

Análise de Distúrbios Florestais em Paisagens Agrícolas de Cruzeiro do Sul, Acre.

Marcus V. G. Silva¹, Silvana A. Kappel¹, Maria. I. S. Escada¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Caixa Postal 515 – 12.227-010 – São José dos Campos – SP – Brazil

{marcus.silva, silvana.amaral, isabel.escada} @inpe.br

Abstract. *The study analyzed forest disturbances in Cruzeiro do Sul (AC), using land use and land cover data from 2022 and applying the AHP method to integrate indicators of deforestation, degradation, and regeneration. These data were related to Landscape Production Units (PLUs) to identify spatial patterns. The highest disturbance indices were found in large-scale livestock areas (PLU4, PLU5) and urban zones, while extractivist areas and those of small farmers showed low levels of impact. The work highlights the importance of considering local socioeconomic contexts to guide environmental management and conservation policies.*

Resumo. *O estudo analisou os distúrbios florestais em Cruzeiro do Sul (AC), usando dados de uso e cobertura da terra de 2022 e aplicando o método AHP para integrar indicadores de desmatamento, degradação e regeneração. Esses dados foram relacionados a Unidades de Paisagem da Produção (PLUs) para identificar padrões espaciais. Os maiores índices de distúrbio foram encontrados em áreas de pecuária de larga escala (PLU4, PLU5) e zonas urbanas, enquanto áreas de extrativismo e de pequenos agricultores mostraram baixos níveis de impacto. O trabalho destaca a importância de considerar os contextos socioeconômicos locais para orientar políticas de manejo ambiental e conservação.*

1. Introdução

A paisagem pode ser definida como um elemento complexo que se molda ao longo do tempo por fatores que estão associados a ela, como a biodiversidade e a intensificação das atividades antrópicas [Metzger 2007]. Dito isso, a Floresta Amazônica é constantemente alterada por atividades que são executadas em regiões de cobertura florestal [Costa 2021, Souza et al. 2025]. Por exemplo, a exploração desenfreada de madeira, o aumento de números de queimadas florestais, a transformação de áreas florestais em pastagens, contribuem com o aumento dos distúrbios florestais [Rodrigues, 2024].

Nesse contexto, distúrbios florestais são caracterizados por mudanças, no espaço e tempo, de padrões característicos de um ecossistema, incluindo ciclo hidrológico, estocagem de carbono, diminuição da cobertura vegetal, dentre outros fatores [Lapola et al. 2023, Marques et al. 2024, Oliveira et al. 2024]. Os distúrbios florestais podem ser provocados por fatores naturais, como superpopulação de animais e plantas, desequilíbrios entre espécies e eventos climáticos extremos; mas também podem ter origem antrópica a partir do desmatamento, por meio do corte raso da cobertura vegetal, e também pela degradação florestal, através de incêndios florestais e transformações de áreas florestais em pastagens [Pickett 1985, Turner 2008, Rodrigues 2024].

O corte raso consiste na remoção completa da vegetação em determinadas áreas, eliminando não apenas as árvores de interesse comercial, mas também toda a flora associada aquele local de corte, [Dias et al. 2020, Almeida et al. 2022, Fearnside 2022]. Nesse contexto, modalidades agropecuárias de larga escala estão associadas a essa

prática, seja para a formação de pastagens destinadas à criação do gado, seja para a consolidação de monoculturas **em larga escala** [Fearnside 2022, Santos et al. 2022]. Esse processo de conversão do uso e cobertura da terra vai além de apenas influenciar a cobertura vegetal, comprometendo a biodiversidade local, os ciclos hidrológicos e a estabilidade dos ecossistemas amazônicos [Messias et al. 2021, Santos et al. 2022].

Por outro lado, a degradação ocorre de maneira progressiva na floresta, apresentando um processo mais lento, estando relacionado com a exploração madeireira, invasão de áreas florestais por gado, e incêndios florestais [Almeida et al. 2022]. Do mesmo modo, o fogo, muitas vezes, é utilizado para a limpeza de áreas destinadas ao cultivo, loteamento ou pastoreio, representando um grande risco, pois o fogo pode se expandir rapidamente, atingindo áreas muito maiores do que as inicialmente previstas [Silveira et al. 2020, Alencar et al. 2024].

Essas atividades muitas vezes estão relacionadas aos sistemas **técnicos-produtores** podendo ser categorizados através das Unidades de Paisagem da Produção (PLUs). As PLUs são compreendidas como representações do estado das paisagens florestais modificadas pelos sistemas técnicos vinculados à produção rural [Souza et al. 2025].

No contexto amazônico, as PLUs incluem uma diversidade de ecossistemas e ambientes que se entrelaçam e se sobrepõem devido às interações entre os agentes produtivos, como agricultores, extrativistas, pecuaristas e comunidades locais, e os elementos da paisagem, como rios, florestas, estradas e áreas urbanas [Souza et al. 2025]. Esses elementos são organizados em arranjos espaciais diversos e não homogêneos, refletindo a complexidade e a variedade das dinâmicas sociais, econômicas e ambientais [Souza et al. 2025]. As trajetórias tecnoprodutivas rurais, também conhecidas como trajetórias tecnológicas (TTs), são categorias analíticas formuladas por Costa (2021) para estudar a economia agrária e representam padrões de soluções técnicas e produtivas, estando diretamente relacionadas com cada tipo de PLU identificada [Souza et al. 2025].

Dado o exposto, **é necessário compreender** como os distúrbios florestais presentes em Cruzeiro do Sul - AC se relacionam às PLUs. Assim, o objetivo deste trabalho é a aplicação **deu um** indicador para estimar níveis de distúrbio florestal para o município de Cruzeiro do Sul (AC) para o ano de 2022, com dados de uso e cobertura da terra com técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*), em unidades de paisagem de produção (PLU).

2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

A área de estudo, representada na Figura 1, compreende o município de Cruzeiro do Sul, no estado do Acre, localizado na região sudoeste da Amazônia. Esse município possui uma área de aproximadamente 7.925 km² e está situado às margens do Rio Juruá.

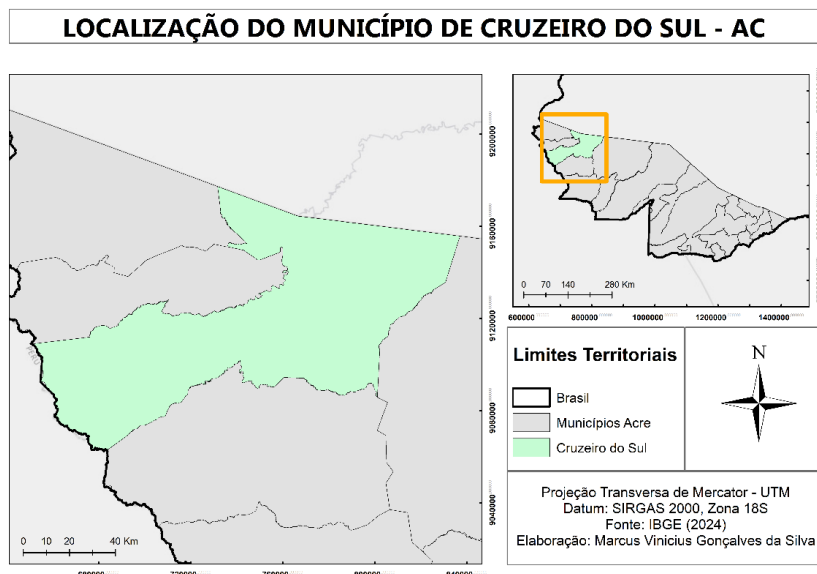


Figura 1. Área de estudo

De acordo com Silva e Silva (2020), Cruzeiro do Sul se localiza na mesorregião do Vale do Juruá e destaca-se como o segundo polo econômico do Acre. Nessa região, a exploração florestal coexiste com atividades agrícolas como o cultivo de milho, feijão e guaraná, bem como com a crescente pecuária bovina. Porém, embora a exploração florestal impulse a economia local, representa uma ameaça significativa à biodiversidade amazônica, intensificando o desmatamento e a degradação de ecossistemas [Silva; Silva 2020, Lapola et al. 2023].

Nesse contexto, a paisagem do município tem sido impactada por diversas atividades relacionadas ao aumento da área desmatada, principalmente no ano de 2022 (Figura 2). Diante desse cenário, a avaliação da paisagem na região torna-se fundamental para compreender as mudanças ambientais e seus impactos nos ecossistemas locais.



Figura 2. Análise do Desmatamento em Cruzeiro do Sul – AC (PRODES)

2.2. Material

Para a realização deste estudo, foram utilizadas diferentes bases de dados geoespaciais com foco no ano de 2022. Os dados estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Base de dados

Fonte de Dados	Ano(s)	Tipo de Dado
PRODES (INPE)	2022	Matricial
TERRACCLASS (INPE)	2018, 2020, 2022	Matricial
DETER (INPE)	2022	Vetorial
Limites Municipais (IBGE)	2022	Vetorial
Unidades de Paisagem da Produção (PLU) de DAL'ASTA et al. (Em preparação)	2022	Vetorial

Para esse trabalho foram utilizados os dados de PLUs do Acre de 2022, elaborados por Dal’Asta (em preparação). Essas PLUs foram construídas utilizando dados de uso e cobertura da terra provenientes do TERRACCLASS de 2022, métricas da paisagem e métricas de contexto [Souza et al. 2025].

2.3. Métodos

Nessa seção serão apresentados os procedimentos realizados neste trabalho. Os procedimentos estão ilustrados na Figura 3.

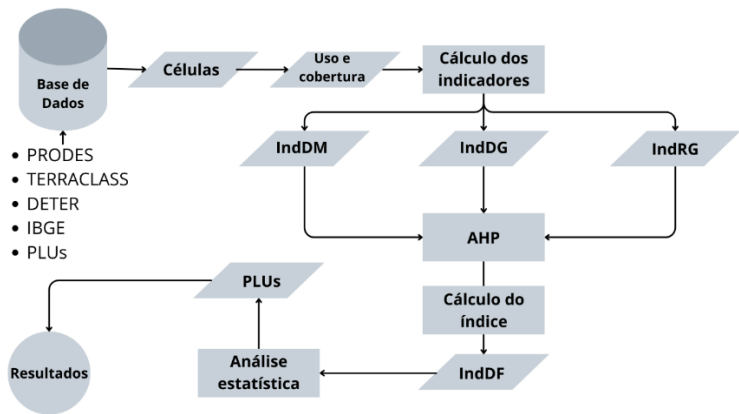


Figura 3. Fluxograma Metodológico

2.3.1. Estabelecimento de células

Com a base de dados estabelecida, foi gerada uma malha quadriculada sobre os dados geoespaciais levantados. O tamanho de cada célula foi definido de forma empírica, cada célula dessa malha tem área de 4 Km² (2 Km x 2 Km). Posteriormente, foram selecionadas as células que estavam contidas dentro dos limites do município de Cruzeiro do Sul – AC, evitando células vazias ou células que não estivessem totalmente dentro do limite do município.

2.3.2. Identificação das classes de uso e cobertura da terra

A partir da base de dados, foram identificadas as classes relacionadas aos distúrbios florestais presentes no Município de Cruzeiro do Sul - AC no ano de 2022, sendo elas representadas na tabela 2.

Tabela 2. Classes de estudo

Classes	Base de Dados	Descrição
Desmatamento (DM)	PRODES	Áreas de remoção total da cobertura florestal nativa.
Floresta Remanescente (FR)	PRODES	Fragmentos de vegetação florestal preservada
Vegetação Secundária (VS)	TERRAClass	Áreas em regeneração natural com no mínimo 3 observações
Degradação Florestal (DG)	DETER	Áreas com perda parcial do dossel florestal
Cicatriz de Incêndios (CI)	DETER	Superfícies afetadas por fogo

Para integrar e analisar diferentes informações espaciais, todas as camadas temáticas utilizadas neste estudo foram convertidas para o formato raster. Posteriormente, foi calculado a área de cobertura de cada classe dentro de cada uma das células, o que permitiu estimar a área de floresta original, que representa a área que inicialmente teria cobertura florestal, dado pela equação:

$$Forig = Área(DM) + Área(FR) + Área(VS)$$

Onde *Forig* é a Área de floresta original em cada célula; *Área(DM)* é a Área da classe DM em cada célula; *Área(FR)* é a Área da classe FR em cada célula; e a *Área(VS)* é a Área da classe VS em cada célula. A unidade dessas medidas se dá em m².

2.3.3. Cálculo dos Indicadores

A elaboração dos indicadores florestais se deu a partir da área ocupada por cada uma das classes dentro de cada célula. Os indicadores utilizados no trabalho estão representados na tabela 3.

Tabela 3. Indicadores utilizados para o cálculo do IndDF

Nome do Indicador	Equação	Unidade
Indicador de Degradação Florestal (IndDG)	$IndDG = \frac{Área(DG) + Área(CI)}{Forig}$	Adimensional
Indicador de Desmatamento Florestal (IndDM)	$IndDM = \frac{Área(DM)}{Forig}$	Adimensional
Indicador de Regeneração Florestal (IndRG)	$IndRG = \frac{Área(VS)}{Forig}$	Adimensional

Onde *Forig* é a Área de floresta original em cada célula; *Área(DM)* é a Área da classe de corte raso (desmatamento) em cada célula; *Área(FR)* é a Área da classe de floresta remanescente em cada célula; *Área(VS)* é a Área da classe de vegetação secundária em cada célula; *Área(DG)* é a Área da classe de degradação florestal em cada célula; e *Área(CI)* é a Área da classe de cicatrizes de incêndio em cada célula.

2.3.4. AHP e Cálculo do Índice de Distúrbio Florestal:

Para a aplicação da técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*), foi construída uma matriz de comparação pareada para avaliar a influência relativa de cada indicador nos distúrbios florestais. A definição dos pesos foi realizada com base na escala proposta por Saaty (2008), que varia de 1 a 9, sendo 1 atribuído quando dois critérios têm igual relevância, e 9 quando um critério é extremamente mais relevante que o outro.

Com base na metodologia elaborada por Rodrigues (2024), a comparação pareada dos indicadores foi realizada por meio de uma matriz, na qual os fatores dispostos nas linhas foram comparados com os fatores posicionados nas colunas (Tabela 4). Nessa matriz, definiu-se que o Indicador de Desmatamento Florestal (IndDM) apresenta forte relação com os distúrbios florestais, sendo mais relevante do que o Indicador de Degradação Florestal (IndDG), e levemente mais importante que o Indicador de Regeneração Florestal (IndRG). Do mesmo modo, a comparação entre o IndRG e o IndDG indicou uma importância moderada do primeiro em relação ao segundo. Considera-se que a vegetação secundária está associada a áreas anteriormente desmatadas, sendo interpretada como um componente de compensação no contexto do índice de distúrbio florestal. A consistência das comparações foi avaliada pela Razão de Consistência (RC), calculada pelo método AHP, sendo recomendado que os valores obtidos permaneçam abaixo de 0,1.

Tabela 4. Matriz de comparação pareada dos indicadores do Índice de Distúrbio Florestal (IDF), adaptada de Rodrigues (2024)

Fatores	IndDM	IndRG	IndDG
IndDM	1	2	5
IndRG	-	1	3
IndDG	-	-	1
Razão de Consistência (RC) = 0,003			

A aplicação do método AHP resultou na atribuição dos seguintes pesos aos indicadores utilizados, sendo eles: 0,58 para o indicador de Desmatamento Florestal, 0,30 para o Indicador de Regeneração Florestal e 0,12 para o Indicador de Degradação Florestal. Posteriormente, foi calculado o Índice de Distúrbio Florestal (IndDF), descrito matematicamente por:

$$IndDF = (0,58 \times IndDM) + (0,12 \times IndDG) - (0,30 \times IndRG)$$

IndDF = Índice de Distúrbio Florestal

IndDM = Resultado do indicador *IndDM*

IndDG = Resultado do indicador *IndDG*

IndRG = Resultado do indicador *IndRG*

Unidade = Adimensional

Na composição do índice desenvolvido, adotou-se a convenção de que o sinal positivo (+) representa a perda de cobertura vegetal, enquanto o sinal negativo (–) indica o ganho de vegetação.

2.3.5. Cruzamento de Dados de Distúrbios com as PLUs

Para o município de Cruzeiro do Sul-AC, Dal'Asta (em preparação) identificou quais Unidades de Paisagem da Produção (PLUs) estão presentes no território (Tabela 5). Com isso, torna-se possível analisar a relação entre o Índice de Distúrbio Florestal (IndDF) e a localização de cada PLU dentro das células utilizadas no cálculo do IndDF. A contabilização do IndDF para cada tipo de PLU será realizada por meio da média simples dos valores de IndDF registrados nas células que compõem cada unidade, permitindo identificar quais PLUs apresentam os maiores valores médios de distúrbio florestal.

Tabela 4. Descrição das PLUs, adaptada de Dal'Asta (Em preparação)

PLU	Descrição geral (PLU)	Correspondência TT (descrição)
PLU0	Unidades extrativistas potenciais, 100% cobertura florestal, atividades não detectáveis por sensoriamento remoto.	TT2 – Agroflorestal
PLU1	Unidades extrativistas com pequenos assentamentos e clareiras em áreas florestais.	TT2 – Agroflorestal
PLU2	Unidades agroextrativistas, agricultura e pecuária de pequena escala.	TT1 – Sistema de cultivo TT2 – Agroflorestal
PLU3	Unidades agrícolas, pequenos agricultores com pecuária e cultivos pequenos.	TT3 – Pecuária de corte
PLU4	Fazendas médias/grandes com pecuária extensiva.	TT4 – Pecuária de corte
PLU5	Fazendas periurbanas médias/grandes com pecuária extensiva.	TT4 – Pecuária de corte; TT1 – Sistema de cultivo
CUA	Áreas urbanas consolidadas, totalmente convertidas do ambiente natural.	-

3. Resultados e Discussão

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos para o município de Cruzeiro do Sul – AC, com mapas que representam o Indicador de Regeneração Florestal (IndRG), o Indicador de Degradação Florestal (IndDG), o Indicador de Desmatamento Florestal (IndDM) e os Índices de Distúrbio Florestal (IndDF).

ÍNDICE E INDICADORES GERADOS PARA CRUZEIRO DO SUL - AC

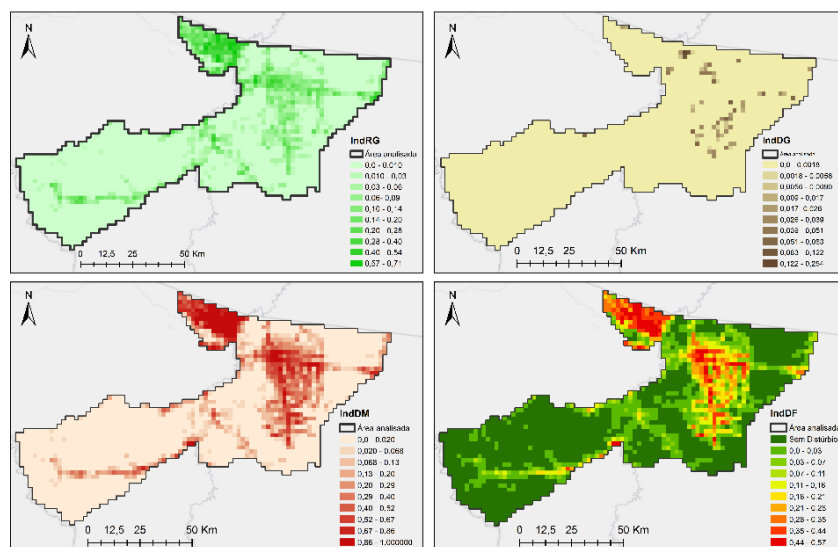


Figura 4. Mapas de IndRG, IndDG, IndDM e IndDF

A Figura 5 apresenta os valores médios normalizados dos Indicadores IndDG, IndDM e IndRG para diferentes classes de **Unidade de Paisagem da Produção (PLU)**. Observa-se que as classes CUA e PLU5 apresentam os maiores valores médios de IndDM (0,96 e 0,79), refletindo áreas com forte pressão de desmatamento. Já a regeneração (IndRG) destaca-se em PLU5 (0,34) e CUA (0,31). Do mesmo modo para o IndDG as PLU2 e PLU3 apresentam os maiores valores médios (0,0048 e 0,0047) sendo valores baixos quando se comparado com os resultados dos outros indicadores.

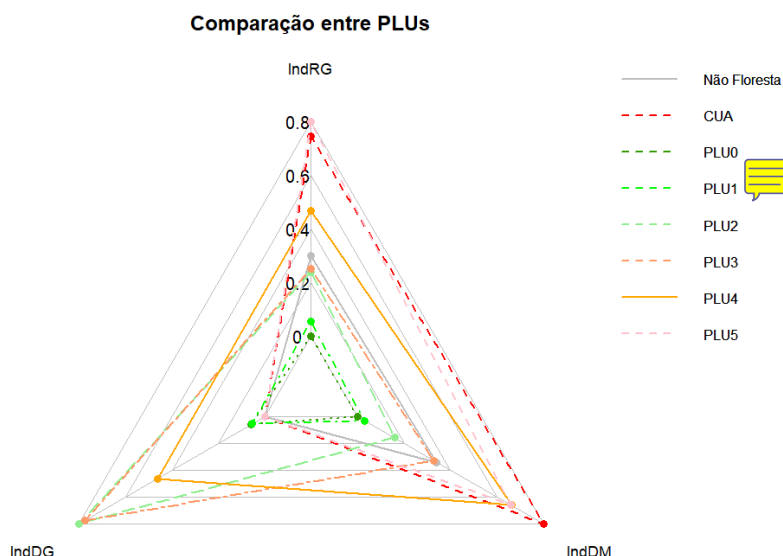


Figura 5. Gráfico Radar: IndRG, IndDG, IndDM

Na Figura 6, observamos a distribuição do IndDF entre as diferentes classes de unidades PLU, destacando contrastes nos níveis de degradação. As classes CUA e PLU4 apresentam os maiores valores médios (0,462 e 0,401, respectivamente), seguidas por PLU5 (0,357), indicando áreas de alta pressão antrópica e degradação mais intensa. Já

as classes PLU0, PLU1 e PLU2 destacam-se por médias muito baixas (0,00004; 0,014; 0,080) e baixos desvios padrão, sugerindo áreas de vegetação pouco alterada, estáveis e de baixa vulnerabilidade, possivelmente prioritárias para ações de preservação. A classe Não Floresta aparece em um nível intermediário (0,198), podendo estar relacionada com a não presença natural de florestas no local. Enquanto PLU3 exibe um valor médio moderado (0,196), mas com maior desvio padrão.

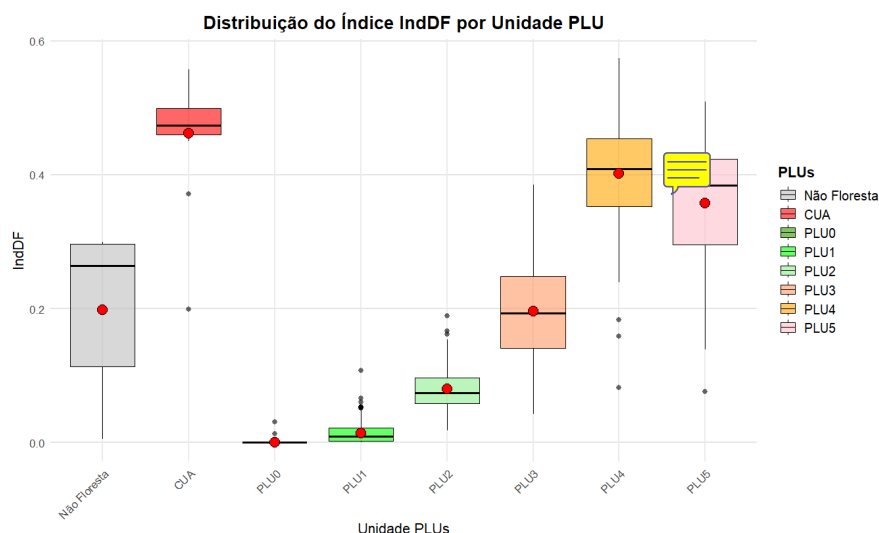


Figura 6. Distribuição do IndDF por classe de PLU

Os resultados apresentados reforçam a relação entre os altos valores médios do Índice de Distúrbio Florestal (IndDF) e a presença de atividades agrícolas de larga escala, como evidenciado nas classes PLU4 (0,401) e PLU5 (0,357). Esses valores contrastam fortemente com os baixos valores de IndDF observados em áreas dominadas por extrativismo e pequenos produtores, representadas por PLU1 (0,014) e PLU2 (0,080). Esse padrão vai ao encontro das conclusões de Rodrigues (2024), que identificou maiores valores de no índice de distúrbio florestal em área de uso da terra em regiões agrícolas, enquanto as áreas de extrativismo e com agricultores de pequena escala apresentam menor grau de distúrbio, ressaltando a importância de considerar os diferentes contextos socioeconômicos no planejamento e manejo ambiental.

4. Conclusão

Os resultados deste estudo evidenciam que os distúrbios florestais em Cruzeiro do Sul (AC) não ocorrem de forma homogênea, mas variam conforme as práticas produtivas presentes nas diferentes Unidades de Paisagem da Produção (PLUs). As análises, realizadas com base nos dados de uso e cobertura da terra de 2022 e com o apoio da técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*), mostraram que áreas associadas à agricultura de larga escala, como PLU4 e PLU5, concentram os maiores níveis de distúrbio florestal, enquanto regiões voltadas a atividades extrativistas e pequenos produtores, como PLU1 e PLU2, apresentam baixos índices de impacto. Essa variação reforça a importância de compreender o contexto socioeconômico e produtivo local para interpretar corretamente os padrões de distribuição dos distúrbios florestais.

Do mesmo modo, os indicadores utilizados no estudo, como o Indicador de Degradação Florestal (IndDG), o Indicador de Desmatamento Florestal (IndDM), o Indicador de Regeneração Florestal (IndRG), permitiram uma análise integrada de diferentes níveis do impacto sobre a paisagem. O IndDM destacou as áreas sob maior pressão de desmatamento, enquanto o IndRG revelou processos de regeneração em andamento, mesmo em regiões já impactadas. Da mesma forma, o IndDF por estar relacionado a um processo mais lento e gradativo, identificando áreas que virão a ter maiores prejuízos futuros, sendo de suma importância para estimar o distúrbio florestal.

Ao aplicar esse conjunto de indicadores, o trabalho não apenas alcançou seu objetivo de estimar os níveis de distúrbio florestal, mas também ofereceu informações para subsidiar estratégias de manejo ambiental alinhadas à realidade local de Cruzeiro do Sul - AC. Os diferentes valores fornecidos por cada indicador, relacionado a cada tipo de PLU, permite direcionar ações de preservação para áreas pouco alteradas, reforçar processos de regeneração onde eles já ocorrem e estabelecer medidas mitigadoras em regiões sob maior pressão antrópica. Assim, os resultados alcançados **contribuem** para a construção de políticas públicas e iniciativas de conservação mais eficazes, ressaltando a necessidade de abordagens diferenciadas e sensíveis às dinâmicas territoriais de Cruzeiro do Sul, fortalecendo os esforços de conservação e o uso sustentável dos recursos naturais na região.

5. Referências

- Alencar, A., Martenexen, L. F., Gomes, J., Morton, D. and Brando, P. (2024) “Amazônia em chamas: Entendendo a relação entre o fogo e desmatamento em 2023”, Nota Técnica, n. 12.
- Almeida, C. A. d., Câmara, G., Motta, M., Gomes, A. and Amaral, S. (2022) “Metodologia utilizada nos sistemas PRODES e DETER-2”, 2.ed., São José dos Campos: INPE, 010 p.
- Almeida, C. A. et al. (2025) "Monitoramento oficial da vegetação nativa brasileira por imagens de satélite: o programa BiomasBR e os sistemas Prodes, Deter e TerraClass", Cadernos de Astronomia, v. 6, n. 1, p. 23–38.
- Asner, G. P., Keller, M., Lentini, M., Merry, F. and Souza Jr., C. (2009) “Extração seletiva de madeira e sua relação com o desmatamento”, Geophysical Monograph Series, Washington, v. 186, p. 25-42. Disponível em: https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/3_Extracao_Seletiva_Asner.pdf. Acesso em: 19 mar. 2025.
- Berenguer, E., Ferreira, J., Gardner, T. A., Aragão, L. E. O. C., Camargo, P. B. D., Cerri, C. E., Durigan, M., Oliveira, R. C. D., Vieira, I. C. G. and Barlow, J. (2014) “A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests”, Global Change Biology, v. 20, n. 12, p. 3713–3726.
- Brancalion, P. H. S. et al. Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. Science Advances, [S.l.], v. 5, n. 7, p. eaav3223, 3 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3223>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31281881/>. Acesso em: 18 maio 2025.

- Costa, F. A. (2021) “Structural diversity and change in rural Amazonia: a comparative assessment of the technological trajectories based on agricultural censuses (1995, 2006 and 2017)”, *Nova Economia*, v. 31, p. 415-53.
- Dal’Asta, et al. Coupling agrarian economy trajectories to the dynamics of malaria in the Western Amazon. Em preparação. *Lancet Planetary health*
- Dias, L. C. P., Pessoa, A. C. M., Aragão, L. E. O. C. and Bustamante, M. M. C. (2020) “Análise dos padrões de degradação florestal na Amazônia Brasileira: 2001-2017”, São José dos Campos: INPE. Disponível em: https://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2020/07.01.17.25/doc/Dias_analise.pdf. Acesso em: 9 abr. 2025.
- Fearnside, P. M. (2022) “Destruição e conservação da floresta amazônica”, Manaus: Editora INPA. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/38899>. Acesso em: 09 abr. 2025.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2022) “Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES)”, São José dos Campos: INPE. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2022) “Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER)”, São José dos Campos: INPE. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/deter>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2022) “TerraClass: Uso e cobertura da terra na Amazônia Legal”, São José dos Campos: INPE. Disponível em: <http://www.inpe.br/terraclass>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Coordenação-Geral de Ciências da Terra (2025) “Programa Queimadas – Monitoramento de Focos de Queimadas e Incêndios Florestais”, Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- Lapola, D. M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L. E., Berenguer, E., Carmenta, R., Liddy, H. M., Seixas, H., Silva, C. V. and Silva-Junior, C. H. (2023) “The drivers and impacts of amazon forest degradation”, *Science*, v. 379, n. 6630, p. eabp8622.
- Marques, E. Q. et al. (2024) “Assessing the effectiveness of vegetation indices in detecting forest disturbances in the southeast Amazon”, *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, p. 27287.
- Messias, C. G. et al. (2021) “Análise das taxas de desmatamento e seus fatores associados na Amazônia Legal Brasileira nas últimas três décadas”, *Ra'e Ga*, v. 52, p. 18+. Disponível em: <https://link.gale.com/apps/doc/A688756753/AONE?u=anon~5f1f4b4d&sid=googleScholar&xid=4bc1c6e7>. Acesso em: 9 abr. 2025.
- Metzger, J. P., Fonseca, M. A., Filho, F. J. B. and Martensen, A. C. (2007) “O uso dos modelos em ecologia de paisagens”, In: Silva, J. M. C. (Ed), *Megadiversidade: Modelagem ambiental e a conservação da biodiversidade*, Belo Horizonte: Conservação Internacional, p. 64-73.

- Oliveira, A. H. M. et al. (2024) “Assessing Forest Degradation Through Remote Sensing in the Brazilian Amazon: Implications and Perspectives for Sustainable Forest Management”, *Remote Sensing*, v. 16, n. 23, p. e4557. DOI: 10.3390/rs16234557. Disponível em: <http://mtc-m21d.sid.inpe.br/ibi/sid.inpe.br/mtc-m21d/2024/12.23.12.42>. Acesso em: 28 mar. 2025.
- Pickett, S. T. A. and White, P. S. (1985) “The ecology of natural disturbance and patch dynamics”, [S.l.]: Academic Press.
- Poorter, Lourens et al. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. *Nature*, [S.l.], v. 530, p. 211–214, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature16512>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26840632/>. Acesso em: 18 maio 2025.
- Rodrigues, É. T. (2024) “Paisagens florestais associadas a sistemas tecno-produtivos rurais na Amazônia brasileira”, Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 141 p. Disponível em: <http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34T/4B3TAF2>.
- Santos, G. R., Silva, R. P. and Santana, A. S. (2022) “Agricultura na Amazônia: desflorestamento, escala e desafios à produção sustentável”, In: *Agricultura, Pecuária e Pesca: capítulos de livros*, 1. ed., cap. 5. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11302>. Acesso em: 9 abr. 2025.
- Silva Junior, C. H. L. et al. (2021) “Amazonian forest degradation must be incorporated into the COP26 agenda”, *Nature Geoscience*, v. 14, p. 634–635.
- Silva, E. G. and Silva, S. S. (2020) “BR-364 – nos confins da fronteira oeste do Brasil: uma via para a integração rodoviária do Acre (Cruzeiro do Sul) com Ucayalli (Pucallpa)”, *Ciência Geográfica*, Bauru, v. 24, n. 2, p. 554–555. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV_2/agb_xxiv_2_web/agb_xxi_v_2-06.pdf. Acesso em: 26 abr. 2025.
- Silveira, M. V. F. et al. (2020) “Drivers of fire anomalies in the Brazilian Amazon: lessons learned from the 2019 fire crisis”, *Land*, Basel, v. 9, n. 12, p. 516. DOI: 10.3390/land9120516. Disponível em: https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Publicacoes-Impacto/documentos/2020_Silveira_et_al_FireAnomalies_Land.pdf. Acesso em: 26 abr. 2025.
- Souza, A. R., Escada, M. I. S., Dal’Asta, A. P., Silva, M. V. G., Fernandes, D. A. and Monteiro, A. M. V. (2025) “Queimadas em áreas de uso consolidado na Amazônia brasileira: uma análise a partir da década de 2000”, *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 39, n. 4, e00093222. Disponível em: <https://cadernos.ensp.fiocruz.br/ojs/index.php/csp/article/view/9322/20317>. Acesso em: 26 abr. 2025.
- Turner, M. G. and Gardner, R. H. (2008) “Introduction to landscape ecology and scale”, In: Turner, M. G. and Gardner, R. H. E. (Ed.), *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*, Berlim: Springer, p. 1–32.