

TRANSIÇÃO FLORESTA-AGRICULTURA NO BIOMA AMAZÔNIA E ARELAÇÃO COM CRÉDITO RURAL

Fabiana da Silva Soares¹, Alan Pereira da Silva Falcão Mendes¹, Hugo Tameirão Seixas², Hilton Luis Ferraz da Silveira¹

¹ EMBRAPA Territorial, Av. Sd. Passarinho, 303 - Jardim Chapadão, Campinas, São Paulo, 13070-115, Brasil, fabianasoares@colaborador.embrapa.br; alanfalcaothe@gmail.com; hilton.ferraz@embrapa.br.

² UNICAMP, Campinas, São Paulo, 13083-886, Brasil, hugo.seixas@alumni.usp.br.

RESUMO

O bioma Amazônia vem sendo ocupado e desmatado ao longo das últimas décadas, sendo a agricultura e a pecuária os principais vetores, impulsionadas em alguns casos pelo crédito rural. Neste contexto, o objetivo foi calcular o tempo de transição entre floresta e agricultura e entender a influência da concessão de crédito agropecuário. Para isso, utilizou-se dados de uso e cobertura do solo e valores de crédito rural, além da análise de autocorrelação espacial por meio do *Local Indicators of Spatial Association*. Assim foi possível observar a redução do tempo de transição em microrregiões do Mato Grosso e Pará no período de 2015-2019 e a dominância do crédito destinado à pecuária. Conclui-se que a redução do tempo de transição e sua relação com o crédito rural não parece bem estabelecido, exceto pelos valores disponíveis para a pecuária, que atua como freio no desenvolvimento da agricultura, além das restrições ambientais e comerciais.

Palavras-chave - Uso e Cobertura do Solo, Índice de Moran, LISA, Pecuária.

ABSTRACT

The Amazon biome has been occupied and deforested in recent decades, with cropland and cattle raising being the main vectors, boosted in some cases by rural credit. In this context, the objective was to calculate the transition time between forest and agriculture and understand the influence of the concession of agricultural credit. For this, we used data on land use and land cover, and rural credit values, in addition to the analysis of spatial autocorrelation through the Local Indicators of Spatial Association. Thus, we could observe the reduction of transition time in the micro-regions of Mato Grosso and Pará in the period 2015-2019 and the dominance of credit aimed at cattle raising. It is concluded that the reduction of transition time and its relationship with rural credit does not seem well established, except for the amounts available for cattle raising, which acts as a brake on the development of agriculture, in addition to environmental and commercial restrictions.

Key words - Land Use and Cover, Moran Index, LISA, Cattle Raising.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Amazônia ocupa quase metade do território brasileiro, em nove estados, e cerca de 12% da população brasileira (25 milhões de pessoas). Não obstante a existência das legislações criadas ao longo dos anos no Brasil, o bioma Amazônia foi ocupado e desmatado, restando cerca de 18% de sua superfície original [1]. Quando consideramos a dimensão temporal, mais de 2/3 dessa perda, superior a um milhão de km² (100 milhões de hectares), ocorreram nos últimos cinquenta anos [2], resultado dos incentivos federais de ocupação, com a criação de zonas de colonização e crédito, e integração, mediante a obras de infraestruturas de estradas, energia e telecomunicações [3] e grandes projetos minerais, no qual destaca-se a Usina Hidrelétrica de Tucuruí [4] e de 2011-2017 com a Usina Hidrelétrica de Belo Monte [5].

Entre 1980 e 1995 as áreas de pastagens plantadas tiveram um crescimento dramático em relação a quantidade de terras cultiváveis e de pastagens naturais, principalmente no sudeste do Pará e no Mato Grosso [6] sendo este processo de mudança do uso do solo uma das principais causas da devastação da Amazônia [7].

Ao longo dos anos, o governo brasileiro apoiou a ocupação da região Amazônica através de políticas públicas de acesso ao crédito, com a justificativa de desenvolvimento tecnológico e econômico, além de ser um impulsor de mudanças de uso e cobertura do solo e principalmente da expansão da agropecuária [8].

Sendo estabelecido em 1965, o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) visa o fornecimento de crédito para financiamento de produção e maquinários agrícolas, bem como para custos de operação e comercialização [9]. Com o intuito de não incentivar o desmatamento e grilagem, o Banco Central do Brasil com a Resolução nº 3.534/2008 exigiu a documentação comprobatória de regularidade ambiental e outras condicionantes para a liberação de financiamentos no bioma Amazônia [10].

Concomitante a esse avanço da pecuária, a agricultura (em especial a soja) seguiu pelas áreas já consolidadas [11]. Com o aumento do debate internacional dos impactos das atividades agropecuárias no bioma e a necessidade de frear a dinâmica do desmatamento foi firmado, por grandes empresas, a Moratória da soja em 2006, a qual seria comercializada apenas soja produzidas em áreas desmatadas até aquele ano [12], [13].

Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho foi calcular o tempo de transição entre floresta e agricultura

para todo o bioma Amazônia e entender a influência da concessão de crédito agropecuário.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo considera todo o limite brasileiro do bioma Amazônia, com área total de 4,2 milhões de km², abrangendo os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e parte dos Estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso [14], [15].

2.2. Transição floresta-agricultura

Foram adquiridos os dados de uso e cobertura do solo do Projeto Mapbiomas (Coleção 5) do período 1985 – 2020, as classes utilizadas foram floresta (3) e agricultura (18,19,39,20,41,36), o mosaico de agricultura e pastagem não foi considerado [16]. Deste modo os pixels considerados foram aqueles ocupados por floresta e/ou agricultura algum período, e assim o tempo de transição em anos entre o último ano de floresta e o primeiro ano do estabelecimento da agricultura. Este banco de dados foi salvo em formato *parquet*, para facilitar as consultas e os cálculos realizados.

A fim de se comparar dois períodos distintos, foram definidas duas janelas temporais de 5 anos, a primeira janela de 2000 à 2004 (período inicial) e a segunda janela de 2015 à 2019 (período final). Foram então selecionados os pixels cuja agricultura havia se estabelecido em cada uma destas janelas e o seu tempo de transição floresta-agricultura. Foi aplicado um corte no valor máximo de transição de 15 anos, em função da limitação da série temporal, evitando que a janela 2015-2019 contasse um intervalo de dados maior que a janela 2000-2004.

Para identificar as tendências espaciais da transição floresta-agricultura foi realizada Análise de Autocorrelação Espacial por meio do LISA (Local Indicators of Spatial Association) também conhecido como Índice Local de Moran, que identifica a existência de dependência espacial de uma variável [17],[18]. Para isso utilizou-se o tempo médio de transição entre floresta-agricultura para os períodos Inicial e Final para cada uma das microrregiões presentes na área de estudo. A partir dos valores do Índice de Moran e de sua significância estatística, foi realizada a classificação de acordo com diagrama de espalhamento de Moran, onde se confronta os valores normalizados do tempo de transição de cada microrregião (Z) com a média também normalizada de seu entorno (Wz).

No diagrama de espalhamento de Moran, é possível dividir as microrregiões em quatro grupos distintos: LL, onde microrregiões de rápida transição entre floresta e agricultura são circundadas de microrregiões igualmente rápidas (Low-Low, $Z < 0$ e $Wz < 0$); LH, microrregiões de rápida transição circundadas de áreas de transição lenta (Low-High, $Z < 0$ e $Wz > 0$); HL, onde áreas de transição mais lenta estão circundadas de áreas de transição mais rápida (High-Low, $Z > 0$ e $Wz < 0$) e, finalmente HH que correspondem a microrregiões de lenta transição circundadas de microrregiões igualmente lentas (High-High, $Z > 0$ e $Wz > 0$). A partir desta classificação foram elaborados mapas de espalhamento de Moran.

2.3. Crédito Rural

O crédito rural no Brasil teve como marco inicial o SNCR em 1965 [9], [19], algumas décadas depois no ano de 2006 assinou-se a Moratória da Soja que segue sendo renovada até hoje [12], com a finalidade de não comercializar mais soja proveniente de terras desmatadas ilegalmente. Também com o intuito de não beneficiar o desmatamento e grileiros no Bioma Amazônia, a resolução do Banco Central do Brasil de 2008 estabeleceu exigências de documentação de regularidade ambiental para financiamentos [20], [21]. Com a instituição do novo Código Florestal em 2012, a instrução normativa [22] definiu os procedimentos legais e a execução do Sistema de Cadastro Ambiental Rural - SICAR, sendo mandatória a apresentação Cadastro Ambiental Rural (CAR) no Manual de Crédito Rural- MCR atualizado em 2020 pela resolução do Conselho Monetária Nacional (CMN) [9], [19], [20].

Os dados da quantidade e dos valores de crédito rural foram obtidos a partir Matriz de Dados do Crédito Rural mantida pelo Banco Central do Brasil [23] e compilado pelo IPEA [24]. Os dados analisados são de dois tipos de atividades (agrícola e pecuária) e três tipos de finalidade (custeio, investimento e comercialização).

Para este trabalho, os valores agrupados para cada uma das microrregiões de interesse foram corrigidos por meio do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA/IBGE) para janeiro de 2021, período final da análise. A escolha deste índice se deu em função de sua abrangência temporal e espacial [25].

Os créditos rurais foram então analisados em função da classificação de sua microrregião no diagrama de espalhamento de Moran.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado foram contabilizados aproximadamente 12 milhões de pixels em cada um dos períodos, cujo tempo médio para a transição floresta-agricultura no primeiro período foi de 4,1 anos e de 3,9 anos para o segundo período, desvio padrão respectivamente 1,58 e 1,67. Apresentou valores mínimos e máximos 1,1 e 8,9 anos para o período inicial e 1,2 e 10,4 para o período final.

Quando observamos a área pela contagem de pixels na Figura 1, nota-se um grande desmatamento ao longo dos anos oitenta e noventa até um grande pico nos anos de 2001-2004 e posterior declínio e constância nos anos seguintes. No entanto, quando se analisa o estabelecimento da agricultura vemos uma inversão, com um crescimento lento, havendo coincidência do pico em 2004 e posterior aumento da transição floresta-agricultura até 2019. Para a floresta primária, é possível observar uma área muito maior sendo desmatada e no estabelecimento da agricultura, enquanto a floresta secundária tem um desmatamento contínuo e transição floresta-agricultura crescente após 2004.

Essa queda no desmatamento em 2006 e a crescente ocupação da agricultura em áreas antigas está diretamente relacionada com a Moratória da Soja. De acordo com [21], 2 anos anteriores ao acordo, quase 30% da expansão da soja vinha por meio desmatamento e após isso foi pela substituição de pastagens ou outras áreas previamente

desmatadas, o que corrobora com [22], a expansão da soja ocorreu em áreas de produção consolidadas e por conversão de pastagens e a expansão das pastagens é influenciada pela existência de pastagens próximas, vegetação secundária e desmatamento.

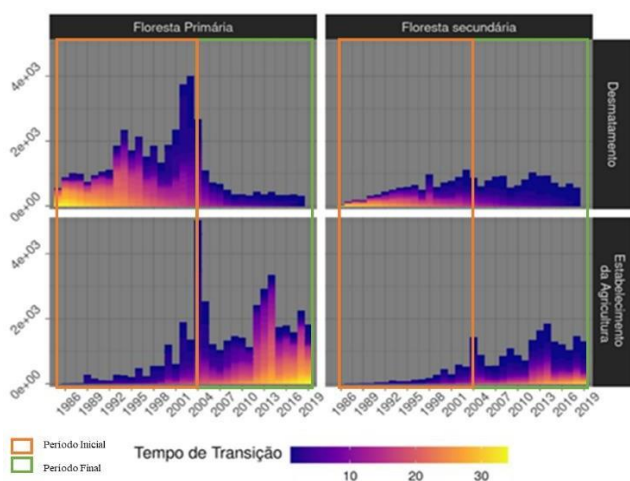


Figura 1. Número de pixels em todo bioma que sofreu desmatamento e a idade do desmatamento até o estabelecimento da agricultura no Bioma.

Quando observamos as janelas temporais na Figura 2, os valores menores são referentes a uma transição mais curtas, e os valores maiores são para transições longas, sendo que o período final apresenta uma redução no tempo de transição principal no Mato Grosso (MT) e no Pará (PA), ou seja, a agricultura se estabeleceu num período menor nestas regiões.

Em pesquisa realizada por [26] para os anos de 2001 a 2004 no estado do Mato Grosso, revelou que o tempo médio de transição entre áreas desmatadas para agricultura diminuiu naquela região, levando a crer que a intensificação da agricultura mecanizada ainda provoca aumento nos desmatamentos sem que essas novas áreas passem por um período de pastagem para alimentação da pecuária.

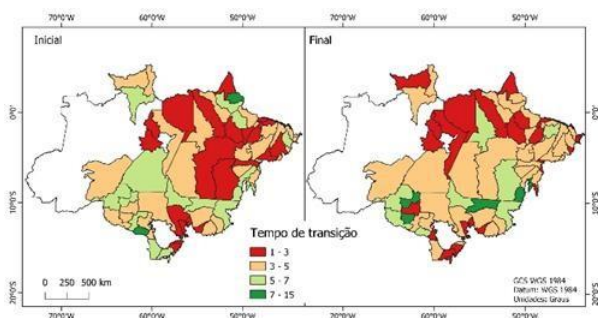


Figura 2. Tempo de Transição nas Janelas Temporais (Inicial eFinal) no Bioma Amazônia.

Além do aumento de área cultivada com soja no bioma Amazônia mais do que quadruplicou, passando de 1,14 milhão de ha, na safra 2005/06 (antes da Moratória), para 5,0 milhões de ha na safra 2018/19 [12]. Ainda de acordo com o IBGE o crescimento da agricultura na área de produção agrícola cresceu 426% em área plantada (hectares) nos anos de 1988-2019 nas Microrregiões inseridas no Bioma Amazônia.

Na figura 3, é possível observar no período inicial que as microrregiões de Guajará-mirim (RO), Vilhena (RO) e Purus (AM) apresentaram um processo de transição mais lento (HH), ou seja, apresentou valores maiores de tempo do desmatamento até o estabelecimento da agricultura. Por outro lado, nas porções nordeste do Pará e oeste do Maranhão observou-se clusters de menores valores (LL), isto é, uma rápida transição floresta-agricultura.

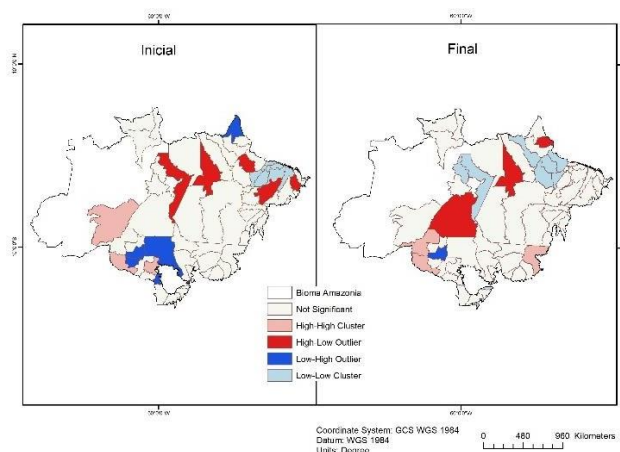


Figura 3. Mapa de espalhamento de Moran no período inicial efinal do Bioma Amazonia.

No período final com a média da transição mais lenta, temos novamente Rondônia com Guajará-Mirim e Porto Velho e no Mato Grosso temos a microrregião do Norte Araguaia. Em contrapartida, os locais que apresentam a transição mais rápida temos o estado do Pará com quatro microrregiões, Mato Grosso e Amazonas com duas e Amapá.

A respeito do crédito rural na região do Bioma Amazônia, observa-se uma dominância do crédito destinado a pecuária em relação à agricultura. Para a pecuária houve uma inversão do predomínio da modalidade de custeio, no período de 2000-2004 para a modalidade de investimento no período de 2015-2019, revelando expressiva tecnificação da produção desse setor na região

Por outro lado na Tabela 1, os valores totais destinados a agricultura diminuíram em mais de 40% no período, refletindo em todas as modalidades.

		Pecuária	Agricultura
Inicial	Investimento	1.773,3	2.807,9
	Comercialização	2.500,1	526,6
	Custeio	4.059,0	2.652,3
Final	Investimento	4.398,7	1.943,9
	Comercialização	3.187,6	81,7
	Custeio	2.989,4	1.369,4

Tabela 1. Valores médios, em milhões de reais, de crédito rural por período (inicial e final) e modalidade (investimento, comercialização e custeio) nas microrregiões da Amazônia.

Quando analisado os valores de crédito agropecuário nas microrregiões que tiveram autocorrelações significativas (Tabela 2) podemos afirmar que a pecuária dominou o recebimento de crédito, tanto no período inicial, quanto no período final. Os investimentos em agricultura no período

inicial condizem com um tempo de transição mais curto, facilitando a capitalização do produtor que passa a adotar uma cultura mais tecnificada [27]. Ao observar a pecuária vemos inicialmente investimentos altos e constante nos tempos de transição, no entanto no período final o investimento em áreas de transição lenta é maior, o que se correlaciona com a Moratória da Soja, onde o gado passa ocupar as áreas impedidas de receber a cultura voltada para mercado externo.

Inicial Agrícola	HH	HL	LH	HH
Média	8.224.864,70	15.663.943,41	49.610.250,82	9.722.948,44
Soma	74.023.782,32	234.959.151,08	744.153.762,24	233.350.762,44
Desvio Padrão	13.447.765,91	30.588.848,63	82.473.484,76	24.460.476,93
Inicial Pecuária	HH	HL	LH	HH
Média	19.813.409,80	15.871.924,97	88.487.219,63	23.012.497,96
Soma	178.320.688,22	238.078.874,57	1.327.308.294,38	552.299.951,13
Desvio Padrão	24.561.978,43	20.137.961,27	179.369.963,89	40.733.880,93
Final Agrícola	HH	HL	LH	HH
Média	53.916.717,42	3.172.661,25	52.160.408,70	109.943.169,88
Soma	485.250.456,74	28.553.951,22	156.481.226,10	189.812.757,11
Desvio Padrão	82.177.084,31	5.272.064,86	45.279.325,65	16.210.111,07
Final Pecuária	HH	HL	LH	HH
Média	73.678.582,93	9.008.585,39	73.399.941,54	13.115.991,73
Soma	663.107.246,34	81.077.268,52	220.199.824,63	354.131.776,71
Desvio Padrão	77.790.788,47	8.969.804,40	18.532.069,03	18.821.419,47

Tabela 2. Valores de crédito rural dos cluster das microrregiões que apresentaram autocorrelação espacial no período inicial e final do Bioma Amazônia.

Outro ponto importante diz respeito às restrições na concessão de crédito em áreas irregulares do ponto de vista ambiental [21]. Essas limitações oferecem a possibilidade de o crédito oferecer uma visão bastante limitada da dinâmica econômica da região.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que a redução do tempo de transição está ligada ao crescimento de área plantada no Bioma Amazônia, e sua relação com o crédito rural não parece bem estabelecido, exceto pelos valores disponíveis para a pecuária, este atuando como um freio no desenvolvimento rápido da agricultura.

Outro ponto é relacionada a Moratória da soja e ao crescimento de outros plantios agrícolas não alcançados por este instrumento da cadeia produtiva. Além de questões locais, e que indiretamente ou diretamente afetam o tempo de transição da floresta para a agricultura, tais como à infraestrutura (rodovias, estradas, portos, silos entre outros) que auxiliam o escoamento da produção agrícola e na entrada dos insumos.

Além, do visível impacto positivo das restrições legais ambientais no Bioma Amazônia, no certame da concessão de créditos, há a necessidade do desenvolvimento sustentável da região.

8. REFERÊNCIAS

[1]C. M. Souza *et al.*, “Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine,” *Remote Sens (Basel)*, vol. 12, no. 17, p. 2735.
[2]C. A. Joly *et al.*, *1º diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos*. São Carlos: Editora Cubo, 2019.
[3]T. O. Neto, “As rodovias na Amazônia: uma discussão geopolítica,” *confins*, no. 501, Sep. 2019.
[4]M. G. da C. Tavares, “A Amazônia brasileira: formação

histórico-territorial e perspectivas para o século XXI,” *GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo*, 2011.

[5]M. F. Calvin, E. F. Moran, R. F. B. da Silva, and M. Bat stella, “The construction of the Belo Monte dam in the Brazilian Amazon and its consequences on regional rural labor,” *Land use policy*, vol. 90, p. 104327, 2020.
[6]J. Cardille, “Agricultural land-use change in Brazilian Amazônia between 1980 and 1995: Evidence from integrated satellite and census data,” *Remote Sensing of Environment*, vol. 87, no. 4, pp. 551–562, Nov. 2003.
[7]A. M. D. Santos, C. F. A. da Silva, P. M. de Almeida Junior, A. P. Rudke, and S. N. de Melo, “Deforestation drivers in the Brazilian Amazon: assessing new spatial predictors,” *J. Environ. Manage.*, vol.294, p. 113020, Sep. 2021.
[8]D. Roboredo, S. M. P. P. Bergamasco, A. Ara, W. Gervázio, and T. R. Domingues, “Clusterização de sistemas de manejos e a construção de indicadores de sustentabilidade utilizando a metodologia mesmis no território portal da Amazonia,” *Ra’e Ga*, vol. 43, p. 23, Mar. 2018.
[9]Brasil, *Lei nº 4.829, de 5 de novembro de 1965. Institucionaliza o crédito rural*. 1965.
[10]J. Assunção, C. Gandour, R. Rocha, and R. Rocha, “The Effect of Rural Credit on Deforestation: Evidence from the Brazilian Amazon,” *The Economic Journal*, vol. 130, no. 626, pp. 290–330, Feb. 2020.
[11]IBGE, *Brasil : uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI*. IBGE, 2016.
[12] ABIOVE, “Relatório Moratória Soja Safra 2018/19,” 2019.
[13]B. F. T. Rudorff *et al.*, “The soy moratorium in the amazon biome monitored by remote sensing images,” *Remote Sens (Basel)*, vol. 3, no. 1, pp. 185–202, Jan. 2011.
[14]B. F. T. Rudorff *et al.*, “Remote sensing images to detect soy plantations in the amazon biome—the soy moratorium initiative,” *Sustainability*, vol. 4, no. 5, pp. 1074–1088, May 2012.
[15]IBGE, *Biomass E Sistema Costeiro-marinho Do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019, p. 164.
[16] Souza CM, Z. Shimbo J, Rosa MR, Parente LL, A. Alencar A, Rudorff BFT, et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sens (Basel)*. 2020 Aug 25;12(17):2735.
[17] D. EMBRAPA S. ;. Carvalho, M. S. ;. Câmara, G. ;. Monteiro, A. V. M., “ANÁLISE ESPACIAL E GEOPROCESSAMENTO,” in *Análise Espacial De Dados Geográficos*, Suzana Druck, Marília Sá Carvalho, Gilberto Câmara, Antônio Miguel Vieira Monteiro, Ed. 2004, p. 209.
[18]L. Anselin, “Local Indicators of Spatial Association-LISA,” *Geogr. Anal.*, vol. 27, no. 2, pp. 93–115, Sep. 1995.
[19]Brasil, Lei no 12.651, de maio de 2012. 2012.
[20]CMN, RESOLUÇÃO CMN No 4.883, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2020 - RESOLUÇÃO CMN No 4.883, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2020 - DOU - Imprensa Nacional.pdf. 2020.
[21]B. C. do B. Brasil, Resolução no 3.534. 2008.
[22] Brasil, INSTRUÇÃO NORMATIVA No 2/MMA, DE 06 DE MAIO DE 2014. 2014.
[23]BCB, “Matriz de Dados do Crédito Rural - MDCR - Conjuntos de dados - Portal de Dados Abertos do Banco Central do Brasil,” 2018.<https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/matrizdadoscreditorur> al (accessed Oct. 31, 2022).
[24] IPEA, “Fluxo de crédito rural,” 2020. <http://www.ipeadata.gov.br>.
[25] IBGE, “Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo | IBGE,” 2022. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=conceitos-e-metodos>.
[26]D. C. Morton *et al.*, “Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon,” *Proc Natl Acad Sci USA*, vol. 103, no. 39, pp. 14637–14641, Sep. 2006.
[27]M. C. A. Picoli *et al.*, “Impacts of Public and Private Sector Policies on Soybean and Pasture Expansion in Mato Grosso—Brazil from 2001 to 2017,” *Land (Basel)*, vol. 9, no. 1, p. 20, Jan.2020.