



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



**PAISAGENS FLORESTAIS PRODUZIDAS PELOS SISTEMAS TÉCNICO-
PRODUTIVOS RURAIS DO ESTADO DO PARÁ, BRASIL**

Disciplina: Introdução ao Geoprocessamento

Docente: Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro

Discente: Érick Teixeira Rodrigues

INPE
São José dos Campos
2022

RESUMO

O bioma amazônico se distribui pelo território de nove países da América do Sul, onde a maior parte de sua área se encontra no Brasil. Nesse bioma se encontra a maior floresta tropical do mundo, que contém uma alta diversidade de fauna e flora, além de apresentar diversos recursos ambientais, como a terra. Ao longo dos anos, diversas atividades agrícolas se desenvolveram na região, praticadas por diferentes atores sociais e guiadas por distintos interesses, o que levou a alterações no uso e cobertura do solo da região, como é o caso do estado do Pará, Brasil. Francisco de Assis Costa desenvolveu o conceito de trajetórias tecnológicas para caracterizar os diferentes sistemas técnico produtivos rurais da região com base nos modos de produção, nas racionalidades de seus agentes e nas relações que esses estabelecem com o meio. Tal conceito possibilitou especializar esses sistemas na região, o que proporcionou análises das relações entre eles e as paisagens locais a partir de imagens de sensoriamento remoto.

Palavras-chave: Paisagens Florestais; Sistemas Técnico-Produtivos Rurais; Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

The Amazon biome is distributed over the territory of nine countries in South America, where most of its area is located in Brazil. In this biome lies largest tropical forest in the world, which contains a high diversity of fauna and flora, in addition to present several environmental resources, such as land. Over the years, several agricultural activities have been developed in the region, practiced by different social actors and guided by different interests, which has led to changes in land use and cover in the region, like the dynamics in the state of Pará, Brazil. Francisco de Assis Costa developed the concept of technological trajectories to characterize the different technical and productive rural systems in the region based on the means of production, the rationalities of their agents and the relationships they establish with the environment. This concept made it possible to spatialize these systems in the region, which provided the possibility to analyze the relationships between them and the local landscapes from remote sensing images.

Keywords: Forest Landscapes; Rural Productive-Technical Systems; Remote Sensing.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1 – Mapa de localização do estado do Pará, Brasil (Fonte: o autor).....	6
Figura 2 – Abordagem de análise espacial através da criação e preenchimento de espaços celulares (Fonte: o autor.....)	9
Figura 3 – Mapa de desmatamento acumulado até o ano de 2020 para o estado do Pará, Brasil, com base nos dados do PRODES (Fonte: o autor.).....	11
Figura 4 – Mapa de degradação florestal entre 2010 e 2020 para o estado do Pará, Brasil, com base nos dados do DEGRAD e do DETER (Fonte: o autor).12	12
Figura 5 – Mapa de regeneração da vegetação secundária entre 2010 e 2014 para o estado do Pará, com base nos dados do TerraClass (Fonte: o autor.).....	12
Figura 6 – Mapa de intensidade de distúrbio florestal para o estado do Pará, Brasil, com base no IDF (Fonte: o autor).....	13
Figura 7 – Caracterização dos sistemas técnico-produtivos do Pará a partir do conceito de Trajetórias Tecnológicas (Adaptado de CODEÇO et al., 2021).....	13
Figura 8 – Diagrama de caixas representando o IDF para cada uma das Trajetórias Tecnológicas estudadas (Fonte: o autor.).....	14

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 1 - Principais características das <i>trajetórias tecnológicas</i> , de seus agentes e das suas marcas deixadas na paisagem. (Adaptado de Codeço <i>et. al.</i> , 2021).	4
Tabela 2 - Dados de destruição do IDF para cada <i>trajetória tecnológica</i> dominante em cada município.....	14

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Área de estudo	5
3.2 Caracterização das paisagens florestais produzidas.....	6
3.2.1 Desmatamento	7
3.2.2 Degradação.....	7
3.2.3 Regeneração da vegetação secundária	8
3.2.4 Criação e preenchimento do espaço celular	8
3.2.5 Índice de Distúrbio Florestal	9
3.2.6 Caracterização dos sistemas técnico-produtivos rurais.....	10
3.2.7 Relação entre Distúrbio Florestal e as Trajetórias Tecnológicas.....	10
4 RESULTADOS	10
5. DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
APÊNDICE A.....	19

1 INTRODUÇÃO

O bioma amazônico se distribui pelo território de nove países da América do Sul, onde a maior parte de sua área se encontra no Brasil, chegando a cobrir mais de 4 milhões de Km² desse país (MMA, 2021). Além de sua vasta extensão, a região apresenta a maior biodiversidade de fauna e flora do mundo e abriga a maior bacia hidrográfica do planeta (ICMBIO, 2021). Devido à sua magnitude de recursos naturais, estima-se que a região abrigue grandes quantidades de reserva de madeira, de produtos de origem não madeireira (frutas e castanhas), de estoques de peixes e minérios e de terras (MMA, 2021).

Por muito tempo, os altos custos de transporte e de exploração econômica dos recursos naturais da Amazônia inviabilizavam tais atividades na região. A partir da década de 1970, o governo brasileiro proporcionou uma série de incentivos, como créditos à investimentos privados e subsídios fiscais, além do desenvolvimento de eixos rodoviários, para promover a ocupação do local (MARGULIS, 2003). Devido à tais incentivos, a região passou por um processo intenso de ocupação, o que resultou em um aumento populacional, no crescimento de propriedades privadas, desenvolvimento de cidades e de atividades econômicas (MARGULIS, 2003).

Margulis (2003), em seu trabalho sobre as causas do desmatamento na Amazônia, afirma que a estatística fundamental usada para avaliar a evolução do uso do solo na região é o Censo Agropecuário. A partir de dados desse censo, o autor identifica que, entre as décadas de 1970 e 1990, a atividade que causou uma significativa mudança no uso do solo da região foi a pecuária, representada pelas áreas de pastagens que, em 1995, ocupavam cerca de 70% das áreas desmatadas (MARGULIS, 2003). Esse autor também pontua que, no escopo de seu trabalho, os dados sugerem que a agricultura tem um impacto pequeno no processo de desmatamento da região.

Em 2015, Richards elaborou um trabalho que teve por objetivo identificar os impactos indiretos da produção de soja na mudança do uso do solo em regiões da Amazônia brasileira. O autor comenta que o desenvolvimento do setor de produção de soja, que se iniciou na região sudeste do país a partir da década de 1970, se expandiu para o norte através do cerrado até chegar em áreas de transição com a região amazônica na década de 1990 (RICHARDS, 2015). Em meados dos anos 2000, o aumento na produção de soja levou a uma ampliação das áreas de plantio dessa *commodity* o que, de acordo com o autor, pode ter proporcionado um aumento nos níveis de desflorestamento da região através de mudanças no mercado regional de terras (RICHARDS, 2015).

Além das atividades agropecuárias extensivas, na região amazônica também atuam diversos grupos sociais que são intitulados de “pequenos agricultores”, dos quais fazem parte, como exemplo, os quilombolas, as “populações tradicionais” e os agricultores familiares, entre outros. Tais grupos exercem atividades agrícolas e pastoris que, em dada medida, proporcionam mudanças no uso e cobertura da terra e participam da dinâmica social e ambiental da região (BRONDÍZIO *et al.*, 2013). Esses atores sociais também estão envolvidos no debate sobre eventos de degradação e desmatamento na região Amazônica o que, de acordo com Brondízio *et al.* (2013), tem sido interpretado de maneira ambígua de acordo com o interesse do interlocutor.

Com o objetivo de caracterizar os sistemas técnicos-produtivos rurais praticados na região Amazônica, Franciso de Assis Costa desenvolveu o conceito de *trajetórias tecnológicas* (TTs) para demonstrar que esses sistemas têm diferentes modos de produção, racionalidades e formas de se relacionar com o meio, além de serem desenvolvidos por atores distintos (COSTA, 2009). Com base nos dados do Censo Agropecuário de 1995-1996, Costa (2009) estabelece seis *trajetórias tecnológicas* construídas por dois grupos de agentes, Camponeses e Patronais, que desenvolvem sistemas técnicos-produtivos rurais com diferentes características.

Codeço *et al.* (2021), em seu trabalho que investigou a relação entre as TTs e sua relação com degradação ambiental e vulnerabilidade a doenças tropicais negligenciadas, caracterizou de forma sintética cada uma das trajetórias e apontou algumas descrições qualitativas sobre as marcas que as TTs deixam nas paisagens onde estão inseridas. Além disso, Codeço *et al.* (2021) calcularam a *trajetória tecnológica* dominante para cada município inserido no contexto do bioma amazônico com base no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) de cada município, onde a TT dominante é aquela responsável por mais de 50% da VBP do município em questão. A tabela 1. mostra a descrição das principais características de cada TT e foi tirada do trabalho de Codeço *et al.* (2021).

Tabela 1. Principais características das *trajetórias tecnológicas*, de seus agentes e das suas marcas deixadas na paisagem. (Adaptado de Codeço *et. al.*, 2021)

As Trajetórias Tecnológicas e seus Agentes			Marcas deixadas na paisagem
Agente	Trajetoária Tecnológicas	Descrição	Descrição
Camponês	TT1	Sistemas de produção que convergem para a agricultura permanente (cacau, pimenta, café) e temporária (mandioca, milho, arroz) de plantas de variada composição e diversidade, mantendo um nível diversidade estrutural em suas operações	Mosaicos de terra com floresta. Mosaicos de cobertura da terra heterogêneos compostos por pequenas plantações temporárias e permanentes, vegetação secundária em diferentes estágios, pequenos pastos e grandes áreas contínuas de floresta.
	TT2	Sistemas produtivos agroflorestais. Compostos principalmente por dois tipos: um baseado na extração não madeireira (açai, castanhas, borracha, etc.) e outra baseada na agrofloresta com plantas ermanentes (principalmente cacau). Os dois tipos são profundamente embasados na diversidade estrutural com um contexto ecologico essencial para produção.	Dominância de florestas. Predominancia de áreas florestais grandes e contínuas, que podem ou não conter pequenos fragmentos de vegetação secundária e plantações permanentes em associação com a cobertura florestal.
	TT3	Sistemas produtivos que convergem para pecuária em pequena/média escala para a produção de laticínios ou gado de corte, geralmente associados à plantações temporárias (mandioca, arroz, feijão) e/ou permanentes (cacau, pimenta, café).	Dominância de pastagem. Predominancia de pequenas e médias pastagens, que podem conter arbustos e árvores (pasto não manejado) associados com pequenas áreas de cultivo, vegetação secundária em estágios iniciais e fragmentos florestais
Patronal	TT4	Sistemas produtivos que convergem quase que exclusivamente para pecuária de corte. Esses sistemas podem apresentar plantações de espécies forrageiras para o gado, como milho e cana-de-açúcar.	Pastagem. Paisagens homogêneas produzidas pela dominância de grandes áreas de pastagem limpas (manejadas) com pequenos fragmentos florestais.
	TT5/TT6	Sistemas produtivos baseados no cultivo de plantações permanentes (TT5), como olho de palma (dendê) ou açai, e sistemas silviculturais (TT6), com o cultivo de espécies florestais nativas e exóticas para a extração de produtos como madeira, lenha, castanhas, resinas e ceras, entre outros.	Floresta cultivada. Paisagens homogêneas geradas pela dominância de grandes fragmentos contendo uma ou poucas espécies de árvores plantadas e arbustos. No caso da silvicultura, algumas áreas recém colhidas podem ocorrer. A paisagem pode ou não apresentar remanescentes florestais.
	TT7	Sistemas produtivos orientados por plantações temporárias apresentando o uso intenso de maquinário e/ou tecnologias químicas, primariamente para o cultivo de grãos (soja, arroz, milho, etc.).	Paisagem de plantações. Paisagem homogênea gerada pela dominância de grandes fragmentos de uma única planta com ou sem poucos e pequenos remanescentes florestais.

Como visto no trabalho de Codeço *et. al.* (2021), cada sistema técnico-produtivo rural deixa suas marcas na paisagem onde está inserido, o que reflete seus impactos no meio. Dessa forma, os impactos de cada TT se refletem ao nível de paisagem, o sensoriamento remoto e o processamento de imagens podem fornecer conceitos e técnicas essenciais com o intuito de estabelecer relações entre o sistema técnico-produtivo dominante em dada região e as características da paisagem florestal onde ele está inserido (MARGULIS, 2003; CODEÇO *et. al.*, 2021).

2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar as paisagens florestais produzidas pelos diferentes sistemas técnico-produtivos rurais do estado do Pará, Brasil, a partir de conceitos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Para tanto, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Caracterização das paisagens florestais o estado do Pará a partir de dados de desmatamento, degradação florestal e regeneração da vegetação secundária;

- Análise da relação entre as paisagens florestais produzidas e os sistemas técnico-produtivos rurais para o estado do Pará, a partir do conceito de *Trajetórias Tecnológicas* proposto por Francisco de Assis Costa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O Pará é um estado localizado no norte do Brasil (18" Sul, 48° 30' 9" Oeste) e que apresenta uma população estimada em 8.777.124 pessoas, das quais pelo menos 30% vivem na área rural (IBGE, 2022). Tal estado está contido quase que completamente no domínio do bioma Amazônico, exceto por uma pequena porção na região sudeste que é determinada como bioma Cerrado (IBGE, 2019). A figura 1 mostra a localização do Pará no contexto do Brasil.

Figura 1. Mapa de localização do estado do Pará, Brasil (Fonte: o autor).



3.2 Caracterização das paisagens florestais produzidas

As paisagens florestais produzidas foram caracterizadas com base no Índice de Distúrbio Florestal (IDF), um índice sintético que foi calculado a partir de três métricas de paisagem distintas, conseguidas através da mensuração de três fenômenos, sendo eles o desmatamento, a degradação e a regeneração da vegetação secundária. Os dados para cada um dos fenômenos mencionados foram conseguidos por meio dos projetos operacionais vinculados ao Programa de Monitoramento da Amazônia e Demais Biomas (PAMZ+) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (ALMEIDA *et al.*, 2021).

Algumas operações foram realizadas nos dados obtidos pelos projetos mencionados com o intuito de se extrair apenas as informações de interesse, dessa forma o Apêndice I deste trabalho apresenta uma forma simplificado de modelo OMT-G o qual descreve as operações realizadas nos dados geográficos

utilizados. Os softwares utilizados para o geoprocessamento dos dados foram QGIS Desktop 3.24.3 e TerraView 5.6.3.

3.2.1 Desmatamento

O dado de desmatamento foi conseguido por meio da plataforma TerraBrasilis (INPE, 2022), a qual disponibiliza através do Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES). Tal programa realiza inventário de perda florestal anual desde 1988 para toda a região da Amazônia Legal a partir de imagens de satélite de observação da terra obtidas por diferentes satélites, como o Landsat-8, o SENTINE-2 ou o CBERS-4A (ALMEIDA *et al.*, 2021).

Os dados fornecidos pelo PRODES vêm no formato matricial e apresentam uma série de classes, das quais foram selecionadas apenas as que representavam o fenômeno de desmatamento acumulado até o ano de 2020 para serem utilizadas neste trabalho.

3.2.2 Degradação florestal

A medida de degradação também foi adquirida por meio da plataforma TerraBrasilis (INPE, 2022), só que através dos dados do Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER). Esse sistema, lançado em 2004, abrange a mesma área do PRODES e é utilizado como um sistema de apoio à fiscalização de atividades de degradação e desmatamento, produzindo alertas diários de alteração na cobertura florestal da Amazônia Legal (ALMEIDA *et al.*, 2021). Esse sistema era conhecido como DEGRAD e, a partir do ano de 2016, sua metodologia foi aprimorada e passou a se chamar DETER (ALMEIDA *et al.*, 2021). Atualmente, sua metodologia utiliza imagens do senso WFI do CBERS-4A para identificação de alterações na cobertura florestal e emissão dos alertas (ALMEIDA *et al.*, 2021).

Para este trabalho, foram utilizados dados de degradação na janela temporal de 2010 a 2020 para compor a medida de degradação. Como o sistema DETER passou por alterações em sua metodologia de coleta e registro de dados,

algumas operações foram realizadas com o intuito de alinhar o formato dos dados, que são fornecidos em formato vetorial, e sua nomenclatura, tais operações são exibidas no modelo OMT-G (APÊNDICE A) deste trabalho.

3.2.3 Regeneração da vegetação secundária

A informação de regeneração de vegetação secundária foi conseguida por meio da plataforma do projeto Mapeamento do uso e Cobertura da Terra nas Áreas Desflorestadas da Amazônia Legal (TerraClass). Esse projeto, estruturado em 2010, é fruto de uma parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e tem por objetivo principal identificar e classificar o uso e cobertura da terra na região da Amazônia Legal em três classes principais, sendo elas: vegetação secundária, agricultura anual e pastagens (COUTINHO *et al.*, 2013).

Neste trabalho, foram utilizados os dados referentes à classe de regeneração de vegetação secundária para os anos de 2010, 2012 e 2014 do estado do Pará, os quais se apresentam em formato matricial e são os dados disponíveis até a execução deste trabalho. Tais dados foram classificados em regeneração permanente ou efêmera com o objetivo de identificar se áreas em processo de regeneração nos anos de 2010 e 2012 ainda se mantinha em 2014.

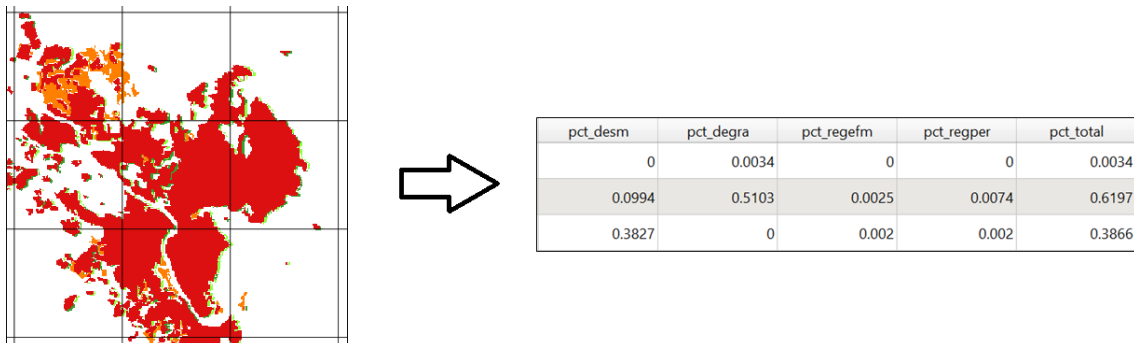
3.2.4 Criação e preenchimento do espaço celular

Com o objetivo de estabelecer uma relação entre as métricas obtidas e agregá-las em uma mesma base espaço-temporal, foi realizada uma análise por meio de espaço celular. Tal análise se baseia na criação de espaços celulares, de tamanho e forma regulares, os quais podem ser preenchidos com dados de diferentes fontes ou em diferentes formatos, com o intuito de modelá-los ou de proporcionar análises estatísticas.

Para realizar análises estatística entre as métricas de paisagem e os sistemas técnico-produtivos abordados neste trabalho, foram criados, de maneira empírica, espaços celulares quadrados de 5 x 5 Km que foram preenchidos com

a porcentagem de cada medida presente no interior de cada célula, como mostra a figura 2.

Figura 2. Abordagem de análise espacial através da criação e preenchimento de espaços celulares (Fonte: o autor).



3.2.5 Índice de Distúrbio Florestal

Através das porcentagens de cada métrica presentes nos espaços celulares, um índice sintético foi criado com o intuito de representar o grau de distúrbio florestal em cada espaço celular. Esse índice é definido pela seguinte fórmula:

$$(pct_desm - (pct_regefm + pct_perm) + pct_degra)$$

Onde,

pct_desm: porcentagem de desmatamento;

pct_regefm: porcentagem de regeneração de vegetação secundária efêmera;

pct_regperm: porcentagem de regeneração de vegetação secundária permanente;

pct_degra: porcentagem de degradação.

Considerando que toda área que está em processo de regeneração já foi área desmatada, o Índice de Distúrbio Florestal (IDF) representa o nível de distúrbio florestal em uma escala variando de 0 a 1, onde o 0 representa uma área onde houve desmatamento ou degradação, mas que a regeneração se sobrepôs e o 1 representa uma área com alto distúrbio florestal, dominada por desmatamento ou degradação.

3.2.6 Caracterização dos sistemas técnico-produtivos rurais

A caracterização dos sistemas técnico-produtivos rurais foi feita por Francisco de Assis Costa, para todo o bioma amazônico, através do conceito de *Trajetórias Tecnológicas* e com base no Censo Agropecuário de 2017. A partir dessa caracterização, CODEÇO *et al.* (2021) calculou a *Trajetória Tecnológica* dominante para cada município inserido no bioma amazônico a partir da Renda Bruta Agropecuária Anual do ano de 2017. Neste trabalho, a caracterização dos sistemas técnico-produtivos rurais do estado Pará foi obtida a partir do trabalho de CODEÇO *et al.* (2021) e está representada na figura y, na seção “4 RESULTADOS”.

3.2.7 Relação entre Distúrbio Florestal e as Trajetórias Tecnológicas

Ainda, com o intuito de estabelecer uma relação entre o IDF e os sistemas técnico-produtivos rurais do estado do Pará, que estão definidos por município, foi estimado um valor do índice para cada município a partir da mediana (valor central de distribuição) dos índices de cada célula contida nos municípios. Por fim, através de um gráfico em formato de diagrama de caixa (*boxplot*) construído no software Microsoft Excel 365, foi possível demonstrar a relação entre o Índice de Distúrbio Florestal estimado e as diferentes *trajetórias tecnológicas* presentes no estado do Pará. O gráfico está presente na seção “4 RESULTADOS” deste trabalho.

4 RESULTADOS

Nesta seção são mostrados os mapas processados a partir dos dados adquiridos, conforme descrito na seção anterior, e o gráfico produzido para demonstrar a relação entre os fenômenos estudados os sistemas técnico-produtivos rurais da área de interesse.

Assim, a figura 3 mostra o mapa construído para o fenômeno de desmatamento na área de interesse, a partir de dados do PRODES; a figura 4 exibe a distribuição espacial do fenômeno de degradação florestal; a figura 5 exibe o mapa de regeneração da vegetação secundária, dividida em efêmera e

permanente; a figura 6 expõe a intensidade de distúrbio florestal no estado do Pará, a partir do IDF; a figura 7 apresenta a caracterização dos sistemas técnico-produtivos rurais para a área de estudo, com base em CODEÇO *et al.*, 2021; a tabela 1 mostra os valores de distribuição do IDF obtidos para as diferentes *trajetórias tecnológicas* dominantes em cada municípios; e a figura 8 mostra o gráfico em caixas feito para mostrar a relação entre o IDF e as *Trajetoórias Tecnológicas* no estado do Pará, Brasil.

Figura 3. Mapa de desmatamento acumulado até o ano de 2020 para o estado do Pará, Brasil, com base nos dados do PRODES (Fonte: o autor).

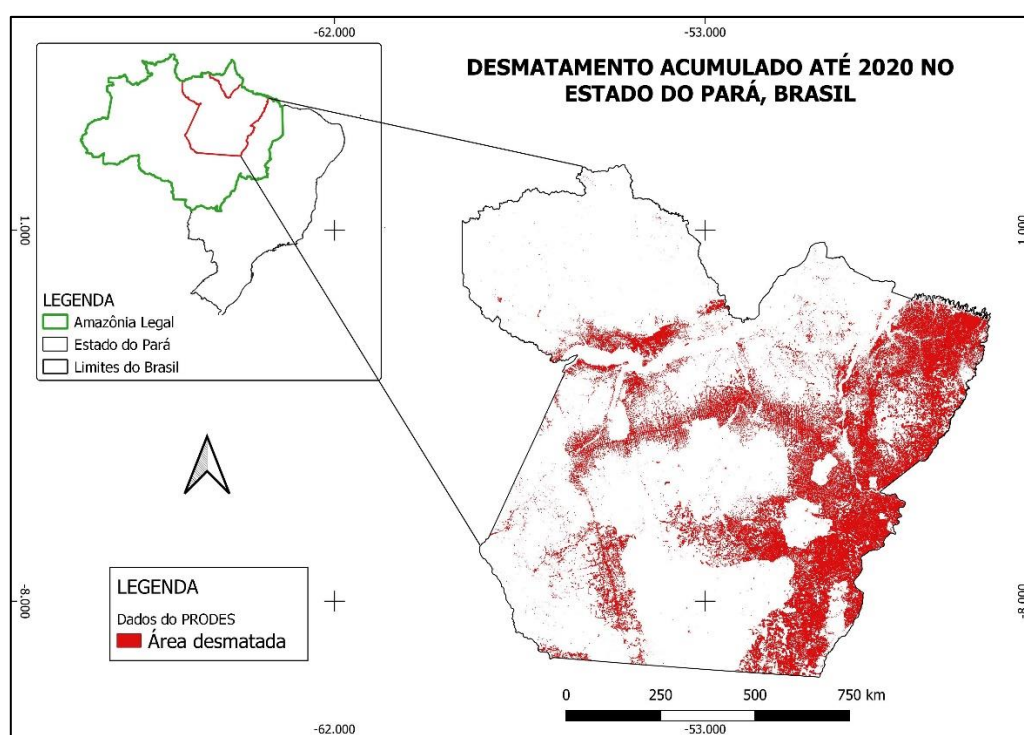


Figura 4. Mapa de degradação florestal entre 2010 e 2020 para o estado do Pará, Brasil, com base nos dados do DEGRAD e do DETER (Fonte: o autor).

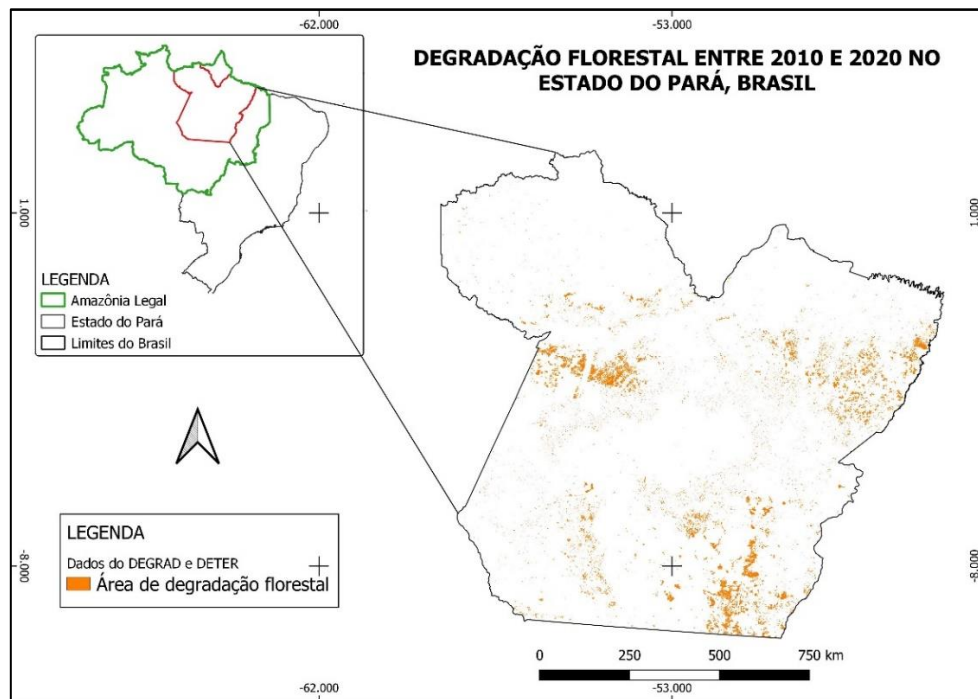


Figura 5. Mapa de regeneração da vegetação secundária entre 2010 e 2014 para o estado do Pará, com base nos dados do TerraClass (Fonte: o autor.)

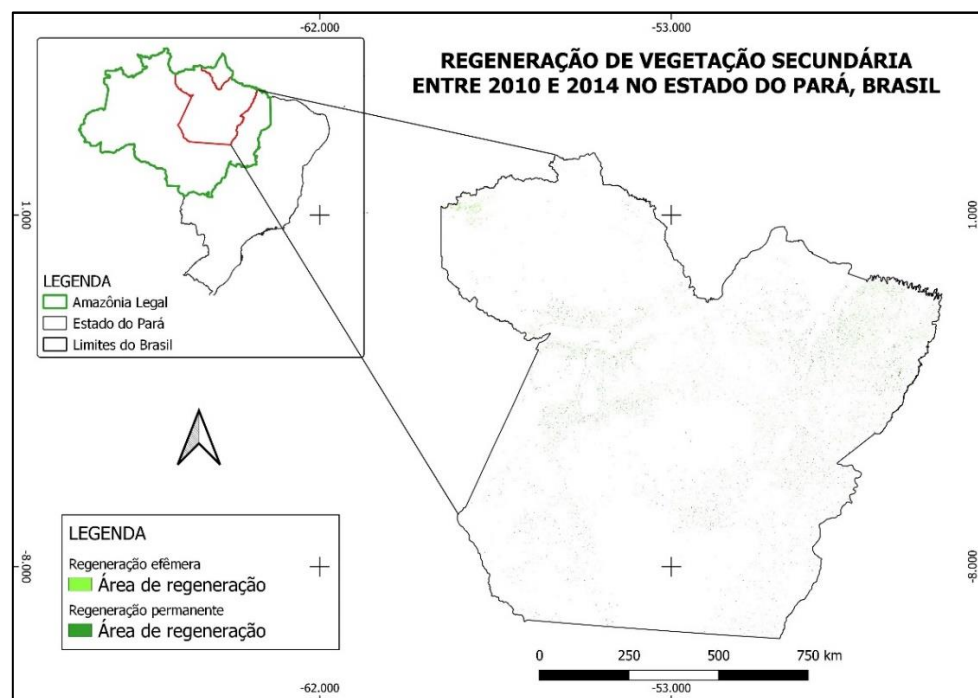


Figura 6. Mapa de intensidade de distúrbio florestal para o estado do Pará, Brasil, com base no IDF (Fonte: o autor).

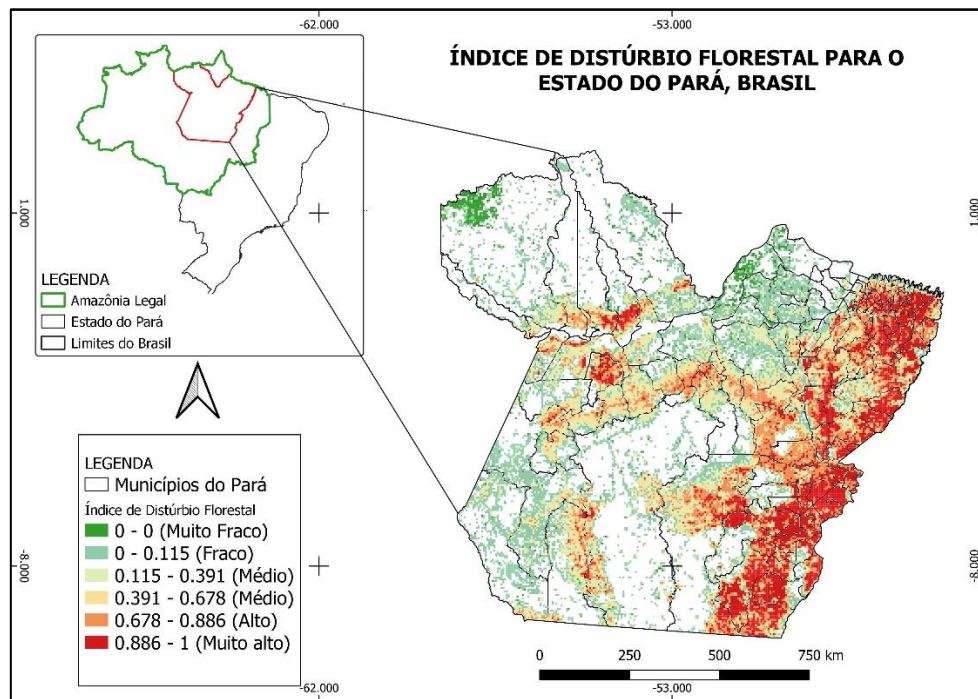


Figura 7. Caracterização dos sistemas técnico-produtivos do Pará a partir do conceito de *Trajétórias Tecnológicas* (Adaptado de CODEÇO *et al.*, 2021).

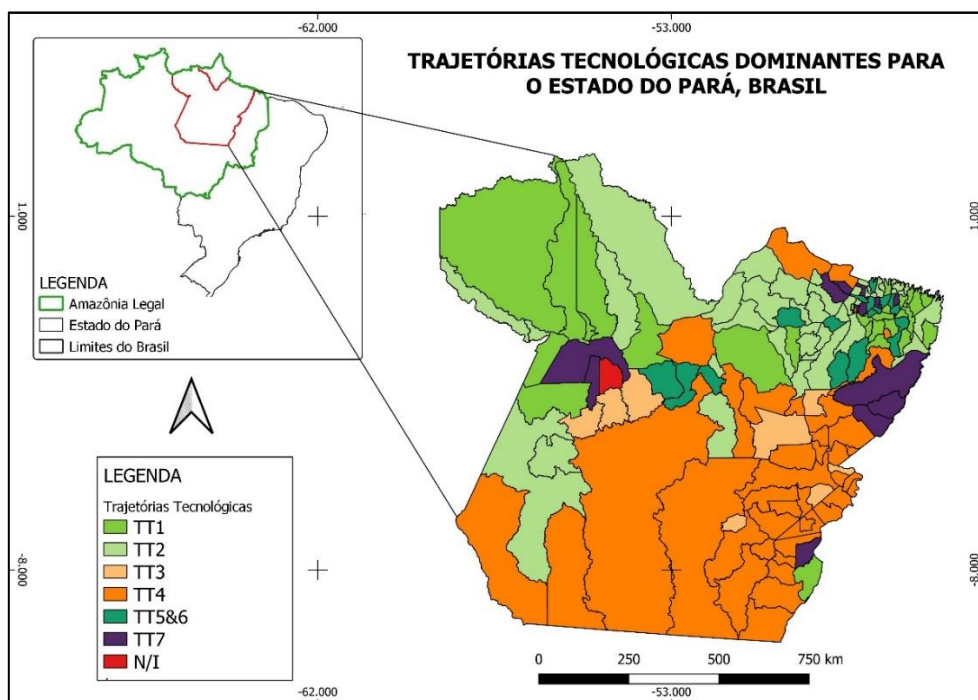
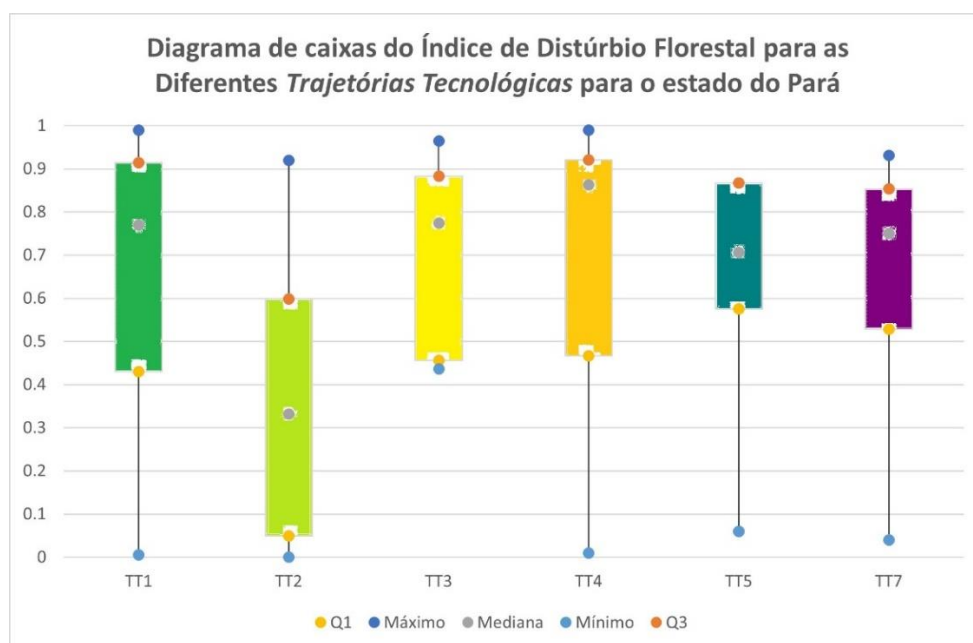


Tabela 2. Dados de destruição do IDF para cada *trajetória tecnológica* dominante em cada município.

	TT1	TT2	TT3	TT4	TT5&6	TT7
Mínimo	0.01	0.00	0.44	0.01	0.06	0.04
Q3	0.91	0.60	0.88	0.92	0.87	0.85
Mediana	0.77	0.33	0.77	0.86	0.71	0.75
Q1	0.43	0.05	0.46	0.47	0.58	0.53
Máximo	0.99	0.92	0.96	0.99	0.06	0.93

Figura 8. Diagrama de caixas representando o IDF para cada uma das *Trajelórias Tecnológicas* estudadas (Fonte: o autor.)



5 DISCUSSÃO

Com base em informações da literatura referente aos temas abordados nesse trabalho, algumas discussões podem ser feitas acerca dos resultados obtidos. Primeiro, para a *trajetória tecnológica* 1, que é descrito como um sistema técnico-produtivo rural, permanente ou temporário, que mantém um certo nível diversidade, o Índice de Distúrbio Florestal obtido ($IDF > 0.7$) pode ser

considerado alto, o que não era esperado. Esse fato pode ser explicado pela defasagem nos dados de regeneração na vegetação secundária que são referentes à janela temporal de 2010 a 2014, dados disponíveis até a execução deste trabalho. Além disso, outros fatores, como o tamanho dos municípios nos quais essa TT é dominante, o fato de outras TTs ocorrerem em conjunto e a não utilização de uma métrica que representasse a classe de Floresta Primária, podem ter contribuído para esse resultado.

Para a TT2, caracterizada como um sistema fundamentado em uma estrutura diversa e baseada no contexto ecológico de produção, o IDF obtido ficou abaixo de 0.4 e pode ser considerado baixo. Esse resultado está alinhado com informações da literatura, como o trabalho de CODEÇO *et al.* (2021), as quais apontam que esse sistema técnico-produtivo rural se apresenta associado a paisagens florestais.

Já a *trajetória tecnológica* 3, apesar de ser caracterizada como um sistema construído com base na racionalidade Camponesa, apresentou um alto Índice de Distúrbio Florestal ($IDF > 0.7$). Esse resultado pode ser explicado pelo fato de tal sistema técnico-produtivo rural ocorrer em muitos municípios onde também ocorre a TT4, já que as duas trabalham com um sistema produtivo relacionado à agropecuária onde a primeira tem produção em pequena e média escala e a segunda se dedica a produção extensiva (CODEÇO *et al.*, 2021).

Por fim, os sistemas técnicos-produtivos rurais das TTs 4, 5&6 e 7, que são orientados pela racionalidade Patronal, apresentaram um alto Índice de Distúrbio Florestal ($IDF > 0.7$). Esse fato pode ser explicado pelas principais características desses sistemas que, orientados pelo lucro e com o forte uso de maquinários e insumos químicos, proporcionam uma homogeneização e degradação da paisagem (CODEÇO *et al.*, 2021).

6 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos neste trabalho e com a orientação dos argumentos construídos na discussão, pode-se concluir que a relação estabelecida entre os sistemas técnico-produtivos rurais do estado do Pará e as paisagens florestais produzidas se mostrou satisfatória, o que demonstra a importância do uso de imagens de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento para identificar e caracterizar relações entre as dinâmicas do uso e ocupação da terra e a conservação do meio ambiente.

Ainda, apesar de satisfatória para o contexto, a análise executada no desenvolvimento deste trabalho se mostrou incompleta ao usar dados defasados temporalmente, como no caso da regeneração de vegetação secundária, e a não considerar medidas que poderiam ser essenciais em caracterizar certas *trajetórias tecnológicas*, como a medida de Floresta Primária. No entanto, entende-se que a representação da totalidade da realidade através de mapas é impossível, mas deve ser feita com a maior proximidade possível através do uso de elementos considerados e entendidos como essenciais para a análise do fenômeno de interesse.

Finalmente, este trabalho se mostra como um passo inicial no entendimento da construção de paisagens florestais pelos sistemas técnico-produtivos do estado do Pará, Brasil, e poderá ser melhorado com a adição de mais métricas importantes para se quantificar os fenômenos de interesse e com um melhor entendimento da origem e do desenvolvimento do conceito de *trajetórias tecnológicas*, o que proporcionará resultados mais aproximados com a realidade em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. A. *et. al.* Metodologia para Monitoramento da Floresta Usada nos Projetos PRODES e DETER. INPE, São José dos Campos – SP, 2021.

BRONDÍZIO, E. S. *et al.* Small Farmers and Deforestation in Amazonia. *Revista Amazonia and Global Change*, p. p.117-143, 2013.

COUTINHO, A. C. *et al.* Uso e Cobertura da Terra nas Áreas Desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008. Brasília, DF: Embrapa; Belém: INPE, 108 p. 2013.

COSTA, F. DE A. Trajetórias Tecnológicas como Objeto de Política de Conhecimento para a Amazônia: uma metodologia de delineamento. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 8, n. 1, p. 35–86, 2009.

CODEÇO, C. T. *et. al.* Epidemiology, Biodiversity, and Technological Trajectories in the Brazilian Amazon: From Malaria to COVID-19. *Front. in Public Health*, 14 p. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022. Pará: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>> Acesso em: 18 mai. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019. Biomas brasileiros: https://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas_mapas/biomas_e_sistema_costeiro_marinho_250mil.pdf Acesso em: 18 mai. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Plataforma TerraBrasilis: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>> Acesso em: 07 mai. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2021. <<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/50-menu-biodiversidade/219-amazonia>> Acesso em: 02 mai. 2022.

MARGULIS, S. Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira. Brasília, DF: Banco Mundial, 100 p., 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021. Disponível em:
<<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/amazonia>> Acesso em: 02 mai. 2022.

RICHARDS, P. What drives indirect land use change? How Brazil's agriculture sector influences frontier deforestation. *Ann Assoc Ame Geogr.* V.105, p.1026–1040. 2015.



APÊNDICE A – MODELO OMT-G CONSTRUÍDO PARA ESTE TRABALHO

