

Densidade populacional e degradação florestal em fronteiras agrícolas na Amazônia: o caso de Sinop, Mato Grosso.

Danilo Avancini Rodrigues¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
danilo.rodrigues@inpe.br

Abstract: This paper uses demographic and forest degradation data to investigate the mixed relationship between patterns of human occupation and forest degradation by timber extraction and fire between 2000 and 2010 within the Amazon Forest, on the region of Sinop, Mato Grosso, Brasil. We use the database on forest degradation by Pinheiro (2015) and the population census data released by the federal geographical and statistical agency IBGE at the census tract level. Crossing the population density and forest degradation through a cellular plane enabled the identification of ten human settlement and forest degradation patterns in the study area. The analysis showed that the human settlement and forest degradation patterns on areas closer to the highway BR-163 turned into less intense population density and degraded forest over the study period whilst the patterns far from the road became more dense in terms of population and degradation. Between 2000 and 2010 there was a decrease on the population density and degraded forest on the patterns with low population density in 2000, and an increase on the population density of patterns with high population density, while the degraded forest areas on this patterns also decreased.

Palavras-chave: human occupation, cellular space, timber extraction, forest fire, ocupação humana, ambiente celular, exploração madeireira, fogo florestal.

1. Introdução

A relação entre a ocupação humana e o aproveitamento dos recursos naturais tem sido um aspecto de grande relevância nos estudos de população e ambiente. A exemplo, diversos estudos que exploram esta relação em florestas tropicais apontavam, até a década de 90, relação positiva entre densidade populacional e desmatamento (LAURANCE, et al. 2014; LOPEZ-CARR & BURGDORFER, 2013). A partir do século XXI novos estudos tratam a ocupação humana como um dos fatores envolvidos no desmatamento, e não mais o principal fator, ao lado de complexos processos econômicos e políticos (DEFRIES, et al. 2010; PACHECO et al., 2011). Contudo, ao tratar-se das possíveis relações entre a ocupação humana e a degradação florestal ainda é imprescindível o avanço na compreensão dos fatores envolvidos no processo de degradação florestal e a relação da população com estes fatores.

A complexidade inerente ao processo de degradação florestal é, em grande parte, responsável pela falta de informação a respeito da contribuição deste processo aos outros processos adjacentes a este. Esta complexidade é atribuída ao fato de as alterações ocasionadas pela degradação florestal serem altamente dependentes da intensidade e persistência dos distúrbios induzidos, sejam eles pela dinâmica de incêndios florestais ou pelas atividades de extração seletiva de madeira (PINHEIRO, et al. 2016). Neste trabalho é adotada a definição operacional de degradação florestal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008), que se refere ao processo gradual a longo prazo de redução do dossel florestal por fogo florestal ou extração madeireira insustentável.

Este trabalho busca explorar a relação mútua entre densidade populacional humana e degradação florestal na Amazônia para os períodos de 2000 e 2010 através de padrões de ocupação humana e floresta degradada. A heterogeneidade de padrões e seus impactos na disponibilidade de recurso e na ocupação humana são críticos para os gestores das políticas públicas envolvidas no planejamento do uso da terra.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende a órbita/ponto 226/68 do sensor TM/Landsat que envolve a região de Sinop no estado de Mato Grosso (Figura 1). A paisagem da área de estudo é caracterizada por um mosaico de áreas urbanas, floresta e terras agrícolas com elevada produtividade agroindustrial devido ao cultivo de soja, milho, arroz e algodão, e também devido à modernização da pecuária (BRASIL, 2005). Nos municípios de Vera, Santa Carmem e Cláudia, pertencentes a área de estudo, predomina, basicamente, a atividade de extração de madeira, enquanto que Sinop, beneficiada pela proximidade com a BR-163, também foi desenvolvido um parque industrial e aprimorou-se a prestação de serviços (TEIXEIRA, 2006), além de ainda ser um dos principais polos madeireiros da Amazônia, com extensão de degradação florestal de aproximadamente 17.672km², com incremento anual de área degradada superior ao incremento anual de corte raso (entre 1984 e 2011), tipicamente associada a padrões de extração de madeira de baixa a moderada intensidade (PINHEIRO, 2015).

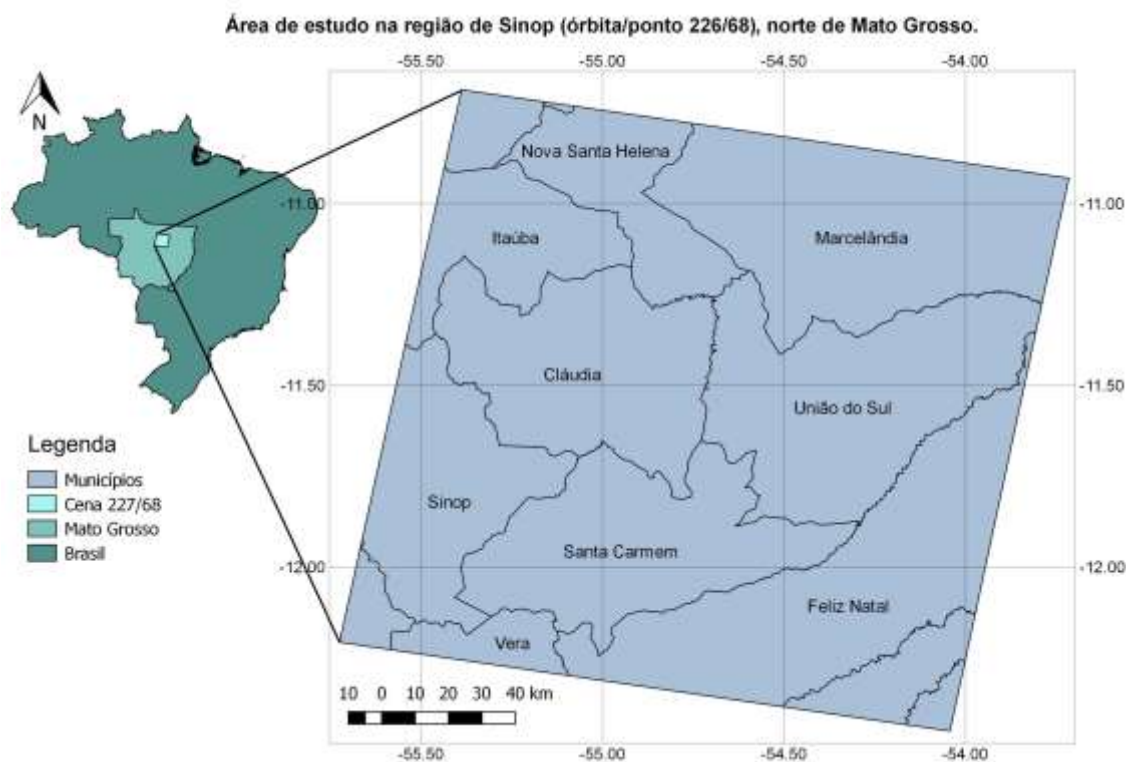


Figura 1. Localização da área de estudo (órbita/ponto 226/68 do sensor TM/Landsat) no estado de Mato Grosso: Sinop e região.

2.1.1 Histórico de ocupação da área de estudo

A primeira etapa de desenvolvimento da área de estudo teve seu início em meados da década de 70 e se estendeu a meados da década de 90, período em que houve o início da ocupação da região, caracterizado principalmente pela retirada gradual da vegetação, dando oportunidade ao estabelecimento das primeiras empresas madeireiras na região, e pela tentativa de se estabelecer as atividades socioeconômicas (SOUZA, 2004). A pavimentação do trecho da BR-163, instalação e fechamento da Sinop Agroquímica e ligação da eletricidade via linha de transmissão podem ser destacados, pois afetaram de maneira significativa a região.

Durante década de 90, até meados de 2000, houve na região a entrada do agronegócio e tentativa de se estabelecer maior fiscalização e cumprimento da legislação ambiental por meio da publicação de diversos dispositivos legais específicos. Contudo, mesmo com esse conjunto

de ações, é nesse período que são registradas pelo PRODES as maiores taxas de desmatamento da Amazônia, que resultou na criação de um novo plano de combate e controle do desmatamento, o PPCDAM (SOUZA, 1999).

A segunda metade dos anos 2000 inicia-se com reflexos positivos das ações promovidas pelo PPCDAM. As ações de fiscalização se intensificam refletindo na diminuição da taxa de desmatamento. Paralelo a isso, ações não governamentais são intensificadas, como a moratória da soja, com intuito de diminuir o avanço do agronegócio e, mais tarde, a moratória da carne, agora visando conter o avanço das áreas de pastagem sobre a floresta (ROSENDO e TEIXEIRA, 2004). O fim deste período é marcado por alterações importantes nas legislações ambientais, como o caso do lançamento do programa estadual MT-LEGAL e do novo código florestal, que, dentre outros, possui como objetivo a regularização ambiental das áreas rurais (SOUZA, 1999). Também é nesse período que se tem a consolidação do agronegócio na região, que trouxe novas perspectivas sociais e econômicas, uma vez que foi o grande responsável por atrair grandes investimentos para a região.

2.2. Mapeamento da degradação florestal

O mapeamento da degradação florestal é detalhado em Pinheiro (2015). O mapeamento foi iniciado com a decomposição das bandas originais do sensor TM/Landsat em imagens fração solo, vegetação e água/sombra através do Modelo Linear de Mistura Espectral, em seguida foi obtido um índice espectral sensível à degradação florestal a partir da relação entre as imagens-fração solo e vegetação. Uma técnica semiautomática foi aplicada para o mapeamento anual da degradação florestal nas imagens resultantes do índice espectral utilizando as trilhas de arraste e pátios de estoque de madeira como indicadores de atividade de extração de madeira e cicatriz de fogo como indicador de fogo florestal. Neste estudo foi utilizada uma série de 20 anos de degradação florestal, entre os anos de 1991 e 2010.

2.3. Dados demográficos

Os dados demográficos utilizados provêm dos censos demográficos realizados a cada 10 anos pelo Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística (IBGE, 2010) para o levantamento de dados populacionais e sócio-econômicos. Os dados produzidos pelo censo demográfico são organizados em setores censitários, que permitem uma escala espacial 48 vezes mais detalhada que a organização por município. Para termos de análise, os dados de moradores por setor censitário foram transformados em densidade populacional por quilômetro quadrado.

2.4. Processamento dos dados

Para combinar os dados demográficos e de degradação florestal de 2000 e 2010 foi utilizada a metodologia proposta por Tritsch, et al. (2016), em que através de um sistema de informação geográfica (neste caso o TerraView 5.2.2) todos os dados são projetados em um ambiente celular de 5x5km. Para cada célula do ambiente celular foi calculada a área total de floresta degradada dentro da célula, e a densidade populacional do setor censitário com maior área de interseção na célula, para os dados de 2000 e 2010.

2.5. Classificação das células de acordo com os padrões de ocupação humana e degradação florestal

As 1175 células foram classificadas em 10 padrões de densidade populacional e degradação florestal (A a J) de acordo com os limiares apresentados na Figura 2. A definição da tipologia de ocupação humana e degradação florestal foi, inicialmente, baseada na densidade populacional. Desta forma, todas as células com densidade populacional inferior ou igual a 0,5 habitantes por quilômetro quadrado foram consideradas “vazias”, as células com

densidade populacional entre 0,5 e 1,5 habitantes por quilômetro quadrado foram consideradas “levemente povoadas”, as células entre 1,5 e 25 habitantes por quilômetro quadrado foram consideradas “povoadas” e aquelas com densidade populacional superior a 25 habitantes por quilômetro quadrado foram consideradas “povoamento denso”. A degradação florestal em 2010 foi utilizada para a definição dos limiares para a degradação florestal na tipologia, sendo as células com área degradada menor ou igual a 5% da área da célula consideradas apenas como “floresta”, enquanto as células com área degradada entre 5 e 40% da área total da célula consideradas “floresta moderadamente degradada”, e aquelas com área degradada superior a 40% da área total da célula consideradas “floresta degradada”.

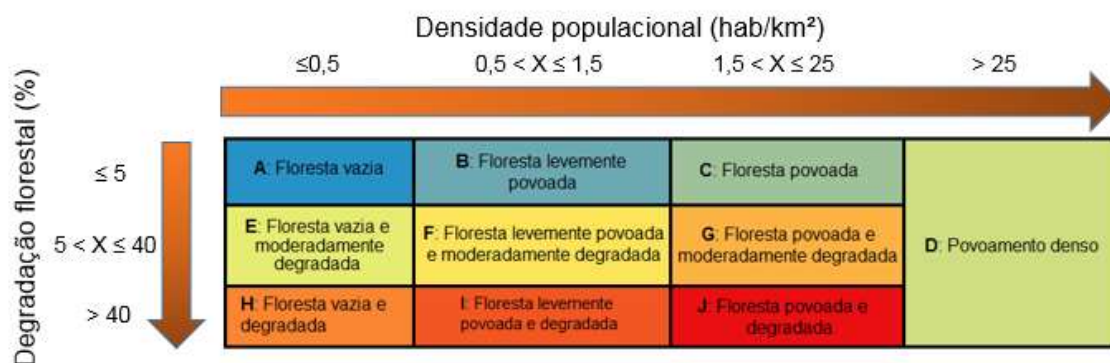


Figura 2. Tipologia para padrões de ocupação humana e degradação florestal (A a J) de acordo com a densidade populacional e degradação florestal em 2010.

3. Resultados e Discussão

A Figura 3 apresenta o resultado da classificação da área de estudo de acordo com a tipologia de padrões de ocupação humana e degradação florestal para os anos de 2000 e 2010. Em 2000 é possível notar uma concentração de padrões com degradação florestal e densidade populacional mais intensas próxima a sede municipal de Sinop, e conseqüentemente mais próxima à margem da BR-163. Contudo, no ano de 2010 estes padrões sofrem uma desintensificação de ocupação humana e degradação florestal à medida que as células localizadas a nordeste destas regiões sofrem intensificação dos processos. Apesar de este comportamento ser visível nas proximidades de Sinop, o mesmo ocorreu em toda a região da área de estudo. Importante ressaltar que o retrato deste processos em 2000 e em 2010 refletem os processos de ocupação humana e degradação florestal da década anterior ao ano, 1991 a 2000 e 2001 a 2010 respectivamente.

No entorno das sedes municipais (vizinhança 5x5 pixels) presentes na área de estudo (Figura 4) observa-se que, nos municípios mais próximos a BR-163 (Sinop, Santa Carmem, Cláudia e Itaúba) houve decréscimo nos padrões de ocupação humana e degradação de maior intensidade acompanhado do aumento de ocorrência dos padrões de maior intensidade, o que pode estar relacionado ao esgotamento do recurso florestal nestas regiões, que traz consigo a necessidade de deslocamento às regiões mais distantes das sedes municipais para exploração de novas áreas e manutenção do suprimento de madeira ao mercado consumidor e subsistência da população que tem a exploração madeireira como fonte de renda. Por outro lado, nos municípios mais distantes da BR-163 (Marcelândia e União do Sul) houve intensificação da densidade populacional e florestas degradadas, o que pode estar sendo incentivado pela disponibilidade de recursos na regiões destes municípios, contudo a continuidade da degradação florestal poderá ocasionar o esgotamento do recurso e, conseqüentemente, a ocorrência do mesmo padrão observado para os municípios mais próximos a BR-163, a necessidade de deslocamento da população que tem a atividade madeireira como fonte de renda para novas áreas de disponibilidade do recurso florestal,

evidenciando a necessidade de incentivo ao manejo florestal nestas regiões, uma vez que o manejo florestal assegura a continuidade da disponibilidade de madeira ao longo do tempo.

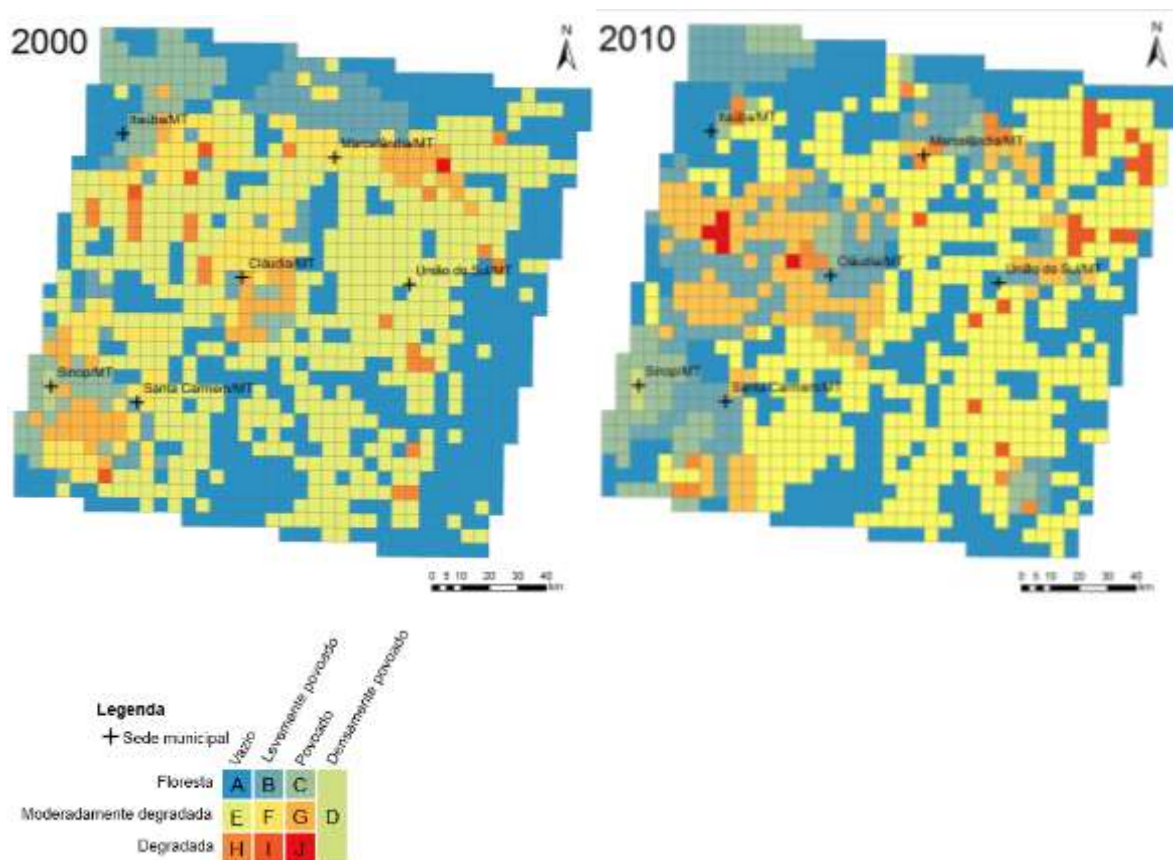


Figura 3. Padrões de ocupação humana e degradação florestal na região de Sinop em 2000 e 2010.

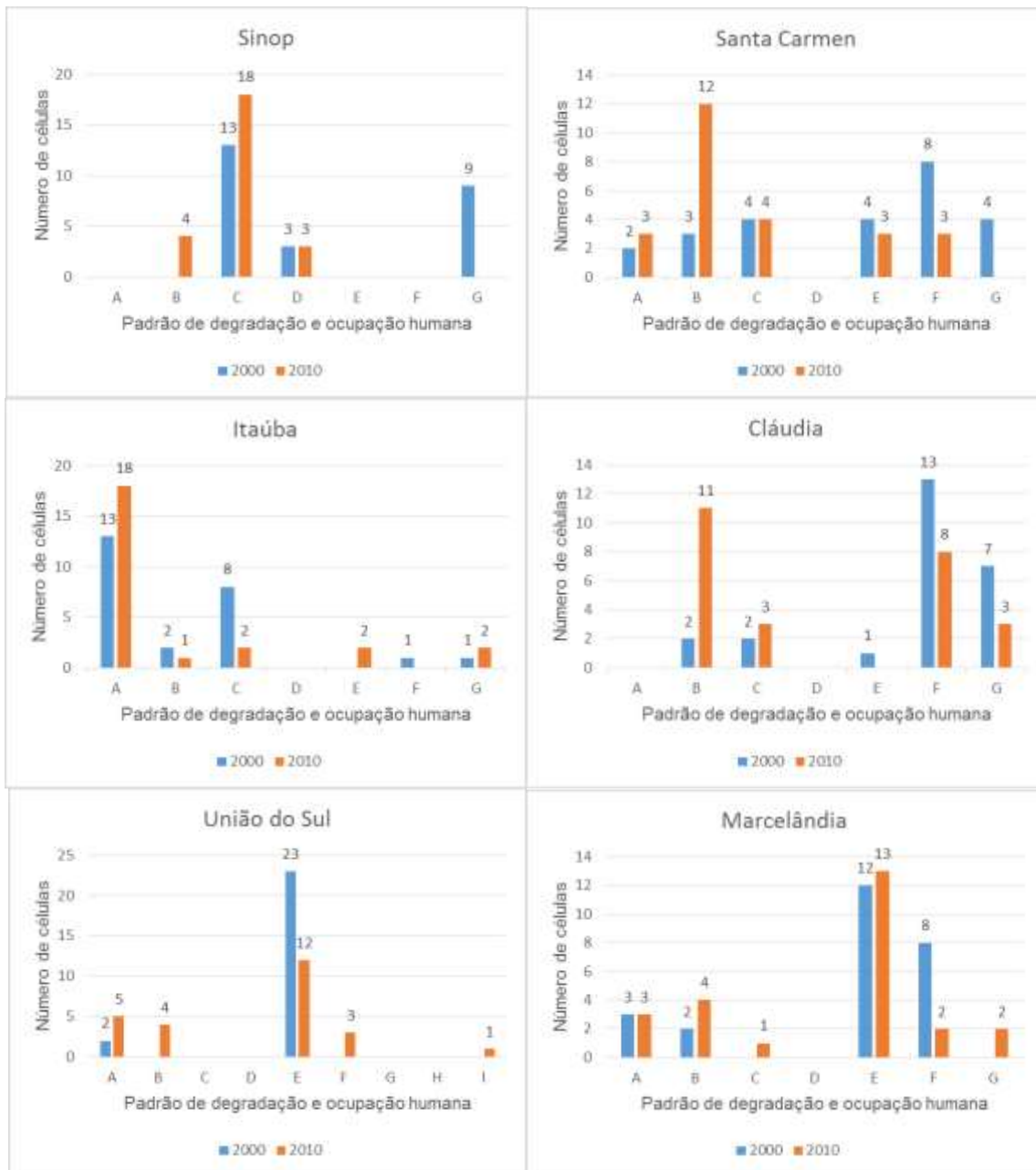


Figura 4. Frequência de padrões de ocupação humana e degradação florestal na vizinhança de 5x5 pixels no entorno das sedes municipais da área de estudo.

Houve redução na densidade populacional média dos padrões de menor densidade populacional (A, E e H) acompanhado do aumento da densidade populacional média dos padrões de maior densidade populacional (C, G e J) (Tabela 1), o que pode indicar o processo de Urbanização Discreta, comum à região amazônica (TRITSCH, et al. 2016), que representa o crescimento demográfico e expansão espacial das principais vilas próximas as cidades, estradas e polos educacionais à medida que a população busca por acesso a infraestrutura disponível nestas regiões. Apesar do aumento na densidade populacional dos padrões C, G e J foi observada uma leve redução na degradação florestal total destes padrões entre 2000 e 2010.

Tabela 1. Comparação das variáveis de interesse de cada padrão de ocupação.

Padrão de ocupação humana e degradação florestal	Nº. Células em 2000	Nº. Células em 2010	Densidade populacional média 2000	Densidade populacional média 2010	Total degradação 2000 (km ²)	Total degradação 2010 (km ²)
A: Floresta vazia	416	355	0.46	0.24	175.60	163.45
B: Floresta levemente povoada	67	160	0.86	0.70	27.53	73.56
C: Floresta povoada	71	72	1.82	3.60	27.76	22.73
D: Povoamento denso	3	3	90.93	44.47	1.76	0.11
E: Floresta vazia e moderadamente degradada	438	418	0.14	0.24	1487.76	1482.01
F: Floresta levemente povoada e moderadamente degradada	98	125	0.86	1.07	356.14	443.62
G: Floresta povoada e moderadamente degradada	56	16	2.20	5.08	215.02	141.59
H: Floresta vazia e degradada	21	21	0.15	0.07	257.23	196.38
I: Floresta levemente povoada e degradada	4	5	0.68	0.54	46.93	65.55
J: Floresta povoada e degradada	1	0	1.89	-	11.88	-
TOTAL	1175	1175	-	-	2607.60	2599.01

4. Conclusão

Os padrões de ocupação humana e degradação florestal na área de estudo se intensificaram nas regiões mais distantes da BR-163 (e, conseqüentemente, de Sinop) durante o período de análise, enquanto o contrário foi observado para a região mais próxima à rodovia.

A densidade populacional nas regiões de baixa densidade demográfica reduziu durante o período de análise, bem como as áreas de floresta degradada.

A densidade populacional nas regiões de elevada densidade demográfica aumentou durante o período de análise, acompanhado de um decréscimo de áreas degradadas.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Grupo de Trabalho Interministerial. Casa Civil da Presidência da República. Plano de desenvolvimento Regional Sustentável para a Área de Influência da Rodovia BR-163 Cuiabá/Santarém. Brasília, 2005. 142 p.

DEFRIES, R. S., RUDEL, T., URIARTE, M., & HANSEN, M. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience*, 3, 178e181. 2010.

INPE. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: Sistemas PRODES,

DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007-2008. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 47 pp., 2008 [Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf.]

LAURANCE, W. F., SAYER, J., & CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology & Evolution*, 29, 107e116, 2014.

LOPEZ-CARR, D., & BURGDORFER, J. Deforestation drivers: Population, migration, and tropical land use. *Environment Science and Policy for Sustainable Development*, 55, 3e11, 2013.

PACHECO, P., AGUILAR-STØEN, M., BORNER, J., ETTER, A., PUTZEL, L., DIAZ, M., et al. Landscape transformation in tropical Latin America: Assessing trends and policy implications for REDD+. *Forests*, 2, 1e29, 2011.

PINHEIRO, Taise Farias. Padrões e trajetórias de degradação florestal em fronteiras madeireiras da Amazônia – São José dos Campos : INPE, 2015. xxiv + 181 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/12.03.16.00-TDI)

PINHEIRO, T. F. et al. Forest degradation associated with logging frontier expansion in the Amazon: the BR-163 region in Southwestern Pará, Brazil. *Earth Interactions*, v. 20, n. 17, p. 1-26, 2016.

ROSENDO, J. S. TEIXEIRA, L. A Expansão da Fronteira Agrícola no Norte do Mato Grosso-Impactos Socioambientais da Exploração Madeireira. *Sociedade & Natureza*, v. 16, n. 31, p. 71-79, 2004.

SOUZA, E. L. P. A organização industrial do setor madeireiro no município de Sinop, Mato Grosso - uma análise da estrutura de mercado. p. 126. Dissertação de mestrado apresentada a UFPA. Belém/PA, 1999.

SOUZA, E. A. Sinop: história, imagens e relatos. Um estudo sobre sua colonização. Editora EdUMFT/FAPEMAT, p 220, 2004.

TEIXEIRA, Luciana. A colonização no Norte de Mato Grosso: o exemplo da Gleba Celeste. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006.

TRITSCH, Isabelle; LE TOURNEAU, François-Michel. Population densities and deforestation in the Brazilian Amazon: New insights on the current human settlement patterns. *Applied Geography*, v. 76, p. 163-172, 2016.