

TRAJETÓRIAS EVOLUTIVAS DA PAISAGEM DAS ÁREAS DE SUPRESSÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA LEGAL

Danylo Mendonça Magalhães¹

Beatriz Garcia Ambrósio²

Felipe Gonçalves Amaral³

Carla Bernadete Madureira Cruz⁴

1 - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Graduando em Geografia (magalhaesdanylo@gmail.com)

2 - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Graduando em Bacharel em Ciências Matemática e da Terra (beaamgarcia@gmail.com)

3 - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Doutorando (f.g.amaral19@gmail.com)

4 - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Docente (carlamad@gmail.com)

ABSTRACT

The work consists in understanding and analyzing - in a 33 year time period - how evolutionary trajectories take place in the Amazonian landscape, with the subsequent suppression of forested areas in the Amazônia Legal. Thus, from monitoring the landscape of the region, this study attempts to understand what the dynamics of change that occur in these land cover. In this way, MapBiomass data is used as the initial database. MapBiomass is a collaborative network of specialists, in which data is processed in a cloud system; it has been developed and operated from the Google Earth Engine platform, from 1985 to 2018. With this, the study aims to detect which evolutionary trajectories these suppressed forests traveled in the landscape, therefore, to obtain which types of land cover occupied these modified forest areas at the end of a 33 year period.

Keywords: evolutionary trajectories, MapBiomass, Amazon Forest, land cover.

INTRODUÇÃO

A paisagem sendo produto de um conjunto de formas que, em um certo momento manifestam as heranças que irão representar as relações entre o antrópico e o natural ao longo do tempo (SANTOS, 1996) é o ponto inicial para a presente pesquisa. Por conseguinte, visando detectar as supressões florestais - entendidas como perdas de origem antrópica ou natural -, que a paisagem da Amazônia Legal sofreu ao longo do tempo, o emprego das trajetórias evolutivas torna-se essencial para a melhor análise dessas mudanças de cobertura da terra.

Com o avanço das novas tecnologias, como o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas, foi permitida a obtenção de novas informações e dados acerca dos estudos da paisagem, mais precisos, mais elaborados e de baixo custo para grandes escalas na superfície terrestre (RIBEIRO et al, 2019). Dessa forma, as trajetórias evolutivas, oriundas do advento das geotecnologias, permitem o pesquisador aprofundar-se em informações preciosas sobre a paisagem, possibilitando a

compreensão da ocorrência de uma classe, do que a precedeu ou até mesmo a idade de sua ocupação (WECKMÜLLER e VICENS, 2018).

Cabe ressaltar que, o histórico de ocupação humana na Amazônia Brasileira não é nada recente, segundo Neves (2001), data-se que a região registre atividades antrópicas há pelo menos 11.000 anos por diversas sociedades, desde as de subsistência baseadas na caça, coleta e pesca; até as de economia baseadas no domínio da agricultura e da pecuária. Além disso, a Amazônia Legal, que é o objeto de estudo deste trabalho, possui a finalidade de gerir territórios tanto adjacentes, quanto pertencentes à Amazônia Brasileira e ela pode ser explicitada como uma delimitação político-administrativa que abrange nove estados da Federação (Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins) e possui uma superfície superior a 500.000.000 hectares (IBGE, 2019).



Figura 1 - Mapa da Amazônia Legal

Deste modo, o presente trabalho busca compreender e analisar, em um período temporal de 33 anos, como se dá as mudanças de cobertura da terra, visando também entender o quanto de supressão das áreas florestadas é de origem antrópica e o quanto é de origem natural. Busca ainda entender que classes predominam após a supressão da floresta. Assim, o trabalho proporciona um levantamento de informações detalhado, que ajuda a entender a matriz florestal da paisagem na região e sua respectiva fragmentação. E com isso, detectar que trajetórias evolutivas essas porções suprimidas percorreram, ou seja, obter quais foram os tipos de cobertura da terra são registrados na paisagem, sendo ela modificadas ou não, ao final do período de estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dessa maneira, com o levantamento bibliográfico definiram-se diversos conceitos geográficos e formas de operação, objetivando uma melhor compreensão do trabalho. Paralelamente, foram iniciadas as extrações de dados sobre cobertura e uso da terra, do período de 1985 a 2018, através do site MapBiomias¹. Tais conteúdos, de origem secundária, foram essenciais para formulação e consolidação de um banco de dados, que posteriormente foram tratados e lapidados, de acordo com a necessidade, visando o objetivo da pesquisa (Figura 2).

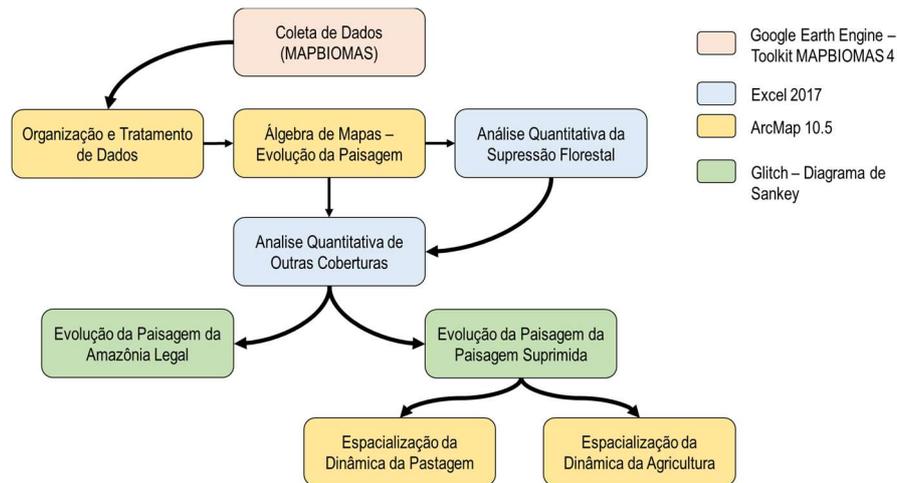


Figura 2 - Fluxograma de Metodologia

O manuseio dos dados para a elaboração dos mapas foi realizado através do programa *Arcmap*. Nele foram utilizados inúmeros caminhos para a consolidação dos mapas finais, como a mosaicagem, a reclassificação e a álgebra de mapas. Em vista disso, em consequência do mapeamento das áreas de supressão florestal, a quantificação dessas porções de terra se deu de maneira mais exata, possibilitando a demonstração em valores por milhões de hectares (Mha).

No período de estudo, de 1985 a 2018, chama a atenção o comportamento das taxas de supressão (Figura 3), que marcam intervalos de diferentes padrões. Foram destacados sete períodos de forma a otimizar as análises das mudanças da cobertura florestal, favorecendo a compreensão de como se ordenam no espaço e se distribuem no tempo. Os intervalos destacados foram: (I) 1985 - 1989; (II) 1989 - 1992; (III) 1992 - 1998; (IV) 1998 - 2003; (V) 2003 - 2010; (VI) 2010 - 2014 e (VII) 2014 - 2018. A definição dos períodos se deu a partir da observação do comportamento das taxas anuais, que ao apresentarem variação no padrão indicavam uma inflexão de mudança, o que

¹ Rede colaborativa de especialistas, cuja os dados são processados em nuvem, desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine.

possibilitou a caracterização em ascensão ou relativa estagnação da supressão florestal.



Figura 3 - Supressão florestal

Para a análise das trajetórias foram usadas 9 das 27 classes possíveis identificadas na base histórica do MapBiomás. Isso simplificou as possíveis combinações entre períodos e deu foco aos processos de mudança mais recorrentes e importantes na área de estudo. Nesse sentido, foram listadas 9 classes para a construção da pesquisa, sendo elas: (1) floresta natural, (2) formação natural não florestal, (3) pastagem, (4) agricultura, (5) mosaico pastagem-agricultura, (6) infraestrutura urbana, (7) mineração, (8) corpos hídricos e (9) outros. Dessa forma, dentre os resultados obtidos, tem-se a mudança na cobertura da terra ao longo dos períodos discriminados, considerando a interação de todas as classes listadas, assim como apenas a classe floresta natural. Ou seja, foram obtidos dados sobre as trajetórias evolutivas em caráter geral e sobre as trajetórias evolutivas da floresta suprimida na Amazônia Legal.

Optou-se por criar dois diagramas de Sankey para a melhor representação dessas trajetórias, por se tratar de uma ferramenta interessante que possibilita a visualização dos dados, gerando informações sobre que classes se encontravam associadas à determinadas porções de terra, e para que classes migraram no período dos 33 anos de análise. Ambos os diagramas foram produzidos a partir dos valores de cobertura da terra de acordo com mapas gerados para os 7 períodos. Estabeleceu-se ainda, que nos dois diagramas fossem utilizados tetos de áreas a fim de filtrar possíveis resíduos na análise. Sendo assim, identificou-se que a área total da Amazônia Legal é composta de 509,3 Milhões de hectares e para o primeiro diagrama utilizou-se o filtro de 18 mil hectares (200.000 pixels) e o valor efetivo de estudo seguiu para 494,7 Mha, cerca de 97% do inicial. Já no segundo diagrama, foi aplicado um filtro de 0,9 mil hectares (10.000 pixels) e este recorte equivale a 99,2% da Amazônia Legal.

A partir das análises sobre os diagramas, foram elaborados ainda dois mapas que representam a espacialização de duas classes específicas - pastagem e agricultura. Tais mapas buscam compreender o “onde” e o “quando” a paisagem muda, bem como, identificar quais são as áreas de floresta mais vulneráveis à supressão para essas ocupações e qual a intensidade desse avanço.

O trabalho se debruça na análise espacial dos períodos determinados buscando a compreensão da história da floresta. Os dados disponibilizados para todo o recorte temporal, com o detalhamento espacial oferecido, possibilitam a realização de análises diversas, permitindo a elaboração de mapas e gráficos, que corroborem identificar quantitativamente e geograficamente as trajetórias evolutivas das áreas suprimidas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em vista disso foram detectadas 402 combinações diferentes na paisagem, sendo uma delas, a área de floresta estática, aquela que não sofreu mudanças em sua cobertura durante todo o período de estudo, correspondendo a 363 Mha (73%). Em contrapartida, cerca de 76 Mha de floresta possuíram algum fluxo de mudança e desse valor, 66 Mha (84%) foram suprimidas para alguma outra classe definitivamente. Assim, de toda a área florestal suprimida para outra classe, ao final de 33 anos, 54 Mha (81%) foram em definitivos ocupados por pastagem, 7,2 Mha (9%) destinados à agricultura e enquanto 4,8 Mha (10%) converteram-se nas demais classes; como podemos observar no Figura 4.

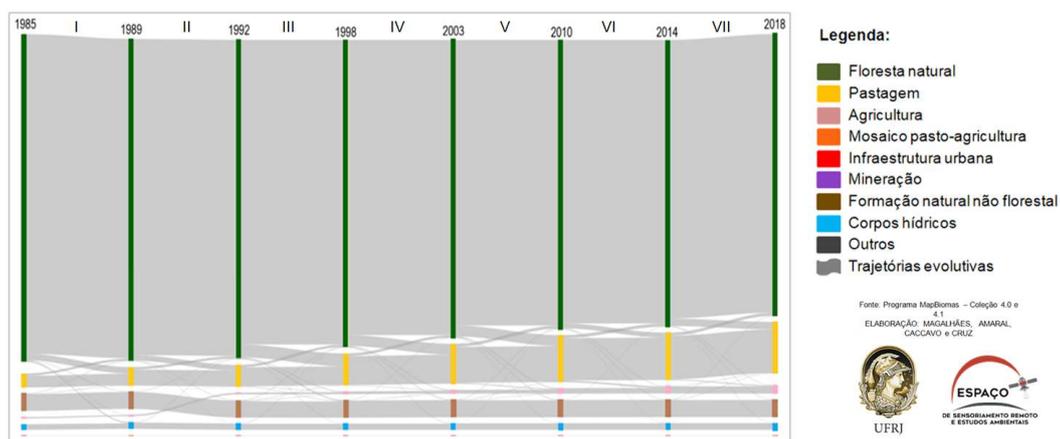


Figura 4 - Diagrama de Sankey sobre as trajetórias evolutivas gerais da Amazônia Legal

Acima, identificam-se oito eixos verticais, ao começo e ao final de cada período e em cada um dos eixos estão contidos nove polígonos de cores variadas, que apresentam o tamanho proporcional à ocupação real de cada classe na Amazônia legal. Assim, dentro dos sete períodos, então simbolizados em cinza, as trajetórias da cobertura da terra,

que são proporcionais aos valores reais das mudanças de uma classe de origem para a outra de destino, na Amazônia Legal.

Em seguida, foram analisados os dados obtidos na figura 5, que corresponde às trajetórias percorridas pelas áreas de floresta logo após a supressão. Por conseguinte, foram extraídas para a análise somente as áreas em que a classe de floresta natural não permaneceu estática, correspondente ao valor de 69,9 Mha (14%). Logo, foram escolhidas, todas as porções florestais que sofreram uma ou mais mudanças e em algum momento foram suprimidas em definitivo.

Assim sendo, identificou-se que o recorte de análise possui 1170 combinações diferentes ao longo das 7 fases. Vale lembrar, que o critério utilizado para o recorte se refere às áreas que foram suprimidas em algum momento dentro do período temporal de 33 anos, mesmo que haja alguma regeneração destas entre os períodos (Figura 5).

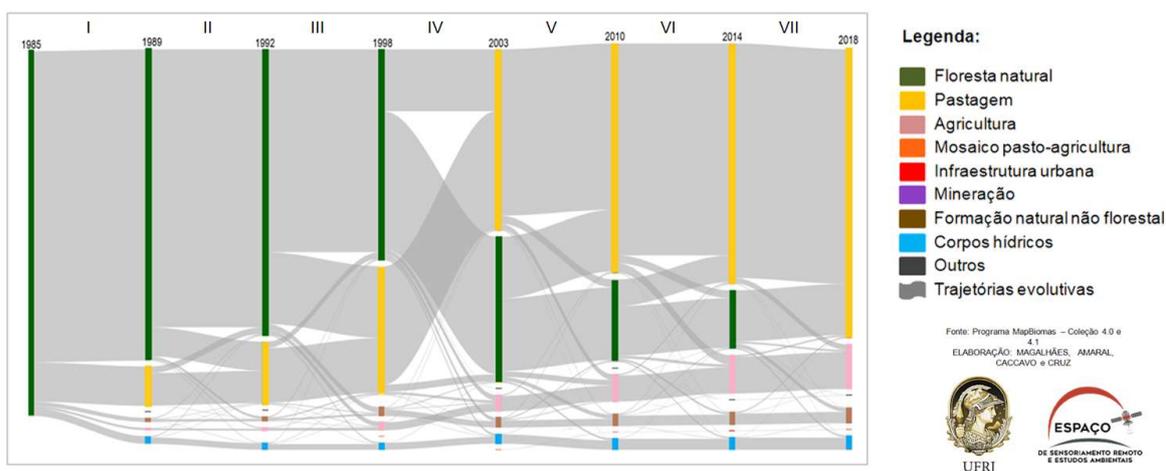


Figura 5 - Diagrama de Sankey sobre as trajetórias evolutivas das áreas suprimidas da Amazônia Legal

Acima, observa-se o segundo diagrama de Sankey, com oito eixos verticais marcando o início e o fim de cada período. No primeiro eixo, está contido apenas um polígono representando a classe de floresta natural, que em algum momento foi alterada e nos seguintes eixos estão contidos outros polígonos proporcionais à ocupação de cada classe na posterior alteração da floresta. Já no último eixo, estão contidos os polígonos de ocupação consolidada após a supressão da floresta. Novamente, simboliza-se de cinza, as trajetórias de mudanças de uma classe para a outra, ocorridas em cada período, na Amazônia Legal.

Na tabela 1, foram informados os dados de supressão e respectivas ocupações de classes com maior ocorrência em 33 anos de análise, sendo elas: a pastagem, que teve um comportamento variado, porém muito alto em relação às outras classes; a agricultura, que seguiu crescendo durante os períodos, mas na última fase obteve seu

menor valor percentual; a formação natural não florestal, que possui um comportamento regular, embora destacado entre às demais e por fim, o valor percentual dividido entre as demais classes, que não possuíram destaque na análise.

TABELA 1: PERCENTUAL DE OCUPAÇÃO APÓS À SUPRESSÃO FLORESTAL

| Período | Floresta Suprimida | Pastagem (%) | Agricultura (%) | Formação Natural Não Florestal (%) | Outras Classes (%) |
|---------|--------------------|--------------|-----------------|------------------------------------|--------------------|
| I | 10,2 Mha | 73,5 | 4 | 7,8 | 14,7 |
| II | 6,4 Mha | 87,5 | 3,1 | 6,2 | 3,1 |
| III | 16 Mha | 85,6 | 5,6 | 6,2 | 2,5 |
| IV | 14 Mha | 84,2 | 7 | 5 | 3,5 |
| V | 14 Mha | 84,2 | 7 | 5 | 3,5 |
| VI | 6,3 Mha | 81 | 8 | 4,7 | 6,3 |
| VII | 11 Mha | 87,5 | 2,6 | 6,2 | 3,5 |

Além disso, cabe também expor os valores quantitativos de regeneração florestal geral, vistos no primeiro diagrama de Sankey (Figura 4). Na tabela abaixo, pode-se observar os valores absolutos de regeneração e os valores relativos para cada classe de cobertura da terra. Destaca-se a pastagem, que possui uma conversão em floresta elevada mediante aos milhões de hectares regenerados, em oposição a isto, a agricultura possui um regime de regeneração quase nulo em todos os períodos registrados, ou seja, porções de terras florestais suprimidas, possuem uma ocupação por agricultura quase que irreversível. Por outro lado, tanto as demais classes, quanto a classe de formação natural não florestal possui uma grande variação entre os sete períodos.

TABELA 2: VALOR ABSOLUTO DE REGENERAÇÃO FLORESTAL POR PERÍODO

| Período | Regeneração Florestal | Pastagem (%) | Agricultura (%) | Formação Natural Não Florestal (%) | Outras Classes (%) |
|---------|-----------------------|--------------|-----------------|------------------------------------|--------------------|
| I | 3,9 Mha | 76,8 | 0,6 | 17,8 | 4,6 |
| II | 4,1 Mha | 79,7 | 0 | 10,2 | 10 |
| III | 4,2 Mha | 75,7 | 0 | 14,1 | 10,1 |
| IV | 3,9 Mha | 87,7 | 0 | 9,5 | 2,7 |
| V | 5,1 Mha | 81,3 | 0 | 12,9 | 5,6 |
| VI | 4,6 Mha | 91 | 0 | 6,3 | 2,6 |
| VII | 4,6 Mha | 88,2 | 0 | 8,7 | 3 |

Além disso, em decorrência dos destaques para as classes de pastagem e agricultura, os mapas de avanço foram essenciais para a visualização espacial de ambas as classes ao longo do tempo. Na figura 6, observa-se o mapa de avanço específico da classe de pastagem, que expande margeando a floresta e penetrando no sentido sudeste-noroeste, conforme o percebido mediante as diferentes cores. Nesse sentido, é possível observar que a supressão florestal na paisagem amazônica é interiorizada principalmente por esta classe, obedecendo um certo tipo de padrão no seu avanço e isso pode ser identificado nas imagens ampliadas do mapa, conforme o demonstrado abaixo.

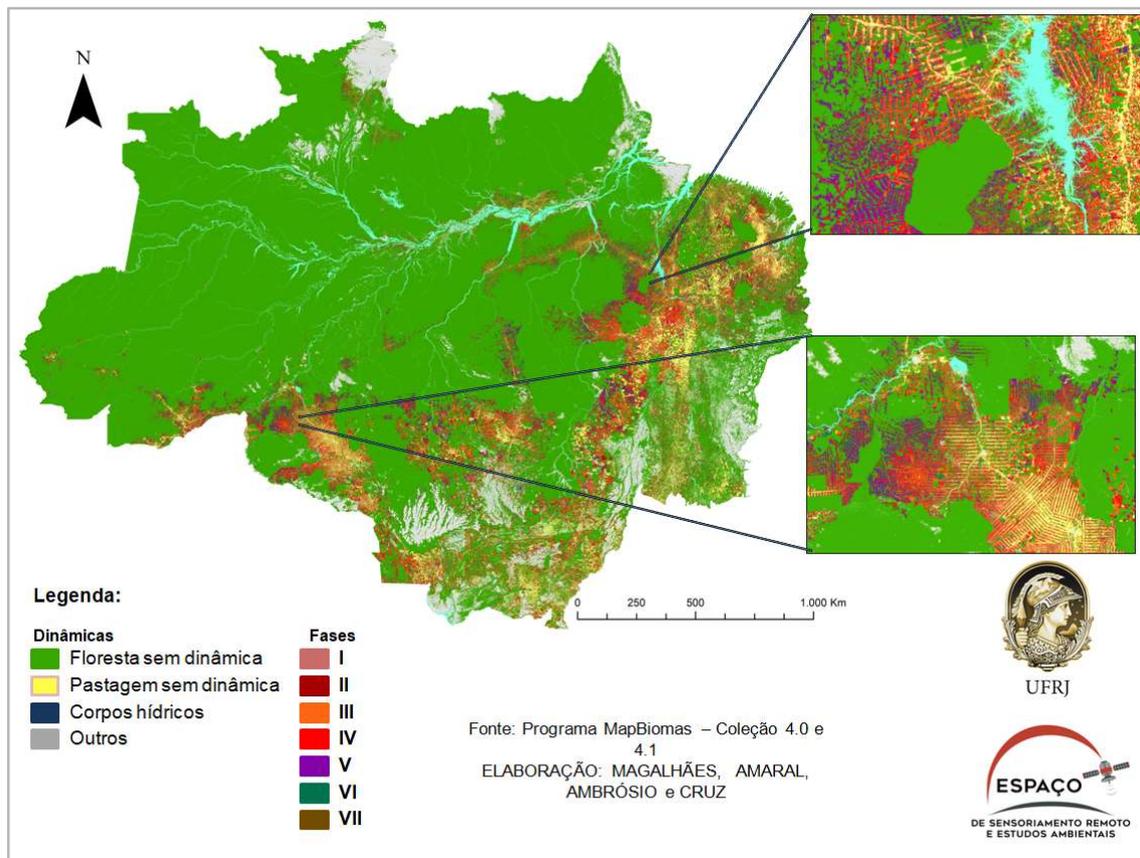


Figura 6 - Mapa de avanço da pastagem

Esse tipo de padronização da supressão é iniciado a partir da consolidação da pastagem na chamada “espinha de peixe”, que é impulsionada por um vetor em específico, ainda não analisado no presente estudo, mas que provavelmente correspondem a rodovias ou adensamento urbano. Logo após a consolidação dos padrões de “espinha de peixe”, a supressão é naturalmente ramificada até ir de encontro com outras supressões, que esteja no mesmo processo. Outro ponto de análise importante, são os fragmentos de floresta que resistem às ramificações de supressão, conforme visto na foto ampliada da figura 6, o que se cogita que sejam territórios florestais protegidos por lei, embora esta confirmação siga para um futuro estudo específico.

Cabe destacar também, a velocidade em relação aos períodos em que a ocupação da pastagem se expande. Observa-se que as áreas de pastagem consolidadas, ou seja, áreas que já eram pastagem antes do ano de 1985, ocupam majoritariamente as zonas da franja do desflorestamento da Amazônia. Enquanto, as ocupações recentes, mais precisamente as pertencentes às fases IV e V, são justamente as que avançam em maior velocidade, e são responsáveis pela impulsão e a consequente ligação entre focos de supressão já consolidados, fazendo com que surjam diversos fragmentos florestais, que acabam sendo isolados por áreas de pasto.

Já na figura 7, é possível observar o comportamento do avanço da classe de agricultura. Nela, percebe-se que suas dinâmicas avançam mediante à floresta de forma concentrada e sua expansão se dá no sentido sul-norte, penetrando a floresta não imediatamente em suas franjas de supressão, mas sim em fragmentos onde a pastagem não avançou ou se consolidou.

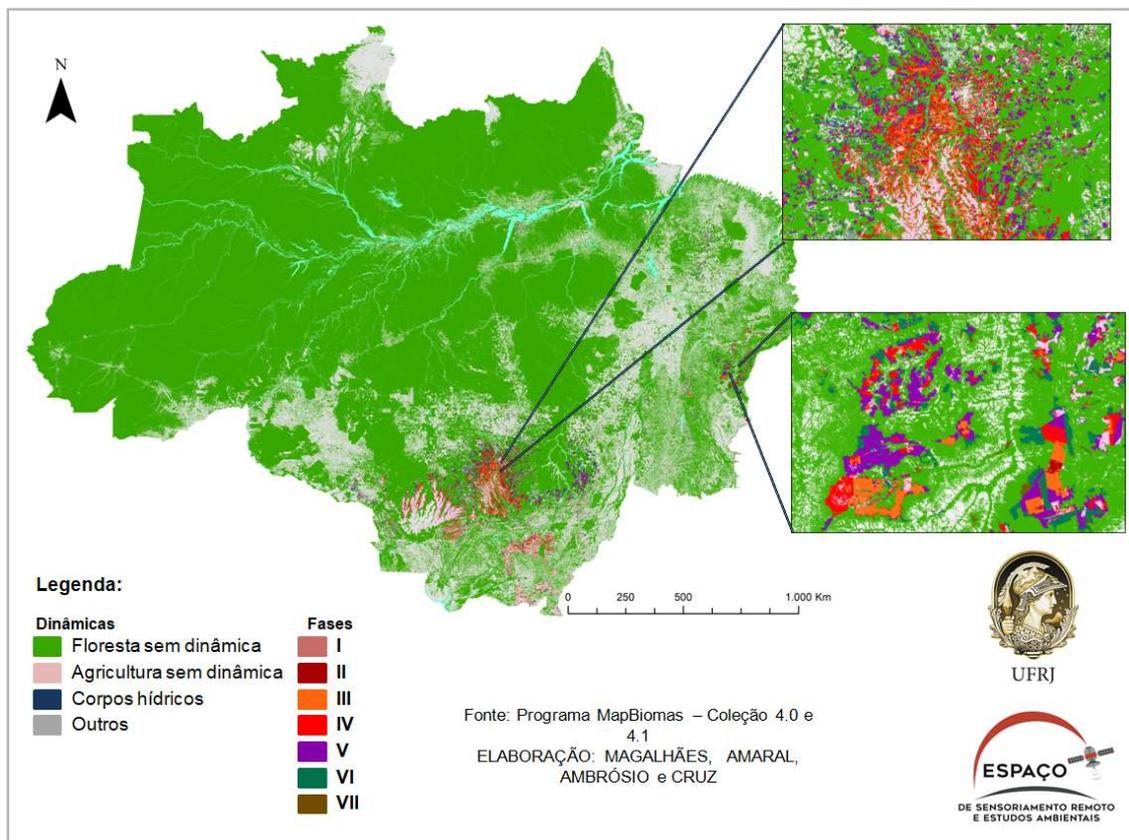


Figura 7 - Mapa de avanço da agricultura

Outro ponto pertinente é observar que a agricultura consolidada, aquela já existe antes de 1985, está concentrada espacialmente, porém com o passar dos anos, existe uma certa tendência de dispersão da agricultura mais recente. Destaca-se o período V, que é majoritariamente responsável pela desconcentração ao sul, ainda que de forma singela; tal fase é observada sem muitos esforços em outras partes da Amazônia Legal.

A ocupação da agricultura, não necessariamente obedece a um padrão rigoroso, conforme o visto com a classe de pastagem. O avanço de ocupação da agricultura mediante às áreas florestais suprimidas ainda é tímido, em relação ao avanço da pastagem, porém a sua concentrada localização é o que a torna destacada em relação às demais. Assim como na classe analisada anteriormente, a agricultura também não avança em certos tipos de fragmentos florestais e a hipótese de serem áreas protegidas por legislação ganha força, mas como o já supracitado tal análise será composta em um futuro estudo específico.

CONCLUSÕES

Com os resultados e análises obtidos, é possível detectar quais são as classes de cobertura da terra que ocupam imediatamente as áreas florestadas, logo após as respectivas supressões, como também, identificar na paisagem heranças exprimidas a partir das relações entre o antrópico e o natural. Logo, é permitido debruçar-se sobre as trajetórias evolutivas percorridas pelas mesmas, tanto com análises quantitativas, quanto qualitativas na paisagem e, com isso, projetar algumas conclusões sobre o presente estudo.

Em suma, destaca-se a expansão com grande velocidade da pastagem sobre as áreas florestadas. Tal classe possui a característica de avançar sobretudo nas margens da floresta e de cumprir o papel fundamental de interiorização dessas supressões. Outro ponto de destaque é a diferença extravagante de proporção entre a ocupação da pastagem e as outras classes, como por exemplo a agricultura. Por fim, vale ressaltar também, as respectivas proporções de regeneração para a floresta; embora o avanço de ocupação da agricultura seja contido em relação à pastagem, as áreas agrícolas que sofrem regeneração florestal são quase nulas.

Portanto, a partir do presente estudo é possível dedicar-se sobre outras abordagens, visto que dentre os resultados, observa-se uma imensa complexidade de dados que podem ser analisados e darem suporte a novas hipóteses. Pretende-se dar continuidade a estudos sobre outras classes, tanto as que sinalizem atividades antrópicas, como a de infraestrutura urbana e mineração; como as dinâmicas naturais, como as relativas aos corpos hídricos. Soma-se ainda a este escopo o interesse em realizar análises que incluam o máximo de trajetórias das áreas suprimidas, ou seja, monitorar que coberturas comportam-se como classes de atração para uma ocupação secundária ou terciária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 3 ago. 2020.

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

RIBEIRO, Hugo José *et al.* Sensoriamento Remoto em Ecologia da Paisagem: Estado da Arte. Geociências Unesp, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 257-267, jul. 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/13166/8817>. Acesso em: 21 jul. 2020.

SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: http://files.leadt-ufal.webnode.com.br/200000026-4d5134e4ca/Milton_Santos_A_Natureza_do_Espaco.pdf. Acesso em: 18 jul. 2020.

WECKMÜLLER, Rômulo; VICENS, Raúl Sánchez. As geotecnologias e a detecção de trajetórias evolutivas da paisagem: possibilidades metodológicas e aplicações. Revista Brasileira de Geografia Física, Niterói, v. 11, n. 6, p. 2140-2159, dez. 2018.