

TIPOLOGIA DOS MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA LEGAL

Ana Luisa Malatesta de Campos¹
Weslem Rodrigues Faria²
Viviani Silva Lírio³

Resumo: Este artigo teve o objetivo de identificar uma tipologia de municípios da Amazônia Legal com base em indicadores de desmatamento, econômicos, de produção agrícola, de desenvolvimento e pobreza, infraestrutura básica de moradia e mortalidade infantil. Foram considerados os 760 municípios que fazem parte do PRODES e uma base de dados com 24 variáveis para o ano de 2017. A caracterização dos municípios foi realizada a partir da implementação de dois métodos multivariados: a análise fatorial e a análise de agrupamentos. Os resultados da análise fatorial indicaram uma adequação de seis fatores para a análise, sintetizando informações sobre o grau de Desmatamento e condicionantes, Desenvolvimento médio, Escala rural, Escala econômica, Infraestrutura de moradia e Mortalidade infantil dos municípios. A análise de agrupamentos identificou quatro grupos distintos. Um dos grupos estaria mais relacionado a um perfil associado ao maior nível de desmatamento, juntamente com os maiores valores do PIB, população, produção agrícola e indicadores de desenvolvimento, educação, emprego e infraestrutura de moradia mais positivos e menor pobreza e taxa de mortalidade infantil. No entanto, foi identificado outro grupo de municípios também caracterizados por alto desmatamento, com nível inferior a aquele grupo, associado aos menores valores de PIB, produção agrícola e indicadores de desenvolvimento.

Palavras-chave: Amazônia Legal. Desmatamento. Aspectos multidimensionais

TYOLOGY OF THE MUNICIPALITIES OF THE LEGAL AMAZON

Abstract: This article aimed to identify a typology of municipalities in the Legal Amazon based on indicators of deforestation, economic, agricultural production, development and poverty, basic housing infrastructure and infant mortality. The 760 municipalities that are part of PRODES and a database with 24 variables for the year 2017 were considered. The characterization of the municipalities was carried out based on the implementation of two multivariate methods: factor analysis and cluster analysis. The results of the factor analysis indicated an adequacy of six factors for the analysis, synthesizing information on the degree of Deforestation and conditions, Average development, Rural scale, Economic scale, Housing infrastructure and Infant mortality in the municipalities. The cluster analysis identified four distinct groups. One of the groups would be more related to a profile associated with the highest level of deforestation, together with the highest values of GDP, population, agricultural production and more positive development, education, employment and housing indicators and lower poverty and infant mortality rate. However, another

¹ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, Viçosa, Brasil, ana.malatesta@ufv.br, <https://orcid.org/0000-0001-7033-4127>

² Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Economia, Juiz de Fora, Brasil, weslem.faria@ufjf.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-4398-3321>

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, Viçosa, Brasil, vsilrio@ufv.br, <https://orcid.org/0000-0001-6806-819X>

group of municipalities was also identified, characterized by high deforestation, with a level lower than that group, associated with lower values of GDP, agricultural production, and development indicators.

Keywords: Legal Amazon. Deforestation. Multidimensional aspects

TIPOLOGÍA DE LOS MUNICIPIOS DE LA AMAZONIA LEGAL

Resumen: Este artículo tuvo como objetivo identificar una tipología de municipios de la Amazonía Legal con base en indicadores de deforestación, economía, producción agrícola, desarrollo y pobreza, infraestructura básica habitacional y mortalidad infantil. Se consideraron los 760 municipios que forman parte del PRODES y una base de datos con 24 variables para el año 2017. La caracterización de los municipios se realizó con base en la implementación de dos métodos multivariados: análisis factorial y análisis de conglomerados. Los resultados del análisis factorial indicaron una adecuación de seis factores para el análisis, sintetizando información sobre el grado de Deforestación y condiciones, Desarrollo promedio, Escala rural, Escala económica, Infraestructura habitacional y Mortalidad infantil en los municipios. El análisis de conglomerados identificó cuatro grupos distintos. Uno de los grupos estaría más relacionado con un perfil asociado con el mayor nivel de deforestación, junto con los valores más altos de PIB, población, producción agrícola y desarrollo más positivo, indicadores de educación, empleo y vivienda y menor pobreza y mortalidad infantil. Sin embargo, también se identificó otro grupo de municipios, caracterizado por una alta deforestación, con un nivel más bajo que ese grupo, asociado a menores valores de PIB, producción agrícola e indicadores de desarrollo.

Palabras clave: Amazonia legal. Deforestación. Aspectos multidimensionales

Introdução

O conceito da Amazônia Legal foi instituído pelo governo brasileiro como forma de planejar e promover o desenvolvimento socioeconômico dos estados da região amazônica, que historicamente compartilham os mesmos desafios econômicos, políticos e sociais. Trata-se de uma área de 5.015.068 km², que corresponde a cerca de 58,9% do território do Brasil. Tal região, além de abrigar todo o bioma da Amazônia, ainda contém 20% do bioma cerrado e parte do pantanal mato-grossense. Apesar de sua grande extensão territorial, a região possui apenas 21.056.532 habitantes, ou seja, 12,4% da população nacional e a menor densidade demográfica do país (IBGE, 2019b). Para integrar uma região sempre pouco povoada e pouco desenvolvida, a Lei 1.806, de 06/01/1953 criou a (hoje extinta) Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) e anexou à Amazônia Brasileira os estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso.

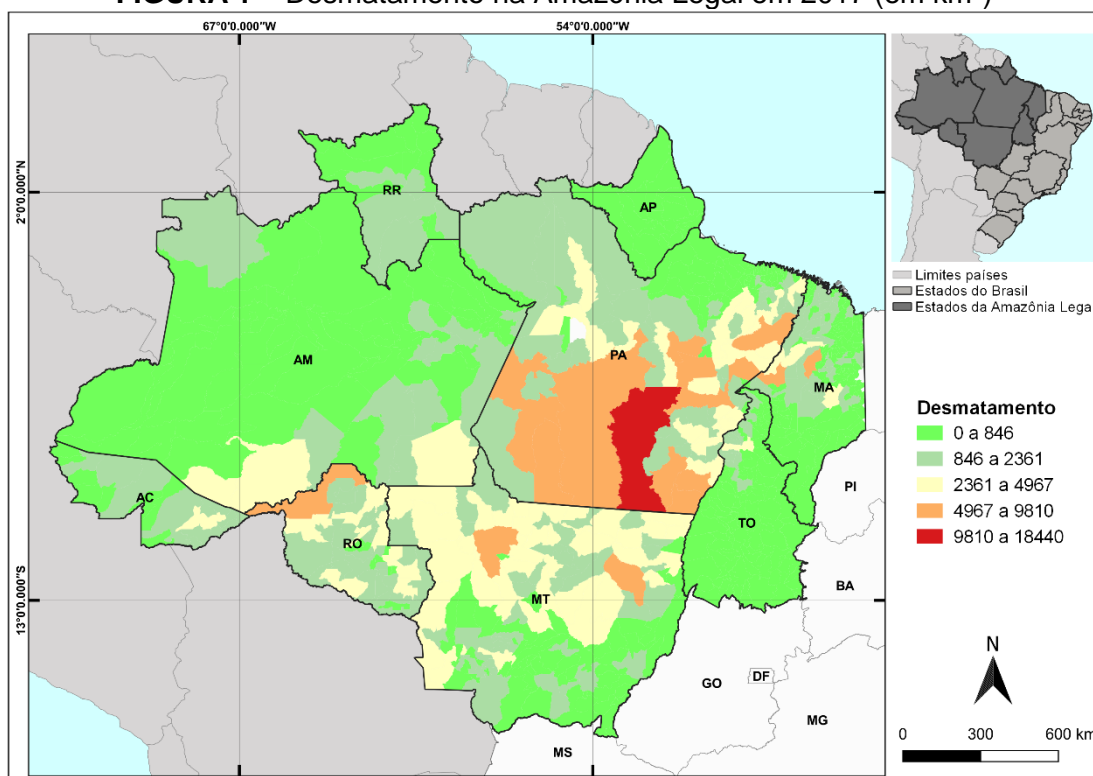
Os limites da Amazônia Legal foram estendidos várias vezes em consequência de mudanças na divisão política do país. A sua forma atual conta com nove estados brasileiros, são eles Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e, por meio da SPVEA, alguns esforços se concentraram no sentido de combater o subdesenvolvimento econômico da região. Em 1966, a SPVEA foi substituída pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), órgão que além de coordenar e supervisionar programas e planos de outros órgãos federais, muitas vezes os elaborava e executava.

Amazônia Legal é muitas vezes confundida com a floresta amazônica, que é um dos maiores biomas do mundo, situado na América do Sul, e possui uma extensão de aproximadamente 7 mil km², distribuídos em nove países, entre eles, Brasil, Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Equador, Suriname, Guiana e Guiana Francesa. A maior parte está situada em território brasileiro. Nela, habita aproximadamente 40 mil espécies de plantas, mais de 400 mamíferos, 1300 espécies de pássaros e milhões de insetos. Além de garantir a sobrevivência do povo, fornecendo alimentação, moradia e medicamentos, a Amazônia tem uma relevância que vai além de suas fronteiras. É fundamental no equilíbrio climático global e influencia diretamente o regime de chuvas do Brasil e da América Latina. Gera um serviço ambiental que é importante tanto localmente como globalmente, que inclui a conservação da biodiversidade, a manutenção do estoque de carbono, a regulação dos ciclos hidrológicos, entre outros (FEARNSIDE, 1997).

Neste sentido, uma das principais questões que surge sobre a Amazônia Legal é a preservação das áreas de floresta, em particular, o avanço do desmatamento. O desmatamento é um processo que afeta principalmente países em desenvolvimento. Em muitos países desenvolvidos, a área florestal está estabilizada e até cresceu durante o século passado. Contudo, nos países em desenvolvimento as florestas têm diminuído quase pela metade (DAVIES, 1982). De acordo com as estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a taxa de desmatamento dos países tropicais de 1990 a 1995 foi de aproximadamente 0,71% ou 12,6 milhões de hectares a cada ano comparado com o número mundial de 0,3% ou 11,3 milhões hectares no mesmo período. Desde 1990, a estimativa é de que houve uma perda de cobertura de floresta de cerca de 420 milhões de hectares. Entre 2015 e 2020, a taxa de desmatamento foi estimada

em 10 milhões de hectares por ano, abaixo dos 16 milhões de hectares por ano na década de 1990. A área de floresta primária em todo o mundo diminuiu em mais de 80 milhões de hectares desde 1990 (FAO; UNEP, 2020). Os impactos do desmatamento incluem a perda de biodiversidade, a redução da ciclagem da água (e da precipitação) e contribuições para o aquecimento global (FEARNSIDE, 2005). O mapa da Figura 1 apresenta a área desmatada dos municípios da Amazônia Legal em 2017. Os destaques em termos de maior desmatamento são os municípios localizados em toda região centro-sul do Pará e região centro-norte do Mato Grosso.

FIGURA 1 – Desmatamento na Amazônia Legal em 2017 (em km²)



Org.: Elaborada pelos autores.

A superexploração dos recursos da floresta é guiada, na maioria das vezes, por interesses econômicos. Desde a abertura comercial do Brasil no início da década de 1990, mercados internacionais de madeira e *commodities* tem guiado o desmatamento na região. A principal conclusão empírica com atenção aos guias do desmatamento nos países em desenvolvimento vem de Allen e Barnes (1985), Angelsen e Kaimowitz (1999), Barbier (2001) e Dinda (2004) que documentaram evidências substanciais de que o desmatamento tende a ser maior quando as terras florestais são mais acessíveis, quando os preços das *commodities* e da madeira são altos, quando os salários rurais são baixos e quando existem oportunidades para o comércio (FARIA, ALMEIDA, 2016).

A pecuária e, mais recentemente, o capital intensivo da produção de soja para o abastecimento do mercado internacional tem sido um dos principais fatores de pressão sobre a floresta tropical brasileira. Segundo FAO e UNEP (2017), a agricultura de larga escala, observada no contexto do agronegócio, envolvendo principalmente as produções de soja e palmeira do dendê e a criação de gado corresponderam por cerca de 40% do desmatamento de floresta tropical no mundo entre 2000 e 2010. De fato, estudos como o de Walker et al. (2000) e Müller-Hansen et al. (2019) indicaram que a intensificação da pecuária tende a conduzir a maior desmatamento na Amazônia Legal. Desde 2006, com a implementação da moratória da soja, a expansão da produção tem ocorrido em áreas de pastagens. No entanto, de acordo Barona et al. (2010), mesmo assim, no período subsequente ao acordo, houve expansão da área de produção de soja advinda do desmatamento. Silva e Lima (2018) identificaram um total de 54 municípios do Mato Grosso que descumpriram a moratória da soja entre 2009 e 2016, totalizando um desmatamento de cerca de 59.972 há. Além do desmatamento direto para a produção de soja, as evidências indicam que existe uma estratégia dos produtores de primeiro implantar áreas de pastagens na terra recém desmatada, porque seria menos custoso transformar, na sequência, áreas de pastagens em áreas para produção de soja do que implantar diretamente a soja após desmatar a floresta. Essa estratégia também seria um pano de fundo para atender a moratória da soja.

Outro ponto debatido sobre a Amazônia Legal é questão da definição dos direitos de propriedade e insegurança quanto à posse da terra. Na região existe incentivo por parte de ocupantes para desmatar e logo iniciar uma atividade produtiva, caso contrário sua terra poderia ser expropriada ou mesmo tomada por outros ocupantes (FEARNSIDE, 2001). Assim, o direito de propriedade mal definido e insegurança quanto a posse da terra tenderia estimularia a superexploração dos recursos. De fato, a literatura tem apontado essa relação (MENDELSON, 1994; FERREIRA, 2004; SANT'ANNA; YOUNG, 2010).

O desmatamento pode também estar relacionados com o nível de comércio internacional praticado pelas regiões caracteristicamente compostas por florestas (BARBIER, 2000). López (1997), Arcand et al. (2008) e Leblois et al. (2017) encontraram evidências de que maior nível de comércio, podendo ser em termos de política tarifária ou grau de abertura, estaria associado ao aumento do desmatamento. Para a Amazônia Legal, resultados em concordância com essas

evidências foram encontrados por Ferreira (1994) e Faria e Almeida (2016). Dentre outros determinantes do desmatamento, Binswanger (1991) indicou que, em geral, políticas fiscais, especialmente incentivos fiscais, em função da terra e do sistema de crédito agrícola, aceleram o desmatamento na Amazônia. Essas políticas tendem a aumentar o tamanho das propriedades de terra e diminuir a chance de os produtores menores virarem fazendeiros. Hargrave and Kis-Katos (2013), por exemplo, encontraram uma relação positiva entre crédito rural e desmatamento na Amazônia Legal. Assim, algumas disposições fiscais e jurídicas no Brasil historicamente podem ter encorajado o desmatamento na região.

A relação entre desmatamento e indicadores de desenvolvimento, pobreza, e outros como infraestrutura de moradia foi muito pouco explorada comparado com os demais indicadores mencionados anteriormente, principalmente para a Amazônia Legal. Um dos trabalhos que teve de verificar a relação entre desmatamento e desenvolvimento foi Koop e Tole (2001). Esse trabalho avaliou a relação indicadores de desenvolvimento, como o índice de gini, e desmatamento para um conjunto de países. A conclusão desse trabalho indicou essa relação depende do nível das desigualdades do país. Países mais desiguais passariam por avanços em termos de desenvolvimento associados a maior nível de desmatamento. Jha e Bawa (2006) avaliaram a relação entre desmatamento e IDH para um conjunto de países e concluíram que o sinal dessa relação dependeria do crescimento populacional. Barros e Stege (2019) encontraram evidência sobre a existência da curva de Kuznets ambiental para a região do MATOPIBA, Brasil. Por fim, vale destacar o trabalho de Faria et al. (2019) que teve o objetivo de verificar como aspectos socioeconômicos estariam associados ao desmatamento na Amazônia Legal. Esse trabalho utilizou uma estratégia de combinada entre análise fatorial e análise comparativa qualitativa (QCA). Os principais resultados desse trabalho indicaram que maior desenvolvimento, número de estabelecimentos em que produtor é ocupante e maior população rural estariam mais consistentemente relacionados a maior desmatamento.

Assim, o objetivo principal deste artigo é identificar uma tipologia de municípios da Amazônia Legal. Não foi encontrado na literatura trabalhos que tiveram esse objetivo. Tal análise tem como principal fundamento e motivação as questões particulares e inerentes à região, principalmente com relação ao desmatamento, que é uma das variáveis centrais para caracterizar os municípios da

região. Foi utilizado um conjunto de 24 variáveis para captar as questões multidimensionais presentes na região, cobrindo os aspectos de meio ambiente (desmatamento), econômicos, de produção e áreas agrícolas, de desenvolvimento, educação, emprego, pobreza, infraestrutura de moradia e mortalidade infantil. A utilização dessas variáveis cobrindo esses aspectos multidimensionais representa uma das principais contribuições deste artigo. As variáveis utilizadas são relativas ao ano de 2017. Foram considerados os 760 municípios que fazem parte do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES).

Para alcançar tal objetivo, foram utilizadas as técnicas de análise fatorial e análise de agrupamentos. O primeiro método foi utilizado para fornecer índices sintéticos baseados nas comunalidades das variáveis. Esses índices foram utilizados na análise de agrupamentos, realizada para identificar perfis de municípios. A principal contribuição deste artigo para a literatura, portanto, reside justamente na identificação de distintos grupos de municípios, considerando os seus diferentes perfis em termos de desmatamento e demais indicadores utilizados na análise como os de cunho econômico e de desenvolvimento. A principal hipótese deste artigo é que existe na Amazônia Legal municípios com diferentes perfis em termos das variáveis consideradas. Um resultado esperado é que municípios que possuíam maior produção agrícola, maior PIB e indicadores mais positivos em termos de desenvolvimento estariam também associados a maior desmatamento.

Além desta introdução, este artigo possui mais três seções. A próxima seção apresenta a metodologia, bem como a fonte de dados e a descrição das variáveis utilizadas. A terceira seção apresenta e discute os resultados. A última seção fornece as considerações finais.

Metodologia

Para alcançar o principal objetivo, que consiste em gerar uma tipologia dos municípios da Amazônia Legal com base em indicadores multidimensionais, foram utilizados dois métodos multivariados: a análise fatorial e a análise de agrupamentos (*cluster* multivariado). A análise fatorial tem a função principal de reduzir o número original de variáveis de forma que esses fatores independentes extraídos possam explicar, de forma simples e reduzida, as variáveis originais. O método de análise fatorial é uma técnica estatística multivariada usada para representar relações

complexas entre conjuntos de variáveis. No modelo de análise fatorial, cada uma das variáveis pode ser definida como uma combinação linear dos fatores comuns que irão explicar a parcela da variância de cada variável, mais um desvio que resume a parcela da variância total não explicada por estes fatores (HAIR et al., 2009).⁴ O modelo de análise fatorial a partir da matriz de correlação relaciona linearmente as variáveis padronizadas Z e os m fatores comuns desconhecidos:

$$Z_1 = l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \epsilon_1 \quad (1)$$

⋮

$$Z_p = l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \epsilon_p \quad (2)$$

ou em notação matricial:

$$D(X - \mu) = LF + \epsilon \quad (3)$$

em que D é uma matriz diagonal $p \times p$ formada pelos inversos da variância de cada variável. $F_{m \times 1}$ é um vetor aleatório que contém m fatores não observáveis ($1 \leq m \leq p$). O modelo assume que as variáveis Z_i estão relacionadas linearmente com novas variáveis aleatórias F_j (fatores). l_{ij} (*loading*) é o coeficiente da i -ésima variável padronizada Z_i no j -ésimo fator F_j e representa o grau de relacionamento linear entre Z_i e F_j . As informações das p variáveis originais padronizadas Z são representadas por $(p+m)$ variáveis não observáveis (ϵ e F).

A interpretação dos fatores originais F_1, F_2, \dots, F_m pode não ser trivial devido a valores próximos dos coeficientes l_{ij} em vários fatores diferentes (violação da ortogonalidade dos fatores). De forma a solucionar esse problema, realiza-se uma transformação ortogonal dos fatores originais em busca de estruturas mais simples. A rotação ortogonal preserva a orientação original entre os fatores, mantendo-os perpendiculares. Neste artigo foi utilizada a rotação VARIMAX. Os coeficientes l_{ij} (matriz L) foram estimados pelo método dos componentes principais. Assim, o

⁴ A análise fatorial analisa a variância comum, ao contrário do método de componentes principais que se baseia na variância total das variáveis. Para o presente estudo optou-se pela análise fatorial em que a matriz de correlação apresenta estimativas de comunalidades na diagonal. Uma vez que o artigo analisa questões de desenvolvimento, a análise da variabilidade comum dos indicadores informa adicionalmente a importância relativa de cada um na variância comum.

primeiro fator corresponde com a maior proporção da variabilidade comum e assim por diante. Pode-se descrever as etapas desenvolvidas na análise fatorial da seguinte forma geral:

- a) cálculo da matriz de correlação de todas as variáveis;
- b) determinação do número e extração dos fatores;
- c) rotação dos fatores, transformando-os com a finalidade de facilitar a sua interpretação;
- d) seleção de um número de fatores de acordo com o critério do autovalor (fatores com raízes características maiores do que um) ou que considere uma proporção adequada da variância comum;
- e) cálculo dos escores fatoriais.

Os escores fatoriais foram utilizados na análise de agrupamentos (segundo método) para identificar a presença de grupos heterogêneos de municípios.

O segundo método utilizado foi a análise de agrupamentos, que é por natureza uma análise exploratória que busca identificar grupos dissimilares dentro de uma amostra maior. Nesses termos, com tal análise é possível sintetizar o número de dados, apontar os valores extremos (*outliers*) e sugerir hipóteses sobre a relação das variáveis. O seu algoritmo agrupa os indivíduos, municípios neste caso, similares em categorias iguais a partir k variáveis associadas. O critério de agrupamento dos indivíduos se dá com base na sua proximidade, indicada por uma métrica de similaridade. Aqui utilizamos a mais usual, a saber, a distância euclidiana, que é expressa da seguinte forma:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (4)$$

em que $X_i = (x_{i,1}, x_{i,2}, x_{i,3}, \dots, x_{i,k})$ e $X_j = (x_{j,1}, x_{j,2}, x_{j,3}, \dots, x_{j,k})$, são vetores de atributos. A análise de agrupamentos é subdividida em uma abordagem hierárquica e uma de partição. Neste artigo foi adotado exclusivamente o método hierárquico, o que significa dizer que os indivíduos são agrupados sequencialmente de acordo com suas semelhanças, formando subgrupos e grupos de acordo com as influências das suas similaridades encontradas em cada estágio. Dentre as técnicas hierárquicas disponíveis, optou-se pelo método de Ward, que é baseado no método de mínima

variância. Nesse método cada elemento é considerado como um único conglomerado e em cada passo do algoritmo de agrupamento, o cálculo da soma de quadrados dentro de cada conglomerado é o quadrado da distância euclidiana de cada elemento pertencente ao conglomerado em relação ao correspondente vetor de médias do conglomerado,

$$SS_i = \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)' (X_{ij} - \bar{X}_i) \quad (5)$$

em que n_i é o número de elementos no conglomerado C_i no passo k do processo de agrupamento, X_{ij} é o vetor de observações do j -ésimo elemento do i -ésimo conglomerado, \bar{X}_i médio é o centróide do conglomerado C_i e SS_i é a soma de quadrados no conglomerado C_i . No passo k , a soma de quadrados total dentro dos grupos é:

$$SSR = \sum_{i=1}^{g_k} SS_i \quad (6)$$

em que g_k é o número de grupos no passo k . A distância entre os conglomerados C_l e C_i é a soma dos quadrados entre os agrupamentos C_l e C_i ,

$$d(C_l, C_i) = \left[\frac{n_l n_i}{n_l + n_i} \right] (\bar{X}_l - \bar{X}_i)' (\bar{X}_l - \bar{X}_i) \quad (7)$$

Essa medida de distância é a diferença entre o valor de SSR depois e antes de combinar os agrupamentos C_l e C_i num único conglomerado, e em cada passo o método combina os 2 agrupamentos que resultam no menor valor de SSR. Contudo, a distância usada no método de Ward considera a diferença dos tamanhos dos conglomerados comparados. Quanto maiores forem os valores de n_l e n_i e a diferença entre eles, maior será o valor do fator de ponderação, aumentando a distância entre os centroides dos conglomerados comparados. O método de Ward não depende de os dados advirem de uma população com distribuição normal, basta que as p -variáveis sejam quantitativas e passíveis, portanto, do cálculo de médias.

Fonte de dados e descrição das variáveis

Procurou-se formar a base de dados com indicadores que fossem representativos das inter-relações socioeconômica, ambiental e demográficas que ocorrem em nível municipal da região Amazônica. A base de dados é composta por 24 variáveis que foram obtidas em quatro fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Todas as informações correspondem ao ano de 2017 para 760 municípios da Amazônia Legal. O ano de 2017 foi escolhido por ser o mais recente em termos de disponibilidade conjunta dos dados das variáveis, especialmente os dados do Censo Agropecuário 2017 e dados dos indicadores de desenvolvimento como o IDHM. A Tabela 1 apresenta a nomenclatura, a descrição e as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas.

A possibilidade de usar os dados do Censo Agropecuário 2017 representa um dos principais pontos positivos do banco de dados utilizado, uma vez que indicadores precisos sobre área dos estabelecimentos agrícolas e *status* da propriedade da terra, que são obtidos desse Censo, são variáveis tradicionalmente relacionadas ao desmatamento (FEARNSIDE, 2001; 2017; ARAUJO et al., 2009; PACHECO, 2009). Por sua vez, essa variável é um dos principais indicadores para caracterizar a Amazônia Legal.

A primeira variável utilizada para caracterizar os municípios da Amazônia legal é o desmatamento. Essa variável refere-se à área de floresta desmatada do município até o ano de análise estimada pelo PRODES (INPE, 2020). Para as questões na esfera econômica foram utilizadas as variáveis PIB e importações. As importações foram incluídas por serem menos correlacionadas com o PIB do que as exportações. Aspectos econômicos podem ter forte ligação com características específicas da região (e.g. desmatamento), o que pode contribuir para uma caracterização mais abrangente dos municípios (KAIMOWITZ; ANGELSEN, 1998; FARIA; ALMEIDA, 2016). Os dados sobre as importações foram obtidos no portal Comex Stat sobre as estatísticas de comércio exterior do Brasil (MDIC, 2021). Os dados sobre o PIB foram extraídos do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) sobre o PIB dos municípios (IBGE, 2020b). A variável população foi

adicionada para contemplar a dimensão demográfica dos municípios e foi obtida no canal Estimativas de População 2020 do IBGE sobre a população municipal residente estimada (IBGE, 2020a).

Para a questão da propriedade da terra foi utilizada área dos estabelecimentos agrícolas cujo produtor é proprietário da terra. A questão dos direitos de propriedade na região da Amazônia Legal é amplamente discutida. Uma das principais discussões envolve o debate se os direitos de propriedade são ou não bem definidos na região (FEARNSIDE, 2001; ARAUJO et al., 2009; BRITO; BARRETO, 2010; MCALPINE et al., 2009; BARRETO, 2010). Além disso, existe a discussão de como grau de fragilidade na definição dos direitos de propriedade afetam o desmatamento (FERREIRA, 2004; ARAUJO et al., 2009). Portanto, a utilização do indicador da área dos estabelecimentos em que produtor é o proprietário legal da terra cobre essa dimensão. A área total dos estabelecimentos agrícolas também foi adicionada para caracterizar os municípios da região. A ideia é verificar o perfil do tamanho das propriedades agrícolas da região e sua relação com as demais dimensões (e.g. desmatamento). Essas variáveis de propriedade da terra foram obtidas do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019a).

Foram utilizadas duas variáveis para indicar o nível de acesso a técnicas mais avançadas de produção. A primeira é o número de estabelecimentos com existência de energia elétrica. O acesso à energia elétrica é um fator que pode aumentar a produtividade dos estabelecimentos agrícolas. Para a região isso pode significar menor pressão sobre o desmatamento. Além disso, o acesso à energia elétrica pode ser um substituto ao uso de biomassa, o que também pode contribuir para a redução do desmatamento (TANNER, 2017). Por outro lado, o acesso à energia elétrica pode indicar novas oportunidades econômicas, o que contribuiria, na média, para o aumento do desmatamento. A outra variável é o número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários. Essa variável complementa a variável de acesso à energia elétrica e pode contribuir para caracterizar a região em razão dos efeitos que o acesso a máquinas e tratores pode desempenhar sobre indicadores socioeconômicos e ambientais. De fato, Daum et al. (2020) encontraram evidências de que maior mecanização, por exemplo, pode estar associada a maior desmatamento. Ambas as variáveis foram obtidas do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019a).

Outras variáveis utilizadas para caracterizar a região acerca da produção agrícola foram o número de cabeças de bovinos, área de pastagens, produção de soja em grão, área colhida de soja e área colhida total. Essas variáveis são tradicionais na avaliação das causas do desmatamento (CHOMITZ; THOMAS, 2003; PFAFF et al., 2007; DINIZ et al., 2009; ARAUJO et al., 2009; RIVERO et al., 2009). A inclusão das áreas de produção de soja e de pastagem tem como objetivo verificar a associação dessas variáveis com a demais dimensões, além de contribuir para caracterizar a região e para a discussão acerca da fronteira agrícola (FEARNSIDE, 1991; MARGULIS, 2003; SOARES-FILHO et al., 2005). Essas cinco variáveis foram obtidas do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019a).

Por fim, foram consideradas variáveis para cobrir os aspectos de desenvolvimento, educação, estrutura básica de moradia, pobreza e emprego. Essas variáveis conjuntamente representam a principal contribuição para o presente estudo, em termos relativos, no que diz respeito à caracterização dos municípios da Amazônia Legal. Contemplar fatores que tem influência no desenvolvimento social da região Amazônia pode contribuir para o melhor entendimento sobre a caracterização de seus municípios (FEARNSIDE, 1997; EBELING, 2008).

Para o desenvolvimento foi utilizado o IDHM. Como não há informação disponível do IDHM para ao nível de municípios para o ano de 2017 adotou-se a hipótese de que a evolução do IDHM dos municípios foi proporcional em relação à evolução do IDHM médio do seu respectivo estado. Para construir esse indicador ao nível de municípios para a região foram utilizados dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011) e do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2017). Para a educação foram utilizados os Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) para os anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º ano) e para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano). Ambas as variáveis são do Censo Escolar 2013-2017 e foram obtidas Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2020).

As variáveis de infraestrutura básica de moradia utilizadas foram o percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água adequado, percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem coleta de lixo adequada e percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo adequados. Apesar dessas variáveis serem referentes ao Cadastro Único 2014-2017, elas captam a situação de maior

vulnerabilidade com relação a essa dimensão e cobre tanto moradias urbanas quanto rurais. Essas variáveis foram obtidas Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2020). A variável grau de formalização do emprego - 18 anos ou mais foi utilizada como proxy para caracterizar a região incluindo informação sobre emprego. Isso foi escolhido em detrimento de informações da RAIS que podem não informar adequadamente a condição de emprego na região. Essa variável foi construída de forma análoga ao IDHM a partir de informações do Censo Demográfico 2010 e do portal Síntese de Indicadores Sociais (SIS) do IBGE (2020c).

A dimensão pobreza foi considerada com a inclusão das variáveis percentual de pobres no Cadastro Único pós Bolsa Família, percentual de vulneráveis à pobreza no Cadastro Único pós Bolsa Família e percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único que recebem Bolsa Família. Essas variáveis fazem parte do Cadastro Único 2014-2017 e foram obtidas Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2020). Por fim, tem-se a consideração da taxa de mortalidade infantil. Essa variável releva aspectos relacionados à cuidados com saúde, o que pode contribuir para a caracterização da região também. Essa variável está disponível no DATASUS 2013-2017 e foi obtida no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2020).

Tabela 1 – Descrição das variáveis e estatísticas descritivas dos indicadores selecionados dos municípios da Amazônia Legal – 2017

| Variável | Descrição | Média | Desvio-padrão | Mínimo | Máximo |
|----------|--|---------|---------------|--------|----------|
| Desm | Área desmatada (em Km ²) | 1032,20 | 1508,38 | 0,00 | 18440,20 |
| Pop | População (em mil habitantes) | 35,18 | 112,83 | 0,93 | 2130,26 |
| PIB | Produto Interno Bruto (em mil R\$) | 753,47 | 3450,00 | 18,50 | 73225,45 |
| Imp | Importações (em milhões R\$) | 63,60 | 1040,00 | 0,00 | 27252,05 |
| Aterra | Área total dos estabelecimentos agrícolas (em mil hectares) | 171,68 | 234,16 | 0,00 | 2462,09 |
| Aprop | Área dos estabelecimentos agrícolas cujo produtor é proprietário (em mil hectares) | 154,96 | 219,68 | 0,00 | 2390,89 |
| Maqtr | Número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários | 279,26 | 451,81 | 0,00 | 4380,00 |
| Energ | Número de estabelecimentos com existência de energia elétrica | 816,81 | 853,15 | 22,00 | 9928,00 |
| Boi | Número de cabeças de bovinos (em mil unidades) | 112,27 | 173,44 | 0,02 | 2240,50 |
| Apasto | Área de pastagens (em mil hectares) | 91,14 | 126,34 | 0,05 | 1648,97 |
| Soja | Soja em grão produzida (em mil toneladas) | 49,35 | 170,49 | 0,00 | 2157,60 |
| Asoja | Área colhida de soja (em mil hectares) | 15,30 | 51,54 | 0,00 | 620,00 |
| Acolh | Área colhida total (em mil hectares) | 26,79 | 89,47 | 0,00 | 1205,63 |

| | | | | | |
|----------|---|-------|-------|-------|-------|
| IDHM | Índice de desenvolvimento humano municipal | 0,66 | 0,07 | 0,45 | 0,84 |
| IDEB_ai | Índice de Desenvolvimento da Educação Básica para os anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º ano) | 4,79 | 0,91 | 2,70 | 7,30 |
| IDEB_af | Índice de Desenvolvimento da Educação Básica para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano) | 3,95 | 0,85 | 2,00 | 6,00 |
| Pcusa | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água adequado | 43,67 | 23,42 | 2,61 | 98,68 |
| Pcusi | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem coleta de lixo adequada | 38,91 | 21,00 | 1,47 | 99,31 |
| Pcuss | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo adequados | 27,52 | 17,51 | 0,34 | 83,60 |
| Gform | Grau de formalização do emprego - 18 anos ou mais | 32,63 | 15,69 | 2,68 | 83,83 |
| Ppobres | Percentual de pobres no Cadastro Único pós Bolsa Família | 72,79 | 18,37 | 17,28 | 99,04 |
| Pvpobrez | Percentual de vulneráveis à pobreza no Cadastro Único pós Bolsa Família | 86,76 | 10,36 | 40,87 | 99,66 |
| PBF | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único que recebem Bolsa Família | 73,05 | 16,61 | 18,69 | 97,07 |
| Mortinf | Taxa de mortalidade infantil (número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos) | 17,71 | 9,24 | 2,85 | 90,91 |

Org.: Elaborada pelos autores com base nos dados compilados pelo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2020), IBGE (2011, 2019a, 2019b, 2020a, 2020b, 2020c), INPE (2020) e MDIC (2021).

Resultados

O principal objetivo do estudo é obter uma tipologia dos municípios da Amazônia Legal que melhor descreve a região no ano de 2017. De forma preliminar, percebe-se que os municípios da Amazônia Legal apresentaram o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) médio de 0,66, nível abaixo do nacional médio de 2017 que foi de 0,77. Os municípios da Amazônia Legal possuíam um PIB municipal médio igual a R\$ 753 milhões, valor menor do que a média nacional para o mesmo ano (R\$ 1182,31 milhões).

A técnica multivariada de análise fatorial procura descrever as interdependências das variáveis originais, cujas características comuns ou comunalidades são extraídas dos coeficientes de uma matriz de correlação. Dessa maneira, a eficiência do método está relacionada à magnitude e significância estatística das correlações entre as variáveis originais, sejam as mesmas positivas ou negativas. Altas correlações entre certas variáveis devem reproduzir cargas fatoriais e comunalidades altas em certos fatores latentes.

Por outro lado, caso a matriz de correlação revele, na grande maioria, coeficientes não significativamente diferentes de zero, isso deve gerar fatores comuns formados por variáveis com variâncias específicas altas. Nestes casos, as

variáveis não seriam bem explicadas por esses respectivos fatores. Por esta razão, Hair *et al.* (2009) recomenda uma análise prévia da matriz de correlação. A Tabela 2 mostra os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis utilizadas para caracterizar os municípios da Amazônia Legal. De um total de 276 coeficientes da matriz de correlação, cerca de 70% dos valores foram estatisticamente significativos a pelo menos 1%, o que é um indicativo de que a estrutura de dados desta pesquisa é adequada para a análise fatorial. O desmatamento (Desm), por exemplo, é correlacionado positivamente com quase todas as variáveis, exceto Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo adequados (Pcusl) e indicadores de pobreza (Ppobres, Pvpobrez e PBF) e mortalidade infantil (Mortinf).

CAMPOS, FARIA, LÍRIO

Tabela 2 – Matriz correlação das variáveis originais

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
|-------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|----|--|
| 1 Desm | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Pop | 0,11* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 PIB | 0,09* | 0,95* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Imp | 0,01 | 0,76* | 0,84* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 Aterra | 0,70* | 0,024 | 0,05 | -0,08 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Aprop | 0,71* | 0,035 | 0,05 | -0,08 | 0,99* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 Maqtr | 0,40* | 0,021 | 0,10* | 0,01 | 0,69* | 0,67* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 Energ | 0,47* | 0,20* | 0,14* | 0,05 | 0,34* | 0,35* | 0,14* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 Boi | 0,78* | 0,058 | 0,05 | -0,03 | 0,79* | 0,80* | 0,43* | 0,46* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 Apasto | 0,86* | 0,077 | 0,06 | -0,07 | 0,81* | 0,82* | 0,43* | 0,45* | 0,93* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 Soja | 0,18* | -0,07 | 0,06 | 0,00 | 0,42* | 0,38* | 0,84* | -0,07 | 0,05 | 0,07 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 Asoja | 0,16* | -0,08 | 0,07 | 0,00 | 0,40* | 0,36* | 0,83* | -0,08 | 0,04 | 0,05 | 0,98* | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 Acolh | 0,17* | -0,05 | 0,06 | 0,00 | 0,42* | 0,39* | 0,85* | -0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,99* | 0,98* | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 14 IDHM | 0,09 | 0,23* | 0,27* | 0,11* | 0,26* | 0,25* | 0,47* | 0,01 | 0,21* | 0,14* | 0,33* | 0,33* | 0,33* | 1 | | | | | | | | | | | |
| 15 IDEB_ai | 0,10* | 0,07 | 0,11* | 0,05 | 0,21* | 0,20* | 0,37* | 0,06 | 0,19* | 0,13* | 0,26* | 0,25* | 0,26* | 0,53* | 1 | | | | | | | | | | |
| 16 IDEB_af | 0,061 | 0,04 | 0,08 | 0,04 | 0,15* | 0,14* | 0,31* | 0,07 | 0,17* | 0,09* | 0,20* | 0,20* | 0,20* | 0,44* | 0,70* | 1 | | | | | | | | | |
| 17 Pcusa | 0,22* | -0,05 | -0,09* | -0,03 | 0,05 | 0,074 | -0,20* | 0,34* | 0,19* | 0,18* | -0,22* | -0,22* | -0,22* | -0,41* | -0,21* | -0,16* | 1 | | | | | | | | |
| 18 Pcusl | -0,06 | -0,19* | -0,22* | -0,0* | -0,1* | -0,16* | -0,35* | 0,12* | -0,12* | -0,11* | -0,25* | -0,25* | -0,25* | -0,63* | -0,36* | -0,29* | 0,57* | 1 | | | | | | | |
| 19 Pcuss | 0,04 | -0,15* | -0,18* | -0,03 | -0,05 | -0,01 | -0,22* | 0,26* | 0,01 | 0,01 | -0,17* | -0,17* | -0,17* | -0,53* | -0,25* | -0,17* | 0,77* | 0,81* | 1 | | | | | | |
| 20 Gform | 0,13* | 0,17* | 0,24* | 0,09 | 0,34* | 0,32* | 0,56* | -0,06 | 0,26* | 0,20* | 0,42* | 0,41* | 0,42* | 0,78* | 0,50* | 0,43* | -0,40* | -0,66* | -0,50* | 1 | | | | | |
| 21 Ppobres | -0,12* | -0,01 | -0,08 | -0,03 | -0,33* | -0,31* | -0,56* | 0,05 | -0,28* | -0,20* | -0,41* | -0,39* | -0,41* | -0,67* | -0,53* | -0,48* | 0,29* | 0,53* | 0,35* | -0,73* | 1 | | | | |
| 22 Pvpobrez | -0,08 | 0,02 | -0,06 | -0,02 | -0,29* | -0,27* | -0,54* | 0,07 | -0,24* | -0,17* | -0,41* | -0,39* | -0,41* | -0,65* | -0,50* | -0,45* | 0,30* | 0,50* | 0,33* | -0,70* | 0,96* | 1 | | | |
| 23 PBF | -0,11* | -0,03 | -0,10* | -0,03 | -0,30* | -0,29* | -0,51* | 0,03 | -0,30* | -0,21* | -0,36* | -0,34* | -0,36* | -0,67* | -0,53* | -0,46* | 0,29* | 0,51* | 0,34* | -0,73* | 0,94* | 0,95* | 1 | | |
| 24 Mortinf | -0,12* | -0,08 | -0,06 | -0,02 | -0,06 | -0,06 | -0,10* | -0,18* | -0,08 | -0,08 | -0,06 | -0,06 | -0,06 | -0,09* | -0,10* | -0,058 | -0,02 | 0,05 | 0,02 | -0,02 | -0,03 | -0,02 | -0,02 | 1 | |

Org.: Elaborada pelos autores.

Nota: * Indica que os coeficientes são significativos a pelos menos 1%.

Tabela 3 reporta os resultados da análise fatorial pelo método de componentes principais. O teste de esfericidade de Bartlett foi significativo, indicando que matriz de correlação entre as variáveis é estatisticamente diferente da matriz identidade de mesma ordem. Em geral, comunalidade das variáveis foram elevadas. Das 24 variáveis consideradas, 16 apresentadas valor acima de 0,80. O valor do critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) foi igual a 0,84. Essa medida representa um indicativo sobre quão adequada a análise fatorial é aos dados utilizados. Essa medida varia entre 0 e 1. Valores mais próximos de 1 indicam que maior proporção da variância das variáveis contidas no banco de dados é explicada pelas próprias variáveis contidas no banco de dados. Normalmente, valores acima de 0,70 indicam que a análise fatorial é adequada (MINGOTI, 2005; JOHNSON; WICHERN, 2007).

O número de fatores selecionados satisfaz os dois critérios tradicionais. O primeiro é o critério de Kaiser, em que os fatores selecionados são aqueles cujos autovalores excedem a unidade, de modo que cada fator retido represente pelo menos a informação de uma variável original. O segundo é a seleção dos fatores que, quando acumulados, conseguem captar pelo menos da 70% da variabilidade do vetor aleatório. Com base em ambos os critérios se decidiu pela seleção de seis fatores, que conjuntamente representam 84,6% da variância das variáveis. A Tabela 3 também fornece as cargas fatoriais já rotacionadas pelo método Varimax de Kaiser⁵.

As cargas fatoriais do primeiro fator sintetizam os aspectos dos municípios relativos ao nível desmatamento, área total dos estabelecimentos agrícolas, área dos estabelecimentos agrícolas cujo produtor é proprietário, número de estabelecimentos com existência de energia elétrica, número de cabeças de bovinos e área de pastagens. O fato dessas variáveis se associarem na formação de um fator indica maior relação em termos de variabilidade de seus dados. Além disso, as variáveis que compõem esse fator seriam aquelas que são mais importantes para caracterizar os municípios da região, uma vez que explicam uma proporção maior da variância dos dados (34,0%). Esse fator reúne alguns dos responsáveis “tradicionais” do desmatamento, além da própria área desmatada, como áreas

⁵ A rotação PROMAX foi realizada alternativamente e verificou-se robustez dos resultados em relação à rotação VARIMAX.

agrícolas e criação de gado. Devido a esse resultado, tal fator foi denominado “Desmatamento e condicionantes” (Tabela 3 e Figura 2: Painel A).

Os coeficientes relativos a esse fator indicam que quanto maior a área desmatada maior é a área dos estabelecimentos agrícolas e maior é área dos estabelecimentos cujo produtor é o proprietário (Tabela 3). De fato, Fearnside (2001, 2017) tem indicado que propriedades maiores podem estar associadas a maior desmatamento, uma vez que quanto maior a área da terra maior a probabilidade de ela ser desmatada para extrair algum retorno econômico, principalmente por meio da agricultura e pecuária. Associado a isso, na região é comum grande a especulação do valor da terra para manter algum retorno dela, mesmo sem realizar nenhuma atividade econômica produtiva. A alocação da terra por meio de reforma ou política pública tem sido apontada como uma forma de restringir o tamanho das propriedades para reduzir o desmatamento (BINSWANGER, 1991; PACHECO, 2009).

A relação positiva entre o desmatamento e a área dos estabelecimentos cujo produtor é o proprietário indica que mesmo quando o status da propriedade é bem definida os incentivos ao desmatamento são positivos (Tabela 3). Esse resultado de certa forma complementa o estudo de Araujo et al. (2009) que encontrou evidências de que direitos de propriedade mal definidos estariam associados a maior desmatamento na Amazônia. De outra forma, mesmo quando se tem direitos de propriedade bem definidos tem-se maior desmatamento. A diferença reside nos incentivos que estão resultado em maior desmatamento. A ideia é que no caso dos direitos de propriedade mal definidos, o produtor incorreria em risco moral e exploraria os recursos florestais da área de forma predatória. No caso dos direitos de propriedade bem definidos, os produtores teriam incentivos econômicos mais planejados em termos de atividades a serem desenvolvidas, mas que também resultariam em maior desmatamento.

Ainda com relação ao primeiro fator, tem-se que essas variáveis de áreas e desmatamento também estariam positivamente relacionadas com criação de boi e áreas de pastagens (Tabela 3). Esse resultado é tradicional na literatura acerca dos determinantes do desmatamento (ALLEN; BARNES, 1985; ANGELSEN; KAIMOWITZ, 1999; BRANDÃO et al., 2006; FARIA; ALMEIDA, 2016; FEARNSIDE, 2017). O primeiro uso da terra após o desmatamento é para criação de gado, em muitos casos. Muitos produtores inclusive utilizam essa estratégia como passo

intermediário para converter as áreas de pastagens em áreas para produzir soja. O principal motivo da implantação de áreas de pastagens após o desmatamento é o custo relativamente baixo ao que seria para produzir alguma lavoura temporária. Normalmente, tem-se práticas extensivas de produção. De acordo com Fearnside (2017), a criação de gado também é utilizada na área para obter direitos sobre a posse da terra e até mesmo para acessar crédito. A relação positiva dessas variáveis já mencionadas com acesso à energia elétrica era esperada, uma vez que as variáveis estão sendo medidas em termos de áreas, basicamente (Tabela 3). Assim, tem-se que quanto maior o acesso à energia elétrica maior é a área desmatada. Esse resultado indica que os incentivos e oportunidades econômicas geradas pelo acesso à energia elétrica de certa forma se sobressairia aos efeitos produtividade e substituição da biomassa. Esse resultado é uma evidência oposta à encontrada por Tanner e Johnston (2017).

O Painel A da Figura 2 mostra o mapa com a distribuição espacial dos escores do fator “Desmatamento e condicionantes”. Quanto maior são os valores mais intensas são as cores. Isso ocorre de forma predominante no Mato Grosso e na porção centro-sul do Pará. Nessas regiões concentram-se a maior parcela da área desmatada da Amazônia Legal (ver Figura 1), além dos estabelecimentos agrícolas com as maiores áreas.

O segundo fator é formado por aspectos locais relacionados ao grau de desenvolvimento dos municípios da Amazônia Legal observados pelas variáveis IDHM, de educação, grau de formalização do emprego e indicadores de pobreza do Cadastro Único. Assim, tal fator foi denominado “Desenvolvimento médio”. Tal fator contribui com 17,7% da variância das variáveis e indica que quanto maior o IDHM, valores dos indicadores educacionais e de formalização do emprego menor tende a ser os percentuais de pobreza dos municípios da região (Tabela 3). A adição dessa dimensão representa uma das principais contribuições deste estudo, uma vez que a literatura tradicional sobre a Amazônia Legal foca basicamente na análise dos determinantes do desmatamento, sem avaliar fatores relacionados ao “desenvolvimento” como IDHM e pobreza (FARIA et al., 2019). O mapa da Figura 2: Painel B mostra a distribuição espacial dos escores fatoriais desse fator. Nesse mapa, quanto maior os valores dos escores maior o IDHM, indicadores educacionais e de formalização do emprego e menor os percentuais de pobreza. Isso ocorre basicamente na região centro-sul do Mato Grosso, Tocantins, nordeste do

Amazonas e Amapá. Quase todo o restante da região possui escore negativo, incluindo quase todo o estado do Pará.

O terceiro fator engloba variáveis relacionadas à produção de soja, em termos de área e quantidade produzida, área colhida total, que indica o total de área utilizada para a produção de culturas agrícolas, e número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários. Percebe-se que esse fator, que contribui com 12,1% da variância das variáveis, resume as principais informações relativas à escala rural dos municípios da região. Assim, tal fator foi denominado “Escala rural” e indica que maior é a área colhida, maior tende a ser a área destinada à soja e maior é a produção de soja e uso de máquinas e implementos (Tabela 3). Weinhold et al. (2013) pontuou os custos de oportunidade associados ao crescimento da produção de soja na região. De fato, maior parte da produção de soja estaria relacionada às grandes propriedades. Logo, políticas que possam estimular a produção de soja de forma desequilibrada entre grandes e pequenos produtores poderiam aumentar as desigualdades na região. A Figura 2: Painel C mostra a distribuição espacial dos escores desse fator e observa-se que basicamente os maiores valores encontram-se na região mais central do Mato Grosso, onde se tem maior produção de soja e áreas utilizadas na agricultura, de forma associada com práticas mais intensivas de produção dentro do contexto do agronegócio.

O quarto fator associa população às variáveis econômicas utilizadas, PIB e importações. Esse fator contribui com 9,8% da variância dos dados e remete à escala econômica e demográfica dos municípios da região. Tem-se que os valores das cargas fatoriais associam essas variáveis de forma positiva. Quanto maior é o valor de uma variável maior tende o valor das outras duas. Assim, tal fator foi denominado de “Escala econômica” (Tabela 3). A análise dos escores desse fator indicam que os municípios que possuem maior escala econômica estão também localizados na porção central do Mato Grosso. Novamente, tal resultado é decorrente do agronegócio presente na região, que estimula fortemente a economia local. Percebe-se valores maiores, mas de forma isolada, no Amazonas, relativo à Manaus, e no Pará, relativo à Belém. Em um nível menor de escala econômica estão alguns municípios do norte do Pará e Maranhão, principalmente. Esses municípios associam economia de tamanho relativamente médio para a região, mas com volumes populacionais relativamente maiores (Figura 2: Painel D).

O quinto fator associa as variáveis de acesso à infraestrutura básica de moradia da população do Cadastro Único, que conjuntamente correspondem à 6,4% da variância das variáveis (Tabela 3). Com isso, tal fator foi denominado “Infraestrutura de moradia”. O mapa da Figura 2: Painel E mostra a distribuição dos escores desse fator na Amazônia Legal. Considerando a população do Cadastro Único, que é uma população em situação de vulnerabilidade, na média, quase metade da população não tem abastecimento adequado de água e coleta de lixo (ver Tabela 1). De acordo com esse mapa, a situação de infraestrutura básica de moradia para essa população mais vulnerável é relativamente mais homogênea, sendo mais precária na região centro-sul do Pará.

Por fim, tem-se o sexto fator formado apenas pela variável taxa de mortalidade infantil. Tal fator representa 4,7% da variância das variáveis e foi denominado “Mortalidade infantil”. O fato dessa variável constituir um fator pode indicar um peso grande dessa variável para caracterizar a região, sendo de forma distinta da forma com que as demais variáveis contribuem para isso (Tabela 3). O local onde há indicativo de maior taxa de mortalidade infantil é o oeste do Amazonas e sul de Rondônia, mas valores altos são recorrentes em todos os estados (Figura 2: Painel F).

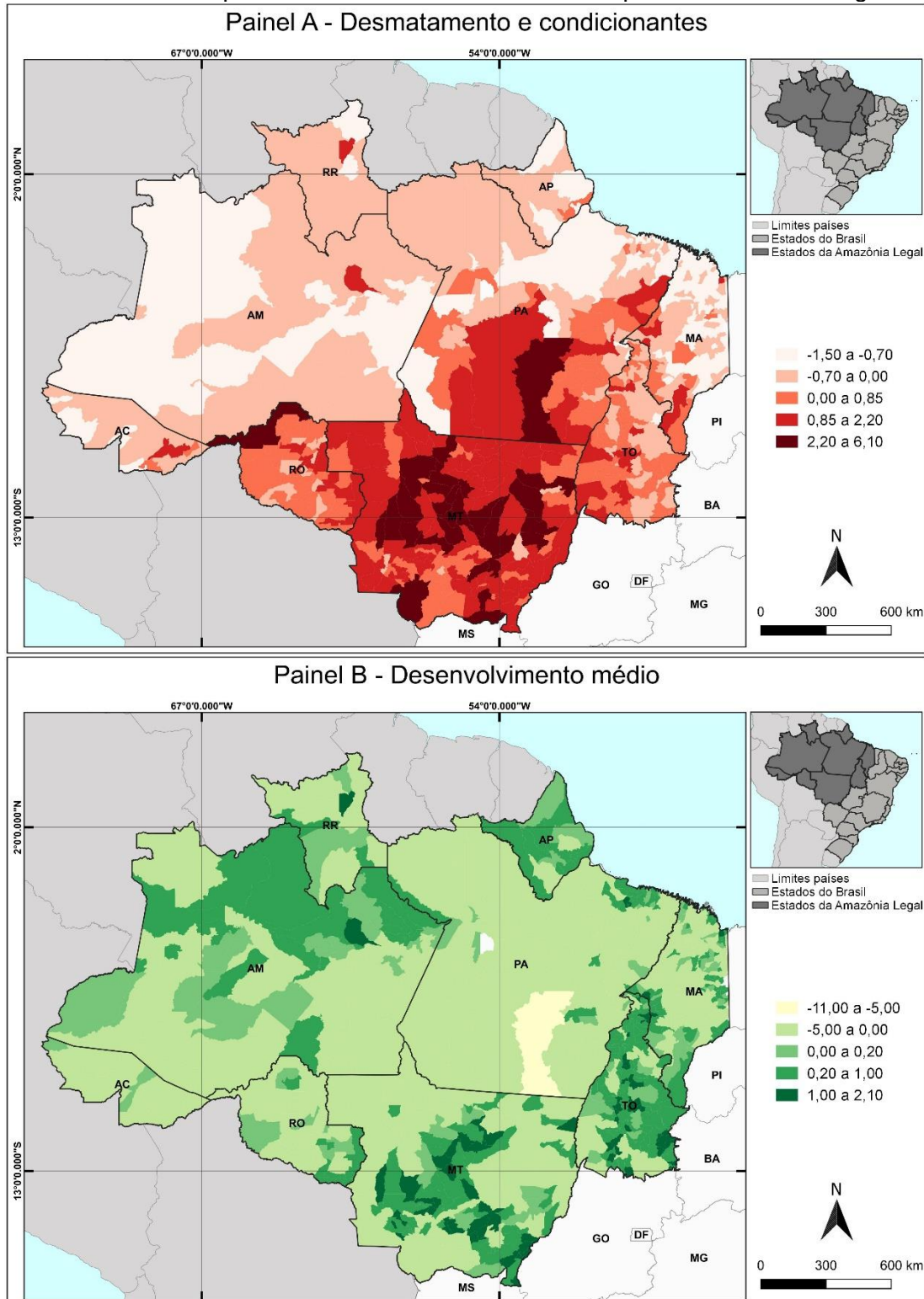
Tabela 3 – Resultado da Análise Fatorial

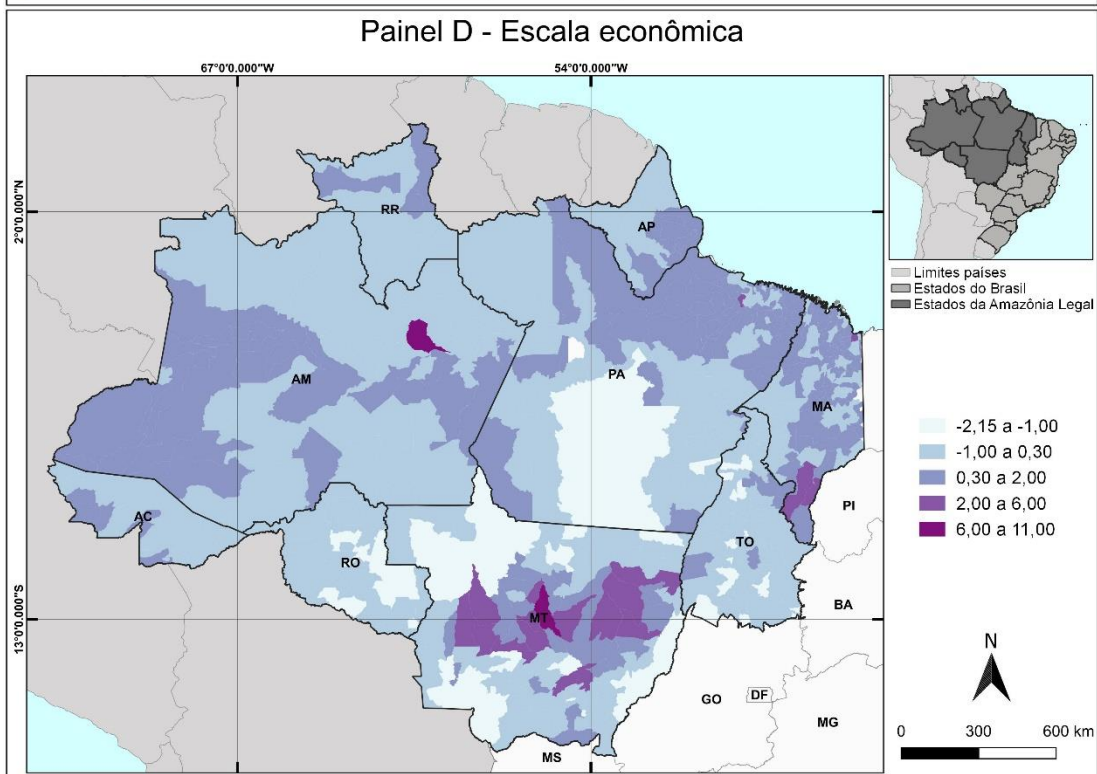
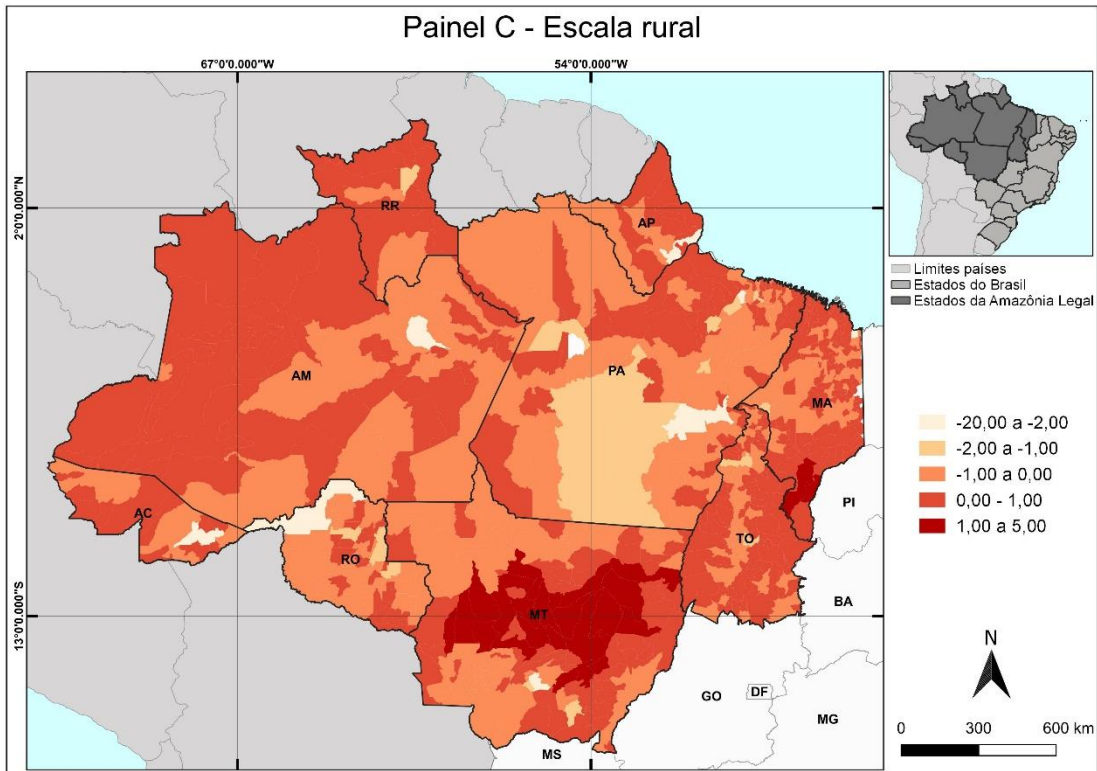
| Variável | Descrição | Fatores | | | | | | Comunalidades |
|----------|---|---------|--------|-------|---|---|---|---------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Desm | Área desmatada (em Km ²) | 0,875 | | | | | | 0,793 |
| Aterra | Área total dos estabelecimentos agrícolas (em mil hectares) | 0,867 | | | | | | 0,903 |
| Aprop | Área dos estabelecimentos agrícolas cujo produtor é proprietário (em mil hectares) | 0,880 | | | | | | 0,898 |
| Energ | Número de estabelecimentos com existência de energia elétrica | 0,521 | | | | | | 0,562 |
| Boi | Número de cabeças de bovinos (em mil unidades) | 0,935 | | | | | | 0,918 |
| Apasto | Área de pastagens (em mil hectares) | 0,968 | | | | | | 0,945 |
| IDHM | Índice de desenvolvimento humano municipal | | 0,655 | | | | | 0,732 |
| IDEB_ai | Índice de Desenvolvimento da Educação Básica para os anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º ano) | | 0,701 | | | | | 0,686 |
| IDEB_af | Índice de Desenvolvimento da Educação Básica para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano) | | 0,690 | | | | | 0,647 |
| Gform | Grau de formalização do emprego - 18 anos ou mais | | 0,672 | | | | | 0,764 |
| Ppobres | Percentual de pobres no Cadastro Único pós Bolsa Família | | -0,875 | | | | | 0,906 |
| Pvpobrez | Percentual de vulneráveis à pobreza no Cadastro Único pós Bolsa Família | | -0,870 | | | | | 0,886 |
| PBF | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único que recebem Bolsa Família | | -0,883 | | | | | 0,889 |
| Maqtr | Número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários | | | 0,788 | | | | 0,928 |
| Soja | Soja em grão produzida (em mil toneladas) | | | 0,974 | | | | 0,988 |
| Asoja | Área colhida de soja (em mil hectares) | | | 0,971 | | | | 0,977 |
| Acolh | Área colhida total (em mil hectares) | | | 0,974 | | | | 0,989 |

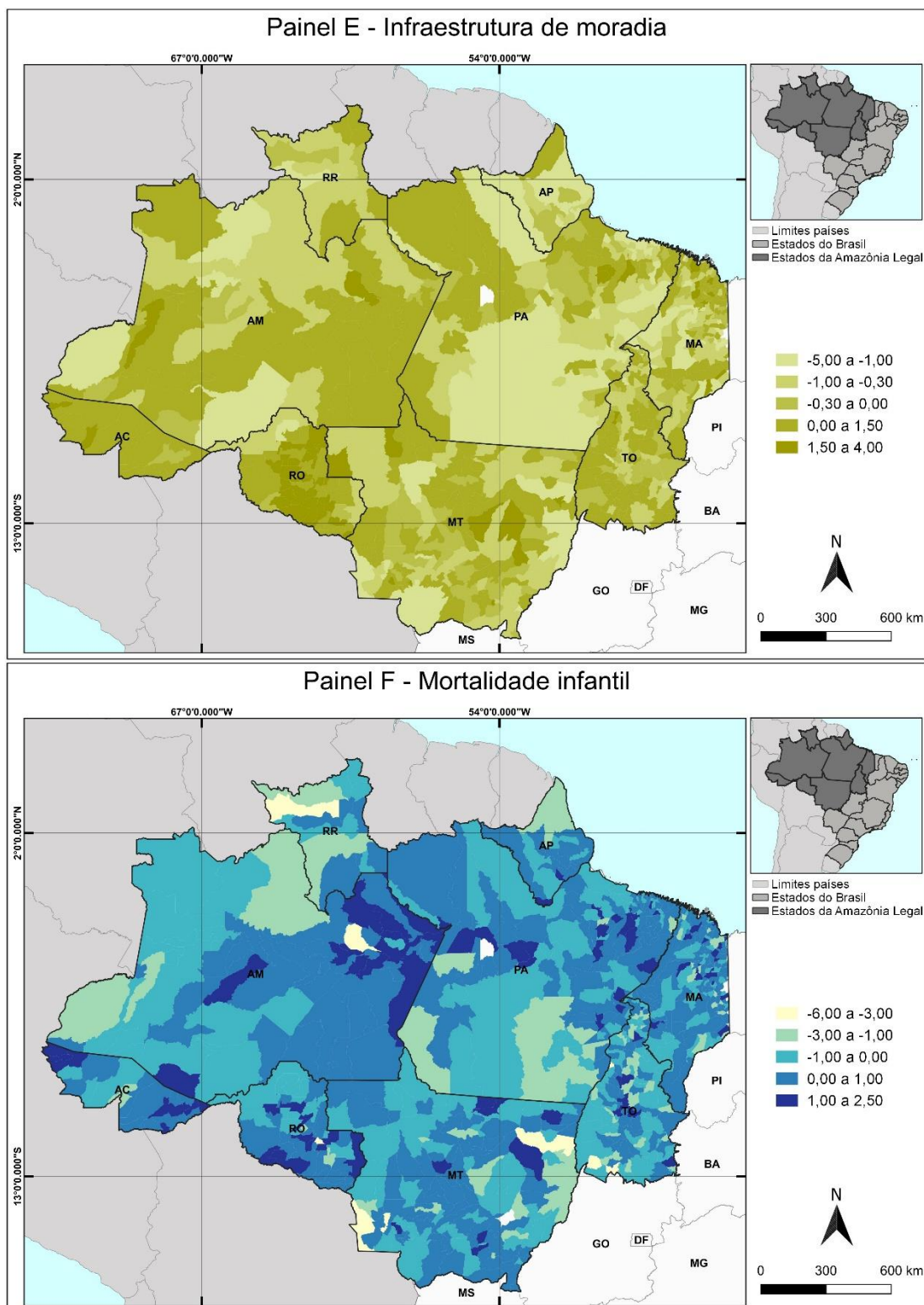
| | | | | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Pop | População (em mil habitantes) | | | | | | | 0,954 | 0,925 |
| PIB | Produto Interno Bruto (em mil R\$) | | | | | | | 0,976 | 0,969 |
| Imp | Importações (em milhões R\$) | | | | | | | 0,910 | 0,833 |
| Pcusa | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água adequado | | | | | | | 0,814 | 0,761 |
| Pcusi | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem coleta de lixo adequada | | | | | | | 0,785 | 0,814 |
| Pcuss | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo adequados | | | | | | | 0,925 | 0,909 |
| Mortinf | Taxa de mortalidade infantil (número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos) | | | | | | | -0,807 | 0,685 |
| Autovalores | | 8,156 | 4,244 | 2,897 | 2,341 | 1,528 | 1,139 | | |
| Proporção da variância acumulada | | 0,340 | 0,517 | 0,637 | 0,735 | 0,799 | 0,846 | | |
| Teste de esferecidade de Bartlett: 2846,90 (p-value = 0,000) | | | | | | | | | |
| Kaiser-Meyer-Olkin (KMO): 0,843 | | | | | | | | | |

Org.: Elaborada pelos autores.

Nota: Valores dos coeficientes abaixo de 0,5 foram omitidos.

FIGURA 2 – Mapas dos escores fatoriais dos municípios da Amazônia Legal





Org.: Elaborada pelos autores.

Para auxiliar a constatação de uma tipologia acerca das características dos municípios da Amazônia Legal, utilizou-se a técnica de agrupamento hierárquico aglomerativo. A análise de agrupamentos foi utilizada para associar os municípios de acordo com o grau de similaridade entre eles obtido com base nas 24 variáveis utilizadas na análise. Essa técnica tende a agrupar municípios similares entre si nos

mesmos grupos, sendo que distintos grupos formados tendem a ser dissimilares entre si. Os resultados dessa análise obtidos pelo método aglomerativo hierárquico de Ward indicou a formação de quatro grupos. Esses resultados são apresentados pela Figura 3 e Tabela 4. A Figura 3 mostra a localização espacial dos municípios de cada grupo e a Tabela 4 mostra a média de cada variável de cada grupo. A análise conjunta da Figura 3 e da Tabela 4 permite identificar o perfil de cada grupo com base nos indicadores considerados.

O Grupo 1 é formado por 210 municípios de um total de 760 municípios da Amazônia Legal considerados, ou 27,63% dos municípios da região. No mapa da Figura 3 esses municípios estão representados pela cor vermelha clara e compreendem municípios localizados no Mato Grosso, exceto região central, quase todo o território de Rondônia, uma parte da porção sul do Amazonas metade centro-sul do Pará e centro do Tocantins (Figura 3). Tais municípios, em média e em termos relativos à região como um todo, possuem elevado desmatamento, a segunda maior população, PIB intermediário, segundo maior tamanho das áreas de produção agrícola, o maior número de estabelecimentos com existência de energia elétrica, o maior número de cabeças de bovinos, indicadores intermediários de desenvolvimento, pobreza e infraestrutura de moradia (inferiores apenas aos do Grupo 2). Possuem também a menor taxa de mortalidade infantil da região (Tabela 4). Assim, tal grupo é formado por municípios que caracteristicamente possuem elevado desmatamento e alto número de bovinos e áreas de pastagens. Em muitos casos, a etapa seguinte ao desmatamento da área é a criação de gado, uma vez que exige menos recursos para implementar algum processo de produção do que uma cultura temporária, por exemplo (FEARNSIDE, 2017). Além disso, o aumento da criação de gado pode ser devido a incentivos mais forte do lado da demanda (WALKER et al., 2013).

O Grupo 2 é formado por 36 municípios (ou 4,74% dos municípios da região). Os municípios que formam esse grupo estão localizados principalmente na região central do Mato Grosso (Figura 3). Na média, os municípios desse grupo são caracterizados pelo maior desmatamento da região, assim como pelos maiores valores do PIB, população, importações, produção agrícola e áreas, exceto de pastagens. Possuem também os indicadores mais positivos em termos de desenvolvimento, educação, pobreza, infraestrutura de moradia e emprego. A taxa de mortalidade infantil é apenas um pouco inferior à da Grupo 1. Em resumo, o Grupo 1 é o mais rico da região, a atividade econômica é mais desenvolvida e os indicadores de

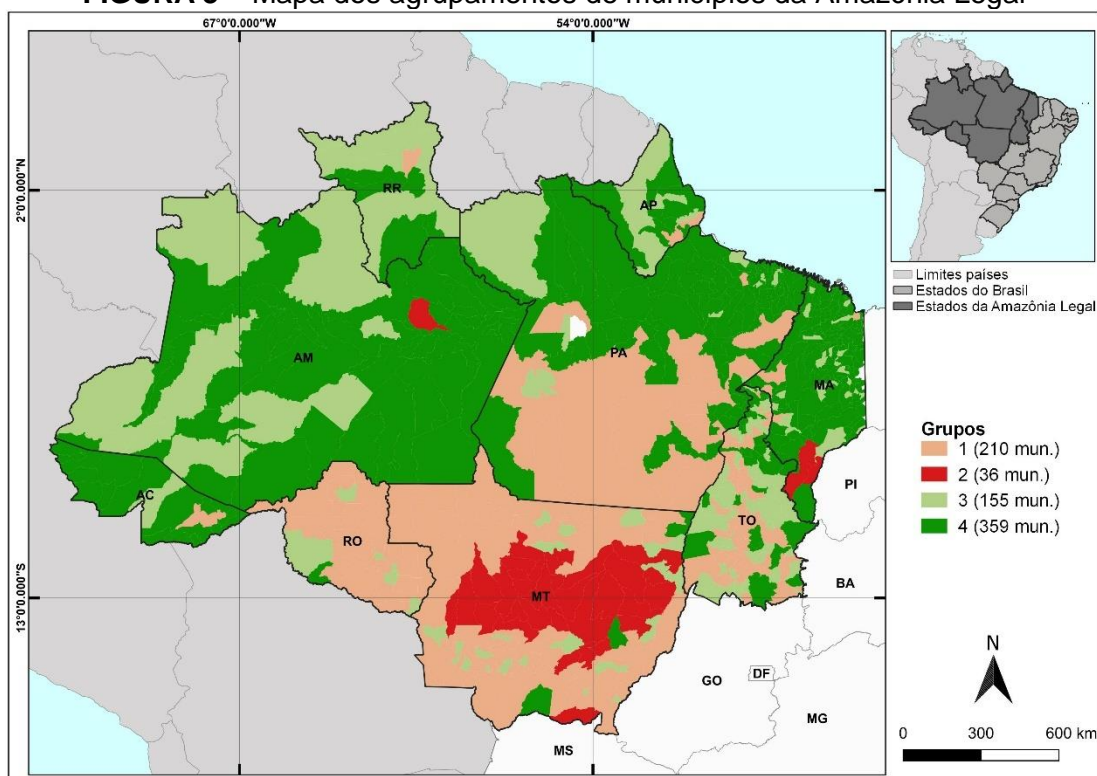
desenvolvimento são mais positivos (Tabela 4). A atividade agrícola praticada por esse grupo é predominantemente de grande escala, representada pelo agronegócio, com a aplicação de técnicas intensivas em capital. E isso tem forte influência sobre o resultado mais positivo dos indicadores de desenvolvimento. Atrelado a isso tem-se também a maior área desmatada da região. Esse resultado era esperado e está de acordo com a hipótese do estágio inicial da curva de Kuznets para o desmatamento (DINDA, 2004; CULAS, 2007). Leblois et al. (2017) também encontrou evidências de que maior desmatamento pode estar associado a maior população regional. Um ponto de chama a atenção é que tal região também é aquela que apresentou as maiores importações. Tal resultado deve-se ao fato do elevado nível de produção agrícola do Grupo, o que requer grande volume de importações de defensivos agrícolas e outros insumos. Além disso, o município de Manaus faz parte desse grupo e tal município possui maior nível de importações devido às operações na Zona Franca de Manaus. De qualquer forma, tal resultado está em consonância com o fato de que maior comércio internacional pode estar atrelado a maior desmatamento (FARIA; ALMEIDA, 2016).

O Grupo 3 é formado por 155 municípios (ou 20,40% dos municípios da região). Os municípios que formam esse grupo estão espalhados de forma mais heterogênea no mapa, mas eles estão mais presentes no Amazonas, Roraima, Amapá e Tocantins. Alguns municípios desse grupo também estão localizados no Mato Grosso e Maranhão (Figura 3). Tal grupo é caracterizado por possuir, na média, o menor desmatamento da região, assim como a menor população, PIB e importações dentre todos os grupos. Possuem área e nível de produção agrícola muito menores em relação à aquelas dos municípios do Grupo 2 e inferiores em relação aos municípios do Grupo 1. Os indicadores de desenvolvimento, educação, infraestrutura de moradia, emprego e pobreza são também inferiores em relação àqueles observados para os municípios do Grupo 1. A taxa de mortalidade infantil média desse grupo é a maior dentre todos os grupos e é quase o dobro da segunda maior taxa (Grupo 2) (Tabela 4). Dos 155 municípios desse grupo, 60 apresentaram taxa de mortalidade infantil acima de 30.

Por fim, tem-se o Grupo 4 que é o mais numeroso da região formado por 359 municípios (47,23% dos municípios da região). Os municípios desse grupo cobrem grande parte do Acre, do Amazonas, norte do Pará e Maranhão. Estão mais presentes também em Roraima e Amapá. Na média, os municípios desse grupo possuem a

terceira maior área desmatada da região, mas essa área é menos que a metade da área desmatada média do Grupo 2. A população desse grupo também é baixa, assim como o PIB e as importações, em termos relativos. A área de produção agrícola é similar à do Grupo 3, mas o nível de produção agrícola de soja é inferior. O mesmo pode ser observado em relação à área e pastagem e criação de bovinos. Vale destacar que mesmo assim o nível de desmatamento do Grupo 4 é mais que o dobro da área desmatada média pelo Grupo 3. Todos os demais indicadores como os de desenvolvimento, educação, infraestrutura de moradia e pobreza são os mais inferiores dentre todos os grupos formados, exceto taxa de mortalidade infantil (Tabela 4). Portanto, essa é uma evidência de que na região existe um perfil de municípios menos desenvolvidos e mais pobres que de fato impulsionam o desmatamento. Um ambiente regional em que as desigualdades e pobreza são grandes, a busca pelo desenvolvimento pode impulsionar o desmatamento (KOOP; TOLE, 2001). Tal desmatamento é não elevado quanto aquele provocado por incentivos das atividades agrícolas e pecuária, mas ele está presente grandemente na região. Essa evidência está de acordo com um dos principais resultados do estudo da FAO e UNEP (2020), que cerca de um terço do desmatamento deve-se a práticas agrícolas de subsistência local.

FIGURA 3 – Mapa dos agrupamentos de municípios da Amazônia Legal



Org.: Elaborada pelos autores.

Tabela 4 – Média das variáveis nos grupos de municípios da Amazônia Legal

| Variável | Descrição | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |
|----------|---|---------|---------|---------|---------|
| Desm | Área desmatada (em Km ²) | 1728.54 | 1863.17 | 387.14 | 820.04 |
| Pop | População (em mil habitantes) | 56.11 | 83.82 | 9.09 | 29.32 |
| PIB | Produto Interno Bruto (em milhões R\$) | 1450.00 | 3460.00 | 121.00 | 350.00 |
| Imp | Importações (em milhões R\$) | 76.60 | 795.00 | 1.03 | 9.70 |
| Aterra | Área total dos estabelecimentos agrícolas (em mil hectares) | 291.96 | 530.57 | 93.73 | 98.99 |
| Aprop | Área dos estabelecimentos agrícolas cujo produtor é proprietário (em mil hectares) | 270.69 | 459.42 | 78.06 | 89.94 |
| Maqtr | Número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários | 444.82 | 1689.19 | 139.88 | 101.21 |
| Energ | Número de estabelecimentos com existência de energia elétrica | 1101.73 | 583.22 | 394.33 | 855.98 |
| Boi | Número de cabeças de bovinos (em mil unidades) | 249.75 | 117.65 | 55.77 | 55.70 |
| Apasto | Área de pastagens (em mil hectares) | 174.46 | 104.04 | 45.23 | 60.93 |
| Soja | Soja em grão produzida (em mil toneladas) | 41.87 | 678.81 | 13.82 | 5.94 |
| Asoja | Área colhida de soja (em mil hectares) | 22.26 | 349.68 | 7.40 | 5.44 |
| Acolh | Área colhida total (em mil hectares) | 13.02 | 207.81 | 4.48 | 2.00 |
| IDHM | Índice de desenvolvimento humano municipal | 0.71 | 0.75 | 0.65 | 0.63 |
| IDEB_ai | Índice de Desenvolvimento da Educação Básica para os anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º ano) | 5.45 | 5.78 | 4.49 | 4.42 |
| IDEB_af | Índice de Desenvolvimento da Educação Básica para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano) | 4.51 | 4.53 | 3.70 | 3.67 |
| Pcusa | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água adequado | 40.31 | 24.82 | 42.68 | 47.96 |
| Pcusl | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem coleta de lixo adequada | 26.05 | 20.07 | 42.42 | 46.80 |
| Pcuss | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único sem abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo adequados | 20.92 | 17.19 | 29.11 | 31.73 |
| Gform | Grau de formalização do emprego - 18 anos ou mais | 45.78 | 57.94 | 30.16 | 23.47 |
| Ppobres | Percentual de pobres no Cadastro Único pós Bolsa Família | 57.45 | 43.40 | 69.25 | 86.25 |
| Pvpobrez | Percentual de vulneráveis à pobreza no Cadastro Único pós Bolsa Família | 78.78 | 70.40 | 84.27 | 94.15 |
| PBF | Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único que recebem Bolsa Família | 58.24 | 50.16 | 69.55 | 85.52 |
| Mortinf | Taxa de mortalidade infantil (número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos) | 15.23 | 15.76 | 28.50 | 14.70 |

Org.: Elaborada pelos autores.

Considerações Finais

O objetivo principal do estudo foi identificar uma tipologia dos municípios da Amazônia Legal com base em indicadores de desmatamento, de produção agrícola, econômicos, de desenvolvimento e pobreza, infraestrutura básica de moradia e mortalidade infantil. Uma das principais contribuições deste estudo reside justamente na identificação de perfis de municípios da região com base em múltiplas dimensões. A motivação central para o estudo é o fato de que a Amazônia Legal se

difere das demais regiões do território brasileiro, uma vez que a questão ambiental possui relevância estratégica nas discussões. Esse é o caso da caracterização implementada, que buscou associar a variável ambiental de interesse com variáveis que contemplam outras dimensões.

Para isso, foram considerados os 760 municípios que fazem parte do PRODES e uma base de dados com 24 variáveis para o ano de 2017. A caracterização dos municípios foi realizada a partir da implementação de dois métodos multivariados: a análise fatorial e a análise de agrupamentos. Os resultados da análise fatorial indicaram uma adequação de seis fatores para a análise. O primeiro fator, denominado “Desmatamento e condicionantes”, associou o desmatamento e seus os determinantes tradicionais (FEARNSIDE, 2017) como área do estabelecimento agrícola, área de pastagens e criação de gado. O segundo fator associou o IDHM com os indicadores de educação, emprego e pobreza e, por isso, foi denominado “Desenvolvimento médio”. O terceiro foi formado pelas variáveis relacionadas à produção de soja e uso de máquinas e implementos. Tal fator foi denominado “Escala rural”. O quarto fator associou as variáveis econômicas PIB e importações com população, sendo denominado como “Escala econômica”. O quinto fator associou as variáveis de infraestrutura básica de moradia dos indivíduos constantes no Cadastro Único. Tal fator foi denominado “Infraestrutura de moradia”. Por fim, o último fator, denominado “Mortalidade infantil”, foi formado pela taxa de mortalidade infantil.

Com base nos resultados da análise fatorial, implementou-se a análise de agrupamentos. Foram identificados quatro perfis de municípios na região, chamados de Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3 e Grupo 4. Percebeu-se que o Grupo 1, compreendido principalmente por municípios do Mato Grosso, exceto parte central, Rondônia e centro-sul do Pará, foi formado, na média, por municípios com alto desmatamento, possuíam o segundo maior PIB e população, assim como para os indicadores de produção de soja. Também detinham os segundos indicadores mais positivos em termos de desenvolvimento, educação, pobreza e mortalidade. No entanto, tal grupo apresentou a maior área de pastagens e número de cabeças de boi. O Grupo 2, compreendido principalmente por municípios da parte central do Mato Grosso, foi formado pelos municípios que possuíam o maior desmatamento, mas que detinham os maiores valores para o PIB, população e produção de soja. Detinham também os valores mais positivos para os demais indicadores, como o de

desenvolvimento. Comparando esses dois grupos, o Grupo 1 apresentou nível de desmatamento similar ao do Grupo 2, mas no caso do Grupo 1 há um indicativo de que este resultado seja em razão da maior criação de gado e práticas mais extensivas de produção agrícola, em termos relativos. Já com relação ao Grupo 2, tem-se grande nível de atividade econômica observado no contexto do agronegócio. A diferença entre esses grupos também reside em termos de PIB. O Grupo 1, na média, possui menos que a metade do PIB do Grupo 2, embora tenham níveis similares de desmatamento.

O Grupo 3, formado principalmente por municípios do Amazonas, Roraima, Amapá e Tocantins, foi aquele que apresentou, na média, o menor nível de desmatamento da região, mas também tinha o menor PIB, população e indicadores de desenvolvimento, educação, pobreza mais negativos, principalmente da taxa de mortalidade infantil. A produção agrícola foi também bastante inferior em termos relativos ao Grupo 1, por exemplo. O Grupo 4, formado principalmente por municípios do Amazonas, Maranhão, Acre e norte do Pará, detinha, na média, nível de desmatamento intermediário (pouco menos que a metade daquele para os Grupos 1 e 2), mas PIB bem inferior ao do Grupo 1, por exemplo, e os indicadores de desenvolvimento, educação, pobreza, emprego, infraestrutura de moradia não foram inferiores apenas em relação ao Grupo 3. Como o Grupo 4 detinha produção agrícola inferior ao Grupo 3, inclusive com área de pastagem até superior, a evidência é de que este grupo é formado por municípios relativamente pobres da região, que realizam práticas econômicas, de subsistência e mais extensivas de produção agrícola que conduzem ao maior desmatamento.

A hipótese fundamental deste artigo é que os municípios da Amazônia Legal são heterogêneos em termos das dimensões ambientais, econômicas, produção agrícola, de desenvolvimento, pobreza, educação, emprego e mortalidade infantil. O resultado deste artigo confirmou essa hipótese, sendo que as principais evidências encontradas de fato associam maior desmatamento à maiores valores de PIB, população, produção agrícola e indicadores de desenvolvimento, educação, emprego e infraestrutura de moradia mais positivos e menor pobreza. No entanto, isso foi um dos perfis encontrado de municípios da região. A outra grande evidência encontrada é que há também na região um perfil de municípios associado a alto desmatamento, baixa produção agrícola e indicadores inferiores de desenvolvimento, em termos relativos. Isso é um indicativo de que políticas que

possam melhorar aspectos relacionados ao desenvolvimento regional, educação e reduzir pobreza podem de fato contribuir para reduzir o desmatamento, principalmente se essas políticas forem direcionadas para os municípios dos Grupos 1, 3 e 4. Pensando em termos de estágio de desenvolvimento dos municípios desses grupos, sugere-se que essas políticas sejam associadas à implementação de práticas econômicas sustentáveis, enfatizando que os recursos, principalmente florestais e água, são finitos.

REFERÊNCIAS

ALLEN, J. C.; BARNES, D. F. The Causes of Deforestation in Developing Countries. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 75, n. 2, p. 163–184, 1985.

ANGELSEN, A; KAIMOWITZ, D. Rethinking the Causes of Deforestation: Lessons from Economic Models. **The World Bank Research Observer**, v. 14, n. 1, p. 73-98, 1999.

ARAUJO, C.; BONJEAN, C. A.; COMBES, J-L.; MOTEL, P. C.; REIS, E. J. Property rights and deforestation in the Brazilian Amazon. **Ecological economics**, v. 68, n. 8–9, p. 2461–2468, 2009.

ARCAND, J.-L.; GUILLAUMONT, P.; JEANNENEY, S. G. Deforestation and the real exchange rate. **Journal of Development Economics**, v. 86, n. 2, p. 242–262, 2008.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. PNUD Brasil, IPEA e Fundação João Pinheiro, 2020. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/>>. Acesso em 19 de mar 2021.

BARBIER, E. The economics of tropical deforestation and land use: an introduction to the special issue. **Land Economics**, v. 77, n. 2, p. 155-171, 2001.

BARONA, E.; RAMANKUTTY, N.; HYMAN, G.; COOMES, O. T. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 5, 2010.

BARROS, P. H. B.; STEGE, A. L. Deforestation and Human Development in the Brazilian Agricultural Frontier: an Environmental Kuznets Curve for MATOPIBA. In: **XXII Encontro de Economia da Região Sul**, Maringá, 2019. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/sul/2019/submissao/files_l/i4-c9096e9acc4e64e2ba681049b13abba1.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BINSWANGER, H. P. Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon, **World Development**, v. 19, n. 7, p. 821-829, 1991.

BRITO, B.; BARRETO, P. Impacts of the new land laws in defining property rights in Pará. **Hg. v. IMAZON (State of the Amazon, 15)**, 2010.

CHOMITZ, K. M.; THOMAS, T. S. Determinants of Land Use in Amazonia: A Fine-Scale Spatial Analysis. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 85, n. 4, p.1016-1028, 2003.

- CULAS, R. J. Deforestation and the environmental Kuznets curve: An institutional perspective. **Ecological Economics**, v. 61, n. 2–3, p. 429-437, 2007.
- DAVIES, C. Managing Development: The political dimension. Marc Lindenberg and Benjamin Crosby Kumarian Press, Connecticut, 1981, 217 p. **Public Administration and Development**, v. 2, n. 2, p. 191–191, 1982.
- DAUM, T.; ADEGBOLA, P. Y.; KAMAU, G.; KERGNA, A. O.; DAUDU, C.; ZOSSOU, R. C.; CRINOT, G. F.; HOUSSOU, P.; MOSE, L.; NDIRPAYA, Y.; WAHAB, A. A.; KIRUI, A.; OLUWOLE, F. A. Perceived effects of farm tractors in four African countries, highlighted by participatory impact diagrams. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 40, 2020.
- DINDA, S. Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. **Ecological Economics**, n. 49, p. 431–455, 2004.
- DINIZ, M. B.; OLIVEIRA JUNIOR, J. N.; TROMPIERI NET, N.; DINIZ, M. J. T. Causas do Desmatamento da Amazônia: Uma Aplicação do Teste de Causalidade de Granger acerca das Principais Fontes de Desmatamento nos Municípios da Amazônia Legal Brasileira. **Nova Economia**, n. 19, v. 1, p. 121-151, 2009.
- EBELING, J. Generating carbon finance through avoided deforestation and its potential to create climatic, conservation and human development benefits. n. February, p. 1917–1924, 2008.
- FAO; UNEP. **The State of the World's Forests 2020**. Forests, biodiversity and people, Rome, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca8642en/CA8642EN.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2021.
- FARIA, W. R.; BETARELLI, A. A.; MONTENEGRO, R. L. G. Multidimensional characteristics and deforestation: an analysis for the Brazilian Legal Amazon. *Quality & Quantity*, v. 53, n. 4, p. 1959-1979, 2019.
- FARIA, W. R.; ALMEIDA, A. N. Relationship between openness to trade and deforestation: Empirical evidence from the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, v. 121, p. 85–97, 2016.
- FEARNSIDE, P. M. **Desmatamento e desenvolvimento agrícola na Amazônia brasileira**. In: Léna, P.; Oliveira, A. E. Eds. *Amazonia: A Fronteira Agrícola 20 Anos Depois*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. 363 p., 1991. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/1991/Desmat%20e%20desenv%20agricola.pdf>. Acesso em: 19 mar 2021.
- FEARNSIDE, P. Deforestation of the Brazilian Amazon. **Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science**, 2017.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 113–123, 2005.
- FEARNSIDE, P. M. Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia: The case of Southern Pará. **World Development**, v. 29, n. 8, p. 1361–1372, 2001.
- FEARNSIDE, P. M. Posse da terra e destruição. **O Liberal**, p. 185–189, 2009.

FEARNSIDE, P. M. Protection of mahogany: a catalytic species in the destruction of rain forests in the American tropics. **Environmental Conservation**, v. 24, n. 4, p. 303–306, 1997.

FERREIRA, S. Deforestation, Property Rights, and International Trade. **Land Economics**, v. 80, n. 2, p. 174–193, 2004.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R.; BABIN, B. **Multivariate Data Analysis**. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

HARGRAVE, J.; KIS-KATOS, K. Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: a panel data analysis for the 2000s. **Environmental and Resource Economics**, v. 54, p. 471-494, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário: resultados definitivos 2017**, 2019a. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em 19 mar 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico: 2010**, 2011. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>>. Acesso em 19 mar 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de População 2020**, 2020a. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/estimapop/tabelas>>. Acesso em 19 mar 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estrutura territorial - Amazônia Legal**, 2019b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15819-amazonia-legal.html?=&t=resolucoes-e-legislacao>>. Acesso em 19 mar 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios 2018**, 2020b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>>. Acesso em 19 mar 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de Indicadores Sociais - SIS**, 2020c. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>>. Acesso em 19 mar 2021.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES)**, 2020. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>>. Acesso em 19 de mar 2019.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 6th. **New Jersey, US: Pearson Prentice Hall**, 2007.

JHA, S.; BAWA, K. Population Growth, Human Development, and Deforestation in Biodiversity Hotspots. **Conservation Biology**, v. 20, n. 3, p. 906-912, 2006.

KOOP, G.; TOLE, L. Deforestation, distribution and development. **Global Environmental Change**, v. 11, n. 3, p. 193-202, 2001.

LEBLOIS, A.; DAMETTE, O.; WOLFERSBERGER, J. What has Driven Deforestation in Developing Countries Since the 2000s? Evidence from New Remote-Sensing Data, **World Development**, v. 92, p. 82-102, 2017.

LÓPEZ, R. Environmental externalities in traditional agriculture and the impact of trade liberalization: the case of Ghana. **Journal of Development Economics**, v. 53, p. 17-39, 1997.

MARGULIS, S. Causes of Deforestation of the Brazilian Amazon. **World Bank Working Paper n. 22**, Washington: The World Bank, p. 78, 2004.

MCALPINE, C. A.; ETTER, A.; FEARNSIDE, P. M.; SEABROOK, L.; LAURANCE, W. F. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. **Global Environmental Change**, v. 19, p. 21-33, 2009.

MENDELSON, R. Property Rights and Tropical Deforestation. **Oxford Economic Papers**, v. 46, p. 750-756, 1994.

MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Comex Stat**, 2021. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em 19 de mar 2021.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. [s.l.] Editora UFMG, 2005.

MÜLLER-HANSEN, F.; HEITZIG, J.; DONGES, J. F.; CARDOSO, M. F.; DALLA-NORA, E. L.; ANDRADE, P.; KURTHS, L.; THONICKE, K. Can Intensification of Cattle Ranching Reduce Deforestation in the Amazon? Insights From an Agent-based Social-Ecological Model. **Ecological Economics**, v. 159, p. 198-211, 2019.

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.

PFAFF, A. S.; ROBALINO, J. A.; WALKER, R.; REIS, E.; PERZ, S.; BOHRER, C.; ALDRICH, S.; ARIMA, E.; CALDAS, M. Road Investments, Spatial Intensification and Deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Regional Science**, 47, p. 109-123, 2007.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; AVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e Desmatamento: Uma Análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

SANT'ANNA, A. A.; YOUNG, C. E. F. Direitos de Propriedade, desmatamento e Conflitos rurais na Amazônia. **Economia Aplicada**, v. 14, n. 3, p. 381-393, 2010.

SILVA, C. A.; LIMA, MENDELSON. Soy Moratorium in Mato Grosso: Deforestation undermines the agreement. **Land Use Policy**, v. 71, p. 540-542, 2018.

SOARES-FILHO, B.; MOUTINHO P.; NEPSTAD, D.; ANDERSON, A.; RODRIGUES, H.; GARCIA, R.; DIETZSCH, L.; MERRY, F.; BOWMAN, M.; HISSA, L.; SILVESTRINI, R.; MARETTI, C. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 24, p. 10821-10826, 2010.

TANNER, A. M.; JOHNSTON, A. L. The Impact of Rural Electric Access on Deforestation Rates. **World Development**, v. 94, p. 174-185, 2017.

WALKER, N. F., PATEL, S.A., KALIF, K. A. B. From Amazon Pasture to the High Street: Deforestation and the Brazilian Cattle Product Supply Chain. **Tropical Conservation Science**, p. 446-467, 2013.

WALKER, R., MORAN, E., ANSELIN, L. Deforestation and Cattle Ranching in the Brazilian Amazon: External Capital and Household Processes. **World Development**, v. 28, n. 4, p. 683-699, 2000.

WEINHOLD, D.; KILLICK, E.; REIS, E. J. Soybeans, poverty and inequality in the Brazilian Amazon. **World Development**, v. 52, p. 132-143, 2013.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Ana Luisa Malatesta de Campos - Concepção. Coleta de dados, Análise de dados, Elaboração do manuscrito, revisão e aprovação da versão final do trabalho

Weslem Rodrigues Faria – Concepção e elaboração do manuscrito. Coleta de dados Participação ativa da discussão dos resultados; Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

Viviani Silva Lírio - Elaboração do manuscrito. Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi realizado com o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora) e UFV (Universidade Federal de Viçosa).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 03-07-2019

Aprovado em: 22-02-2022