

Uso de imagens *NDVI* para análise temporal da dinâmica da paisagem no município de Belterra – PA.

Jéssica Ariana de Jesus Corrêa¹
Silvia Cristina de Pádua Andrade¹
Izaura Cristina Nunes Pereira¹

¹ Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA
Av. Marechal Rondon S/N- Caranazal CEP: 68040-470
jehssicorrea@yahoo.com.br
silviacris-2006@hotmail.com
izauranunes@ufpa.br

Abstract. The objective of this work is to analyze the occurred changes in the use and covering of the land in the region of Belterra, located in the region west of the state of Para, throughout last the 13 years, using the Index of Vegetation for Normalized Difference (NDVI). For this work the images of the period of 1997 had been acquired, 2005 and 2010 of the sensor TM/LANDSAT, orbit/point 227/62 that it encloses the city of Belterra-Para, correspondents the scenes of day 27 of July of 1997, 01 of July of 2005 and 29 of June of 2010. In the stage of daily pay-processing the three scenes had been registered in the SPRING version 5.1.6 applying it polynomial equation of first degree to adjust the acquired points of control in field for the global positioning system (GPS), among others processes. Through the generated images it was possible to observe the transformations in the local landscape, decurrently of the introduction of new forms of use of the land, mainly, of mechanized agriculture, as well as the natural regeneration of the vegetation in determined points in the area in study

Palavras-chave: remote sensing, landscape, NDVI. sensoriamento remoto, paisagem, NDVI

1. Introdução

A Amazônia é composta por uma grande heterogeneidade de ecossistemas formada por diversos tipos de vegetações com diferentes características e processos dinâmicos. Além disso, essa heterogeneidade se estende também pela forma de ocupação e desenvolvimento de seu espaço organizado de acordo com usos e agentes de ocupação (Escada e Alves, 2001).

A Mesorregião do baixo Amazonas está inserida nessa diversidade apresentando um mosaico de ecossistemas que compreende Floresta Ombrófilas Abertas e Densas, com presença de manchas de savanas florestadas e Mata de Várzeas. Nos últimos anos nesta região mudanças têm ocorrido na paisagem devido à substituição de áreas de florestas para áreas de atividades econômicas como a produção de grãos e minérios. De acordo com Venturieri *et al* (2007), o aumento do desmatamento na região amazônica é causado pelo avanço da agricultura mecanizada atuando como principal agente de modificação da paisagem, sem desconsiderar a ação das atividades madeireiras e pastoris.

As atividades econômicas da Microrregião de Santarém, mais precisamente em Santarém e Belterra, até meados dos anos 90 baseavam-se na agricultura familiar, marcados pela existência de pequenas propriedades rurais, onde o excedente da produção passava então a ser comercializado. Porém, no início desta década, o cenário da região ganhou uma nova configuração devido aos incentivos a agricultura mecanizada que impulsionou a vinda de produtores de outras regiões e a abertura e manutenção de estradas para dar apoio ao agronegócio e escoar a produção. Em contrapartida, áreas de vegetação nativa transformaram-se em campo de grãos transformando o ecossistema local em paisagens intensamente modificadas (Cohenca, 2005).

Mudanças provocadas pelo homem ao meio ambiente têm ocasionado diferentes formas de impactos nos ecossistemas, influenciando o estado e as variações do clima, as trocas energéticas e de massas entre o solo e a atmosfera. A conscientização dessas mudanças vem crescendo e muitos estudos têm sido feitos para detectar e quantificar o grau destas alterações. Neste contexto, o uso de imagens de satélite contribui significativamente para o monitoramento, mapeamento e fiscalização dessas mudanças na superfície terrestre.

Com o advento dos Sensores orbitais e suborbitais diversos estudos foram realizados na região amazônica para caracterizar e monitorar as mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra, tornando-se dessa forma, uma importante ferramenta para documentar mudanças nas paisagens amazônicas. Para tais caracterizações utilizam-se diversas técnicas como os índices de vegetação para inferir sobre mudanças ocorridas. Dentre esses índices, o *NDVI* (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) é o mais amplamente usado e tem sido explorado em diversas abordagens, tais como em estudo de culturas agrícolas, florestais e climáticas.

Diante disso, o presente trabalho analisa as mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra na região de Belterra ao longo dos últimos 13 anos através de imagens *NDVI* com a finalidade de caracterizar a dinâmica espaço-temporal dessas mudanças.

2. Metodologia de trabalho

2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende uma porção do município de Belterra, especificamente a APA de Aramanaí, uma pequena parte da FLONA do Tapajós e a sede Municipal. Este município pertence à Mesorregião do Baixo Amazonas e à Microrregião de Santarém. Está distante cerca de 48 km de Santarém, a cidade mais próxima. Possui uma área de 4.398,346 km² e está compreendido entre as coordenadas 02°38'11" latitude sul e 54°56'14" longitude oeste, sua altitude média é de 152 metros, a população estimada é de 16 790 habitantes (IBGE, 2009).

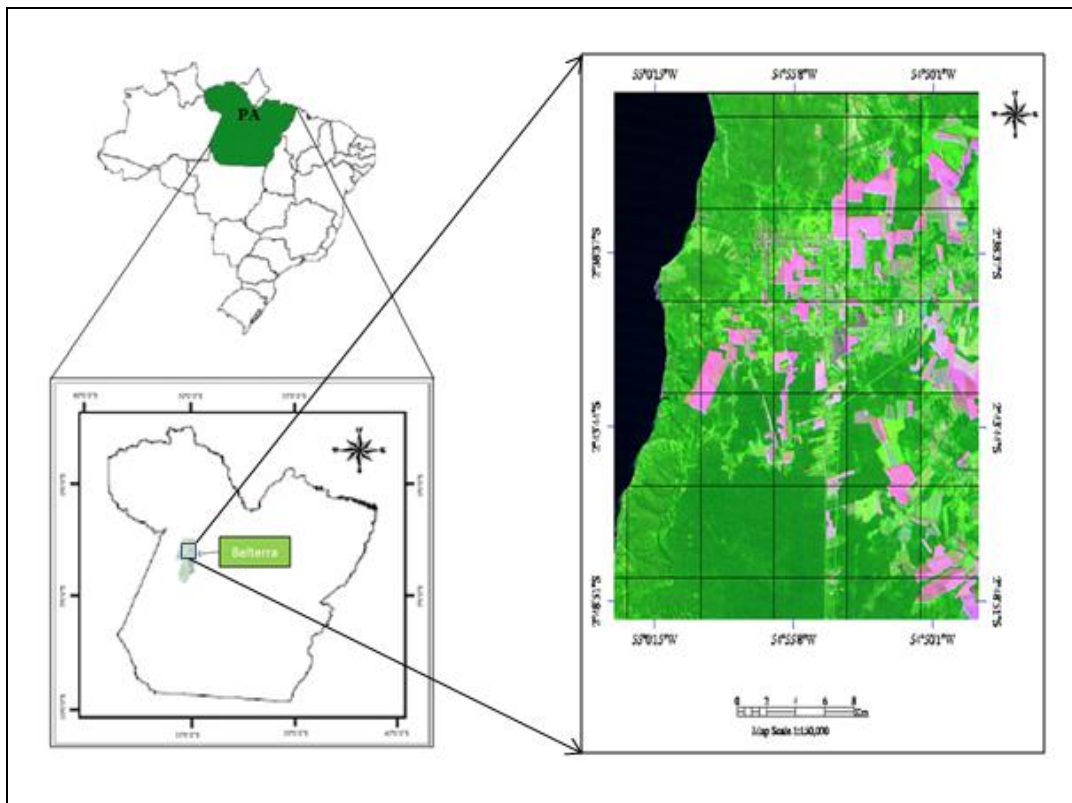


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

2.2. Métodos

Para este trabalho foram adquiridas as imagens do período de 1997, 2005 e 2010 do sensor TM/LANDSAT, órbita/ponto 227/62 que abrange o município de Belterra-PA, correspondentes a cenas do dia 27 de julho de 1997, 01 de julho de 2005 e 29 de junho de 2010. Tais cenas foram obtidas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e as diversas etapas de processamento foram realizadas no software SPRING. A Figura 2 apresenta o fluxograma metodológico desenvolvido neste trabalho.

As cenas foram escolhidas de acordo com a temporalidade que deveria cobrir o período anterior a 1999 onde não havia a intensificação da agricultura mecanizada, o momento em que essa agricultura se intensifica que corresponde ao ano de 2005, e por último, uma que registrasse o atual estado da paisagem em Belterra, 2010. Além do mais o percentual de cobertura de nuvens na cena, considerando a dificuldade de se obter imagens com essa característica em região tropical, também foi um critério.

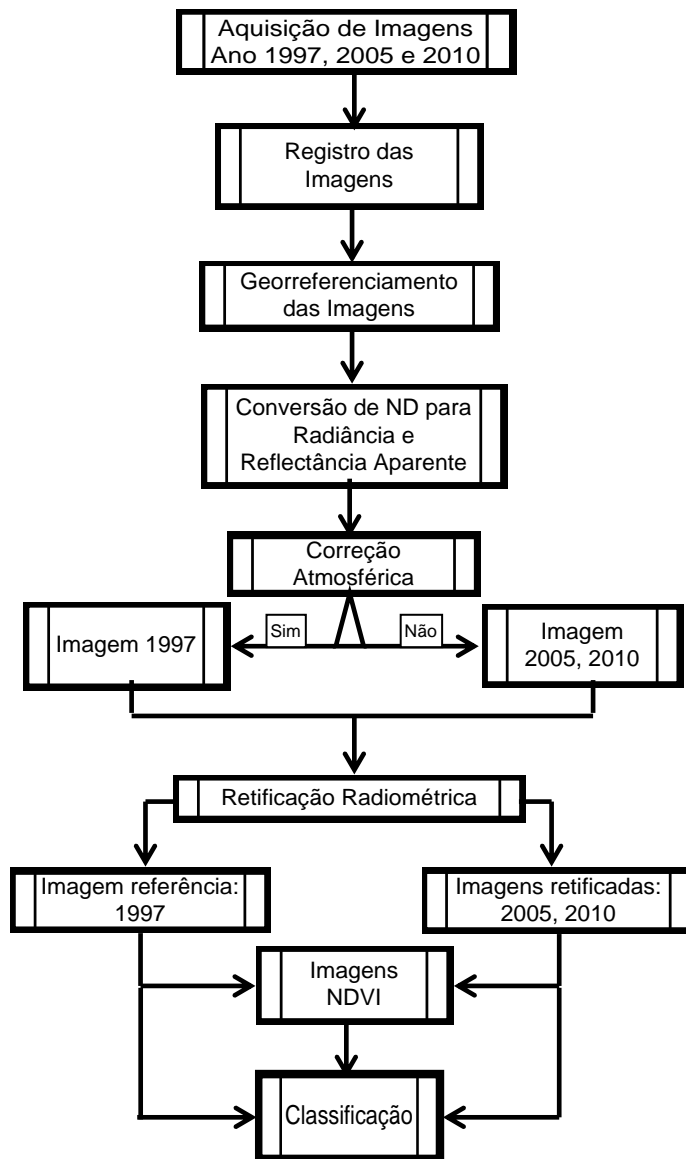


Figura 2: Fluxograma dos procedimentos metodológicos.

Na etapa de pré-processamento as três cenas foram registradas no SPRING versão 5.1.6 aplicando-se a equação polinomial de primeiro grau para ajustar os pontos de controle adquiridos em campo pelo sistema de posicionamento global (GPS). Após o registro foi

realizada a correção radiométrica correspondentes à conversão dos números digitais (ND) para valores de reflectância aparente e de superfície. Tal conversão tem como objetivo permitir a elaboração de cálculos que incluem dados de imagens de diferentes bandas espectrais. Os valores de reflectância foram realizados no LEGAL do SPRING usando os parâmetros de calibração obtidas no cabeçalho das imagens LANDSAT.

Devido às imagens serem de datas diferentes, procedeu-se a normalização radiométrica objetivando compatibilizar as amplitudes dos níveis de cinza dos elementos de imagem em cada banda espectral para cada ano. Para tal foi utilizado o método da Uniformização das Médias e Variâncias – UMV, que segundo Leonardi *et al.* (2003) os resultados obtidos apresentam-se próximos aos métodos mais criteriosos como o de Hall.

Após a transformação das imagens em reflectância de superfície foi calculado o índice de vegetação *NDVI* (Rouse *et al.*, 1973):

$$NDVI = (IV - VIS) / (IV + VIS) \quad (1)$$

onde:

IV = valor de reflectância na banda do infravermelho próximo (banda 4);

VIS = valor de reflectância na banda do visível (banda 3).

Foram geradas três imagens *NDVI*, onde os valores próximos de 1 representam altos índices ou maior densidade de vegetação enquanto os mais próximos de zero, representam baixos índices de vegetação com valores no mínimo de -1. Além disso, foram geradas cartas imagem de classificação a partir das imagens reflectância e *NDVI*.

3. Resultados e Discussão

Em uma primeira análise, podemos observar as mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra na região de Belterra a partir da carta imagem Classificação como mostra a figura 3a, 3b, 3c dos anos de 1997, 2005 e 2010, respectivamente.

Percebe-se que houve ao longo dos 13 anos estudado uma mudança na paisagem da região principalmente quando se compara o período de 1997 até 2010. No ano de 1997, figura 3a, a cobertura vegetal apresentava-se ainda pouco alterado devido o agronegócio não ser desenvolvido na região, pois o tipo de produção existente neste período era baseado apenas na agricultura familiar, sem causar grandes impactos. A partir de 2000, o sistema de produção tornou-se mecanizado e contribuiu para que áreas maiores fossem alteradas, o que pode ser visto na figura 3 (b) e (c) e ainda nas figuras 4A e 4B. Esse resultado está de acordo com a análise feita por Venturieri (2007), que mostrou que a agricultura mecanizada expandiu a partir do início de 2000.

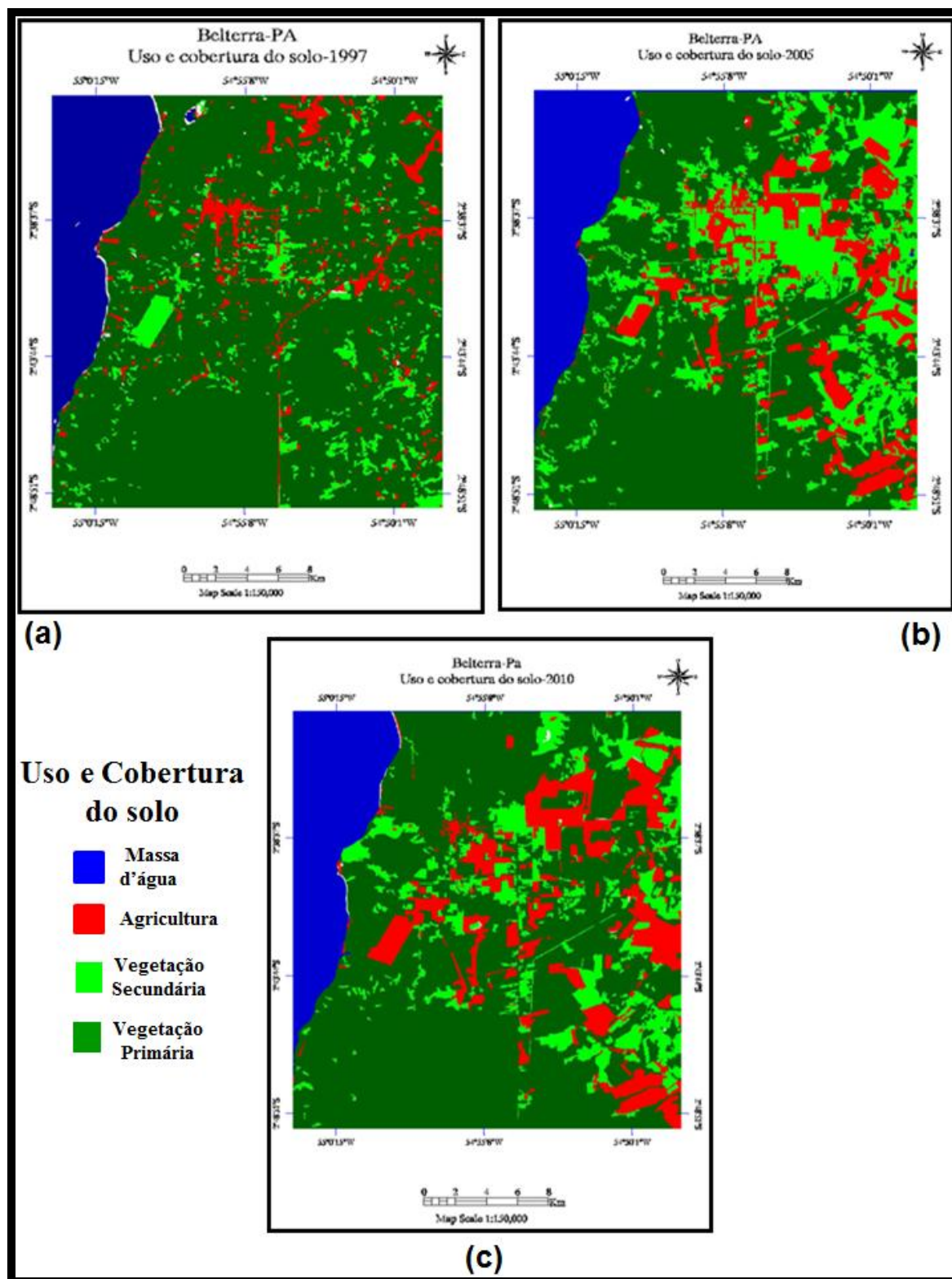


Figura 3. Uso e cobertura do solo do município de Belterra para os anos de 1997 (a), 2005 (b) e 2010 (c).



Figura 4A- Área de plantio de soja no período de entressafra, localizada às margens da PA-443, Município de Belterra (PA).

Fonte: Trabalho de campo, 2010.



Figura 4B- Trecho da PA-443 em obras e as implicações na paisagem, Município de Belterra (PA).

Fonte: Trabalho de campo, 2010.

Os índices de vegetação dentre outros objetivos, ressaltam o comportamento espectral da vegetação em relação ao solo e a outros alvos da superfície terrestre devido ao seu comportamento antagônico da refletância da vegetação nas regiões espectrais do infravermelho próximo e visível (Ponzoni e Shimabukuro, 2007). A Figura 5a, 5b, 5c apresenta as imagens *NDVI* obtidos para os dias 27/07/1997, 01/07/2005 e 29/06/10.

Comparando as imagens *NDVI*s de 1997, 2005 e 2010 obtém-se áreas com variações pouco significativa ao longo do tempo, representada pelo rio Tapajós, apresentando valores de *NDVI* negativos. No entanto houve um aumento nas áreas de agricultura e solo exposto, com valores de *NDVI* positivos, mas não muito elevados, que correspondem áreas com pouca biomassa ou plantas de menor porte. Valores positivos, próximos a 1, correspondem a áreas de floresta Primária e Secundária, onde os valores máximos para cada cena estavam em áreas de vegetação Secundária. Este resultado, entretanto, deve-se a diversos fatores inerentes ao comportamento espectral de cada tipo florestal, bem como a estação e as vertentes do clima do período estudado e a distribuição espacial do dossel florestal.

Pode-se inferir que a implantação da agricultura de grãos na região de Belterra tem provocado uma série de mudanças, entre as quais a redução da vegetação, fato este evidenciado pela mudança nos valores de *NDVI*. Em 1997, existiam maiores áreas com valores de *NDVI* variando de 0.6 a 0.8, o que fica evidenciado nas áreas em tom de verde do mapa. Vale ressaltar que neste ano, a produção agrícola era feita de maneira simples sem o uso de máquinas pesadas, porém em 2005, essas mesmas áreas tiveram seus valores de *NDVI* alterado a qual podemos associar ao processo de mecanização da agricultura que promoveu uma diminuição da vegetação para implantação desta atividade, apresentando menores valores que variaram de 0.1 a 0.5 em áreas onde houve expansão de estradas e de produção de grãos. Em 2010, o cenário se repete sendo que as áreas em vermelho (correspondentes à agricultura) continuam a aumentar. De acordo com Lameira e Alencar (2003), distanciando-se apenas 5 km da estrada principal de Belterra, pode-se notar que a vegetação secundária ultrapassou 50% de área desmatada, fato este evidenciado nos valores de *NDVI* encontrados nestas áreas.

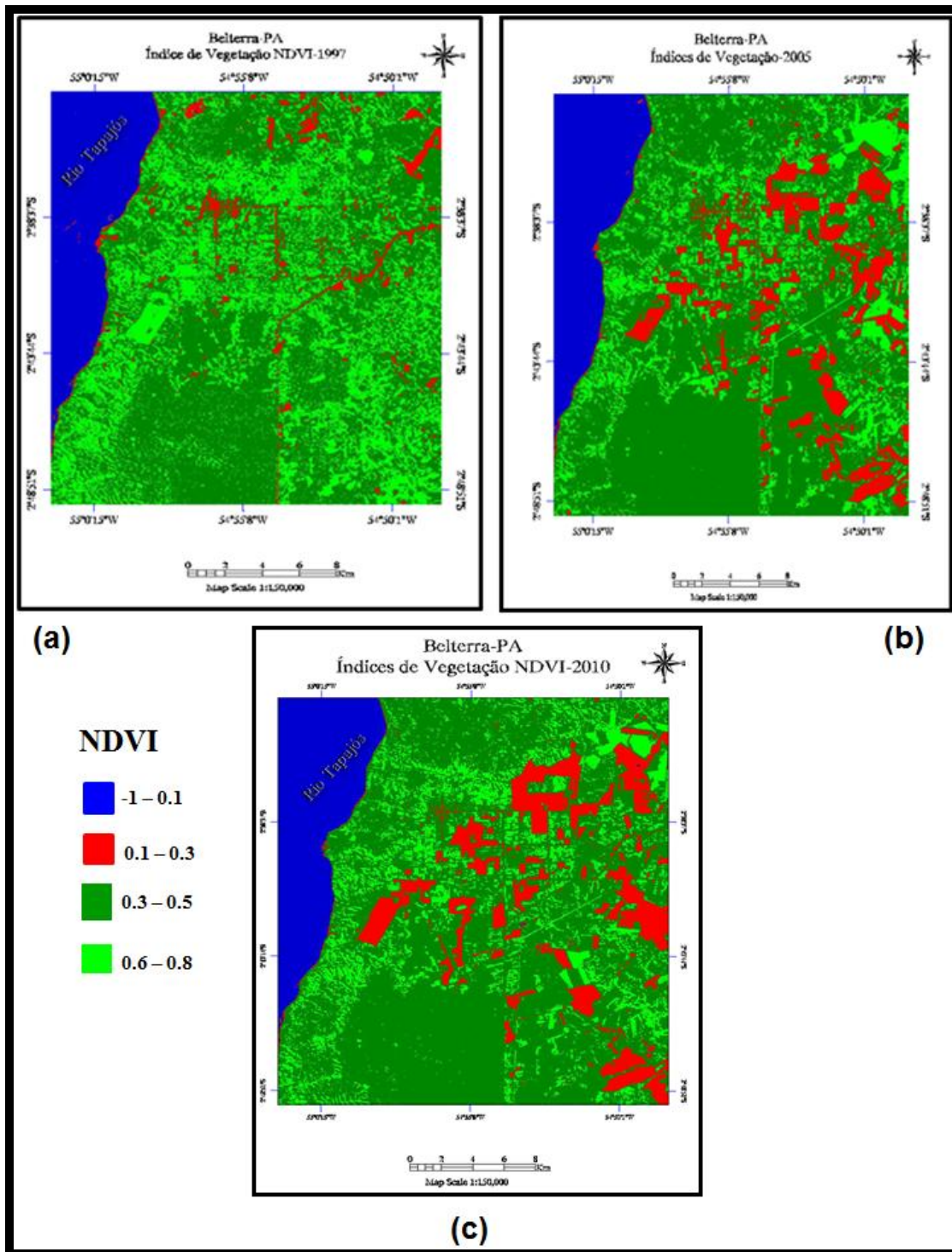


Figura 5. NDVI dos anos de 1997 (a), 2005(b) e 2010 (c).

A análise permite observar que no intervalo de 8 anos (1997 a 2005) a vegetação nesta área sofreu poucas intervenções, possibilitando o aumento da cobertura vegetal de forma natural. O que é facilmente compreensível já que o local em estudo pertence a uma área de proteção ambiental.

Sabe-se que até 2004 na região havia mais de 60 milhões de hectares de terra já desmatados e em diferentes níveis de regeneração e utilização (Homma, 2005). Desse modo, as técnicas de sensoriamento remoto constituem importantes ferramentas para identificação, mapeamento e análise da dinâmica ecológica dessas áreas.

4. Conclusões

A partir das imagens obtidas foi possível analisar as transformações ocorridas na paisagem do município de Belterra nos últimos 13 anos. Tais mudanças estão diretamente relacionadas com a chegada da agricultura mecanizada, em particular com o cultivo de grãos, dentre elas a soja. O que merece atenção já que se trata de uma atividade ainda em expansão na região, que é cumulativa, em termos de área plantada e que devido a velocidade desse processo, está alterando drasticamente a paisagem regional, além de ocasionar problemas de cunho social, como desapropriação e conflitos de terras, bem como o desaparecimento de outras culturas, trazendo a tona a questão sobre segurança alimentar na região, conforme aponta Carvalho e Tura (2005).

Nesse contexto, o estudo da dinâmica da paisagem fornece importantes elementos à compreensão da realidade sócio-espacial da área investigada, pois permite observar através das formas criadas ou modificadas a evolução temporal dos processos que conformam essa realidade e, para além disso como tais processos, nesse caso antrópicos, interagem com o ambiente natural a partir de uma visão holística e integradora (Pereira, 2010). E o uso de imagens de satélite é uma ferramenta de grande auxílio nesse processo, pois possibilita a identificação das formas e suas transformações ao longo do tempo.

Outro ponto, refere-se ao cálculo do NDVI é uma técnica que se mostra eficiente para analisar as mudanças temporais ocorridas na cobertura vegetal possibilitando elaboração de mapas para comparações entre períodos distintos e identificar áreas com maiores mudanças.

5. Referências

- Carvalho, V. de, Tura, T. A Expansão do monocultivo de soja em Santarém e Belterra: injustiça ambiental e ameaça à segurança alimentar. s.n, s.l, 2005.
- Cohenca, D. A expansão da fronteira agrícola e sua relação com o desmatamento detectado em imagens Landsat TM e ETM+ na região norte da BR-163, Pará entre os anos de 1999 a 2004.2005, 23 p. Monografia (Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais) - Universidade Federal de Lavras. Santarém, 2005.
- Escada, M. I.S.; Alves, D. S. Mudanças de Uso e Cobertura do Solo na Amazônia: Impactos Sócio-Ambientais na Ocupação de Regiões de Fronteira Agrícola. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001. 45 p, (INPE).
- Homma, A. K. O. Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição. In: Estudos avançados 19 (54), 2005.
- Lameira, W.J. de M.; Alencar, A. Resposta da Vegetação Secundária à Implantação de Infraestrutura Viária na Amazônia: Estudo de Caso da Cuiabá-Santarém. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 10, 2003, Belo Horizonte, Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p.1843-1845. Disponível em: <
http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.19.11.08/doc/14_442.pdf>. Acesso em: 14 de ago. de 2010.
- Leonardi, S. S.; Souza, S. M.; Fonseca, L.M.G. Comparação do Desempenho de Algoritmos de Normalização Radiométrica de Imagens de Satélite. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 10, 2003, Belo Horizonte, Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 2063 – 2069. Disponível em: <
<http://marte.dpi.inpe.br/rep/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.14.16.57?languagebutton=pt-BR>>. Acesso em: 07 de jul. de 2010.
- Pereira, I.C.N., Pezzuti, J. C. B. Dinâmica da Soja e Modificação da Paisagem na Amazônia: uma análise quali-quantitativa a partir da Ecologia da Paisagem. In: Anais V Encontro Nacional da ANPPAS, 04 a 08 de outubro, Florianópolis, SC, 2010.
- Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação. São Paulo. Editora Parêntese. 2007.
- Venturieri, A.; Coelho, A. S.; Thales, M. C.; Bacelar, M. D. R. Análise da expansão da agricultura de grãos na região de Santarém e Belterra, Oeste do estado do Pará. In: In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 26, 2007, Florianópolis, Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 7003-7010. Disponível em: <
<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.02.21/doc/7003-7010.pdf>>. Acesso em: 25 de set. 2010.