Artigo

Mercator, Fortaleza, v.20,e20018, 2021. ISSN:1984-2201

CARTOGRAFIA DAS FRENTES PIONEIRAS E CONTRIBUIÇÃO À ANÁLISE DO DESMATAMENTO NO PARÁ

https://doi.org/10.36517/rm2021.e20018

Marcelo Thalês [a*] - René Poccard-Chapuis [b] - Maria de Lourdes Ruivo [c]

(a) Doutorando em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Pará, Belém (PA), Brasil.
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3944-6846. **LATTES:** http://lattes.cnpq.br/9005408378401241.
(b) Doutor em Geografia.Université de Paris X, Nanterre, França.
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2200-0637. **LATTES:** http://lattes.cnpq.br/2908492529201445.
(c) Doutora em Agronomia. Professora da Universidade Federal do Pará, Belém (PA), Brasil.
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6222-5534. **LATTES:** http://lattes.cnpq.br/9419564604488031.

Article history:
Received 07 July, 2020
Accepted 23 August, 2020
Published 15 June, 2021

(*) CORRESPONDING AUTHOR
Address: Av. Perimetral, 190, Terra Firme, CEP: 66077-830, Belém (PA), Brasil. Tel: (+55 91) 3221-6445
E-mail: mcthales@museu-goeldi.br

Resumo

O presente estudo é baseado em uma cartografia diacrônica das frentes pioneiras no estado do Pará, que foi utilizada para analisar os padrões de desmatamento entre 2002 e 2017. Para esta cartografia, o território do Pará foi dividido em células de 5 km x 5 km, em que foi calculado o percentual acumulado de desmatamento para cada ano de 2002 a 2017, sendo os dados classificados em cinco fases evolutivas da frente pioneira. Essa cartografia permitiu a representação sistemática da dinâmica espaço-temporal do desmatamento na área de estudo e a avaliação dos contrastes regionais, o que permitiu delimitar as regiões pioneiras e caracterizá-las em três categorias principais - expansão, estabilização e consolidação. Ao relacionar as frentes pioneiras às taxas de desmatamento em cada período, foi possível classificá-las como territórios consolidados, voltados para a intensificação das práticas agrícolas, ou em expansão, por meio de uma estratégia de ocupação, além de áreas livres de desmatamento. A abordagem adotada no presente estudo é de fácil entendimento e pode fornecer orientações importantes para tomadores de decisão em diferentes esferas administrativas, contribuindo para a formulação de medidas eficazes para o controle do desmatamento e o desenvolvimento sustentável da região.

Palavras-chave: Frentes Pioneiras. Desmatamento. Dinâmica Territorial. Amazônia Brasileira.

Abstract / Résumé

CARTOGRAPHY OF THE PIONEER FRONTS AND CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF DEFORESTATION IN PARÁ

The present study is based on a diachronic cartography of the pioneer fronts in the Brazilian state of Pará, which was used to analyze deforestation patterns between 2002 and 2017. For this cartography, the territory of Pará was divided into cells of 5 km x 5 km, in which the cumulative percentage of deforestation was calculated for each year from 2002 to 2017, with the data being classified in five evolutionary phases of the pioneer front. This cartography permitted the systematic representation of the spatiotemporal dynamics of deforestation in the study area and the evaluation of regional patterns, which allowed the pioneer regions to be delimited and characterized in three principal categories – expansion, stabilization, and consolidation. By relating the pioneer fronts to deforestation rates in each period, it was possible to classify them as consolidated territories, focused on the intensification of agricultural practices, or under expansion, through a strategy of occupation, in addition to areas free of deforestation. The approach adopted in the present study is easy to understand and can provide important guidelines for decision-makers in different administrative spheres, contributing to the formulation of effective measures for the control of deforestation and the sustainable development of the region.

Keywords: Pioneer fronts. Deforestation. Territorial Dynamics. Brazilian Amazon.

CARTOGRAPHIE DES FRONTS PIONNIERS ET CONTRIBUTION À L'ANALYSE DE LA DÉFORESTATION AU PARÁ

Le présent texte prend en compte une cartographie diachronique des fronts pionniers dans l'État brésilien du Pará, qui a été utilisée pour analyser les schémas de déforestation entre 2002 et 2017. Pour cette cartographie, le territoire de Pará a été divisé en cellules de 5 km x 5 km, dans lequel le pourcentage cumulé de déforestation a été calculé pour chaque année de 2002 à 2017, les données étant classées en cinq phases évolutives du front pionnier. Cette cartographie a permis la représentation systématique de la dynamique spatio-temporelle de la déforestation dans la zone d'étude et l'évaluation des contrastes régionaux, ce qui a permis de délimiter et de caractériser les régions pionnières en trois grandes catégories - expansion, stabilisation et consolidation. En reliant les fronts pionniers aux taux de déforestation à chaque période, il a été possible de les classer en territoires consolidés, focalisés sur l'intensification des pratiques agricoles, ou en expansion, à travers une stratégie d'occupation, en plus des zones sans déforestation. L'approche adoptée dans la présente étude est facile à comprendre et peut fournir des lignes directrices importantes aux décideurs dans différentes sphères administratives, contribuant à la formulation de mesures efficaces pour la lutte contre la déforestation et le développement durable de la région.

Mots-clés: Fronts Pionniers. Déforestation. Dynamique Territoriale. Amazonie Brésilienne.

This is an open access article under the CC BY Creative Commons license
Copyright © 2021, Universidade Federal do Ceará.

INTRODUÇÃO

O avanço do desmatamento ainda é um dos maiores problemas ambientais na Amazônia brasileira (BRITO et al., 2019; FEARNSIDE, 2017; STRAND et al., 2018), totalizando, em 2019, a perda de aproximadamente 20% das áreas de florestas (INPE, 2020). A taxa do desmatamento, em 2005, foi de 19.014 km2/ano, registrando uma queda de 32% em relação ao ano anterior, dando início a uma fase de redução até atingir 4.571 km2/ano, em 2012. Posteriormente, observou-se uma nítida persistência e a retomada gradativa do crescimento até a taxa de 10.129 km2/ano, em 2019 (INPE, 2020).

Vários estudiosos buscam compreender a dinâmica do desmatamento, analisando as variações de preços e regulações nas cadeias de mercado (GIBBS et al., 2016; LAMBIN et al., 2018; PIATTO; SOUZA, 2017) ou as intervenções governamentais, como o PPCDAM (MELLO; ARTAXO, 2017). Outros fatores são considerados, dentre eles, o impacto das estradas (BARBER et al., 2014), aspectos fundiários (GOLLNOW et al., 2018; RICHARDS; VANWEY, 2016), tipos de produtores (FEARNSIDE, 2008; GODAR et al., 2014) e políticas públicas (ARIMA et al., 2014; BÖRNER et al., 2014; PACHECO, 2009).

Também se tem demonstrado a complexidade e a abrangência da dinâmica do desmatamento, apontando soluções mais holísticas. Garrett et al. (2018) e Byrlee; Stevenson; Villoria (2014) analisaram as relações entre a intensificação dos usos da terra e o desmatamento evitado. Pacheco; Poccard-Chapuis (2012) apontaram uma organização complexa da pecuária bovina considerando a dimensão espacial. Nesta perspectiva, Piketty et al. (2015) demonstraram que o desmatamento está associado às trajetórias locais de desenvolvimento e aos mecanismos de governança. Le Tourneau; Droulers (2011) propuseram tipologias e avaliações multicritério para compreender e controlar o desmatamento, visando a construção de indicadores de desenvolvimento sustentável. Esses estudos concebem a Amazônia como uma região de fronteira, e o desmatamento, por sua vez, está entre os fenômenos mais estudados, numa tentativa de compreender a sua dinâmica territorial e a sua relação no processo de ocupação.

O conceito de fronteira descrito por Frederick Turner no livro The Frontier in American History, de 1893, que redesenhou o olhar da sociedade americana sobre o processo de ocupação territorial, influenciou no Brasil a "Marcha para o Oeste" (ANDRADE, 2010). O geógrafo francês Pierre Monbeig adaptou esse conceito às dinâmicas de ocupação do Paraná e oeste de São Paulo por produtores de café, formulando conceitos que também impactaram a comunidade científica, dentre eles: frente pioneira, franja pioneira, marcha pioneira (MONBEIG, 1981). Outros autores adaptaram e aperfeiçoaram no contexto da Amazônia, entre eles Théry (1976, 2006, 2012), Droulers (2015), Becker (1991, 2004, 2005) e Martins (1996).

Recentemente, o conceito de frente pioneira foi mobilizado para tratar de questões relacionadas ao desenvolvimento territorial (ALBADEJO; TULET, 1996; COY; KLINGLER, 2014; COY; KLINGLER; KOHLHEPP, 2017; ESCADA et al., 2005), a dinâmica de uso e cobertura da terra (ARVOR, 2009; ARVOR et al., 2013; DUBREUIL et al., 2008; SILVA, 2015) e as questões sociais (MUCHAGATA, 2004; SCHMINK et al., 2019; WEIHS; SAYAGO; TOURRAND, 2017). Estes estudos confirmam assim a pertinência da frente pioneira para explicar e acompanhar dinâmicas territoriais na Amazônia brasileira.

Poucas pesquisas foram conduzidas para explicitar os limites espaciais das frentes pioneiras, mas se tem constatado perspectivas metodológicas com a crescente disponibilidade de informações espaciais. Tais informações podem representar estágios de evolução das frentes pioneiras, combinando as classes de uso e cobertura da terra (ARVOR, 2009; ARVOR et al., 2013), além de construir tipologias de frentes pioneiras em escala municipal (PACHECO, 2012; RODRIGUES et al., 2009) ou representadas em células (THALÊS; POCCARD-CHAPUIS, 2014), utilizando como indicador os desmatamentos anuais.

Entendendo que frente pioneira é um conceito abstrato, mobilizado para análises qualitativas das dinâmicas geográficas complexas, cujos limites espaciais exatos são difíceis de se determinar, o que dificulta a sua cartografia e as abordagens quantitativas. Nesse contexto, o presente artigo tem o objetivo de elaborar um método de cartografia diacrônica das frentes pioneiras no estado do Pará e de utilizá-lo como modelo de análise quantitativa do desmatamento ao longo das últimas duas décadas, proporcionando uma explicação espacialmente explícita da dinâmica territorial.

MATERIAL E MÉTODO

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no estado do Pará, localizado na porção oriental da Amazônia brasileira e dividido em 144 municípios interligados por rios e estradas. A área territorial é de 1.245.759 km2 e inclui um mosaico de áreas protegidas em 57% da sua área total, sendo 30% em unidades de conservação de uso sustentável e de proteção integral, 25% em terras indígenas e 2% em área militar (FUNAI, 2018; ICMBIO, 2018; MMA, 2018) (Figura 1).

A dinâmica de ocupação no Pará foi marcada pelas políticas de colonização e a abertura de eixos rodoviários que estimulou os movimentos pioneiros para a região (BECKER, 2004). Na década de 60 foi construída a rodovia BR-010 (Belém-Brasília), na faixa oriental do estado, onde se desenvolveu o polo de Paragominas, e nos anos 70, ao longo da BR-230 (Transamazônica) se desenvolveram os Polos Integrados de Colonização de Marabá, Altamira e Itaituba, localizados às margens dos rios Tocantins, Xingu e Tapajós, respectivamente. Posteriormente, foi construída a BR-163 (Cuiabá-Santarém) na faixa oeste do Pará. A partir destas rodovias foram construídas outras que também sustentaram as dinâmicas pioneiras, como a PA-150 e BR-155 no sul do Pará, PA-279 até São Félix do Xingu e a PA-254 na margem esquerda do rio Amazonas (Figura 1).

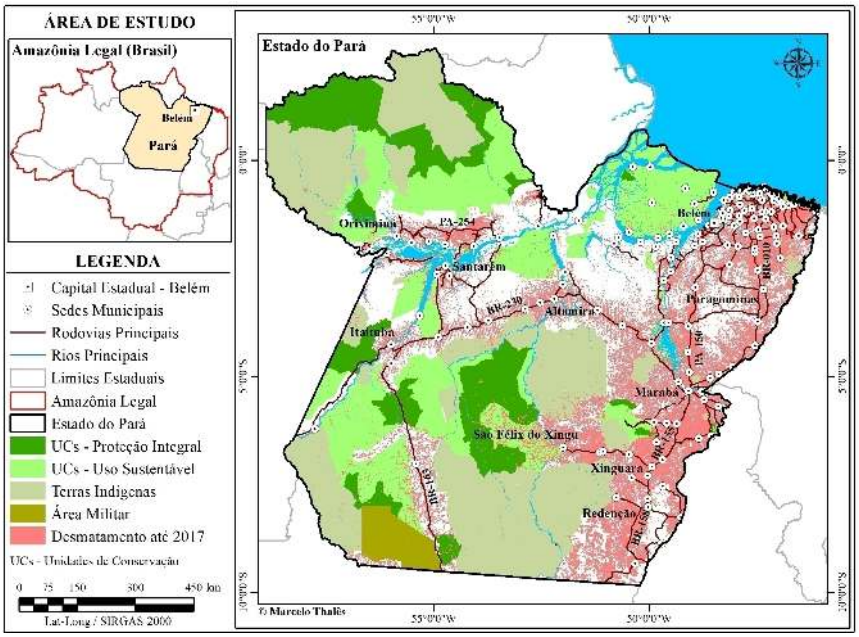

Figura 1 - Localização da área de estudo (Fonte: Autor)

As frentes pioneiras seguem padrões e ritmos próprios de desmatamento e de desenvolvimento. No Pará, até 2017, um quarto de suas florestas foi convertido em áreas de uso, contribuindo negativamente com as maiores taxas de desmatamento entre os estados da Amazônia brasileira (INPE, 2020). Entre 2005 e 2012 houve uma forte queda do desmatamento e as causas têm sido descritas na literatura e nos relatórios governamentais, porém a fase de persistência e crescimento gradativo, a partir de 2013, continua sendo questionada para explicar a inflexão da curva (Figura 2).

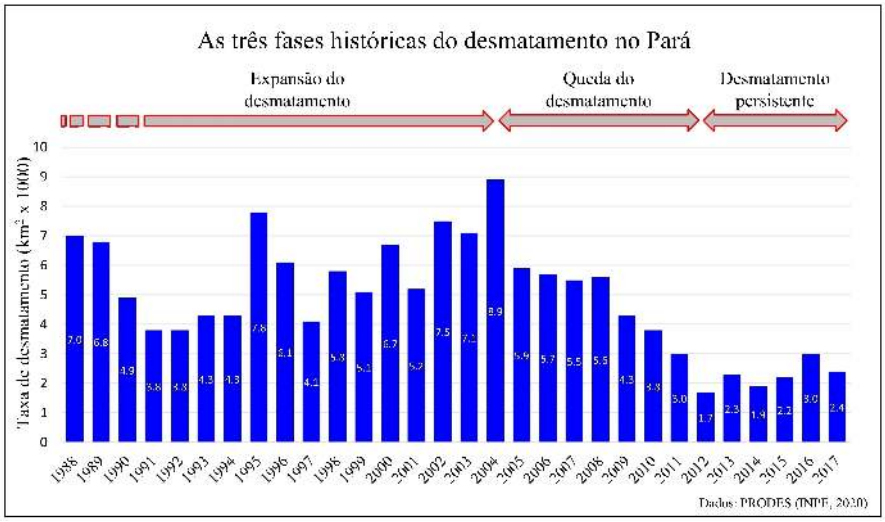

Figura 2 - Evolução das taxas de desmatamento no estado do Pará (Fonte: Poccard-Chapuis et al. (2020).

ESTRUTURAÇÃO DOS DADOS DE DESMATAMENTO

Os dados de desmatamento de 2012 e 2017, disponibilizados pelo programa PRODES, foram utilizados na quantificação dos desmatamentos acumulados até 2002 e dos incrementos anuais de 2003 a 2017 (INPE, 2020). A estruturação e a análise desses dados e a elaboração dos mapas foram tarefas realizadas em uma sequência de operações espaciais utilizando o software ArcGIS®.

O passo inicial foi reclassificar o dado de desmatamento de 2017, utilizado como referência e disponível em formato matricial com 30m de resolução espacial, nas classes desmatamento acumulado até 2008 e nos incrementos anuais de 2009 a 2017. Para complementar o período de análise o dado de desmatamento de 2012 foi convertido em formato matricial e reclassificado em: desmatamento acumulado até 2002 e nos incrementos anuais de desmatamento de 2003 a 2008. Ambos os dados ainda contêm as classes floresta, hidrografia, não floresta e áreas não observadas (nuvem).

Em seguida, os dados reclassificados foram recortados para o estado do Pará e convertidos na projeção Albers e datum SIRGAS 2000 com os respectivos parâmetros cartográficos, meridiano central -53º, primeiro e segundo paralelo padrão 2º e -9º, e Latitude de Origem 3º, para a quantificação das áreas.

MODELO CARTOGRÁFICO DAS FRENTES PIONEIRAS E A DINÂMICA DO DESMATAMENTO

O método proposto tem como embasamento a análise conceitual das frentes pioneiras realizada por Poccard-Chapuis (2004) com base em Monbeig (1952) e Théry (1976). Segundo Poccard-Chapuis (2004) define a frente pioneira como a porção do espaço onde se realiza a transição entre os espaços ocupados por populações tradicionais ou disponíveis para colonização e regiões desenvolvidas e integradas a sistemas econômicos e sociais nacionais. Essa transição é progressiva e, com o passar do tempo, os fatores chaves na construção territorial evoluem e se consolidam com o desenvolvimento local, dentre eles, mercado fundiário, desmatamento, serviços públicos, produção agropecuária e serviços.

Anterior ao início da dinâmica pioneira, o território se encontra na fase pré-pioneira, caracterizada pela alta disponibilidade de recursos naturais (floresta) e praticamente sem desmatamento, somente alguns precursores. Com a chegada da frente pioneira, iniciou-se o desmatamento e a ocupação do território, gerando conflitos fundiários pela posse da terra, em locais sem o mínimo de infraestrutura e serviços. Ao passo que o movimento pioneiro entra na fase de expansão e o desmatamento segue avançando, a estrutura fundiária começa a se organizar, mas com os eixos de transporte e núcleos

urbanos ainda precários. Quando o território se encontra amplamente desmatado, uma nova fase se inicia com a busca de alternativas para a conversão de um modelo de expansão dos sistemas produtivos para um modelo de diversificação e/ou intensificação, além de um mercado fundiário valorizado e as cidades locais funcionando como polos de serviços urbanos. Quando atinge a fase pós-pioneira, a antiga frente pioneira se assemelha aos territórios mais desenvolvidos que a originaram (POCCARD-CHAPUIS, 2004).

A cartografia das sucessivas fases de evolução das frentes pioneiras foi baseada em Thalês; Poccard-Chapuis (2014). Nesse caso, o território paraense foi particionado em células de 5x5 km (25 km2) e realizado o cruzamento com os dados de desmatamento reclassificados, excluindo as classes hidrografia, não floresta e áreas não observadas (nuvem). Em cada célula foi calculado o percentual do desmatamento acumulado em relação à área de floresta (PD) nos anos selecionados entre 2002 e 2017. Esses valores percentuais do desmatamento (PDs) foram utilizados para classificar as células em função de intervalos que correspondem às fases de evolução da frente pioneira (Figura 3). Nessa classificação, as extremidades são consideradas as classes pré-pioneira, quando o PD for inferior a 5%, e pós-pioneira, quando o PD for superior a 90%. Entre as extremidades, a transição pioneira foi dividida em três classes: a vanguarda corresponde ao intervalo de 5 a 35% do PD, o centro corresponde ao intervalo de 35 a 65% PD, enquanto que a retaguarda corresponde ao intervalo de 65 a 90% do PD (THALÊS; POCCARD-CHAPUIS, 2014).

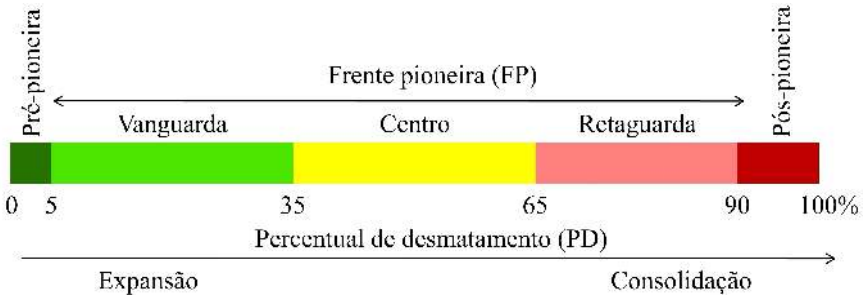

Figura 3 - Modelo cartográfico da frente pioneira (Adaptado de Thalês; Poccard-Chapuis (2014).

A classificação das células corresponde à cartografia das frentes pioneiras em 2002 e 2017 e quando comparadas, em função do percentual do número de células que mudaram de classe, permite compreender a dinâmica espaço-temporal nesse período e identificar as diferenças regionais no território paraense, de modo a auxiliar na delimitação das Regiões Pioneiras (RPs). A escolha do termo "região" foi em função das frentes pioneiras já estarem instaladas e avançando em suas diferentes fases, situações em que o termo "frente" não é adequado.

Além da cartografia das frentes pioneiras nas datas extremas, 2002 e 2017, também foi realizada em datas intermediárias, 2004, 2008 e 2012, enquanto a dinâmica dos desmatamentos foi representada em períodos intervalares, 2003 a 2004, 2005 a 2008, 2009 a 2012 e 2013 a 2017, estabelecidos em função das mudanças no comportamento anual dos desmatamentos nos últimos 15 anos. A partir dessas informações foi possível relacionar a dinâmica dos desmatamentos aos processos dominantes nas classes das frentes pioneiras, refletindo a localização e a quantificação dos desmatamentos e assim ajudando a interpretar suas possíveis causas.

RESULTADOS

CARTOGRAFIA DAS FRENTES PIONEIRAS

A Figura 4 apresenta a cartografia das frentes pioneiras na situação inicial e final do período analisado (2002 e 2017), ilustrando de forma visual uma disposição coerente das classes em relação a teoria da marcha pioneira formulada por Monbeig (1952) e seus seguidores. Podemos observar a localização dos núcleos pós-pioneiros nas regiões mais centrais do estado do Pará, cercado por células

de retaguarda e centro, enquanto nas áreas mais afastadas estão as células de vanguarda, em contato com as pré-pioneiras.

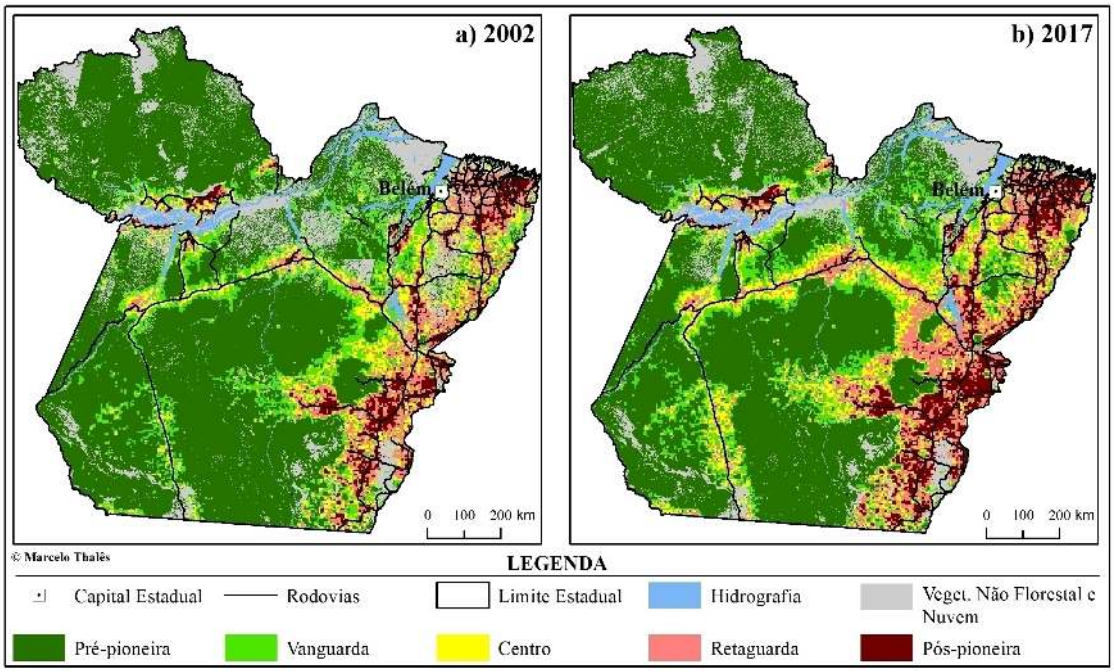

Figura 4 - As frentes pioneiras no estado do Pará em a) 2002 e b) 2017 (Fonte: Autor)

Ao quantificar o percentual do número de células em cada classe, em 2002 e 2017, verificou-se que a classe pré-pioneira reduziu de 66% a 58%, traduzindo um nítido avanço do movimento pioneiro que afeta as áreas florestais até então livres de desmatamento, já a classe pós-pioneira aumentou de 5% a 8%, indicando a saída do processo pioneiro de ocupação. Detalhando as três classes que compõem a frente pioneira em si, observou-se que a classe vanguarda se manteve praticamente estável, entre 12% a 13%, enquanto as classes centro e retaguarda apresentaram valores de 9% e 8%, em 2002, respectivamente, aumentando levemente, até atingirem 11% em 2017.

A quantificação indicada não reflete a heterogeneidade das mudanças que ocorrem no território quando analisadas visualmente nos mapas. Neste caso, faz-se necessário a quantificação das células que mudaram de classe em comparação às que permaneceram estáveis no período analisado, trazendo informações sobre a dinâmica das frentes pioneiras.

DELIMITAÇÃO DAS REGIÕES PIONEIRAS

Com a sobreposição dos mapas das frentes pioneiras de 2002 e 2017 foi possível representar de forma simplificada a dinâmica das frentes pioneiras e permitiu identificar e delimitar dez regiões pioneiras (RPs). Para delimitá-las, de forma menos subjetiva, foi realizada a seleção de um conjunto de células que contemplasse cada RP, apoiada em literaturas científicas e no conhecimento de especialistas sobre a dinâmica territorial (Figura 5).

Os recortes espaciais ortogonais simplificam a geografia regional, por outro lado, permitem identificar os contrastes regionais das frentes pioneiras. Outros recortes alternativos poderiam ser praticados, como os limites administrativos, mas têm a desvantagem de dificultar a interpretação, uma vez que estes limites podem pertencer a várias RPs.

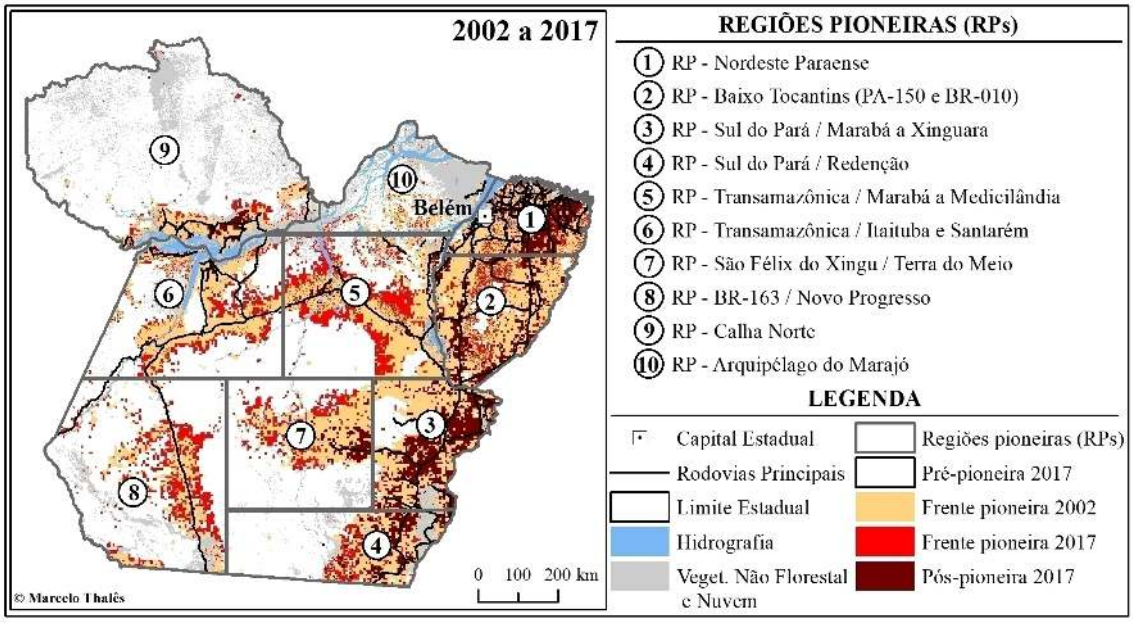

Figura 5 - Dinâmica das frentes pioneiras de 2002 a 2017 e as dez regiões pioneiras no estado do Pará (Fonte: Autor).

As RPs de 1 a 4 abrangem toda faixa oriental do estado, onde se iniciou a colonização. A RP 1 engloba o nordeste paraense, região mais antiga de colonização, mais povoada e com as melhores infraestruturas e serviços. A RP 2, logo abaixo, inclui o baixo Tocantins, as rodovias PA-150 e BR-010, e os polos de Paragominas e Tailândia. A RP 3 envolve o sul do Pará, de Marabá até polo de Xinguara, enquanto a RP 4 corresponde ao extremo sul com polo de Redenção.

As RPs 5 e 6 estão situadas ao longo da BR-230, a RP 5 vai de Marabá até Medicilândia, e a RP 6 de Medicilândia até Itaituba, incluindo o setor de Santarém (trecho norte da BR-163). Enquanto a RP 7 compreende a região de São Félix do Xingu e a RP 8 inclui o polo de Novo Progresso, ao longo da BR-163, no sudoeste do Pará As RPs 9 e 10 correspondem à faixa norte do estado e abrangem a Calha Norte, na margem esquerda do rio Amazonas, e o arquipélago do Marajó, respectivamente.

A DINÂMICA DAS FRENTES PIONEIRAS NAS REGIÕES PIONEIRAS

A Figura 6 ilustra a quantificação dos percentuais do número de células que mudaram de classes na cartografia das frentes pioneiras de 2002 e 2017, em cada região pioneira (RP). Os valores negativos representam as classes que reduziram o número de células e os positivos as que aumentaram, evidenciando a dinâmica das frentes pioneiras.

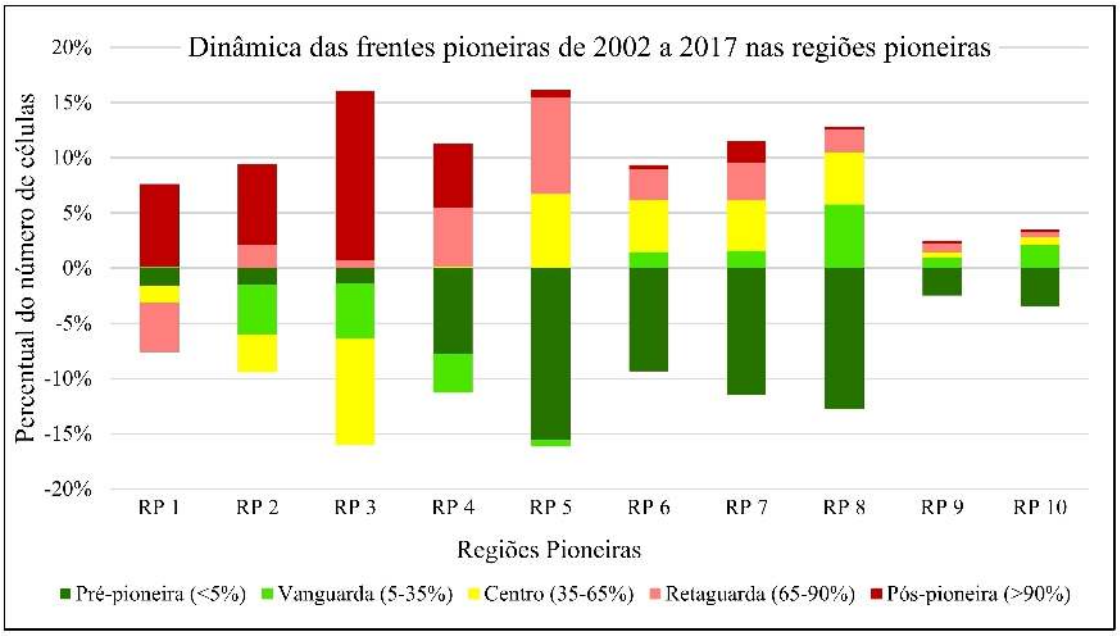

Figura 6 – Dinâmica das frentes pioneiras de 2002 a 2017 nas regiões pioneiras (Fonte: Autor).

A RP 1 sofreu poucas mudanças de classes, porém nítidas, ampliando unicamente a classe pós-pioneira, em detrimento da retaguarda. Essa dinâmica retrata a fase final do movimento pioneiro, ou seja, quando o território sai da dinâmica pioneira e entra em fase de desenvolvimento integrado ao resto do País. Nas RPs 2 e 3 a maturação do processo pioneiro é menos avançada, com aumento nas classes pós-pioneira e retaguarda e redução nas classes vanguarda e centro, em proporção maior na RP 3. Pela amplitude das mudanças nestas regiões ocorreram desmatamentos, mas com pouca intensidade no avanço da frente pioneira.

A evolução foi diferente na RP 4, mostrando um processo de maturação similar às anteriores (retaguarda e pós-pioneira), mas com perdas nas classes pré-pioneira e vanguarda, o que indica o avanço da frente pioneira. Nesse caso, a evolução foi mista, combinando um processo de maturação e avanço da frente pioneira.

A RP 5 foi a mais dinâmica, típica de uma frente pioneira ativa, em que o desmatamento ocasionou as maiores mudanças de classe, avançando nas áreas de floresta, conforme os percentuais de perda da classe pré-pioneira. Em contrapartida, houve aumento nas classes centro e retaguarda e menos expressiva na pós-pioneira. As RPs 6 e 7 apresentaram uma dinâmica similar a RP 5, seguindo os mesmos padrões das frentes pioneiras ainda jovem e ativa, mas em menores proporções. A RP 7 se destacou por um avanço maior na classe pós-pioneira.

A RP 8 mostrou um perfil típico de uma frente pioneira nova e ativa que traduz o avanço rápido em áreas florestais até então não atingidas pelo movimento pioneiro. Essa região apresentou um padrão menos evoluído e a construção territorial ainda se encontra em fases iniciais, crescendo, sobretudo, nas classes vanguarda e centro.

As RPs 9 e 10 apresentaram baixa quantidade de células que mudaram de classe, característica de um movimento pioneiro imobilizado, no qual os desmatamentos ocorreram em menores proporções por serem as mais afastadas das rodovias e do movimento pioneiro. Mesmo assim, houve um avanço da frente pioneira comprovado pelas perdas de células pré-pioneiras e o aumento das classes de vanguarda, centro e retaguarda.

A DINÂMICA DOS DESMATAMENTOS E A SUA LOCALIZAÇÃO NAS FRENTES PIONEIRAS

O método também permitiu analisar a dinâmica dos desmatamentos nas regiões pioneiras e a sua localização em relação à cartografia das frentes pioneiras nos períodos estabelecidos.

A DINÂMICA DOS DESMATAMENTOS

A Figura 7 ilustra a média anual dos desmatamentos nos períodos de 2003 a 2004, 2005 a 2008, 2009 a 2012 e 2013 a 2017, nas dez RPs. Observou-se, em primeiro lugar, que o ritmo do desmatamento tem variações internas em cada RP e entre as RPs. No comparativo entre as regiões desperta a atenção a RP 5 com os valores de desmatamento mais elevados e as RPs 9 e 10 com os valores mais baixos e estáveis.

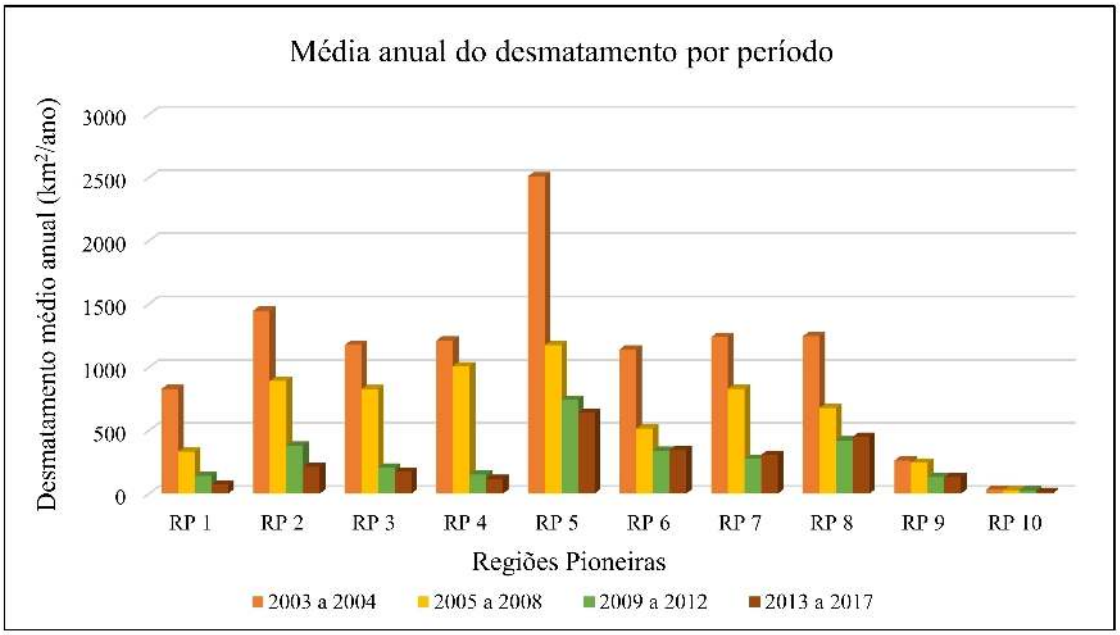

Figura 7 – Desmatamento por períodos nas regiões pioneiras (Fonte: Autor).

No período inicial (2003 a 2004), os desmatamentos foram mais elevados e relativamente distribuídos nas RPs 1 a 8, enquanto de 2005 a 2008 se mantiveram nas RPs 2 a 5 e 7. Nos períodos mais recentes (2009 a 2012 e 2013 a 2017) apresentaram os valores mais baixos de desmatamento, mas com intensidades diferentes entre as regiões e similares dentro de cada região. As RPs 2 a 4 reduziram os valores de desmatamento se juntando a RP 1, enquanto as RPs 5 e 7 mantiveram os altos desmatamentos se juntando as RPs 6 e 8. O desmatamento persistente, aquele ocorrido após 2013, se deu de maneira localizada, essencialmente nas RPs 5 a 8, enquanto nas demais RP a persistência foi menor.

LOCALIZAÇÃO DOS DESMATAMENTOS NAS FRENTES PIONEIRAS

Nas RPs 1 a 4, observou-se que o desmatamento declinou nas classes pré-pioneiras e vanguarda, com uma tendência mais nítida nos dois últimos períodos, passando a se concentrar nas classes centro e retaguarda. Esse padrão indica que o desmatamento se mantém em áreas mais integradas, próximas às rodovias e centros urbanos.

Nas RPs 5 a 8, o padrão é nitidamente diferente, caracterizado pelo avanço das frentes pioneiras nas áreas de floresta, entre 2002 a 2008, como observado pela proporção do desmatamento nas classes pré-pioneira e vanguarda. Essa tendência foi mais controlada de 2009 a 2012, quando praticamente não ocorreram desmatamentos na classe pré-pioneira, a exceção a RP 8, mas com uma retomada no período mais recente. Esse padrão significa que o movimento retomou seu curso, mas em proporções bem menores do que anterior a 2008. A RP 9 seguiu a mesma tendência, mas em extensões ainda menores.

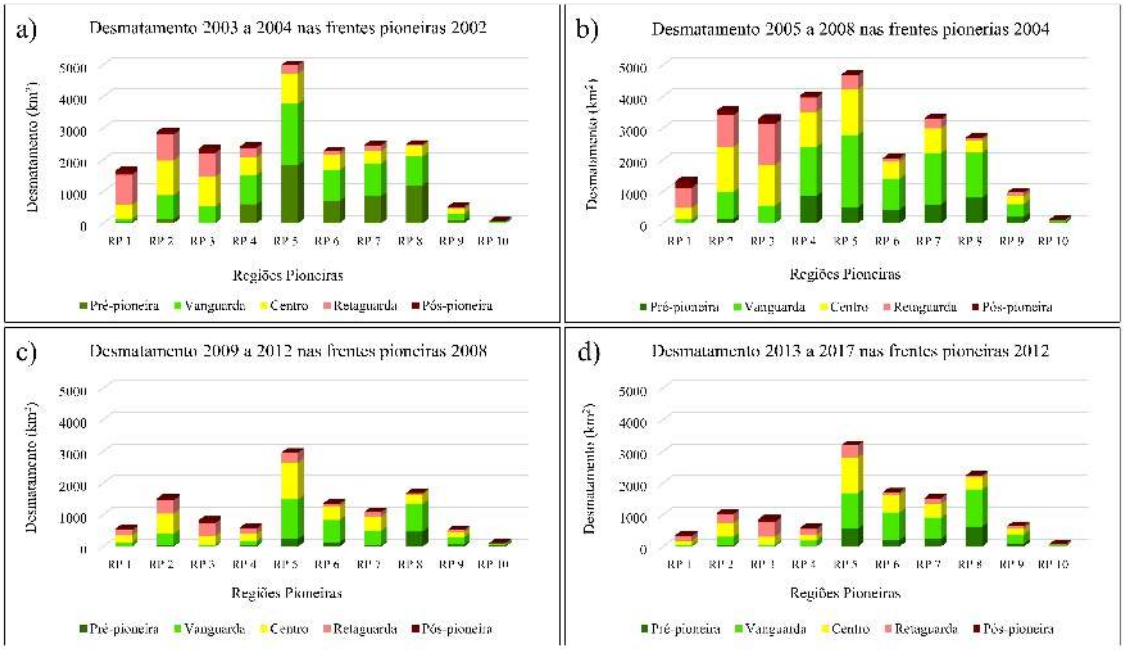

Figura 8 – Localização dos polígonos de desmatamento nas frentes pioneiras: a) desmatamento 2003 a 2004 nas frente pioneiras de 2002; b) desmatamento 2005 a 2008 nas frente pioneiras de 2004; c) desmatamento 2009 a 2012 nas frente pioneiras de 2008; d) desmatamento 2013 a 2017 nas frentes pioneiras de 2012. (Fonte: Autor).

Essa análise mostrou grandes padrões, permitindo avaliar em que medida as RPs se enquadram. Há casos em que as RPs mudaram de padrão, como a RP 4, que no período entre 2002 e 2008 se caracterizou pelo avanço da frente pioneira, pois grande parte do desmatamento ocorreu nas classes pré-pioneira e vanguarda. Já no último período, seu padrão correspondeu ao congelamento da frente pioneira, similar às RPs vizinhas da faixa oriental, com desmatamento controlado e persistente principalmente na classe retaguarda. Também a RP 3 sofreu alteração ao longo do tempo, saindo de um processo intermediário nos períodos iniciais para um processo de consolidação, juntando-se à RP 1.

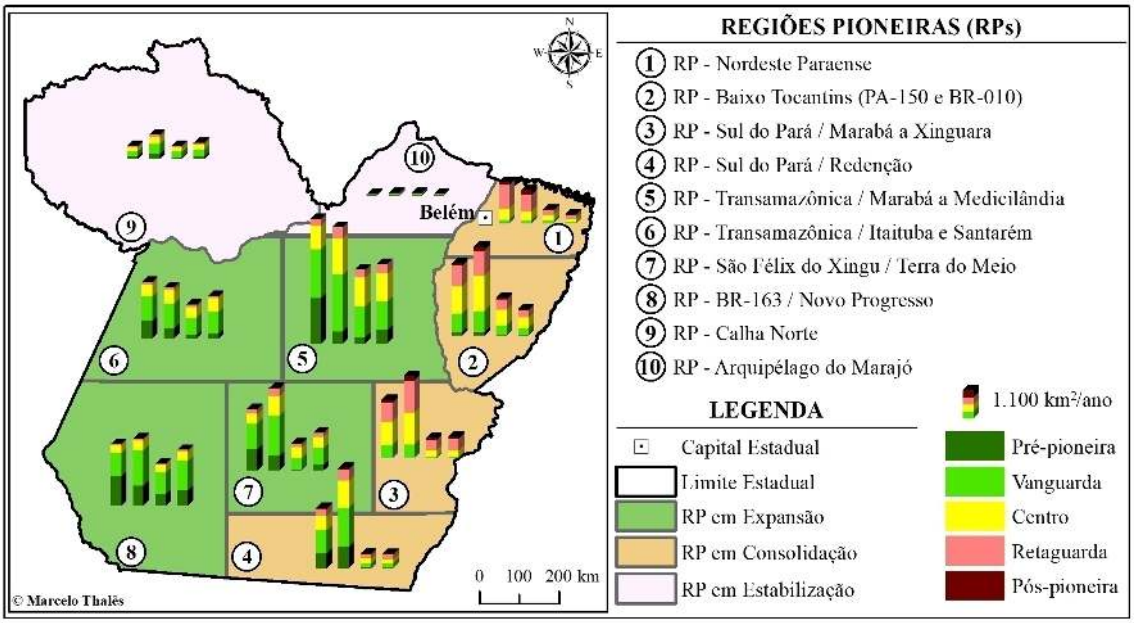

Figura 9 – Representação espacial das regiões pioneiras e dos desmatamentos nas frentes pioneiras. (Fonte: Autor).

DISCUSSÃO

O método apresentado permitiu construir cartograficamente as fases de evolução das frentes pioneiras em cinco classes e analisar a sua dinâmica espaço-temporal, identificando dez RPs e padrões associados às três maiores tendências: expansão, estabilização e consolidação. A facilidade do uso de limites ortogonais supriu a dificuldade em delimitar de forma precisa as diferentes RPs e possibilitou analisá-las individualmente e compará-las. Outras opções poderiam ser consideradas ou complementadas, como os limites municipais, caso o objetivo fosse orientar a governança local.

Ao relacionar a dinâmica dos desmatamentos com a cartografia das frentes pioneiras foi possível observar os contrastes regionais e identificar as RPs livres de desmatamentos, seja pela não disponibilidade de florestas, ou porque conseguiram poupar as existentes, àquelas RPs onde os desmatamentos de concentraram nas fases iniciais da frente pioneira (usos mais extensivos) ou às RPs caminhando para a fase pós-pioneiras (usos mais intensivos). Além disso, foi possível observar as mudanças no comportamento das regiões ao se comparar os períodos iniciais em análise, quando os desmatamentos foram mais intensos, provocando mudanças nas estruturas espaciais das frentes pioneiras, nos períodos mais recentes, a partir de 2008, quando os desmatamentos foram menos intensos.

O método exposto ajudou a interpretar melhor as causas dos desmatamentos, destacando três situações:

i) Territórios para intensificação agropecuária: Os desmatamentos persistem nas classes de centro e retaguarda, nas quais o fundiário é mais valorizado com facilidades de acesso às tecnologias agropecuárias, serviços e logísticas, a priori, mais desenvolvidas, conforme o modelo de evolução das frentes pioneiras. Nesse caso, os desmatamentos estão ligados ao processo de intensificação agropecuária, o qual pressiona as florestas localizadas nas terras de maior aptidão e melhor localização (PIKETTY et al., 2015). Essa tendência é relativamente discreta, porém sólida e afeta sobretudo as RPs 1 a 4;

ii) Territórios em expansão: Os desmatamentos ocorrem nas classes pré-pioneira e vanguarda, caracterizando uma tendência de avanço da frente pioneira nas áreas de floresta. Nesse caso, funciona como estratégia de ocupação e especulação fundiária, cuja expectativa é de apropriação a baixo custo de uma terra livre e vendê-la posteriormente, e não se trata, ou raramente, de projetos com prioridade na produção agropecuária. Essa dinâmica fundiária e de desmatamento possuem grande impacto na estrutura econômica e social do território;

iii) Territórios livres de desmatamento: Os desmatamentos foram residuais e nessa perspectiva, a RP 1 aparece como uma região integralmente pós-pioneira e a RP 10 como uma região em que os desmatamentos não avançaram. Enquanto as RPs 3, 4 e 9 têm reduzido os desmatamentos, mas ainda precisando confirmar os progressos futuros.

O método exposto, ao qualificar e quantificar os desmatamentos, pode contribuir de forma significativa para a ampliação do debate sobre a prevenção e combate ao desmatamento, indicando aonde as opções de políticas ou medidas teriam maior relevância, ou como desenhá-las em função do contexto e dos mecanismos locais de desmatamento, assim como auxiliar no desenvolvimento territorial.

Pacheco et al. (2017) afirmam da necessidade de incentivos econômicos e fomento aos produtores para se atingir um modelo de livre de desmatamento, mas reforçam a importância das medidas de comando e controle ambiental, e também consideram que as políticas públicas devem paralelamente incentivar mecanismos de desenvolvimento de menor impacto ambiental.

CONCLUSÃO

O dado anual de desmatamento se mostrou um bom indicador na construção de um modelo cartográfico das frentes pioneiras e o método tem a vantagem do uso de poucos dados e de acesso livre, analisados com ferramentas simples e de fácil entendimento, gerando transparência para os tomadores

de decisões e, até mesmos, para os não especialistas no assunto.

O método possibilitou analisar a dinâmica espaço-temporal do movimento pioneiro e os contrastes das regiões pioneiras que compõem o estado do Pará, além de qualificar o avanço do desmatamento nas classes das frentes pioneiras. Assim como, identificar os territórios ligados aos desmatamentos, onde as frentes pioneiras avançam em busca de incorporar novas áreas, ou sejam eles, ligados à intensificação agropecuária, ou mesmo livres de desmatamento.

As dinâmicas regionais observadas, considerando suas especificidades, indicam a possibilidade de construção de instrumentos de monitoramento que poderiam contribuir para as ações de controle do desmatamento e desenvolvimento do território, articulados a políticas adequadas às diferentes esferas administrativas e a coparticipação dos atores locais.

Vale ressaltar que a causalidade do desmatamento, apresentada neste estudo é definida em função da sua localização e, por esse motivo, é apenas indicativa, o que remete ainda mais a importância do conhecimento local. Do mesmo modo, torna-se necessária a complementação das análises com novos indicadores, tais como fundiários e logísticos, para uma melhor compreensão das dinâmicas regionais e auxiliar na delimitação das regiões pioneiras.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará, ao Museu Paraense Emílio Goeldi, a CAPES, aos projetos ANR-13-AGRO-0003 e TERRACERT/FTA pelo financiamento e a Ana Cristina Cordeiro Ramos pela revisão.

REFERÊNCIAS

ALBADEJO, C.; TULET, J.-C. Les fronts pionniers de l'Amazonie brésilienne: des terrains pour une analyse des relations société-territoire. In: ALBADEJO, C.; TULET, J.-C. (Eds.). Les fronts pionniers de l'Amazonie brésilienne. La formation de nouveaux territoires. Paris: L'Harmattan, 1996. p. 17–41.

ANDRADE, R. de P. "Conquistar a terra, dominar a água, sujeitar a floresta": Getúlio Vargas e a revista "Cultura Política" redescobrem a Amazônia (1940-1941). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 5, n. 2, p. 453-468, 2010.

ARIMA, E. Y. et al. Public policies can reduce tropical deforestation: lessons and challenges from Brazil. Land Use Policy, v. 41, p. 465–473, 2014.

ARVOR, D. Etude par télédétection de la dynamique du soja et de l'impact des précipitations sur les productions au Mato Grosso (Brésil). 2009. Université Rennes 2 - Haute-Bretagne, 2009.

ARVOR, D. et al. Mapping and spatial analysis of the soybean agricultural frontier in Mato Grosso, Brazil, using remote sensing data. GeoJournal, v. 78, n. 5, p. 833–850, 2013.

BARBER, C. P. et al. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. Biological Conservation, v. 177, n. 2014, p. 203–209, 2014.

BECKER, B. K. Amazônia. 2 ed. São Paulo - SP: Editora Ática, 1991.

BECKER, B. K. Amazônia: geopolítica na virada do III milênio. Rio de Janeiro-RJ: Garamound, 2004.

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

BÖRNER, J. et al. Forest law enforcement in the Brazilian Amazon: costs and income effects. Global Environmental Change, v. 29, p. 294–305, 2014.

BRITO, B. et al. Stimulus for land grabbing and deforestation in the Brazilian Amazon. Environmental Research Letters, v. 14, n. 6, p. 1-8, 2019.

BYERLEE, D.; STEVENSON, J.; VILLORIA, N. Does intensification slow crop land expansion or encourage deforestation? Global Food Security, v. 3, n. 2, p. 92–98, 2014.

COY, M.; KLINGLER, M. Frentes pioneiras em transformação: o eixo da BR-163 e os desafios socioambientais. Revista Territórios e Fronteiras, v. 7, n. 1, p. 1-26, 2014.

COY, M.; KLINGLER, M.; KOHLHEPP, G. De frontier até pós-frontier. Confins, n. 30, 2017. https://doi.org/10.4000/confins.11683.

DROULERS, M. Brésil, une géohistoire. Paris: Presses Universitaires de France, 2015.

DUBREUIL, V. et al. Paysages et fronts pionniers amazoniens sous le regard des satellites: l'exemple du Mato Grosso. Espace Geographique, v. 37, n. 1, p. 57–74, 2008.

ESCADA, M. I. S. et al. Processos de ocupação nas novas fronteiras da Amazônia: o interflúvio do Xingu/ Iriri. Estudos Avançados, v. 19, n. 54, p. 9–23, 2005.

FEARNSIDE, P. M. The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. Ecology and Society, v. 13, n. 1, 2008. https://www.jstor.org/stable/26267941.

FEARNSIDE, P. M. Business as usual: a resurgence of deforestation in the Brazilian Amazon. Yale Environment 360, p. 1–6, 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO – FUNAI. Terras indígenas do Brasil. 2018. Disponível em: http://www.funai.gov.br/index.php/servicos/geoprocessamento. Acesso em: 22 Nov. 2018.

GARRETT, R. D. et al. Intensification in agriculture-forest frontiers: land use responses to development and conservation policies in Brazil. Global Environmental Change, v. 53, p. 233–243, Nov. 2018.

GIBBS, H. K. et al. Fazendeiros e frigoríficos responderam aos acordos de desmatamento zero na Amazônia brasileira? Conservation Letters, v. 9, n. 1, p. 32–42, 2016.

GODAR, J. et al. Actor-specific contributions to the deforestation slowdown in the Brazilian Amazon. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 111, n. 43, p. 15591–15596, 2014.

GOLLNOW, F. et al. Property-level direct and indirect deforestation for soybean production in the Amazon region of Mato Grosso, Brazil. Land Use Policy, v. 78, July 2018, p. 377–385.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. Mapa temático e dados geoestatísticos das unidades de conservação federais. 2018. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s. Acesso em: 22 Nov. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Desmatamento – Amazônia Legal. 2020. Disponível em: http://terrabrasilis.dpi.inpe.br. Acesso em: 30 Jun. 2020.

LAMBIN, E. F. et al. The role of supply-chain initiatives in reducing deforestation. Nature Climate Change, v. 8, n. 2, p. 109–116, 2018.

LE TOURNEAU, F.-M.; DROULERS, M. L'Amazonie brésilienne et le développement durable. Paris: Belin, 2011.

MARTINS, J. de S. O tempo da fronteira. Retorno à controvérsia sobre o tempo histórico da frente de expansão e da frente pioneira. Tempo Social, v. 8, n. 1, p. 25–70, 1996.

MELLO, N. G. R. de; ARTAXO, P. Evolução do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal. Revista do Instituto de Estudos Brasileiros, n. 66, p. 108–129, Abr. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Download de dados geográficos. 2018. Disponível em: http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm. Acesso em: 22 Nov. 2018.

MONBEIG, P. Pionniers et planteurs de l'état de São Paulo. Paris: Armand Colin, 1952.

MONBEIG, P. Les mouvements pionniers en Amérique Latine. In: Les phénomènes de frontière dans les pays tropicaux. Paris: Éditions de l'IHEAL, 1981. p. 49–57.

MUCHAGATA, M. O papel das organizações de agricultores nas transformações recentes do uso do espaço em região de fronteira amazônica: o caso da região de Marabá. In: SAYAGO, D.; TOURRAND, J.-F.; BURSZTYN, M. (Eds.). Amazônia: cenas e cenários. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2004. p. 237–260.

PACHECO, P. et al. Beyond zero deforestation in the Brazilian Amazon: progress and remaining challenges to sustainable cattle intensification. [S.l.]: Center for International Forestry Research (CIFOR), 2017.

PACHECO, P.; POCCARD-CHAPUIS, R. The complex evolution of cattle ranching development amid market integration and policy shifts in the Brazilian Amazon. Annals of the Association of American Geographers, v. 102, n. 6, p. 1366–1390, Nov. 2012.

PACHECO, P. Agrarian reform in the Brazilian Amazon: its implications for land distribution and deforestation. World Development, v. 37, n. 8, p. 1337–1347, 2009.

PACHECO, P. Actor and frontier types in the Brazilian Amazon: assessing interactions and outcomes associated with frontier expansion. Geoforum, v. 43, n. 4, p. 864–874, 2012.

PIATTO, M.; SOUZA, L. I. de. 10 anos da moratória da soja na Amazônia: histórias, impactos e a expansão para o Cerrado. Piracicaba, SP: Imaflora, 2017.

PIKETTY, M.-G. et al. Multi-level governance of land use changes in the Brazilian Amazon: lessons from Paragominas, state of Pará. Forests, v. 6, n. 12, p. 1516–1536, 2015.

POCCARD-CHAPUIS, R. Les réseaux de la conquête. Filières bovines et structuration de l'espace sur les fronts pionniers d'Amazonie orientale brésilienne. 2004. Université de Paris X - Nanterre, 2004.

POCCARD-CHAPUIS, R et al. Os territórios de desmatamento na Amazônia. Uma análise geográfica no estado do Pará. Confins, n. 48, 2020. https://doi.org/10.4000/confins.34636.

RICHARDS, P. D.; VANWEY, L. Farm-scale distribution of deforestation and remaining forest cover in Mato Grosso. Nature Climate Change, v. 6, n. 4, p. 418–425, 2016.

RODRIGUES, A. S. L. et al. Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. Science, v. 324, n. 5933, p. 1435–1437, 2009.

SCHMINK, M. et al. From contested to 'green' frontiers in the Amazon? A long-term analysis of São Félix do Xingu, Brazil. The Journal of Peasant Studies, v. 46, n. 2, p. 377–399, 2019.

SILVA, R. G. da C. Amazônia globalizada: da fronteira agrícola ao território do agronegócio – o exemplo de Rondônia. Confins, n. 23, 2015. https://doi.org/10.4000/confins.9949.

STRAND, J. et al. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon forest's ecosystem services. Nature Sustainability, v. 1, n. 11, p. 657–664, 2018.

THALÊS, M.; POCCARD-CHAPUIS, R. Dinâmica espaço-temporal das frentes pioneiras no estado do Pará. Confins, n. 22, 2014. https://doi.org/10.4000/confins.9860.

THÉRY, H. Rondônia, mutations d'un territoire fédéral en Amazonie brésilienne. 1976. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 1976.

THÉRY, H. Brésil: franges pionnières d'hier et d'aujourd'hui. In: ZAGEFKA, Polymnia (Ed.). Amérique latine 2006. Paris: La Documentation Française, 2006. p. 113–129.

THÉRY, H. Des frontières pionnières. L'Archicube, v. 13, p. 194–204, 2012.

WEIHS, M.; SAYAGO, D.; TOURRAND, J.-F. Dinâmica da fronteira agrícola do Mato Grosso e implicações para a saúde. Estudos Avançados, v. 31, n. 89, p. 323–338, 2017.