

SER 300 – Introdução ao Geoprocessamento



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



Explorando as dinâmicas de urbanização e de desmatamento na Amazônia Legal no período de 2000 e 2010 através de ferramentas de geoprocessamento.

Ana Paula Dal'Asta

São José dos Campos

2012

Explorando as dinâmicas de urbanização e de desmatamento na Amazônia Legal no período de 2000 e 2010 através de ferramentas de geoprocessamento.

1. Introdução

A Amazônia Brasileira é conhecida por abrigar a maior área de florestas tropicais contínuas e preservadas do mundo. Em contrapartida, ao longo das últimas quatro décadas, a região tem sofrido significativas mudanças nesta cobertura, como tem indicado as taxas de desmatamento (INPE, 2010), e experimentado altas taxas de crescimento populacional (IBGE, 2010). Para o período de 1990 a 2010, a população da região norte, em sua maioria urbana, cresceu a uma taxa de 2,73% ao ano, superior a registrada no Brasil (1,14%), e o desmatamento, com ápice em 1995, apresentou percentuais de 5%. A elevação do grau de urbanização, de 42,6% em 1970 para 57,8%, em 1991, levou Becker (1995) a propor o termo *floresta urbanizada* para designar a região, reforçando a necessidade de discutir o espaço urbano como parte importante deste ambiente.

Especialmente, o processo de desmatamento concentra-se na região da fronteira da Amazônia Legal. Essa região, para fins de monitoramento de queimadas, foi definida pelo IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis) como *Arco do Desflorestamento*, constituída pelos estados do Pará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Amazonas, Rondônia, Acre e Tocantins (IBAMA, 1997).

Browder; Godfrey (1996) elencam alguns critérios para caracterizar uma região de fronteira. Dentre os critérios, os autores citam a demografia, caracterizada pelas altas taxas de crescimento populacional, devidas principalmente a imigração, ressaltando que em muitos locais essa dinâmica pode ser instável, e pela economia, de base extrativa que sustentam sua existência. No caso da fronteira amazônica, Becker (1990) chama atenção para a questão da urbanização, quando coloca que a fronteira já nasce urbanizada e tem um ritmo de urbanização mais rápido que o resto do país.

Buscando verificar possíveis influências sócio-econômicas nas atividades de desmatamento, Amaral et al (2001), verificaram, para os períodos de 1991-92 e 1992-94, a ausência de autocorrelação espacial entre variáveis populacionais e taxas de desmatamento. Além disso, constataram que a relação desmatamento-urbanização não se encontra bem definida quanto a seus padrões espaciais, sugerindo a utilização de outras análises para melhor delinear o comportamento e interação dessas variáveis no espaço e no tempo.

Desse modo, propõem-se explorar as dinâmicas de urbanização e de desmatamento, nos anos de 2000 e 2010 para a região amazônica. Numa segunda abordagem, propõe-se verificar a evolução dos padrões de desmatamento em relação aos núcleos urbanos.

1.1. Área de estudo.

A Amazônia Legal é assim definida, no território brasileiro, para fins administrativos e de planejamento econômico. Foi instituída em 1953, através da Lei Nº 1.806, e compreende uma área de 5.217.423 km² distribuídos pelos estados da região norte (Pará, Amazonas, Rondônia, Roraima, Acre, Amapá e Tocantins), estado do Mato Grosso e parte do Maranhão (a oeste do meridiano 44°) (Figura 1). Abrange um total de 767 municípios e população de aproximadamente 24 milhões de habitantes.

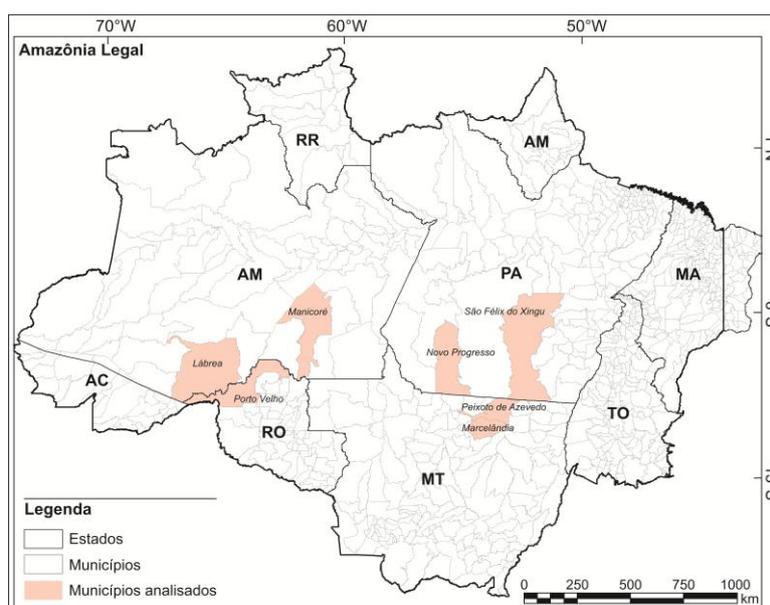


Figura 1: Mapa de localização da Amazônia Legal. Municípios em destaques foram analisados a nível intramunicipal.

2. Materiais e métodos

2.1. Procedimentos metodológicos

Como abordagem metodológica, propõe-se o uso de ferramentas de geoprocessamento para a espacialização e análise de dados de urbanização e de desmatamento, para os municípios da Amazônia Legal, no período de 2000 a 2010. Os dados, selecionados por município, foram padronizados e sistematizados em uma base de dados no sistema TerraView. Primeiramente, buscando verificar a existência de padrões de evolução urbana associados a dinâmica do desmatamento, realizou-se a análise dos dados, para a Amazônia Legal, através da comparação da evolução das taxas de desmatamento e de urbanização. Adotando a escala intramunicipal, com o propósito de verificar padrões de evolução do desmatamento associados aos núcleos urbanos, foram selecionados sete municípios, com taxas de desmatamento acumulado acentuadas, e situados na região da fronteira amazônica. Para esses municípios, observou-se a proximidade das áreas de desmatamento em relação aos setores censitários urbanos. Essas etapas são detalhadas a seguir.

2.2. Análise dos dados para a Amazônia Legal

Para a análise de padrões de evolução urbana e desmatamento foram utilizados dados de desmatamento e dados populacionais para os municípios da Amazônia Legal, para os anos de 2000 e 2010 (tabela 1).

Os dados de desmatamento na Amazônia Legal, provenientes do Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal – PRODES (INPE, 2010), foram avaliados na forma de taxas de desmatamento (km^2/ano) sobre a malha municipal do IBGE de 2010. Os dados referem-se às taxas de desflorestamento obtidas para 2000 e 2010 e as taxas acumuladas, ou seja, o total de área desmatada no período 2000 a 2010. O desmatamento mapeado pelo PRODES, corresponde a área de desmatamento, superior a 6,25ha, do tipo corte raso em floresta primária.

Dados dos censos demográficos de 2000 e 2010 foram extraídos da base de dados do IBGE. Os dados referem-se ao total de população municipal residente em setores censitários definidos como urbanos, o percentual de taxa de urbanização e o incremento populacional no período 2000 a 2010.

A tabela 1 ilustra o conjunto de variáveis utilizadas. Os dados de cada variável foram atribuídos aos municípios da malha municipal brasileira de 2010.

Tabela 1. Variáveis populacionais e de desmatamento utilizadas.

Variável	Descrição	Fonte
Desmatamento acumulado	Incremento em área (km ²) no período de 2000 a 2010, por município.	PRODES (INPE, 2010)
População urbana acumulada	Diferença de população residentes em setores urbanos no período 2000 a 2010.	Dados do universo (IBGE, 2000; 2010)

Os dados populacionais e de desmatamento para cada município, dispostos em tabelas, foram integrados aos dados vetoriais, referentes a malha municipal brasileira, através do sistema TerraView, compondo um banco de dados geográficos. As análises sobre os atributos municipais compreenderam o fatiamento por quantil das taxas de desmatamento acumulado e das taxas de incremento populacional no período.

2.2. Análise dos dados na escala intramunicipal

Através da análise das taxas de urbanização e de desmatamento, foram selecionados sete municípios, para avaliar a evolução das áreas de desmatamento em relação a proximidade com os setores censitários urbanos. Esses municípios representam estágios diferenciados da evolução da região da fronteira amazônica. Foram selecionados os municípios de São Félix do Xingu e Novo Progresso, no estado do Pará, Porto Velho, em Rondônia, Lábrea e Manicoré, no estado do Amazonas, e Peixoto de Azevedo e Marcelândia, no estado do Mato Grosso (Figura 1).

Para a seleção dos municípios, levaram-se em consideração as taxas de incremento populacional urbano e as taxas de desmatamento acumulado, no

período de 2000 a 2010, caracterizando estágios diferenciados de evolução da fronteira amazônica. Esses critérios corroboram com o proposto por Browder; Godfrey (1996) para caracterizar uma região de fronteira. Os municípios selecionados apresentaram expressivo incremento nas áreas desmatadas e padrões de evolução urbana associados, tanto ao aumento quanto ao decréscimo significativo da população. São Félix do Xingu, Porto Velho e Novo Progresso, com altas taxas de desmatamento e de incremento populacional urbano, representam municípios em fase intermediária de consolidação da fronteira. Da mesma forma, Peixoto de Azevedo e Marcelândia, também representam uma fase intermediária, porém com crescimento populacional negativo. Lábrea e Manicoré, por sua vez, representam o avanço da fronteira amazônica.

Para os sete municípios, foram utilizados dados vetoriais referentes aos setores censitários urbanos para os anos de 2000 e 2010, e as áreas de desmatamento para os anos de 2001 e 2010. Utilizaram-se os dados de desmatamento para o ano de 2001, pois para o ano de 2000 não foi mapeado o incremento em relação a 1999, e sim o acumulado no período 1997 a 2000.

Utilizando o limite dos setores censitários urbanos foram gerados *buffers* com 2 km cada, em 10 faixas de distância, ou seja, abrangendo uma distância de 20 km dos núcleos urbanos. A escolha de 2 km ocorreu a partir de testes empíricos, no qual foram testadas várias faixas de distâncias, e escolhida a que melhor se ajusta a representação espacial do processo.

Os principais resultados obtidos, através das duas abordagens, são apresentados a seguir.

3. Resultados

Os principais resultados obtidos demonstram que Amazônia Legal apresenta diferentes padrões de evolução urbana associados a diferentes regimes de desmatamento, corroborando com o observado por Amaral et. al (2001) para os períodos de 1991 a 1992 e 1992 a 1994.

Espacialmente, o desmatamento concentra-se principalmente na região da fronteira amazônica (Arco do Desflorestamento). Esse fato por ser observado na figura 2, que ilustra o fatiamento por quantil das taxas de desmatamento acumulado, no período de 2000 a 2010, para os municípios da Amazônia Legal. Os municípios do centro sul do estado do Pará, norte do Mato Grosso, extremo oeste do Maranhão, noroeste de Rondônia e extremo sul do Amazonas e do Acre compreendem os que apresentaram as maiores taxas de desmatamento acumulado. Os municípios com maiores taxas de incremento foram São Félix do Xingu (9965,4 km²), Altamira (4710,4 km²), Porto Velho (3913,7 km²) e Novo Repartimento (3627,7 km²). Por sua vez, os municípios localizados ao sul do Mato Grosso, grande parte do Maranhão e no Tocantins são os municípios que apresentaram menores incrementos, sendo que em muitos deles não foram registrados desmatamentos no período. As taxas intermediárias de desmatamento foram observadas nos municípios do Amazonas, Roraima, Amapá, parte do Acre e no norte do Pará.

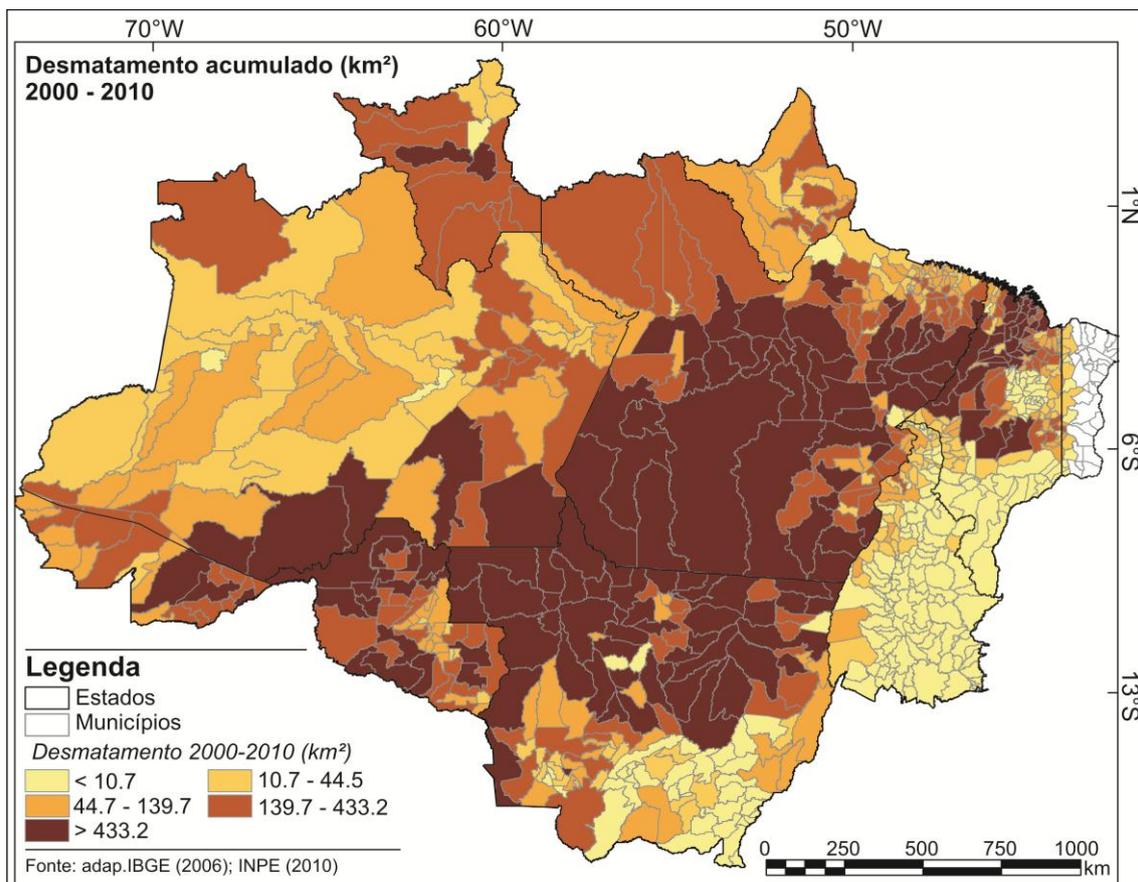


Figura 2: Desmatamento acumulado por município no período de 2000 a 2010 na Amazônia Legal.

A figura 3 ilustra a distribuição por quantil da população urbana acumulada no período de 2000 a 2010 para a Amazônia Legal. Pode-se observar que, a nível estadual, os maiores incrementos populacionais urbanos estão associados, principalmente, aos estados do Pará, Amazonas e Acre. Os municípios com maior aumento populacional, além das capitais, foram Parauapebas (79430 habitantes), Ananindeua (77623 habitantes), Marabá (51897 habitantes), no estado do Pará, e Paço do Lumiar (77623 habitantes), no estado do Maranhão. Tocantins e Mato Grosso representam os estados nos quais os municípios, em geral, apresentaram os menores incrementos populacionais. Dentre os municípios com menor incremento populacional, destacam-se os com incremento negativo, como Nova Olímpia, no Mato Grosso, com decréscimo de 10733 habitantes, Miracema do Tocantins (TO), com decréscimo de 2498 habitantes, e Poxoréo (MT), com decréscimo de 2123 habitantes. Ressalta-se que, para o estado do Mato Grosso, no período de 2000 a 2010, 16 municípios se emanciparam, resultando em incrementos negativos para os municípios de origem.

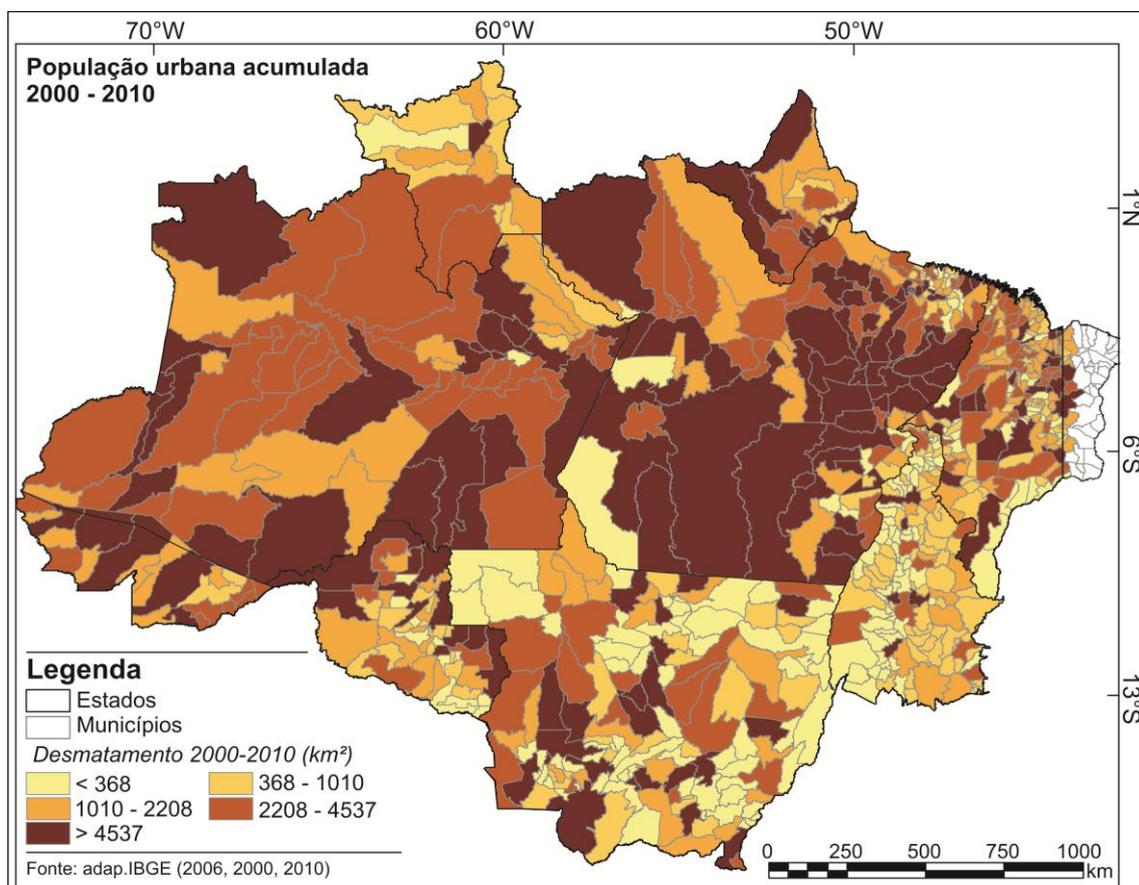


Figura 3: Desmatamento acumulado por município no período de 2000 a 2010 na Amazônia Legal.

Comparando os mapas de distribuição populacional e desmatamento acumulado no período, observa-se que, para o estado do Pará, de modo geral, os municípios com altos incrementos nas taxas de desmatamento também apresentam incrementos populacionais elevados. Para o estado do Mato Grosso, no geral os municípios com maior incremento nas taxas de desmatamento não apresentaram maiores taxas de incremento populacional urbano. O mesmo pode ser observado para os estados de Rondônia, Acre, Amapá e Roraima, onde os maiores incrementos populacionais urbanos não necessariamente ocorrem em municípios com elevadas taxas de incremento nas áreas desmatadas. No Amazonas, grande parte dos municípios apresentaram taxas intermediárias e elevadas de crescimento populacional urbano, inclusive nos municípios que apresentaram taxas de desmatamento acumulado elevadas. Desse modo fica claro que, para o período analisado, as variáveis não apresentaram associação clara. Isso se confirma pela heterogeneidade da Amazônia Legal, no que se refere à estratégia de ocupação do solo, onde diversos são os fatores e agentes que atuam na região condicionando diferentes velocidades e padrões de ocupação e de desmatamento (AMARAL, et al., 2001).

3.1. Análise dos padrões de desmatamento associados aos núcleos populacionais

Os principais resultados obtidos nesta etapa consistiram na espacialização das áreas de desmatamento na malha de setores censitários e a geração de buffers de 2 km, em faixas totalizando 20 km, para os municípios de Novo Progresso, São Félix do Xingu, Porto Velho, Lábrea, Manicoré, Peixoto de Azevedo e Marcelândia. Os principais resultados dessa etapa são descritos a seguir.

3.1.1. Novo Progresso, São Félix do Xingu e Porto Velho

O incremento populacional urbano nesses municípios foi de 117.024 habitantes em Porto Velho, 32.583 habitantes em São Félix do Xingu e 8.089 habitantes

em Novo Progresso. O grau de urbanização desses municípios é de 91% em Porto Velho, 70% em Novo Progresso e 49% em São Félix do Xingu. Os incrementos nas áreas desmatadas nesses municípios foram superiores a 3500 km² e o percentual de área desmatada em relação a área do município é inferior a 23% nos três municípios. O gráfico da figura 4 ilustra a distribuição das taxas de desmatamento acumulado anual, entre 2000 e 2010, para cada município. Pode-se observar que, a partir de 2005 o incremento anual nas áreas desmatadas apresenta tendência de diminuição em relação aos anos anteriores, seguindo a tendência observada para a região amazônica como um todo, conforme dados do PRODES (INPE, 2010).

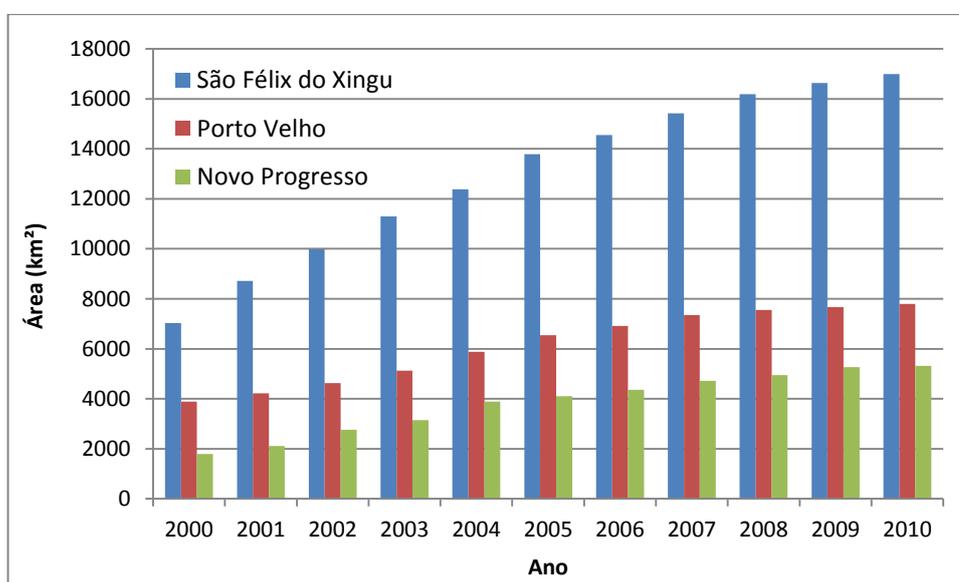


Figura 4: Taxas de desmatamento acumuladas para os municípios de São Félix do Xingu, Novo Progresso e Porto Velho.

Analisando a proximidade das áreas de desmatamento com relação aos setores urbanos, observa-se que, em geral, em 2001 a distância das áreas de desmatamento com relação aos setores urbanos eram menores, ocorrendo em distâncias inferiores a 2km. Esse fato era esperado, haja vista que à medida que a fronteira vai se consolidando e os núcleos aumentam de tamanho, as áreas para desmatamento ficam escassas próximas aos núcleos, requerendo que áreas mais distantes sejam desmatadas.

A figura 5 ilustra a evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos para o município de São Félix do Xingu. Pode-se observar que, o incremento no ano de 2001, em torno de 1692 km², é significativamente

superior ao de 2010 e que as áreas desmatadas concentram-se na porção centro norte do município, próximas aos distritos e sede municipal.

Em termos de proximidade, para o ano de 2001, a distância mínima do setor urbano às áreas desmatadas era inferior 2 km e na distância de até 20 km a concentração de áreas desmatadas era bastante significativa. Para o ano de 2010, observa-se que quatro comunidades tornaram-se setores urbanos e que as áreas desmatadas, embora no geral ocorram a distâncias superiores a 2 km, são mais esparsas ao longo do raio de 20 km.

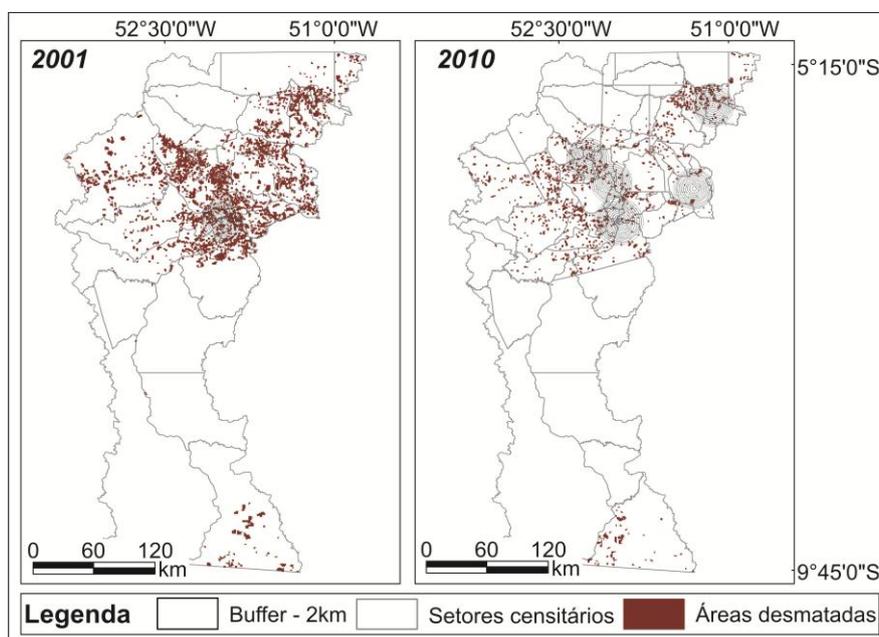


Figura 5: Evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos no município de São Félix do Xingu.

No município de Novo Progresso as áreas desmatadas se concentram especialmente na porção leste do município e ocorrem associadas a BR 163 (Rodovia Cuiabá-Santarém), conforme ilustra a figura 6. Para o ano de 2001, o total de áreas desmatadas no ano é bastante significativo em comparação com 2010 e estas áreas ocorriam a uma distância mínima inferior a 2 km da sede municipal. Além disso, ao longo dos 20 km de distância do buffer, extensas áreas eram desmatadas. Em contrapartida, observa-se que para o ano de 2010, a 20 km de distância da sede municipal poucas áreas foram desmatadas.

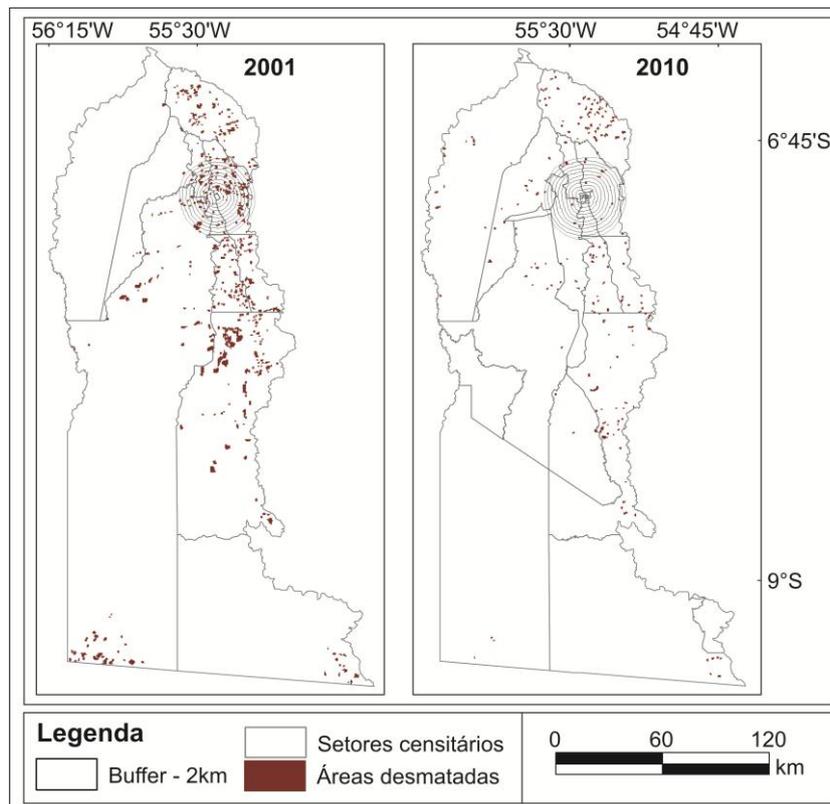


Figura 6: Evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos no município de Novo Progresso.

A figura 7 ilustra a evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos para o município de Porto Velho. Observa-se que, de 2001 para 2010 as áreas desmatadas se restringiram a porção centro leste, próximo ao limite municipal. Além disso, as áreas desmatadas próximas aos setores urbanos, distância de até 20 km, passaram a ser esparsas, para o ano de 2010.

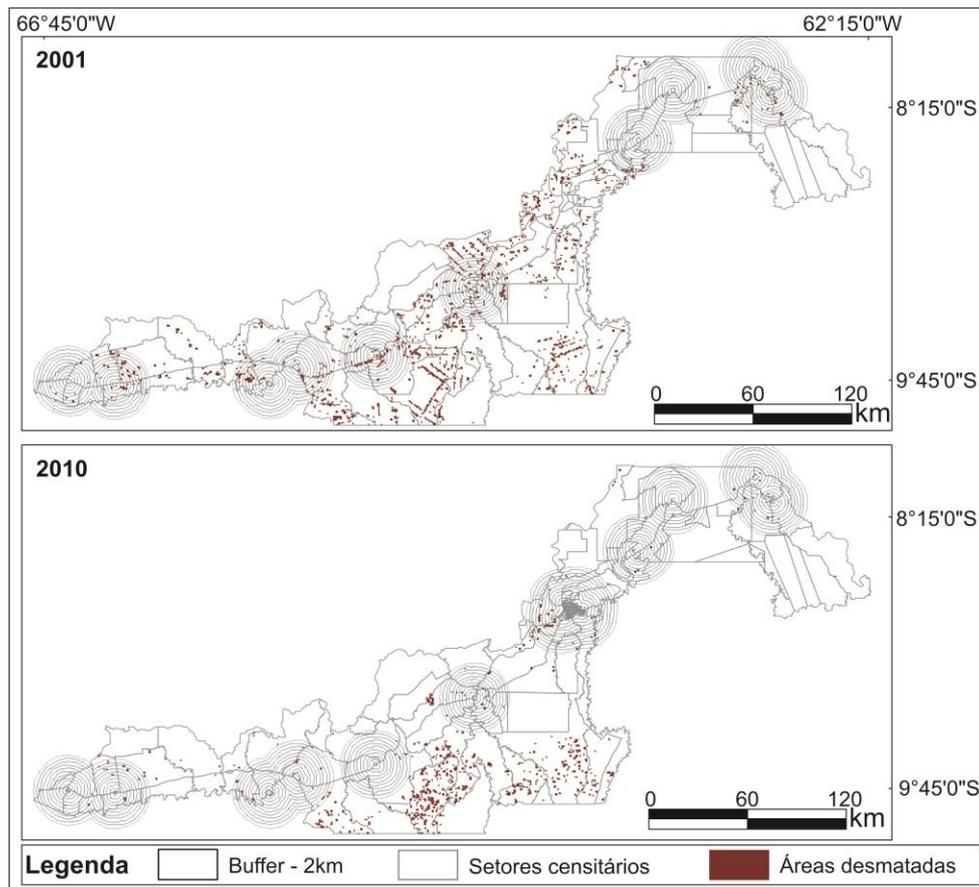


Figura 7: Evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos no município de Porto Velho.

3.1.1. Peixoto de Azevedo e Marcelândia

Os municípios de Peixoto de Azevedo e Marcelândia localizam-se na porção norte do estado do Mato Grosso e apresentam grau de urbanização de 64% e 61%, respectivamente. No período de 2000 a 2010 apresentaram crescimento negativo da população urbana, com queda de 1735 habitantes em Marcelândia e 376 habitantes em Peixoto de Azevedo, e taxas acumuladas de desmatamento de 1145.8 km² e 1201.6 km², respectivamente. Embora, as taxas acumuladas de desmatamento, no período, foram elevadas, pode-se observar, através da figura 8, que a partir de 2008, os incrementos anuais são poucos, da ordem de 5 km², para Marcelândia, e 23 km², para Peixoto de Azevedo. O percentual de área territorial desmatada é de 27,81%, para Marcelândia, e 22,6% em Peixoto de Azevedo.

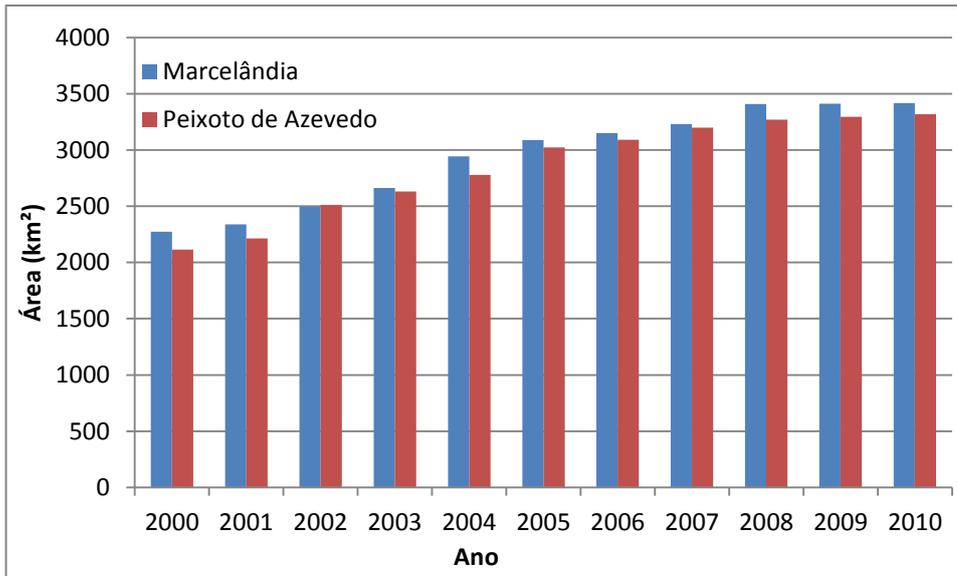


Figura 8: Taxas de desmatamento acumuladas para os municípios de Marcelândia e Peixoto de Azevedo.

Para o município de Marcelândia, observa-se que no ano de 2001 as áreas de desmatamento, geralmente de grandes extensões, ocorrem esparsas nas proximidades dos setores urbanos e com uma distância mínima de 4 km (Figura 9). Para o ano de 2010, apenas uma área desmatada foi mapeada na faixa de distância de até 20 km no entorno do setor censitário urbano. No restante do município, observa-se a mesma tendência.

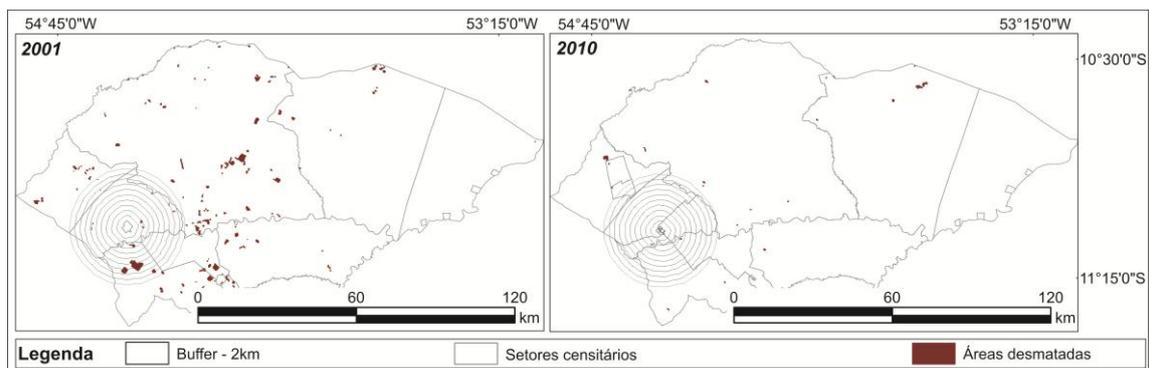


Figura 9: Evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos no município de Marcelândia.

No município de Peixoto de Azevedo, para ambos os anos, as áreas desmatadas ocorrem distantes do núcleo urbano, haja vista que área urbana localiza-se próximo ao limite municipal, numa área estreita junto a BR 163, conforme pode ser observado na figura 10. Para o ano de 2001, observa-se

que as áreas desmatadas concentram-se na porção leste. Além disso, pode-se observar extensas áreas desmatadas com geometria regular.

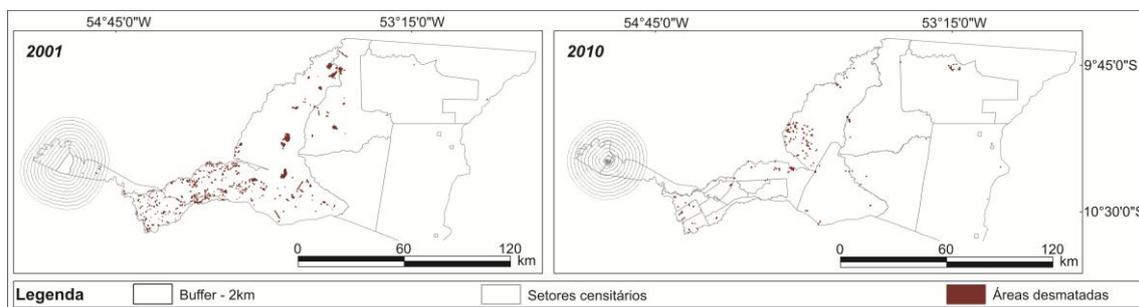


Figura 10: Evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos no município de Novo Progresso.

3.1.1. Lábrea e Manicoré

Lábrea e Manicoré, no período de 2000 a 2010, apresentaram incremento populacional urbano de 4931 habitantes e 5010 habitantes e área de desmatamento acumulada de 1897,4 e 554,3 km², respectivamente. Esses municípios apresentam área territorial desmatada inferior a 5% e graus de urbanização de 64%, em Lábrea, e 43%, em Manicoré.

O município de Lábrea possui apenas 4,69% do seu território desmatado e desmatamento acumulado (2000 a 2010) de 1897,4 km². Para o ano de 2001 observa-se que, a distância das áreas desmatadas em relação aos setores urbanos era inferior a 2 km e ocorriam na direção sudoeste, relacionado com a frente de expansão da ocupação municipal, conforme ilustra a figura 11. Da mesma forma, em 2010 os desmatamentos próximos a sede municipal ocorrem na direção nordeste, porém em menor quantidade. A distância mínima observada, para 2010, foi de 2 km.

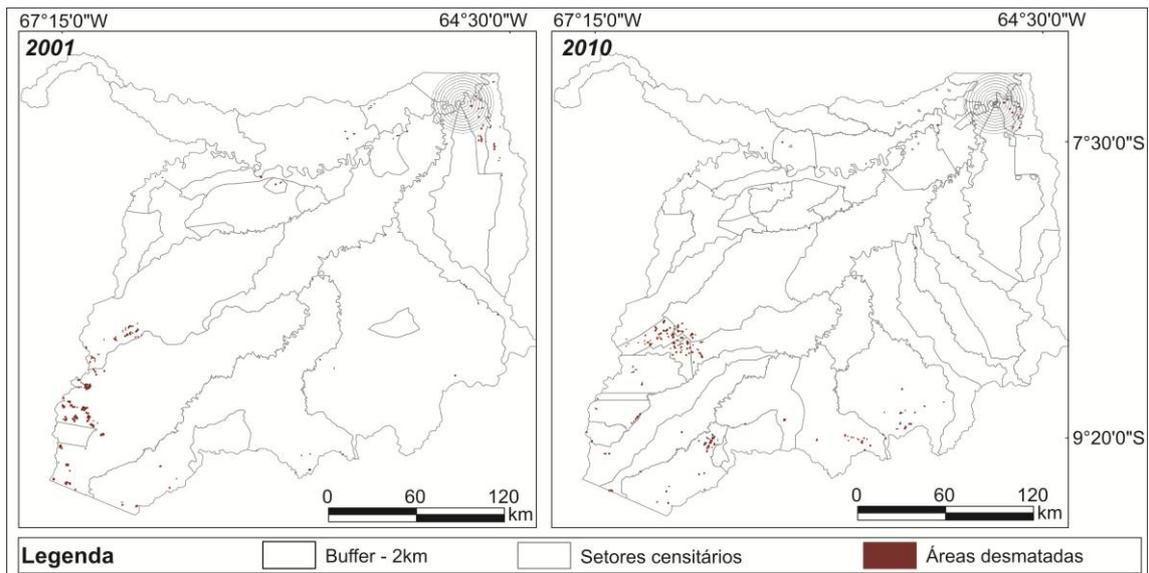


Figura 11: Evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos no município de Lábrea.

Para o município de Manicoré, observa-se que ocorreu a intensificação do desmatamento nas áreas mapeadas em 2001, conforme a figura 12, com incremento (2000 a 2010) de 554,3 km². Os desmatamentos se concentram principalmente na porção sul do município e nas margens do Rio Madeira (porção centro norte). A distância mínima observada, para o ano de 2001, das áreas desmatadas em relação aos setores censitários urbanos era inferior a 2 km. Ressalta-se que, poucas áreas desmatadas foram identificadas em distâncias de até 20 km. Para 2010, os desmatamentos, continuam ocorrendo em distâncias inferiores a 2 km em relação a sede municipal e se distribuem, no entorno de até 20 km, ao longo do rio Madeira.

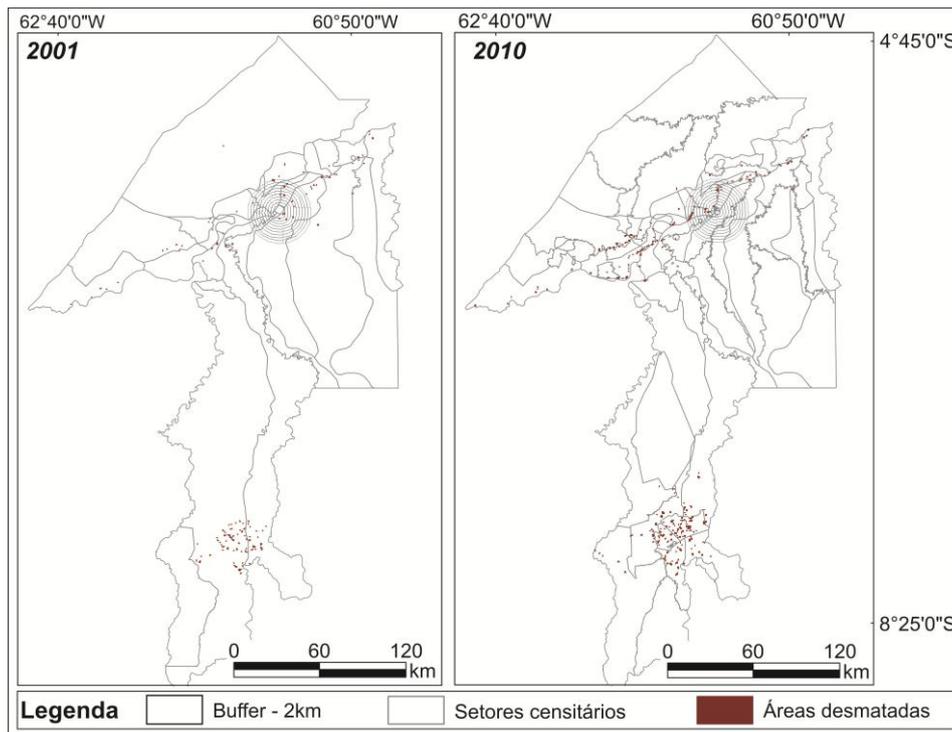


Figura 12: Evolução dos padrões de desmatamento em relação aos setores urbanos no município de Manicoré.

4. Considerações finais

A utilização de técnicas de geoprocessamento mostrou-se bastante útil para a integração de dados de taxas de desmatamento e população urbana à malha municipal. Além disso, possibilitou analisar como esses fenômenos se distribuem no espaço e observar a heterogeneidade espacial da Amazônia Legal.

A análise das taxas de desmatamento e urbanização, acumulada no período de 2000 a 2010, mostraram que a relação desmatamento-urbanização não aparece bem definida quanto a seus padrões de evolução. Análises espaciais que considerem diferentes regionalizações desses dados, bem como a agregação com outros dados, poderiam detalhar melhor o comportamento dessas variáveis e avaliar, de forma mais precisa, a relação entre ambas.

A partir da análise visual de padrões de desmatamento e urbanização, foi possível avaliar a evolução desses padrões em sete municípios, que caracterizam estágios diferenciados de evolução da fronteira amazônica. No geral, observou-se que para os municípios analisados, no ano de 2001 as

áreas desmatadas localizavam-se mais próximas aos núcleos urbanos que em 2010.

5. Referências Bibliográficas

AMARAL, S.; CAMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. **Configurações Espaciais do Processo de Desflorestamento da Amazônia**; INPE: São José dos Campos, Brazil, 2001.

BECKER, B. K. Undoing Myths: The Amazon - An Urbanized forest. In: Clüsener, G. M.; Sachs, I. (Ed.). **Brazilian Perspectives on sustainable development of the Amazon region - Man and Biosphere Series**. v. 15. Paris: UNESCO and Parthenon Publish Group Limited, 1995, p. 53-89.

BROWDER, J. O.; GODFREY, B. J. **Cidades da Floresta**: urbanização, desenvolvimento e globalização na Amazônia Brasileira. Tradução: Goldstein, G. V. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2006.

BECKER, B. K. **Amazônia**. São Paulo: Ática, 1990

IBGE. **Censo 2000**. Rio de Janeiro, IBGE, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censos2000.shtm>

IBGE. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, IBGE, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/primeiros_resultados/tax_a_crescimento.shtm

INPE. **PRODES - Programa de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia por Satélite**. 2010. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>.