



## Conservação da cobertura vegetal do município de Guaiúba/Ceará: análise através do MIFC, SAVI e Índice de Diversidade

Conservation of vegetable coverage in the municipality of Guaiúba/Ceará: analysis through MIFC, SAVI  
and Diversity Index

1 Túlio Viana Bandeira  <https://orcid.org/0000-0001-8582-9667>

1. Universidade Estadual do Ceará  Ceará, Brasil

2 Maria Lúcia Brito da Cruz  <https://orcid.org/0000-0002-2202-923X>

2. Universidade Estadual do Ceará  Ceará, Brasil

3 Eliseu Marlônio Pereira de Lucena  <http://orcid.org/0000-0002-8190-1702>

3. Universidade Estadual do Ceará  Ceará, Brasil

Autor de correspondência: [tulioviana@gmail.com](mailto:tulioviana@gmail.com)

**RESUMO:** Os estudos que envolvem o estado de conservação da cobertura vegetal apresentam campo de atuação e aplicação bastante abrangentes, o que evidencia sua relevância científica. Esses trabalhos procuram tratar a respeito dos processos que envolvem as diversas formas de uso e ocupação. Nesse sentido, a instalação de atividades socioeconômicas predatórias traz consigo impactos no ambiente, e a vegetação é um dos componentes da paisagem que primeiramente sofre danos. Dessa forma a pesquisa se desenvolve com o objetivo de mapear e discutir o estado de conservação da cobertura vegetal do município de Guaiúba. Para alcançar esse objetivo, foram aplicados os seguintes procedimentos operacionais e metodológico: índice de vegetação SAVI para detectar a atividade fotossintética, o Método de Inventário de espécies Fanerófitas e Caméfitas (MIFC) e índices de diversidade com o objetivo de diagnosticar e compreender as condições de conservação cobertura vegetal. Com isso, os resultados obtidos demonstram identificação das formas de cobertura vegetal e uso do solo, discussão dos índices de vegetação, mapeamento das classes de degradação e conservação da cobertura vegetal. Além disso, os dados gerados através do MIFC e dos índices de diversidade fornecem bases para compreender a dinâmica dos indivíduos em ambientes com cobertura vegetal conservada de Guaiúba.

**Palavras-chave:** Guaiúba. Conservação. Cobertura vegetal. Índices de vegetação. Índices de diversidade.

**ABSTRACT:** Studies that involve the conservation status of the vegetation cover have a very wide scope and application, which shows its scientific relevance. These works deal with the processes that involve the different forms of use and occupation. In this sense, the installation of predatory socioeconomic activities has an impact on the environment, and vegetation is one of the components of the landscape that first suffers damage. Thus, the research is developed with the objective of mapping and discussing the conservation status of the vegetation cover in the municipality of Guaiúba. To achieve this objective, the following operational and methodological procedures were applied: SAVI vegetation index

---

to detect photosynthetic activity, The Inventory Method for Phanerophytes and Caméfitas species (IMPC) and diversity indices in order to diagnose and understand the conservation conditions of vegetation cover. Therewith, the results obtained demonstrate the identification of the forms of vegetation cover and land use, discussion of vegetation indices, mapping of the degradation classes and conservation of vegetation cover. In addition, the data generated through the application of the MIFC and the diversity indexes provide a basis for understanding the dynamics of species and their individuals in environments with conserved vegetation cover in Guaiúba.

**Keywords:** Guaiúba. Conservation. Vegetal cover. Vegetation indices. Diversity indices.

---

## Introdução

Estudos que envolvem conservação ambiental são um dos temas mais debatidos, sobretudo após as grandes alterações no meio ambiente advindas das Revoluções Industriais e das duas grandes Guerras Mundiais. Após esses grandes conflitos, nascem algumas iniciativas na Europa e nos Estados Unidos com o objetivo de preservar e conservar o meio ambiente.

Muitos movimentos sociais foram marcantes, principalmente nos anos de 1950 e 1960, a exemplo do movimento *hippie*, que fez graves críticas à forma de relação exploratória da sociedade com a natureza. É nessa conjuntura que ocorre a realização da Primeira Conferência Mundial do Desenvolvimento e Meio Ambiente, em 1972, em Estocolmo (MENDONÇA, 2014).

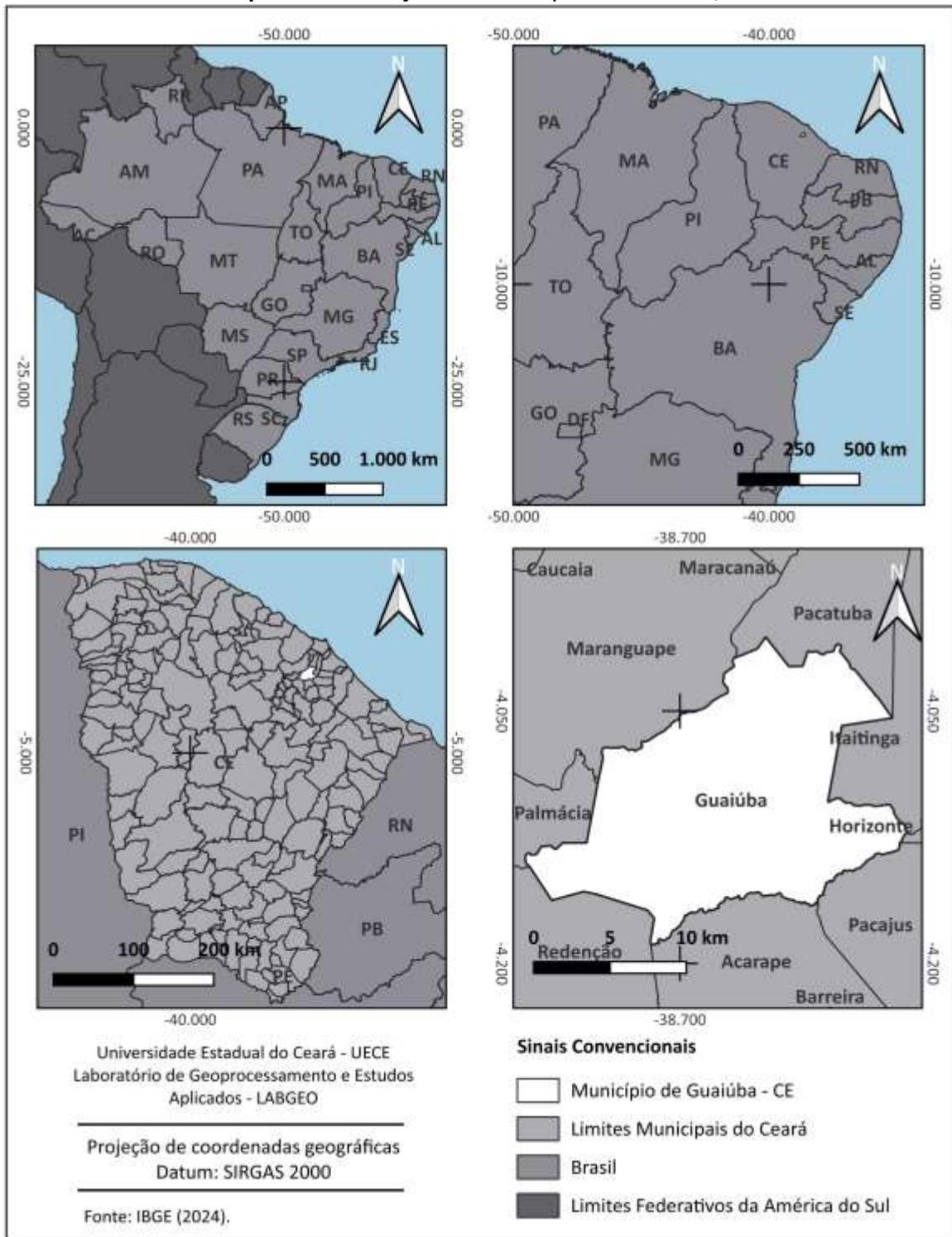
De acordo com Bursztyn e Bursztyn (2012), todas as conferências mundiais em prol do meio ambiente elaboram estratégias e medidas para deter e reverter a degradação ambiental, através de esforços nacionais e internacionais, além de promover o desenvolvimento sustentável em escala planetária.

O poder político tem realizado congressos, reuniões, bem como criado leis para amenizar a problemática envolvendo degradação ambiental. Afim de promover o uso racional do meio ambiente e de evitar a perda das potencialidades de cada unidade ambiental.

Em virtude disso, foi desenvolvido no município de Guaiúba, Estado do Ceará, o estudo a respeito das condições de conservação da cobertura vegetal. Assim, o artigo apresenta enquanto objetivo mapear e discutir o estado de conservação da cobertura vegetal em Guaiúba. A vegetação recebe esse destaque por ser uma das

principais indicadoras de degradação. Ela é o reflexo das relações existentes entre os demais componentes naturais e expressa as condições de determinado ambiente.

**Mapa 1 - Localização do município de Guaiúba/CE**



---

O município em questão (Mapa 1) se encontra na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), com distância de 36 km da capital cearense, e possui área de 267 km<sup>2</sup>, incluindo nele 5 Distritos, além da sede, que são: Baú, Água Verde, Itacima, Dourado e Núcleo Colonial Pio XII (São Jerônimo). A principal via de acesso é a CE-060, a qual faz conexão do interior do Estado com Fortaleza-CE. Suas coordenadas geográficas são: 4º 02' 32.46"S de latitude e 38º 38' 00.55"W de longitude.

O território de Guaiúba localiza-se entre os Maciços Residuais da Aratanha e de Baturité. No município são encontrados três sistemas ambientais, são eles: Depressão Sertaneja, Maciços Residuais Cristalinos e a Planície Fluvial. Há destaque em termos de área a Depressão Sertaneja, a qual representa a maior parte do município, seguida pelos Maciços e depois a Planície Fluvial.

Em Guaiúba as principais formas de uso trazem consigo significantes transformações na paisagem, dentre elas estão as modificações no estado de conservação da cobertura vegetal. As atividades socioeconômicas que contribuem para essas transformações são principalmente a utilização constante de queimadas, seja no tocante aos desmatamentos para extração vegetal, ações que objetivam a abertura de campos destinados à pecuária e ao cultivo de monoculturas.

No que concerne a estrutura discursiva, o artigo foi desenvolvido da seguinte forma: no primeiro tópico após a introdução é tratado a respeito das metodologias e dos procedimentos operacionais utilizados. Posteriormente, o texto final foi fundamentado principalmente nas ideias e concepções de Artigas e Del Olmo (2013), Magurran (1989), Moreno (2001), Lima (2012), Maia (2012), Ponzoni (2001), Jensen (2009) e Rosa (2007).

Dentre os procedimentos metodológicos e técnicas aplicadas houve a análise da atividade fotossintética da vegetação através do índice de vegetação SAVI, apresentando os resultados da saúde dos dosséis, os picos verdes do território e a espacialização da cobertura vegetal em função de suas características. Após a discussão dos índices de vegetação é tratado a respeito do mapeamento das classes de degradação e conservação da cobertura vegetal.

---

Por fim, houve discussão da aplicação do MIFC, dos parâmetros fitossociológicos e dos índices de diversidade. Este método foi aplicado com o objetivo de levantar características da composição florística da área de estudo, como seu porte, espécie, espacialização, fisionomia, valores de importância e índices de diversidade. Todas estas aplicações têm como resposta a compreensão do estado atual da vegetação em ambientes conservados e degradados.

### **Metodologia e procedimentos operacionais**

#### **Trabalhos de campo e aplicação do Método de Inventário para Espécies Fanerófitas e Caméfitas (MIFC)**

Foram realizados 4 (quatro) trabalhos de campo para analisar as condições de conservação da cobertura vegetal. Dois deles para identificar quais áreas deveriam ser aplicadas o MIFC, além de visitar grande parte do território municipal com objetivo de identificar locais com cobertura vegetal degradada, conservada e em estado de recuperação. Com a identificação da área para a realização do transecto, foram realizados mais dois campos na localidade Quandú.

**Figura 1** – Representação da aplicação do MIFC



Fonte: LIMA (2012).

A aplicação do MIFC se deu por fornecer dados importantes a respeito da distribuição, da estrutura, da abundância e das riquezas das espécies. Este método

---

(Figura 1) incorpora indicadores ambientais para a compreensão da dinâmica de áreas degradadas/conservadas (OLIVEIRA, 2017).

Essa metodologia consiste na aplicação de um conjunto de técnicas para coleta de dados geobotânicos em campo e na manipulação dos dados em planilhas automatizadas denominada Técnicas de Amostragem de Fanerófitos e Caméfitos em Transectos Lineares (TEFA).

Para a aplicação do MIFC (Figura 1) são realizadas no mínimo 10 parcelas por transecto para atingir uma amostra de 0,1 hectare (LIMA; ARTIGAS, 2016).

As parcelas são realizadas de forma linear, cobrindo as mudanças de tipos de solos, as formações superficiais ou de posição geomorfológica, sendo o número de parcelas realizado em função das mudanças que se deseja representar (LIMA; ARTIGAS, 2016, p. 1003).

Cada parcela assume dimensões de 50m de comprimento por 2m de largura, totalizando uma área de 1000m<sup>2</sup>. Os 50 metros de cada parcela são realizados em linha reta na forma de transecto contínuo, como também a 1 metro à direita e 1 metro à esquerda de cada eixo da fita.

Sendo assim, foram coletados dados referentes à altura, diâmetro da base, DAP, copa maior e menor de todos os indivíduos lenhosos. Após esse procedimento, os resultados foram preenchidos em planilhas. Vale ressaltar que os dados são do ano de 2019, pois a aplicação do MIFC ocorreu em junho do referido ano e, as imagens de satélite para a implementação dos Índices de Vegetação são também da mesma data.

### **Planilha TEFA e Índices de Diversidade**

Os dados coletados em campo através da aplicação do MIFC foram preenchidos na planilha TEFA. Essa foi utilizada para analisar os parâmetros fitossociológicos e para calcular o Índice de Valor de Importância (IVI).

Após o preenchimento dos campos, foi calculado o IVI, o qual permite estabelecer semelhanças entre parcelas e identificar as espécies mais adaptadas por presença e relevância. O resultado deste IVI, segundo Artigas e del Olmo (2013), mostra a importância ecológica de cada espécie em uma comunidade de plantas. A concepção

desses parâmetros está expressa no Quadro 1 e se baseia no cálculo da média de três valores.

Em relação aos Índices de Diversidade (ID), estes consideram os fatores: riqueza de espécies, que indica o número de espécies inventariadas, e a uniformidade, isto é, a medida de espécies iguais em abundância. Dessa forma, quanto maior for a uniformidade, maior será sua diversidade (MAGURRAN, 1989). Eles demonstram características essenciais para compreender a biodiversidade dos ambientes, além de apresentar dados de riqueza como de estrutura de comunidades.

**Quadro 1 – Parâmetros utilizados para cálculo do IVI**

Parâmetros fitossociológicos das comunidades		Descrição
Riqueza		Quantidade de espécies na amostra
Número de indivíduos (N.i)		Número de indivíduos na amostra
Ocorrência (Oc)		Probabilidade da espécie X ser encontrada na amostra
Frequência (F)	Frequência absoluta	Expressa o número de ocorrências de uma determinada espécie nas diferentes parcelas alocadas
	Frequência relativa	
Densidade (D)	Densidade absoluta	É o número de indivíduos de cada espécie ou do conjunto de espécies que compõem uma comunidade vegetal por unidade de espécie
	Densidade relativa	
Dominância (Do)	Dominância absoluta	É um parâmetro que expressa a influência de cada espécie na comunidade, através de sua biomassa
	Dominância relativa	
Diâmetro a altura da base (DAB)		Soma de diâmetros à altura da base dos indivíduos de cada espécie
Abundância relativa (A)		Número de indivíduos da espécie na amostra
Índice de Valor de Importância (IVI)		Relacionado a importância de cada espécie inventariada na amostra

Fonte: OLIVEIRA (2017)

As medidas de diversidade de espécies podem se dividir em três categorias principais. Primeiro, estão os índices de riqueza de espécies, os quais são uma medida do número de espécies em determinada amostra. Em segundo, estão os modelos de abundância de espécies, os quais descrevem a distribuição de sua abundância. O último

---

grupo são os índices de abundância proporcional de espécies, que demonstram a riqueza e a uniformidade em uma expressão através de alguns índices, como Shannon e Simpson (MAGURRAN, 1989).

Para compreender as transformações da biodiversidade nas estruturas da paisagem, os índices de diversidade detêm boa utilidade, principalmente para monitorar os efeitos das atividades antrópicas, são eles: alfa, beta e gama.

O índice de diversidade alfa calcula a riqueza de espécies de uma comunidade particular, a qual deve ser homogênea. O índice de diversidade beta é o grau de mudança ou substituição da composição de espécies entre diferentes comunidades na paisagem. A diversidade gama se refere à riqueza de espécies resultante tanto das diversidades alfa como das diversidades beta (MORENO, 2001 *apud* WHITTAKER, 1972).

Utilizou-se o índice alfa, uma vez que, na área do município, apresentam-se quatro tipos de unidades de vegetação, são elas: caatinga, mata ciliar, mata seca e mata úmida. Entretanto, a quantidade da vegetação de caatinga é bem mais expressiva que as demais. Assim, foi escolhido aplicar o transecto nesta comunidade, pois sua quantidade apresenta amostra representativa para o estudo da vegetação.

Para examinar as mudanças nos diferentes sistemas ambientais, é necessário prover de informações da diversidade biológica em comunidades naturais e modificadas, as quais podem ser obtidas por meio do índice de diversidade alfa (MORENO, 2001), o qual se divide em métodos baseados em quantificação dos números de espécies presentes por amostra (riqueza), além de métodos fundamentados na estrutura de cada comunidade vegetal, ou seja, na distribuição proporcional do valor de importância de cada espécie. Os índices baseados nesses princípios se fundamentam principalmente na dominância e na equidade de cada comunidade (MORENO, 2001).

De acordo com Moreno (2001), o mais adequado para representar os valores de biodiversidade é apresentar dados tanto de riqueza como de alguns índices de estrutura de comunidades, de forma que os parâmetros sejam complementares. Nesse sentido, o índice de Margalef é utilizado para representar a riqueza e os índices de Simpson, Berger-Parker, Shannon-Wiener e Pielou são empregados para retratar as

---

características de estrutura de cada comunidade vegetal. Todos estes índices foram calculados por meio do programa *Past*.

O índice de Margalef transforma o número de espécies por amostra em relação à quantidade de número total de indivíduos. Ele expressa a riqueza de espécies, considerando seu número e o logaritmo (ln) do número total de indivíduos (MAGURRAN, 1989).

Em relação ao índice de Simpson, ele se diferencia dos índices de estrutura Shanon-Wiener e Pielou por expressar características de dominância, enquanto que aqueles representam equidade. No tocante ao de Simpson, ele manifesta a probabilidade de dois indivíduos quaisquer de uma amostra serem da mesma espécie, além de serem fortemente influenciado pela importância do mais dominante e estimar a probabilidade de uma espécie aparecer em outra parcela do transecto (MAGURRAN, 1989). Ele expressa a dominância de cada espécie, varia de 0 a 1. Quanto mais alto for, maior a chance de um indivíduo ser da mesma espécie.

Outro índice de estrutura que expressa dominância é o Berger-Parker, medida de dominância simples, o qual pode ser calculado facilmente. Ele expressa a importância proporcional das espécies mais abundantes, e quanto mais alto for seu valor, maior a equidade e menor a dominância de espécies (MORENO, 2001).

No tocante ao índice de equidade Shannon-Wiener ou Shannon, ele expressa a uniformidade dos valores de importância através das espécies de uma amostra. Ele mede, ainda, o grau de incerteza na previsão de quais espécies pertencerão a um indivíduo escolhido. Caso seu valor seja baixo, o índice expressa que a amostra apresenta má distribuição (MAGURRAN, 1989).

Por fim, há utilização do índice Pielou, que mede a proporção de diversidade observada em relação à diversidade máxima esperada. Seu valor varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, todas as espécies são igualmente abundantes (MAGURRAN, 1989). Esse índice é derivado do de diversidade, de Shannon, e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos.

Após os cálculos de todos os parâmetros, utilizou-se o programa *Past* para alcance dos 5 índices de diversidade utilizados na pesquisa. Para a obtenção desse

---

resultado, é necessário inserir os valores de abundância por espécie e posteriormente selecionar *diversity* → *diversity indices*.

### **Produção Cartográfica**

Em relação aos mapas, eles foram gerados através dos *softwares Quantum GIS 2.18.12, Spring 5.5 e SNAP*, uma vez que os referidos recursos possuem a vantagem de serem livres e gratuitos, além de operarem com base de dados geográficos.

Para a produção do mapa de localização (Mapa 1), foram inseridos os *shapefiles* dos limites municipais, limites federativos e limites estaduais. Por fim, foi criado o mapa no compositor de impressão.

Sobre os mapas do índice de vegetação, eles foram gerados para identificar e discutir a cobertura vegetal, uma vez que, ao utilizar as bandas do vermelho e do infravermelho próximo, detectam grande parte da atividade fotossintética da vegetação. Para geração desse mapa, é necessário corrigir as imagens de satélite utilizadas.

As correções correspondem ao reparo de perdas radiométricas em função principalmente da influência da atmosfera. De acordo com Rosa (2007), a correção de imagens é uma das mais importantes fases do processamento digital, uma vez que, caso essas imperfeições não sejam removidas, poderão ser destacadas quando o procedimento de realce das imagens acontecer.

É nessa etapa que há eliminação dos efeitos do espalhamento atmosférico, o qual produz alteração no brilho da imagem, diminuição de contraste e redução das faixas de valores digitais registrados pelo sensor. Os gases e os aerossóis (pequenas partículas em suspensão) refletem, refratam, absorvem e espalham a radiação desde sua chegada na atmosfera até quando a deixa (ZULLO JUNIOR, 1994).

Portanto, essa etapa é essencial para a exatidão dos resultados reunidos. A partir dela, são calculados os dados para a conversão da radiância, da reflectância, da calibração da imagem e das demais correções atmosféricas e geração dos índices. A imagem de satélite utilizada para geração dos índices de vegetação foi o Sentinel 2 nível 2A, categoria do satélite que já vem com as correções geradas. Dessa forma, não há

---

necessidade de converter os números digitais para radiância e/ou reflectância para posteriormente gerar as correções atmosféricas.

O Sentinel 2 nível 2A fornece imagens ortorretificadas, que são produtos os quais passaram pelo processo de Correção de Reflectância da Base da Atmosfera (BOA) a partir de outro nível inferior, que apresenta sua correção através de um MDE para corrigir distorções geométricas da Terra, fazendo também a Correção do Topo da Atmosfera (TOA). Dessa forma, o produto utilizado apresenta duas correções: TOA e BOA. Após esses procedimentos de correção atmosférica, os efeitos atmosféricos de gases e aerossóis são diminuídos, permitindo, assim, melhor precisão radiométrica das imagens para a geração dos índices de vegetação.

Com as imagens do vermelho e do infravermelho próximo corrigidas, utilizou-se o *SNAP* para geração dos índices de vegetação no seguinte caminho: *optical* → *thematic land processing* → *vegetation radiometric indices*. Com os índices gerados o passo posterior foi migrar os dados para o *QGIS 2.18* e inserir os *shapefiles* para finalizar os mapas.

Vale ressaltar que grande parte destes processos de correções atmosféricas e o comportamento espectral da vegetação ocorrem diretamente sobre uma folha. E a escala de estudo adotada leva em consideração as relações existentes no dossel da vegetação. Entretanto, segundo Moreira (2005) o dossel pode ser compreendido como uma estrutura composta pela sobreposição de folhas e sua arquitetura varia de acordo com os padrões fisionômicos de cada unidade fitoecológica. Desta forma, o comportamento espectral do dossel vegetal apresenta similaridade com o modelo isolado das folhas.

O mapa das condições de degradação e conservação da cobertura vegetal, foi gerado através dos processos de classificação de imagens no *Spring 5.5*. Esse mapa é fruto de diversas análises e produtos, entre eles estão: trabalhos de campo, identificação das formas de uso e ocupação da terra, mapa do índice de vegetação e de várias consultas ao Google Earth através de sua ferramenta de imagens históricas. Dessa forma, foi possível identificar as áreas de cobertura vegetal degradadas, em recuperação e conservadas.

---

A imagem utilizada para a produção do mapa foi do Sentinel 2, com 10 metros de resolução espacial nível 2A. O passo posterior foi inserir os dados *shapefiles* para compor o mapa e produzir seu *layout*.

## **Resultados e discussão**

### **Características do estado de conservação da cobertura vegetal do município de Guaiúba/CE**

Na área de estudo, os ambientes com cobertura vegetal conservada são aqueles que expressam poucas marcas predatórias de uso e ocupação do solo. Nesses locais a vegetação é bastante desenvolvida, principalmente em relação ao porte e tamanho de suas copas. São ambientes que apresentam uma boa biodiversidade e estão com a dinâmica de seus componentes ambientais em equilíbrio.

A identificação e discussão do estado de conservação da cobertura vegetal teve principalmente como base os trabalhos de campo, o índice SAVI fator 0.25 e análise temporal de imagens no *Google Earth*. A atividade fotossintética detectada através do índice de vegetação contribuiu para o mapeamento das classes de conservação, degradação e em recuperação.

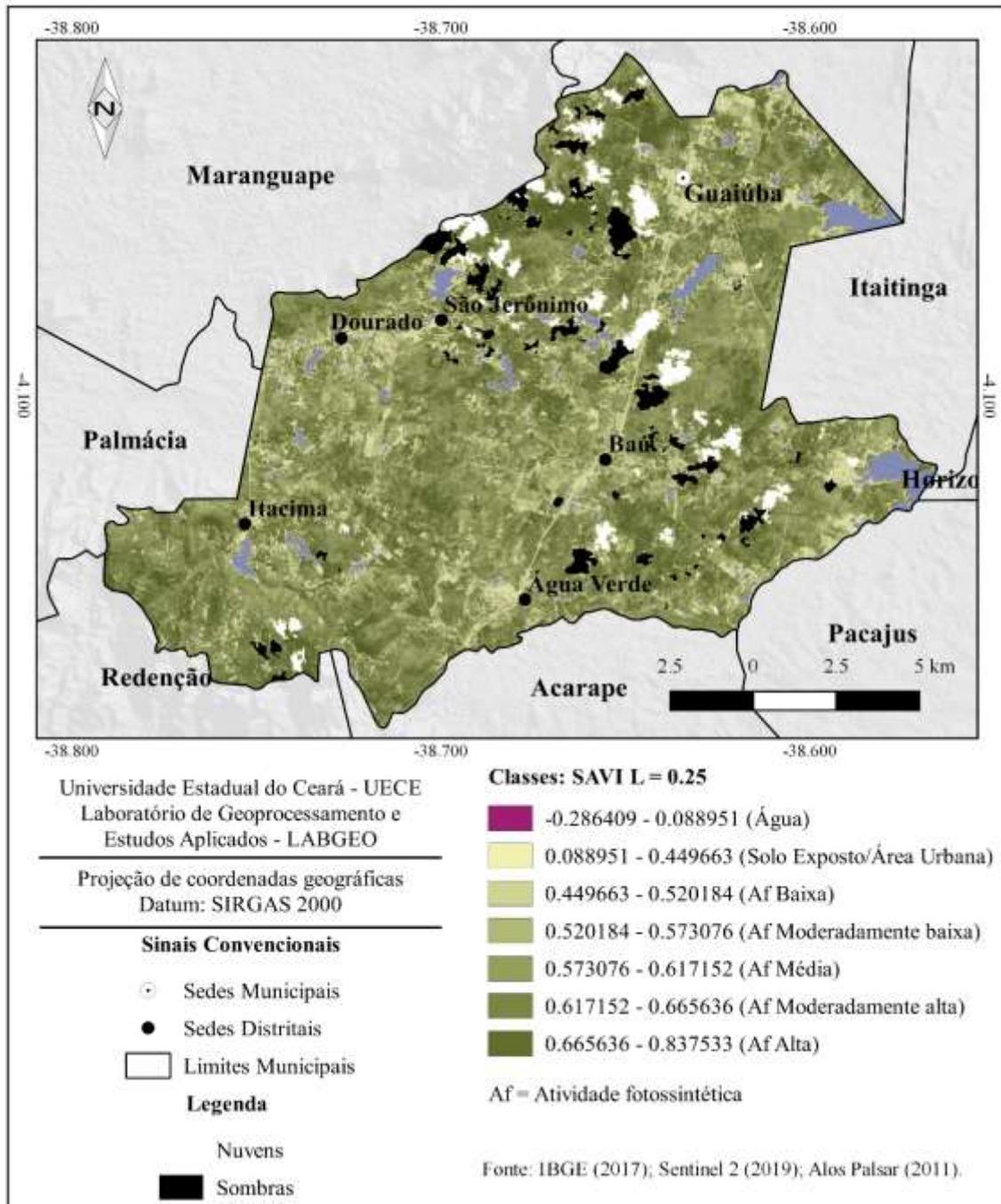
A utilização do índice de vegetação ocorreu em razão do mesmo indicar a abundância relativa e a atividade da vegetação verde. Os mais empregados utilizam os dados das reflectâncias de dosséis referentes às regiões do vermelho e do infravermelho próximo, os quais são combinados (PONZONI, 2001).

Eles são modelos resultantes da combinação das bandas do vermelho e do infravermelho próximo. Segundo Jensen (2009), a combinação da reflectância de objetos da superfície em dois ou mais comprimentos de ondas desses canais é chamada de índice de vegetação. De acordo com Rosa (2007), as bandas do vermelho e do infravermelho próximo são mais utilizadas, justamente por obterem mais de 90% da resposta espectral da vegetação.

A escolha pelo índice de vegetação SAVI fator 0.25 se deu em razão da grande quantidade de vegetação no município de Guaiúba, enquanto que o fator 1 é

indicado para áreas com pouca cobertura vegetal. Além disso, este tipo de índice por apresentar o fator de ajuste ao solo, fez com que detectasse grande quantidade de solo exposto e baixa atividade sintética na depressão sertaneja. Principalmente, porque as maiores áreas de solo exposto se encontram neste sistema ambiental.

**Mapa 2 - Índice de vegetação SAVI (0.25) no município de Guaiúba/CE**



---

Foram aplicados os procedimentos citados na metodologia referentes aos Índices de Vegetação. O resultado do processo gerou as classes de atividade fotossintética (Mapa 2), elas foram divididas em: baixa, moderadamente baixa, média, moderadamente alta e alta.

Em relação a atividade fotossintética baixa, nesta classe há grande presença de cobertura vegetal muito rala com espécies de porte baixo associada aos solos expostos. Ela ocorre principalmente na depressão sertaneja e nas planícies fluviais próximas de áreas urbanas, corpos hídricos, locais de lavouras e pecuária, são ambientes onde há uso intenso da vegetação.

A classe moderadamente baixa possui cobertura vegetal rala em alguns ambientes com traços de aberta, espécies de baixo a médio porte, está menos associada aos solos expostos que a classe de atividade fotossintética baixa. Há também áreas de lavouras e expressam ambientes com uso de atividades socioeconômicas.

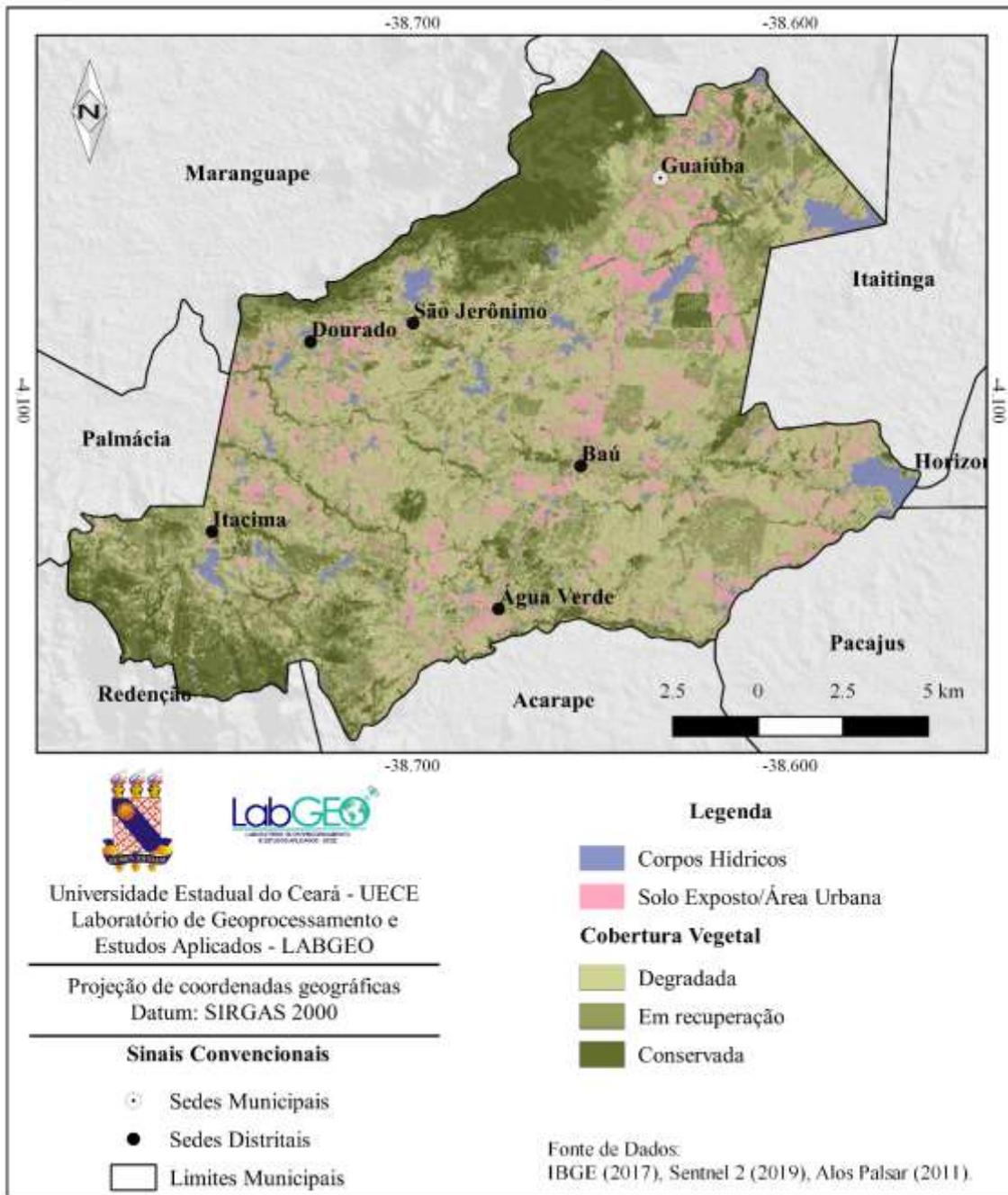
Em relação a classe de atividade fotossintética média, ela expressa traços de cobertura vegetal aberta com porte predominantemente subarbórea, estas áreas apresentam uso, mas em menor escala em relação as classes com menor atividade, geralmente são ambientes com cobertura vegetal em recuperação. Esta classe apresentou os maiores valores em área quantificada e se espalham por todo o território municipal. A mesma expressa a transição entre as classes baixas e altas de atividade fotossintética, da mesma forma entre os ambientes de pouca a muita cobertura vegetal.

Na classe de atividade fotossintética moderadamente alta há cobertura vegetal densa e vegetação subarbórea a arbórea. São ambientes que também apresentam condições de recuperação, mas é possível identificar áreas conservadas, principalmente em direção aos maciços.

No tocante a classe de atividade fotossintética alta, há cobertura vegetal muito densa e vegetação de porte arbóreo. Os altos valores destas classes nos maciços são decorrentes da conservação da vegetação principalmente em relação a baixa implantação de formas de uso e ocupação. Esses valores elevados também se relacionam ao grande aglomerado de copas formadas por espécies com menores índices de estresse em relação a depressão sertaneja.

Com base na identificação e discussão destas classes representadas pelo Mapa 2, além dos trabalhos de campo realizados para avaliar as condições de conservação da vegetação e análise temporal de imagens de satélite, foi criado o Mapa 3 que expressa o estado de conservação da cobertura vegetal.

**Mapa 3** – Estado de conservação da cobertura vegetal no município de Guaiúba/CE



---

Cada classe mapeada do Mapa 3 apresenta diferentes formas de uso, na degradada pode-se encontrar ambientes com vegetação altamente relacionada aos solos expostos. Sua predominância ocorre sobretudo na Depressão Sertaneja aplainada, onde há maior destaque para as atividades socioeconômicas realizadas no município. As áreas com cobertura vegetal degradada apresentam vegetação esparsa e com menor atividade fotossintética, são geralmente espécies com menor porte em razão das atuais formas de uso.

Na classe degradada é bastante comum encontrar extrato herbáceo entre espécies arbustivas e arbóreas, estes ambientes apresentam paisagens em constantes transformações, principalmente no tocante a retirada da cobertura vegetal, acarretando na geração do mato herbáceo nos primeiros meses de chuva do ano. As áreas degradadas apresentam predominantemente vegetação de caatinga e mata ciliar bastante descaracterizadas.

Em torno dos corpos hídricos é comum identificar áreas com cobertura vegetal degradada. É bastante recorrente encontrar paisagens no município como na Figura 2, a qual demonstra a retirada da mata ciliar para a atuação de pecuária.

**Figura 2** – Mata ciliar descaracterizada para o uso da pecuária. Lat = 4° 4'56.22"S; Long = 38°43'5.05"O.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A inexistência de políticas ambientais municipais em termos de vegetação e o não cumprimento ao código florestal contribui largamente para descaracterizar as

---

planícies fluviais e sua vegetação. Além de serem Área de Preservação Permanente (APP) com grande importância de diversidade florística e faunística, a supressão desta mata contribui diretamente para o assoreamento dos rios, como no rio Água Verde, o qual apresenta suas margens densamente ocupadas no distrito com nome supracitado e seu leito assoreado.

As áreas degradadas também são constantemente encontradas próximas as zonas urbanas e aos cultivos de lavouras temporárias e permanentes. Nestes ambientes a cobertura vegetal é praticamente ausente em razão da sua supressão para construções e implantação de monoculturas. As áreas degradadas nestes locais estão diretamente associadas aos solos expostos e apresentam diversidade de espécies muito baixa com grande predominância de *Croton sonderianus* Baill (Marmeleiro).

No tocante as áreas em recuperação, são ambientes que sofreram modificações em sua cobertura vegetal principalmente através dos desmatamentos e das queimadas para agropecuária. Nestes locais a recuperação ocorre de forma natural e são altamente relacionadas com áreas de cobertura vegetal degradada.

As áreas em recuperação demonstram recomposição da cobertura vegetal com indivíduos de porte arbustivo em estágio inicial até arbóreos. Apresentam cobertura vegetal aberta até densa e se concentram principalmente na depressão sertaneja e em direção aos maciços de Aratanha e Baturité. São áreas que outrora eram utilizadas para atividades socioeconômicas e hoje se encontram em pousio, Figura 3.

**Figura 3** – (A) Área utilizada para agropecuária em 2008 e (B) área em recuperação em 2018. Lat = 4° 7'35.55"S; Long = 38°36'53.37"O.



Fonte: Google Earth (2018).

---

Os ambientes com cobertura vegetal em recuperação apresentam grande importância em termos de diversidade florística e faunística, são áreas que devem receber apoio do poder municipal para acelerar e resguardar seu processo de recuperação, isto principalmente em ambientes críticos no ponto de vista do estado de conservação.

Em relação a classe das áreas de cobertura vegetal conservada, concentram-se em direção aos maciços do município de Guaiúba. Nestes ambientes há predominância de vegetação de mata úmida e mata seca, são áreas com os maiores valores de atividade fotossintética, árvores com porte arbóreo e densa cobertura vegetal. Os condicionantes geomorfológicos e topográficos são um dos fatores que propiciam a conservação destas áreas, pois dificulta a implantação de moradias e atividades relacionadas a agricultura.

A conservação da cobertura vegetal na área de estudo ocorre efetivamente em ambientes elevados. Na depressão sertaneja é possível identificar poucas áreas conservadas, sua maior concentração se encontra no topo das cristas e em alguns locais próximos aos maciços. Na planície fluvial há pouca vegetação conservada, sua maior expressão localiza-se longe das zonas urbanas e das atividades de pecuária e agricultura.

As áreas conservadas possuem forte associação com áreas em recuperação, fato promovido pela recuperação natural do ambiente. Os locais onde se encontram cobertura vegetal conservada em predomínio nos maciços, precisam do apoio municipal para sensibilizar a população em conhecer e cumprir o código florestal e a lei de restrição de atividades na Área de Proteção Ambiental (APA) do Maciço da Aratanha.

Através da Tabela 1 é possível demonstrar a quantidade em km<sup>2</sup> de cada classe e sua relação em porcentagem com a área total do município. Destas 5 (cinco) classes destacam-se a degradada, em recuperação e a conservada. Estas três compõem a quantificação da cobertura vegetal município de Guaiúba, a classe com vegetação degradada assume elevados valores, quase a metade do território de estudo apresenta cobertura em estado de degradação. Neste sentido, há necessidade de ações para recuperação destes ambientes, prioritariamente os locais em condições mais críticas,

---

como as planícies fluviais e as áreas antes utilizadas para atividades socioeconômicas e que hoje estão sem uso.

**Tabela 1** – Quantidade de cobertura vegetal e seu estado de degradação e conservação

Classes	Área km <sup>2</sup>	% área total
Corpos Hídricos	10,1	3,7
Solo Exposto/ Área Urbana	28,92	10,8
Degradada	117,43	43,9
Em recuperação	68,16	25,5
Conservada	42,38	15,8

Fonte: Elaborada pelos autores.

As áreas em recuperação e conservadas, juntas, apresentam um pouco mais de 40% da área total municipal, tal dado confirma uma importante situação para a manutenção da diversidade ecológica, especialmente em direção a Depressão Sertaneja e os Maciços, estes ambientes apresentam uma quantidade significativa de indivíduos e espécies vegetais, como será demonstrado no próximo tópico. Além destes locais demonstrarem boas condições em relação a conservação dos componentes ambientais.

Vale destacar que a classe solo exposto/área urbana também apresenta degradação, entretanto se relaciona a degradação de outros componentes ambientais. Nesta categoria inexistente cobertura vegetal e as classes degradada, em recuperação e conservada apresentam as condições atuais do estado da vegetação. É importante ressaltar que o mapeamento realizado no Mapa 3 serve também como base para identificar a degradação ambiental no município, uma vez que, a cobertura vegetal reflete as relações existentes entre os componentes ambientais juntamente com as diferentes formas de uso e ocupação do território municipal.

### **Composição florística: ambiente conservado de caatinga na localidade Quandú**

Com o intuito de analisar a composição florística da localidade Quandú foi aplicado o MIFC, o qual apresentou dados de distribuição, da estrutura, da abundância e das riquezas das espécies.

---

Assim, para retratar as condições de conservação da cobertura vegetal de Guaiúba foi escolhido um ambiente que representa os principais componentes ambientais encontrados no município. Nesse sentido, optou-se por uma área localizada na depressão sertaneja com vegetação de caatinga e Argissolo. O tipo de solo foi mapeado pela Fundação Cearense e Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) na escala 1/100.000. Estas características ambientais retratam as paisagens mais representativas no município.

O levantamento ocorreu na localidade Quandú, próxima a sede municipal. As coordenadas do transecto são: 4º 03' 39.55"S de latitude e 38º 40' 01.29"W de longitude a 4º 03' 52.72"S de latitude e 38º 40' 10.96"W (Figura 4).

**Figura 4** – Transecto linear realizado na localidade Quandú



Fonte: GOOGLE EARTH (2019).

A área do transecto está próxima ao sopé do Maciço da Aratanha, com altitude em torno de 85 metros e relevo suave ondulado a ondulado. Há nítida predominância do estrato arbóreo recobrendo os Argissolos Vermelho-Amarelo. Segundo o proprietário da fazenda, a área utilizada para o transecto se encontra há mais de 25 anos em pousio. E através dos trabalhos de campo foi possível classificar a cobertura vegetal deste ambiente como conservada.

Em relação ao transecto, foram contabilizadas 14 famílias, 29 espécies e 686 indivíduos (Tabela 2). O marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) foi a espécie mais abundante, resultando em 350 indivíduos e ocorrendo em todas as parcelas. A sua expressividade na área é tão significativa que representa 51% do total dos indivíduos

amostrados. Do total de marmeleiros identificados 200 foram contabilizados nas primeiras cinco parcelas, as demais parcelas apresentaram maior diversidade em espécies.

**Tabela 2** – Parâmetros fitossociológicos do transecto realizado na localidade Quandú, Guaiúba/CE

Família	Espécie	Abundância	Ocorrência	FA	FR	DA	DR	DAP	DOA	DOR	IVI
APOCYNACEAE	<i>Cryptostegia grandiflora</i> R.BR	1	1	10	1,02	0,001	0,15	5	5	1,44	2,61
	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	6	2	20	2,04	0,006	0,87	27	4,5	1,3	4,21
ARECACEAE	<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore.	8	3	30	3,06	0,008	1,17	627	78,38	22,58	26,81
BIXACE	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	12	5	50	5,1	0,012	1,75	136	11,33	3,27	10,12
CACTACEAE	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	6	5	50	5,1	0,006	0,87	156	26	7,49	13,47
CAPPARACEAE	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	10	3	30	3,06	0,01	1,46	114	11,4	3,28	7,8
COMBRETACEAE	<i>Combretum glaucocarpum</i> Mart.	6	4	40	4,08	0,006	0,87	62	10,33	2,98	7,93
EUPHORBIACEAE	<i>Croton sp.</i>	1	1	10	1,02	0,001	0,15	4	4	1,15	2,32
	<i>Cróton cf limae</i> Gomes & M.F. Sales & P. E. Berry	1	1	10	1,02	0,001	0,15	2	2	0,58	1,74
	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	350	10	100	10,2	0,35	51,02	3863	11,04	3,18	64,4
FABACEAE	<i>Bauhinia forficata</i> Link	8	4	40	4,08	0,008	1,17	137	17,13	4,93	10,18
	<i>Poincianella bracteosa</i> (Tul.) L.P.Queiroz	5	3	30	3,06	0,005	0,73	103	20,6	5,94	9,73
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	5	4	40	4,08	0,005	0,73	34	6,8	1,96	6,77
	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	1	1	10	1,02	0,001	0,15	44	44	12,68	13,84
	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	1	1	10	1,02	0,001	0,15	6	6	1,73	2,9
	<i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) Steud	2	2	20	2,04	0,002	0,29	10	5	1,44	3,77
	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	55	8	80	8,16	0,055	8,02	486	8,84	2,55	18,73
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth	136	10	100	10,2	0,136	19,83	2331	17,14	4,94	34,97
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	3	2	20	2,04	0,003	0,44	19	6,33	1,82	4,3
	<i>Mimosa cf arenosa</i> (Willd.) Poir.	4	4	40	4,08	0,004	0,58	29	7,25	2,09	6,75
MALVACEAE	<i>Helicteres heptandra</i> L.B.Sm.	10	6	60	6,12	0,01	1,46	52	5,2	1,5	9,08
	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	3	1	10	1,02	0,003	0,44	7	2,33	0,67	2,13
	<i>Corchorus hirtus</i> L.	1	1	10	1,02	0,001	0,15	6	6	1,73	2,9
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	2	1	10	1,02	0,002	0,29	6	3	0,86	2,18
POLYGONACEAE	<i>Triplaris gardineriana</i> Wedd.	2	2	20	2,04	0,002	0,29	5	2,5	0,72	3,05
RHAMNACEAE	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart	1	1	10	1,02	0,001	0,15	9	9	2,59	3,76
RUBIACEAE	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	35	7	70	7,14	0,035	5,1	282	8,06	2,32	14,57
	<i>Guettarda sericea</i> Müll.Arg.	2	2	20	2,04	0,002	0,29	10	5	1,44	3,77
VERBENACEAE	<i>Lantana câmara</i> L.	9	3	30	3,06	0,009	1,31	26	2,89	0,83	5,21
<b>14 famílias</b>	<b>29 espécies</b>	<b>686</b>	<b>-</b>	<b>980</b>	<b>100</b>	<b>0,686</b>	<b>100</b>	<b>8598</b>	<b>347</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

FA – frequência absoluta; FR – frequência relativa; DA – densidade absoluta; DR – densidade relativa; DAP – diâmetro da altura do peito; DOA – dominância absoluta; DOR – dominância relativa; IVI – índice de valor de importância.

Fonte: Elaborada pelos autores.

---

A segunda espécie mais abundante foi o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) com 136 indivíduos ocorrendo em todas as parcelas, seguido pela jurema branca (*Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke) com 55 indivíduos ocorrendo em 8 parcelas e o Espinho de Judeu (*Randia armata* (Sw.) DC.) com 35 indivíduos em 7 parcelas.

Esta grande quantidade de marmeleiros (*Croton blanchetianus* Baill.) pode ser um dos indicadores que no passado a área do transecto sofreu perturbações antrópicas. O período de anos com a vegetação em pousio fez com que os indivíduos se desenvolvem em estrutura vertical (altura e DAP) e horizontal (copas).

Foi possível identificar carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore.) com 18 metros, sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) de 12 metros, marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) de 11 metros, pacoté (*Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.) de 10,5 metros e mororó (*Bauhinia forficata* Link) com 10 metros. Devido à elevada altura de alguns indivíduos e com diâmetros da base e da altura do peito não correspondentes ao seu tamanho, é bastante frequente encontrar árvores tombadas por ações do vento.

Por se encontrar dentro de uma área conservada, o transecto realizado na localidade Quandú não apresenta evidências de formas predatórias de uso e ocupação. Isto, atrelado aos anos de pousio do ambiente, fez a cobertura vegetal se desenvolvesse bastante.

O transecto apresenta espécies muito altas e com elevados valores de DAP e copas. O DAP dos 686 indivíduos apresentou valor de 8598 centímetros e a média por copa maior foi de 2,6 metros e copa menor 2 metros. Vale destacar que mesmo os indivíduos não estarem tão próximos, os valores de densidade apresentados da Tabela 2 e das copas demonstram que o ambiente apresenta cobertura vegetal bastante densa. Estes dados representam um ótimo estado de conservação dos indivíduos de caatinga em plena depressão sertaneja.

Segundo Maia (2012), pode-se constatar algumas características de ambientes com vegetação conservada. Um dos mais importantes é a alta diversidade de espécies. No transecto realizado foram constatadas 29 espécies e bons resultados nos

---

índices de diversidade. Outro aspecto para este fato é a grande quantidade de indivíduos se apoiando mutuamente, Figura 5.

**Figura 5** – Sabiá e marmeleiro apoiando-se mutuamente



Fonte: elaborada pelos autores

A proteção ao solo também é um fator primordial, principalmente para sua fertilidade e crescimento das plantas (Figura 6). A densidade da cobertura vegetal do transecto realizado no Quandú e a ausência de perturbações antropogênicas fazem este ambiente gerar um manto de matéria orgânica superior aos ambientes degradados, onde os desmatamentos e queimadas são constantes.

**Figura 6** – Presença de matéria orgânica no transecto realizado no Quandú



Fonte: elaborada pelos autores

---

Os dados apresentados na Tabela 2 são indicadores que condições do estado de conservação do ambiente. Apesar da quantidade total de indivíduos não ser elevada, os valores de dominância, de densidade, de DAP e de copas demonstram a evolução das plantas quando não há perturbações antropogênicas.

Ainda segundo a Tabela 2, a espécie que apresentou os maiores valores de densidade foi o marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) seguido pelo sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) e a jurema branca (*Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke), fato decorrente do elevado valor de abundância.

Em relação a dominância, a carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore.), o umarizeiro (*Geoffroea spinosa* Jacq.) e o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) apresentaram os maiores valores, apesar destas espécies terem apresentado baixos valores de abundância, seus dados de DAP foram elevados, fazendo com que a dominância apresente alto valor. O marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.), indivíduo mais abundante é a 12ª espécie no ranque da densidade.

No tocante ao IVI, o marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) e o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) apresentaram os maiores valores. Vale destacar o terceiro maior valor, o qual se refere a carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore.), mesmo com abundância de 8 indivíduos o valor do IVI foi alto, fato decorrente especialmente da medida do DAP. Assim, esta espécie apresentou boas condições de adaptação ao ambiente, além de ser também o indivíduo com o maior valor de altura. Esta mesma observação pode ser aplicada ao umarizeiro (*Geoffroea spinosa* Jacq.), que com apenas um indivíduo atingiu IVI de 13,84.

### **Índices de Diversidade: aplicação na localidade Quandú**

No tocante aos índices de diversidade, seus valores estão calculados na Tabela 3. Vale destacar, que os mesmos demonstram características para compreender a biodiversidade do transecto realizado na localidade Quandú, além de apresentar dados de riqueza como de estrutura de comunidades.

Cada um destes índices expressa diferentes resultados sobre a biodiversidade da área do transecto. Segundo Moreno (2001), o mais indicado são estes

---

índices apresentarem dados de riqueza como de estrutura de comunidades, para que os parâmetros sejam complementares. Assim, a utilização do índice de Margalef representa os valores de riqueza, os índices de Simpson e Berger-Parker demonstram aspectos estruturais de dominância, e os índices de Shannon-Wiener e Pielou representam características estruturais de equidade.

**Tabela 3** – Índices de diversidade e seus valores do transecto realizado no Quandú

<b>Margalef</b>	4,287
<b>Simpson</b>	0,6897
<b>Berger-Parker</b>	0,5102
<b>Shannon-Wiener</b>	1,781
<b>Pielou</b>	0,529

Fonte: Elaborada pelos autores.

No tocante ao índice de Margalef, a localidade do transecto apresentou bom valor de riqueza, tendo em vista que, resultados próximos de 5 representam ótima diversidade.

Os índices de Simpson e Berger-Parker expressam os valores de dominância. Quanto mais próximo de um 1 for o valor do índice de Simpson, mais chance de um indivíduo ser da mesma espécie. Assim, os valores de médio a elevado no transecto é fortemente influenciado pela grande quantidade de marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). Neste sentido, há boa chance de aparecer mais indivíduos destas duas espécies na área realizada do transecto.

O índice de Berger-Parker expressa a dominância das espécies mais abundantes dentro da comunidade amostrada (MORENO, 2001). Seu valor demonstra uma dominância considerável dos indivíduos serem essencialmente de marmeleiros (*Croton blanchetianus* Baill.), mais da metade dos indivíduos amostrados foram desta espécie.

Os índices de Shannon-Wiener e Pielou expressam os valores de equidade e são complementares. Eles remetem-se aos padrões de distribuição dos indivíduos entre as espécies amostradas, além de medir seu grau de incerteza (MAGURRAN, 1989). Quanto mais próximo de 3 apresentar o índice de Shannon-Wiener, melhor a

---

distribuição. Na localidade Quandú seu valor foi intermediário, uma vez que, boa parte dos indivíduos apresentam seu caule distante um dos outros, mas com suas copas densas.

Em relação ao índice de Pielou, ele expressa valores de 0 a 1 a respeito da equidade, quanto mais próximo de 1, todas as espécies são igualmente abundantes e com boa distribuição (MAGURRAN, 1989). Desta forma, o valor apresentado foi intermediário e representa média uniformidade na distribuição dos indivíduos. O dado deste índice apresentou menor equidade de indivíduos entre as espécies, algo estreitamente relacionado a grande predominância de marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.).

Estes dados discutidos representam a dinâmica da cobertura vegetal conservada de caatinga na localidade Quandú. Entretanto, é um indicativo que como seria a vegetação em outros ambientes de caatinga se fossem conservados, principalmente na Depressão Sertaneja do município.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O artigo apresentou uma discussão a respeito das condições de conservação da cobertura vegetal do município de Guaiúba. Para isso, tratou-se a respeito dos índices de vegetação, os quais demonstraram resultados da atividade fotossintética, retratando a saúde dos dosséis, os picos verdes da cobertura vegetal e sua espacialização em função das características fisiológicas.

Nesse sentido, foram criadas classes e divididas através da resposta fotossintética captada. Com a discussão dos índices e das condições de degradação e conservação da cobertura vegetal, o mapa que demonstra este estado foi criado. O mesmo expressa áreas com cobertura vegetal degradada, conservação e em recuperação.

Através das discussões e dos resultados levantados foi possível demonstrar que 43,9% da área total do município encontra-se com cobertura vegetal degradada, 25,5% em recuperação e 15,8% conservada. Estes dados retratam bem as condições atuais do estado de conservação da cobertura vegetal.

---

Por fim, é abordado os resultados gerados através da aplicação do MIFC e dos índices de diversidade. Estas metodologias propiciaram a análise e produção dos parâmetros fitossociológicos, os quais foram realizados na localidade Quandú, com características nítidas de vegetação conservada. Os resultados gerados demonstram a abundância dos indivíduos, a quantidade de espécies, os valores de DAP, frequência, ocorrência, densidade, dominância e o valor de importância, o qual expressa quais são as espécies mais desenvolvidas e adaptadas no decorrer do transecto. Além disto, os índices de diversidade demonstraram diferentes resultados sobre a biodiversidade da área estudada.

A importância dos resultados e das discussões geradas são essenciais para demonstrar as condições de degradação e conservação da cobertura vegetal. Assim, possui grande relevância para a poder municipal, uma vez que, os resultados gerados demonstraram a quantidade de áreas com solo exposto, de coberturas degradadas, em recuperação e conservadas. Além disso, geram bases para um planejamento ambiental através da análise da cobertura vegetal.

## REFERÊNCIAS

ARTIGAS, Rafael Cámara; DEL OLMO, Fernando Díaz. Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitas y caméfitas (I): fundamentos metodológicos. **Estudios Geográficos**, Sevilla, vol. 74, p. 67-88. jan./jun. 2013.

BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. **Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012. 588p.

LIMA, Valéria Raquel Porto de. **Caracterización biogeográfica del bioma caatinga em el sector semiárido de la cuenca del río Paraíba – Noreste de Brasil: propuesta de ordenación y gestión de um médio semiárido tropical**. 2012. 501f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2012.

LIMA, Valéria Raquel Porto de; ARTIGAS, Rafael Cámara. Aplicação do método de inventário geobotânico para análise de formações vegetais fanerófitas e caméfitas na Serra de Caturité, semiárido da Paraíba – Nordeste do Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, Rio Grande do Norte, v. 2, p. 1001-1011. ago./out. 2016.

---

MAGURRAN, Anne Elizabeth. **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona: Vedral, 1889. 200p.

MAIA, Gerda Nickel. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413p.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Geografia e meio ambiente**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2014. 69p.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. Minas Gerais: Editora UFV, 2005. 320p.

MORENO, Claudia E. **Métodos para medir la biodiversidade**. Zaragoza: GORFI, 2001. 83p.

OLIVEIRA, Maria Jaqueline Martins de. **Degradação ambiental, sucessão ecológica e sistemas de uso da terra no semiárido brasileiro: enfoques ao município de Independência, estado do Ceará**. 2017. 136f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

PONZONI, Flávio Jorge. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, Paulo Roberto; MADEIRA NETTO, José da Silva. (Org.). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: UnB, 2001, p. 157-189.

ROSA, Roberto. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: EDUFU, 2007. 135p.

ZULLO JUNIOR, Jurandir. **Correção atmosférica de imagens de satélites e aplicações**. 1994. 203f. (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1994.

Recebido: 18/07/2023 Publicado: 18/05/2025

Editor Geral: Dr. Eliseu Pereira de Brito