

Dinâmica de padrões de mudança de uso e cobertura da terra na região do Distrito Florestal Sustentável da BR-163

André Augusto Gavlak¹
Maria Isabel Sobral Escada¹
Antônio Miguel Vieira Monteiro¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{gavlak, isabel, miguel}@dpi.inpe.br

Abstract. The objective of this study is to analyze the relationship between land cover dynamic in regions with different occupation stages of the agricultural frontier in the Sustainable Forest District of BR-163 (SFD) for the period of 1997 to 2008. The analysis were performed based on temporal evolution of deforestation patterns for 1997, 2000, 2003 and 2007, and secondary vegetation analysis from 2000 to 2008. We described six different deforestation pattern associated to different occupation process. We worked with cells of 10 X 10 km and we used data mining techniques and landscape metrics, to detect deforestation patterns. We grouped the deforestation patterns in four groups according to the trajectories presented by them in the analysis period. The frontier stage typology proposed by Diniz in 2002 was confronted with our results. The author typology showed to be useful but the results showed that it is necessary to make some adaptations and adjust to represent the process identified in the study area.

Palavras-chave: land cover change, secondary vegetation, frontier expansion, cobertura da terra, vegetação secundária, expansão da fronteira agrícola.

1. Introdução

A Amazônia Brasileira detém a maior área de florestas tropicais contínuas e preservadas do mundo. Devido aos impactos regionais e globais que alterações antrópicas desse ecossistema podem ocasionar, principalmente no clima, essa região tem se tornado foco das atenções de organizações conservacionistas locais e internacionais desde a década de 1990. Dos cerca de 5 milhões de km² da Amazônia Legal Brasileira, 4,2 milhões km² eram originalmente florestados e até 2008 cerca de 18% da área foi convertida para outros tipos de cobertura da terra (INPE, 2010). Para monitorar a perda anual da floresta por corte raso o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde 1988 tem medido e divulgado as taxas de desflorestamento através do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite, conhecido por PRODES (INPE, 2010; Câmara et al., 2006).

Além da taxa anual de desmatamento, o INPE disponibiliza um banco de dados geográfico contendo uma série temporal de dados anuais de desmatamento desde 1997. A partir da análise dos dados de desmatamento fornecidos pelo INPE é possível identificar diferentes padrões de mudanças da cobertura da terra. Atributos como forma, dinâmica e arranjo espacial do desmatamento (Mertens e Lambin, 1997; Geist e Lambin, 2001; Silva et al., 2008) podem ser associados a diferentes tipos, atores e estágios de ocupação possibilitando compreender os principais processos de mudança da cobertura da terra de uma dada região.

Os padrões de desmatamento estão relacionados com diferentes estágios evolutivos da fronteira agrícola. Diniz (2002) divide os estágios de ocupação na fronteira como fase Pioneira, Transitória, Consolidada e Urbanizada. Os assentamentos pioneiros são aqueles marcados pela ausência de mercados de terra e trabalho, por rápido crescimento populacional via imigração, grande disponibilidade de terra, redes de transporte precárias, populações predominantemente rurais, baixos níveis de desmatamento e economias baseadas em extração e agricultura de subsistência. Áreas de assentamento transitórias são caracterizadas por economias dicotomizadas, onde convivem lado a lado práticas agrícolas de subsistência e

comercial, sendo que as últimas encontram-se em franco processo de expansão. Os assentamentos consolidados são marcados por economias baseadas em agricultura comercial, concentração de terra, mercado imobiliário inflacionado, presença de grandes empreendimentos agrícolas, sendo que pastos implantados dominam a paisagem e a vegetação natural é encontrada no fundo das propriedades rurais. Fronteiras urbanizadas são uma herança dos núcleos urbanos criados pelos projetos de colonização. O seu crescimento é condicionado pelo processo de evolução das áreas de assentamento circunvizinhas.

Considerando heterogeneidade dos processos e tipos de ocupação na Amazônia, este trabalho se propõe a analisar as relações entre a dinâmica da cobertura da terra em regiões com diferentes estágios de ocupação da fronteira agropecuária no Distrito Florestal Sustentável da BR-163 (DFS), para o período de 1997 a 2008. Esta análise foi realizada através da análise da evolução temporal dos padrões de desmatamento (1997-2000-2003-2007), e das alterações da quantidade de vegetação secundária (VS) entre os anos de 2000 e 2008. Assim, busca-se compreender como esses fatores se relacionam e como podem ser integrados para a caracterização dos estágios e formas de ocupação da região do DFS.

A área de estudo escolhida, o Distrito Florestal Sustentável da BR-163 (DFS), localiza-se na porção oeste do Estado do Pará e foi criado em 2006. O DFS é um complexo geoeconômico e social capaz de promover desenvolvimento local e integrado com atividades econômicas baseadas na exploração florestal (MMA, 2007). Tem uma área de 190 mil km² e uma diversidade de ambientes e de processos de ocupação. No DFS encontra-se regiões com um histórico de ocupação de mais de 300 anos (Coudreau, 1974), e outras regiões em fase de consolidação ou de expansão da fronteira agropecuária. (Figura 1)

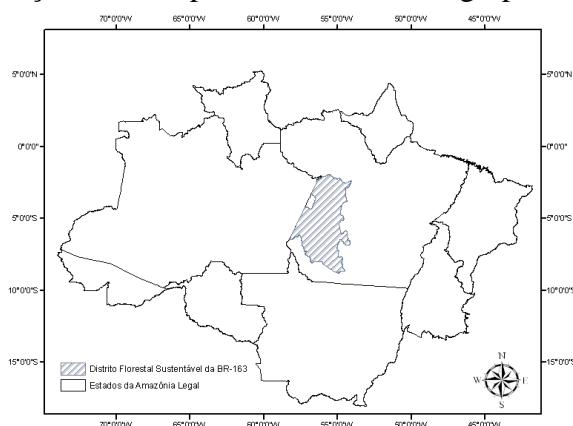


Figura 1 - Localização do Distrito Florestal Sustentável (DFS) da BR-163.

Fonte: (MMA, 2007).

2. Procedimentos Metodológicos

A metodologia do trabalho é composta de três etapas: 1) Mapeamento dos estágios da fronteira agropecuária do DFS; 2) mapeamento de vegetação secundária; 3) integração dos dados em um espaço celular para análise dos resultados. Estas etapas serão detalhadas a seguir.

2.1 Mapeamento dos estágios da fronteira agropecuária no DFS

Esta fase da metodologia baseia-se nos trabalhos desenvolvidos por, Silva et al., (2008), Korting et al. (2008) e Saito (2009). Essa etapa foi realizada em duas fases. Na primeira fase foi feita a classificação dos padrões de desmatamento para os anos de 1997, 2000, 2003 e 2007, segundo a tipologia apresentada na Tabela 1, para células de tamanho de 10 X 10 km. Após a escolha dessa resolução foi feita baseada na análise dos padrões nos mapas de desmatamento do Prodes, mostrando ser a mais adequada para a representação dos padrões de interesse no DFS.

Tabela 1. Tipologia dos padrões de ocupação.

Padrões	Tipo	Descrição	Padrões de ocupação
	Difuso	<ul style="list-style-type: none"> - Pequenas manchas - Manchas isoladas - Baixa a média densidade - Distribuição uniforme 	<ul style="list-style-type: none"> - Início da ocupação - Ocupação espontânea - Pequenos produtores rurais - Ocupação próxima a margens dos rios
	Linear	<ul style="list-style-type: none"> - Manchas alongadas e contínuas - Espaçado - Unidirecional 	<ul style="list-style-type: none"> - Início da ocupação Ocupação ao longo das estradas, espontânea (raramente planejado) - Predominância de pequenos produtores rurais
	Geométrico	<ul style="list-style-type: none"> - Forma geométrica regular - Baixa a média densidade - Médias e grandes manchas isoladas 	<ul style="list-style-type: none"> - Estágios iniciais de ocupação - Médios e grandes agricultores
	Multidirecional	<ul style="list-style-type: none"> - Pequenas a médias manchas que se uniram - Forma diversificada (irregular, geométrica, linear) - Média a alta densidade - Multidirecional 	<ul style="list-style-type: none"> - Estágio Intermediário da Ocupação - Ocupação na maioria das vezes espontânea - Possibilidade de concentração de terra - Pequenos e médios agricultores
	Bidirecional	<ul style="list-style-type: none"> - Pequenas a médias manchas - Manchas alongadas e contínuas dispostas em dois eixos ortogonais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estágio Intermediário da Ocupação - Pequenos e Médios produtores rurais - Ocupação típica de Projetos de Assentamento típica do INCRA.
	Consolidado	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes e contínuas manchas - Baixa densidade e pequenas áreas de floresta remanescente - Manchas compactas e contínuas 	<ul style="list-style-type: none"> - Estágio avançado de ocupação - Concentração de terras, pequenos, médios e grande agricultores - Pequenos remanescentes florestais - Ocupação consolidada

A identificação dos padrões de desmatamento representados por células foi realizada por meio de um conjunto de métricas da ecologia da paisagem. Essas métricas foram utilizadas para extrair os atributos dos polígonos que discriminam os diferentes tipos de manchas relacionadas à mudança na cobertura da terra.

Foi utilizado o classificador estrutural GEODMA¹ (Korting et al., 2008), que é um sistema de mineração de dados de imagens que utiliza métricas de ecologia da paisagem e por meio de um algoritmo supervisionado de árvore de decisão C4.5 realiza a classificação de objetos ou células. Em uma segunda fase, após a definição de padrões foram definidas trajetórias que se relacionam com os diferentes estágios de ocupação da fronteira, de acordo com análise da evolução temporal dos padrões de desmatamento,

Para a definição dos estágios evolutivos da fronteira foi estabelecido um conjunto de regras baseado na classificação dos padrões de desmatamento. Foi considerada como trajetória de expansão todas as células que apresentavam floresta em 1997 e nos anos posteriores apresentaram algum outro tipo de ocupação. Como trajetória de consolidação, foram consideradas as células que apresentavam padrão de ocupação difuso, linear, geométrico em 2000, e em 2007 apresentaram padrão multidirecional ou consolidado. Células que apresentaram padrão difuso ou consolidado em 1997, e que não tiveram alteração de padrão, foram classificadas como padrão difuso ou consolidado. Células com os padrões linear, bidirecional e geométrico, que não alcançaram um patamar de consolidação, foram

¹ O GeoDMA é um sistema de mineração de dados espaciais desenvolvido por KORTING et al.(2008) baseado no método proposto por Silva et al. (2008). Este sistema funciona como um *plugin* para o aplicativo TerraView, que manipula e visualiza dados armazenados em bancos de dados geográficos. O sistema foi desenvolvido em Linguagem C++, baseado na biblioteca TerraLib (CÂMARA et al., 2008).

classificadas como outros. Essas regras foram utilizadas a fim de permitir a compatibilização da análise da evolução dos padrões de desmatamento nas regiões do DFS com a descrição dos estágios da fronteira feita por Diniz (2002).

2.2 Mapeamento da vegetação secundária

Nesta etapa foram usados os dados de VS disponibilizados pelo CRA/INPE (INPE, 2010b) para o ano de 2008 e foram mapeadas as áreas de regeneração para o ano de 2000, seguindo a metodologia utilizada no mapeamento do INPE e proposta por Almeida et al (2010). Os procedimentos para o mapeamento da vegetação secundária são apresentados no diagrama da Figura 2.

Foram mapeadas 13 imagens, sendo 11 delas do sensor TM/Landsat 5 e duas do ETM+/Landsat 7, do ano de 2000. Todas as imagens foram registradas e, posteriormente, foi aplicado o Modelo Linear de Mistura Espectral (Shimabukuru, 1991), gerando imagens sintéticas fração solo, sombra e vegetação. Os polígonos de desmatamento do PRODES foram utilizados como máscara de forma que somente as áreas desmatadas fossem selecionadas. Feito isso, identificou-se os valores de níveis de cinza na imagem fração solo que representavam a ocorrência de vegetação dentro dos polígonos de desmatamento. As imagens resultantes foram fatiadas obtendo-se o mapa de classificação da VS.

Após a classificação, os dados foram transferidos para células de 2 x 2 km. O mapa de dinâmica da VS foi construído através da diferença de área de VS entre 2008 e 2000. Como as células possuem 4km² de área, os valores de dinâmica situaram-se entre -4km² e 4km².

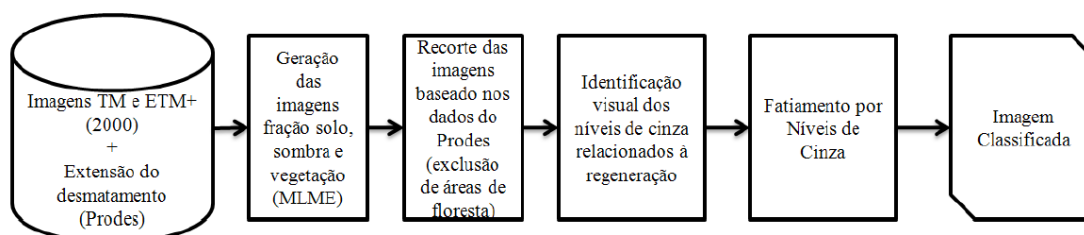


Figura 2. Mapeamento da Vegetação Secundária. Adaptado de Almeida et al (2010).

2.3 Integração de dados

Os dados de vegetação secundária que originalmente estavam no formato *raster* e os dados de padrões de ocupação, que estavam armazenados em células de 10 km foram integrados em um espaço celular de 2 km x 2 km, com objetivo de agregá-los a uma mesma base espacial de forma a possibilitar realizar as análises de dados.

3. Resultados e Discussão

3.1 Mapeamento dos padrões de ocupação e trajetórias

A Figura 3 mostra a árvore de decisão gerada para a classificação dos padrões dos quatro anos de interesse deste trabalho. Foram utilizadas cinco métricas, três de forma e duas de área para discriminar os seis padrões definidos na tipologia. Para a avaliação das amostras utilizadas para geração da árvore de decisão utilizada na classificação dos padrões de desmatamento e os respectivos erros de classificação para cada padrão foram coletadas 632 amostras dos quatro anos analisados, sendo que 21 delas foram classificadas incorretamente. Assim, obteve-se um acerto geral para todos os padrões de 96,6% (Tabela 2).

Tabela 2. Matriz de confusão entre as amostras e a classificação final

	Bidirecional	Difuso	Geométrico	Multidirecional	Consolidado	Linear
Bidirecional	47	1	1	0	0	0
Difuso	0	191	0	4	0	0
Geométrico	0	1	107	0	0	0
Multidirecional	2	0	3	125	3	0
Consolidado	0	0	1	1	110	0
Linear	0	2	2	0	0	31
TOTAL						632
Erro						21

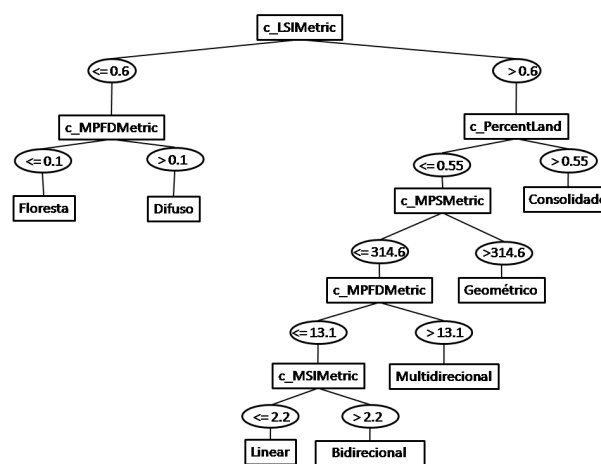


Figura 3. Árvore de decisão.

A Figura 4 mostra a evolução temporal dos padrões de desmatamento no DFS. As células com padrão linear e bidirecional sofreram uma redução durante o período de tempo analisado. As células dos demais padrões sofreram um aumento gradativo com o passar dos anos, podendo ser destacado o padrão geométrico, que em 1997 representava 3,33% das células, e em 2007, 10,39%. Grande parte deste padrão localiza-se na porção sul (Novo Progresso/Sul de Itaituba) do DFS, região de fronteira agropecuária, onde surgiram áreas de grandes fazendas predominando a prática da pecuária. O número de células do padrão difuso sofreu um aumento durante os anos analisados, e está presente principalmente a oeste do DFS, e é caracterizado pela presença de pequenas manchas de desmatamento abertas por pequenos produtores rurais, em estágios iniciais. Parte do padrão difuso representa a ocupação de populações ribeirinhas ao longo dos rios Tapajós e Jamanxim.

O número de células do padrão consolidado passou de 2,75% para 4,88%, prevalecendo nas áreas de ocupação mais antiga do DFS, como ao redor das sedes dos municípios de Itaituba (fundada em 1856), Santarém (fundada em 1661) e Belterra².

² A ocupação de Belterra iniciou-se em torno de 1840 com o ciclo da borracha, mas o município emancipou-se apenas em 1997.

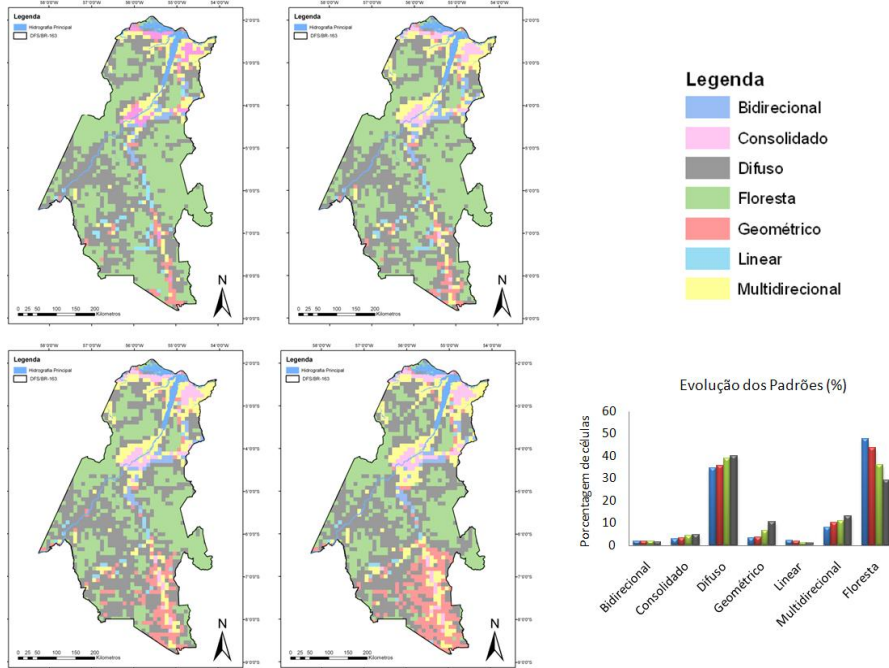


Figura 4. Padrões de desmatamento do DFS – Anos 1997, 2000, 2003 e 2007.

3.2 Definição das Trajetórias

Os estágios da fronteira agrícola apresentados por Diniz (2002) serviram de base para a definição das trajetórias da fronteira agrícola do DFS. O estágio que Diniz (2002) definiu como fase pioneira, foi associada ao padrão difuso, que não apresentou mudanças significativas no período de análise. A fase transitória correspondeu as células com padrões que apresentaram trajetórias de expansão. A fase consolidada para Diniz (2002) foi relacionada com as células que apresentaram trajetórias de consolidação. E por fim, o que Diniz (2002) chamou de fase urbanizada, neste trabalho, correspondeu ao padrão consolidado.

Na região de Novo Progresso, na porção sul de Itaituba e oeste de Altamira, encontram-se as principais áreas de expansão da fronteira agrícola no DFS, sendo caracterizadas pela presença de grandes propriedades rurais, pecuária extensiva e altas taxas de desmatamento, como indicado por Diniz (2002) (Figura 5) na descrição da fase transitória da fronteira. Esta trajetória correspondeu a 23.26% de todas as células do DFS.

A porção oeste da área de estudo (região sudoeste de Itaituba e município de Jacareacanga) é composta predominantemente pelo padrão difuso, com baixas taxas de desmatamento e predomínio de populações ribeirinhas (Almeida et al, 2010), são as regiões de ocupação pioneira, segundo a definição de Diniz (2002).

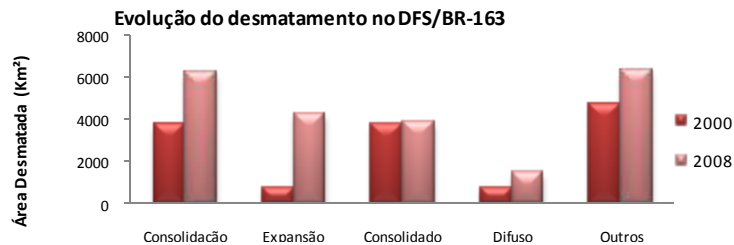


Figura 5. Evolução do desmatamento entre 2000 e 2008.

Áreas com padrão consolidado representaram 2.85% das células, sendo a menor proporção entre todas as trajetórias e padrões, demonstrando que o DFS é composto predominantemente por áreas não consolidadas e em expansão. Este estágio corresponde a fase urbanizada, proposta por Diniz, e é observado principalmente na região do entorno da

sede do município de Santarém e de Itaituba. Essas áreas apresentaram um pequeno aumento do desmatamento no período de estudo, como indica a Figura 5. O pequeno aumento do desmatamento nessas regiões se deu devido à reduzida quantidade de áreas de remanescentes florestais presentes em 2000.

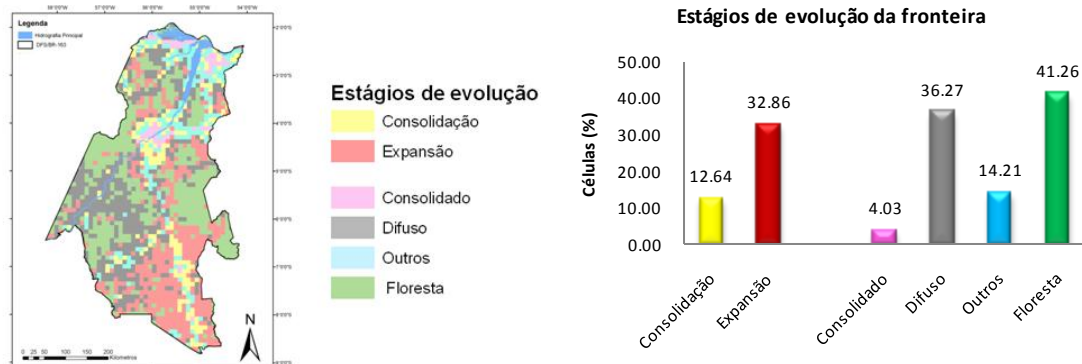


Figura 6. Distribuição espacial e porcentagem de células por estágios de evolução.

As áreas em consolidação se localizam nas regiões periféricas das áreas consolidadas em Santarém e Itaituba, e também no entorno do eixo da BR-163 em Novo Progresso. O desmatamento nas áreas em consolidação aumentou de 3788 km² para 6230 km², devido à intensificação do uso da terra nestas regiões. Na região de Santarém grande parte dessa intensificação se deveu a expansão da cultura de soja a partir do final da década de 90.

3.3 Dinâmica de vegetação secundária

Os mapas de VS e sua dinâmica podem ser apresentados na Figura 7. É possível notar a redução de VS no município de Santarém, possivelmente influenciada pela expansão da cultura da soja na região. Assim como na região de Santarém, a diminuição de VS nas áreas consolidadas e em consolidação sugere a intensificação do uso da terra, onde as atividades econômicas passam a se consolidar se inserindo em uma economia mais comercial.

A região noroeste do DFS, composta pelo município de Juruti e Santarém (margem oeste do Baixo Tapajós) é a área com maior concentração de VS. São áreas que não se enquadram nas definições de fronteira proposta por Diniz, pois embora tenham sido mapeadas como consolidadas e apresentem uma ocupação muito antiga, algumas áreas com mais de 200-300 anos de ocupação, os processos de mudança da cobertura da terra se deu lentamente, dentro de uma economia de subsistência e baixa densidade populacional.

A dinâmica da VS pode ser analisada mais detalhadamente na Figura 8. A área de VS sofreu redução, exceto para o padrão difuso, que teve um aumento de 42,69 Km² (13,23%), e para as células com trajetória de expansão, com um aumento de 298,85 Km² (65,62%). Esta dinâmica nas áreas de expansão está relacionada com o fato de grandes porções de terra terem sido desmatadas, mas sem o estabelecimento de atividades agrícolas e pecuária de forma mais consolidada. A motivação para o desmatamento, além da extração de madeira é a expectativa de asfaltamento da BR-163 e da consolidação das atividades pecuárias no médio prazo. Porém, em um primeiro momento há algum grau de abandono da terra, padrão similar ao descrito por Alves et al (2003) e Mello e Alves (2010). Observa-se que o aumento da VS ocorreu no entorno das áreas consolidadas e de expansão.

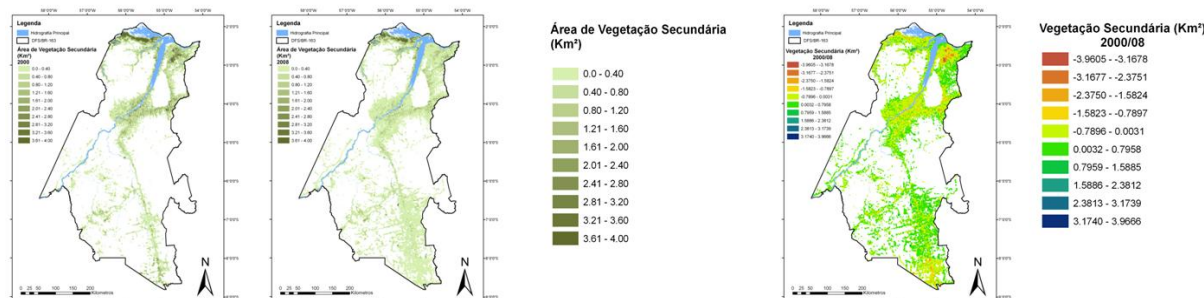


Figura 7. Distribuição espacial da vegetação secundária em 2000 e 2008 e sua dinâmica.

A ocorrência de VS nas células de padrão difuso, fase pioneira, pode ser explicada devido a presença de população ribeirinha, praticante de uma agricultura de subsistência e itinerante, que tem influência positiva na ocorrência de vegetação secundária, devido ao abandono de áreas para a recuperação da fertilidade do solo (Perz e Skole, 2003; Martins, 2005, Almeida et al, 2010).

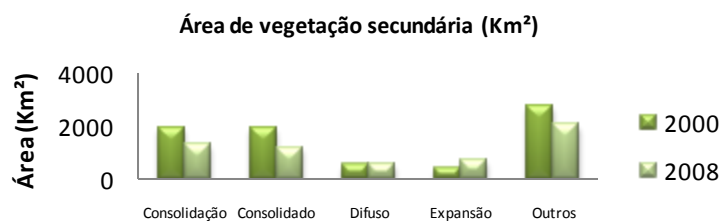


Figura 8. Área de vegetação secundária por estágio de ocupação.

4. Conclusões

A descrição dos estágios evolutivos da fronteira agrícola criada por Diniz (2002) foi útil para auxiliar na caracterização dos estágios da fronteira no DFS. Porém, a tipologia proposta pelo autor não é totalmente compatível com os processos encontrados na região, sendo necessário fazer adaptações e incluir outras dinâmicas não consideradas pelo autor.

É preciso ressaltar que as análises realizadas nesse trabalho consideraram apenas indicadores de mudança de cobertura da terra, outras variáveis demográficas e sócio econômicas devem ser acrescentadas para se obter um entendimento mais profundo sobre o comportamento da fronteira agrícola no DFS e propor uma nova tipologia para a região. Neste trabalho, buscou-se fazer a correspondência entre as dinâmicas dos padrões de ocupação, do desmatamento e da vegetação secundária, permitindo agregar conhecimento aos dados obtidos por sensoriamento remoto, principalmente no que se refere ao arranjo espacial da ocupação humana e sua evolução ao longo do tempo.

A definição e delimitação de diferentes padrões e dinâmicas de ocupação, são de grande importância na definição de políticas públicas da Amazônia, possibilitando a proposição de ações mais eficazes, seja para fins de conservação ou desenvolvimento socioeconômico.

Referências Bibliográficas

Almeida, C. A.; Valeriano; Escada, M. I. S.; Rennó, C. D. Estimativa de Área da Vegetação Secundária da Amazônia Legal Brasileira. *Acta Amazonica (Impresso)*, v. 40, n. 10, p. 289-302, 2010.

Alves, D. S.; Escada, M. I. S.; Pereira, J. L. G.; Linhares, C. A. Land use intensification and abandonment in Rondonia, Brazilian Amazonia. *International Journal of Remote Sensing*, v. 24, n. 4, p. 899-903, Fev. 2003. (INPE- 10123-PRE/5656).

- Câmara, G.; Valeriano, D. M.; Soares, J. V. **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal**. São José dos Campos: INPE, set. 2006, 24 p. Disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2009.
- Câmara, G.; Vinhas, L.; Queiroz, G.; Ferreira, K.; Monteiro, A.M.V.; Carvalho, M.; Casanova, M. TerraLib: An open-source GIS library for large-scale environmental and socio-economic applications. In: B. Hall, M. Leahy (eds.), **"Open Source Approaches to Spatial Data Handling"**. Berlin, Springer, 2008.
- Coudreau, H. **Viagem ao Tapajós**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1977. 162 p.
- Diniz, A.M. Migração e Evolução na Fronteira Agrícola. In. XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, Ouro Preto, Minas Gerais, 2002. **Anais...** Ouro Preto, Minas Gerais, 2002, 26 p.
- Escada, M. I. S. **Evolução de padrões de uso e cobertura da terra na região Centro-Norte de Rondônia**. 2003. 264 p. (INPE-10209-TDI/899). Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.30.13.31>>. Acesso em: 15 mar. 2010.
- Geist, J.G.; Lambin, E. F. **What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence**. LUCR report series, No. 4, 2001, 116 p.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da floresta amazônica por satélite**, Projeto PRODES, 2010. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/r2007.htm>>. Acesso em: 02 jan. 2010.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto TerraClass – Mapeamento da vegetação secundária para a Amazônia Legal**, 2010b. Disponível em: <<http://www.inpe.br/cra/terraClass.php#>>. Acesso em: 02 jan. 2010.
- Korting, T. S.; Fonseca, L. M.; Escada, M. I. S.; Silva, F. C.; Silva, M. P. S. GeoDMA: a novel system for spatial data mining. **IEEE International Conference on Data Mining Workshops, Pisa, Italia, 2008. Anais...** Pisa, Italia, 2008.
- Martins, P. S. Evolutionary dynamic in amazonian "Roça de caboclo". **Estudos Avançados**, n. 19, vol. 53, 2005, p. 209 -220.
- Mello, A. Y. I.; Alves, D. S. Secondary vegetation dynamics in the Brazilian Amazon based on thematic mapper imagery. **Remote Sensing Letters**, n.2, vol.3, 189-194
- Mertens, B.; Lambin, E. F. Spatial modeling of deforestation in southern Cameroon. Spatial disaggregation of diverse deforestation processes. **Applied Geography**, v. 17, n.2, p. 143-162, 1997.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano anual de outorga florestal**. Serviço Florestal Brasileiro, 2007, 101 p. Disponível em <www.ibama.gov.br/cenaflor/download.php?id_download=32>. Acesso em: 25 mai. 2009.
- Perz, S. G.; Skole, D. L. Social determinants of secondary forests in the Brazilian Amazon. **Social Science Research**, n. 32, vol. 1, 2003, p. 25-60.
- Saito, E. A. **Mineração de padrões de desmatamento e ocupação humana na Amazônia Legal em diferentes escalas**. Proposta de Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 2009.
- Shimabukuro, Y. E.; Smith, J. A. The Least-Squares Mixing Models to Generate Fraction Images Derived From Remote Sensing Multispectral Data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 29, n. 1, p. 16-20, 1991.
- Silva, M.P.S.; Câmara, G.; Escada, M. I. S.; De Souza, R. C. M. Remote-sensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest areas. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, p. 4803-4822, 2008. doi: <10.1080/01431160801950634>.