

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Governo do Estado do Pará
Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos
Programa Pará rural

ZEE

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA ZONA OESTE DO ESTADO DO PARÁ

Diagnóstico socioambiental



Volume 1

Adriano Venturieri
Marcílio de Abreu Monteiro
Carmen Roseli Caldas Menezes
Editores Técnicos

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2010



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
Caixa Postal 48.
CEP 66095-100 - Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
www.cpatu.embrapa.br
sac@cpatu.embrapa.br

Governo do Estado do Pará

Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos
Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural
Rua dos Mundurucus, 2313 - Batista Campos.
CEP 66.035-360 - Belém, PA.
Fone: (91) 3230-4942 • Fax: (91) 3230-4982
E-mail: ngpr@ngpr.pa.gov.br

Supervisão gráfica

Williams B. Cordovil

Revisão de texto

Carmem Lucia de Oliveira Pereira

Projeto Gráfico, capa e diagramação

Williams B. Cordovil

1ª edição

1ª impressão (2010): 3.000 exemplares

Obs.: As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos Direitos Autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Zoneamento ecológico-econômico da Zona Oeste do Estado do Pará / editores técnicos, Adriano Venturieri, Márcilio de Abreu Monteiro, Carmen Roseli Caldas Menezes. - Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

386p. :il.; 21x30 cm.

Conteúdo: v. 1. Diagnóstico socioambiental - v. 2. Gestão territorial – diretrizes de uso e ocupação.

ISBN 978-85-87690-89-0 (v. 1). - ISBN 978-85-87690-90-6 (v. 2)

1. Zoneamento ecológico - Pará - Amazônia - Brasil. 2. Políticas públicas. 3. Recurso natural. 4. Meio ambiente. I. Venturieri, Adriano, ed. II. Monteiro, Márcilio de Abreu, ed. III. Menezes, Carmen Roseli Caldas, ed.

CDD 333.7

© Embrapa - 2010

ZEE



**ZONEAMENTO
ECOLÓGICO-ECONÔMICO
DA ZONA OESTE DO
ESTADO DO PARÁ**

Capítulo **11**

Uso da Terra

Adriano Venturieri; Maria Denise Ribeiro Bacelar;
Orlando dos Santos Watrin; Joana D'arc Ferreira;

ISBN 978-85-87690-89-0

Uso da Terra

Adriano Venturieri; Maria Denise Ribeiro Bacelar;
Orlando dos Santos Watrin; Joana D'arc Ferreira;
Andréa Coelho; Patricia Guedes da Silva.

Ao longo dos últimos 30 anos, a região amazônica vem experimentando um acelerado processo de substituição da sua cobertura vegetal original por uma série de outros tipos de uso da terra oriundos de atividades antrópicas. A abertura de novos eixos de colonização deixou a região vulnerável, não somente ao desenvolvimento de diversos sistemas de produção, mas, sobretudo, a exploração desordenada dos recursos naturais.

Um fator determinante no processo de ocupação da Amazônia se deu a partir da criação do Plano de Integração Nacional (PIN), na década de 1970. Neste período, a região começou a sofrer um intenso processo de interiorização, a partir da ocupação incentivada pelo governo federal considerando dois grandes eixos: as rodovias BR-163 (Santarém-Cuiabá) e BR-230 (Transamazônica). A partir destes dois principais eixos de penetração ao centro de uma região até então “desconhecida”, diversos processos de transformação da paisagem passaram a agir de forma mais intensa, gerando um grande mosaico de diferentes tipos de uso da terra.

Diversos fatores contribuíram para um avanço desordenado do homem sobre a paisagem florestal dominante, culminando, nos dias atuais, em um ambiente altamente antropizado nas áreas mais críticas. Dentre estes fatores figuram: a migração de agricultores nordestinos com pouca ou nenhuma experiência na Amazônia, a inexistência de sistemas de produção adaptados as condições amazônicas, as crises econômicas e os problemas fitossanitários, aliados a falta de instrumentos de planejamento e controle sobre os processos de ocupação do espaço.

Apesar de terem sido concebidas em um mesmo período, a rodovia BR-230 apresentou uma dinâmica socioeconômica e agropecuária mais acentuada, em comparação com a observada na rodovia BR-163. Os aspectos estratégicos de ligação entre o Leste e o Oeste do País e a ocupação do espaço com o excedente populacional do nordeste brasileiro, aliados ainda à existência de solos muitas vezes com elevada aptidão agrícola, foram de fundamental importância

na intensificação do processo de transformação da paisagem na região da rodovia BR-230. Como resultante deste processo, atualmente, pode ser observada a evolução de grandes núcleos populacionais, como Altamira e Itaituba que exercem um papel de pólos de atração e irradiação desenvolvimentista, ao redor dos quais uma série de atividades econômicas está associada.

Recentemente, sob um novo aspecto geopolítico, com a evolução da cadeia produtiva do gado e a expansão das áreas destinadas ao plantio de grãos no norte do Estado de Mato Grosso, surgiu à necessidade de se buscar alternativas para reduzir o custo do transporte, tornando, desta forma, a produção do Centro-Oeste mais competitiva no cenário internacional. Da mesma forma, existe ainda, a necessidade da indústria estabelecida na Zona Franca de Manaus, Amazonas, escoar a produção por uma rota mais atraente, visando competir em melhores condições com a crescente importação brasileira.

A consolidação deste novo cenário e a crescente demanda da população local pela melhoria, não somente da infra-estrutura, mas principalmente da qualidade de vida dos pioneiros e dos novos imigrantes da região da rodovia BR-163, resultaram no compromisso do Governo Federal para elaboração e implantação do “Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável para a Área de Influência Zona Oeste, Cuiabá - Santarém”. O Plano, sustentado por quatro eixos (Ordenamento Territorial e Gestão Ambiental, Produção Sustentável, Infra-Estrutura para o Desenvolvimento, e Inclusão Social e Cidadania), visa propiciar à região melhores condições para um desenvolvimento baseado não somente no crescimento econômico, mas, sobretudo, na equidade social.

O mapeamento do uso da terra na área de influência Zona Oeste constitui uma ação relacionada diretamente com a componente “Ordenamento Territorial e Gestão Ambiental”, sendo um dos diagnósticos realizados para a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico da Área de Influência ZEE Zona Oeste. As informações geradas no

âmbito desta ação deverão ser utilizadas como um dos elementos mais importantes na definição do indicativo de “zona de uso”. O mapa de uso da terra representa o momento “atual” do uso da terra e deverá nortear as discussões sobre as regiões com maior potencialidade para determinado indicativo de uso.

A importância da caracterização do uso da terra reside no fato que este tema representa, por si só, um conjunto de atividades desenvolvidas visando o desenvolvimento socioeconômico de uma região. Os diversos modelos produtivos adotados refletem, direta e indiretamente, as políticas adotadas, ou mesmo ausentes, para a região e funcionam como indicadores de “sustentabilidade” das atividades.

O presente trabalho tem por **objetivo geral** contribuir para com o Zoneamento Ecológico-Econômico, instituído pelo *Plano Zona Oeste Sustentável* para a área de influência Zona Oeste, no oeste Paraense, e por **objetivo específico** elaborar o **mapa de uso da terra** da referida área, na escala exploratória de 1:250.000, utilizando para tanto, os produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, considerando-se como unidades de análise as sub-regiões definidas no “Plano Zona Oeste Sustentável”. Para subsidiar a elaboração do referido mapa, procurar-se-á caracterizar as diferentes formas de uso da terra; quantificar a área das classes de uso da terra; e estruturar um banco de dados com informações georreferenciadas relativas ao uso da terra. Este, por sua vez, servirá também de subsídio à realização do Zoneamento Ecológico-Econômico.

Caracterização da área de estudo

Localização e extensão geográfica

O estudo do uso da terra foi conduzido em área definida para o projeto *Zoneamento Ecológico-Econômico em Área sob a Influência Zona Oeste, no Estado do Pará* (Figura 1), situada entre as latitudes 1°29'04”S e 9°33'12”S e longitudes 50°54'07” WGr e 59°12'02”WGr, perfazendo uma extensão total de 317.206,77 km². A área em questão foi dimensionada considerando a classificação do “Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Área de Influência Zona Oeste”¹, sendo dividida em duas mesorregiões: Mesorregião Norte (que vai desde os municípios de Alme-

rim/Porto de Moz até Juruti, no oeste paraense), englobando as subáreas Baixo Tapajós (Itaituba), Calha do Amazonas (Santarém) e Transamazônica Oriental (Altamira); e Mesorregião Central, (que equivale à região central e sudoeste paraense), abrangendo as subáreas Médio Xingu/ Terra do Meio (São Félix do Xingu) e Vale do Jamanxim (Novo Progresso). A elaboração desse Plano obedeceu a critérios de “*similaridades quanto ao processo de ocupação, características biofísicas, estrutura e dinâmica demográfica, relação e organização social e política, e nível de desmatamento*”²,

Estando localizada em zona sob influência direta Zona Oeste e rodovia BR-230, a região de estudo engloba a área total ou parcial de 19 municípios paraenses, a saber: Altamira, Anapu, Aveiro, Belterra, Brasil Novo, Itaituba, Jacareacanga, Juruti, Medicilândia, Novo Progresso, Placas, Porto de Moz, Prainha, Rurópolis, Santarém, Senador José Porfírio, Trairão, Uruará, Vitória do Xingu. Os municípios que possuem apenas parte de seu território dentro da área estudada são Altamira e Prainha, estando os demais municípios contidos integralmente na área de interesse (Tabela 1).

Tabela 1. Relação dos municípios paraenses pertencentes à área de estudo e a sua correspondente área territorial.

Município	Área Km ²
Altamira (Transamazônica Oriental)	15.031,36
Altamira Vale Jamanxim	5.439,63
Anapu	2.962,21
Aveiro	17.062,24
Belterra	4.416,86
Brasil Novo	6.341,30
Itaituba (Baixo Tapajós)	29.386,61
Itaituba (Vale Jamanxim)	32.706,75
Jacareacanga	53.330,51
Juruti	8.326,19
Medicilândia	8.314,54
Novo Progresso	38.144,58
Placas	7.180,68
Porto de Moz	17.440,59
Prainha	10.642,49
Rurópolis	6.958,19
Santarém	22.906,28
Senador José Porfírio	13.339,10
Trairão	11.991,88
Uruará	10.780,10
Vitória do Xingu	11.882,94

Fonte: IBGE <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php> EMBRAPA. Laboratório de Sensoriamento Remoto. EMBRAPA Amazônia Oriental



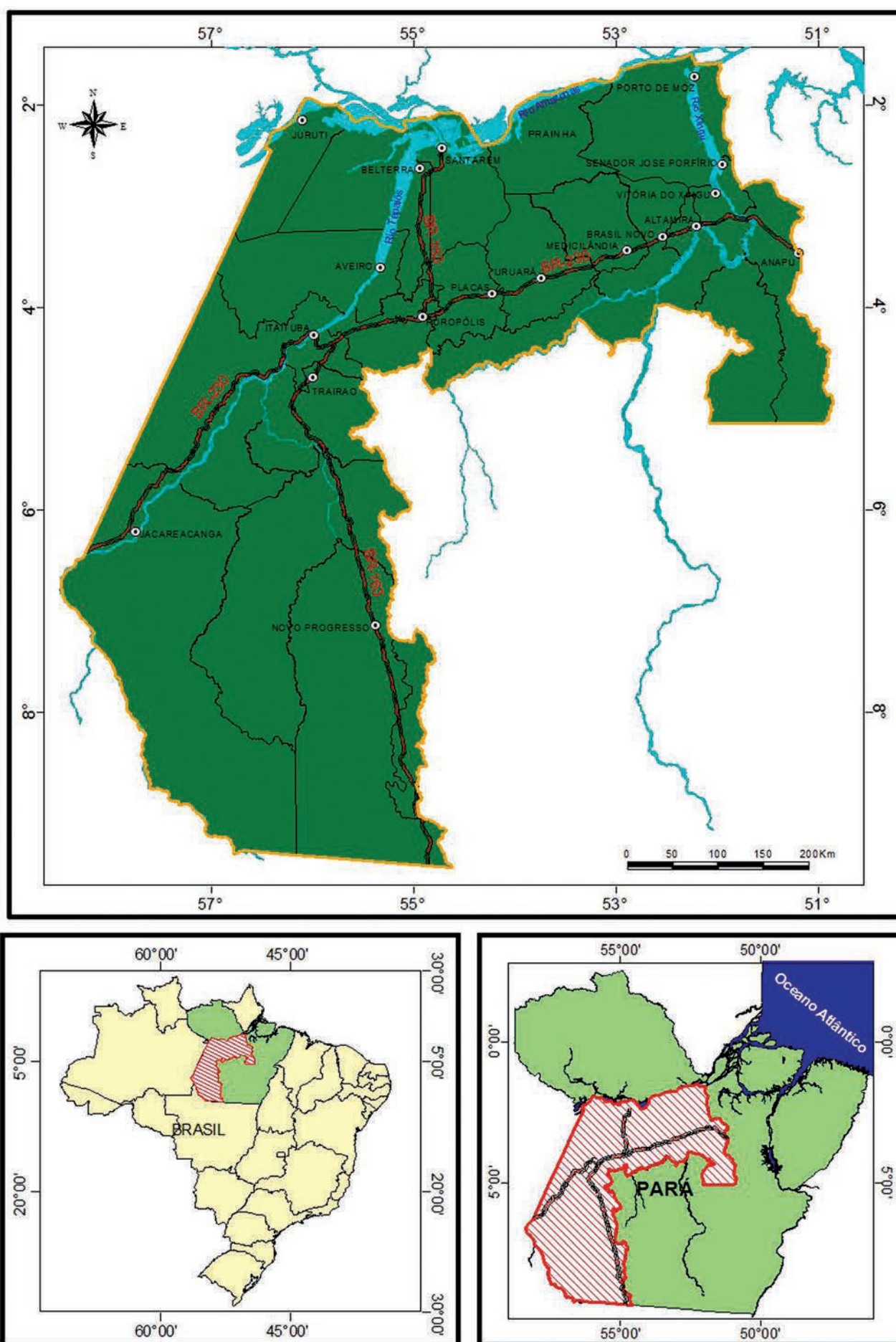


Figura 1. Área de estudo do ZEE Zona Oeste – Municípios componentes e localização espacial.

Clima

As regiões geográficas situadas no oeste paraense caracterizam-se, em linhas gerais, por apresentarem um clima quente e úmido, mas com algumas variações, dependendo da região geomorfológica analisada. No planalto da Bacia Sedimentar do Amazonas as médias compensadas anuais variam de 25° a 27°C, enquanto as médias anuais máximas ficam em 31° C a 33°C e as mínimas entre 24° a 25°C. A precipitação anual varia entre 1.800 mm e 2.800 mm, com uma nítida divisão na distribuição das chuvas, sendo um período com chuvas abundantes (janeiro a julho) e outro com baixa precipitação (agosto a dezembro). Por sua vez, a umidade relativa do ar varia entre 80 % a 90 %.

Nas Depressões da Amazônia Meridional, as médias compensadas anuais variam de 24° a 27°C, com amplitudes térmicas anuais pequenas. As médias anuais máximas ficam em torno de 30°C a 34°C e as mínimas oscilam entre 18° a 22°C. A região apresenta elevados índices de precipitação, com totais anuais variando em torno de 2.500 mm. No período de chuvas abundantes o excedente hídrico varia de 800 a 1.200 mm, com duração de cinco a sete meses, em contrapartida, no período caracterizado por baixa precipitação que varia de três a cinco meses, o déficit hídrico oscila 130 mm a 270 mm.

Relevo

A área de estudo apresenta os sistemas de relevo com altitudes variando de 50m a 600m. Na porção meridional, aparecem zonas restritas de chapadas em sedimentos, com altimetria de 600m a 500m, assim como planaltos e depressões em rochas cristalinas, com altitudes entre 200m a 500m. Na porção norte, dominam as rochas sedimentares, sob a forma de extensos chapadões e *cuestas*, com altimetria variando entre 50m a 200 m.

Geologia

Em termos geológicos, os terrenos podem ser agrupados em dois grandes grupos: sul e norte. Na porção sul, os terrenos provêm do paleoproterozóico, tendo como embasamento gnaisses e anfibolitos migmatizados, capeados por extenso vulcano-plutonismo, principalmente, félsico a intermediário, e sedimentos psamo-pelíticos. Por outro lado, para o norte dominam sedimentos paleozóicos e mesozóicos, essencialmente, psamíticos, cortados por intrusivas máficas do Cretáceo.

Hidrografia

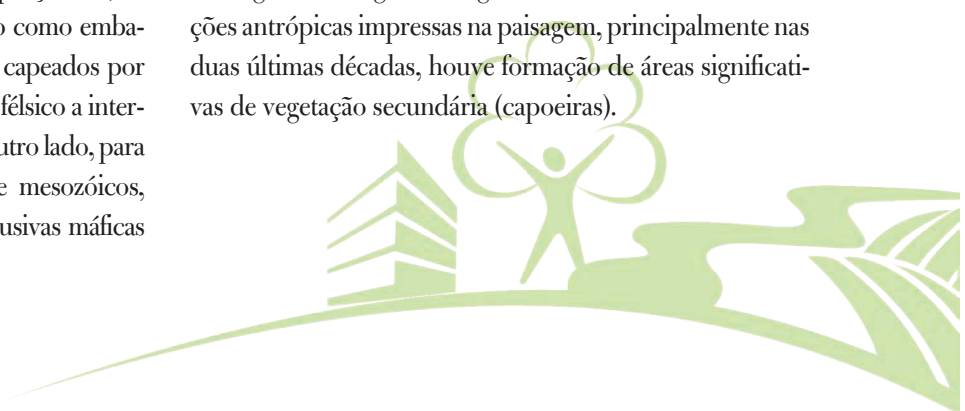
A área de estudo além do próprio rio Amazonas, é drenada por importantes rios da região como: Tapajós, Xingu, Iriri, Arapiuns, Jamanxim, Crepori, Curuá, Jarauçu e Curuá-Una, entre outros. Dependendo da região geomorfológica essa rede hídrica apresentar-se-á bem encaixada e com trechos encachoeirados, com dificuldade de navegação e poucas áreas de espraiamento, característico das áreas de domínio das depressões da Amazônia Meridional. A partir da entrada na área dos planaltos da bacia sedimentar do Amazonas, os rios tornam-se mais facilmente navegáveis e o espraiamento fica mais evidente.

Solos

Os solos dominantes são pertencentes às classes dos Argissolos e Latossolos, ambos constituídos por material mineral, apresentando-se nas cores amareladas, amarelo-avermelhadas e avermelhadas, com boas propriedades físicas e baixa fertilidade natural. Os Argissolos caracterizam-se por apresentarem um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial (A) para o horizonte sub-superficial (B), sendo a sua ocorrência em relevos suave ondulado, ondulado e forte ondulado. Por outro lado, os Latossolos apresentam um incremento de argila pouco expressivo do horizonte A para o B e ocorrem em relevos plano e suave ondulado.

Vegetação

A área de estudo está sob o domínio de uma tipologia florestal, sendo mais representativa a formação Floresta Ombrófila Densa, caracterizada por ser uma mata pesada e mista que pode se apresentar com cobertura florestal de maneira uniforme ou com presença de árvores emergentes. Em menor proporção, dependendo da região geomorfológica, podem ser ainda encontradas, as seguintes formações: Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional, Savana, Campinarana e Formações Pioneiras, Áreas de Tensão Ecológica e Refúgio Ecológico. Em virtude das modificações antrópicas impressas na paisagem, principalmente nas duas últimas décadas, houve formação de áreas significativas de vegetação secundária (capoeiras).



Divisão político-administrativa

Os municípios paraenses que se encontram dentro dos limites definidos para a execução do projeto “Zonamento Ecológico - Econômico da Área de Influência Zona Oeste”, agrupados em mesorregiões e subáreas são descritos na Tabela 2:

Tabela 2. Municípios e Sub-Áreas do Projeto ZEE Zona Oeste

SUB-ÁREA CALHA DO AMAZONAS
1. Belterra
2. Juruti
3. Prainha
4. Santarém
BAIXO TAPAJÓS
5. Aveiro
6. Itaituba I ⁽¹⁾
7. Trairão
8. Rurópolis
TRANSAMAZÔNICA ORIENTAL
9. Altamira I ⁽¹⁾
10. Anapu
11. Brasil Novo
12. Medicilândia
13. Placas
14. Porto de Moz
15. Senador José Porfírio
16. Uruará
17. Vitória do Xingu
TRANSAMAZÔNICA CENTRAL
18. Jacareacanga
VALE DO JAMANXIM
19. Altamira II ⁽¹⁾
20. Itaituba II ⁽¹⁾
21. Novo Progresso

⁽¹⁾ Somente parte do município

Demografia e aspectos sociais

A população dos municípios ora estudados para fins deste trabalho, somou 767.994 habitantes, quando do Censo Demográfico de 2000³. Considerando que as estatísticas populacionais para 2005 do mesmo Instituto⁴ mostram um aumento de 10,07 %, estima-se que a soma da população desses municípios atinja 845.320 habitantes, conforme Tabela 3.

Tabela 3. População absoluta em 2000, população estimada para 2005 e taxa de crescimento observadas para os municípios paraenses

MUNICÍPIO	População Recenseada (2000) Total	População Estimada (2005)	Taxa de Crescimento (%)
Altamira	77.439	84.398	8,99
Anapu	9.407	6.880	-26,86
Aveiro	15.518	18.426	18,74
Belterra	14.594	17.192	17,80
Brasil Novo	17.193	20.747	20,67
Itaituba	94.750	96.246	1,58
Jacareacanga	24.024	33.059	37,61
Juruti	31.198	36.170	15,94
Medicilândia	21.379	22.440	4,96
Novo Progresso	24.948	37.067	48,58
Placas	13.394	15.275	14,04
Porto de Moz	23.545	28.923	22,84
Prainha	27.301	30.160	10,47
Rurópolis	24.660	27.913	13,19
Santarém	262.538	274.012	4,37
Sen. José Porfírio	15.721	11.113	-29,31
Trairão	14.042	17.305	23,24
Uruará	45.201	57.645	27,53
Vitória do Xingu	11.142	10.349	-7,12
Valores/ Município	767.994	845.320	10,07

Fonte: IBGE <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>

Processo de ocupação

De maneira simplificada, o processo de ocupação do oeste paraense pode ser dividido em três momentos históricos. O primeiro momento teve início entre os anos de 1639 a 1818, quando para esta região foram direcionadas expedições portuguesas e missões religiosas, com o intuito de instalar povoados que marcassem a posse de Portugal nestas áreas e a catequese dos índios ali existentes. Nesse sentido surgiram, então, os povoados de Santarém (1639), Porto de Moz (1639), Altamira (1750), Senador José Porfírio (1750), Prainha (1758), Aveiro (1781), Itaituba (1812) e Juruti (1818), atualmente sede dos municípios de mesmo nome. Segundo Rodrigues *et al.* (1994)⁵, ainda na primeira metade do século 18 foram feitos os primeiros registros formais sobre a ocorrência de ouro na região do Tapajós.

O segundo momento da ocupação da região em questão teve início em 1971, com implantação do Programa de Integração Nacional-PIN, do Governo Federal,

3 IBGE. Censo Demográfico de 2000.

4 IBGE. Estatísticas Populacionais 2005.

5 RODRIGUES, Rita et al. Estudo dos impactos ambientais decorrentes do extrativismo mineral e poluição mercurial no Tapajós – pré-diagnósticos. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1994.

que objetivava estabelecer uma grande colonização dirigida na Amazônia, trazendo trabalhadores sem terra de diversos pontos do Brasil, particularmente da Região Nordeste para povoar a Amazônia. Com tal medida esperava-se diminuir a pressão social nas áreas de origem dessas populações, garantindo também a ocupação brasileira na região. Surgiram assim, as agrovilas e agrópolis ao longo da rodovia BR-230 (Transamazônica), originando as atuais cidades de Brasil Novo, Medicilândia, Rurópolis, e Uruará.

O terceiro momento aparece com o crescimento de vilas e povoados inseridos ao longo do rio Tapajós e dos eixos das rodovias BR-163 e BR-230, em virtude do desenvolvimento das atividades extrativas do ouro (na bacia do Tapajós), agropecuária (na rodovia BR-163) e extração madeireira (na rodovia BR-230). Dessa forma, são criados os municípios de Jacareacanga (1991), Novo Progresso (1991), Trairão (1991), Vitória do Xingu (1991), Placas (1993), Anapu (1995) e Belterra (1995).

Procedimentos metodológicos

Imagens TM/ LANDSAT e material cartográfico

Baseado na relação entre o posicionamento geográfico da área de estudo e o mapa de localização das imagens do sensor TM/Landsat, foi definido um total de 27 imagens, cujas órbitas/ponto e datas correspondentes são apresentadas na Figura 2. O critério de seleção utilizado para aquisição das imagens supracitadas foi o de temporalidade, considerando os anos mais recentes, 2005 e 2004 e, também o baixo percentual de recobrimento de nuvens.

No tocante as imagens, foram selecionadas as faixas espectrais referentes ao vermelho (banda TM3), ao infravermelho próximo (banda TM4) e ao infravermelho médio (banda TM5), as quais vêm sendo usualmente utilizadas no Brasil para levantamentos de uso da terra. As imagens utilizadas foram georreferenciadas tendo como base imagens *Geo-cover (MrSid)*.

As informações cartográficas foram obtidas a partir de bases planialtimétricas disponibilizadas pelo IBGE em escala de 1:250.000, contendo entre outros elementos, a rede de drenagem, limites municipais e sedes municipais e distritais, bem como os núcleos populacionais existentes para a área de estudo. Os dados referentes à malha viária e áreas militares foram disponibilizados pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON; a

delimitação das *áreas especiais* (Unidades de Conservação, Distrito Florestal e Terras Indígenas) foi fornecida pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA.

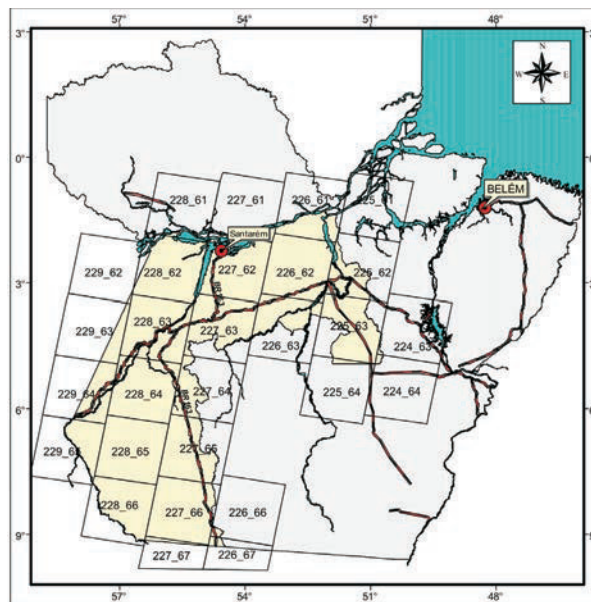


Figura 2. Mapa de distribuição das órbitas/ ponto referente às imagens do sensor TM Landsat.

Sistematização dos dados georreferenciados

A entrada, a manipulação e a análise de dados georreferenciados foram conduzidas no aplicativo SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) para *Windows 4.2* (INPE/DPI, 2002) e *ArcGis 9.0*, disponíveis no Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

No aplicativo SPRING, construiu-se, inicialmente um Banco de Dados, correspondente a um diretório, no qual foram armazenadas as definições de Categorias e Classes e os Projetos pertencentes ao banco. Dados e informações da área de interesse foram armazenadas em subdiretórios, com diferentes tipos de representação, tais como: imagens de satélite, drenagem, malha viária, núcleos urbanos, limites da área de estudo, dos municípios e a delimitação de áreas especiais (UC's e TI's).

No caso do SPRING, há necessidade, inicialmente, da construção de um Banco de Dados, correspondente a um diretório, no qual são armazenadas suas definições de Categorias e Classes, e os Projetos pertencentes ao banco. Os projetos são armazenados em subdiretórios, juntamente com os dados e informações da área de interesse em seus diversos tipos de representação, como imagens de satélite, drenagem, malha viária e limites da área de estudo e de unidades de conservação, entre outros.

As imagens de satélite foram processadas em diferentes etapas (georreferenciamento, segmentação e classificação), de modo a permitir a geração do mapa de uso da terra. No sistema, foram também realizadas a quantificação das classes temáticas.

Georreferenciamento de imagens

As imagens de sensores remotos são sujeitas a uma série de distorções espaciais, não possuindo precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos, superfícies ou fenômenos nela apresentados. Assim, torna-se necessário aplicar correções de modo a reorganizar os *pixels* da imagem de interesse em relação a um determinado sistema de projeção cartográfica. Segundo Richards e Jia (1998),⁶ a uniformidade obtida é possibilitada pelo fato de que os *pixels* em questão podem ser reorganizados para o sistema de projeção cartográfica de uma carta ou mapa da mesma área recoberta, a ser tomado como referência. Para os mesmos autores, através de tal processo, denominado de georreferenciamento, os *pixels* estariam agora individualizados em termos de coordenadas geográficas e não apenas no sistema de linhas e colunas.

Considerando esses aspectos, foi realizado o georreferenciamento das imagens selecionadas da área do projeto. Para este tipo de processamento, foram utilizadas como referência imagens *Geocover*, formato MrSID (mosaico de imagens Landsat compactadas e ortorretificadas). Buscou-se que tais pontos representassem entidades facilmente identificáveis, tanto na imagem como na base de referência, além de não sofrerem mudanças com o passar do tempo (p. ex. cruzamento de estradas). Os pontos de controle coletados serviram como elementos de uma equação de mapeamento, que gerando uma matriz de reamostragem, possibilitou a obtenção da imagem de saída já georreferenciada.

Vale ressaltar, ainda, que na execução desse processamento, optou-se pelo método de interpolação do tipo vizinho mais próximo, fundamentalmente por não alterar os níveis de cinza da imagem de saída, o que é desejável para processamentos posteriores (DAVISON, 1986)⁷. Na etapa de georreferenciamento, buscou-se que o índice de precisão do mesmo ficasse dentro dos limites de precisão cartográfica, ou seja, inferior a 0,2 mm da escala do produto cartográfico tomada como referência.

6 RICHARDS, J.A.; JIA, X. **Remote sensing digital image analysis**: an introduction. 3. ed. Berlin: Springer, 1998. 363 p.

7 DAVISON, G.J. Ground control pointing and geometric transformation of satellite imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v. 7, n. 1, p. 65-74, Jan. 1986.

8 IBGE. **Manual Técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro, 1999.

9 _____ *idem*

Trabalho de campo

As atividades desenvolvidas no campo envolveram simultaneamente o reconhecimento e a caracterização das feições de uso da terra presentes na área de estudo. A escolha das áreas a serem amostradas foi sistematizada a partir do lineamento dos padrões levantados, considerando que tivessem uma distribuição espacial homogênea dentro de cada uma das sub-regiões, contemplando os diferentes ambientes fitoecológicos e formas de uso da terra. Assim, o reconhecimento e a caracterização foram efetuados através da correlação entre as feições espectrais presentes nas imagens selecionadas com os padrões de uso da terra observados no campo. Para isso, foram gerados produtos temáticos das áreas amostrais, em formato analógico, na escala 1:250.000.

Definição da legenda temática

Tendo como elemento balizador a escala (1:250.000) e os dados espaciais adotados para a execução deste trabalho (imagens TM/Landsat), foi concebida uma **legenda temática**, onde a definição das *classes de uso da terra* obedeceu à resposta observada para os alvos de interesse segundo atributos espectrais (como cor/ tonalidade); e espaciais (como forma, textura e padrão).

A legenda temática definida para este trabalho é composta por dois níveis de classificação: nível I e nível II. No nível I, o critério definidor foi a cobertura (interpretação da imagem e definição de polígonos); e no nível II foi a cobertura e o uso (a interpretação da imagem, observação de campo e dados bibliográficos). As classes de uso da terra foram definidas considerando a interpretação digital das imagens de satélite.

As unidades simples são aquelas onde “mais de 80 % de uma área é ocupada por uma só classe de uso”.⁸ As Associações de uso são aquelas onde “os diversos tipos de uso da terra são encontrados muito próximos uns dos outros em áreas limitadas para serem reconhecidos separadamente, ou quando diversos usos ocorrem no mesmo local”.⁹ As associações observadas neste trabalho não foram ordenadas pela classe dominante.

A individualização das formações vegetais na área de estudo a partir do produto orbital empregado (imagens Landsat-5, bandas TM 3, 4 e 5), deve-se ao sombreamento

interno promovido pelas suas diferenças estruturais, tais como a formação de estratos e altura do dossel. Tal comportamento permite assim que haja individualização, por exemplo, entre as classes Floresta e Capoeira, pois apresentam taxas de sombreamento diferenciadas.

Por outro lado, as classes de uso da terra foram definidas considerando os estágios de desenvolvimento e nas diversas práticas culturais e de manejo utilizadas em âmbito da área de estudo, as quais promovem diferentes taxas de exposição do terreno.

No mapeamento efetuado, além da dimensão espacial do uso da terra, incluem-se aspectos ligados às variáveis econômicas, sociais e ambientais, ou seja, a análise estrutural e conjuntural das unidades observadas na área de estudo. Foram, então, identificadas sete classes de uso, definidas no nível I, dentre as quais, foram determinadas as unidades ou associações de uso, demonstradas no nível II da legenda em questão. A apresentação e a descrição da legenda de uso da terra adotada neste trabalho serão tratadas deste relatório.

Classificação das imagens digitais

Segmentação

Visando minimizar as limitações intrínsecas dos métodos de classificação por *pixel*, foi empregada uma metodologia alternativa, em que a fase de análise é precedida pela fase de segmentação. Nesta abordagem a imagem é particionada em regiões (conjunto de pixels contíguos com alguma similaridade que se espalham bidirecionalmente) de onde são extraídos atributos espectrais, geométricos e contextuais, os quais serão utilizados posteriormente na classificação das mesmas. Na classificação por regiões há incorporação além de informações como média e variância espectrais, dos parâmetros que descrevem a forma, o tamanho e o contexto do segmento ou região. Salienta-se que cada região que compõe uma imagem segmentada deve preferencialmente apresentar-se uniforme e homogênea com respeito a algumas características, que por sua vez mostram-se diferentes em relação às regiões adjacentes.

O método de segmentação de imagens implementado no SPRING é baseado no critério de crescimento de regiões, ou seja, na similaridade de níveis de cinza da imagem, sendo de emprego amplo por ser considerado simples e efetivo (BINS *et al.*, 1993)¹⁰. Conforme Kai e Muller (1991)¹¹, a técnica de crescimento de regiões pode ser assim resumida: a) segmentação da imagem em regiões (um ou mais *pixels*); b) comparação de cada segmento com seus vizinhos e fusão dos segmentos estatisticamente mais similares, seguido da atualização das médias dos níveis de cinza; c) comparação dos segmentos formados com os seus novos vizinhos até não existirem mais segmentos para serem interligados, formando assim uma região, que será rotulada; e d) análise da próxima célula inconsolidada, repetindo toda a seqüência até que todas as células sejam rotuladas.

Bins *et al.* (1993)¹² enfatizam que no processo de segmentação de imagens dois limiares têm de ser escolhidos pelo analista, de modo a definir as regiões que serão usadas posteriormente para a etapa de classificação: os limiares de similaridade e de área. O limiar de similaridade refere-se ao valor mínimo da distância Euclidiana entre a média do número digital de duas regiões, estabelecido de modo que as mesmas possam ser consideradas similares. O limiar de área, por sua vez, indica a área mínima, dada em número de *pixels*, para que uma região seja individualizada.

Considerando os objetivos deste trabalho, foram selecionados, a partir de inspeção visual, os limiares considerados mais adequados para a formação de segmentos homogêneos que individualizassem os diferentes padrões de uso da terra de interesse, considerando a resolução espacial das imagens Landsat 5 e a escala de trabalho (1: 250.000). Dessa forma, foi definido o limiar 8 para similaridade, devido ter proporcionado regiões com maior homogeneidade em termos espectrais, e o limiar 60 para área, pois o agrupamento de usos da terra distintos sob a forma de mosaico, representa mais fielmente a realidade observada no campo, onde na maioria das propriedades, são verificados diversos sistemas de produção. Ainda no tocante ao limiar de área, com a redução do seu valor, poder-se-ia incorrer em erros de mapeamento, com a formação indesejável de regiões isoladas, haja vista os tipos de uso da terra existentes na área de estudo.

10 BINS, L.S.; ERTHAL, G.J.; FONSECA, L.M.G. Um método de classificação não supervisionada por regiões. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, 6., Recife, PE, out., 1993. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1993, v. 2, p. 65-68.

11 KAI, L.; MULLER, J.-P. Segmentation satellite imagery: a region growing scheme. In: Symposium on International Geoscience and Remote Sensing, Helsinki, Finland, 1991. **Proceedings**. Institute of Electrical and Electronics Engineering, 1991, v. 2, p. 1075-1078.

12 BINS, L.S.; ERTHAL, G.J.; FONSECA, L.M.G. Um método de classificação não supervisionada por regiões. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, 6., Recife, PE, out., 1993. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1993, v. 2, p. 65-68.

Classificação não supervisionada por regiões

Após a fase de segmentação, foram gerados arquivos de contexto onde são armazenadas informações como “tipo de classificador” (por *pixel* ou por regiões), bandas ou imagens utilizadas, e imagem segmentada de interesse (INPE/DPI, 2002). Posteriormente, as imagens foram então submetidas ao processo de extração de regiões de atributos estatísticos, conforme indicado por Bins *et al.* (1993)¹³, sendo adquiridos os parâmetros necessários para a etapa de classificação das imagens envolvidas, tais como média, matriz de covariância e área.

O processo de classificação por regiões no SPRING pode ser conduzido através de vários algoritmos de classificação distintos, sendo que, neste trabalho foi empregado o algoritmo *Isoseg*, que por ser ligado ao método não supervisionado, não necessita de uma noção prévia pelo analista das feições ocorrentes na área de estudo. Richards e Jia (1998)¹⁴ destacam que o método de classificação não supervisionado corresponde a uma técnica onde as imagens são divididas em classes não conhecidas, ou seja, o algoritmo define as classes com base em regras estatísticas. Este método de classificação baseia-se em uma análise de agrupamento onde são identificadas no espaço de atributos nuvens ou “clusters” formados por *pixels* espectralmente similares.

Em nível de processamento, o algoritmo *Isoseg* utiliza a matriz de covariância e o vetor-média das regiões para estimar o centro das classes. Salienta-se que a classificação foi realizada utilizando-se os limiares de aceitação de 75%, para imagens com áreas com grande diversidade no uso da terra, e de 90%, para imagens mais homogêneas, pois os limiares de aceitação mais baixos permitem uma maior separação de classes. Após a obtenção das imagens classificadas, foi realizada uma análise baseada nos trabalhos de campo efetuados e nas informações temáticas já disponíveis para a área de estudo. O desempenho satisfatório das classificações pós-segmentação pode ser atribuído ao uso dos *pixels* agrupados dentro de entidades homogêneas (segmento), e pela introdução de informações cartográficas.

Mapeamento e edição

A partir da classificação das imagens, foi realizado o *mapeamento para as geoclasses* (definidas no banco de dados no SPRING), visando à criação das imagens temáticas finais. Isso é feito associando uma determinada classe, definida na imagem classificada, com a sua classe correspondente existente no banco de dados. Salienta-se, ainda, que nesta fase as unidades de mapeamento que, a partir das análises efetuadas foram consideradas similares, foram oportunamente reagrupadas para uma única classe. Dessa forma, foram criadas novas imagens que foram armazenadas em uma nova categoria denominada de **imagens temáticas**.

De modo a refinar as imagens temáticas geradas anteriormente, as mesmas foram submetidas a um tratamento adicional denominado **edição**. Este processo consiste, em a partir de uma análise visual sob as imagens classificadas, corrigir a delimitação das classes de uso da terra por meio da adição ou subtração de novas linhas ou polígonos. Tal procedimento é necessário devido à ocorrência de pequenos segmentos indesejáveis no contexto de uma classe específica (intrusões), como por exemplo, aqueles de capoeira em área de floresta.

Assim, com a correção dos erros de classificação, efetuada a partir da correta integração dos segmentos às classes correspondentes, foram então obtidos os produtos temáticos desejados.

Almeida-Filho e Shimabukuro (2002)¹⁵ destacam que a acurácia dos produtos oriundos da classificação pós-segmentação pode ser considerada similar aos dos mapas gerados através de interpretação visual, pois as classes mapeadas podem ser reagrupadas baseadas na experiência do analista. Assim, os produtos obtidos a partir dessa abordagem apresentarão uma aparência realista, na medida em que os chamados *erros de omissão e comissão* serão potencialmente reduzidos.

Mosaico de imagens e compatibilização de formatos de dados

De posse das imagens temáticas finais, estas foram agrupadas a partir de processo conhecido por *mosaico de imagens*, de maneira que fosse formado um único produto

13 BINS, L.S.; ERTHAL, G.J.; FONSECA, L.M.G. Um método de classificação não supervisionada por regiões. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, 6., Recife, PE, out., 1993. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1993, v. 2, p. 65-68.

14 RICHARDS, J.A.; JIA, X. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. 3. ed. Berlin: Springer, 1998. 363 p.

15 ALMEIDA-FILHO, R.; SHIMABUKURO, Y.E. Digital processing of Landsat-TM time series for mapping and monitoring degraded areas caused by independent gold miners, Roraima State, Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v. 79, p. 42-50, 2002.

temático de uso da terra. Por outro lado, em virtude da necessidade de delimitar apenas a área de estudo no produto gerado anteriormente, este foi “recortado” em função do plano de informação correspondente ao limite da área de estudo (máscara com o perímetro de interesse).

Desta forma, a formação de nova imagem temática ocorreu obedecendo à conformação da área de estudo, que, *a priori*, estaria apta para ser submetida às análises espaciais desejadas. Entretanto, de modo a tornar operacional a manipulação do produto temático gerado, o mesmo foi submetido à conversão do formato matricial (*raster*) para o vetorial (*vector*).

Quantificação de áreas e geração de cartas

A partir da obtenção da imagem temática de interesse, foi realizada a quantificação de área das classes de uso da terra, a partir da função medida de classes. Nesta quantificação foram usados três níveis hierárquicos: área total do Projeto; sub-regiões e municípios.

De posse do produto temático final, foram geradas cartas temáticas na escala 1:250.000, no aplicativo ArcGis 9.0.

Resultados e discussão

Nesta sessão serão descritos os resultados obtidos pela aplicação da metodologia utilizada. Inicialmente será apresentada a caracterização das classes de uso da terra definidas na legenda temática, bem como o mapa temático de uso da terra dessa região.

Legenda temática

Para compor a Legenda Temática foram identificadas sete classes de uso da terra no nível I, e unidades e associações no nível II. As mesmas são expressas na Tabela 4. Em seguida, serão apresentadas suas respectivas caracterizações.

Áreas de vegetação natural

É formada por estruturas florestais e campestres (savana e campinarana), envolvendo espécies com predominância de hábitos arbóreos, arbustivos, herbáceos e/ou gramíneos, em diversos estágios sucessionais de

desenvolvimento, distribuindo-se por diferentes ambientes e situações geográficas. Os polígonos delimitados como uso e cobertura para o nível II das áreas de vegetação natural foram: Floresta, Floresta Impactada Savana e Campinarana.

NÍVEL 1	NÍVEL 2
1. Áreas naturais	<ul style="list-style-type: none"> Floresta Floresta Impactada Savana Campinarana
2. Áreas de vegetação secundária	<ul style="list-style-type: none"> Capoeira
3. Áreas antrópicas agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> Agricultura Agricultura+Capoeira Agricultura+Pastagem Pastagem Pastagem+Capoeira Pastagem+Agricultura+Capoeira
4. Áreas antrópicas não agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> Área Urbanizada Área de Mineração
5. Áreas descobertas	<ul style="list-style-type: none"> Afloramentos de Rochas Áreas Arenosas
6. Corpos d'água	<ul style="list-style-type: none"> Águas Internas
7. Áreas sob Interferência	<ul style="list-style-type: none"> Interferência

Legenda temática definida para a área de estudo.

Floresta

Floresta, segundo IBGE (2002)¹⁶, consiste em um conjunto de sinúcias dominado por fanerófitos de alto porte e apresentando quatro estratos bem definidos: herbáceo, arbustivo, arvoreta e arbóreo.

A classe Floresta (Figura 3) contempla todas as unidades com tipologia florestal presentes na área de estudo, as quais são enquadradas por Veloso *et al.* (1991), nas regiões fitoecológicas da Floresta Ombrófila Densa, da Floresta Ombrófila Aberta e da Floresta Estacional Semidecidual, sendo a primeira a de maior expressão. Esta classe representa 52,42 % do total da área mapeada, predominando nas áreas sob proteção legal.

Nas cenas utilizadas, de acordo com a composição TM 3B-4G-5R, a cobertura florestal dessa classe apresenta-se com textura grossa (rugosa), proporcionada pela diferença de altura entre os indivíduos que compõe o dossel florestal. A cor predominante é verde-escuro, sendo um indicativo das áreas pouco ou não alteradas.

16 IBGE. Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente. Rio de Janeiro, 2002. 300p.

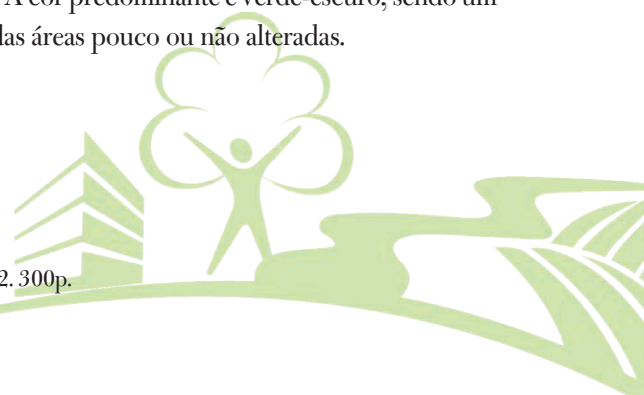




Figura 3. Floresta.



Figura 5. Floresta Impactada, Município de Itaituba-PA.



Figura 4. Floresta em Landsat / TM5 órbita-ponto 228063. Em 17.11.2005.

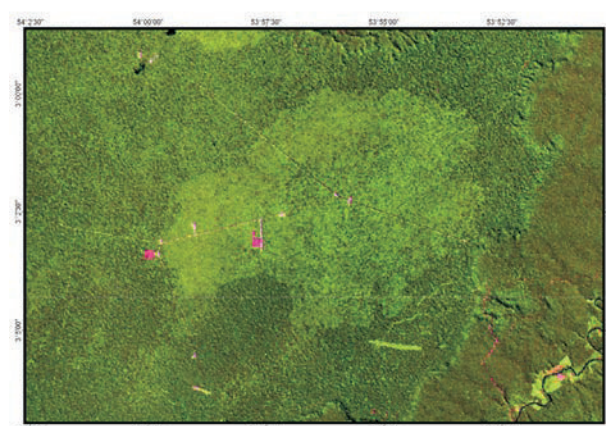


Figura 6. Floresta Impactada em Landsat / TM5 órbita-ponto 227062. Em 16.11.2005.

Floresta Impactada

Esta classe representa as áreas florestais correspondentes a todas as regiões fitoecológicas anteriores, porém com a particularidade de estarem submetidas a diferentes impactos antrópicos, notadamente exploração seletiva de madeira.

As áreas de Floresta Impactada, da mesma forma que na unidade anterior, aparecem por toda a área de estudo, onde a alteração da cobertura florestal é bem evidente, correspondendo a 29,01 % da área total do estudo. Destacam-se, sobretudo, nos municípios de Itaituba e Novo Progresso, onde a alteração da cobertura florestal é bem evidente, com diversos ramais de arraste de madeiras e inúmeras serrarias.

Em termos espectrais, ao se utilizar as imagens TM/Landsat, verifica-se uma grande “confusão” com as áreas de florestas preservadas (Classe Floresta), o que dificulta o mapeamento através da utilização de classificação digital convencional. Isto ocorre devido o indicativo da existência da exploração madeireira, como a ocorrência de ramais florestais e pátios de estocagem de madeira, só serem percebidos nas atividades mais recentes e intensas.

Devido à essa limitação, foi adotada como estratégia a criação de uma zona com potencial máximo de ocorrência de florestas antropizadas. Esta zona foi estabelecida considerando-se uma máscara (“buffer”), construída a partir do estabelecimento de uma faixa de 10 km de cada uma das margens das estradas principais e secundárias, sobreposta à área definida anteriormente para a classe Floresta. Adicionalmente, com o intento de dar um maior refinamento ao produto gerado nessa fase, foi realizada uma nova edição, de modo a remover algumas inconsistências.

Savana

A classe Savana representa áreas com vegetação xeromorfa, conhecidas regionalmente como *cerrado*, preferencialmente encontradas em ambientes de clima estacional, com aproximadamente seis meses de estiagem, apesar de poderem ocorrer em climas menos secos. Corresponde essa classe a 1,22 % da área total do Projeto e reveste variadas formas de relevo. Na área do Projeto destaca-se no complexo da *Serra do Cachimbo*, em solos do tipo *Areias Quartzosas álicas*.

Nesta formação, o uso da terra está representado principalmente pela *pecuária*. Da mesma forma, verificam-se indicativos de especulação fundiária, particularmente na área do Cachimbo (abertura de áreas, cercas sem uso específico.) A agricultura aqui é basicamente de subsistência.

O comportamento espectral desta classe na composição empregada-R5G4B3 é caracterizado pela predominância da resposta dos solos em relação a da vegetação, pois, além do baixo índice de área foliar desse tipo de vegetação, a mesma, por ocasião da tomadas das imagens, período mais seco, encontrava-se sob estresse hídrico. Devido a estas peculiaridades, tal formação apresenta-se em tons de vermelho e sob manchas irregulares, muitas vezes como encraves em ambientes tipicamente florestais.



Figura 7. Ocorrência da classe Savana no município de Santarém.

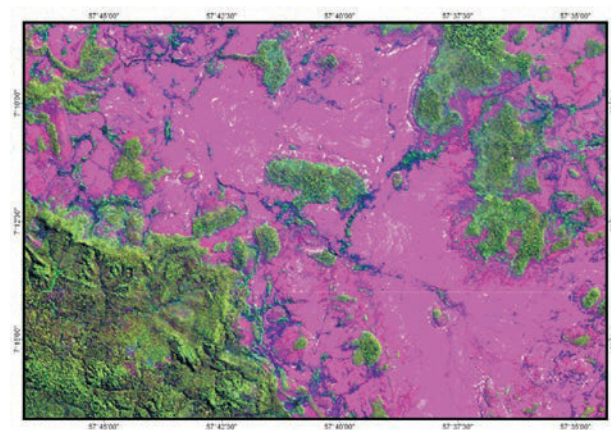


Figura 8. Savana em Landsat / TM5 órbita-ponto 229065. Em 30.11.2005.

Campinaranas

As campinaranas (*falsos campos*) são áreas campestres que ocorrem em solos *Podsol Hidromórfico* e areias quartzosas hidromórficas das planícies aluviais com formas bio-

lógicas adaptadas a esses solos, quase sempre encharcados.¹⁷, podendo ser arbustivos e gramíneo-lenhosas. Em virtude das limitações físicas e químicas de tais solos, estas áreas não se prestam para desenvolvimento de atividades agropecuárias. No entanto, tais formações, quando localizadas próximas às vias de acesso são geralmente alteradas, com a retirada de areia, para a construção civil.

Na área do Projeto, as campinaranas ocupam somente 0,003 % do total da área do projeto, destacando-se, particularmente na região da Serra do Cachimbo, sendo em sua maior parte preservadas.



Figura 9. Extração de areia de uma Campinarana arborea no município de Porto de Móz – PA (Set/2005).

De maneira análoga ao comportamento espectral apresentado pelas áreas de savana, a *classe Campinarana* caracteriza-se pela baixa resposta espectral do componente *vegetação* em detrimento daquela observada para o componente *solo*, ocasionada pelo baixo índice de área foliar dessa formação. A particularidade nesse caso é a contribuição da resposta da água observada para os casos onde há ocorrência de áreas muito úmidas, devido o lençol freático encontrar-se aflorado ou em estado sub-superficial.



Figura 10. Campinarana em Landsat / TM5 órbita-ponto 2228063.



Considerando esses aspectos, as manchas irregulares referentes à classe Campinarana irão se apresentar na composição colorida empregada em tons de rosa nas áreas mais secas e em tons violáceos nas áreas mais úmidas.

Áreas antrópicas agrícolas

Foram consideradas “**áreas antrópicas agrícolas**” todas aquelas utilizadas para a produção de alimentos e fibras. Incluíram-se todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento dos campos cultivados ou em descanso.

Agricultura

Esta classe é representada por plantios agrícolas em larga escala, geralmente monocultivos de ciclo curto ou longo, restritos a regiões específicas dentro da área de estudo.

Ocupa cerca de 0,18 % da extensão total da área estudada, com destaque para o plantio de grãos (soja, milho e arroz) nos municípios de Santarém e Belterra, podendo ser observado ainda o início do desenvolvimento desta atividade na região da rodovia Transamazônica, particularmente no município de Uruará.

A classe Agricultura contempla ainda a cultura do cacau que se concentrou basicamente dentro dos Programas de Colonização do Governo Federal em áreas sob influência da rodovia Transamazônica, destacando-se na economia dos municípios de Uruará e Medicilândia. A cultura de banana, que inclusive serve de sombreamento para a lavoura cacaueira no momento da sua formação, apresenta também alguma expressão, entretanto seu comércio está voltado para o mercado regional e para a subsistência do produtor.



Figura 11. Plantação de soja. Município de Belterra.

Esta classe compreende uma ampla faixa espectral na medida em que inclui os diferentes estágios de desenvolvimento das culturas, associadas com as diversas práticas culturais e de manejo empregadas por ocasião da tomada das imagens. Assim, em virtude das diferentes taxas de exposição do terreno, os polígonos sempre de contornos bem definidos associados à classe Agricultura, se apresentarão da seguinte forma: em tons de vermelho, durante a fase de preparo de área e lavouras recém-implantadas; tons de amarelo, quando já há uma fitomassa significativa; verde-claro, para o desenvolvimento pleno; e em tons de rosa, por ocasião da fase de senescência e colheita.

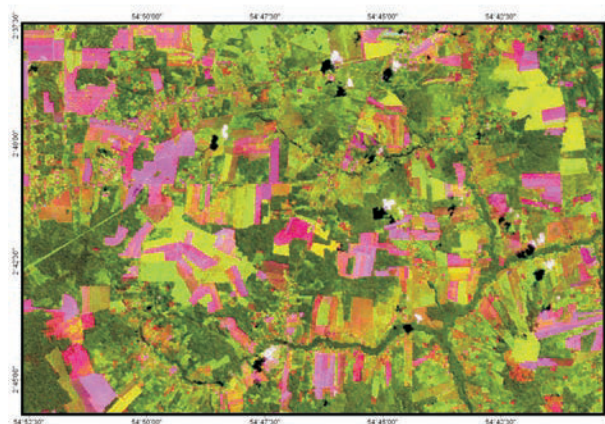


Figura 12. Área de Agricultura em Landsat / TM5 órbita-ponto 227062. Em 16.11.2005.

Agricultura + capoeira

Esta associação de classe aparece em 0,11 % de toda a área mapeada, particularmente nas áreas dos projetos de assentamentos, e está relacionada a um modelo de desenvolvimento de agricultura familiar, onde pequenas áreas cultivadas são intercaladas por áreas de vegetação secundária, que atuam como elemento ativo de pousio agrícola, sendo periodicamente incorporadas ao processo produtivo. Os sistemas de produção agrícola praticados são geralmente desenvolvidos com baixa diversificação (principalmente arroz e milho), baixo nível tecnológico, emprego de mão-de-obra predominantemente de origem familiar e sem assistência técnica, em propriedades de pequenas dimensões.

As áreas correspondentes a esta classe são representadas por polígonos referentes à agricultura e capoeira, cuja ocorrência de forma associada, forma um mosaico de usos, que restringe o mapeamento individual destas unidades na escala adotada. Considerando a composição colorida empregada e a época de passagem das imagens orbitais empregadas, as áreas agrícolas formando pequenos polígonos de contornos regulares, se apresentarão sempre em tons de rosa, pois estarão predominantemente na fase de

pós-colheita; em contrapartida, as áreas de capoeira encontram-se associadas a tons de verde.



Figura 13. Associação Agricultura + Capoeira, em área do município de Aveiro, PA.



Figura 14. Área de Agricultura e Capoeira em Landsat / TM5 órbita-ponto 227062. Em 16.11.2005.

Agricultura + pastagem

Nessa associação, a agricultura tradicional é realizada de forma simultânea ao subsistema de pastagens para criação extensiva de gado em áreas de várzeas, recobrindo 1,59 % de todo o terreno estudado.

Caracterizando-se por apresentar um padrão de mosaico de usos, esta classe diferencia-se da associação Agricultura + Capoeira pela substituição do segundo componente desta por pastagem. Os pequenos polígonos definidos pelas áreas agrícolas encontram-se associados a polígonos maiores referentes às áreas de pastagens, ambos em tons de vermelho (principalmente) na composição colorida empregada, devido a fase de pós-colheita das áreas agrícolas e a redução da atividade fisiológica das pastagens, ocasionada pelo estresse hídrico por ocasião da tomada das imagens utilizadas.



Figura 15. Agricultura e Pasto. Marombá com pecuária bubalina.

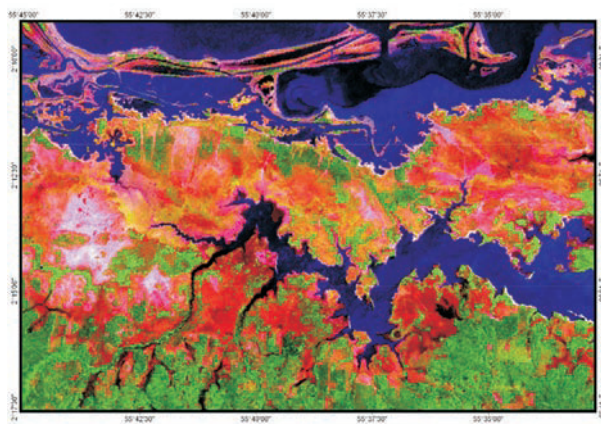


Figura 16. Área de Agricultura e Pasto em Landsat / TM5 órbita-ponto 228062. Em 17.11.2005.

Pastagem

Áreas destinadas à criação de gado, que ocupam 4,24 % do total de áreas mapeadas. São unidades de mapeamento simples, dada suas grandes extensões.

As pastagens são encontradas geralmente próximas aos principais eixos viários. Entretanto, nos municípios de Santarém e Belterra, é observada a ocorrência de pastagens em locais mais afastados, em virtude da substituição desse uso nas áreas tradicionais por sistemas produtivos baseados em grãos, principalmente soja.



Figura 17. Área de pastagem. Município de Itaituba, PA.

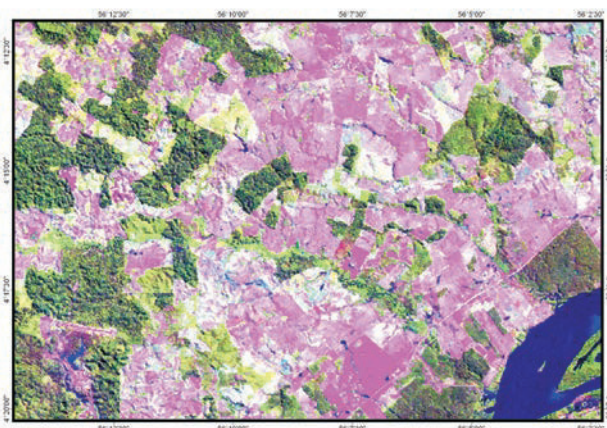


Figura 18. Área de Pastagem em Landsat / TM5 órbita-ponto 228063. Em 17.11.2005.

A despeito das pequenas variações regionais, como a presença do búfalo nas várzeas do rio Amazonas, o rebanho é, sobretudo, composto de animais mestiços de raças zebuínas, criados em regime extensivo, visando a produção de carne e leite.

Nas imagens orbitais analisadas, essa classe é caracterizada por uma grande extensão e formato geométrico, tendo, entretanto, um comportamento espectral bem amplo em virtude dos diferentes estados de desenvolvimento, de vigor e de manejo por ocasião da data de passagem das imagens. Assim, nas áreas recém-implantadas ou com baixo vigor, as pastagens exibirão tons de vermelho; nas áreas de pastagens bem vigorosas, estas se apresentarão sob tom verde-claro brilhante; e nas áreas que ainda comportam o pastejo do gado, apesar da presença significativa de invasoras herbáceas e observância de subarbustos e palmeiras, a tonalidade dominante é verde-clara.

Pastagem + capoeira

Essa associação está relacionada basicamente a sistemas produtivos baseados na atividade pecuária desenvolvidos por pequenos e médios produtores, onde algumas áreas foram abandonadas, por motivos variados, proporcionando assim o desenvolvimento da vegetação secundária sobre as mesmas. É uma classe de uso muito freqüente em toda a área de estudo, recobrando 2,03 % do território mapeado e aparece, particularmente, nos travessões da rodovia Transamazônica (BR-230).

Considerando que esta classe representa uma associação das unidades temáticas pastagem e capoeira, formando um mosaico, a resposta espectral correspondente é regida pelos alvos em questão, tal como descrito nos itens (Pastagem) e (Capoeira).



Figura 19. Associação Pastagem + Capoeira. Município de Santarém.

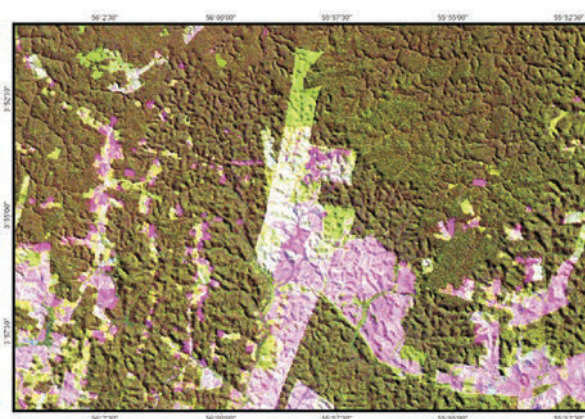


Figura 20. Área de Pasto e Capoeira em Landsat / TM5 órbita-ponto 228063. Em 17.11.2005.

Pastagem + agricultura + capoeira

Associação de classe tripla ocorre em praticamente todas as imagens empregadas no contexto do mapeamento desenvolvido para a área de estudo, recobrando 3,44 % de todo o território, sendo particularmente relevante ao longo das rodovias federais e seus ramais (travessões).

Possui como característica a manutenção de diversos sistemas produtivos, concomitantemente, e estão associados a produtores nos mais diversos níveis de desenvolvimento tecnológico. É mais presente, no entanto, em regiões com a predominância de assentamentos da reforma agrária e populações tradicionais que tem na agricultura familiar sua principal fonte de renda.

De maneira análoga ao observado para a associação Pastagem + Capoeira, essa classe, retratada por pequenos polígonos, é representada por um mosaico de usos da terra, sendo a sua resposta espectral de grande amplitude, haja vista que contempla toda variabilidade inerente às unidades agricultura, pastagem e capoeira.



Figura 21. Associação Pasto, Agricultura e Capoeira. Município de Itaituba –Comunidade de Nova Canaã.

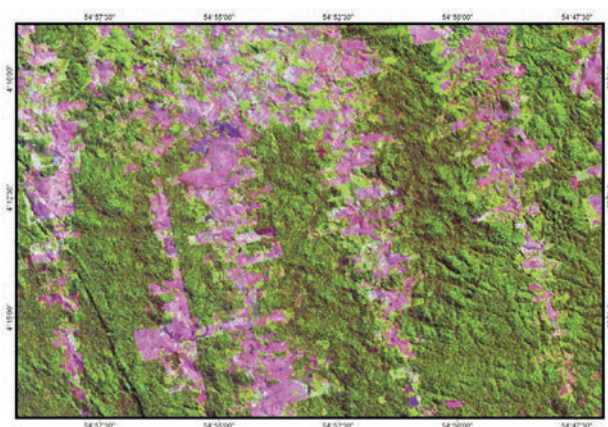


Figura 22. Área de Pasto, Agricultura e Capoeira em Landsat / TM5 órbita-ponto 227063.



Figura 23. Área Urbanizada. Município de Rurópolis - PA.

Nas imagens analisadas, considerando a composição colorida TM 3B-4G-5R, as Áreas Urbanizadas apresentam-se com tonalidade rosa-forte, bem diferenciadas em suas forma e traçado, devido à presença de arruamentos.



Figura 24. Área Urbana em Landsat / TM5 órbita-ponto 228063. Em 17.11.2005.

Áreas antrópicas não agrícolas

Foram classificadas por “áreas antrópicas não agrícolas” todas aquelas que apresentam uso não agrícola da terra, tais como áreas urbanizadas e áreas de extração mineral¹⁸.

Áreas urbanizadas

As áreas urbanizadas estão relacionadas, basicamente, às sedes municipais e seus distritos, ou seja, aos diversos centros populacionais encontrados na área de estudo como cidades, vilas e povoados e recobrem 0,05 % da área de estudo. Nos poucos casos onde não foi possível realizar a perfeita identificação de tais núcleos populacionais a partir das imagens orbitais, os mesmos foram devidamente delimitados pela base cartográfica adotada.

Áreas de mineração

Existem aqui duas principais áreas afetadas pela atividade da extração mineral: aquelas onde ocorrem a garimpagem (extração artesanal de minério) e as destinadas à mineração propriamente dita (indústria de extração mineral), sendo mapeadas em 0,13 % de toda a área investigada.

Os garimpos se subdividem em *extração de ouro ao longo de rios e igarapés*, e *extração de ouro em terra firme*, sendo, em ambas as modalidades, removida a cobertura vegetal natural, enquanto todo o solo e o saprolito são revolvidos por escavações mecânicas e/ou hidráulicas.

Ao longo dos rios e igarapés explorados, os leitos dos mesmos são desviados e, após o esgotamento das ocorrências minerais de interesse, a área é abandonada para uma recuperação natural. Nesse cenário algumas espécies de

18 IBGE. Manual de uso da Terra- prelo.

plantas mais resistentes aproveitam a umidade natural e começam a se desenvolver sobre o solo revolvido, permanecendo as cavas preenchidas pelas águas fluviais e pluviais. Por outro lado, em terra firme, devido ao relevo mais acidentado, após a conclusão do processo de extração mineral, inicia-se a formação de *voçoroca*, imensos rasgos no solo, oriundos de processo erosivo que dificultam a regeneração da vegetação.



Figura 25. Mineração. Município de Itaituba - PA.

Na área de estudo os garimpos mais característicos são os de extração de ouro, como os observados nas áreas do baixo e médio rio Tapajós, cuja exploração abrange também os leitos dos rios.

No produto digital analisado, as áreas associadas à classe Áreas de Mineração corresponde a feições de solo exposto, muitas vezes lineares, acompanhando a rede de drenagem existente, conforme pode ser observado na Figura 26.

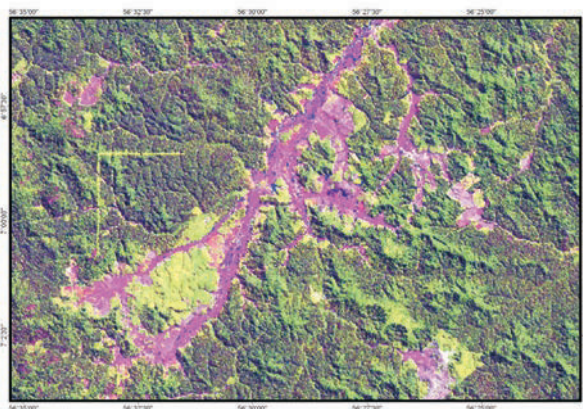


Figura 26. Área de Mineração em Landsat / TM5 órbita-ponto 228065. Em 24.11.2005.

Vegetação secundária

Foram consideradas áreas de vegetação secundária aquelas onde houve a intervenção humana para o uso da terra, seja com a finalidade mineradora, agrícola ou pecuária, descaracterizando a vegetação primária.¹⁹

19 IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, 1991. 92p

Capoeira

As capoeiras representam formações vegetais pioneiras, em diferentes estágios de sucessão e com estrutura e densidade variáveis, estabelecidas a partir da perturbação da vegetação primária original pelo homem para o desenvolvimento de atividades agrícolas, pecuárias ou mineradoras.

A partir do corte raso da vegetação de origem e a sua posterior queima visando o estabelecimento de sistemas de produção agropecuária, tais formações surgem após o abandono das áreas ocupadas pelos mesmos. A seguir, a sucessão vegetal obedece a um ritmo predeterminado, reagindo diferentemente de acordo com o tempo e o uso destinado às áreas em questão, haja vista que as variações nas práticas de uso da terra afetam a taxa de crescimento da vegetação secundária.

Na área de estudo as ocorrências da classe Capoeira estão associadas às áreas mais antigas, onde são desenvolvidas atividades agropecuárias, como nas regiões de Santarém e Itaituba, ocupando 0,55 % do espaço mapeado.

Apesar da variabilidade dos diferentes estágios sucessionais que apresentam taxas de sombreamento diferenciadas, tais formações são identificadas nas imagens analisadas sob a cor verde-clara e com textura variando de lisa a média.



Figura 27. Capoeira. Município de Santarém, PA.

Superfícies descobertas

Esta classe é caracterizada pela ausência de vegetação de porte arbóreo, porém sem influência antrópica na sua origem de formação. Para este mapeamento na escala trabalhada, foram delimitados como superfícies descobertas os afloramentos de rochas e as áreas arenosas.

Afloramento de rochas

Classe representada por áreas com exposição de rochas nuas, com insignificante ou nenhuma presença de formações vegetais. Na área de estudo representam 0,08 % da área total, destacando-se os afloramentos de rochas presentes no leito do rio Xingu, que, em alguns trechos, constituem barreiras para a navegação fluvial.



Figura 28. Afloramento de Rochas no rio Xingu.

Na composição colorida empregada, essa classe se apresenta em tons violáceos devido à combinação dos padrões de solo exposto (rosa) e água (azul). Constituem manchas de formatos irregulares devido à ocorrência em região geomorfológica onde o rio Xingu mostra-se bem encaixado e com trechos encachoeirados, e algumas áreas de espraiamento.

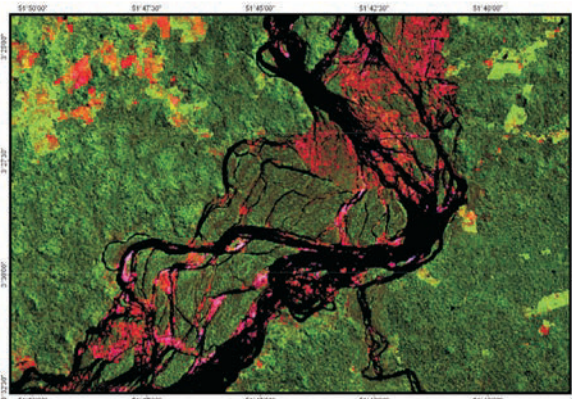


Figura 29. Área de Afloramento de rochas em Landsat / TM5 órbita-ponto 225062. Em 04.08.2005

Áreas arenosas

São formadas pelos depósitos de detrito carregados pelos rios e depositados em partes de suas margens ou em algumas ilhas fluviais, que, quando da época da vazante ficam descobertas²⁰. Estas áreas estão representadas por cordões arenosos ao longo dos rios Tapajós e Xingu, bem como de alguns dos seus afluentes, e aparecem em 0,04 % do total.

As barras arenosas, também chamadas popularmente de praias, no rio Tapajós têm como uso o turismo e lazer, notadamente as praias de Alter do Chão, Pindobal, Ponta de Pedras e Aramanaí, no Tapajós, dentre outras. Embora menos famosas, a beleza e peculiaridade dos cordões arenosos do rio Xingu, prestam-se também ao turismo e ao lazer.



Figura 30. Áreas Arenosas. Alter do Chão, Município de Santarém – PA.

Nas imagens, os cordões arenosos de conformação predominantemente lineares, apresentam-se em tons de vermelho brilhante devido a alta resposta espectral destas áreas, haja vista a inexistência ou insignificância de vegetação. Na Figura 31 pode ser visualizado como os cordões arenosos, no rio Tapajós, são registrados em imagens TM/Landsat.

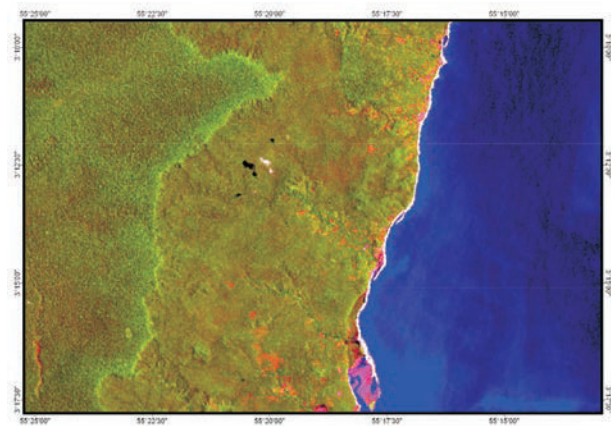


Figura 31. Área Arenosas em Landsat / TM5 órbita-ponto 227062. Em 16.11.2005

Corpos d'água

Os corpos d'água presentes na área de estudo foram delimitados com o respaldo da base cartográfica adotada, assim como do processo decorrente da classificação das imagens de satélite, conforme a sua apresentação na escala de trabalho, ocupando 3,47 % de todo o espaço geográfico investigado.



Figura 32. Corpos d'Água (rio Itapacurá Grande). Município de Itaituba - PA.

Considerando a composição colorida utilizada neste trabalho, foi observada uma variabilidade espectral regida pela presença ou não de sedimentos dissolvidos e/ou em suspensão na água. Dessa forma, as águas com bastantes sedimentos, como a do rio Amazonas, exibiram-se na cor azul, enquanto que as águas com poucos sedimentos, tal qual a do rio Tapajós, apresentaram-se na cor negra, padrão este também observado nas formações lacustres naturais ou oriundas de barragens, onde há precipitação de sedimentos no leito dos mesmos.

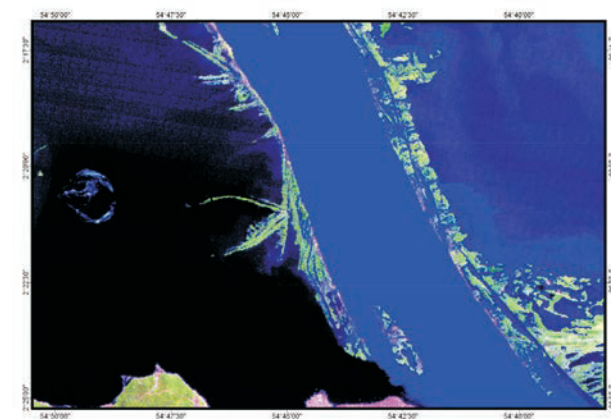


Figura 33. Área de Corpos d'água em Landsat / TM5 órbita-ponto 227062. Em 02.08.1999

Áreas de interferência

Foram classificadas por “Áreas de interferência” aquelas em que não foi possível realizar a classificação devido aparecerem recobertas por nuvens e suas sombras. Esse fato ocorreu em 1,46 % de toda a área estudada.

Nuvens

São Agregados constituídos por gotículas de água, extremamente pequenas, cristais de gelo, ou de uma mistura de ambas, que apresenta sua base bem acima da superfície terrestre.²¹ Essa formação interfere na visibilidade pelo satélite das áreas a serem classificadas

Sombras

“Espaço sem luz ou escurecido pela interposição de um corpo opaco”²² (nuvem) entre o satélite e a área a ser classificada.

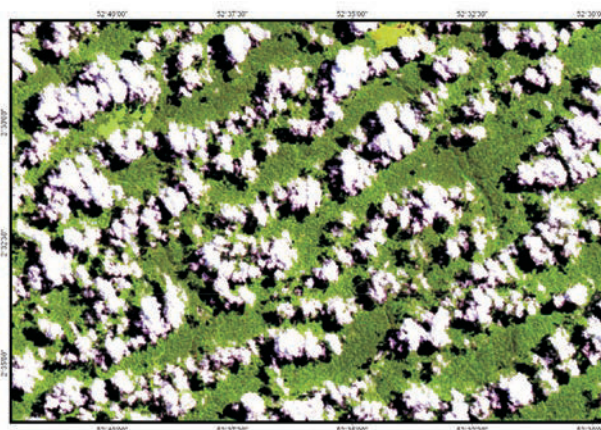


Figura 34. Área de Interferência (nuvens e sombras) em Landsat / TM5 órbita-ponto 226062.

Obedecendo os parâmetros definidos na legenda, foi elaborado o Mapa de Uso da Terra para a região de influência Zona Oeste, conforme o demonstrado na Figura 35 a seguir.

21 IBGE. Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente. Rio de Janeiro, 2002. 300p.

22 Dicionário AURÉLIO BUARQUE DE HOLANDA

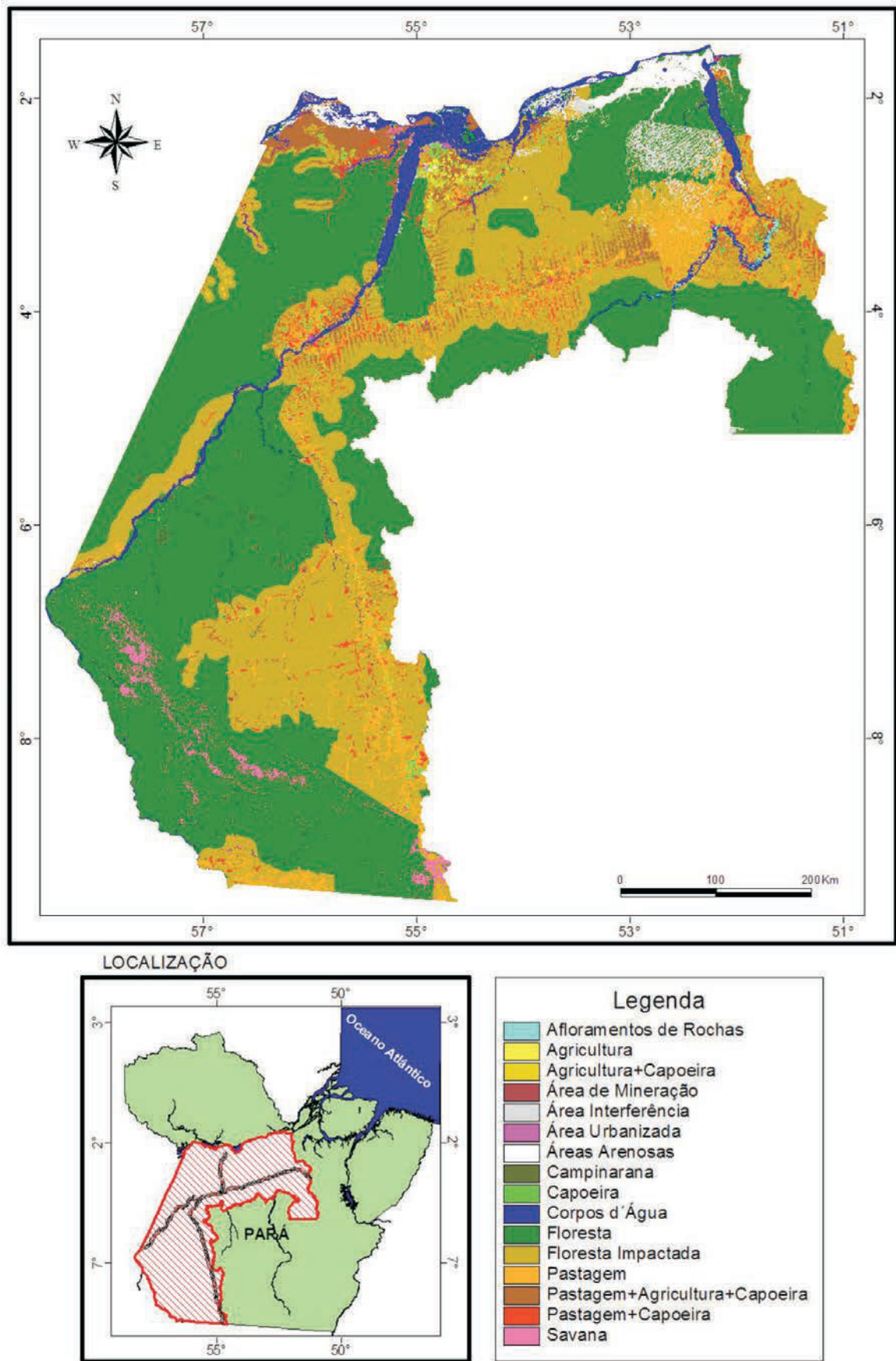


Figura 35. Mapa de Uso da Terra da área de influência da Zona Oeste no Estado do Pará - 2005



Quantificação de áreas das classes mapeadas

Os resultados do mapeamento do uso da terra foram analisados de acordo com a divisão em sub-regiões e municípios definidos no Plano BR-163 Sustentável, e foram agrupados nas subáreas Baixo Tapajós; Calha do Amazonas; Transamazônica Central; Transamazônica Oriental e Vale do Jamanxim, conforme demonstrado a seguir:

Subárea do baixo tapajós

Composta pelos municípios de Aveiro, Rurópolis, Trairão e parte de Itaituba, essa Subárea, com **65.473,66**km², é cortada pelas rodovias BR-230 e BR-163.

Caracteriza-se pela predominância das classes Floresta e Floresta Impactada, que juntas representam **88,79** % do total da área da subárea, conforme pode ser observado na Tabela 4. Este elevado percentual de feições com fisionomia florestal deve-se a uma combinação de diversos fatores, tais como o significativo percentual de Unidades de Conservação na área em questão (35 % do total) e dificuldade de acesso rodoviário durante alguns meses do ano (época chuvosa), o que limita o processo de ocupação.

Tabela 4. Quantificação das classes de cobertura e uso da terra para a Sub-Área do Baixo Tapajós, Estado do Pará.

Classes Uso da Terra	Total	
	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	43.497,00	66,43
Floresta Impactada	14.634,30	22,35
Savana	-	-
Campinarana	8,67	0,01
Agricultura	0,50	0,00
Agricultura+ Capoeira	138,03	0,21
Agricultura+ Pastagem	-	-
Pastagem	1.672,40	2,55
Pastagem+ Capoeira	1.759,66	2,69
Pastagem+ Agricultura+ Capoeira	1.581,64	2,42
Área Urbanizada	49,37	0,08
Área de Mineração	65,95	0,10
Capoeira	386,32	0,59
Afloramentos de Rochas	0,97	0,00
Áreas Arenosas	13,68	0,02
Corpos d' Água	1.615,02	2,47
Área sob Interferência	50,16	0,08
Área Total (km²)	65.473,66	100,00

Em contrapartida, as formações vegetais naturais não florestais (savanas e campinaranas) representam apenas 0,013 % da área total, formando manchas descontínuas de pouca expressão em nível da paisagem.

Outras feições naturais como Afloramentos de Rochas e Áreas Arenosas ocupam também áreas muito modestas, não excedendo 0,02 % da área total, diferentemente da situação ocupada pelos Corpos d' Água que contribuem com 2,47 % da área em questão, devido o caudal dos rios que banham a Subárea.

Os outros tipos de uso da terra, ligados às áreas efetivamente abertas, totalizaram aproximadamente 8,05 % da área total, sendo que, deste percentual, cerca de 95,18 % correspondem aos usos relacionados a alguma classe de pastagem e apenas 32,66 % estão relacionadas às atividades agrícolas, estas últimas geralmente associadas a produção de subsistência.

Assim, de maneira análoga a outras áreas de fronteira agrícola na Amazônia brasileira, a base econômica da subárea está alicerçada na exploração madeireira (22,35 %) e pecuária (7,66 % do total da área). A característica de frente pioneira de ocupação explica também o fato da pouca representatividade que assumem as áreas de sucção secundária (Capoeira isolada) no contexto das áreas antrópicas (0,59 %).

Quando analisado os resultados do mapeamento em nível municipal (Tabela 5), foram observadas algumas peculiaridades entre os mesmos. A contribuição da classe Floresta foi sempre superior à metade da área dos municípios, exceção esta verificada apenas para Rurópolis (42,29 %), município que por ter a menor área total, possui os estoques florestais mais limitados. Em contrapartida, este município foi o que apresentou a maior taxa de Floresta Impactada (40,37 %), haja vista que tais remanescentes florestais encontram-se empobrecidos por diversos processos de utilização, proporcionados pelo fácil acesso a partir da rodovia BR-163, que corta o município no sentido leste-oeste, e seus travessões.

As unidades mapeadas ligadas à agricultura foram, em geral, pouco expressivas, nunca superiores a 2,63 % do total municipal da subárea, sendo no município de Aveiro observada os maiores percentuais, enquanto que no município de Trairão as mesmas não foram representativas.

Por outro lado, as classes ligadas à pastagem assumiram um maior destaque em âmbito das áreas antrópicas em todos os municípios, sendo, entretanto, mais significativos os valores registrados para o município de Rurópolis, onde ocorre maior concentração de atividades produtivas por unidade de área.

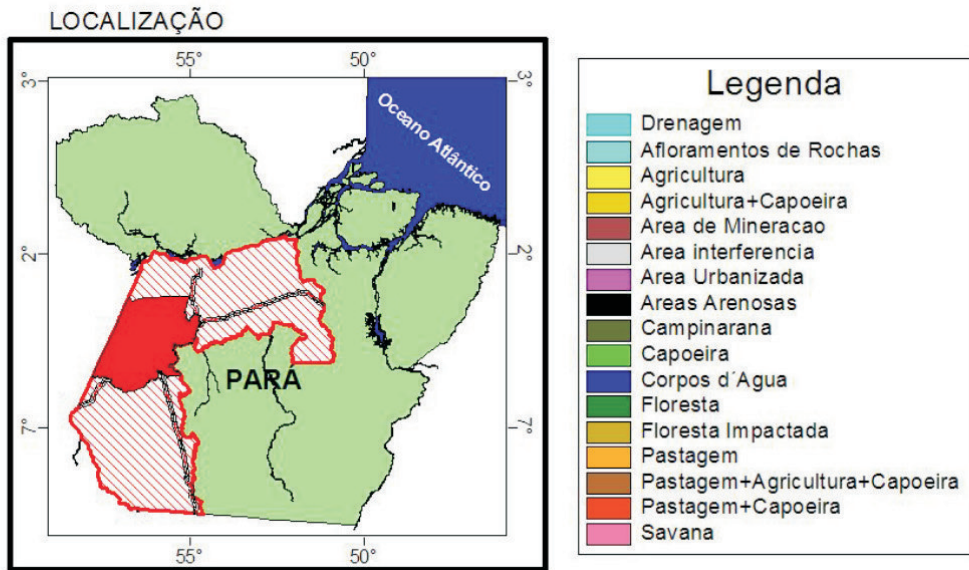
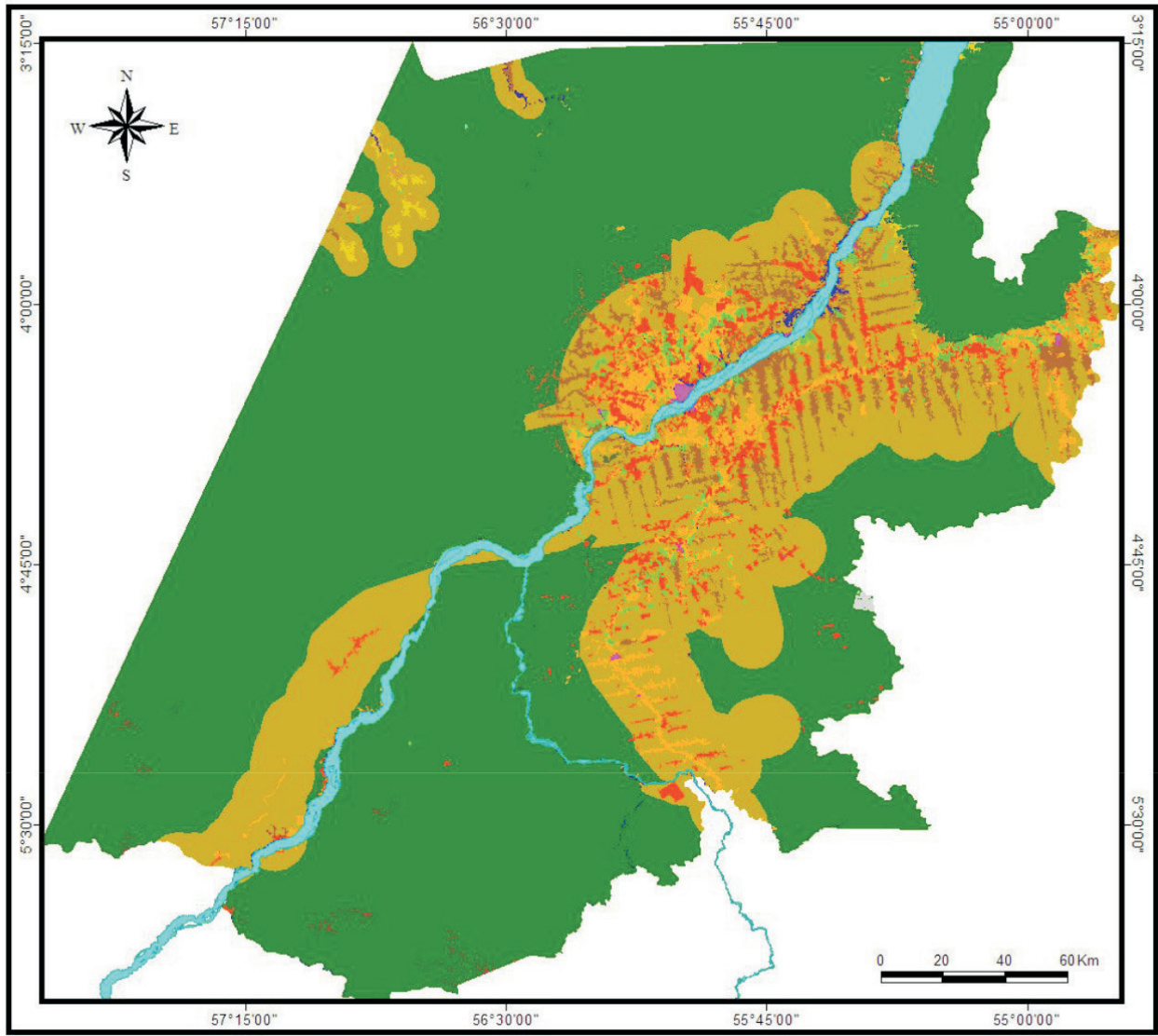


Figura 36. Sub-Área do Baixo Tapajós - uso da terra e localização em relação à área de estudo



Tabela 5. Quantificação das classes de cobertura e uso da terra para os municípios pertencentes a Sub-Área do Baixo Tapajós, Estado do Pará.

Classes	Aveiro		Itaituba I		Rurópolis		Trairão		Total	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	12.716,00	74,47	20.933,00	71,23	2.648,80	37,73	7.199,20	60,04	43.497,00	66,43
Floresta Impactada	2.736,10	16,02	5.220,90	17,77	2.831,60	40,33	3.845,70	32,07	14.634,30	22,35
Savana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campinarana	-	-	8,67	0,03	-	-	-	-	8,67	0,01
Agricultura	-	-	-	-	-	-	0,50	0,00	0,50	0,00
Agricultura+Capoeira	109,36	0,64	25,88	0,09	2,80	0,04	-	-	138,03	0,21
Agricultura+Pastagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastagem	57,77	0,34	822,61	2,80	424,47	6,05	367,55	3,07	1.672,40	2,55
Pastagem+Capoeira	208,70	1,22	887,66	3,02	353,89	5,04	309,41	2,58	1.759,66	2,69
Pastagem+Agricultura+Capoeira	476,06	2,79	474,76	1,62	568,03	8,09	62,79	0,52	1.581,64	2,42
Área Urbanizada	2,58	0,02	33,15	0,11	4,83	0,07	8,81	0,07	49,37	0,08
Área de Mineração	-	-	65,95	0,22	-	-	-	-	65,95	0,10
Capoeira	35,58	0,21	172,21	0,59	133,11	1,90	45,42	0,38	386,32	0,59
Afloramentos de Rochas	0,97	0,01	-	-	-	-	-	-	0,97	0,00
Áreas Arenosas	10,98	0,06	2,70	0,01	-	-	-	-	13,68	0,02
Corpos d' Água	713,19	4,18	739,55	2,52	51,15	0,73	111,12	0,93	1.615,02	2,47
Área sob Interferência	7,00	0,04	0,03	0,00	2,62	0,04	40,52	0,34	50,16	0,08
Área Total (km²)	17.074,29	100,00	29.387,06	100,00	7.021,29	100,00	11.991,02	100,00	65.473,66	100,00

Subárea calha do Amazonas

Correspondendo a menor das SubÁreas de estudo, com uma superfície de **46.225,35**km², é composta pelos municípios de Juruti, Santarém, Belterra e parte de PRAINHA. De acordo com a Tabela 6, pode ser observado que esta subárea apresenta ainda elevados percentuais de áreas com fisionomia florestal (61,10 % do total), sendo um reflexo principalmente da presença das Unidades de Conservação como a Floresta Nacional do Tapajós e a RESEX Tapajós-Arapuins, que juntas ocupam 27 % da área total da Subárea.

Tabela 6. Quantificação das classes de cobertura e uso da terra para a Sub-Área da Calha do Amazonas, Estado do Pará.

Classes Uso da Terra	Calha do Amazonas	
	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	16.394,00	35,47
Floresta Impactada	11.848,29	25,63
Savana	177,96	0,38
Campinarana	-	0,00
Agricultura	554,86	1,20
Agricultura+Capoeira	164,46	0,36
Agricultura+Pastagem	2.149,04	4,65
Pastagem	377,50	0,82
Pastagem+	621,50	1,34
Capoeira	-	-
Pastagem+	6.208,86	13,43
Agricultura+Capoeira	-	-
Area Urbanizada	78,85	0,17
Area de Mineração	-	0,00
Capoeira	654,15	1,42
Afloramentos de Rochas	0,72	0,00
Áreas Arenosas	48,05	0,10
Corpos d'Água	6.500,01	14,06
Área sob Interferência	447,11	0,97
Area das Regiões (km²)	46.225,35	100,00

Como particularidade desta área, vale destacar a presença significativa da classe Corpos d'Água, que contribuiu com 14,06 % do total, sendo neste sentido importante a contribuição das calhas dos rios Amazonas e Tapajós.

Apesar das áreas florestais ainda expressivas (35,47 %), a SubÁrea apresenta uma alta taxa de áreas abertas para atividades agropecuárias (21,80 % do total da subárea), com destaque para as classes Pastagem+Agricultura+Capoeira e Agricultura+Pastagem, que ocupam 13,43 % e 4,65 % da área total, respectivamente. Estas associações estão relacionadas, em sua maior parte, com o

desenvolvimento de sistemas produtivos em âmbito familiar, que na região encontram-se principalmente baseados na atividade pecuária.

Ainda no contexto das áreas antrópicas na região, merece também destaque a classe Agricultura, ocupando 554,86 km² ou 1,20 % da área total, estando associada à produção de grãos, especialmente a soja, sendo caracterizada pelo seu desenvolvimento em base tecnológica elevada. Apesar da agricultura de grãos já ser uma realidade nessa subárea, a experiência é ainda relativamente incipiente.

Subárea da transamazônica central

Localizada no sudoeste da área de estudo, a subárea da Transamazônica Central apresenta no Pará uma área de 53.303,09 km², sendo constituída exclusivamente pelo município de Jacareacanga, no Pará, conforme pode ser observado na Figura 36.

Devido à limitada infra-estrutura e à dificuldade de acesso a subárea a mesma pode ser caracterizada, sobretudo, pela presença de ambientes naturais preservados. Mais de 90 % do total, sendo que destes, 5,11 % é referente à Savana (Tabela 8). Parte deste patrimônio encontra-se nominalmente protegido pela existência de terras indígenas já demarcadas – *Sai-Cinza*, *Mundurucu* e *Cayabi* - além da presença da Área Militar do Cachimbo, sob jurisdição da Aeronáutica.

A base econômica dessa subárea está calcada em atividades de exploração madeireira, relacionadas à classe Floresta Impactada (10,23 % do total), e à pecuária, correspondente às unidades de mapeamento ligadas às pastagens (1,73 % do total). Tais atividades antrópicas se concentram próximas à sede do município de Jacareacanga, ao longo da calha do rio Tapajós, e no trecho da rodovia Transamazônica, que corta o noroeste da subárea.

Subárea da transamazônica oriental

A subárea da Transamazônica Oriental com 93.247,89 km², a maior das áreas de estudo, congrega total ou parcialmente a área nove municípios, todos eles influenciados pela rodovia Transamazônica e que tem na cidade de Altamira o principal pólo indutor de atividades econômicas.

É uma subárea de colonização recente, onde o processo deflagrado ocorreu, sobretudo, a partir do início da década de 1970, com o Plano de Colonização Nacional do

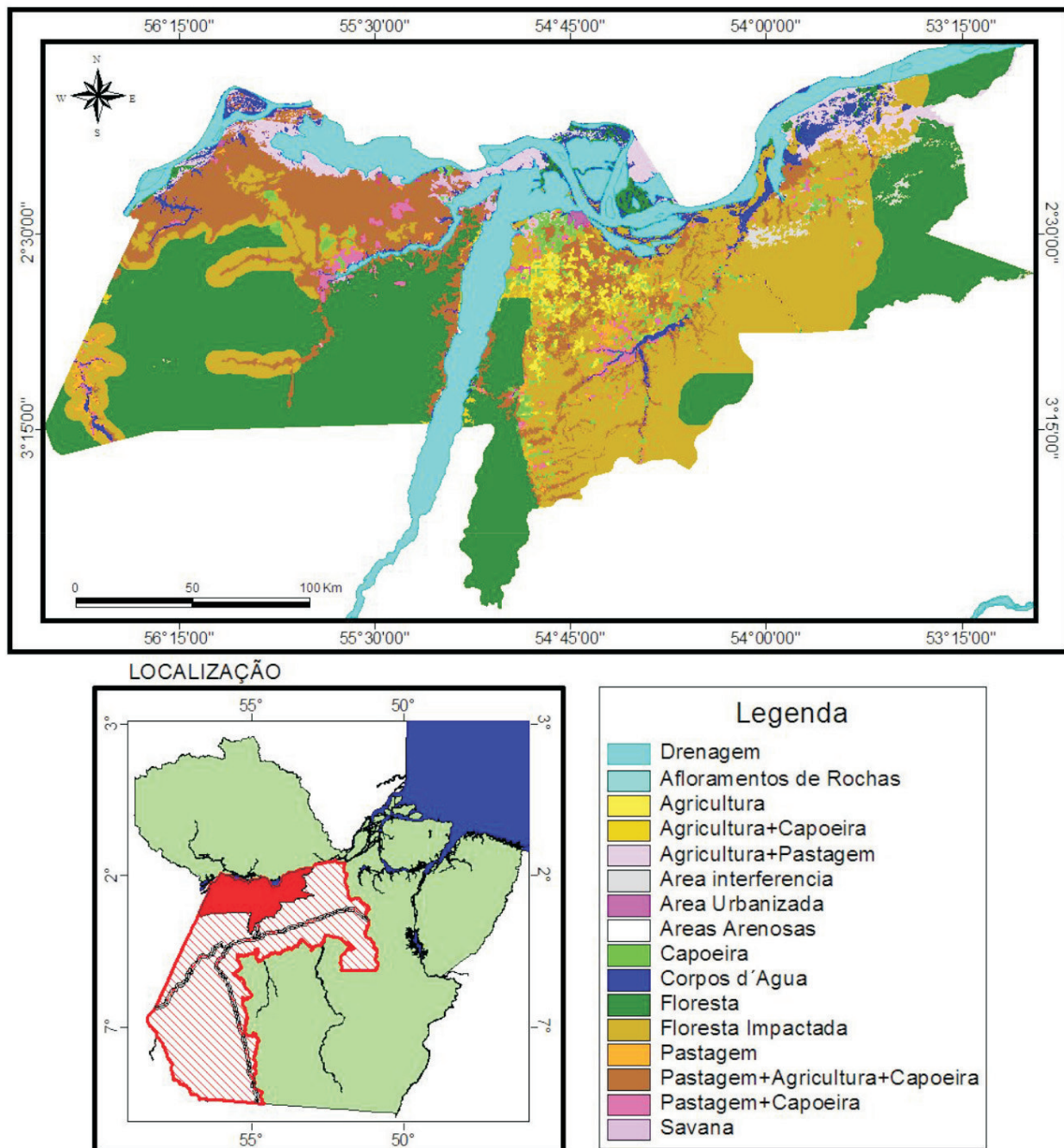


Figura 37. Sub-Área da Calha do Amazonas - uso da terra e localização da em relação à área de estudo

Governo Federal - PIN, e que se tornou emblemático. apesar da forte presença da atividade pecuária, é possível observar, a partir da Tabela 7, a importância que ainda assume a classe Floresta no contexto da paisagem, correspondendo a 42,35 % da área total. As outras unidades de mapeamento ligadas às feições ambientais naturais (Corpos d'Água, Afloramento de Rochas e Áreas Arenosas), são, em seu conjunto, de pouca representatividade em âmbito da área questão, contribuindo com algo em torno de 3,11 % da área total. A quantificação do uso da terra nessa área pode ser observada na Tabela 9.

Em nível das áreas empregadas diretamente ao sistema produtivo, vale observar que os números apresentados na Tabela 9 refletem diretamente a dinâmica

econômica da subárea, baseada na exploração madeireira e produção pecuária de leite e carne. Neste contexto, destaca-se a participação significativa da classe Floresta Impactada, representando 31,78 % do total da subárea. A atividade de exploração madeireira na subárea é facilitada pela existência de uma malha viária significativa, que, apesar de muitas vezes apresentar trafegabilidade deficiente na maior parte do ano, permite que sejam atingidas áreas muito remotas, a partir dos inúmeros travessões que partem da rodovia principal (BR-230).

Através da análise da paisagem a partir de sensores remotos na região da rodovia Transamazônica, verifica-se que é muito característico o padrão de colonização conhecido como "espinha de peixe". Dessa forma, as classes liga-

Tabela 7. Quantificação das classes de cobertura e uso da terra para os municípios pertencentes à Sub-Área da Calha do Amazonas, Estado do Pará.

Classes Uso da Terra	Belterra		Juruti		Prainha		Santarém		Total	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	2.372,10	53,93	3.512,50	42,30	3.385,90	31,83	7.123,50	31,12	16.394,00	35,47
Floresta Impactada	630,19	14,33	1.282,70	15,45	4.279,60	40,24	5.655,80	24,71	11.848,29	25,63
Savana	0,31	0,01	2,06	0,02	7,55	0,07	168,04	0,73	177,96	0,38
Campinarana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricultura	164,88	3,75	-	-	-	-	389,98	1,70	554,86	1,20
Agricultura+Capoeira	93,77	2,13	9,19	0,11	11,03	0,10	50,47	0,22	164,46	0,36
Agricultura+Pastagem	-	-	612,68	7,38	861,47	8,10	674,89	2,95	2.149,04	4,65
Pastagem	47,33	1,08	119,06	1,43	56,24	0,53	154,87	0,68	377,50	0,82
Pastagem+Capoeira	68,85	1,57	50,20	0,60	67,07	0,63	435,38	1,90	621,50	1,34
Pastagem+Agricultura+Capoeira	275,53	6,26	1.808,70	21,78	271,43	2,55	3.853,20	16,84	6.208,86	13,43
Área Urbanizada	9,92	0,23	5,08	0,06	-	-	63,85	0,28	78,85	0,17
Área de Mineração	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capoeira	145,21	3,30	22,13	0,27	63,09	0,59	423,72	1,85	654,15	1,42
Afloramentos de Rochas	-	-	0,72	0,01	-	-	-	-	0,72	0,00
Áreas Arenosas	1,12	0,03	0,12	0,00	2,04	0,02	44,77	0,20	48,05	0,10
Corpos d' Água	589,09	13,39	878,82	10,58	1.290,50	12,13	3.741,60	16,35	6.500,01	14,06
Área sob Interferência	0,05	0,00	0,02	0,00	340,04	3,20	107,01	0,47	447,11	0,97
Área do Município (km²)	4.398,35	100,00	8.303,97	100,00	10.635,95	100,00	22.887,08	100,00	46.225,35	100,00



Tabela 8. Quantificação das classes de cobertura e uso da terra para a Sub-Área da Transamazônica Central (município de Jacareacanga), Estado do Pará.

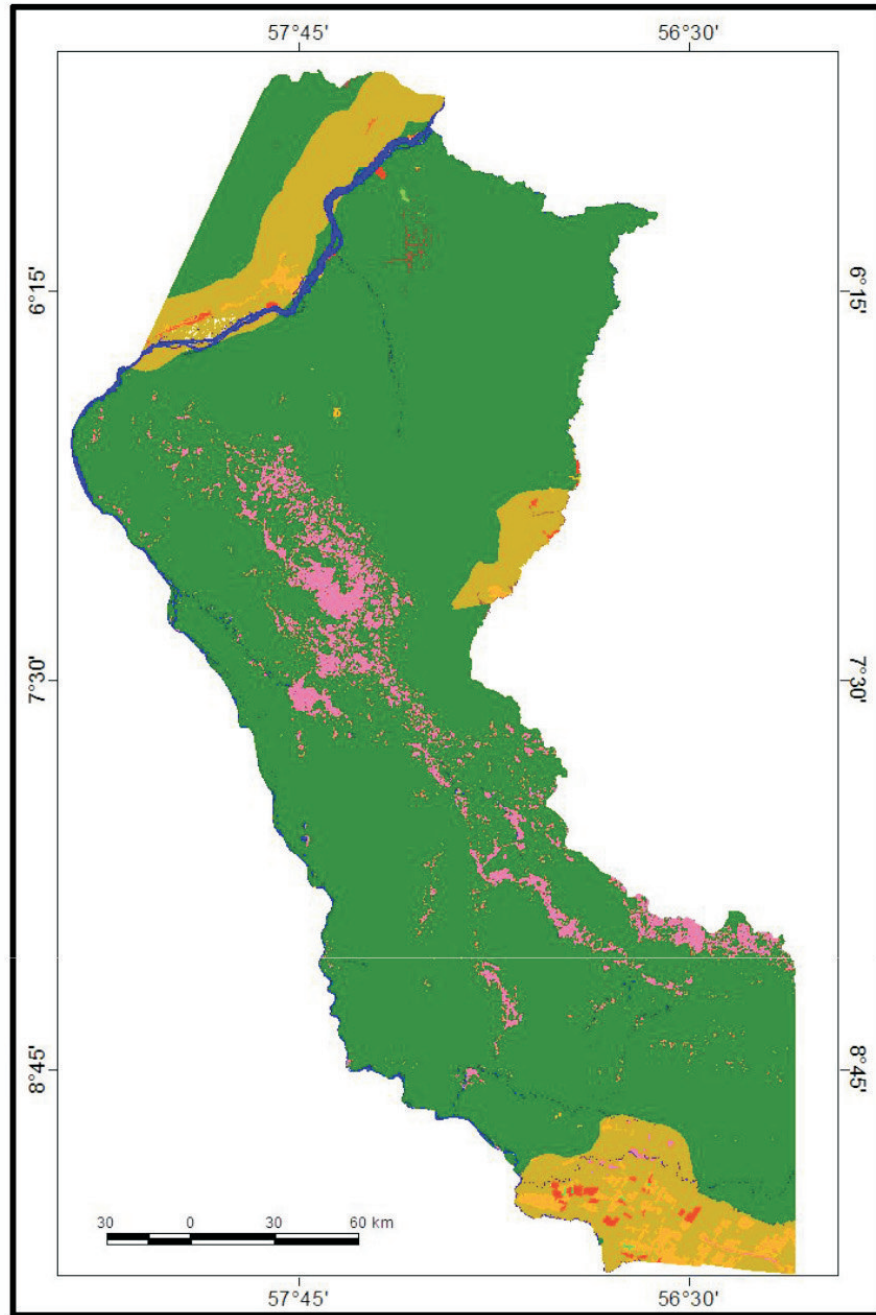
Classes Uso da Terra	Jacareacanga		Total	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	43.299,00	81,23	43.276,00	81,19
Floresta Impactada	5.454,20	10,23	5.451,70	10,23
Savana	2.727,30	5,12	2.726,00	5,11
Campinarana	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-
Agricultura+Capoeira	-	-	-	-
Agricultura+Pastagem	-	-	6,04	0,01
Pastagem	738,28	1,39	732,68	1,37
Pastagem+Capoeira	189,95	0,36	190,18	0,36
Pastagem+Agricultura +Capoeira	-	-	-	-
Área Urbanizada	-	-	-	-
Área de Mineração	79,81	0,15	78,97	0,15
Capoeira	18,45	0,03	18,38	0,03
Afloramentos de Rochas	-	-	-	-
Áreas Arenosas	23,23	0,04	23,24	0,04
Corpos d' Água	745,14	1,40	748,75	1,40
Área sob Interferência	27,73	0,05	51,15	0,10
Area do Município (km²)	53.303,09	100,00	53.303,09	100,00

Tabela 9. Quantificação das classes de cobertura e uso da terra para a Sub-Área da Transamazônica Oriental, Estado do Pará.

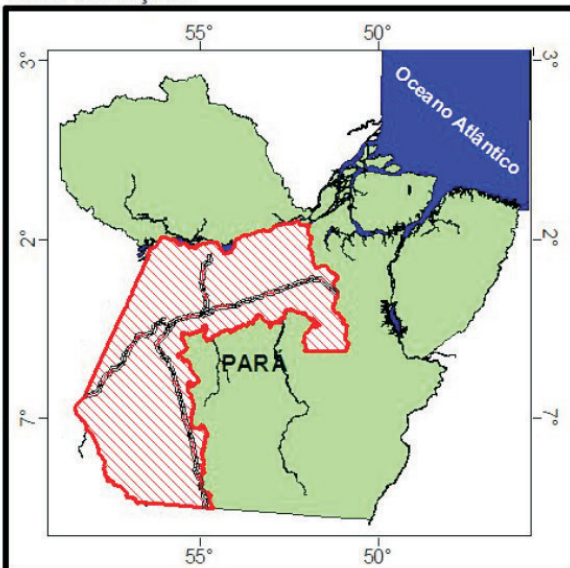
Classe Uso da Terra	Total	
	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	39.487,28	42,35
Floresta Impactada	29.645,60	31,79
Savana	4,59	0,00
Campinarana	-	-
Agricultura	41,73	0,04
Agricultura+Capoeira	60,42	0,06
Agricultura+Pastagem	3.155,34	3,38
Pastagem	6.769,05	7,26
Pastagem+Capoeira	2.763,19	2,96
Pastagem+Agricultura+Capoeira	3.645,47	3,91
Área Urbanizada	35,54	0,04
Área de Mineração	-	-
Capoeira	403,41	0,43
Afloramentos de Rochas	245,13	0,26
Áreas Arenosas	35,38	0,04
Corpos d' Água	2.622,23	2,81
Área sob Interferência	4.333,53	4,65
Área das Regiões (km²)	93.247,89	100,00

das diretamente às pastagens assumem destaque: Pastagem (7,26 %) e Pastagem+Capoeira (2,96 %). Como o componente pastagem encontra-se muitas vezes associado à pequena agricultura, assumiram também relevância as classes Pastagem+Agricultura+Capoeira (3,91 %) e Agricultura+Pastagem (3,38 %). Em contrapartida, as unidades de mapeamento ligadas estritamente à agricultura (Agricultura e Agricultura+ Capoeira) foram pouco expressivas, com taxas nunca superiores a 0,07 %.

Dentre as sub-regiões de estudo, a da Transamazônica Oriental é aquela mais complexa no que tange a grade municipal, advindo deste aspecto a variabilidade encontrada na distribuição das classes de uso da terra (Tabela 10). Os únicos municípios onde as percentagens da classe Floresta foram superiores a metade da área total foram Senador J. Porfírio (76,58 %) e Altamira (67,15 %), cujos remanescentes florestais localizados na porção sul da subárea, encontram-se muito distantes da malha viária existente. Por outro lado, foram registradas taxas muito baixas para a classe Floresta no município de Uruará (7,55 %), ou mesmo a sua ausência como observado no município de Vitória do Xingu, o que pode ser explicado pelo maior adensamento da malha viária e a menor área municipal, quando comparadas aos primeiros municípios citados.



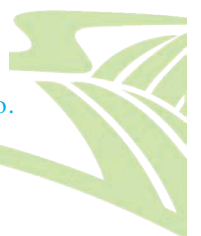
LOCALIZAÇÃO



Legenda

- Afloramentos de Rochas
- Agricultura
- Agricultura+Capoeira
- Área de Mineração
- Área interferência
- Área Urbanizada
- Áreas Arenosas
- Campinarana
- Capoeira
- Corpos d'Água
- Floresta
- Floresta Impactada
- Pastagem
- Pastagem+Agricultura+Capoeira
- Pastagem+Capoeira
- Savana

Figura 38. Sub-Área da Transamazônica Central - uso da terra e localização em relação à área de estudo.



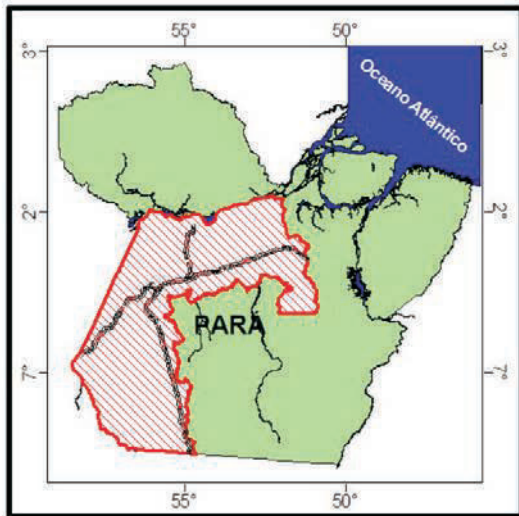
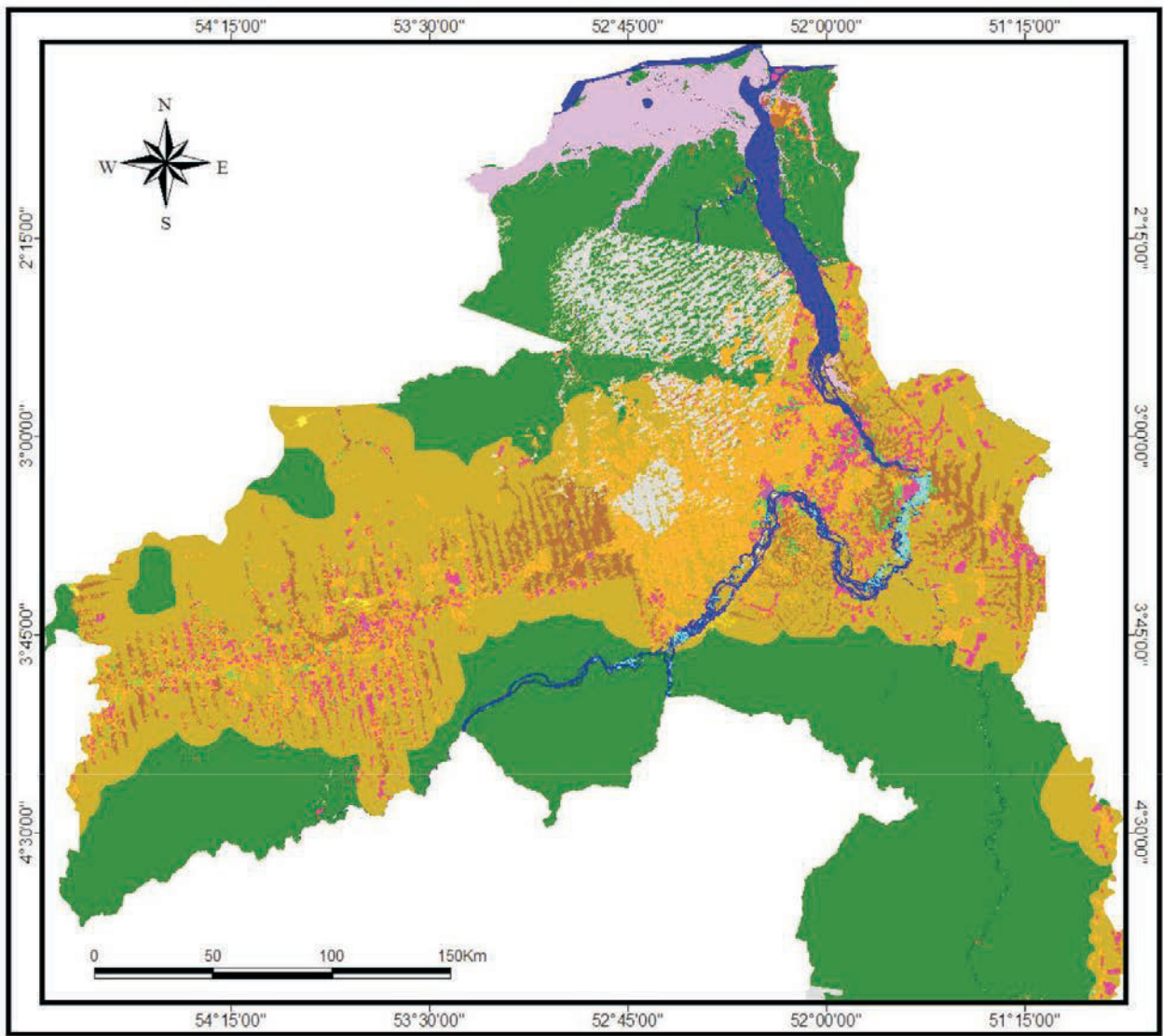


Figura 39. Sub-Área da Transamazônica Oriental, - uso da terra e localização em relação à área de estudo.



Tabela 10. Quantificação das classes de cobertura e uso da terra para os municípios pertencentes a Sub-Área da Transamazônica Oriental, Estado do Pará.

Classes Uso da Terra	Altamira I		Anapu		Brasil Novo		Medicilândia		Placas	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	9.397,90	33.707,23	4.607,30	33.334,77	1.332,10	6.804,58	2.406,70	10.563,26	1.444,40	9.062,88
Floresta Impactada	2.144,30	7.690,91	5.395,10	39.034,67	2.301,20	11.754,90	4.023,70	17.660,45	4.454,90	27.952,25
Savana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campinarana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	9,83	61,69
Agricultura+Capoeira	39,63	142,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricultura+Pastagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastagem	1.145,00	4.106,74	378,74	2.740,26	1.577,50	8.058,12	529,17	2.322,58	551,10	3.457,87
Pastagem+Capoeira	169,53	608,05	597,28	4.321,45	89,78	458,63	89,51	392,89	238,71	1.497,78
Pastagem+Agricultura+Capoeira	284,03	1.018,72	663,47	4.800,34	45,96	234,78	1.095,50	4.808,27	409,50	2.569,41
Area Urbanizada	15,58	55,90	3,38	24,46	-	-	5,08	22,31	-	-
Area de Mineração	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capoeira	84,75	303,98	30,06	217,49	-	-	0,89	3,89	60,42	379,10
Afloramentos de Rochas	73,35	263,08	97,98	708,89	0,20	1,01	-	-	-	-
Áreas Arenosas	16,20	58,12	0,64	4,66	-	-	-	-	-	-
Corpos d` Água	523,06	1.876,05	91,32	660,75	1,20	6,14	2,33	10,24	1,63	10,26
Área sob Interferência	90,75	325,48	29,93	216,58	1.020,30	5.211,86	119,70	525,36	2,66	16,69
Área do Município (km²)	13.984,09	50.156,39	11.895,21	86.064,33	6.368,25	32.530,03	8.272,58	36.309,25	7.173,15	45.007,92
Floresta	8473,60	8473,60	11013,00	76,62	812,28	7,53	-	-	39.487,28	42,35
Floresta Impactada	524,73	524,73	2222,80	15,46	7.671,70	71,09	907,17	30,58	29.645,60	31,79
Savana	4,59	4,59	-	-	-	-	-	-	4,59	-
Campinarana	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricultura	0,00	0,00	-	-	31,90	0,30	-	-	41,73	0,04
Agricultura+Capoeira	10,17	10,17	0,21	-	10,41	0,10	-	-	60,42	0,06
Agricultura+Pastagem	3100,90	3100,90	54,44	0,38	-	0,00	-	-	3.155,34	3,38
Pastagem	443,10	443,10	125,68	0,87	1.028,10	9,53	990,66	33,40	6.769,05	7,26
Pastagem+Capoeira	179,65	179,65	185,17	1,29	687,83	6,37	525,72	17,72	2.763,19	2,96
Pastagem+Agricultura+Capoeira	212,64	212,64	259,43	1,80	473,84	4,39	201,10	6,78	3.645,47	3,91
Area Urbanizada	2,95	2,95	2,60	0,02	5,94	0,06	-	-	35,54	0,04
Area de Mineração	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	-	-	-	-
Capoeira	6,12	6,12	35,66	0,25	48,35	0,45	137,16	4,62	403,41	0,43
Afloramentos de Rochas	0,33	0,33	25,87	0,18	0,07	-	47,33	1,60	245,13	0,26
Áreas Arenosas	14,20	14,20	2,50	0,02	-	-	1,84	0,06	35,38	0,04
Corpos d` Água	1483,30	1483,30	401,02	2,79	4,06	0,04	114,30	3,85	2.622,23	2,81
Área sob Interferência	2966,59	2966,59	45,72	0,32	16,84	0,16	41,05	1,38	4.333,53	4,65
Área do Município (km²)	17422,88	17422,88	14374,09	100,00	10.791,32	100,00	2966,33	100,00	93.247,89	100,00

Como observado em nível de subárea, os sistemas produtivos adotados nos municípios são baseados nas atividades de exploração madeireira e de pecuária, com algumas variações locais. A participação da classe Floresta Impactada foi mais significativa nos municípios atravessados pela rodovia Transamazônica como Uruará (71,11 %), Placas (62,00 %) e Medicilândia (48,69 %), os quais registraram também taxas significativas para unidades de mapeamento ligadas à pastagem.

Quando consideradas em conjunto as classes Pastagem e Pastagem+Capoeira, os maiores percentuais foram observados para os municípios de Vitória do Xingu (51,12 %), Brasil Novo (26,18 %), Uruará (15,90 %) e Placas (11,01 %). Por sua vez, as áreas de agricultura, em geral, só assumem alguma expressão como componente dentro da associação Pastagem+Agricultura +Capoeira, com percentuais raramente superiores a 7 %, exceção observada apenas para o município de Medicilândia (13,24 % do total). Como particularidade no contexto dos sistemas produtivos adotados cita-se a presença da classe Agricultura+ Pastagem (17,80 % do total) para o município de Porto de Moz e a baixa contribuição das atividades agropecuárias observada para o uso da terra no município de Senador J. Porfírio.

Subárea do vale do jamanxim

A subárea do Vale do Jamanxim é constituída pelo município de Novo Progresso e partes dos municípios de Altamira e Itaituba, formando uma área de 76.200,01 km².

Nesta subárea, conforme pode se observado a partir da Tabela 11, a paisagem é dominada por formações florestais, sendo representada pelas classes Floresta (42,87 %) e Floresta Impactada (46,49 %), que juntas representam 89,29 % do total da área em questão.

As atividades relacionadas diretamente aos sistemas produtivos locais, concentradas em sua maior parte às margens da rodovia BR-163, são representadas exclusivamente pelas classes ligadas às atividades pecuárias, assumindo destaque entre estas a classe Pastagem (6,06 % do total). Assim, os percentuais encontrados refletem a realidade da economia local, baseada na exploração madeireira e na pecuária de corte.

Uma outra atividade econômica que apresenta ainda expressão em nível da subárea, porém com baixa contribuição em nível do mapeamento efetuado, corresponde às atividades de mineração, sendo representada pela classe Área de Mineração (0,40 % do total). A quantificação dos usos da terra dessa subárea é demonstrada na Tabela 11.

A despeito da área de interesse estar inserida em uma região com fisionomia predominantemente florestal, vale

Tabela 11. Quantificação das classes de cobertura e uso da terra para a Sub-Área do Vale do Jamanxim, Estado do Pará.

Classes Uso da Terra	Total	
	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	32.667,80	42,87
Floresta Impactada	35.428,10	46,49
Savana	1.166,60	1,53
Campinarana	-	-
Agricultura	-	-
Agricultura+Capoeira	-	-
Agricultura+Pastagem	-	-
Pastagem	4.614,91	6,06
Pastagem+Capoeira	1.441,45	1,89
Pastagem+Agricultura+Capoeira	67,33	0,09
Área Urbanizada	-	-
Área de Mineração	305,09	0,40
Capoeira	370,94	0,49
Afloramentos de Rochas	6,76	0,01
Áreas Arenosas	-	-
Corpos d' Água	131,04	0,17
Área sob Interferência	-	-
Área das Regiões (km²)	76.200,01	100,00

ressaltar a presença da classe Savana, contribuindo com 1,53 % do total. Dentre as feições naturais cartografadas, apenas a classe Corpos d'Água apresentou um percentual mais expressivo (0,17 % do total).

Quando a distribuição das unidades de uso da terra é analisada sob a ótica da esfera municipal, são observadas algumas particularidades locais. A classe Floresta só assume predominância no município de Itaituba, com mais de 70 % da área total, enquanto nos municípios de Novo Progresso e Altamira que possuem uma malha rodoviária mais significativa, tais percentuais atingem apenas 37,33 % e 21,85 %, respectivamente. Nestes últimos municípios a classe Floresta Impactada assume papel de destaque, correspondendo em torno da metade da área total dos mesmos, fato este justificado pelo destaque que a atividade de exploração madeireira assume na economia de Novo Progresso e Altamira.

Apesar das atividades produtivas ligadas à pecuária apresentarem importância nos três municípios enfocados, é indiscutível a posição proeminente que a mesma assume no município de Novo Progresso e, principalmente no de Altamira, com percentuais nunca inferiores a 10 % do total. Neste sentido, vale frisar a participação das unidades de mapeamento Pastagem e Pastagem+Capoeira.

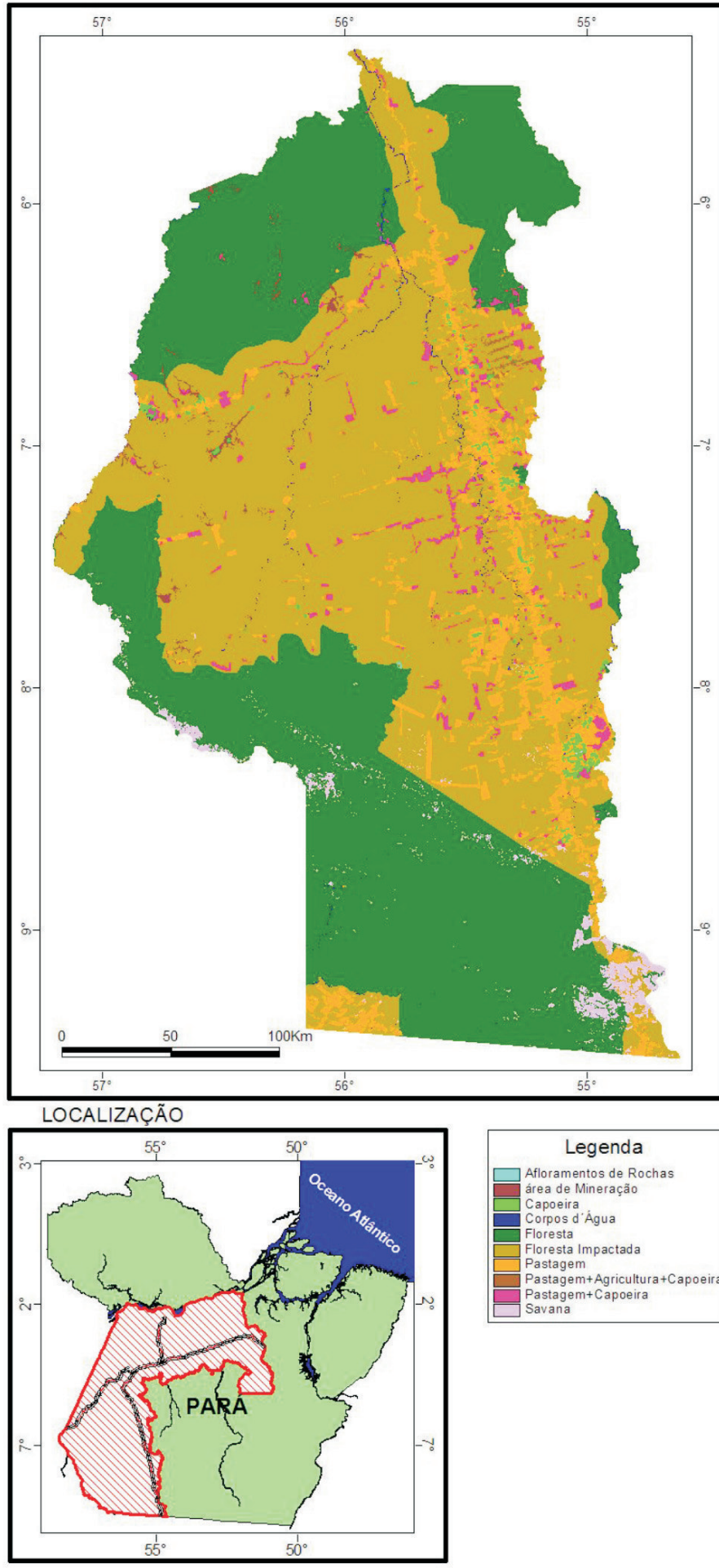


Figura 40. Sub-Área do Vale do Jamanxim - uso da terra e localização em relação à área de estudo.

Considerações finais

A área de estudo é marcada pelas intervenções ocorridas em Ciclos históricos de desenvolvimento da Amazônia (borracha; ouro; pecuária; madeira) que produziram, dentre outros fenômenos, o fluxo de grandes contingentes migratórios, apresentando marcas indeléveis em seus aspectos ambientais.

Nesse contexto, muito se tem discutido a respeito do impacto dos grandes eixos rodoviários, implantados a partir da década de 1970, no tocante a dinâmica da paisagem. Muitas vezes, nos últimos 30 anos, as rodovias principais vêm exercendo uma maior influência no processo de colonização do que outros fatores de integração.

A paisagem aqui é dominada por exuberantes formações florestais que, em parte, encontram-se protegidas, formal ou nominalmente, por unidades de preservação ambiental. A partir do levantamento de dados em campo e laboratório, verificou-se a importância que assumem tais unidades na salvaguarda dos importantes ecossistemas presentes na área em questão, papel este também desempenhado pelo estabelecimento das terras indígenas e militares.

Adicionalmente ao papel exercido pelas unidades de conservação como elemento restritivo ao incremento do processo de ocupação, é também relevante a característica da trafegabilidade deficiente da malha viária existente, durante a maior parte do ano.

O mapeamento do uso da terra nessa região revelou semelhanças entre as SubÁreas, como ainda o fato de haver a predominância da classe floresta sobre as demais classes, em todas as cinco. No entanto, estas apresentam algumas diferenciações em seus processos de uso da terra, em virtude de fatores econômicos locais, o que justifica a divisão já preconizada no Plano Zona Oeste Sustentável, como veremos a seguir:

Subárea Transamazônica Oriental

É uma SubÁrea onde a ocorrência de grandes áreas de floresta impactada, devido à extração madeireira, concorre com as áreas de floresta;

Dentre as áreas abertas observadas há que se destacar a presença de grandes extensões de pastos, com desenvolvimento da atividade de pecuária extensiva;

A agricultura é bastante atrelada à estrutura familiar de subsistência, mas começa também a se observar o crescimento do plantio de grãos em larga escala, em algumas partes, como no caso de Uruará.

Não foi observado o uso extração mineral quando do mapeamento.

Subárea Calha do Amazonas

Nessa subárea verifica-se a ocorrência de grandes extensões de terra com extração madeireira e pecuária tradicional;

A atividade de agricultura está voltada, em grande parte, à produção familiar, mas há incrementos no plantio de grãos, com a diminuição da pecuária nos municípios de Santarém e Belterra. Essa produção vem aumentando a cada ano, envolvendo novas grandes pedações de terra.

Subárea Baixo Tapajós

A presença de grandes áreas de floresta deve-se, principalmente, à Resex Tapajós – Arapiuns (parte) e Reserva indígena Andirá - Maraú (parte), bem como ao Parque Nacional da Amazônia, Floresta Nacional Itaituba I e II; entretanto, há forte ocorrência de extração madeireira.

As pastagens apresentam-se em menor escala cartográfica, aparecendo significativamente em torno das sedes municipais de Itaituba, Trairão e Rurópolis. Entretanto a base econômica regional se sustenta na atividade de Pecuária. Já as áreas agrícolas possuem pouca expressão.

Os resultados aqui encontrados indicam, de forma particular, um grande potencial para implantação de políticas de valoração dos recursos florestais, conforme previsto pela ação do Governo Federal, contemplando a criação do Distrito Florestal BR-163.

Subárea Vale do Jamanxim

Essa é uma área onde a paridade entre as classes Floresta e Floresta Impactada é muito próxima. Isto é, existe uma grande área de floresta predominando, mas, em extensão muito próxima aparece a classe Floresta Impactada, em decorrência da presença da indústria madeireira.

Observa-se, ainda, a ocorrência de pecuária e, em menor escala, a mineração que, apesar de pequena em extensão, tem grande importância na economia regional.

Subárea Transamazônica Central

A subárea **Transamazônica Central** é uma região bastante preservada, em termos florestais, em comparação às demais, com a presença exuberante da classe floresta. Isso se deve à presença de Áreas de Preservação. Contudo, já há o início de um crescimento da atividade de extração madeireira. Também se observa que são poucas as áreas com pasto.

Desta forma, entende-se que toda e qualquer demanda relativa à elaboração de políticas públicas futuras para as sub-regiões em questão, devam ter elementos balizadores que contemplem as realidades locais. As diferentes formas de ocupação observadas entre as sub-regiões são devidas a uma série de fatores históricos e à adoção de medidas econômicas diferenciadas em âmbito das mesmas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, D. S. An Analysis of the geographical patterns of deforestation in Brazilian Amazônia in the 1991 – 1996 period. In: **Land use and deforestation in the Amazon** (in press). University of Florida, Gainesville, Florida. 2001.
- ALVES, D. S.; ESCADA, M. I.; PEREIRA, J. L. G.; LINHARES, C. A. Land use intensification and abandonment in Rondônia, Brazilian Amazonia. **International Journal of Remote Sensing**. Vol.24, n° 4. p.899-903. 2003.
- ANDERSON, J. R. HARDY, E. E. ROACH, J. T. WITMER, R. E. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Rio de Janeiro, SUPREN-IBGE, 1979. 78p. (Série Paulo Assis Ribeiro, 9).
- BATISTELLA, M. **Landscape change and land-use/land-cover dynamics in Rondônia, Brazilian Amazon**. Indiana University, October, 2001.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energias. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAM**. Folha SA 21 Santarém; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 1v. (Levantamento de Recursos Naturais, 10).
- HEBETTE, G ; MARIN. **Colonização espontânea, política e agrária e grupos sociais**. NAEA. Belém, 1977.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. IBGE, Rio de Janeiro, 1992. 92p
- RICHARDS, J. A **Remote sensing digital images analysis: an introduction**. Berlin, Springer-Verlag, 1986. 281p
- SILVA, A. J. F. M. **Classificação automática bayesiana de imagens de satélite**. Rio de Janeiro, IBM - Centro Científico, 1992. 15p.
- VENTURIERI, A. Segmentação de imagens e lógica nebulosa para treinamento de uma rede neural artificial na caracterização do uso da terra na região de Tucuruí (PA). São José dos Campos: INPE, 1996. **Dissertação de Mestrado**. 118p. (INPE-6645-TDI/622).
- Venturieri, A.; Sampaio, S. M. N.; Watrin, O. **Zoneamento Agroecológico das Áreas de Remanescentes de Quilombos**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 1999.
- VENTURIERI, A.; FIGUEIREDO, R.O.; WATRIN, O.S.; MARKEWITZ, D. Utilização de imagens Landsat e CBERS na avaliação da mudança do uso e cobertura da terra e seus reflexos na qualidade da água em microbacia hidrográfica do município de Paragominas, Pará. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 1127-1134.
- WATRIN, O.S.; SAMPAIO, S.M.N.; VENTURIERI, A. Dinâmica da vegetação e do uso da terra no “Polígono dos Castanhais”, Sudeste Paraense, utilizando geotecnologias. **Geografia**, v. 26, n. 3, p. 37-54. dez. 2001.
- WATRIN, O. S.; VENTURIERI, A.; SAMPAIO, S. M. N. **Análise de Dinâmica da Paisagem do Município de Marabá, PA**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 1998.

