

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA RELAÇÃO ENTRE OS PADRÕES DAS FORMAS DO DESMATAMENTO E O TIPO DE OCUPAÇÃO DA TERRA

Beatriz Ambrosio Garcia de Oliveira¹

Felipe Gonçalves Amaral¹

Carla Bernadete Madureira Cruz¹

1. Laboratório ESPAÇO de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro (beaamgarcia@gmail.com; f.g.amaral19@gmail.com; carlamad@gmail.com)

RESUMO

A região amazônica registra atividades antrópicas há pelo menos 11.000 anos (Neves, 2001), mas foram nos últimos 36 anos que passou por profundas mudanças estruturais (BECKER, 2005). O desflorestamento é um importante vetor de alterações na paisagem (Maurano, et al. 2019) que pode resultar em padrões de formas específicas. Atualmente a região amazônica é palco de altos índices de desflorestamento visando a rentabilidade econômica, onde grande parte das áreas desmatadas tem como objetivo serem transformadas em pastagem ou em agricultura (MAGALHÃES, 2020). Com isso, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise visual espaço-temporal da relação dos padrões de desflorestamento com o tipo de ocupação que procede uma área desflorestada, utilizando como principal base o Mapbiomas, coleção 6.0, realizando processos de reclassificação e combinação por meio do software ArcGIS. O trabalho busca contribuir para o entendimento e definição de padrões predominantes na região que possibilitam associar o tipo de uso instaurado através das geometrias do desflorestamento, e que posteriormente sejam base para automatização da identificação de padrões na região amazônica. A partir da análise visual, foram feitas relações entre as formas das ocupações da terra com a tipologia de padrões de desmatamento elaborado por Saito, et al. 2011, onde foi possível encontrar relações bem definidas, mas também confusas. Observou-se coberturas se apresentando tanto em um único padrão, como a infraestrutura urbana, quanto em quase todos, como a pastagem.

Palavras-chave: Supressão, Padrão de Forma, Geoprocessamento;

ABSTRACT

The Amazon region has recorded human activities for at least 11,000 years (Neves, 2001), but it was in the last 36 years that it underwent profound structural changes (BECKER, 2005). Deforestation is an important vector of landscape changes (Maurano, et al. 2019) that can result in patterns of specific shapes. Currently, the Amazon region is the scene of high deforestation rates aimed at economic profitability, where most of the deforested areas are intended to be transformed into pasture or agriculture (MAGALHÃES, 2020). Thus, the objective of this work is to make a visual spatio-temporal analysis of the relationship between deforestation patterns and the type of occupation that a deforested area takes, using Mapbiomas, collection 6.0 as the main basis, carrying out reclassification and combination processes through of ArcGIS software. The work seeks to contribute to the understanding and definition of predominant patterns in the region that make it possible to associate the type of use established through the geometries of deforestation, and that later become the basis for automating the identification of patterns in the Amazon region. From the visual analysis, relationships were made between the forms of land occupation with the typology of deforestation patterns elaborated by Saito, et al. 2011, where it was possible to find well-defined but also confusing relationships. Coverages were observed both in a single pattern, such as urban infrastructure, and in almost all, such as pasture.

Keyword: Suppression, Shape Pattern, Geoprocessing;

INTRODUÇÃO

A região amazônica registra atividades antrópicas há pelo menos 11.000 anos (Neves, 2001), mas foi a partir do século XX que passou por profundas mudanças estruturais (BECKER,

2005). Segundo Porto, 2001, que projetou quatro possíveis cenários para a Amazônia num período de 2000 a 2020, “*A Amazônia passa por uma fase de transição decorrente das grandes transformações em curso nos contextos mundial e nacional*”. Sabe-se hoje que o projeto de integração nomeado de “Amazônia Legal”, criado pelo governo em 1950, que visava promover o desenvolvimento, principalmente, da região Norte, estava coberto de perversidades em termos ambientais e sociais (BECKER, 2005). Possuindo o segundo menor IDH do país, sendo a maior região dentre as cinco estabelecidas pelo IBGE, a região Norte não colhe os frutos prometidos durante a criação do projeto. A falta de informação proveniente da mídia atual, muito expressiva no período pandêmico vivido, demonstra a perversidade social.

Já a perversidade ambiental tomou outro rumo. A potência econômica chamada Amazônia vem sendo descontroladamente explorada nos últimos 36 anos, onde ano após ano são noticiados recordes de desmatamento. Atualmente a região é palco de altos índices de desflorestamento visando a rentabilidade econômica, comandada principalmente pela bancada ruralista e o agronegócio. Assim, grande parte das áreas desmatadas tem como objetivo serem transformadas em pastagem ou em agricultura (MAGALHÃES, 2020).

A paisagem é uma combinação de objetos naturais e sociais. E, assim como a história, sua forma muda conforme o espaço e as atividades que ali ocorrem. Ela é adaptável. Segundo Santos (1978), o espaço em que temos a paisagem, chamado de espaço social, pode ser definido pela forma, a estrutura e a função. O desflorestamento é um exemplo da dinâmica da paisagem. Ele é um importante vetor de alterações que resulta em padrões de formas específicas (Maurano, et al. 2019). As florestas passam por dinâmicas tanto naturais quanto antrópicas ao longo do tempo, e, com o avanço das diferentes coberturas da terra, a paisagem florestal acompanha as mudanças da sociedade, seja em períodos com forte onda de exploração, seja em períodos com forte tendência à conservação.

O desflorestamento possui a particularidade dos padrões de forma gerados justamente por essa dinâmica da paisagem, padrões esses identificados inicialmente por meio de análises visuais de imagens de satélites ao longo do tempo. A velocidade dessa dinâmica em áreas florestais nos remete à influência antrópica e ao interesse econômico nos recursos naturais, tornando relevante estudar o que existe por trás de tantos padrões de forma existentes.

Com isso, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise espaço-temporal da relação dos padrões de desflorestamento com o tipo de ocupação que procede uma área desflorestada, de 1985 a 2020. A área de estudo será um conjunto de seis recortes nas mesorregiões Norte Mato-Grossense e Sudeste Paraense, sendo três recortes em cada mesorregião (Figura 1). O trabalho busca entender, além da existência de uma relação, a ocorrência de cada cobertura em cima destes padrões de forma, possibilitando o entendimento e definição de

padrões predominantes na região que possibilitam associar o tipo de uso instaurado através das geometrias do desflorestamento.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O Arco do Desmatamento é a região, atualmente, mais desmatada da Amazônia Legal, onde algumas regiões são mais propensas a serem suprimidas devido a interesses econômicos presentes. Segundo o Relatório de “*Cenários Para Intensificação da Bovinocultura de Corte Brasileira*”, publicado pelo Centro de Sensoriamento Remoto da UFMG, em 2020, o Mato Grosso é o principal estado em relação à área e produção do Brasil. Já o Pará se destaca nas projeções futuras, sendo candidato a possuir a maior área de pasto em 2030. A consequência dessas atividades se refletem nas taxas de supressão totais de cada estado, onde o Mato Grosso foi o estado mais desmatado, sendo responsável por 34% da supressão total em 35 anos de estudo, e o Pará com 28%. Entretanto, cada mesorregião desses estados possuem seu grau de supressão e, segundo Ambrosio (2020), as mesorregiões com maiores índices de supressão corresponderam a Norte Mato-Grossense e a Sudeste Paraense. Assim, foram feitos 3 recortes em cada uma dessas mesorregiões, somando seis, em lugares que apresentavam maior diversidade de padrões para serem analisadas (Figura 1).

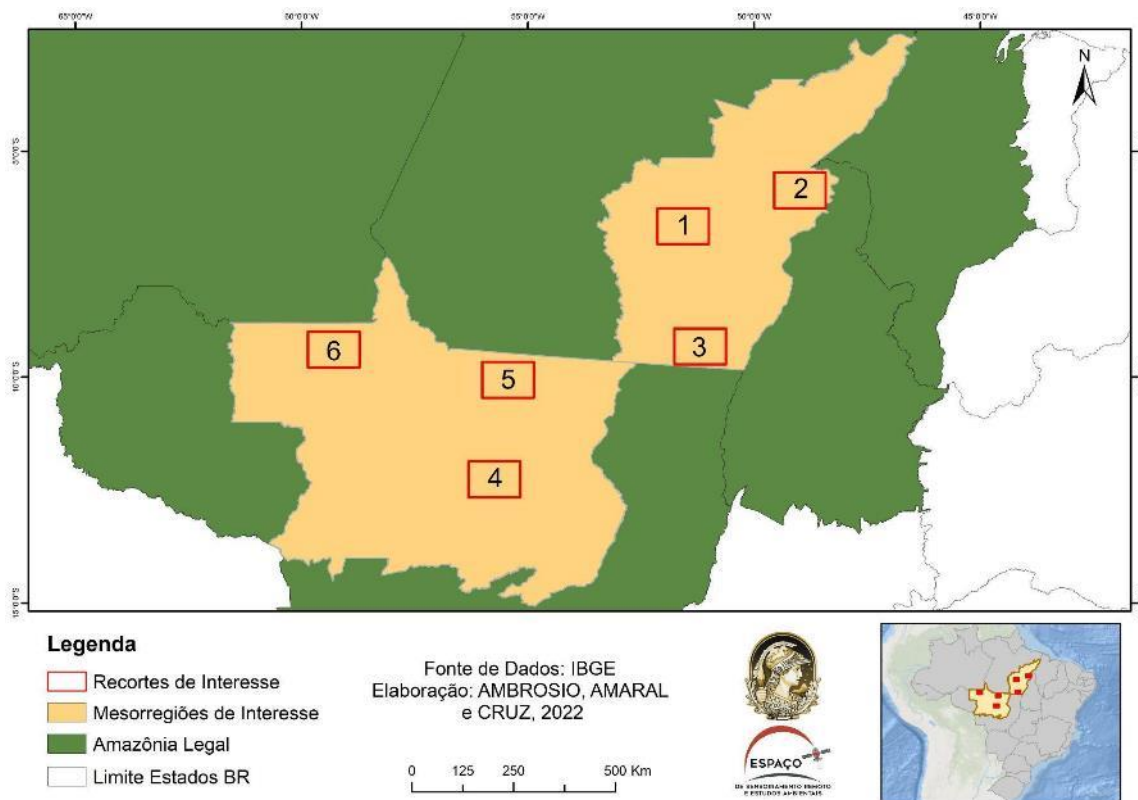


Figura 1 - Mapa de Localização dos Recortes de Estudo.

Padrões de Forma

Foi necessário realizar uma revisão bibliográfica abrangente, no qual buscou-se fontes que tratam, principalmente, sobre padrões de desmatamento, além de artigos que servissem como complemento para auxiliar no entendimento geral da pesquisa. Os dois principais artigos que estão sendo trabalhados nesta pesquisa são: AMBROSIO, et al. 2020, que introduz a supressão florestal especializada por um recorte temporal especificado, por Unidade de Federação e por Mesorregião; e SAITO, et al. 2011, que trata especificamente dos padrões de forma de desmatamento. Neste artigo, a autora reúne pesquisas que analisam os padrões de desmatamento por meio de imagens de sensoriamento remoto (ESCADA, 2003; BATISTELLA e MORAN, 2005; EWERS e LAWRENCE, 2006, OLIVEIRA e METZGER, 2006, MERTENS e LAMBIN, 1997) e pesquisas que tipificam os padrões observados (HUSSON, 1995; MERTENS e LAMBIN, 1997; EWERS e LAURANCE, 2006; OLIVEIRA FILHO e METZGER, 2006; ESCADA, 2003).

Cada artigo agregado a sua pesquisa apresenta métricas e análises que geraram uma tipologia específica de padrão. Assim, o artigo une as informações em uma tabela, categorizando os padrões de desmatamento, contando também com o auxílio das informações fornecidas pelo PRODES. A escolha desta tabela como referência chave para essa pesquisa parte da facilidade de visualização dos padrões sem a necessidade de programas que as metrificam, uma vez que o artigo traz imagens e descrições do comportamento de cada padrão. Assim, as análises dos resultados desta pesquisa serão baseados na Figura 2.

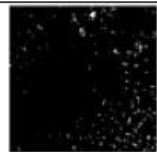
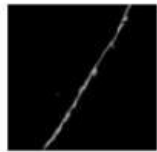
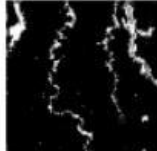




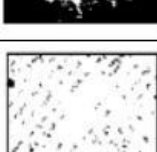
Padrão de Desmatamento	Descrição	Exemplo
Difuso	Manchas pequenas isoladas; forma variada, irregular; baixa a média intensidade; distribuição uniforme.	
Linear	Manchas médias e grandes; manchas de forma alongada dispostas ao longo das vias de acesso; baixa densidade.	
Multidirecional Ordenado	Manchas pequenas isoladas dispostas ao longo dos rios; baixa densidade.	
Geométrico Regular	Manchas médias a grandes e isoladas; forma geométrica regular; baixa a média densidade.	
Espinha de Peixe	Manchas grandes alongadas e lineares com ramificações semelhantes à vértebra de peixe; maior densidade.	
Multidirecional Desordenado	Manchas pequenas, médias e grandes; manchas de formas variadas, irregulares, complexidade elevada; média, alta densidade; multidirecional.	
Ilha	Manchas pequenas, médias e grandes em geral, ligadas a estruturas lineares representadas por vias de acesso e rios; manchas homogêneas; baixa, média e alta densidade.	
Consolidado	Manchas grandes e contínuas de desmatamento; forma variada; densidade baixa e áreas pequenas de remanescentes florestais; manchas compactas.	

Figura 2 - Reprodução da tabela de Tipologia dos Padrões de Desmatamento por SAITO, et al. 2011. Legenda: preto - floresta; branco - desmatamento.

Materiais e Métodos

A principal base de dados utilizada foi a coleção 6.0 da cobertura da terra anual advinda do MapBiomas, o Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (*MapBiomas*), de 1985 e com disponibilidade anual até o ano de 2020. Realizou-se, desta forma, o tratamento e estruturação dos dados secundários em um banco de dados espaciais para a Amazônia Legal. Neste banco de dados os mapas oriundos do MapBiomas foram

baixados já recortados para as mesorregiões de interesse, e esses passaram por processos de reclassificação, de modo a subsidiar a análise de suas dinâmicas de supressão e, após, um recorte nas seis áreas de estudo subsidiando a mesma análise.

A série temporal apresentada corresponde a 35 anos (1985 - 2020). Seguindo como base a metodologia aplicada em MENEZES, FERNANDES & CRUZ, 2021, para melhor compreensão da supressão foi feita uma segmentação temporal do período de estudo em cinco segmentos diferentes, a partir de comportamentos semelhantes nas mudanças da cobertura da terra, e não baseado em simetrias temporais. Os intervalos gerados passaram a representar *Períodos*, que foram: **Período I**, de 1985 a 1990, Crescimento Constante; **Período II**, de 1990 a 1998, Estagnação; **Período III**, de 1998 a 2003, Crescimento Constante Acelerado; **Período IV**, de 2003 a 2010, Decrescimento; **Período V**, de 2010 a 2020, Crescimento Constante. As análises foram a partir destas segmentações gerando um mapa de supressão espacializado por período. Foi feito um recorte específico na região das mesorregiões Norte-Mato Grossense e Sudeste Paraense e, posteriormente, nas seis áreas de estudo (Figura 3).

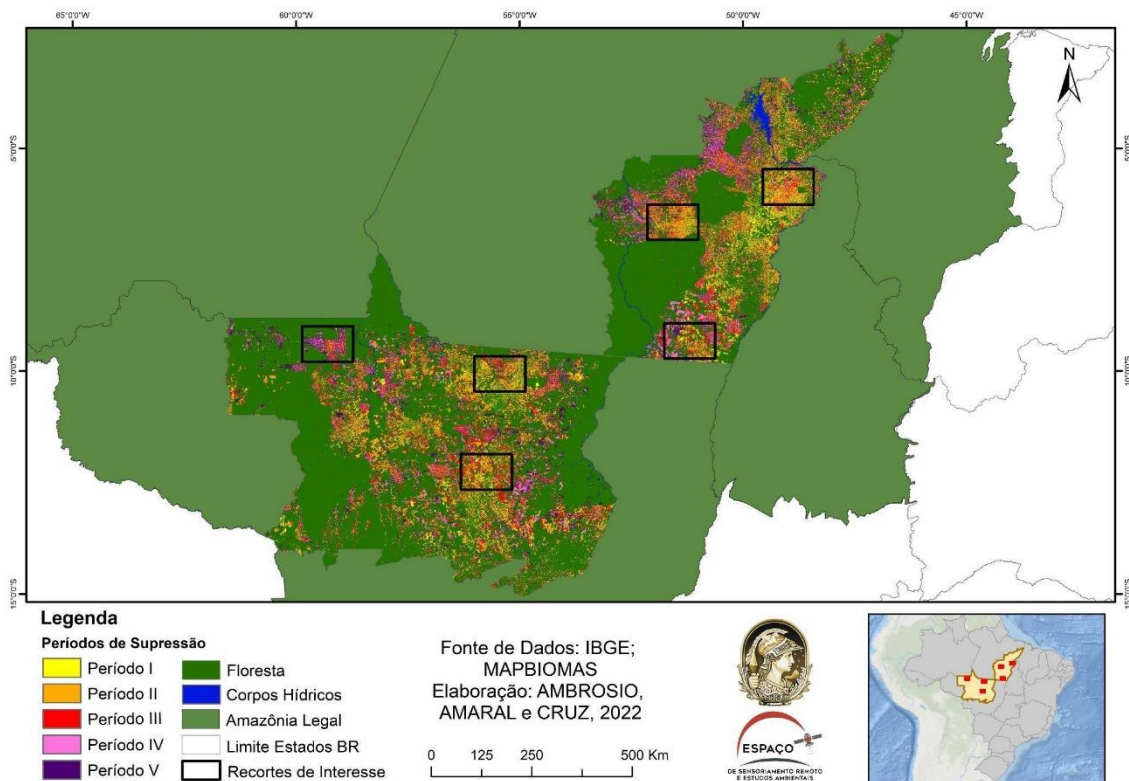


Figura 3 - Ocupação da Terra Espacializada por Período nas Mesorregiões Norte Mato-Grossense e Sudeste Paraense.

O diferencial utilizado neste trabalho é a aplicação destes padrões em cima da ocupação da terra. Ou seja, nos mapas resultantes dos processos citados acima, a reclassificação feita foi com base nas principais ocupações da terra presentes. Foram elas: pastagem, agricultura, mineração e infraestrutura urbana, onde a supressão precedidas delas foram espacializadas

na Figura 4. Assim, as cinco análises visuais diferentes para cada período de estudo foram feitas a fim de entender a evolução da ocupação dessas classes na perspectiva dos padrões de forma, utilizando como base a Figura 3. Por fim, foi gerada uma tabela de ocorrência dos padrões da forma nas ocupações, buscando entender se cada ocupação possui um (ou mais) tipo de padrão de forma que o represente.

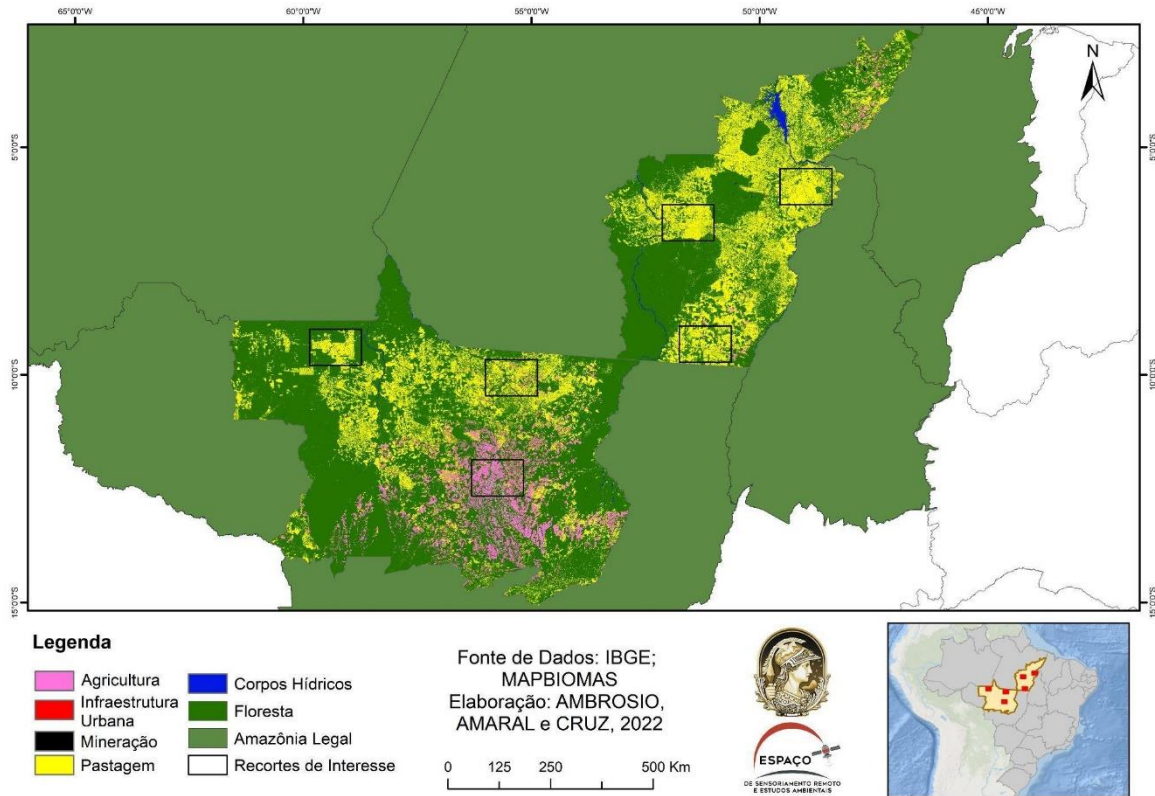


Figura 4 - Ocupação da Terra Especializada nas Mesorregiões Norte Mato-Grossense e Sudeste Paraense.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

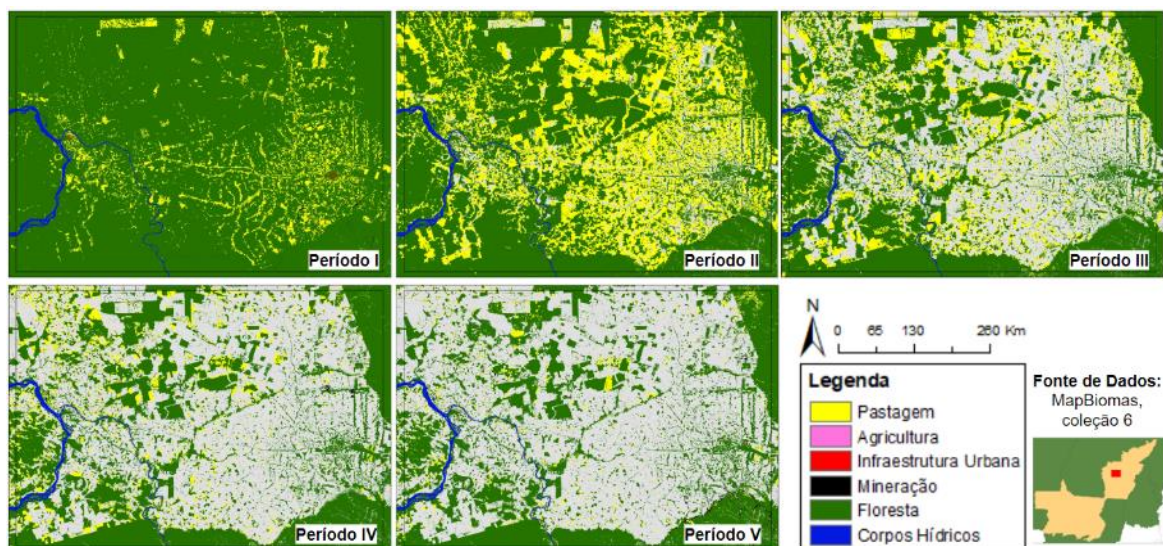


Figura 5 - Espacialização Temporal do Recorte 1.

No Período I é nítido a espacialização da pastagem em um padrão Ilha, padrão caracterizado por um centro bem consolidado e sua expansão se dando em formato linear, acompanhado de manchas de baixa a alta densidade. É possível notar que no centro desse padrão temos uma área de infraestrutura urbana formada em padrão Difuso, o que infere que a expansão linear do padrão Ilha pela pastagem, citado acima, pode se dar ao longo de vias de acesso. Temos a mineração se apresentando num padrão aparentemente Linear. No Período II há um *boom* de supressão pela pastagem, onde o padrão inicial de Ilha aparenta ter mudado para o Multidirecional Desordenado, devido ao surgimento de manchas de formas variadas e irregulares, e da intensificação de novos corredores trazendo o caráter multidirecional para a área. A mineração se apresenta no padrão Difuso. Nos Períodos III, IV e V temos o padrão predominantemente Geométrico Regular, com a presença de pequenas formas geométricas de baixa densidade. No Período V ainda temos a mineração no padrão Linear.

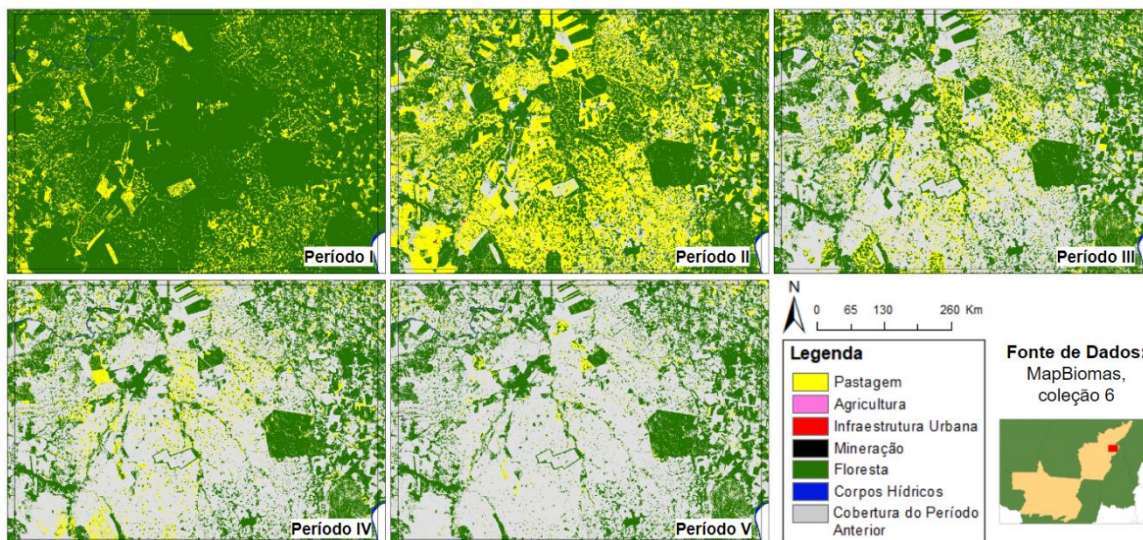


Figura 6 - Espacialização Temporal do Recorte 2.

No Período I a pastagem e a infraestrutura urbana se apresentam no padrão Difuso, com a presença de algumas manchas mais regulares na pastagem. Já no Período II temos um padrão bem complexo de se analisar. Pensando nas manchas, vemos que elas variam bastante na questão da regularidade, onde as mais regulares são mais facilmente identificáveis do que as irregulares, devido a sua alta densidade. Áreas como essa se tornam difíceis de se identificar um padrão único. Esta alta densidade configura a área como um padrão difuso em estágio avançado. Nos períodos III, IV e V temos o padrão difuso. No Período V nota-se que o somatório de todas as supressões anteriores somada ao do período em questão resulta na fragmentação da floresta em pequenos e médios pedaços, característico do padrão Consolidado.

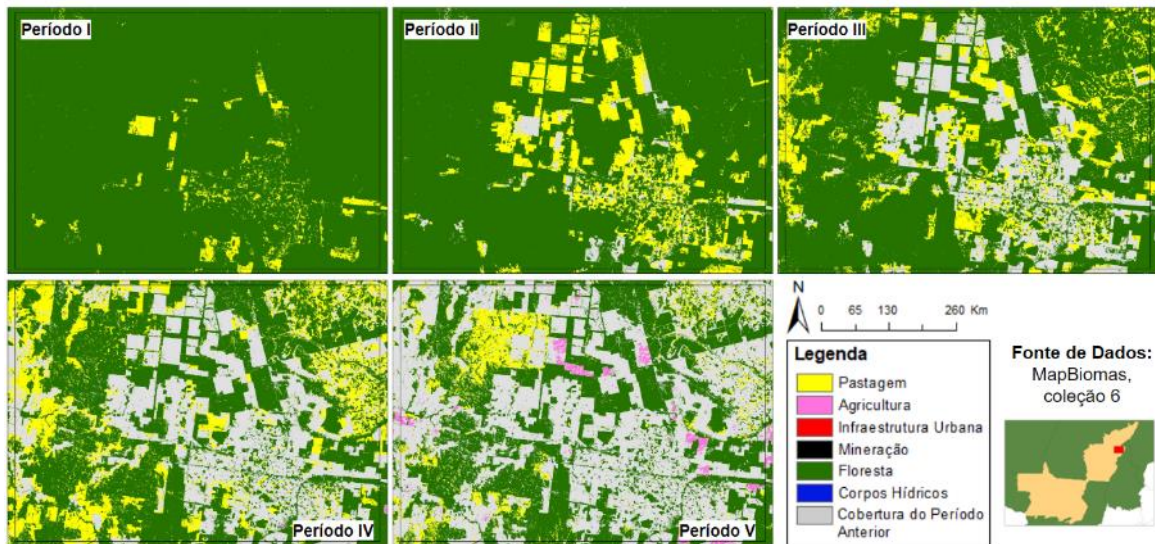


Figura 7 - Espacialização Temporal do Recorte 3.

Nos períodos I, II e III temos a pastagem se apresentando num padrão Geométrico Regular com manchas geométricas bem definidas. Se apresenta no padrão Difuso também. No Período IV o padrão Difuso se intensifica. Já no Período V temos o surgimento da Agricultura, cobertura que até então não havia aparecido, ocupando áreas que antes eram pastagem, e segue um padrão Difuso. Segundo Magalhães, et al. 2020, este é um comportamento comum da agricultura. Não temos a presença da Infraestrutura Urbana e Mineração neste recorte.

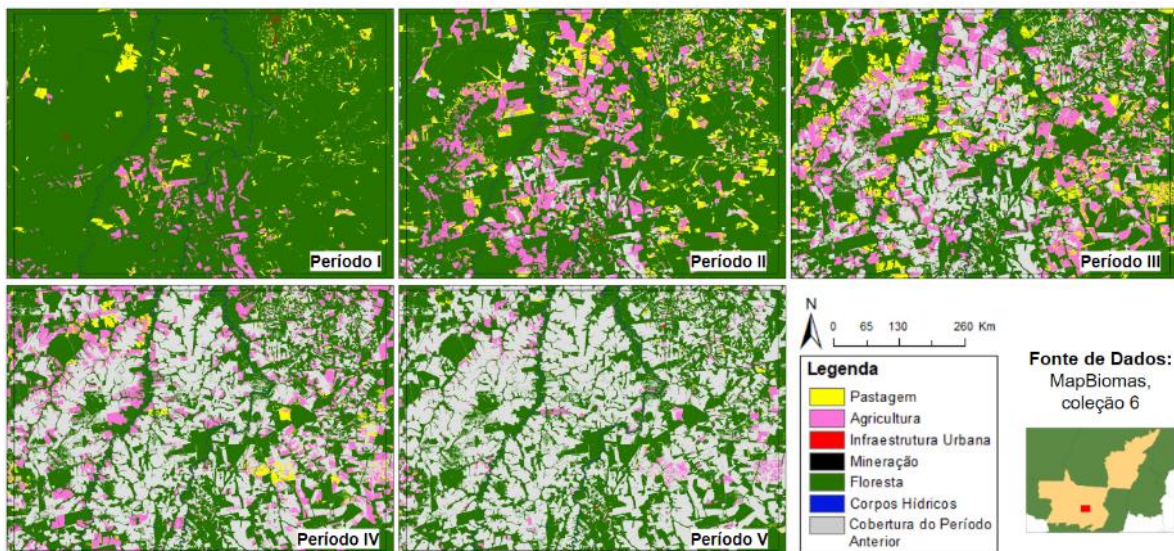


Figura 8 - Espacialização Temporal do Recorte 4.

No Período I temos a Infraestrutura Urbana se apresentando no padrão Difuso. Além disso, a Pastagem e a Agricultura também se apresentam no padrão Geométrico Regular, onde a Agricultura apresenta manchas mais regulares porém menores que as da Pastagem. Em todos os períodos seguintes as coberturas mantêm o mesmo padrão geométrico regular,

onde é possível observar o comportamento característico da agricultura, que ocupa, além de áreas novas, áreas que eram pastagens.

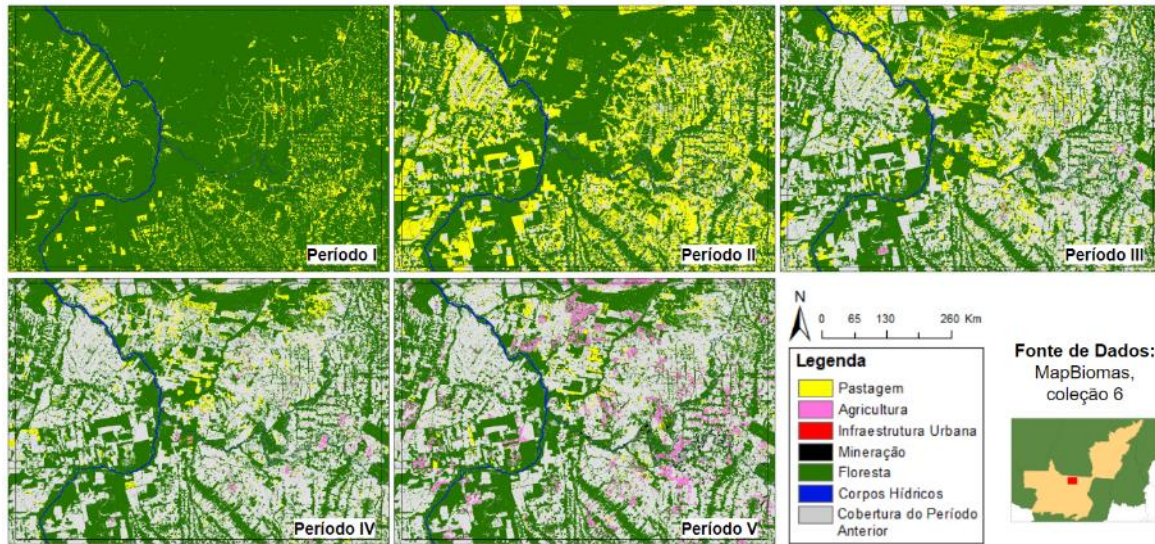


Figura 9 - Espacialização Temporal do Recorte 5.

No recorte 5 temos alta complexidade de formas. No Período I temos a pastagem se apresentando nos padrões Difuso e Linear com densidade variando de baixa a alta, e a infraestrutura urbana se apresentando no padrão Difuso. No Período II a pastagem se apresenta no padrão Difuso mas principalmente no Geométrico Regular, com formas geométricas bem definidas, de baixa a média densidade. A agricultura, mineração e infraestrutura urbana se apresentam no padrão Difuso. Nos períodos seguintes, a pastagem mantém o padrão Difuso e Geométrico Regular e a agricultura no padrão Difuso. No Período V há uma expressiva supressão por mineração, que se apresenta no padrão Difuso.

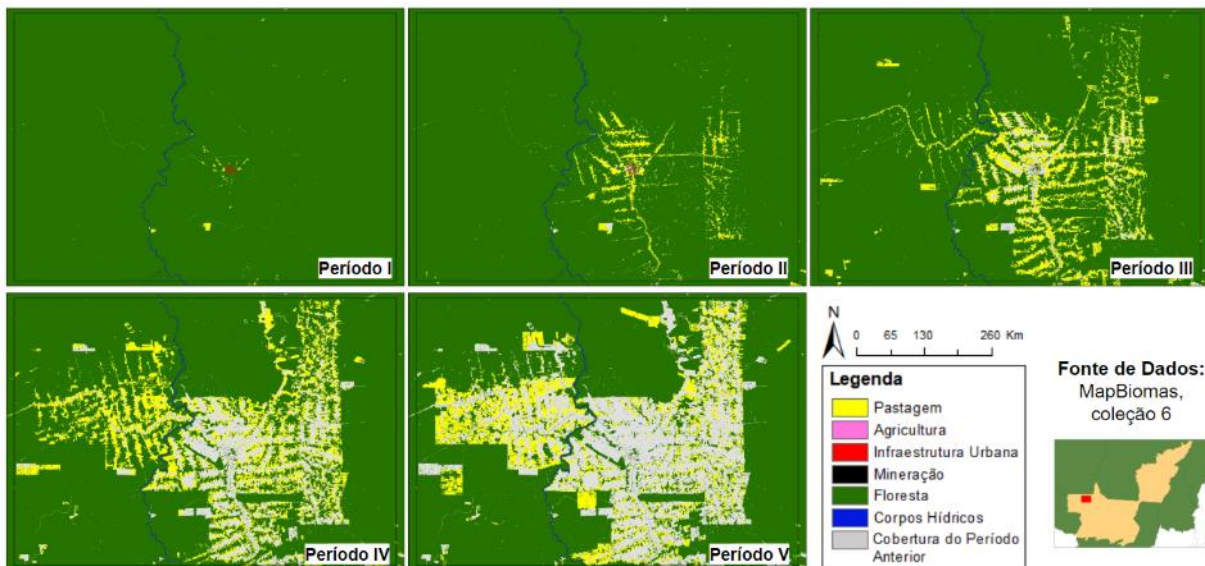


Figura 10 - Espacialização Temporal do Recorte 6.

No Período I temos a pastagem e a infraestrutura urbana se apresentando no padrão Difuso. No Período II temos uma complexidade maior na análise da pastagem, que ocupa a área em formatos alongados com ramificações, típico do padrão Espinha de Peixe. Entretanto, seu comportamento é característico de outros padrões: possui caráter multidirecional, típico do padrão Multidirecional (Ordenado e Desordenado); e a mancha da infraestrutura urbana no centro, com as ramificações lineares partindo do centro para fora é característico do padrão Ilha. Assim, no Período II não é possível identificar padrão. Já no Período III, com o avanço da pastagem, já é possível perceber que, do lado esquerdo do rio temos o padrão Espinha de Peixe, e do lado direito o padrão Ilha. No Período IV temos a Espinha de Peixe intensificada, e do lado direito do rio temos o padrão Difuso intensificando o padrão Ilha do período anterior. No Período V temos a pastagem no padrão Difuso e Geométrico Regular. As classes Agricultura e Mineração não apareceram neste recorte.

Como forma de entender melhor como se deu a relação entre os padrões de forma e as coberturas foi feito uma tabela de ocorrência dos padrões das formas nas coberturas, separados em períodos (Tabela 1).

Tabela 1 - Ocorrência de Padrões de Forma nas Coberturas.

Cobertura	Ocorrência de Padrões de Forma	% Ocorrência de Padrões de Forma
Pastagem	7 de 8	87,5
Agricultura	2 de 8	25
Mineração	2 de 8	25
Infraestrutura Urbana	1 de 8	12,5

Começando pela Pastagem, observa-se que ela apareceu em sete dos oito padrões catalogados, não se apresentando apenas no padrão Multidirecional Ordenado. Isso mostra a expressiva influência desta cobertura na supressão da floresta. Os padrões mais marcantes para esta cobertura foram o padrão Difuso e Geométrico Regular. A agricultura apareceu somente nos padrões Difuso e Geométrico Regular, a mineração no padrão Difuso e Linear e a infraestrutura urbana somente no padrão Difuso.

A análise por trás da Tabela 1 possui duas perspectivas: a do padrão de forma, e a da cobertura. Pela cobertura temos relações ora bem definidas, ora confusas, e foram as bem definidas as contabilizadas. Apesar das coberturas se apresentarem em padrões de forma que criam um caráter único a elas, como é o caso da infraestrutura urbana com o padrão difuso, e a mineração com o padrão linear, ainda sim mais de uma cobertura pode se apresentar em um único tipo de padrão de forma, como é o caso da pastagem, que também

se apresenta no padrão Difuso. Já na outra perspectiva, conseguimos perceber que os padrões de forma só se tornam padrões devido a cobertura que procede o desmatamento. Causas naturais como incêndios de verão não geram padrões significativos pois não atingem uma escala significativa, quando comparado com causas antrópicas. Assim, é nítido a existência da relação, necessitando apenas o aperfeiçoamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, de caráter exploratório, visou entender se há relevância em se estudar as formas do desflorestamento numa perspectiva de trajetórias. Com base nos resultados encontrados, é possível afirmar que o objetivo foi concluído. Devido ao tempo e a metodologia escolhida, não foi possível realizar este estudo para as duas mesorregiões inteiras, o que traz uma condição introdutória ao trabalho. Assim, devido ao tamanho das áreas analisadas, não é possível afirmar que essa relação seja válida para todo o território amazônico.

Houveram relações mais claras e outras mais complexas de serem afirmadas. Além disso, sentiu-se a necessidade de se tipificar mais padrões. Áreas como as citadas nos recortes 2, 5 e 6 são de extrema complexidade de formas, onde a análise visual não foi capaz de trazer uma resposta concreta dos padrões presentes. A pastagem foi a cobertura mais complexa de se analisar e relacionar, o que era esperado uma vez que esta é a segunda matriz da região. Apesar de seus benefícios, existe uma complexidade de se analisar as formas visualmente. Muitas acabam se juntando a outras em algum momento da série temporal, não sendo possível identificar *necessariamente* um padrão. Ainda assim, o uso das formas como uma variável investigativa da trajetória evolutiva de áreas de desflorestamento da Amazônia se mostrou promissora. Mas torna-se indispensável a automatização dessa análise como forma de aperfeiçoar essa variável. E, além da automatização, os próximos passos consistirão em replicar a análise para toda a área das mesorregiões para entender como as formas se dão e se comportam no todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSIO, B. G. O.; MAGALHAES, D. M.; AMARAL, F. G.; CRUZ, C. B. M. Padrões espaço-temporais da perda florestal na Amazônia Legal. In: V Jornada de Geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro - JGEOTEC, 2020, Niterói/RJ. Anais da V JGEOTEC, 2020.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. Estudos avançados, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

Cenários Para Intensificação da Bovinocultura de Corte Brasileira. CSR, 2020. Disponível em <https://csr.ufmg.br/brasilpec/wp-content/uploads/2020/01/cenarios_pecuaria_corte.pdf>.

Fernandes, M. d. C., Cruz, C. B. M., Menezes, P. M. L. d. (2022). Cartografias do Ontem, Hoje e Amanhã. Ucrânia: Editora Appris.

MAURANO, L. E. P., ESCADA, M. I. S., & RENNO, C. D. Padrões espaciais de desmatamento e a estimativa da exatidão dos mapas do PRODES para Amazônia Legal Brasileira. SciELO, 2019.

Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cflo/a/hLKygNRzYwPxb7j5yzbpzkM/?lang=pt#B4>>

NEVES, Eduardo Góes. Arqueologia da Amazônia. Jorge Zahar, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 7-49, 2006.

OLIVEIRA, Beatriz Ambrosio Garcia de; AMARAL, Felipe Gonçalves; CRUZ, Carla Bernadete Madureira. ARCO DO DESMATAMENTO: UMA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA PERDA FLORESTAL NOS LIMITES DAS MESORREGIÕES NORTE MATO-GROSSENSE E SUDESTE PARAENSE. In: Anais da Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural. Anais...Rio de Janeiro(RJ) UFRJ, 2021. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/jgmictac/313869-ARCO-DO-DESMATAMENTO--UMA-ANALISE-ESPACO-TEMPORAL-DA-PERDA-FLORESTAL-NOS-LIMITES-DAS-MESORREGIOES-NORTE-MATO-GROS>>. Acesso em: 12/05/2022 21:17

Saito, A., Fonseca, L. M. G., Escada, M. I. S., & Korting, T. S. Efeitos da mudança de escala em padrões de desmatamento na Amazônia. Revista Brasileira de Cartografia, v. 63, n. 3, 2011.