sensor SRTM (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION), obtidas no site da UGS/NASA;

Os dados primários da pesquisa foram obtidos no Ministério do Meio Ambiental (MMA), em órgãos públicos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) e de sensores remotos da Agência Espacial Americana (NASA), dentre outros.

No trabalho de campo foi utilizado GPS (Global Position System) para auxiliar na coleta e registro das amostras das classes dos índices de vegetação, com suporte ao SPRING, onde foram realizados processamentos de análise de imagens de satélite, cruzamento de dados, cálculos de áreas, perfis, etc., para compor os resultados da pesquisa.

O SIG SPRING como o sistema escolhido, foi realizado as análises dos dados e elaboração de mapas, assim como, tabulação de dados para compor as análises estatísticas, utilizado o software Excel e a editoração no programa Word, para compor o trabalho final.

No estudo da fisionomia dos tipos de vegetação, foram considerados a estrutura horizontal e a estratificação vertical da vegetação, bem como, a presença de diferentes formas de vida segundo Goldsmith & Harrison (1976). Estudos feitos por Nóbrega e Meguro (2003), Nóbrega e Vilas Boas (2020, 2023), Santos e Nóbrega (2023) identificaram 9 perfis-diagramas para representar os principais tipos de vegetação encontrados na mesma região onde este estudo foi realizado. Segundo os autores os locais eram escolhidos, na medida do possível, onde a vegetação estava pouco alterada, de modo que sua fisionomia mais natural fosse bem representada. Em cada perfil-diagrama foram indicados também, as espécies ou gêneros típicos ali encontrados.

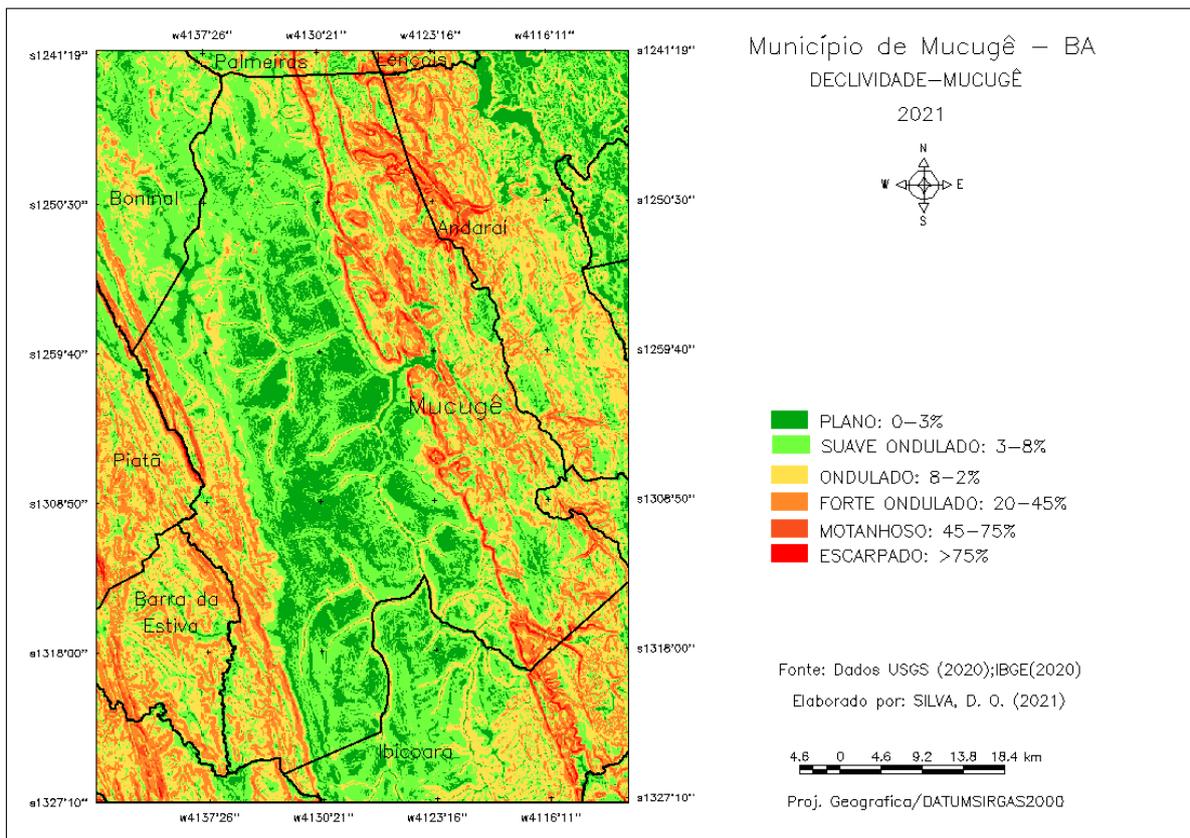


### 3 RESULTADO E DISCUSSÕES

#### 3.1 O RELEVO E AS FITOFISIONOMIAS

Na análise do relevo do município de Mucugê foi caracterizado por uma topografia com declividade Plana, Suave Ondulada, Forte Ondulada, Montanhosa e Escarpada (Figura 3), com uma cobertura de vegetação predominante de campo rupestre, seguido por campo limpo de cerrado e campo sujo de cerrado que está diretamente relacionada com a topografia e substrato rochoso com solos rasos, no caso dos campos rupestres. (Nóbrega e Meguro, 2003).

Figura 3 – Mucugê - BA: mapa de declividade – 2021



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

Na figura 3 e na tabela 1 do município de Mucugê, mostra as características do relevo por classes de declividade e que corresponde na área analisada a um total de 5.352 Km<sup>2</sup>. Observa-se que a declividade variou muito: plano 0-3% , suave Ondulado 3-8%, Ondulado: 8-20%, Forte ondulado: 20-45%, Montanhoso: 45-75% e Escarpado: >75%.



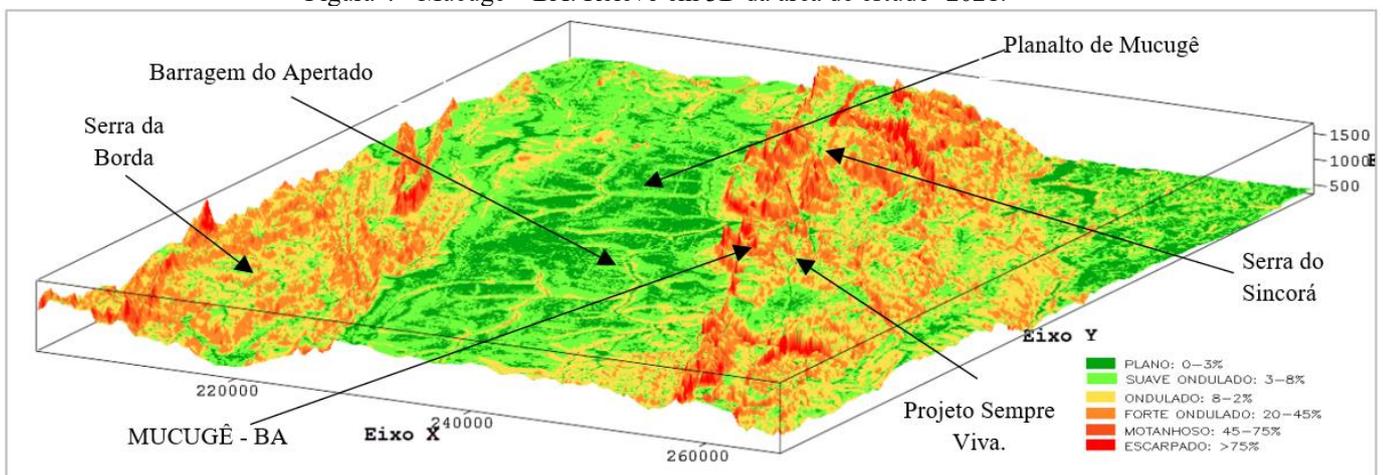
Tabela 1 - Mucugê - BA: Declividade do município - 2021

Declividade (%)	Classes (m)	Km <sup>2</sup>	(%)
0 - 3%	Plano	884	16,51
3 - 8%	Suave - ondulado	1923,8	35,94
8 - 20%	Ondulado	1569,7	29,33
20 - 45%	Forte ondulado	776,7	14,51
45 -75%	Montanhoso	157,7	2,95
> 75%	Escarpado	40,6	0,76
<b>Total</b>		<b>5.352</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados processados no SPRING 5.5.6; Elaborado SILVA, D. O. (2021)

Após o apogeu da exploração de minério, com o fim do ciclo de diamante, a região investiu na atividade econômica da agricultura do agronegócio, como um dos principais vetores do crescimento da região, e que se desenvolveu com agricultura intensiva irrigada do tipo “pivô central”, com produção para o mercado de exportação, favorecido pelas condições edafoclimáticas, e água soberania abundante. O relevo da região, bastante dissecados com vales profundos, topos rochosos superfície planas de altitude, com serras divididas em pediplano cimeiro e anticlinais aplainados. A declividade variou de 0 -3% a >75% (Figura 4), situado em solos do tipo Neossolos Litólico Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Figura 4 - Mucugê – BA: Relevo em 3D da área de estudo -2021.

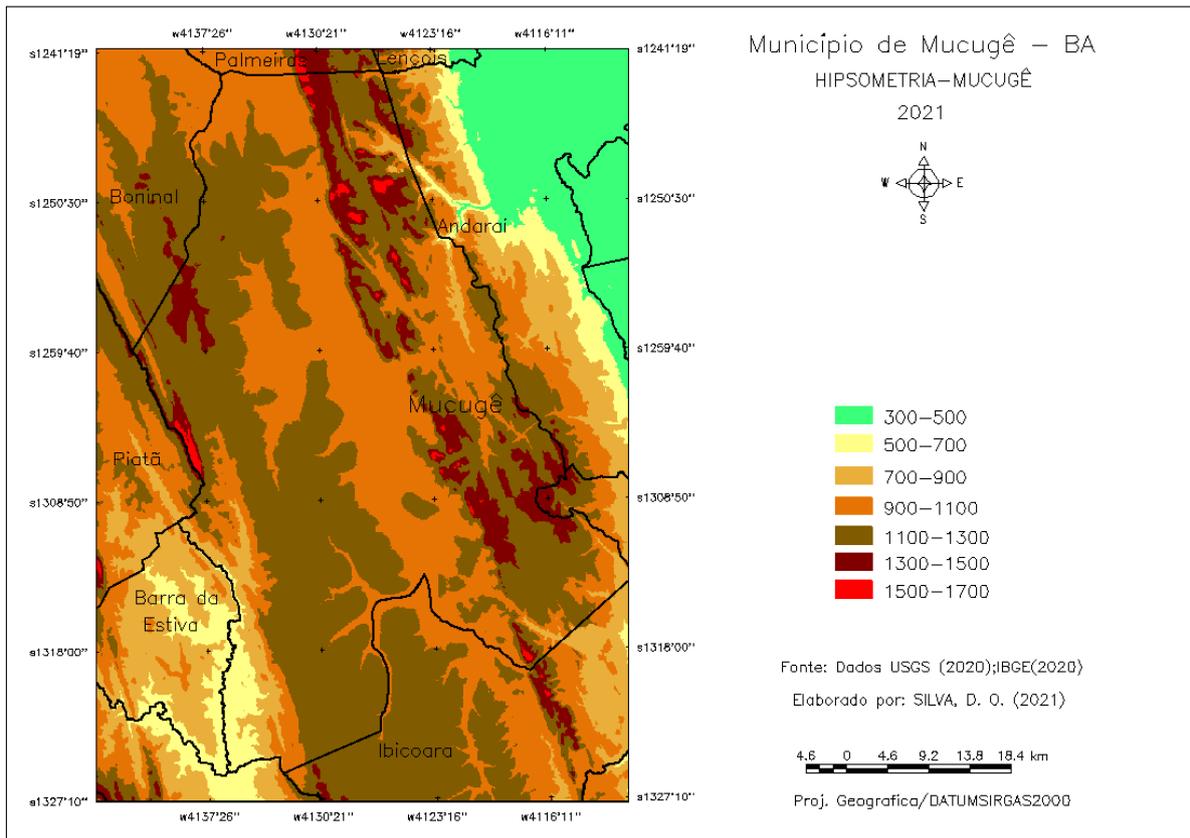


Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

Na figura 5 e na tabela 2 de hipsometria do município de Mucugê, estão representadas as elevações do relevo, com altitudes que variam entre 300-1700 metros, com o desnível de 1.400 metros, cobrindo a área total de 5087,8 Km<sup>2</sup>.



Figura 5 – Mucugê - BA: Hipsometria - 2021



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

Tabela 2 Mucugê - BA: Hipsometria do município - 2021

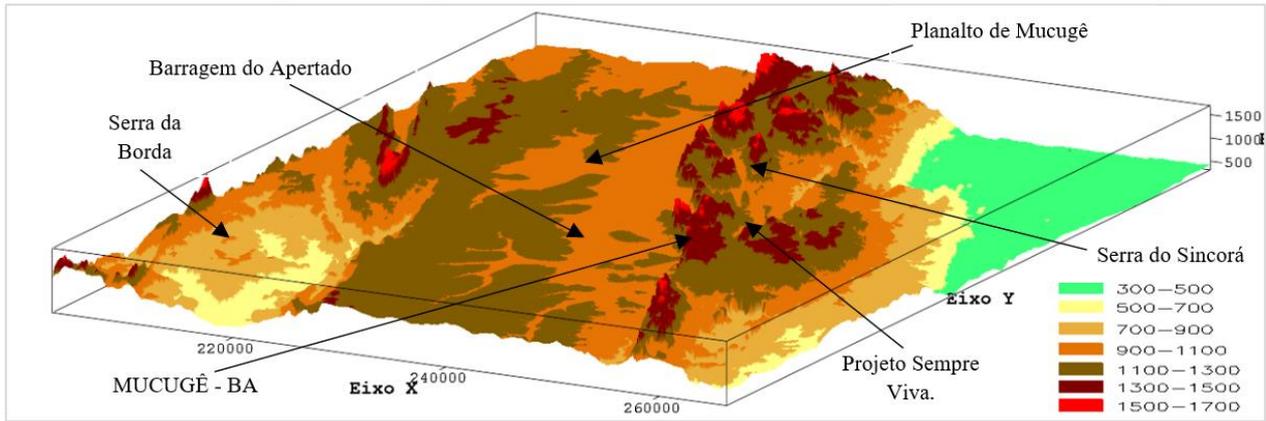
Altitude (m)	Km <sup>2</sup>	(%)
300-500	580,7	11,4
500-700	32,9	0,6
700-900	701	13,7
900-1100	1584,9	31,1
1100-1300	1889,7	37,1
1300-1500	277,1	5,4
1500-1700	20,8	0,4
<b>Total</b>	<b>5087,8</b>	

Fonte: Dados processados no SPRING 5.5.6; Elaborado SILVA, D. O. (2021).

Na figura 5 encontra representado o relevo da região em 3D, onde é possível ver as encostas rochosas formadas por arenitos e quartzitos, altamente desgastados, originando solos rochosos, e rasos. Essa área foi sendo construída no Pre-Cambriano Superior, com altas elevações acima de 900-1700m.



Figura 5 - Mucugê – BA: Hipsometria em 3D da área de estudo -2021.



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021).

Na figura 6 observam-se as formações rochosas, que ocorre nas proximidades do Planalto ou Pediplano Cimeiro da Chapada Diamantina, com relevo plano e suave ondulado denominado localmente de “gerais”. As formações rochosas fazem parte da formação Tombador formado a 1,5 bilhão de anos, composta de arenitos e conglomerados diamantíferos, originados da movimentação tectônica. Os campos rupestres ocorrem nessas áreas escarpadas e também em cima da serra do Sincorá. (Figuras 6 e 7)

Figura 6 - Mucugê – BA: área do Projeto Sempre Viva com campos rupestres- 2019.

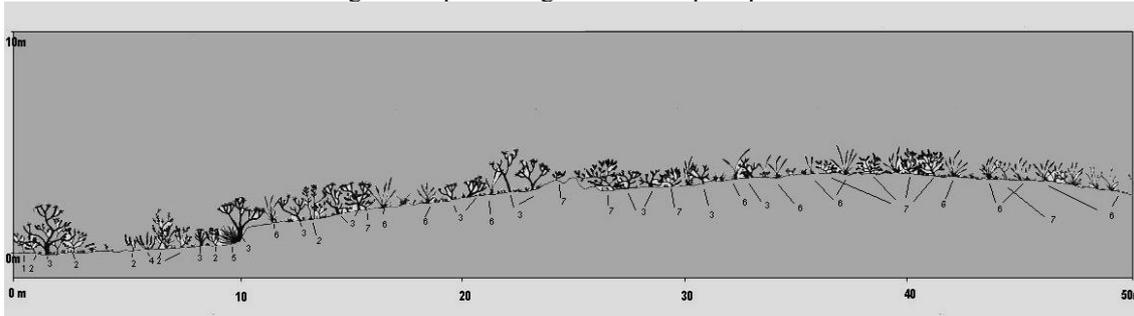


A cachoeira tem cesso rápido em minutos a Cascata do Tiburtino está localizada no Rio Cumbuca, dentro do projeto Sempre Viva, com Afloramentos de quartzito, contornada de vegetação arbustiva e rala ou densa.

Fonte: SILVA, D. O. (2019).



Figura 7 – perfil diagrama do campo rupestre.



Fonte: Nóbrega e Meguro (2003).

As características fisiográficas encontrada na região estão diretamente relacionadas com altitude, tipos de solos e os tipos climáticos, definindo as comunidades vegetais situadas em diversos níveis de altitude, solos rasos, medianos e profundos. A hidrografia subterrânea é um fator importante na região por possuir rochas calcárias e arenitos favorecendo o surgimento de aquíferos.

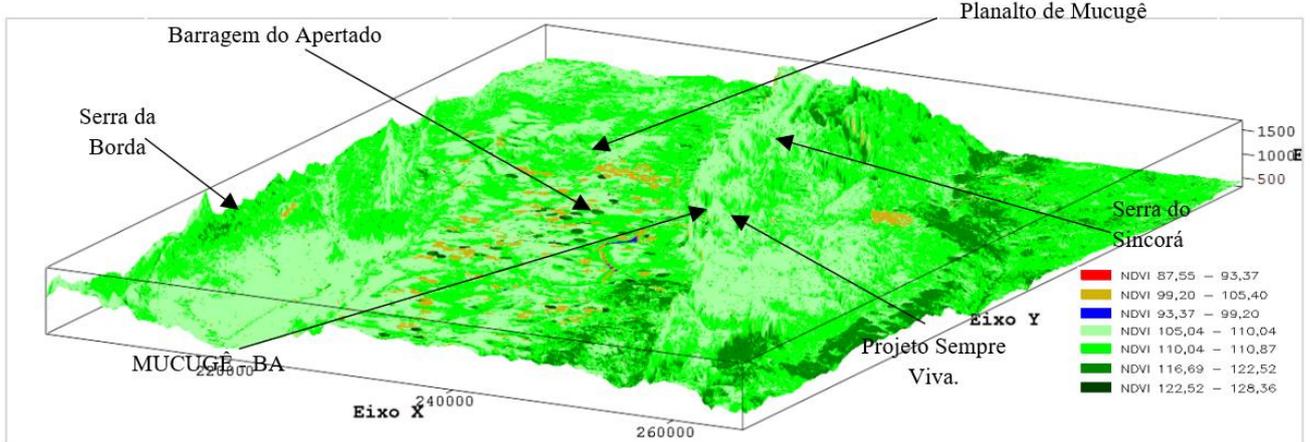
### 3.2 ÍNDICE DE VEGETAÇÃO E AS FITOFISIONOMIAS NO MUNICÍPIO DE MUCUGÊ

Na correlação entre os índices de vegetação e as fitofisionomias têm-se os seguintes resultados de acordo com a metodologia empregada no estudo.

Os índices de vegetação, na área em estudo variaram de 87,55 até 128,36. Quanto maior o valor do índice de vegetação maior a quantidade de clorofila presente no mesófilo. Para elaboração dos mapas de vegetação, foram criadas 7 classes de índices de vegetação que correspondem a um ou mais de um tipo de fitofisionomia. (Tabela03). Os resultados dos índices de vegetação para a área analisada (tabela 3 e figuras 8 e 9) como foi dito anteriormente, cobriu uma área de 5381,70 Km<sup>2</sup>, onde foi observado que o NDVI variou de 89,52 a 128,33, com valor de ganho offset. Em termos qualitativos, as predominâncias ocorrem nos intervalos de 106,15 a 117,24 com as tipologias de vegetação arbustiva rala e densa com 84,85% das áreas (campo rupestre, campo limpo de cerrado, campo sujo de cerrado e cerradinho, figuras 07, 08, 09 e 10) em segundo lugar, com 117,24 - 122,78 foi para a classe arbórea com 443,18 Km<sup>2</sup> da área, sendo que, para as demais classes com os menores valores, nos intervalos 89,52 a 106,15 (área degradada, solo exposto e água), e de 95,06 a 106,15 (vegetação herbácea em áreas irrigada), os valores atingirem 9,71Km<sup>2</sup>.

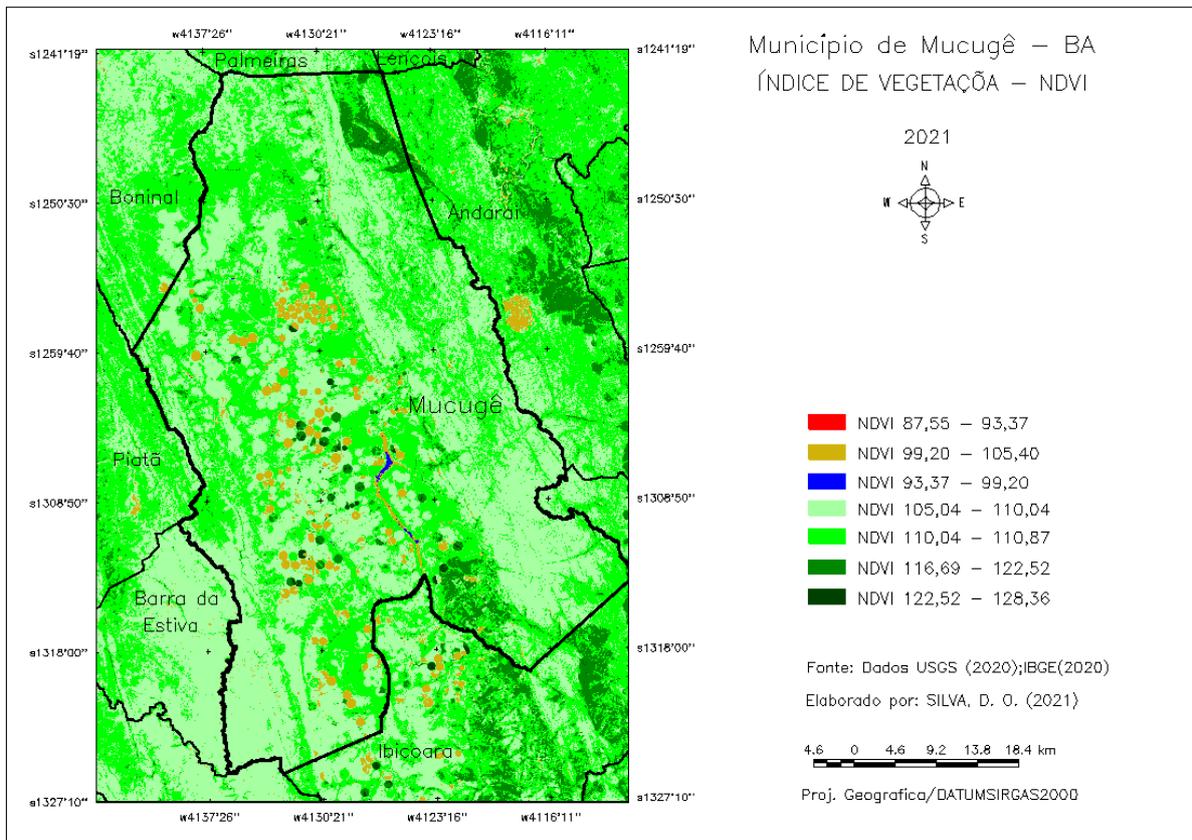


Figura 08 - Mucugê - BA: Índice de Vegetação de Diferença Normalizada em 3D – 2021.



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021).

Figura - 9 – Mucugê - BA: Mapa Índice de vegetação - 2021



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021).



Tabela 3 Mucugê - BA: Índice de vegetação do município - 2021

NDVI	Classes	Km <sup>2</sup>	(%)
89,52 -95,06	1- Área degradada e/ou aflor. rochosos	0,03	0,00048
95,06 - 100,06	2 – Água	2,66	0,05
100,06 - 106,15	3 - Solo exposto	122,92	2,28
106,15 - 111,69	4 - Veg. Arbustiva rala (campo limpo e rupestre)	2232,05	41,47
111,69 - 117,24	5 - Veg. Arbustiva densa (campo sujo e cerradinho)	2571,15	47,78
117,24 - 122,78	6 - Veg. Arbórea (florestas estacionais semidecíduais e decíduais, ecótono caatinga/cerrado e carrasco)	443,18	8,24
122,78 - 128,33	7 -Veg. áreas irrigadas	9,71	0,18
<b>Total</b>		<b>5381,70</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados processados no SPRING 5.5.6; Elaborado SILVA, D. O. (2021).

Figura 10 – campo limpo de cerrado.

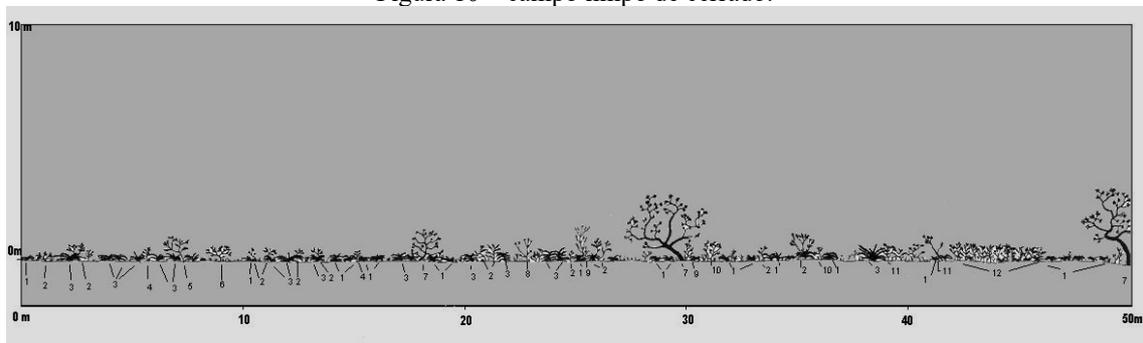


Figura 11 – campo sujo de cerrado.

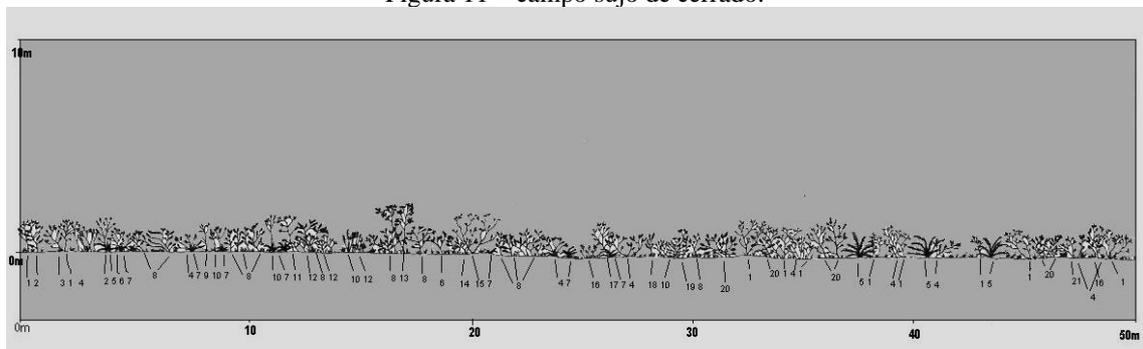
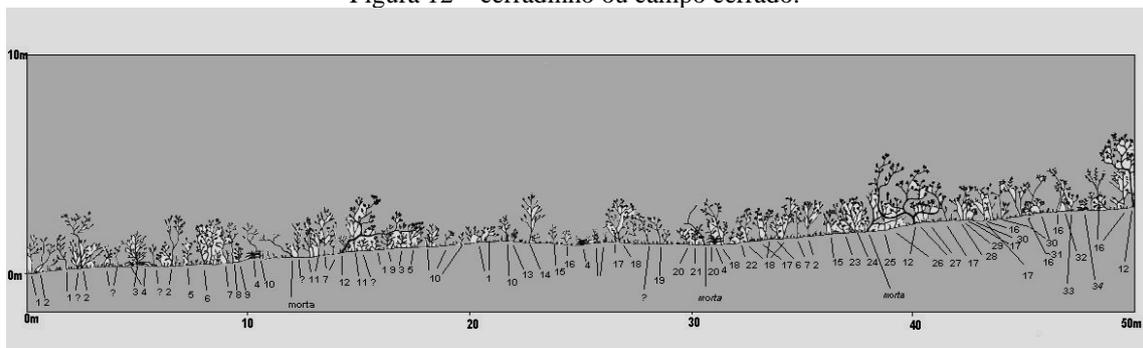


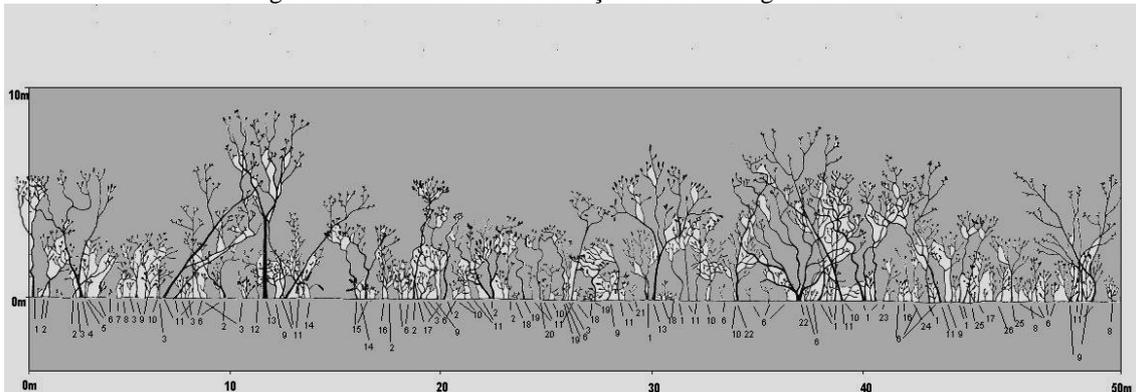
Figura 12 – cerradinho ou campo cerrado.





No bioma da Caatinga em contato com o cerrado foi encontrado um tipo arbóreo baixo de acordo com a figura 13. No bioma cerrado em contato com a caatinga e mata seca foi encontrado uma formação vegetal arbórea também baixa (Figura 14) denominada regionalmente de carrasco. As formações arbóreas de maior porte foram “capão de mata semidecídua” (Figura 15) e as florestas semidecíduas de vales e encostas de montanha onde a pluviosidade é mais elevada. (Figs16).

Figura 13 – mata baixa de transição entre caatinga e cerrado.



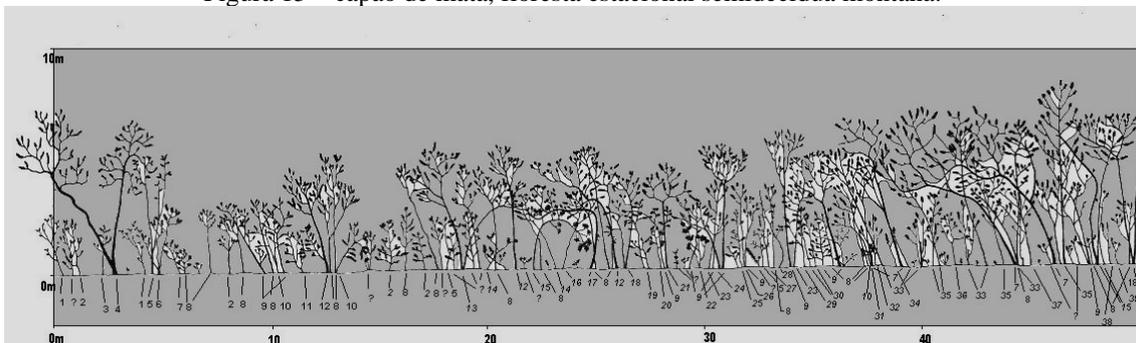
Fonte : Nóbrega e Meguro (2003)

Figura 14 – carrasco, ecótono entre caatinga, cerrado e mata seca.



Fonte : Nóbrega e Meguro (2003)

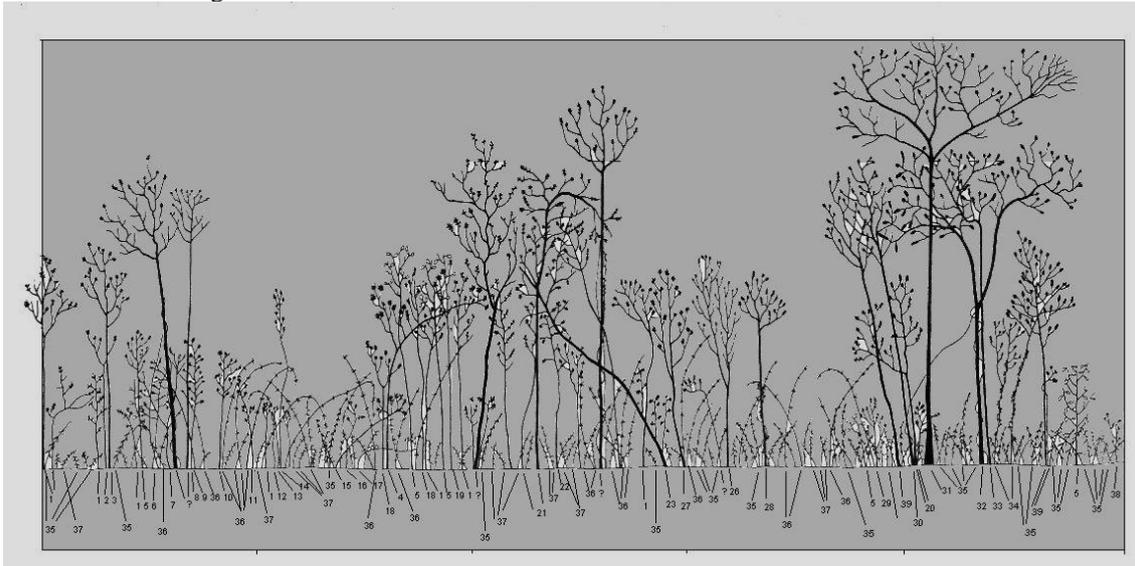
Figura 15 – capão de mata, floresta estacional semidecídua montana.



Fonte : Nóbrega e Meguro (2003)



Figura 16 – floresta estacional semidecídua de vales e encostas úmidas.



Fonte : Nóbrega e Meguro (2003)

No Parque Nacional de Mucugê (figura 17), que é uma Unidade de Conservação, onde fica o Projeto Sempre Viva e o Museu Vivo do Garimpo, são locais de grade visitação e de atrações muito requisitada pelos turistas, e que funciona como um centro de pesquisas biológicas situada na Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina.

A área do Parque Nacional de Mucugê possui com atrativos naturais, trilhas de ecoturismo, áreas protegidas e políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento sustentável da região um dos seus principais atrativos são as Cachoeiras do Tiburtino e das Piabinhas.

Figura 17 – Mucugê – BA: Área do Projeto Sempre Viva – 2023.



Vegetação arbustiva caracterizada por arbustos esparsos com troncos retorcidos, solo raso e afloramentos.

Vegetação arbustiva rala e vegetação arbustiva densa com afloramento rochoso ao fundo.

Fonte: SILVA, D. O. (2023).

A entrada do Projeto Sempre Viva fica na rodovia BA-142, Km 96, a menos de 4 Km da cidade de Mucugê. Para entrar é cobrado uma taxa para manutenção e preservação do Parque de uso sustentável, onde inclui o acesso ao projeto, as trilhas e as cachoeiras, com banhos livres.



As espécies de plantas conhecidas como Sempre Viva (gênero *Paepalanthus*), vem ao longo do tempo sofrendo com o uso predatório feito pelo homem, chegando ao ponto de quase extinção de algumas espécies. Atualmente é uma planta protegida por Lei, preservada dentro do projeto que leva seu nome. Existem 1200 espécies de sempre viva, sendo uma delas endêmica de Mucugê.

Figura 18 – Mucugê – BA: Projeto Sempre Viva -2019.



Fonte: SILVA, D. O. (2019)

Figura 19 - Mucugê – BA: campo rupestre no Projeto Sempre Viva - 2023.



Fonte: SILVA, D. O. (2023).



Figura 20 – Mucugê – BA: Projeto Sempre Viva - 2023.



Fonte: SILVA, D. O. (2023).

Nas figuras 18, 19 e 20 observam-se locais onde existe a possibilidade do contato e do relacionamento entre a sociedade e a natureza, em um modelo de desenvolvimento sustentável, com compatibilização do desenvolvimento econômico com a qualidade de vida e a defesa do meio ambiente, na perspectiva de uma visão do futuro, onde as gerações atuais e futuras. Se alicerçarem num modelo de desenvolvimento que respeita as limitações do meio ambiente através do desenvolvimento sustentável.

A mineração encontra-se já extinta, mas a conscientização da população e dos visitantes é um dos fatores principais do projeto visando a preservação tanto da biodiversidade como da geodiversidade do lugar. As questões ambientais exigem soluções integradas, com a comunidade conscientizando os visitantes para a importância da preservação das Unidades de Conservação de Uso Sustentável.

A criação do Projeto Sempre Viva é de grande relevância e deve ser encarado como uma questão além da utilização dos recursos naturais na iniciativa da sua preservação que vai além dos interesses ambiental, preocupando também com interesses socioeconômico das comunidades em seu entorno, educando assim a sociedade na questão socioambiental tendo em mente que a biodiversidade deve ser preservada, sem impedir o desenvolvimento do país ou da comunidade.

A conservação da biodiversidade de forma sustentável assegura a dignidade do ser humano e dos direitos dos cidadãos na divisão de responsabilidades dos diversos setores sociais, envolvendo o turismo sustentável com conscientização das pessoas e dos grupos, sendo de relevante papel no desempenho da preservação de uso sustentável, pois, cada indivíduo é um ator social, que também é responsável pelo todo.



O município de Mucugê inclui ações sustentáveis visando minimizar os impactos negativos das atividades turísticas da região, cujo desenvolvimento econômico tem se mostrado uma das principais formas na transformação e preservação dos ecossistemas com integração entre a sociedade e a natureza.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados das fitofisionomias encontradas na região apontam uma inter-relação nas unidades ecossistêmicas e ambientais, o desenvolvimento entre as comunidades vegetais está diretamente correlacionados com os diversos tipos de relevo, solos, geologia, hidrografia, e as zonas climáticas.

As fitofisionomias encontradas na área do Parque Municipal de Mucugê e na Unidade de Conservação, do Projeto Sempre Viva e no seu entorno, de modo geral é o resultado das condições especiais de relevo e solo, com temperaturas mais amenas que as demais regiões circundantes apresentando temperaturas mais baixas influenciadas pelas chuvas orográficas e altitude, com ambiente formando ilhas com vegetação diferenciada como os Campos Rupestres, proporcionando uma rica biodiversidade, com espécies adaptadas as condições edafoclimáticas.

Nos vales do Mucugezinho situado nos escudos cristalinos, forma-se as cachoeiras e naturais grutas de rara beleza cênica, com pinturas rupestres em campos de altitudes, onde florescem espécies raras de Sempre Viva, situadas em ambientes extremamente susceptíveis e frágeis, e que apresentam elementos ambientais de grande importância para o ecoturismo, com dinamismo para o desenvolvimento da região, com sustentabilidade econômica, social e ambiental. É necessário conhecer o patrimônio natural, histórico e cultural cujo sua exploração deve considerar seu uso racional e sustentável para preservação das atuais e futuras gerações.

Os estudos desta natureza servem de subsidio para outras pesquisar, projetos e ação na região, aos órgãos públicos e Federais e do Estado, vinculada com as prefeituras do município localizada nesta área, instituições privadas aliando com uso turístico à preservação ambiental e à geração de políticas públicas voltadas para a preservação e conservação locais, vem corroborar em favor do Projeto Sempre Viva e seu entorno.

O ambiente do município de Mucugê como componente da biosfera terrestre, deve funcionar integrado como o sistema como um todo, com vista a manutenção da qualidade ambiental, em um cenário onde é possível a integração da conservação e preservação de forma sustentável para a sociedade atual e futuras.



## REFERÊNCIAS

- AMIRI F., Rahdari V., Najafabadi S.M., Pradhan B., Tabatabaei T. 2014. Multitemporal landsat images based on eco-environmental change analysis in andaround Chah Nimeh reservoir, Balochestan (Iran). *Environ. Earth Sci.*, 72(3):801-809.
- BÉGUÉ, A. et al. Spatio-temporal variability of sugarcane fields and recommendations for yield forecast using NDVI. *International Journal of Remote Sensing*, v. 31, n. 20, p. 5391– 5407, 2010.
- BOAS, A. M. V., da Nóbrega, M. A., & Santos, B. L. (2021). A monocultura cacaeira e o bioma da mata atlântica no município de Gandu, baixo Sul Baiano / Cocoa monoculture and the atlantic forest bioma in the municipality of Gandu, downtown South Baiano. *Brazilian Journal of Development*, 7(10). <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-295>
- BOAS, A.M.V., NOBREGA, M.A. & SANTOS, B. L. Principles and Concepts for development in nowadays Society: The cacao monoculture and the atlantic forest biome in the municipality of gandú, baixo sul baiano – Brazil. Disponível em: <http://sevenpublicacoes.com.br/> Principles and concepts for development in nowadays society, p. 460 - 477, 2022
- BRANQUINHO, Fátima; FELZENZWALB, Israel. Meio Ambiente: Experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores. Rio de Janeiro: Mauad, 2007. 211 p. FAPERJ.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- BRILHAR, J. A rede global de geoparques nacionais: um instrumento para promoção internacional da geoconservação. In: SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Orgs.). Geoparque do Brasil: proposta. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.
- BRITO, Francisco Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas. 2. ed. rev. Florianópolis: Editora da UFSC, 2012.
- BRITO, Maria Cecilia Wey. Unidade conservação: intenções e resultados. 2. ed. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2003.
- CAMARGO, Luís Henrique Ramos, A ruptura do meio ambiente: as mudanças conhecendo ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência. 2 ed. Rio de Janeiro: Brasil, 2008.
- CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2004.
- CEZAR. Rodrigo. Valle. Camargo. Vanessa. Aparecida. História Natural da Chapada Diamantina. – 1. Ed. – São Paulo: Gregory, 2016.
- CRISTOFOLETTI, Antonio. Modelagem de sistemas ambientais. 1 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- Cruz M.A.S., Souza A.M.B., Jesus J.S. 2011. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos Índices de Vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na bacia do rio Japarutuba-Mirim em Sergipe. In: Anais [...]. Simp. Bras. Sens. Remoto, 15. (SBSR). 2011, Curitiba. São José dos Campos: INPE, 2011.



Goudsmith, F. B.; Harrisson, C. M. Description and analysis of vegetation. In: Methods in plant ecology. London: Blackwell Scientific Publications, 1976. p. 85-152

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manuais Técnicos em Geociências nº 07 – Manual Técnico de Uso da Terra. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. 2ª ed., São José dos Campos: Parêntese, 2009.

JUNCA, Flora Acuña, Lígia Funch e Washington Rocha; organizadores. Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

LEFF, Enrique. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexibilidade, poder. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

LEITE, Joaquina Lacerda. (Org.). Problemas Chave do Meio Ambiente. 2 ed. Salvador: Editora do Exopgeo, 995

LIU, William Tse Horng. Aplicações de sensoriamento remoto. Campo Grande: Editora da UNIDERP, 2006.

LOBATO, R. et al. Índice de vegetação por diferença normalizada para análise da redução da mata atlântica na região costeira do distrito de Tamoios – Cabo Frio/RJ. Caderno de Estudos Geoambientais, v.01, n.01, p.14-22, 2010.

LOCH, Carlos. A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. 5. ed. Ver. atual. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008

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. RA'E GA, Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, vol. 23, p. 520-533, 2011.

MIURA, T.; Huete, A. R.; Yoshioka, H.; Holben, B. N. An error and sensitivity analysis of atmospheric resistant vegetation indices derived from dark target-based atmospheric correction. Remote Sensing of Environment, v.78, p.284- 298, 2001.

MOREIRA, M. A. Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 307 p.

MOREIRA, R.C.. Influência do posicionamento e da largura de bandas de sensores remotos e dos efeitos atmosféricos na determinação de índices de vegetação. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, INPE, 2000

NOBREGA, MA. Identificação da cobertura vegetal e de outros elementos do terreno através do processamento digital de imagens orbitais. Identification of vegetation cover and other terrain elements through digital processing of orbital images. In: com(s) ciência: cultural, technical and scientific journal. No. 4. P 143-159. Conquest victory: uesb, 1993.



NOBREGA, M. A. & MEGURO, M. (2003). Diversidade de Fitofisionomias e Aspectos Fisiográficos da Região Sudeste da Chapada Diamantina – BA. São Paulo: USP.

NOBREGA, M.A., SANTOS, R. C. & ROCHA, G. S. Solos do Sudeste da Chapada Diamantina - Bahia, Brasil. Soils of the Southeast of Chapada Diamantina - Bahia, Brazil. Conference: XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina At: Lima – Peru Affiliation: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

NÓBREGA, M. A. da; BOAS, A. M. V. Características físico-químicas dos solos da região do alto curso das bacias hidrográficas do Rio Pardo e Paraguaçu e suas relações com as fitofisionomias – Bahia, Brasil. Seven Editora, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/1439>. Acesso em: 3 jun. 2023.

NOBREGA, M.A & MEIRA, V. C. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO NO SUDESTE DA CHAPADA DIAMANTINA - BAHIA. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA At: NATAL, RN Affiliation: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007

NOBREGA, M.A & VILAS BOAS, A.M. Soil/phytofisionomy relationship in southeast of chapada diamantina – Bahia, Brazil. The world academy of science, engineering and technology. International journal of geological and environmental engineering. V. 14, no. 12, p. 349-356. 2020.

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes; PONZONI, Flávio Jorge. Introdução ao Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, 2001.

OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D; SILVA, J. S.; SILVA, C. A.V.; SANTIAGO, M. M.; MENEZES, J. B.; SILVA, H. A.; PIMENTEL, R. M. M. Avaliação da 622 Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.6, n.4, p. 606-623, 2017 Cobertura Vegetal e do Albedo da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó com Imagens do Satélite Landsat 5. In: Anais [...]. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE, abril, p. 2865-2872, 2009.

PINTO, Jamille Oliveira. Análise preliminar das potencialidades ambientais da serra das araras em Ituaçu – BA, com vista a implantação de uma unidade de conservação. Monografia (Graduação em Licenciatura de Geografia pela UESB. Vitória da Conquista – BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 2015).

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. Brasília: UnB, EMBRAPA, 2001

PONZONI, F. J., & Shimabukuro, Y. E. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. São José dos Campos: Parêntese. 2007.

PONZONI, F. J; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2012.

PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação. São José dos Campos: Parêntese, 2010

RIZZINI, Carlos Toledo. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2 ed. Âmbito Cultural Edições Ltda.,1997.

ROSEMBACK, R; FRANÇA, A. A. S; FLORENZANO, T. G. Análise Comparativa dos dados NDVI obtidos de imagens CCD/CBERS e TM/ Landsat5 em uma área urbana. In: Anais [...] XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. São José dos Campos: INPE, 2005. p.1075-1082.



ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3, 1973. Annals [...] Washington, 1973. p. 309-317.

SANTOS, V. J. D.; NÓBREGA, M. A. da. Physiomic classification of vegetation in the municipality of Vitória da Conquista – Bahia. Seven Editora, [S. l.], 2023. Disponível em: <http://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/850>. Acesso em: 10 may. 2023.

SEI. SUPERINTENDENCIA ESTUDOS ECONOMICOS BAHIA. Disponível em <[http://www.sei.ba.gov.br/site/resumos/indicadores/indicadores\\_2921906.pdf](http://www.sei.ba.gov.br/site/resumos/indicadores/indicadores_2921906.pdf)>. Acesso em 01 de maio de 2023

SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. Camara G.; Souza R.C.M.; Freitas U. M.; Garrido J. Computers & Graphics, v. 20, n.3. p. 395-403, 1996.

VEIGA, Artur José Pires (Coord.). Análise espacial da chapada diamantina, com uso de sensoriamento remoto e SIG, na área de proposição para a criação do Geoparque Serra do Sincorá. Projeto de pesquisa. Vitoria da Conquista – BA: UESB, 2018.

VEIGA, A. J. P., BERNARDES, S.E., NOBREGA, M.A. FRANCISCO, L. O. & SILVA, D. de O. Tecnologias aplicadas nas ciências agrárias. In: Fitofisionomias na área de proposição do Geoparque Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina, com uso de sensoriamento remoto e sig - brasil. Disponível em: [u85PC6w6TGQ8Ag2BeIK1otl274r3Eh91.pdf](http://brazilianjournals.com.br/u85PC6w6TGQ8Ag2BeIK1otl274r3Eh91.pdf) (brazilianjournals.com.br), 2001