

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL DO
PROJETO DE ASSENTAMENTO PIQUIÁ NO MUNICÍPIO DE
MARABÁ-PA**

**MULTITEMPORAL ANALYSIS OF PLANT COVERAGE OF PIQUIÁ
SEALING PROJECT IN THE MUNICIPALITY OF MARABÁ-PA**

Thales Santos Varanda

Engenheiro Ambiental (UEPA)

thalesvaranda@gmail.com

Jakeline Oliveira Evangelista

Engenheira Ambiental (UEPA)

jakelineolievan@gmail.com

Sandro Antônio José de Mesquita

Engenheiro Florestal (UFRA)

Mestre em Ciências Florestais

Universidade do Estado do Pará

san_mesk@yahoo.com.br

Juliano Bozi Costa

Engenheiro Ambiental (UEPA).

Instituto Federal do Pará/Campus Industrial

julianobozi@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi quantificar, em escala multitemporal, a cobertura vegetal em hectares (ha), no Projeto de Assentamento Piquiá, localizado no município de Marabá, Pará, referente aos períodos de 2003, 2006, 2009 e 2015. Verificou-se a variação da quantidade de vegetação presente na área por meio de classes de uso do solo, através da classificação supervisionada com o *software SPRING 5.4.3*, e buscou-se relacionar a dinâmica das alterações da vegetação durante o período estudado com referencial bibliográfico e dados oficiais. A relevância do estudo é relacionada ao fato dos assentamentos serem um ponto importante da política agrária nacional e estudos diversos levantarem sérios questionamentos no que tange a preservação ambiental, principalmente da manutenção da cobertura vegetal. Dessa forma, o sensoriamento remoto foi escolhido como instrumento de análise em virtude de poder proporcionar imagens de diferentes períodos. Para tanto se utilizou imagens dos sensores *Thematic Mapper (TM)*, acoplado ao satélite *Landsat 5* e o *Operational Land Imager (OLI)*, acoplado ao satélite *Landsat 8*, respectivamente. Os resultados indicaram que para o ano de 2003 a cobertura vegetal no assentamento foi de 734,94 ha, o que representa 22,08% da área total do assentamento, em 2006 houve uma redução para 655,38 ha da cobertura vegetal, equivalente a 19,69% da área, para 2009, a cobertura vegetal foi de 727,82 ha,

equivalente a 21,87% da área do assentamento, e por fim, para 2015, mais uma vez a cobertura vegetal teve um acréscimo de sua área, totalizando 1.016,10 ha, o que equivale a 30,53% da área do assentamento. As alterações ao decorrer do período da análise do estudo foram correlacionadas com as mudanças no uso e ocupação do solo por parte dos colonos, tanto na vila como nos lotes, que são significativamente levados a alterar o modelo criado na concepção dos órgãos ambientais e diversos estudos no que diz respeito à questão ambiental nos assentamentos existentes na região amazônica.

Palavras-chave: Uso do solo; Sensoriamento Remoto; Classificação Supervisionada.

ABSTRACT

The objective of this work was to quantify, on a multitemporal scale, the vegetation cover in hectares (ha), at the Piquiá Settlement Project, located in the municipality of Marabá, Pará, for the periods of 2003, 2006, 2009 and 2015. It was verified the variation of the amount of vegetation present in the area by means of the use of soil classes, through supervised classification with the software *SPRING 5.4.3*, and sought to relate the dynamics of vegetation changes during the period studied with the bibliographic reference and official data. The relevance of the study is related to the fact that the settlements are an important point of current national agrarian policy and several studies raise serious questions regarding the environmental preservation, mainly of the maintenance of the vegetation cover. In this way, remote sensing was chosen as an analysis tool because it could provide images of different periods. The images *Thematic Mapper (TM)*, coupled to the *Landsat 5* satellite and the *Operational Land Imager (OLI)*, coupled with the *Landsat 8* satellite, were used. The results showed that for 2003 the vegetation cover in the settlement was 734,94 ha, representing 22,08% of the total area of the settlement, in 2006 there was a reduction to 655,38 ha of the vegetation cover, equivalent to 19,69% of the area, for 2009, the vegetation cover was 727,82 ha, equivalent to 21,87% of the area of the settlement, and finally, to 2015, once again the vegetation cover increased of the area, totaling 1.016,10 ha, which is equivalent to 30% of the settlement area. The changes during the period of the study analysis were correlated with changes in land use and occupation by settlers, both in the village and in the lots, which are significantly led to change the model created in the design of the organs concerning environmental issues in the settlements in the Amazon region.

Key-words: Use of soil; Remote Sensing; Supervised Classification.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é o maior bioma brasileiro em extensão e ocupa quase metade do território nacional (49,29%). Sua área, de aproximadamente 4.196.943 milhões de quilômetros quadrados, abriga a maior rede hidrográfica do planeta, que escoia cerca de 1/5 do volume de água doce do mundo (IBGE, 2004). Cerca de 2.500 espécies de árvores e 30.000 espécies de plantas crescem nesse bioma (MMA, 2016).

A expansão da fronteira agrícola na Amazônia tem contribuído significativamente para a deterioração dos recursos naturais em razão das alterações de uso e ocupação do solo. Frente aos desafios para conciliar as atividades de agropecuária, as questões sociais e de conservação

ambiental na Amazônia, foi necessária a implantação de medidas de intervenção do Estado relacionadas ao uso e ocupação do solo na região.

Com a promulgação do Decreto nº 1.110 de 09 de julho de 1970, foi instituído o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), criado com a finalidade de organizar a política fundiária do país, que já apresentava conflitos fundiários em áreas de ocupação consolidada. A alternativa adotada para tentar solucionar a questão agrária foi a abertura de novas áreas de ocupação e distribuição de lotes oriundos de terras públicas na forma de assentamentos (TORNEAU e BURSZTYN, 2010).

Na Amazônia o processo de colonização desenvolveu-se através da ocupação das margens da Rodovia Transamazônica e incentivos fiscais para grandes projetos agropecuários, que culminou em um considerável fluxo de imigrantes provenientes de diversos estados brasileiros para a região. Uma das áreas de maior destaque a respeito dos assentamentos é o Sudeste Paraense, que é a região mais importante de concentração de Projetos de Assentamento (P.A.) no norte do país, o que ocasiona profundos impactos nos aspectos ambientais e socioeconômicos na região (NAASE, 2010).

Os colonos que foram assentados na região do sudeste paraense muitas das vezes ocuparam áreas com histórico de grande passivo ambiental, que em razão da carência de recursos para a reconstrução da mata nativa, falta de planejamento adequado e orientação técnica para o manejo e uso e ocupação do solo, podem promover a permanência ou o aumento do passivo ambiental (CASTRO e WATRIN, 2013).

A vegetação exerce um papel fundamental no sistema ambiental, e é um indicador natural na qualidade dos solos, influenciando na erosão e infiltração das águas. Desta forma, a retirada da vegetação aumenta o impacto das gotas da chuva ao atingirem o solo, provocando uma erosão laminar e um rápido escoamento superficial, diminuindo a infiltração das águas e o abastecimento dos aquíferos, provocando grandes alterações e modificando a paisagem (LIMA *et al.*, 2015).

Diversos estudos mostram que nos assentamentos da Amazônia Legal são encontradas alterações e perdas significativas de vegetação nativa através do processamento de imagens de satélite (TORNEAU e BURSZTYN, 2010; BARNI, FEARNSIDE e GRAÇA, 2012; YANAI *et al.*, 2015).

Frente à importância ecológica em avaliar parâmetros relacionados à vegetação, a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e classificação de imagens de satélite em

estudo de cobertura vegetal são de grande relevância, pois é possível através destas, adquirir informações sobre diferentes tipos de vegetação, condições de estresse, carência de nutrientes, entre outros (SILVA e VIEIRA, 2011).

As técnicas de sensoriamento remoto são amplamente empregadas para o monitoramento de coberturas vegetais, principalmente, para seu comportamento espacial e/ou fisiológico, abrangendo diversas áreas distintas como agronomia, biologia, geociências e etc. (ABREU e COUTINHO, 2014).

Desta forma, este estudo objetiva quantificar, em escala multitemporal, a cobertura vegetal em hectares (ha) no Projeto de Assentamento Piquiá, localizado no município de Marabá, Pará, referente aos períodos de 2003, 2006, 2009 e 2015.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sensoriamento Remoto

Sensoriamento remoto é definido como a ciência e a arte de obter informação sobre um objeto (alvo), área ou fenômeno através da análise de dados adquiridos por um dispositivo (sensor) que não está em contato direto com o objeto, área ou fenômeno sob investigação (LILLESAND e KIEFER 1994).

O princípio do sensoriamento remoto consiste na detecção entre a radiação eletromagnética e os alvos da superfície terrestre, sendo a radiação eletromagnética a fonte de energia utilizada que pode ser dividida em naturais, (energia solar) e artificial (*flash* ou sinal de radar). A distribuição da radiação eletromagnética (REM) pode ser melhor compreendida levando-se em conta o espectro eletromagnético, que organiza as ondas segundo o comprimento de onda e frequência de onda apresentados (ABREU e COUTINHO, 2014).

Os principais instrumentos do sensoriamento remoto são os sistemas sensores, que permitem a captação da radiação eletromagnética e conversão para uma forma que possibilite análises e interpretações, sendo assim, os sensores são as máquinas fotográficas dos satélites (NUNES, 2010). Têm por finalidade captar a REM proveniente da superfície terrestre e transformar a energia conduzida pela onda, em pulso eletrônico ou valor digital proporcional à intensidade desta energia.

A radiância é denominada na ciência do sensoriamento remoto como a quantidade de energia radiante que deixa uma unidade de área no terreno e irradiância como a quantidade de energia incidente naquela área. Quando o fluxo de energia eletromagnética incide sobre um

objeto ocorrem interações com o material podendo ser parcialmente refletido, transmitido ou absorvido pelo objeto. A reflectância pode ser considerada como a razão entre a radiância e a irradiância medida no mesmo instante, podendo qualquer alvo na superfície apresentar valores percentuais de radiação incidente entre 0% e 100% (IBGE, 2001; MENESES e ALMEIDA, 2012).

Em virtude da diversificada demanda por imagens para diversos usos, os sistemas sensores disponibilizam imagens com distintas resoluções. Segundo Novo (2010), Meneses e Almeida (2012), e, Abreu e Coutinho (2014), no sensoriamento remoto as resoluções podem ser divididas em Resolução Espacial, Resolução Espectral, Resolução Radiométrica e Resolução Temporal.

O sensoriamento remoto vem demonstrando ser uma importante ferramenta para auxiliar no monitoramento de grandes áreas para atestar conformidade perante a legislação ambiental em grandes áreas em virtude da crescente geração e adoção das imagens de satélite disponibilizadas gratuitamente. Entre as vantagens da utilização do sensoriamento remoto juntamente com outras informações temáticas estão a melhor representação, à escala (e unidades) da paisagem, das distribuições e variações fitofisionômicas (FERREIRA L, FERREIRA N e FERREIRA M, 2008).

2.2. Cobertura Vegetal e Sensoriamento Remoto

A presença de árvores apresenta diversas funções ecológicas em um ecossistema fornecendo matéria orgânica, mantendo significativa macroporosidade, aumentando a infiltração e a recarga dos aquíferos. O manejo inadequado da vegetação e do solo pode acarretar em alterações na estrutura do mesmo, causando-lhe maior ou menor compactação; modificando a densidade; afetando a porosidade, o armazenamento e a disponibilidade de água às plantas; interferindo na capacidade de infiltração e no desenvolvimento radicular da vegetação (MENDONÇA, 2009).

A cobertura vegetal é responsável pela proteção contra a erosão hídrica, solar e eólica do solo, até mesmo em áreas que contenham declives significantes (SOUZA *et al.*, 2011). Além de proporcionar a proteção contra agentes climáticos, a cobertura vegetal contribui para manter a qualidade do solo e o ciclo de nutrientes, favorecendo o reabastecimento nutricional e desenvolvimento microbiológico, dificultando a ocorrência de degradação do solo (SILVA e VIEIRA, 2007).

Em sensoriamento remoto a vegetação apresenta determinado comportamento espectral principalmente em virtude da composição química, morfologia e estrutura interna das folhas presentes. Os constituintes principais das folhas para a radiação são a celulose, os solutos (íons e moléculas), os espaços intercelulares e os pigmentos (IBGE, 2001).

Características como a estrutura e a orientação do dossel também influenciam a curva de reflectância na vegetação. A proporção da radiação refletida nas diferentes partes do espectro depende da pigmentação da folha, da espessura da folha, da estrutura celular e da quantidade de água contida no tecido das folhas. Por isso, o sensoriamento remoto é uma ferramenta que pode prover informações a respeito do tipo e a saúde da vegetação presente em determinado local (JANSSEN, 2001).

2.3. Histórico de Ocupação e de Reforma Agrária no Sudeste Paraense

A história do campesinato na região amazônica compreende diversos períodos distintos. Em primeiro momento, a região compunha basicamente de comunidades tradicionais que desenvolviam a produção agrícola de modo autossuficiente em pequenas extensões de terra firme e também coletavam através do extrativismo produtos florestais como a castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*).

O sudeste paraense nas décadas de 1960 e 1970 intensificou a ocupação de terras em razão de aberturas de rodovias como a Belém-Brasília, da implantação de grandes projetos e também pelo crédito fornecido pela SUDAM. O intenso movimento migratório para a região gerou uma significativa escassez de terras disponíveis (MICHELLOTTI, 2009). O regime militar ao decorrer da década de 1970 colaborou para aumentar os conflitos de terra já existentes na região, que eram caracterizados pelos conflitos entre grandes latifundiários e camponeses, indígenas e povos tradicionais. Os militares dotados da visão “integrar para não entregar” fomentou grandes projetos mineradores e madeireiros, a pecuária extensiva em detrimento dos camponeses (CONGÍLIO e IKEDA, 2014).

Apesar da criação em 1970 do INCRA como instrumento promotor da reforma agrária, já no final da década a atividade do INCRA estava quase parada. O receio em relação ao surgimento de um novo conflito armado, como a Guerrilha do Araguaia, levou o governo a retomar os assuntos fundiários na região com a criação de um ministério efetivo e dos grupos executivos do Araguaia Tocantins (GETAT) e o do Baixo Amazonas (GEBAM), porém foram mudanças pouco efetivas. A situação começa a se alterar a partir de 1985, com o

governo do presidente José Sarney, a reforma agrária é assumida como prioridade nacional e em 1988 a Constituição reafirma o princípio de função social da terra como já estabelecido o Estatuto da Terra (TORNEAU e BURSZTYN, 2010).

Nesse contexto se insere a implantação dos assentamentos na região do sudeste paraense, que para se possa entender a sua dinâmica é preciso considerar que foi um processo reativo aos anseios e as incessantes lutas do campesinato por terras. Dessa forma, a criação dos assentamentos ocorria antes do planejamento prévio por parte das instituições do governo. Em razão das diferentes realidades nas quais os assentamentos se inseriram no contexto territorial e de anteverem políticas governamentais, os assentamentos consolidaram-se de modo não-homogêneo (MICHELLOTTI, 2009).

Estudos como o de Naase (2010) e Schneider e Peres (2015) levantam certas dificuldades na questão ambiental dos assentamentos, relacionando a criação dos assentamentos na Amazônia com o aumento do desmatamento na região.

2.4. Histórico de Formação do Assentamento Piquiá

O Projeto de Assentamento Piquiá foi originado da desapropriação da “Fazenda Castanhal Piquiá”, pertencente a Antoninho Miranda. A área possuía título de aforamento para exploração de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), situada na região de abrangência do “Polígono dos Castanhais” a uma distância de 35 km da sede do município de Marabá, Pará, com acesso pela antiga rodovia PA 150, denominada atualmente de BR 155 (PARÁ, 2013).

A fazenda foi ocupada em 1988 por um grupo de trabalhadores rurais apoiados pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Marabá. Na década de 90, as famílias estavam voltadas para a organização do assentamento e o comércio de arroz e diversas frutas as margens da Rodovia BR 155. Em 1992 a pedido do sindicato, o INCRA fez vistoria na área que residiam mais de 150 famílias (PARÁ, 2013).

O processo de intensificação do desenvolvimento econômico, social e político do assentamento se deu a partir de 2002, quando o INCRA desapropriou a área para fins de reforma agrária em 05 de dezembro de 2002, através da portaria nº 027 da Superintendência Regional (SR) 27 do INCRA, com uma área total de 3.327.84 ha e criou oficialmente o P.A. Piquiá (PARÁ, 2013).

Ressalta-se que a desapropriação da fazenda culminou para criação deste assentamento, e alterou o uso do solo e a cobertura vegetal. É possível inferir que houve diminuição da cobertura vegetal, tal premissa será melhor detalhada a seguir.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende o Projeto de Assentamento Piquiá, localizado no município de Marabá-PA, distando de sua sede 35 km, tendo como principal via de acesso à Rodovia BR 155 (Figura 01).

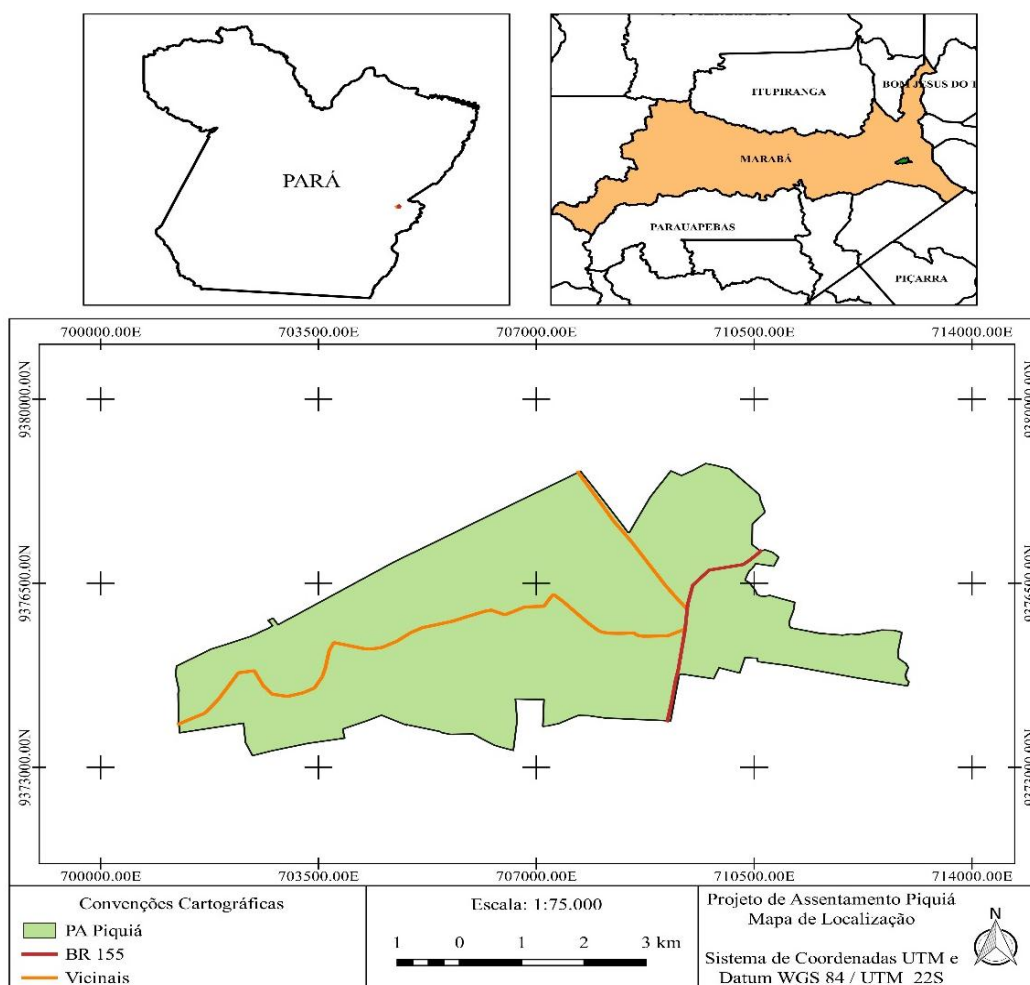


Figura 01: Mapa de localização do Projeto de Assentamento Piquiá.

O projeto de assentamento possui uma área total de 3.327,84 ha, com capacidade total para 70 unidades agrícolas, e possui 62 famílias assentadas com cerca de 35,17 ha por unidade

familiar (Figura 02). O núcleo urbano mais próximo do assentamento é a Vila Sororó, que oferece infraestrutura de comércio e educação para os colonos e seu nome faz referência ao rio que passa perto da comunidade (PARÁ, 2013).

No que se refere ao clima, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, a região apresenta clima tropical úmido, encontra-se numa faixa de transição entre Am e Aw, com temperatura média anual de 26°C e média máxima de 32°C, com amplitude quase nula (KOTTEC *et al.*, 2006).

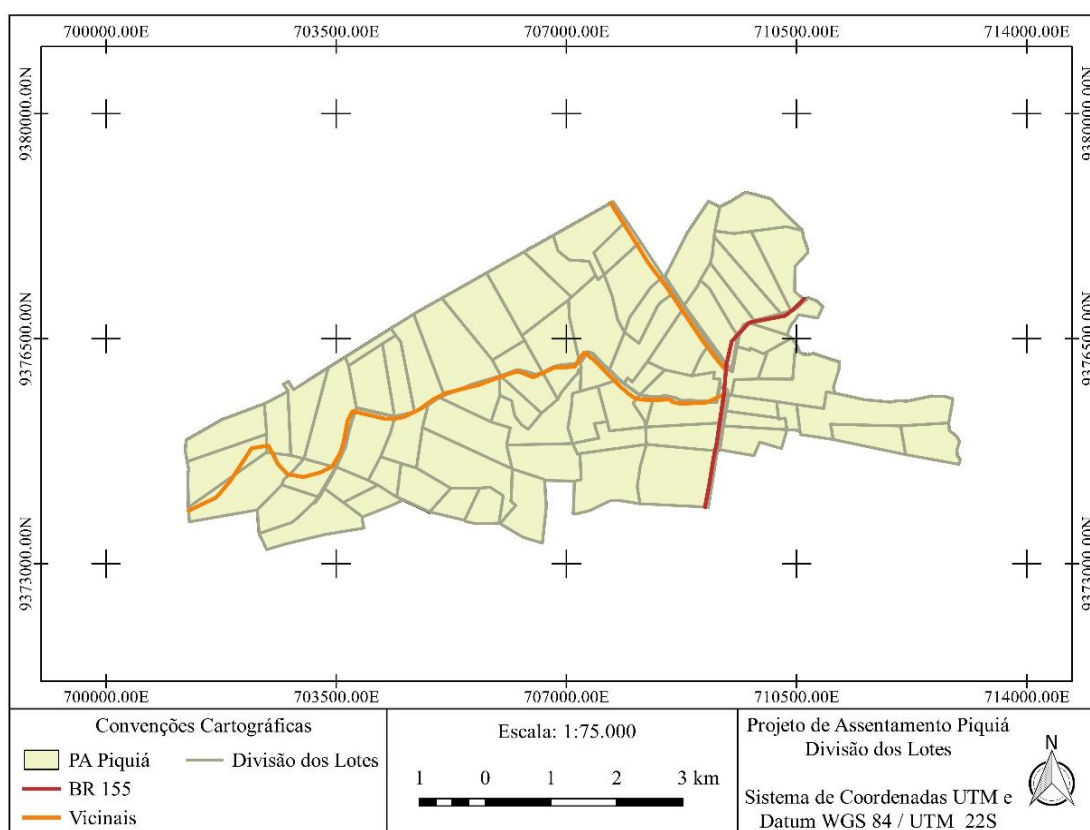


Figura 02: Mapa de divisão dos lotes no Projeto de Assentamento Piquiá.

Os tipos de solos identificados no assentamento foram: Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico, caracterizado por ser bem drenado e com relativa profundidade e que abrange 79,43% da área. Assim como foi identificado também Latossolo Amarelo Distrófico com 8,66% e Neossolo Quartzarênico Órtico com 11,92% (PARÁ, 2013) (Tabela 01).

Tabela 01: **Tipos de solo do Projeto de Assentamento Piquiá**

Tipo de solo	Área (ha)	Porcentagem da área (%)
Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico	2.643,30	79,43
Latossolo Amarelo-Distrófico	288,19	8,66
Neossolo Quartzarênico Órtico	396,35	11,92

A cobertura vegetal do assentamento é diversificada, na qual predominava florestas primitivas ombrófila densa submontana, podendo-se encontrar ainda florestas abertas mistas, florestas latifoliadas e florestas ciliares de várzeas. As matas secundárias e capoeiras encontradas são consequências do desmatamento, extração de madeira e formação de pastagens (PARÁ, 2013).

3.2. Materiais

Para o presente trabalho foram utilizadas imagens de satélite dos seguintes sensores: *Thematic Mapper(TM)*, acoplado no satélite *Landsat 5*, órbita/ponto 223/064 referente aos períodos de 2003, 2006 e 2009; e o *Operational Land Imager(OLI)*, acoplado ao satélite *Landsat 8*, referente ao ano de 2015, obtidas de maneira gratuita mediante cadastro no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os *softwares* utilizados foram o *Quantum GIS 2.8.2* (Development Team, 2015), e o *SPRING 5.4.2* (CÂMARA, 1996). A Empresa Brasileira de Assistência Técnica de Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER-PA) forneceu os arquivos *shapefiles* dos limites geográficos dos lotes e da área total do assentamento.

3.3. Métodos

3.3.1. Levantamentos de Dados Pretéritos

Esta etapa consistiu na pesquisa bibliográfica em artigos científicos, teses, dissertações, monografias, *links* eletrônicos, documentos oficiais, entre outras fontes, para que fosse possível a obtenção de informações correlacionadas ao tema deste trabalho.

3.3.2. Quantificação da Cobertura Vegetal

3.3.2.1. Georreferenciamento

Foi realizado o georreferenciamento, ou seja, o registro das imagens do instrumento *Landsat 5* com as imagens do instrumento *Landsat 8*. No software *Quantum GIS 2.8.2*

(Development Team, 2015) foram coletados 10 pontos de controle (CGP) para cada imagem utilizando o algoritmo de interpolação pelo vizinho mais próximo. O sistema de projeção cartográfica utilizado foi o *Universal Transversa de Mercator* (UTM), zona 22 Sul, *Datum* WGS-84.

3.3.2.2. Composição Colorida

Após a etapa de georreferenciamento, as imagens de satélite foram importadas ao *software SPRING 5.4.3* (CÂMARA, 1996), no qual foi realizada a composição colorida por meio do método *Red-Green-Blue* (RGB). Para as imagens *Landsat 5*, as bandas espectrais utilizadas foram a 5, 4 e 3, que correspondem as bandas do infravermelho médio, infravermelho próximo e vermelho, respectivamente. Para as imagens *Landsat 8*, foram utilizadas as bandas espectrais 6, 5 e 4, que correspondem as bandas do infravermelho de ondas curtas, o infravermelho próximo e o vermelho, respectivamente.

Em relação à escolha das imagens, adotou-se o critério de escala temporal que consistiu em um intervalo de tempo para se observar mudanças na cobertura vegetal. Assim foram selecionadas 4 imagens, o que perfaz um total de 12 anos, com início em 2003, um ano após a oficialização da criação do assentamento, e término em 2015, com as mudanças de legislação (lei nº 12.651/12) em vigor para efeitos de comparação.

O ano de 2011 não foi incluído em virtude de as imagens disponíveis para a região estarem com qualidade comprometida devido ao final da missão *Landsat 5* neste mesmo ano por parte do governo dos Estados Unidos, outros anos após também não foram incluídos, devido as imagens do satélite *Landsat 8* para órbita/ponto da região estarem disponíveis no endereço eletrônico do INPE somente a partir do ano de 2015. E não foram adotados outros instrumentos para manter as características de resolução espacial e temporal apresentadas pelos instrumentos *Landsat 5* e *Landsat 8*, que são as mesmas.

As imagens utilizadas para a classificação estão melhor descritas abaixo (Tabela 02), onde é possível verificar a data e o horário de aquisição destas pelos sensores. Após essa etapa, todas as imagens foram recortadas no *software SPRING 5.4.3* (CÂMARA, 1996) com o arquivo *shapefile* dos limites geográficos da área de estudo.

Tabela 02: **Data e hora de aquisição das imagens pelos sensores TM e OLI**

Data de aquisição pelo sensor	Tempo Central (GMT)	Sensor/Instrumento
16 de julho de 2003	13:00:42	TM/Landsat 5
09 de agosto de 2006	13:17:37	TM/Landsat 5
01 de agosto 2009	13:13:23	TM/Landsat 5
02 de agosto de 2015	13:23:54	OLI/Landsat 8

3.3.2.3. Classificação Supervisionada

A classificação das imagens foi realizada com o software *SPRING 5.4.3* (CÂMARA, 1996), que é um Sistema de Informações Geográficas (SIG) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais (INPE, 2012).

O método de classificação utilizado foi o classificador por máxima verossimilhança (MAXVER), que calcula a probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe específica com base na ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes e em parâmetros estatísticos (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Para classificação foram utilizadas as classes de floresta/capoeirão, capoeira e juquirá, solo exposto/pastagem e água. A capoeira pode ser definida como um tipo de vegetação secundária dos trópicos que surge a partir da sucessão ecológica de áreas com fragmentação florestal (SALOMÃO *et al.*, 2012). A classe água expressa tanques de piscicultura existentes no assentamento.

Foram coletados para cada classe, amostras de referências nas imagens dos períodos estudados, a saber, 2003, 2006, 2009 e 2015, o que representam os *pixels* das classes a serem analisadas, e então, o software *SPRING 5.4.3* (CÂMARA, 1996) realizou a classificação, informando as áreas das classes em hectares para o período estudado.

3.3.2.4. Validação da classificação de imagens

Para a validação da classificação de imagens foram utilizados as equações de exatidão global e o índice *Kappa*. A exatidão global ou acurácia global é um valor dado em percentagem que relaciona a concordância entre a imagem classificada e o conjunto de amostras de referências a partir de matrizes de erros que são geradas pelos softwares de classificação. O valor de exatidão global é calculado a partir da Equação 1.

$$EG = \frac{A}{n} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

EG: Exatidão Global.

A: Valor total de pixels classificados corretamente.

n: Valor total de pixels corretamente.

O índice *Kappa* é um coeficiente que expressa em um valor adimensional a quantidade de pixels dentro do total de pixels existentes que são possíveis de classificar, podendo apresentar uma variação entre 0 (péssima classificação) e 1 (excelente classificação) em que: 0 – 0,2 = ruim; 0,2 – 0,4 = razoável; 0,4 – 0,6 = boa; 0,6 – 0,8 = muito boa; e 0,8 – 1,0 = excelente. (MENESES e ALMEIDA, 2012). A Equação 2 demonstra o cálculo necessário para se obter o valor do índice *Kappa*.

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})} \quad (2)$$

K: Índice *Kappa*.

N: Pontos amostrais.

r: Número de linhas de matriz de erros.

x_{ii}: Observações na linha *i* e coluna *i*.

x_{+i}: Total marginal da coluna *i*.

x_{i+}: Total marginal da linha *i*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Quanto à Classificação Supervisionada das Imagens

4.1.1. Validação dos Dados da Classificação Supervisionada

Os resultados revelaram que a acurácia global em todos os anos do estudo foi superior a 95%. Somado a esse fator, os índices *Kappa* foram superiores a 0,9 (Tabela 03).

Tabela 03: **Validação dos dados da classificação supervisionada**

Ano	Acurácia (%)	Índice <i>Kappa</i> (adimensional)
2003	96,82	0,94
2006	99,18	0,98
2009	96,37	0,93
2015	98,01	0,94

Com isso, percebeu-se que os valores obtidos quanto à acurácia global, foram extremamente satisfatórios. Como estudado por Gao (2009), concluiu-se que quanto maior a acurácia global, maior a quantidade de *pixels* classificados corretamente. Associado ao índice *Kappa*, em estudo realizado por Congalton e Green (2009), mostrou que os índices variam desse índice quando variam de 0,8 a 1,0, indicam que a classificação foi de excelente nível.

Dessa forma, os valores obtidos no presente estudo quanto ao índice *Kappa* foram considerados como excelente para a classificação supervisionada.

4.2. Quanto à Quantificação da Cobertura Vegetal

Os resultados obtidos mostraram o total da área de cobertura vegetal para os anos de 2003, 2006, 2009, e 2015 a serem analisados separadamente de acordo com os períodos de estudo (Tabela 04).

Tabela 04: **Quantificação da cobertura vegetal no P.A. Piquiá no período de estudo**

Ano	Cobertura Vegetal (ha)	Variação entre os anos (ha)	Percentual da área (%)
2003	734,94	-	22,08
2006	655,38	-79,55	19,69
2009	727,82	72,44	21,87
2015	1.016,10	288,27	30,53

4.2.1 Análise para 2003

A cobertura vegetal para o ano de 2003 foi de 734,94 ha, o que compreendeu 22,08% da área total do assentamento. A quantificação para cada classe do estudo está descrita abaixo (Tabela 05).

Tabela 05: **Quantificação de cada classe para o ano de 2003**

Classes	Área(ha)	Percentual da área (%)
Floresta / Capoeirão	734,94	22,08
Capoeira / Juquira	1.670,49	50,20
Solo Exposto / Pastagem	882,63	26,52
Águas	39,78	1,20

Ressalta-se que o Projeto de Assentamento Piquiá já inicia com um passivo ambiental de 27,92% de sua área necessitando de recomposição de sua cobertura vegetal, fato apoiado de acordo com o Código Florestal vigente a época, lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, mais especificamente o art. 44 da referida lei, o qual estabelecia que a região norte e na parte norte da região centro-oeste do Brasil, a exploração a corte só é permissível desde que permaneça com cobertura arbórea, de pelo menos 50% da área de cada propriedade (BRASIL, 1965).

Fato que é consequência de os agricultores já estarem alocados em seus lotes desde 1988, 12 anos após ocuparem a fazenda Piquiá. Pode-se observar que parte da perda de cobertura vegetal no assentamento deu-se próxima a Rodovia BR 155 e as estradas vicinais ligadas a esta, e também na Vila Sororó, que possui a infraestrutura básica do assentamento, como escolas, pontos comerciais, dentre outros. A Figura 03 mostra a caracterização cartográfica para cada classe no ano de 2003.

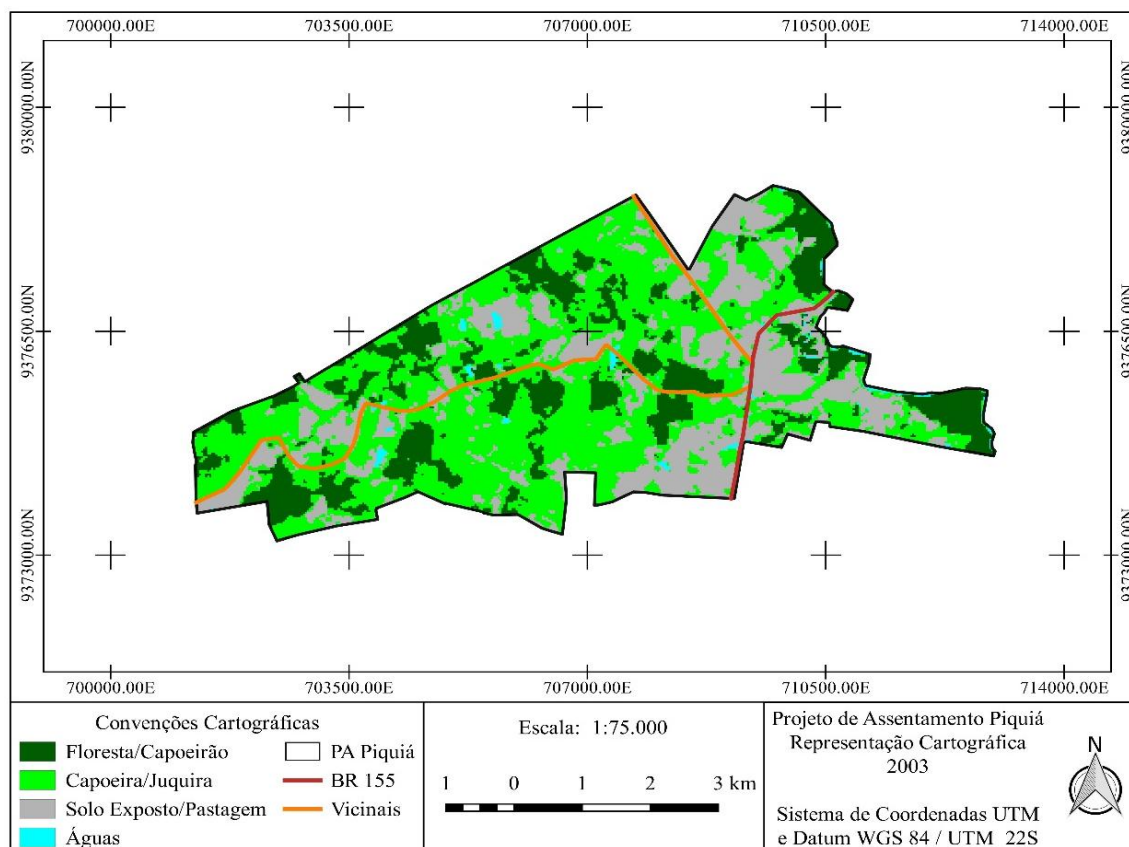


Figura 03: Caracterização cartográfica da cobertura vegetal - P.A. Piquiá - 2003.

Em 2003 os colonos já desenvolviam atividades de fruticultura em seus lotes, com o plantio de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*) acerola (*Malpighia glabra L.*), cacau (*Theobroma cacao sp.*), cajá (*Spondias luta*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum sp.*), como afirma Pará (2013), as famílias notaram que o cultivo destas frutíferas eram de grande proveito e realizaram o plantio de sementes dessas frutas para extração da polpa, tornando a localidade uma grande fornecedora desse produto. A prática de horticultura, agricultura de subsistência com plantio de mandioca (*Manihot esculenta*), milho (*Zea mays*), feijão de corda (*Vigna*

unguiculata) e arroz (*Oryza sativa*) e a pecuária de corte e de leite promoveram certo desenvolvimento econômico local.

Os plantios de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum sp.*) e cacau (*Theobroma cacao sp.*) eram realizados principalmente nas áreas de juquiras e capoeiras, através do aproveitamento do sombreamento criado por este tipo de vegetação e a facilidade no corte em período posterior para a permanência do plantio da cultura econômica trabalhada pelos agricultores, já que as condições criadas pelo uso de diferentes espécies de diversos estratos possibilitam o desenvolvimento de culturas que são beneficiadas pelo sombreamento como cacau (*Theobroma cacao sp.*), café (*Coffea sp.*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum sp.*) (ABDO, 2008).

4.2.2. Análise para 2006

Os resultados obtidos mostraram que a área de cobertura vegetal teve uma queda para 655,38 ha, o que representou a época, 19,69% da área total do assentamento, e os dados da capoeira e juquiras e solo exposto e pastagem também sofreram alterações (Figura 04).

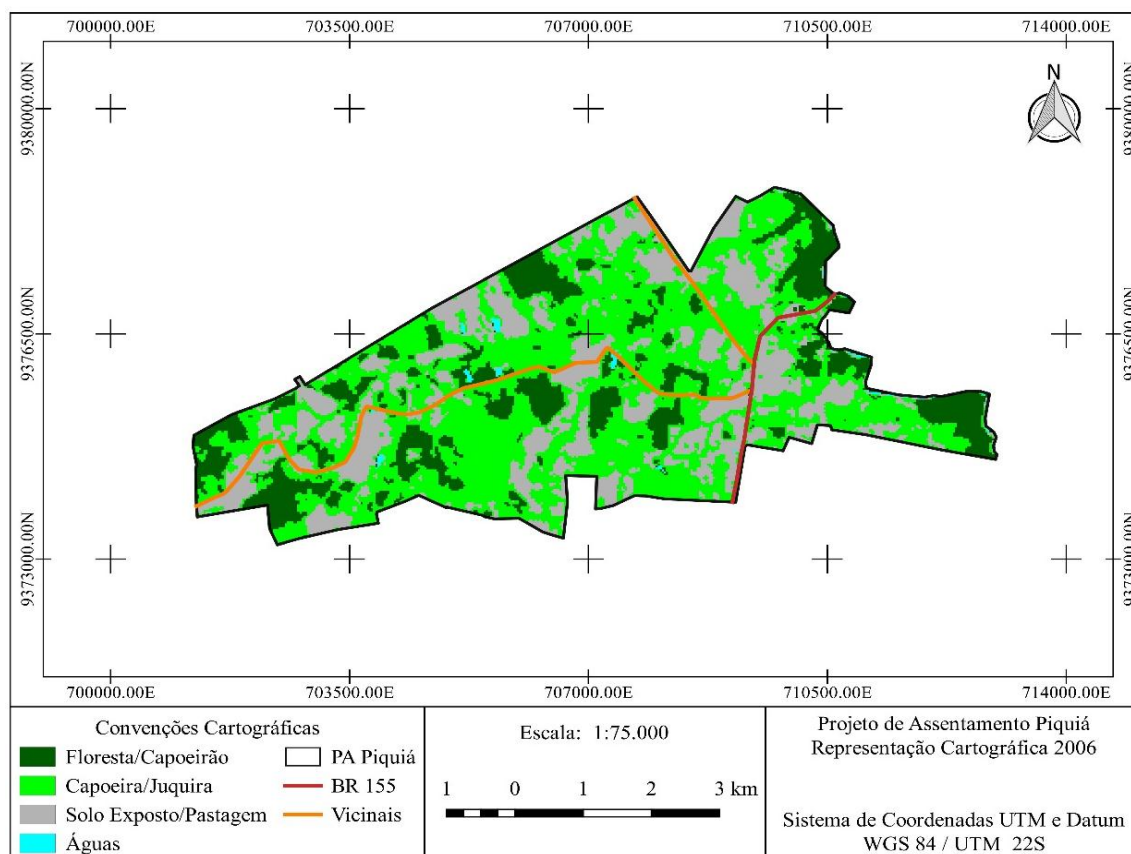


Figura 04: Caracterização cartográfica da cobertura vegetal - P.A. Piquiá 2006.

Para o ano de 2006 a situação do P.A. Piquiá em relação ao cumprimento da lei federal nº 4.771/65, ainda vigente na época, foi de um passivo ambiental de 36,31% da área do assentamento, visto que diversos fatores econômicos contribuíram para essa redução da cobertura vegetal e aumento de solo exposto e pastagem para 928,71 ha, compreendendo 27,91% da área total (Tabela 06).

Tabela 06: **Quantificação de cada classe para o ano de 2006**

Classes	Área (ha)	Percentual da área (%)
Floresta / Capoeirão	655,38	19,69
Capoeira / Juquira	1.728,72	51,95
Solo Exposto / Pastagem	928,71	27,91
Águas	15,03	0,45

Neste período foi notado um aumento do rebanho bovino no P.A., que teve como consequência, uma queda das áreas de florestas e juquiras, para a transformação destas em novas áreas produtivas para o plantio de pasto, sendo realizando esta atividade através de linhas de crédito financeiro por bancos públicos (PARÁ, 2013). A prática do desflorestamento para a pecuária tornou-se uma cultura sustentada na pirâmide crédito - produção - comercialização, pois os agentes financeiros facilitaram o crédito para produção de gado, acreditando na fácil comercialização, sem contrapor os efeitos negativos aos recursos naturais.

Os assentamentos criados pelo INCRA na região amazônica têm permitido a expansão da fronteira agrícola para as áreas de floresta em razão da incompetência dos próprios órgãos governamentais em assegurar a conformidade com as leis brasileiras (SCHNEIDER e PERES, 2015).

A área do assentamento passou por sucessivas formas de exploração, desde o extrativismo da castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), retirada de madeira, venda de carvão, a pecuária extensiva de bovinos e a agricultura tradicional praticada por agricultores familiares. Neste período inicia o avanço do quantitativo do rebanho bovino com o interesse dos agricultores em desenvolver esta cadeia produtiva (leite e carne) (PARÁ, 2013).

Outro ponto que contribuiu para perda de cobertura vegetal na região foi da fabricação de carvão que alimentava os alto-fornos das Siderúrgicas do Polo Industrial de Marabá, próximas ao P.A. Piquiá, dessa forma, aumentando consideravelmente o desmatamento nas áreas destinadas à Reforma Agrária. No Sudeste Paraense os assentados a partir dos anos 2000 começaram a explorar a madeira com mais intensidade em razão da grande demanda por

carvão vegetal das siderúrgicas da região (NAASE, 2010). Para Homma *et al.* (2006), isso se justifica já que os fornos das siderúrgicas de Marabá estavam no auge de produção nessa ocasião.

4.2.3 Análise para 2009

Para o ano de 2009 a quantificação apontou que a cobertura vegetal teve um acréscimo em sua área de 72,45 ha em relação a 2006, totalizando 727,83 ha, o que equivalia a 21,87% da área do assentamento. No que diz respeito ao cumprimento do Código Florestal, em 2009 ainda estava em vigência a Lei nº 4.771/65 e o assentamento possuía um passivo ambiental de 28,13% à época (Figura 05).

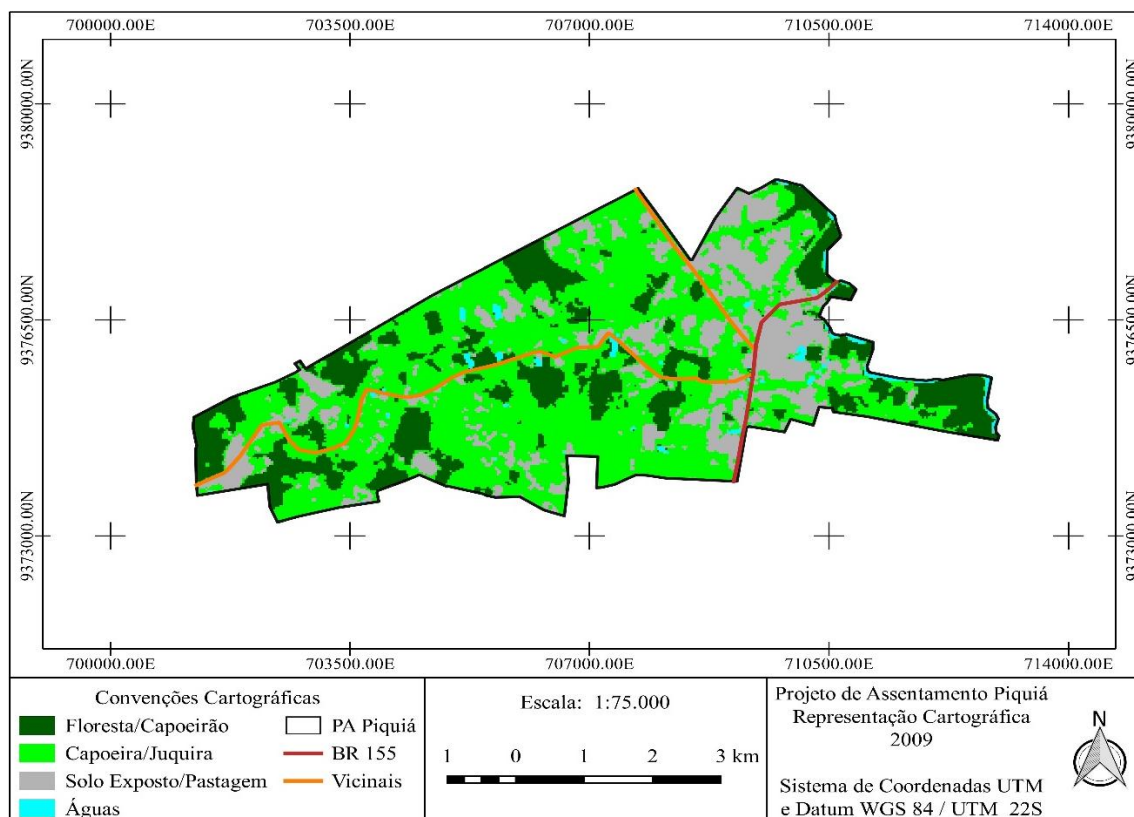


Figura 05: Caracterização cartográfica da cobertura vegetal - P.A. Piquiá - 2009.

Para as classes solo exposto e pastagem houve uma queda para 707,40 ha, com 21,26% da área do P.A. No caso da capoeira e juquira, o quantitativo foi de 1.841,22 ha, com 55,33% da área (Tabela 07).

Tabela 07: **Quantificação de cada classe para o ano de 2009**

Classes	Área (ha)	Percentual da área (%)
Floresta / Capoeirão	727,83	21,87
Capoeira / Juquira	1.841,22	55,33
Solo Exposto / Pastagem	707,40	21,26
Águas	51,39	1,54

Como demonstra os dados obtidos, há uma recuperação das áreas de florestas e capoeirão em 2009, ocasionado pelo menor interesse dos assentados em comercializar madeira, já que em 2008 o cenário econômico muda drasticamente, visto que várias empresas siderúrgicas instaladas no polo industrial de Marabá, já vinham enfrentando problemas econômicos, e das 11 siderúrgicas que estavam em funcionamento até 2008, apenas 4 mantiveram-se em operação (SANTOS, 2013).

Isso indica que os assentados, antes de 2008 (início da crise), foram forçados a mudar as suas estratégias econômicas, passando a realizar ainda mais o plantio de espécies frutíferas para acréscimo de sua renda.

No entanto, outro fator também deve ser levado em consideração, que é a regeneração natural de áreas não utilizadas do assentamento, como algumas áreas de capoeira e juquira. O termo regeneração natural, como estoque florestal, é conceituado por Finol (1971) como toda planta descendente de plantas arbóreas que se encontra entre 0,10 m de altura até o limite de 10 cm de diâmetro à altura do peito (DAP).

A regeneração natural refere-se às fases iniciais de estabelecimento e desenvolvimento das plantas, e sua boa condição quantitativa e qualitativa possibilita a preservação, a conservação e a formação de florestas, tanto de proteção integral como de uso sustentável (GAMA *et al.*, 2003).

4.2.4. Análise para 2015

Para 2015 os cálculos mostraram que mais uma vez houve aumento da cobertura vegetal no assentamento, o que totalizou a época 1.016,09 ha, equivalendo a 30,53% da área do local. Em relação a 2009, houve um crescimento da cobertura vegetal de 288,26 ha, e para as classes capoeirão e juquira, solo exposto e pastagem, houve decréscimo (Figura 05).

A área de total de capoeira e juquira teve uma queda em comparação 2009, passando de 1.841,21 hectares, com 55,33% da área, para 1.704,60 hectares, 51,22% da área total. Já a

classe solo exposto e pastagem em comparação a 2009, teve uma redução para 534,23 ha, com 16,05% da área total (Tabela 08).

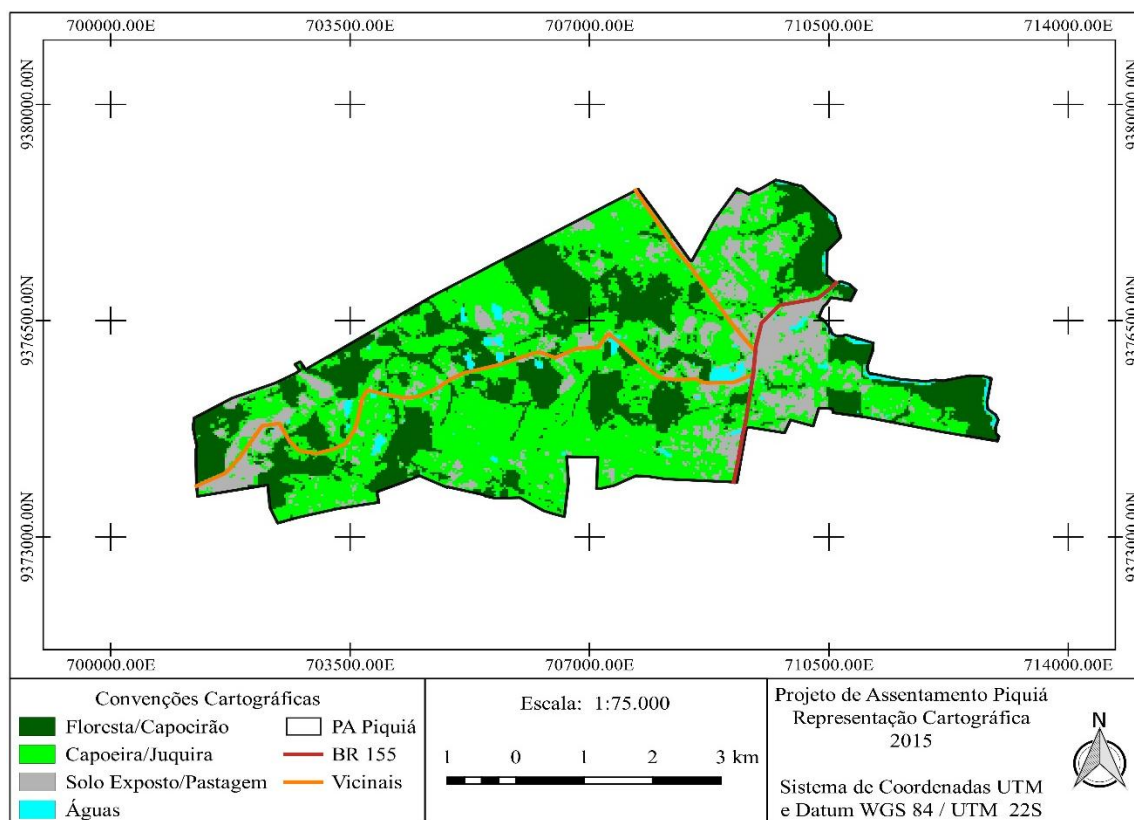


Figura 05: Caracterização cartográfica da cobertura vegetal - P.A. Piquiá - 2015.

Tabela 08: Quantificação de cada classe para o ano de 2015

Classes	Área (ha)	Percentual da área (%)
Floresta / Capoeirão	1.016,09	30,53
Capoeira / Juquira	1.704,54	51,22
Solo Exposto / Pastagem	534,23	16,05
Águas	72,98	2,20

Os resultados obtidos em 2015 devem-se a vários fatores, como operações do poder público, projetos ligados a recuperação de áreas e plantio de mudas de essências florestais e frutíferas, como os Projeto Amazônia Nativa, da EMBRAPA e o Programa Assentamentos Verdes, do INCRA.

Uma dessas ações é a intitulada “Operação Arco de Fogo”, citada por Agência Brasil (2016), que foi deflagrada a partir de 2008 em uma ação coordenada pela Polícia Federal, com apoio do IBAMA e Força Nacional de Segurança, com o intuito de combater o desmatamento

ilegal da floresta amazônica na região de Marabá e municípios circunvizinhos. Ainda em 2008, a operação Arco Verde do governo federal teve início e objetivou promover o desenvolvimento sustentável, com prioridade ao controle do desmatamento da Amazônia Legal.

A partir de 2010 a EMBRAPA executou o Projeto Amazônia Nativa na região, e que teve como objetivo principal a organização do sistema de produção de sementes e mudas nativas, para buscar atender às demandas de recuperação de áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente, em Assentamentos da Reforma Agrária nos municípios participantes da Operação Arco Verde, no Pará (EMPRAPA, 2010).

O Programa Assentamentos Verdes (PAV) foi criado pelo INCRA em 2012 com o objetivo de tornar os assentamentos e as comunidades rurais na Amazônia, autônomas e ambientalmente sustentáveis. As ações foram orientadas em quatro eixos: valorização de ativos ambientais e de atividades produtivas; recuperação de passivos ambientais com geração de renda e segurança alimentar para as famílias; regularização fundiária e ambiental via Cadastro Ambiental Rural (CAR), por unidade familiar, somado ao monitoramento e controle ambiental (MDA, 2012).

A Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012 revogou o antigo código florestal, e tem como instrumentos o CAR e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), para integrar as informações ambientais das propriedades rurais. Com isso, tem-se que o assentamento ainda possui passivo ambiental, com a necessidade de recuperar 19,47% da área de cobertura vegetal, que apesar das mudanças da nova lei, por ser uma área consolidada, ou seja, em que o seu desmatamento se deu antes de 2008, faz-se necessário recuperar até 50% da área de cobertura vegetal.

Comparando a quantificação da cobertura vegetal para todos os anos estudados, nota-se que houve um significativo desmatamento no P.A. até o ano de 2006, o que é semelhante a outros estudos, como de Brandão Jr. e Souza Jr. (2006), que afirmam que mesmo as áreas nas quais os projetos de assentamento são instalados possam ser antigas fazendas, já com certo grau de desmatamento, observa-se sempre um surto de desflorestamento após a criação desses projetos, sinalizados por altas taxas de desmatamento.

Batistella e Moran (2005) ao se referirem a um estudo de Brondizio *et al.* (2002), assinalam que existe uma correlação direta entre ocupação de lotes na fronteira amazônica e

ações de desmatamento, que se arrefece após um certo tempo, para ser retomada na geração seguinte.

No entanto a partir de 2009, a realidade encontrada no Projeto de Assentamento Piquiá é oposta a grande maioria dos casos. Evento ligado principalmente as grandes variações econômicas da cidade de Marabá, que forçaram os assentados a mudarem de postura, e também as ações governamentais supracitadas que surtiram efeito.

5. CONCLUSÃO

Entre 2003 e 2006 fatores econômicos influenciaram a redução da área de cobertura vegetal no assentamento, como a atividade siderúrgica que demandava carvão para sua produção, o qual a matéria-prima para esta atividade era proveniente da derrubada de florestas próximas do distrito industrial de Marabá, no entanto, algumas destas empresas já enfrentavam problemas financeiros antes de 2008, ano que culminou em uma crise econômica no setor.

Com isso, os assentados foram forçados a mudar suas estratégias econômicas, passando a investir na produção de árvores frutíferas para extração de polpa, e somado a esse fator, algumas áreas do assentamento que não eram utilizadas em 2003, passaram pelo processo de sucessão ecológica, representado pelo crescimento da área da cobertura vegetal em 2009.

Projetos governamentais contra a exploração ilegal de madeira, como a operação “Arco de Fogo” e os Projetos, Amazônia Nativa e Assentamentos Verdes, surtiram efeito para que a situação no P.A. Piquiá fosse oposta a encontrada por outros estudos em áreas de assentamentos para reforma agrária na Região Amazônica.

No entanto, mesmo com o crescimento da cobertura vegetal em 2015, ainda é necessário ao Projeto de Assentamento Piquiá recuperar 19,47% de suas áreas de florestas, para tanto, uma opção é o incremento do plantio de outras espécies frutíferas nativas para diversificação da produção e novos estudos para avaliar a situação de áreas de preservação permanente, como margens de corpos hídricos, que também são fundamentais para o equilíbrio ecológico local, e por fim, o monitoramento dos órgãos ambientais para que não volte a ocorrer casos de desmatamento na área.

REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, Sérgio Valiengo; MARTINS, Antônio Lúcio Mello. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. Dezembro, p. 50-59, 2008.

ABREU, Karla Maria Pedra de; COUTINHO, Luciano Melo. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. **Vértices**, v.16, n.1, p. 173-198, 2014.

AGÊNCIA BRASIL. **Operação arco de fogo vai combater desmatamento na Amazônia**. Disponível em: <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2008-01-31/operacao-arco-de-fogo-vai-combater-desmatamento-na-amazonia>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.

BARNI, Paulo Eduardo; FEARNSSIDE, Philip Martin; GRAÇA, Paulo Maurício L. de A. **Desmatamento no sul do Estado de Roraima**: padrões de distribuição em função de Projetos de Assentamento do INCRA e da distância das principais rodovias (BR-174 e BR-210). *ACTA AMAZONICA*, vol. 42, n. 2, jun. 2012.

BATISTELLA, Mateus.; MORAN, Emilio. F. Dimensões humanas do uso e cobertura das terras na Amazônia: uma contribuição do LBA. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 2, p. 239-27, 2005.

BRANDÃO Jr., Amintas.; SOUZA Jr., Carlos. Deforestation in land reform settlements in the Amazon. *State of the Amazon*, Belém, n. 7, p. 1-4, 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 08 de nov. de 2016.

BRASIL. **Lei n. 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm. Acesso em: 17 de maio de 2016.

BRASIL. **Lei n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 17 de maio de 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Programa assentamentos verdes (PAV) terá participação e controle social**. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/programa-assentamentos-verdes-pav-ter%C3%A1-participa%C3%A7%C3%A3o-e-controle-social>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Biomas. Amazônia**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 08 de nov. de 2016.

BRASIL. **Programa assentamentos verdes (PAV) terá participação e controle social**. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/programa-assentamentos-verdes-pav->

[ter%C3%A1-participa%C3%A7%C3%A3o-e-controle-social](#)>. Acesso em: 17 de maio de 2016.

BRASIL. **Programa Assentamentos Verdes cria estratégias para a preservação da Amazônia**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2013/10/programa-assentamentos-verdes-cria-estrategias-para-a-preservacao-da-amazonia>>. Acesso em: 17 de maio de 2016.

BRASIL. **Reunião Geral** 20 de agosto de 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/arcoverde_182.pdf>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.

BRONDIZIO, Eduardo. S. *et al.* The colonist footprint: towards a conceptual framework of deforestation trajectories among small farmers in Frontier Amazônia. In: WOOD, Charles H.; PORRO, Roberto. **Deforestation and land use in the Amazon**. Gainesville: University Press of Florida, 2002. p. 133-161.

CÂMARA, Gilberto *et al.* SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CASTRO, Allison Reynaldo da Costa; WATRIN, Orlando dos Santos. Análise espacial de áreas com restrição legal de uso do solo em projeto de assentamento no sudeste paraense. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 157-166, 2013.

CONGALTON, Russell G.; GREEN, Kass. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 2009. 200 p.

EMBRAPA. **Projeto Amazônia Nativa**: organização da produção de sementes e mudas florestais para recuperação de áreas de reserva legal e de preservação permanente em projetos de assentamento de municípios do Programa Arco Verde. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/busca-de-projetos/-/projeto/202958/projeto-amazonia-nativa-organizacao-da-producao-de-sementes-e-mudas-florestais-para-recuperacao-de-areas-de-reserva-legal-e-de-preservacao-permanente-em-projetos-de-assentamento-de-municipios-do-programa-arco-verde>>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.

FERREIRA, Laerte Guimarães; FERREIRA, Nilson Clementino; FERREIRA, Manuel Eduardo. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 379-390, 2008.

FINOL, Urdaneta Hermán. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgines tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971.

GAMA, João Ricardo Vasconcellos *et al.* Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, 2003.

GAO, Jay. **Digital analysis of remotely sensed imagery**. New York: McGraw-Hill Professional Publishing, 2009. 439 p.

HOMMA, A. Q. O *et al.* Guseiras na Amazônia: perigo para floresta. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 233, dez. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Introdução ao Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 94 p.

JANSSEN, Lucas L. F., HUURNEMAN, Gerrit C. **Principles of Remote Sensing**. 2 ed. Enschede: ITC, 2001. 410 p.

KOTTEK, Markus *et al.* **World map of the Köppen-Geiger climate classification updated**. Meteorologische Zeitschrift.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. Wiley. New York, 1994.

LIMA, Carlos Eduardo Santos *et al.* Utilização de dados de Sensoriamento Remoto no monitoramento da degradação da cobertura vegetal do Município de Garanhuns-PE. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 923-935, 2015.

MENDONÇA, Luiz Alberto Ribeiro. Avaliação da capacidade de infiltração de solos submetidos a diferentes tipos de manejo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14 n.1, 89-98, 2009.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UNB/CNPq, 2012. 266 p.

NAASE, Karin Marita. Recursos naturais, espaço social e estratégias de vida em assentamentos da reforma agrária na Amazônia brasileira (Sudeste Paraense). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 5, n. 1, p. 79-102, 2010.

PARÁ. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará-EMATER-PARÁ P221p **Plano de Recuperação do Projeto de Assentamento Piquiá** / Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará. Marituba: EMATER, 2013. 163 p.

QGIS Development Team, 2015. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: http://qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html#. Acesso em: 02 de outubro de 2016.

SANTOS, Marcelo Melo dos. **A crise no setor siderúrgico do Distrito Industrial de Marabá e as estratégias empresariais**. 2015. 138 f. Dissertação (Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2015.

SILVA, W. S; VIEIRA, V. C. B. Evolução Multitemporal do Uso e Cobertura do Solo no Município de Uruçuí - PI. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2, 2007, João Pessoa. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa, 2007. p.1-9.

SOUZA, U. D. V. *et al.* Contribuição das novas bandas espectrais do satélite Worldview-II para a classificação de tipos vegetais em habitats costeiros: resultados iniciais, **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR. 2011.

SOUZA, Ulisses Denache Vieira; ALFAYA, F. A. V. S.; KUX, H. J. H. Contribuição das novas bandas espectrais do satélite WorldView-II para a Classificação de Tipos Vegetais em Habitats Costeiros: Resultados Iniciais. In (a ser apresentado). XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 1, 2011.

SCHNEIDER, Maurício; PERES, Carlos A. Environmental Costs of Government-Sponsored Agrarian Settlements in Brazilian Amazonia. *Plos one*, v. 10, n. 8, ago. 2015.

TORNEAU, François-Michel Le; BURSZTYN, Marcel. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. **Ambiente & Sociedade**, v. XIII, n. 1, jan.-jun. 2010.

YANAI, Aurora Miho *et al.* Desmatamento e perda de carbono até 2013 em assentamentos rurais na Amazônia Legal. XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SOCIEDADE BRASILEIRA DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), INPE, 2015, 4968-4975 p.

Recebido para publicação em:
19/ 04/ 2018

Aceito para publicação em:
17/ 09/ 2018