


**ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA DINÂMICA DO
DESMATAMENTO NA UNIDADE 2 DA FLORESTA DE PINUS NO HAITI (2000-
2020)**

**ANALYSIS OF LAND USE AND LAND COVER CHANGE IN THE
DEFORESTATION DYNAMICS OF UNIT 2 OF THE PINE FOREST IN HAITI
(2000–2020)**

**ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO EN LA
DINÁMICA DE LA DEFORESTACIÓN EN LA UNIDAD 2 DEL BOSQUE DE
PINOS EN HAITÍ (2000–2020)**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n12-122>

Data de submissão: 11/11/2025

Data de publicação: 11/12/2025

Hermann Julien

Mestre em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

E-mail: hermannjulien7@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7497491113872232>

Odair Lacerda Lemos

Dr. Pesquisador no Departamento de Engenharia Agrícola e Solos

Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

E-mail: olemos@uesb.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7753422587708720>

Joselane Priscila Gomes da Silva

D.SC. Ciências Florestais

Instituição: Universidade do Estado do Amapá (UEAP)

E-mail: joselane.silva@ueap.edu.br

Alessandro de Paula

D.SC., Ecologia e Recursos Naturais

Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

E-mail: apaula@uesb.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5383214189786661>

Antonio Igor Rios de Sousa

Mestre em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

E-mail: igorrios1.ir@gmail.com

RESUMO

A degradação ambiental no Haiti representa uma problemática crescente, intensificada pelas pressões antrópicas sobre os ecossistemas naturais. Este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação do solo na Floresta de Pinus, localizada no Maciço de La Selle, entre os anos de 2000 e 2020, com ênfase nos processos de desmatamento. Foram utilizadas imagens dos

satélites Landsat 5, Landsat 7 e Sentinel-2 para o cálculo de índices espectrais, como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) e o Índice de Construção Normalizado (NDBI), a fim de avaliar as alterações na vegetação e na ocupação do solo. A classificação das categorias de uso e ocupação do solo foi realizada com base no conjunto de dados Global Land Cover and Land Use Change 2000/2020, desenvolvido pela University of Maryland – Global Land Analysis and Discovery (UMD GLAD), que oferece informações detalhadas com resolução espacial de 30 metros sobre a extensão das florestas, áreas agrícolas, zonas urbanas e corpos d'água. Os resultados revelaram uma conversão progressiva da cobertura florestal em áreas antropizadas, especialmente agrícolas e urbanas. Além disso, as mudanças nos padrões de precipitação e o aumento das temperaturas foram identificados como fatores determinantes na dinâmica da vegetação. Conclui-se que estratégias de gestão ambiental e políticas públicas eficazes são fundamentais para mitigar os impactos observados e promover a conservação dos ecossistemas naturais.

Palavras-chave: Desmatamento. Uso da Terra. Cobertura Florestal. Variabilidade Climática. Haiti.

ABSTRACT

Environmental degradation in Haiti represents an increasingly critical issue, intensified by anthropogenic pressures on natural ecosystems. This study aimed to analyze the spatiotemporal dynamics of land use and land cover in the Pine Forest, located in the La Selle Massif, between the years 2000 and 2020, with a focus on deforestation processes. Satellite images from Landsat 5, Landsat 7, and Sentinel-2 were used to calculate spectral indices such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), and the Normalized Difference Built-up Index (NDBI), to assess changes in vegetation and land occupation. Land use and cover classification was performed based on the Global Land Cover and Land Use Change 2000/2020 dataset, developed by the University of Maryland – Global Land Analysis and Discovery (UMD GLAD), which provides detailed information with a spatial resolution of 30 meters on forest extent, agricultural lands, urban areas, and water bodies. The results revealed a progressive conversion of forest cover into anthropized areas, particularly for agricultural and urban purposes. Furthermore, changes in precipitation patterns and rising temperatures were identified as key factors influencing vegetation dynamics. It is concluded that effective environmental management strategies and public policies are essential to mitigate the observed impacts and promote the conservation of natural ecosystems.

Keywords: Deforestation. Land Use. Forest Cover. Climate Variability. Haiti.

RESUMEN

La degradación ambiental en Haití representa una problemática creciente, intensificada por las presiones antrópicas sobre los ecosistemas naturales. Este estudio tuvo como objetivo analizar la dinámica espacio-temporal del uso y ocupación del suelo en el Bosque de Pinos, localizado en el Macizo de La Selle, entre los años 2000 y 2020, con énfasis en los procesos de deforestación. Se utilizaron imágenes de los satélites Landsat 5, Landsat 7 y Sentinel-2 para el cálculo de índices espectrales, tales como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) y el Índice de Construcción Normalizado (NDBI), con el fin de evaluar las alteraciones en la vegetación y en la ocupación del suelo. La clasificación de las categorías de uso y ocupación del suelo se realizó con base en el conjunto de datos Global Land Cover and Land Use Change 2000/2020, desarrollado por la University of Maryland – Global Land Analysis and Discovery (UMD GLAD), que ofrece información detallada con una resolución espacial de 30 metros sobre la extensión de los bosques, áreas agrícolas, zonas urbanas y cuerpos de agua. Los resultados

revelaron una conversión progresiva de la cobertura forestal en áreas antropizadas, especialmente agrícolas y urbanas. Además, los cambios en los patrones de precipitación y el aumento de las temperaturas fueron identificados como factores determinantes en la dinámica de la vegetación. Se concluye que las estrategias de gestión ambiental y las políticas públicas eficaces son fundamentales para mitigar los impactos observados y promover la conservación de los ecosistemas naturales.

Palabras clave: Deforestación. Uso del Suelo. Cobertura Forestal. Variabilidad Climática. Haití.

1 INTRODUÇÃO

O desmatamento é atualmente um dos desafios ambientais mais alarmantes em escala global, contribuindo os desequilíbrios dos ecossistemas, aceleração das mudanças climáticas e perda substancial de biodiversidade. Esse processo é impulsionado principalmente pela expansão das fronteiras agrícolas, mineração, urbanização desordenada e exploração madeireira não planejada, em um contexto de crescimento populacional contínuo e desenvolvimento econômico insustentável (Grin e Miasnikova, 2022; Silva e Rodgers, 2018; Toochi, 2022).

As florestas tropicais, que funcionam como grandes reservatórios de carbono e reguladores do clima, estão entre os ecossistemas mais vulneráveis a essas pressões.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a expansão agrícola é responsável por aproximadamente 73% do desmatamento global, resultando em declínios significativos na biodiversidade (FAO, 2020). Diante desse cenário, cresce a demanda por estratégias de gestão mais eficazes dos recursos florestais, com ênfase no fortalecimento das políticas públicas, na valorização da participação comunitária e no incentivo à pesquisa científica como base para o planejamento sustentável (FAO, 2022). Na região do Caribe e da América Central, o desmatamento apresenta características diversas, moldadas por dinâmicas socioeconômicas locais, transformações nos sistemas agrícolas e pressões de expansão urbana.

Embora alguns países tenham adotado políticas de conservação, como a criação de áreas protegidas e a promoção de práticas agroflorestais, os recursos florestais continuam ameaçados pela fragmentação de habitats, intensificação agrícola e utilização da madeira como principal fonte energética (USDA, 2019; NRCan, 2021; EPA, 2018).

Essa situação é agravada pela fragilidade institucional, escassez de políticas de ordenamento territorial de longo prazo e impactos das mudanças climáticas, como secas prolongadas e eventos extremos.

No Haiti, a redução da cobertura florestal é um processo histórico e acelerado.

Estudos indicam que a cobertura florestal primária no país diminuiu de 4,4% para 0,32% entre 1988 e 2016, evidenciando uma perda quase total das florestas nativas (Hedges et al., 2018). Essa trajetória foi agravada pela ocupação desordenada do solo, forte dependência do carvão vegetal, políticas ambientais inconsistentes e elevada vulnerabilidade a desastres naturais (Lucile et al., 2017; Ilionor, 2008; Romain, 2012).

Durante o regime dos Duvalier, o corte de madeira, especialmente em áreas de fronteira, foi utilizado como ferramenta política, exacerbando ainda mais a degradação ambiental (Lucile et al., 2018). Atualmente, a escassez de florestas naturais remanescentes, combinada com o crescimento

populacional e a pobreza rural, representa um grande obstáculo para o desenvolvimento sustentável do país.

A Floresta de Pinus, é um exemplo emblemático dessa degradação. Esse ecossistema montanhoso abriga espécies endêmicas e desempenha funções ecológicas essenciais, como regulação hídrica, estabilidade dos solos e manutenção do microclima local.

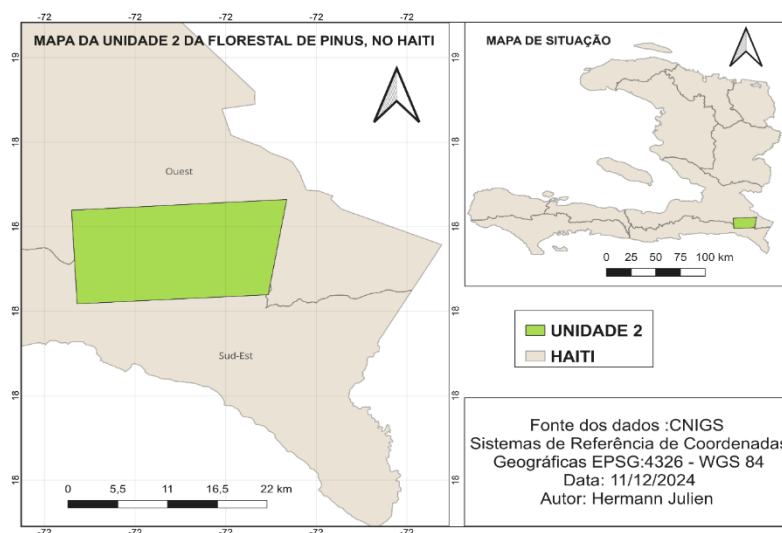
Contudo, nas últimas décadas, tem sofrido com agricultura itinerante baseada no uso do fogo, extração ilegal de madeira, incêndios florestais, parcelamento fundiário e intensificação das alterações climáticas.

Frente a esse contexto, torna-se essencial gerar dados confiáveis e atualizados sobre a evolução do uso e cobertura da terra nessa área florestal estratégica. Este estudo tem como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal de uso e ocupação do solo da terra na Unidade 2 da Floresta de Pinus, no Haiti, entre os anos de 2000 e 2020, a partir da aplicação de indicadores biofísicos derivados de sensoriamento remoto, com foco nos processos de desmatamento.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado na Unidade 2 do Parque Nacional Natural da Floresta de Pinus (PNN-FP2), localizada no Maciço de La Selle, no sul do Haiti. Essa unidade está situada entre as latitudes 18°17'10" e 18°23'30" Norte e as longitudes 71°53'10" e 72°04'22" Oeste. O PNN-FP2 é uma área protegida de grande importância ecológica, caracterizada por formações florestais naturais, especialmente de pinheiros, e por sua biodiversidade única.

Figura 1. Localização da Unidade 2 do Parque Nacional Natural da Floresta de Pinus (PNN-FP2), Haiti.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Os dados utilizados para a análise do uso e ocupação do solo foram extraídos do conjunto denominado Global Land Cover and Land Use Change 2000/2020, desenvolvido pelo GLAD) da UMD. Disponibilizado na plataforma (Earth Map), possui resolução espacial de 30 metros. Foram reclassificadas de acordo com a legenda da Coleção 8 do Mapa de Biomas, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa reclassificação resultou em cinco categorias principais: Florestas densas; Áreas antropizadas, incluindo superfícies agrícolas, solos expostos e zonas urbanizadas; Corpos d'água; Formações herbáceas e vegetações abertas e Áreas não classificadas, correspondendo a regiões onde a cobertura não pôde ser determinada com precisão.

As áreas ocupadas por cada classe foram calculadas para os anos de 2000 e 2020, a fim de avaliar as alterações ao longo do tempo.

Para isso, utilizou-se a equação 1, que estima o grau de mudança (LC) de uma determinada classe de uso da terra:

$$LC(k) = \frac{ub-ua}{ua} \times \frac{1}{T} \times 100 \quad (1)$$

Ub = área final da classe (ha);

Ua = área inicial (ha);

T = intervalo de tempo em anos;

LC a taxa percentual anual de mudança da classe.

As imagens satélites utilizadas neste estudo foram obtidas da plataforma Google Earth Engine (GEE), que fornece acesso gratuito a dados de sensoriamento remoto. As coleções utilizadas foram: LANDSAT/LT05/C02/T1_L2 (satélite Landsat 5, resolução espacial de 30 metros), LANDSAT/LE07/C02/T1_L2 (satélite Landsat 7, resolução espacial de 30 metros) e COPERNICUS/S2_SR (satélite Sentinel-2 da Agência Espacial Europeia – ESA, resolução espacial de 10 metros para bandas visíveis e NIR, e 20 metros para SWIR).

As imagens foram selecionadas com base em critérios como baixa cobertura de nuvens (inferior a 10%), presença completa da área de interesse (AOI-Area of Interest) e disponibilidade temporal para o período de 2000 a 2020. As imagens passaram por pré-processamento atmosférico e geométrico no próprio GEE, utilizando scripts em linguagem JavaScript, e foram exportadas no formato GeoTIFF para posterior análise no software QGIS.

Para avaliar a cobertura vegetal, as condições do solo e a presença de áreas urbanizadas na área de estudo, foram calculados três índices espectrais: NDVI; SAVI e NDBI.

Esses índices foram derivados a partir das bandas espectrais das imagens de satélite. O cálculo do NDVI baseia-se na diferença entre a reflectância do infravermelho próximo e da banda do vermelho conforme apresentado na fórmula 1 .

O NDVI permite identificar a densidade da vegetação, onde valores próximos de +1 indicam vegetação densa e saudável, valores próximos de 0 refletem solo exposto ou vegetação esparsa, e valores negativos correspondem geralmente a áreas urbanas ou corpos d'água.

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

NIR = Banda infravermelho próximo

RED = banda do vermelho

Os cálculos foram realizados na plataforma GEE, onde os índices foram processados e exportados em formato raster. Posteriormente, os dados foram analisados no QGIS.

As variáveis climáticas, foram consideradas três variáveis principais: temperatura, precipitação acumulada e evapotranspiração potencial. Os dados foram obtidos da plataforma NASA POWER (National Aeronautics and Space Administration) e Prediction Of Worldwide Energy Resources). As séries temporais utilizadas abrangem o período de 2000 a 2020.

Os dados, disponibilizados em formato CSV, foram posteriormente processados e integrados a ferramentas de análise estatística e geoespacial. As interações entre variáveis climáticas e índices espectrais foram analisadas por meio de uma abordagem estatística integrada, envolvendo técnica de Análise de Componentes Principais (PCA) foi incorporada com o intuito de reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados e evidenciar padrões subjacentes.

Essa técnica multivariada permitiu agrupar as variáveis conforme suas contribuições para a variância total, revelando estruturas latentes e proporcionando uma visualização integrada das relações ambientais no contexto estudado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 2000 e 2020, a área urbanizada na Unidade 2 da Floresta de Pinus, no Haiti, aumentou de 1.009 ha para 1.678 ha, com taxa de desmatamento de 66,37% e grau dinâmico de 3,31%, refletindo forte pressão antrópica (Tabela 1 e Figura 2). A área de água cresceu de 0,60 ha para 9,48 ha (+1.480%; grau dinâmico de 74%), indicando possíveis alterações hidrológicas ou de gestão.

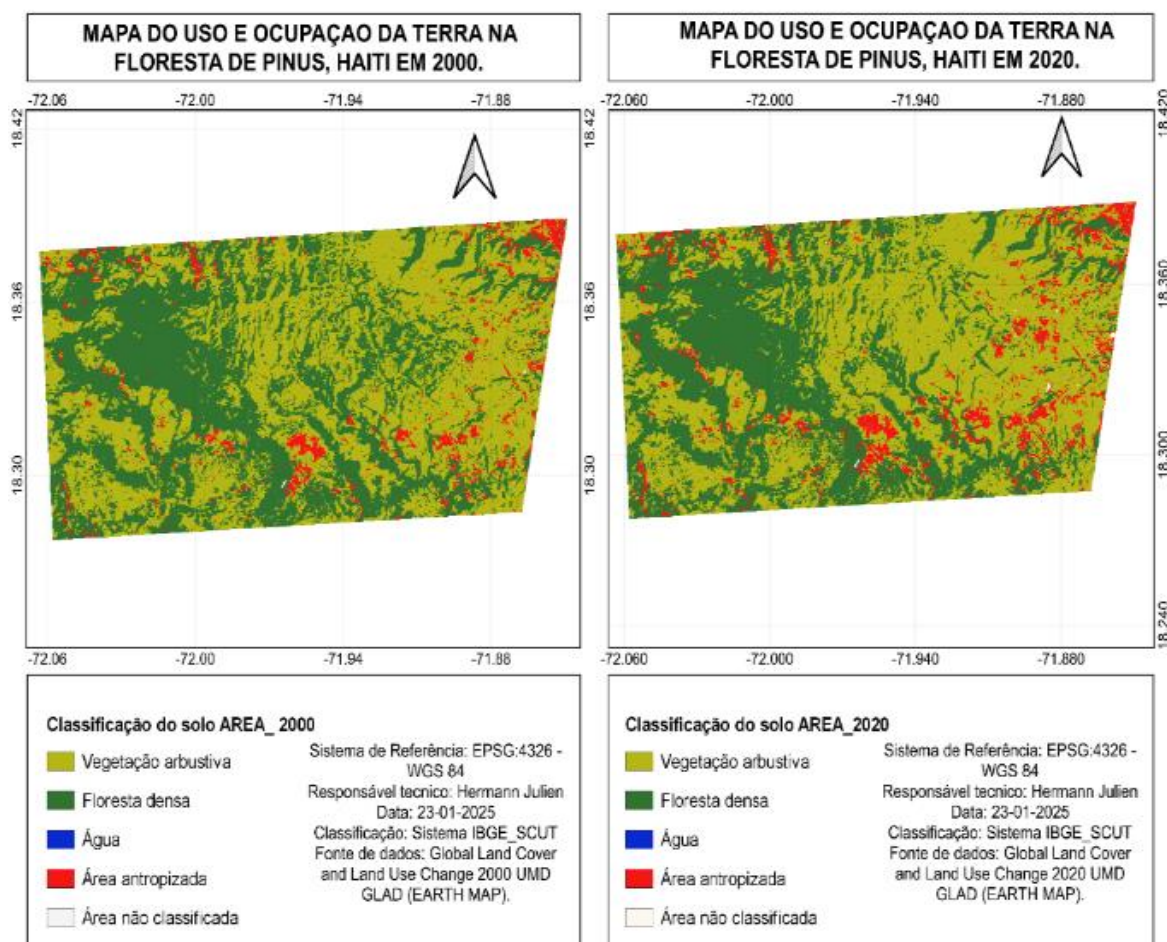
A floresta densa sofreu redução de 10.619 ha para 9.592 ha (-9,67%), com grau dinâmico de -0,48, evidenciando processo contínuo de desmatamento. Já a vegetação arbustiva teve leve aumento (de 12.046 ha para 12.394 ha; +2,88%), com grau dinâmico de 0,14%, possivelmente ligado à sucessão ecológica ou mudanças no uso do solo.

Tabela 1. Evolução do uso e ocupação da terra na Unidade 2 da Floresta de Pinus, no Haiti 2000-2020.

Ano	2000	2020	Mudanças	Grau dinâmico
Classe	Área em ha	Área em ha	(%)	(%)
Área antropizada	1009	1678	66,37	3,31
Água	0,60	9,48	1480	74
Floresta densa	10619	9592	-9,67	-0,48
Vegetação arbustiva	12046	12394	2,88	0,14
Total	23674	23674	-	-

Fonte: Global Land Cover and Land Use Change 2000/2020.

Figura 2. Classificação do uso e ocupação da terra na Unidade 2 da Floresta de Pinus, Haiti (2000–2020). Amarelo-esverdeado: Vegetação arbustiva; Verde escuro: Floresta densa; Azul: Água; Vermelho: Área antropizada; Branco: Área não classificada.



Fonte: Global Land Cover and Land Use Change 2000/2020

A redução da floresta densa observada no Haiti segue o padrão de muitos países tropicais, onde o desmatamento está ligado à expansão agrícola, à urbanização desordenada e ao uso insustentável dos recursos naturais.

Esse processo é agravado pela vulnerabilidade socioeconômica, marcada pela pobreza e pela escassez de alternativas sustentáveis (Lee et al., 2019).

Essa realidade se repete em regiões com clima similar. Na República Dominicana, por exemplo, há degradação progressiva, especialmente em áreas montanhosas, impulsionada pela agricultura migratória. No noroeste do Benim, a intensificação agrícola tem substituído a floresta por mosaicos agrícolas e áreas de pousio (Thierry et al., 2018).

Em Annaba, Argélia, o avanço urbano tem transformado terras agrícolas em zonas urbanizadas (Noui et al., 2023). Situação semelhante é observada na Baixa Vallée de Dallol Maouri, com perda de 61% das savanas devido à agricultura extensiva (Mahaman et al., 2022), e no Punjab, Paquistão, onde o crescimento urbano reduziu a cobertura florestal (Sajid et al., 2022).

Apesar do cenário de degradação, formações arbustivas demonstram certa resiliência e capacidade de regeneração após perturbações, podendo favorecer a biodiversidade e apoiar iniciativas de restauração ecológica (Martinez et al., 2017).

Assim, a comparação entre o Haiti e países com condições semelhantes é pertinente, não apenas por fatores climáticos, mas também pela presença de desafios estruturais comuns, como a pobreza rural e a ausência de ordenamento territorial eficaz. Reconhecer essas semelhanças pode orientar estratégias regionais mais eficazes de conservação e uso sustentável da terra.

3.1 ÍNDICES ESPECTRAIS DA ÁREA DE ESTUDO

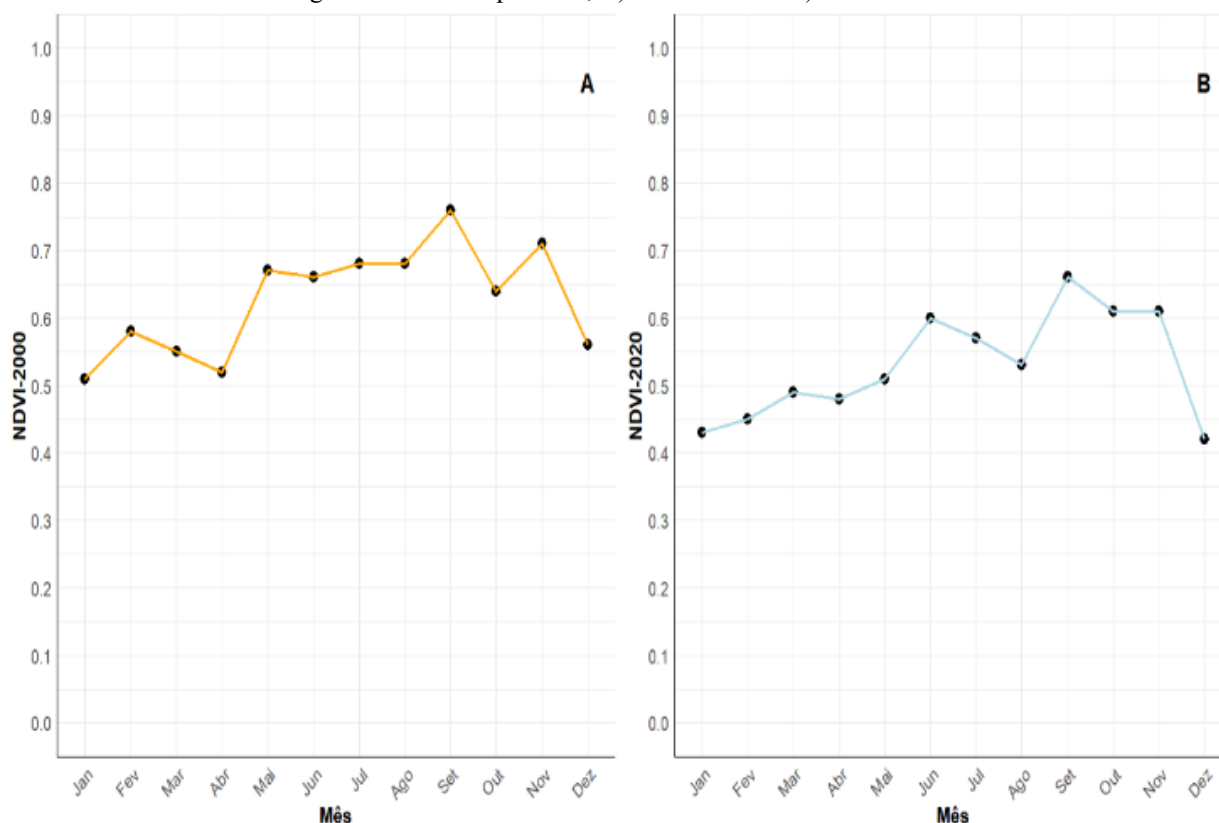
Índices espectrais NDVI- a análise dos valores no ano de 2000 evidencia uma variação sazonal bem definida. A mediana dos índices iniciou o ano em torno de 0,50 no mês de janeiro, refletindo as condições secas que limitam o vigor vegetativo. Entre os meses de fevereiro e abril, os valores mantiveram-se relativamente estáveis, próximos de 0,54.

A partir de maio, observou-se um aumento progressivo nos índices, culminando no valor mais elevado do ano de 0,76 registrado em setembro, período coincidente com o pico da estação chuvosa. Nos meses finais do ano, os valores voltaram a declinar, acompanhando o retorno das condições mais áridas, o que indica uma desaceleração no crescimento da vegetação (Figura 3A).

Quando analisada a evolução temporal do NDVI entre 2000 e 2020, observa-se uma tendência de declínio gradual nos valores, sugerindo uma perda progressiva na densidade e na vitalidade da cobertura vegetal. Ainda que a sazonalidade permaneça evidente com elevações nos períodos úmidos

e reduções nos secos, o ano de 2020 revela maior amplitude nas flutuações dos índices. Nesse ano, os valores oscilaram entre 0,40 em janeiro e 0,70 nos meses de maior atividade vegetativa, indicando maior sensibilidade da vegetação às condições ambientais e, possivelmente, um grau mais elevado de degradação ecológica (Figura 3 B).

Figura 3. Índices espectrais ; A) NDVI 2000 – B) NDVI 2020.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

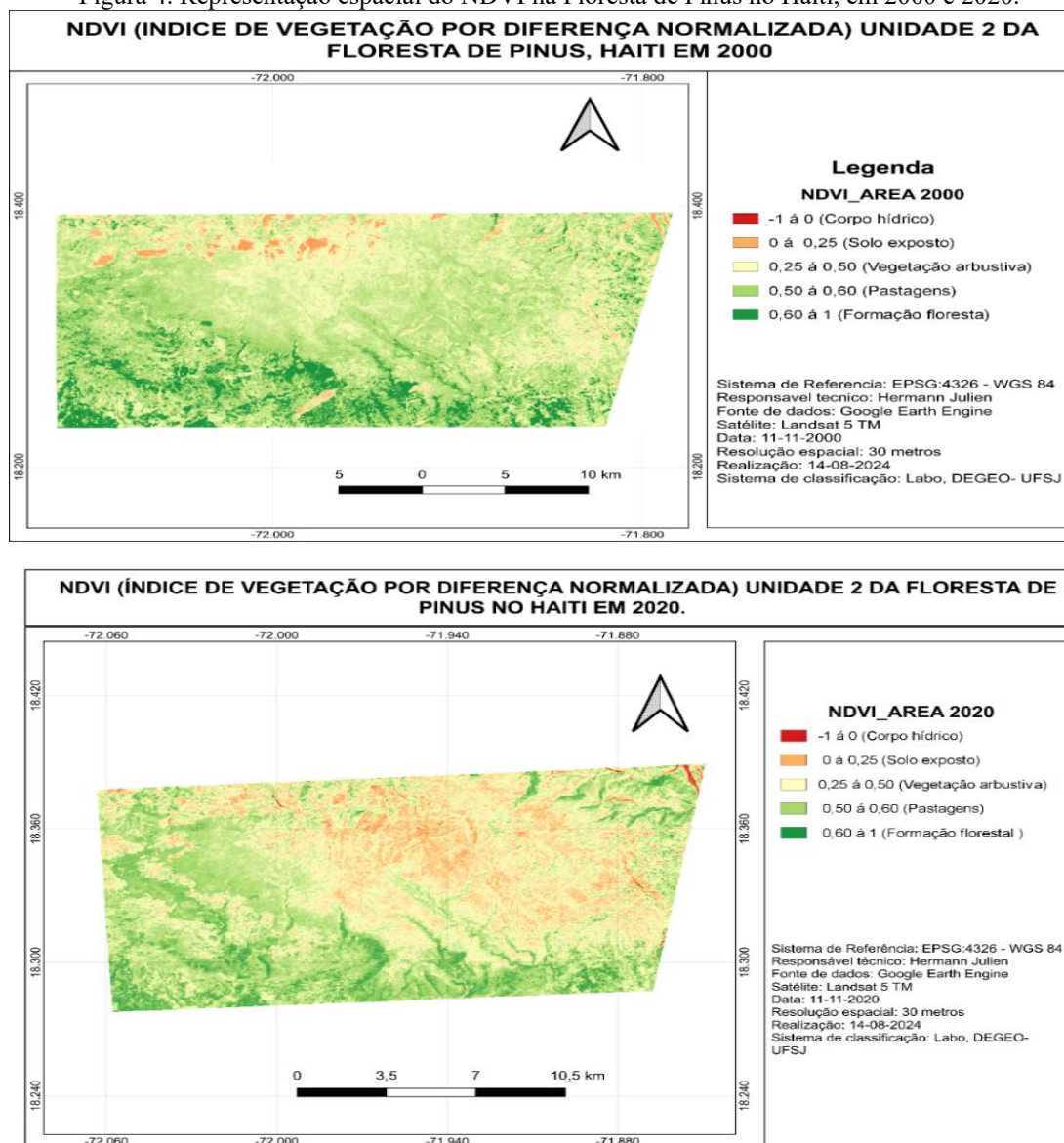
A análise espacial para os anos de 2000 e 2020 corrobora essas observações. No ano 2000, predominam áreas com valores elevados entre 0,60 e 1, representadas em verde escuro, o que caracteriza uma cobertura florestal mais ou menos densa. Em contraste, o mapa de 2020 evidencia uma retração substancial dessas áreas, sugerindo perda de biomassa e crescente fragmentação da vegetação.

Concomitantemente, verifica-se o aumento das áreas com NDVI entre 0 e 0,25 em laranja (Figura 4), indicativas de solos expostos, geralmente associados a processos de degradação ambiental como desmatamento, expansão urbana e práticas agrícolas intensivas.

As áreas entre 0,25 e 0,50, relacionadas à vegetação arbustiva e representadas em amarelo claro, também se expandiram ao longo do período, sinalizando a substituição da floresta densa por formações secundárias ou em regeneração. Por fim, nota-se um leve aumento nas áreas com NDVI

entre -1 e 0 em vermelho, que representam corpos hídricos, possivelmente decorrentes de alterações hidrológicas, intensificação da erosão ou modificação do uso do solo.

Figura 4. Representação espacial do NDVI na Floresta de Pinus no Haiti, em 2000 e 2020.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Essa tendência reflete uma transição de florestas densas para áreas abertas, provavelmente ligada à exploração progressiva da terra. Essas descobertas ressaltam o imperativo do manejo sustentável dos recursos florestais no Haiti para mitigar a degradação dos ecossistemas e preservar os serviços ecológicos prestados pela floresta de Pinus.

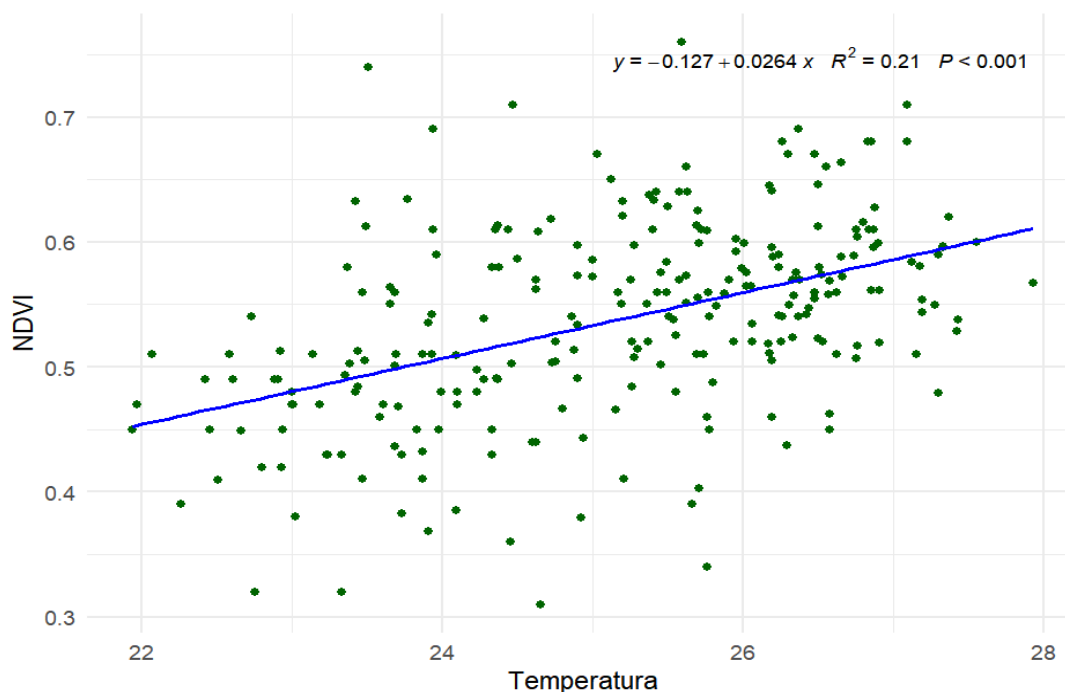
Estudos indicam que a variação dos valores de NDVI, como a observada entre 2000 e 2020 na Floresta de Pinus, está frequentemente associada a pressões humanas que reduzem a densidade da

vegetação. O aumento das áreas de solo exposto em 2020, detectado pelo NDVI, reflete uma possível intensificação das atividades de desmatamento e expansão agrícola, comuns em ecossistemas tropicais.

Esse padrão de degradação é bem documentado em áreas florestais tropicais, onde o desmatamento leva à redução da biodiversidade e à fragmentação do habitat (Fearnside et al., 2018). A persistência de altos valores de NDVI em parte da área, no entanto, sugere que ainda existem zonas florestais relativamente preservadas, alinhando-se com achados em florestas da América Latina, onde áreas protegidas mostram maior resistência à degradação (Tappan et al., 2016).

A regressão linear simples entre o NDVI e a temperatura também mostrou uma relação significativa, com um p-valor de 0,00 e um coeficiente levemente positivo (Figura 5). Esse achado sugere que aumentos moderados na temperatura podem estimular a atividade vegetal em determinadas condições. No entanto, esses efeitos benéficos são frequentemente limitados em ecossistemas tropicais, onde temperaturas elevadas acima de um determinado limite crítico levam ao aumento do estresse hídrico.

Figura 5. Relação entre a temperatura (°C) e o índice de vegetação NDVI na área de estudo.

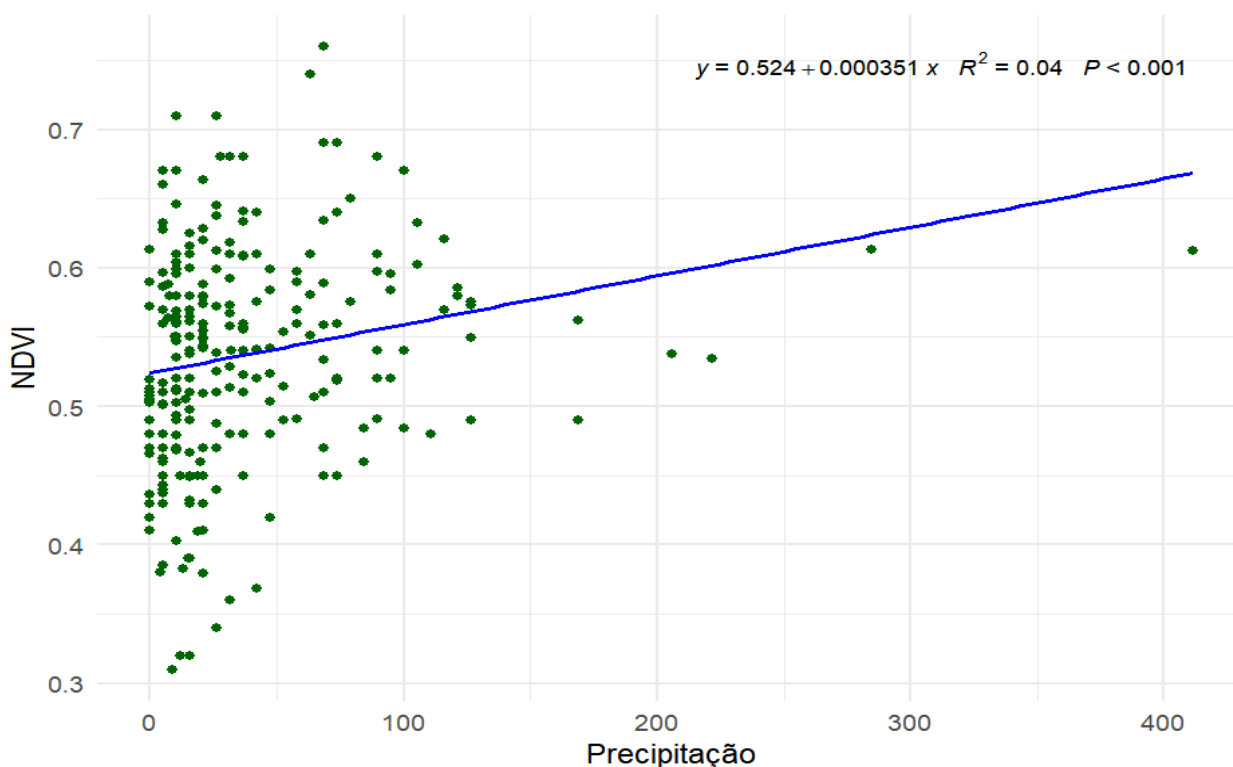


Fonte: Elaborada pelos próprios autores

A regressão linear simples entre o NDVI e a precipitação revelou uma relação significativa, com um p-valor de 0,001 e um coeficiente positivo, indicando que o aumento da precipitação está fortemente associado ao aumento do NDVI. Esse resultado válido a interpretação de que a

disponibilidade de água é crucial para a produtividade vegetal neste ecossistema tropical (Figura 6). Os resultados mostram que o NDVI está fortemente influenciado por fatores climáticos, especialmente pela precipitação, com sensibilidade adicional à temperatura. Durante a estação chuvosa, a vegetação responde positivamente à maior disponibilidade hídrica, elevando os valores dos índices.

Figura 6. Relação entre a precipitação (mm) e o índice de vegetação NDVI na área de estudo.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

As relações identificadas entre os fatores climáticos e os índices espectrais revelam mecanismos subjacentes essenciais para compreender a dinâmica ecológica em ecossistemas tropicais. A correlação positiva entre o NDVI e a precipitação confirma o papel determinante da água no suporte à produtividade vegetal. Estudos recentes destacam que a variabilidade interanual do NDVI está fortemente associada à precipitação, indicando que a disponibilidade hídrica é um fator limitante crucial para a vegetação tropical (He et al., 2023).

A relação entre o NDVI e a temperatura, embora significativa, apresenta um efeito mais sutil. Pesquisas demonstram que o aumento da temperatura pode antecipar o início e o pico da estação de crescimento, mas seu impacto direto no valor máximo do NDVI é limitado. Isso sugere que, embora a temperatura influencie a fenologia das plantas, sua contribuição para a produtividade primária e secundária em comparação à disponibilidade de água (Mortier et al., 2023).

4 CONCLUSÕES

A análise espaço-temporal da Unidade 2 da Floresta de Pinus revelou alterações no uso e ocupação do solo entre os anos 2000 e 2020. A redução das formações florestais naturais, associada ao avanço das áreas antropizadas e à modificação de corpos hídricos, aponta para um processo contínuo de pressão antrópica sobre o ambiente.

Esses resultados demonstram que as dinâmicas observadas são influenciadas por múltiplos fatores socioeconômicos e ambientais, exigindo respostas integradas de gestão territorial. Diante desse cenário, torna-se evidente a urgência de implementar políticas públicas que aliem conservação ambiental, planejamento do uso do solo e inclusão social.

O uso de tecnologias de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica mostra-se essencial para o monitoramento permanente das mudanças, permitindo a tomada de decisões baseadas em evidências. Promover práticas sustentáveis e fortalecer a governança local são caminhos estratégicos para garantir a resiliência ecológica e a sustentabilidade da paisagem na região estudada.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB); Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCIFLOR); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- E, Bin; XIE, Xiaoming; GUO, Lanlan. **A Shift From Temperature to Water as the Primary Driver for Interannual Variability of the Tropical Carbon Cycle**. *Geophysical Research Letters*, v. 50, n. 15, e2023GL102812, 2023. DOI: 10.1029/2023GL102812.
- EPA – **Environmental Protection Agency**, 2018. EPA Annual Report 2018. [Online]. Disponível em : <https://www.epa.gov/annual-reports/epa-annual-report-2018>: Acesso em: 24 maio 2025.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. **Global Forest Resources Assessment 2020**. [Online]. Disponível em : <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/en/> Acesso em: 27 maio 2025.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. **The State of the World's Forests 2022**. [Online]. Disponível em : <https://www.fao.org/state-of-forests/en/>: Acesso em: 15 maio 2025.
- Fearnside, P., Nobre, C., Barbosa, R., 2018. **Agricultural expansion and deforestation in the Brazilian Amazon**. *Journal of Environmental Studies*.
- Grin, E., Miasnikova, M., 2022. **Desmatamento e políticas públicas: desafios contemporâneos**. *Revista de Estudos Ambientais*, 34(2), 45–60.
- Hedges, S.B., Cohen, W.B., Laurent, R., 2018. **Forest cover change in Haiti from 1988 to 2016**. *Journal of Tropical Ecology*, 34(4), 205–216.
- Ilionor, J., 2008. **L'évolution de la couverture forestière en Haïti: une analyse historique**. *Cahiers Caribéens de Géographie*, 15(1), 33–48.
- Lee, Y.J., Choi, H.S., Park, K.W., Kim, T.H., 2019. **Deforestation and its impacts on biodiversity in tropical forests**. *Journal of Ecological Economics*.
- Lucile, M., Jean, P., André, L., 2017. **Déforestation et politiques environnementales en Haïti**. *Revue Haïtienne d'Écologie*, 10(2), 55–70.
- Lucile, M., Jean, P., André, L., 2018. **Politiques forestières et déforestation en Haïti: le cas du régime des Duvalier**. *Revue Haïtienne d'Écologie*, 11(1), 25–40.
- Mahaman, M., Adamou, A., Oumarou, A., 2022. **Impact des variations climatiques sur la dynamique du couvert végétal en zone sahélienne**. *Revue Africaine des Sciences de l'Environnement*, 14(2), 85–98.
- Martinez, F., Santos, G., Oliveira, M., 2017. **Ecological succession and ecosystem resilience following disturbance in tropical forests**. *Global Ecology and Biogeography*.
- Mézard, C., 2018. **Caractérisation des perturbations anthropiques de la forêt des pins d'Haïti: Cas de l'unité 2**. Mémoire de master, Université de Liège, 120 p.

Mortier, Steven; Hamedpour, Amir; Bussmann, Bart; Tchana Wandji, Ruth Phoebe; Latré, Steven; Sigurdsson, Bjarni D.; DE Schepper, Tom; Verdonck, Tim. **Inferring the relationship between soil temperature and the normalized difference vegetation index with machine learning.** arXiv preprint arXiv:2312.12258, 2023.

Noui, H., Benslimane, M., Khelifa, A., 2023. **Urban expansion and its effects on buffer zones in Annaba, Algeria.** Journal of Urban Planning and Development.

NRCan – Natural Resources Canada, 2021. **2021–22 Departmental Sustainable Development Strategy Report.** [Online]. Disponível em: <https://natural-resources.canada.ca/corporate/planning-reporting/natural-resources-canada-s-2021-22-departmental-sustainable-development-strategy-report>: Acesso em: 02 maio 2025.

Rodriguez, L., Espinoza, R., Morales, P., 2020. Challenges to buffer zones in Puerto Rico: **Urban and agricultural expansion into protected areas.** Caribbean Ecology Review.

Romain, F., 2012. **La dégradation environnementale en Haïti: causes et conséquences.** Études Caribéennes, 20(3), 89–102.

Sajid, R., Khan, M.A., Iqbal, Z., Hussain, T., Farooq, S., 2022. **Urban development and its impact on buffer zones in Punjab, Pakistan.** Asian Environmental Journal.

Silva, R., Rodgers, J., 2018. **Impactos do desmatamento na biodiversidade tropical.** Journal of Environmental Research, 12(3), 210–225.

Tappan, G.G., 2016. **Vegetation dynamics in West African Sahel and the influence of conservation practices.** African Journal of Ecology.

Thierry, B., Dupont, L., Laurent, J., 2018. **Effets de la variabilité climatique sur la couverture végétale: Une approche basée sur l'analyse du NDVI.** Journal de Climatologie et Environnement, 15(3), 112–127.

Toochi, C., 2022. **Agricultural expansion and deforestation in Latin America.** Environmental Policy Journal, 15(1), 78–89.

USDA – United States Department of Agriculture, 2019. **2019 Crop Progress and Conditions.** [Online]. Disponível em [:https://www.nass.usda.gov/Charts_and_Maps/Crop_Progress_%26_Condition/2019/index.php](https://www.nass.usda.gov/Charts_and_Maps/Crop_Progress_%26_Condition/2019/index.php): Acesso em :15 maio 2025.