

# ANEXO J



Ministério da  
Ciência e Tecnologia



INPE-00000-RPQ/0000

**SISTEMA DE LUGARES: CARACTERIZAÇÃO DE PADRÕES E  
TRAJETÓRIAS DE USO E COBERTURA OBSERVANDO A SEDE  
MUNICIPAL E SEU ENTORNO E OS NOVOS CONTEXTOS PARA  
A DICOTOMIA URBANO-RURAL NA AMAZÔNIA.**

Ana Paula Dal'Asta<sup>1</sup>  
Maria Isabel Sobral Escada<sup>1</sup>  
Silvana Amaral<sup>1</sup>  
Antônio Miguel Vieira Monteiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Divisão de Processamento de Imagens- DPI/OBT - INPE

Relatório Técnico - Projeto URBISAMAZÔNIA

URL do documento original:  
<<http://urlib.net/xx/yy>>

INPE

São José dos Campos  
2013

# Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Caracterização de padrões e trajetórias de uso e cobertura da terra observando a sede municipal de Santarém e seu entorno.</b> .....	<b>5</b>
2.1 Contextualização .....	5
2.2 Materiais e métodos .....	6
Área de estudo .....	6
2.2.1 Metodologia .....	7
2.2.2 Resultados .....	10
2.2.3 Conclusões .....	15
<b>3 Tipologia de Comunidades: Estrutura Espacial de Comunidades</b> .....	<b>16</b>
3.1 Contextualização .....	16
3.2 Área de Estudo .....	18
3.3 Materiais e Métodos .....	18
3.3.1 Procedimentos metodológicos .....	18
3.3.2 Resultados obtidos nas comunidades ribeirinhas do Baixo Tapajós .....	20
3.4 Considerações Finais .....	28
<b>4 Referências Bibliográficas</b> .....	<b>29</b>

# 1 Introdução

Este relatório reporta as atividades desenvolvidas na meso e micro escala do projeto Urbis. Duas atividades são descritas, a primeira delas trata de um trabalho desenvolvido na região de Santarém e seu entorno, com uma abordagem que utiliza técnicas de mineração de dados em dados de sensoriamento remoto para a classificação de padrões de desmatamento, para avaliar as alterações no arranjo espacial urbano. Este trabalho apresenta uma análise das terras ocupadas com culturas agrícolas e pastagens no entorno da cidade de Santarém e do espaço intraurbano no período entre 1990 e 2010. Consideramos nesse trabalho o conceito de urbanização extensiva proposto por Monte-Mór (1994) em que o fenômeno urbano na Amazônia não se restringe apenas às cidades e vilas amazônicas, mas espalha-se pelo território, integrando espaços rurais e urbanos de modo que as alterações em um desses espaços refletem na estruturação do outro.

Para melhor compreender as relações do espaço urbano com a área adjacente será avaliada a dinâmica populacional da cidade de Santarém e dos núcleos próximos. Dados complementares sobre mobilidade e presença de equipamentos e infraestrutura urbana deverão ser acrescentados, refinando a caracterização dos padrões intraurbanos. Dados de trabalho de campo coletados em comunidades de terra firme realizado em 2013 nessa região, deverão ser incluídos nessas análises.

Na segunda atividade, propomos o uso de técnicas estatísticas multivariadas para definir tipologias para as comunidades ribeirinhas do Rio Arapiuns e de *Terra Firme* na região de Santarém da Transamazônica e da Br-163 (Novo Progresso), com base em variáveis descritoras obtidas a partir de dados de levantamento de campo. Essas técnicas foram utilizadas com os dados de campo obtidos nas comunidades do baixo Tapajós e deverão ser aplicadas nas 49 comunidades ribeirinhas visitadas no rio Arapiuns em 2012 e 54 comunidades de *Terra Firme* visitadas em 2013. Nessa análise serão acrescentadas variáveis relacionadas com o uso de recursos extrativistas de origem vegetal e animal e mobilidade populacional além de variáveis

socioeconômicas, indicadoras de bem-estar. Essas duas atividades com seus respectivos resultados são apresentados nas seções que seguem.

## **2 Caracterização de padrões e trajetórias de uso e cobertura da terra observando a sede municipal de Santarém e seu entorno.**

### **2.1 Contextualização**

Diversos são os fatores e agentes que atuam na Amazônia brasileira condicionando diferentes velocidades e padrões de ocupação do território e desmatamento da cobertura florestal original (Amaral et al., 2001). Por isso, estudos acerca das transformações e características do espaço amazônico são fundamentais para atividades de planejamento territorial. Escada et al. (2009) e Alves et al. (2010) atentam para importância de

Para analisar as relações entre a dinâmica da cobertura da terra e os estágios de ocupação na Amazônia, diversos estudos (Silva et al., 2008; Saito et al., 2011; Gavlak et al., 2011) utilizam a abordagem em células e dados de desmatamento do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite – PRODES (INPEa, 2010). Atributos como forma, dinâmica e arranjo espacial do desmatamento podem ser associados a diferentes tipos, atores e estágios de ocupação possibilitando compreender os principais processos de mudança da cobertura da terra de uma região (Geist; Lambim, 2001). As abordagens desses estudos contemplam a construção de uma tipologia, utilização do espaço celular, técnicas de segmentação de imagens e mineração de dados, e classificação de padrões baseadas em métricas de paisagem, obtendo resultados bastante satisfatórios para a caracterização das dinâmicas regionais (Silva et al, 2008; Saito et al, 2011; Gavlak et al, 2011). Considerando que as diferentes formas de mudança de uso e cobertura da terra podem apresentar padrões espaciais característicos, detectar estes padrões pode auxiliar na compreensão das dinâmicas e processos de áreas distintas.

## 2.2 Materiais e métodos

### Área de estudo

O recorte espacial adotado neste trabalho corresponde à porção leste do município de Santarém (PA), no entorno da área urbana de Santarém e de Belterra (Figura 1), no Planalto Santareno, onde se encontram as principais áreas agrícolas do município (Escada et al.,2009). De acordo com os dados do censo agropecuário (IBGE, 1996; 2006), no período entre 1996 a 2006 a área plantada de soja passou de 0,27 ha para 6.863 ha, e as lavouras de mandioca e arroz apresentaram incremento de 12.214 ha e de 5.824 ha, respectivamente. Diferentemente da soja, essas culturas geralmente estão associadas a pequenas propriedades. Nesse mesmo período, o efetivo bovino diminuiu de 105.400 cabeças para 71.436 cabeças em 2010 (IBGE, 1996; 2006).

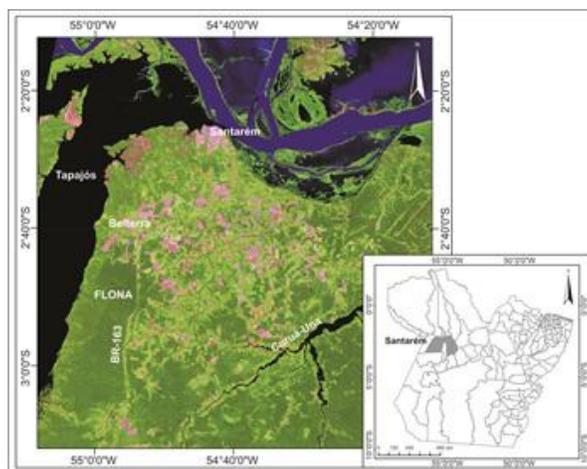


Figura 1. Área de estudo: porção leste do município de Santarém (PA).

Em termos populacionais, o município, nos últimos 20 anos, apresentou incremento de 29.518 habitantes, observado, sobretudo na área urbana, que passou de 180.018 habitantes, em 1991, para 215.947 habitantes, em 2010. Por sua influência regional, na rede urbana brasileira, Santarém é classificado como um centro regional de influência C (IBGE, 2008), sendo referido como destino preferencial por um grande número de municípios, para diferentes atividades. Além de exercer forte alcance, com relação ao comércio e serviços na região do baixo Tapajós, a presença da Cargill e do porto (de Santarém) conferem à cidade o papel de nó da rede fluvial para o escoamento da

produção do Mato Grosso (Escada et al., 2009) associado à presença da BR-163 (Rodovia Cuiabá-Santarém).

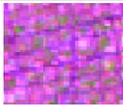
### **2.2.1 Metodologia**

Para a análise dos padrões espaciais urbanos e das terras ocupadas com culturas agrícolas e pastagens em Santarém, foram utilizadas imagens Landsat TM-5, para os anos de 1990, 1991, 1999 e 2010, obtidas da base de dados do Projeto PRODES (INPE, 2010a). A interpretação visual das imagens na composição 345-BGR foi utilizada para a identificação dos padrões urbanos. Trajetórias de expansão e adensamento definiram as dinâmicas da ocupação urbana no período. Para o entorno de Santarém o procedimento adotado consistiu na aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) no conjunto de imagens, construção de tipologia e uso de técnicas de mineração de dados para a classificação dos padrões da estrutura das terras agrícolas. As etapas metodológicas empregadas são detalhadas a seguir.

#### **2.2.1.1 Área urbana de Santarém**

O recorte urbano adotado neste trabalho baseia-se na classificação da área urbana proposta por Brigatti et al. (2011) adaptada aos limites dos setores censitários urbanos (IBGE, 2010). Foram definidos cinco padrões de ocupação baseados na estrutura espacial urbana (Tabela 1). Densidade de ocupação, presença de vegetação e traçado urbano foram os principais critérios utilizados nesta classificação, adaptados do sistema de classificação LCCS (Land Cover Classification System). O sistema Spring v 4.3.3 foi utilizado para processar as imagens e extrair as informações, adotando-se área de 3,5 ha como unidade mínima de mapeamento. Informações obtidas em campo (Dal'Asta et al., 2011) foram utilizadas como referência para a validação dos padrões de ocupação urbana obtidos.

Tabela 1. Tipologias dos padrões de ocupação urbana de Santarém.

<b>P</b> <b>adrão</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Descrição</b>
	<i>Ocupação adensada</i>	> 80% de espaço construído; asfalto; vegetação inferior a 15%; traçado urbano bem definido; ocupação vertical.
	<i>Mediamente adensada</i>	50 – 80% de espaço construído; vegetação 20 a 40%; traçado urbano definido.
	<i>Baixa densidade</i>	30 – 50% de espaço construído; vegetação entre 40 e 60%; traçado do arruamento definido.
	<i>Expansão</i>	Menos de 30% espaço construído; vegetação entre 40% e 80%; ruas; significativas áreas com movimentação de solo.
	<i>Empreendimentos e áreas institucionais</i>	Áreas com indústrias e institucionais.
	<i>Vegetação</i>	>80% de vegetação arbórea

Para a análise da dinâmica da ocupação urbana utilizou-se a abordagem baseada em células. Os padrões de ocupação urbana foram desagregados em células de 250 x 250 m, com o uso do plugin preenchimento de células do sistema TerraView 4.20. Para cada célula foram definidas trajetórias de expansão e adensamento para dois períodos: de 1991 a 1999 e de 1999 a 2010. As trajetórias de expansão se caracterizam pela mudança no período de tempo analisado de um padrão com ausência de ocupação (vegetação) para padrões com ocupação humana (empreendimentos e áreas institucionais, expansão, baixa densidade, mediamente adensada e adensada). Por sua vez, as trajetórias de adensamento correspondem a células que no período de tempo analisado passaram de um padrão de ocupação humana para algum padrão de maior densidade de ocupação.

### 2.2.1.2 Entorno de Santarém

A análise do arranjo das terras com uso agrícola no entorno de Santarém baseia-se nos estudos desenvolvidos por Silva et al. (2008), Gavlak et al.

(2011) e Saito et al. (2011) para a identificação dos padrões de ocupação a partir de dados de desmatamento na região amazônica. A classificação dos padrões de ocupação, para os anos de 1990, 1999 e 2010, foi realizada segundo a tipologia apresentada na Tabela 2, para células de tamanho de 3 x 3 km. A resolução do espaço celular foi escolhida a partir da análise do mapeamento das áreas indicativas da organização das terras com uso agrícola e com pastagens, adequada para a representação dos padrões de interesse. Áreas de solo exposto, solo preparado e com cultivo, bem como as áreas com pastagens para a pecuária foram utilizadas como indicativas do padrão de ocupação da região.

Tabela 2. Tipologia dos padrões de terras agrícolas no entorno de Santarém.

<b>Padrão</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Descrição</b>	<b>Padrão de ocupação</b>
	<i>Contínuo</i>	Representa classes de água, área urbana, floresta e/ou vegetação secundária.	Não agrícola
	<i>Difuso</i>	Pequenas manchas; Manchas isoladas; Baixa a média densidade.	Agricultura itinerante; pequena produção.
	<i>Linear</i>	Manchas alongadas e estreitas, intercalado com manchas pequenas, apresentando distribuição contínua em uma direção.	Agricultura associada às estradas (assentamentos em fase inicial) ou a ocupação ribeirinha.
	<i>Geométrico</i>	Forma geométrica regular; Tamanho médio a grande; Formas não contínuas; Densidade de manchas baixa a média.	Talhões de agricultura mecanizada ou pecuária de grande porte, associados a médios e grandes produtores.
	<i>Geométrico contínuo</i>	Formas geométricas regulares contínuas; Segmentos médios a grandes; Média a alta densidade.	Agricultura mecanizada com significativas áreas de produção concentradas ou pecuária de grande porte; médios e grandes produtores.

	<p><i>Misto</i></p>	<p>Formas irregulares associadas com formas geométricas; Média a alta densidade.</p>	<p>Talhões grandes e médios com produção mecanizada ou pecuária de grande porte e pequenas áreas de produção agrícola.</p>
---	---------------------	--	--

Para a individualização das áreas indicativas da estrutura de terras agrícolas utilizou-se o algoritmo Modelo Mistura (Shimabukuro; Smith, 1991) no conjunto de imagens gerando imagens sintéticas frações solo, sombra e vegetação. As imagens frações vegetação e sombra foram utilizadas para a classificação por meio da interpretação visual, das áreas com floresta, vegetação secundária, água e núcleos urbanos. Para o mapeamento das áreas de florestas no ano de 2010 empregaram-se dados auxiliares do PRODES (INPE, 2010a). Essas classes foram incorporadas como máscara na imagem fração solo, de modo que somente as áreas indicativas da estrutura das terras agrícolas fossem utilizadas para a segmentação. Dados auxiliares do TerraClass (INPE, 2010b) do ano de 2008, foram utilizados para avaliar visualmente a classificação. Os limiares utilizados para a segmentação das imagens fração solo foram similaridade 19 e área 25, conforme resultados de testes empíricos.

A classificação dos padrões associados ao uso agrícola representados em células baseou-se em métricas de paisagem, no sistema de mineração de dados GeoDMA - Geographic Data Mining Analyst (Korting, et al., 2008). Esse sistema utiliza as métricas de paisagem em um algoritmo supervisionado de árvore de decisão C4.5 que classifica objetos ou células, cujo resultado é um mapa de padrões com as células classificadas de acordo com a tipologia predefinida.

### 2.2.2 Resultados

Os principais resultados obtidos foram a caracterização e mapeamento dos padrões espaciais de ocupação urbana de Santarém e a classificação dos padrões associados ao uso agrícola no entorno de Santarém, para o período de 1990 a 2010.

### 2.2.2.1 Padrões de ocupação urbana em Santarém

O mapeamento dos padrões de ocupação urbanos de Santarém para os anos de 1991, 1999 e 2010 é apresentado na Figura 2. Observa-se que a área urbana se desenvolve em torno de três manchas e que os vetores de expansão estão associados principalmente às manchas central e leste, orientados pelos eixos rodoviários da BR-163 e PA-370 (Rodovia Curuá-Una), respectivamente. Oliveira (2008) observa que o eixo associado a PA-370 constitui o vetor de expansão mais significativo, enquanto que na porção central o eixo da BR-163 encontra-se integrado à malha urbana que é mais contígua.

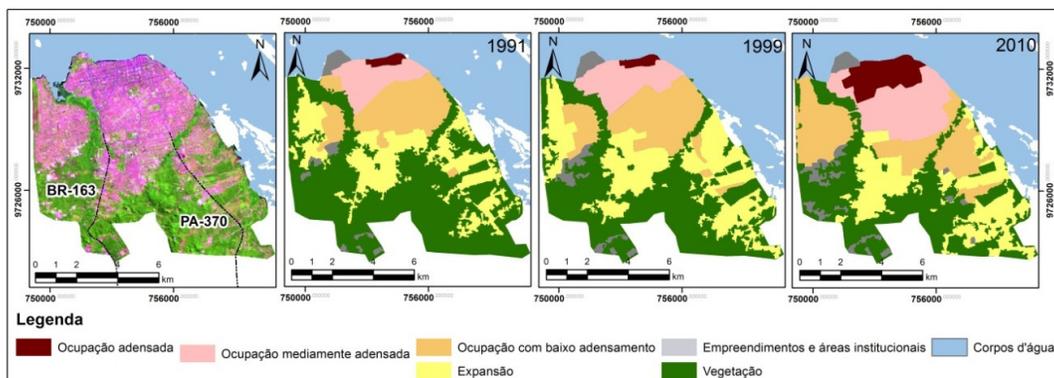


Figura 2. Mancha urbana (2010) e padrões de ocupação em Santarém para 1991, 1999 e 2010.

Em 1991 e 1999 as classes expansão e baixo adensamento foram as que apresentaram maior área (Figura 3). Em 2010, a classe baixo adensamento foi majoritária. A classe adensada apresentou crescimento significativo, apesar de ter se mantido constante no período anterior. A classe empreendimentos e áreas institucionais apresentou crescimento sutil. A classe médio adensamento apresentou redução em 2010 em relação aos anos anteriores. Ressalta-se que as áreas dotadas com melhor infraestrutura urbana estão associadas às classes adensada e medianamente adensada, que correspondem as áreas com ocupação mais antiga.

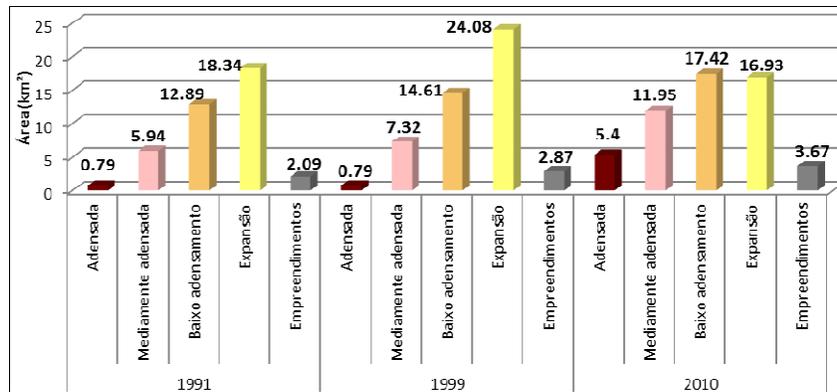
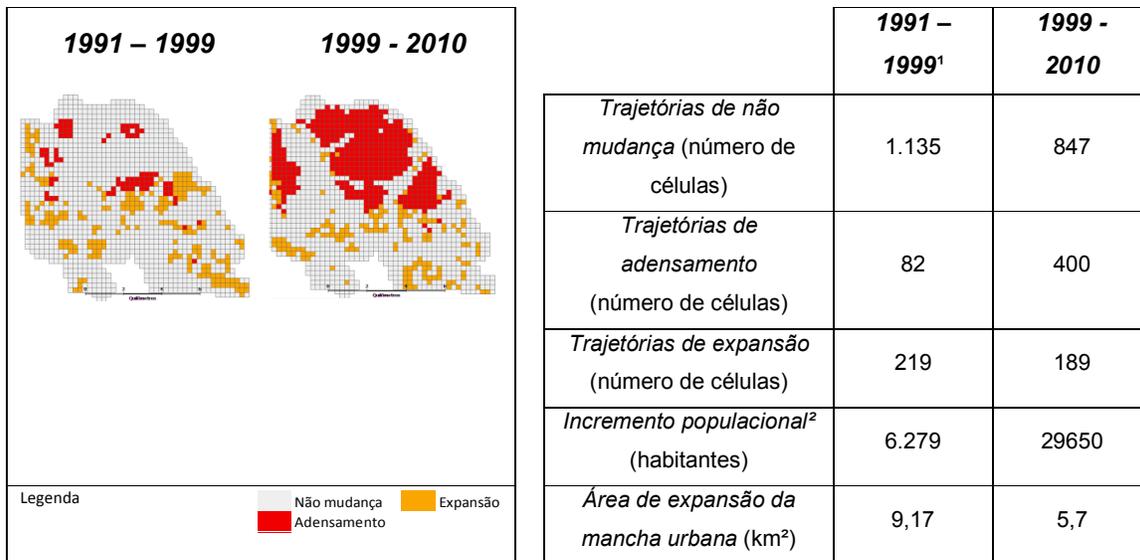


Figura 3. Área (km<sup>2</sup>) ocupada pelos padrões urbanos para 1991, 1999 e 2010 em Santarém.

As trajetórias obtidas (Figura 4) indicam dinâmicas de ocupação urbana diferenciadas entre os dois períodos. Para as trajetórias de mudanças no período de 1991 a 1999, as células com trajetórias de expansão predominam. Nesse período a área da mancha urbana passou de 40,5 km<sup>2</sup> em 1991, para 49,67 km<sup>2</sup> em 1999, com incremento populacional de pouco mais de 6.000 habitantes. A densidade de habitantes apresentou redução: de 4.500 hab/km<sup>2</sup> em 1991, para 3.750 hab/km<sup>2</sup> em 1999. Nas trajetórias de mudança para o período de 1999 a 2010 as células com trajetórias de adensamento predominam, totalizando 400 células. A expansão em termos de área da mancha urbana nesse período foi de pouco mais de 5 km<sup>2</sup>, enquanto que a população aumentou em quase 30 mil habitantes. Houve adensamento populacional em 2010, registrando-se 3.900 hab/km<sup>2</sup>, mas ainda inferior ao obtido em 1991. Analisando o crescimento urbano em Santarém a partir de 1980, Oliveira (2008) sugere que a introdução da cultura da soja, especialmente no final da década de 1990, estimulou a expansão e o adensamento da ocupação. Ao incorporar grandes áreas agrícolas, o agronegócio provocou a desagregação na agricultura familiar, forçando a vinda de migrantes das áreas rurais para a cidade (Pereira, 2004). Processo este que pode ter contribuído com a periferização de Santarém: o censo de 2010 computou 43.197 habitantes residindo em 18 aglomerados subnormais (assentamentos irregulares) (IBGE, 2010).



<sup>1</sup> Dados populacionais referentes ao censo demográfico de 2000.

<sup>2</sup> Fonte: Censos demográficos (IBGE, 1991, 2000 e 2010).

Figura 4. Evolução da área urbana de Santarém para os períodos de 1991-1999 e 1999-2000.

### 2.2.2.2 Estrutura de terras agrícolas no entorno de Santarém

Para classificar os padrões da estrutura de terras agrícolas para os dois períodos de referência, na árvore de decisão obtida (Figura 5) utilizaram-se quatro métricas (percentual da paisagem, densidade de manchas e dois índices relacionados à forma) para discriminar os seis padrões definidos na tipologia. A árvore de decisão foi considerada adequada conforme o resultado da matriz de confusão de avaliação das amostras (Tabela 3), com coeficiente Kappa geral de 0.95.

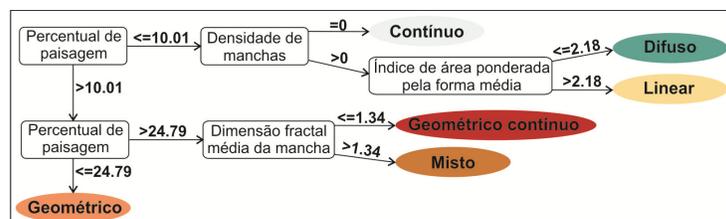


Figura 5. Árvore de decisão utilizada para a classificação dos padrões de estrutura de terras.

Tabela 3. Matriz de confusão das amostras de treinamento para os anos de 1990, 1999 e 2010.

	<i>Contínuo</i>	<i>Difuso</i>	<i>Linear</i>	<i>Geométrico</i>	<i>Geométrico contínuo</i>	<i>Misto</i>
<i>Contínuo</i>	11	0	0	0	0	0
<i>Difuso</i>	0	7	0	0	0	0
<i>Linear</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Geométrico</i>	0	0	0	22	1	0
<i>Geométrico contínuo</i>	0	0	0	2	7	0
<i>Misto</i>	0	0	0	0	0	5

A Figura 6 apresenta os padrões de estrutura das terras agrícolas do entorno de Santarém para os anos de 1990, 1999 e 2010. De modo geral, observa-se o aumento significativo dos padrões associados à agricultura de grandes extensões destinada à produção mecanizada de grãos, especialmente a soja, e/ou pastagens para pecuária de grande porte. Os padrões associados à concentração de terras para agricultura e pecuária em larga escala (geométrico, geométrico contínuo e misto) representaram 124 células em 1990, 258 células em 1999 e 330 células em 2010. Esses padrões localizam-se especialmente na porção central da área de estudo, no Planalto Santareno cuja morfologia permite a mecanização. Para Escada et al. (2009) além do relevo e do asfaltamento da BR-163 próximo a Santarém, a localização das áreas agrícolas próximas às margens do Rio Amazonas e a existência do porto da Cargill (Santarém) possibilitam o comércio e o escoamento da produção para os mercados interno e externo.

O padrão difuso apresentou significativo aumento no número de células em 1999 (416) estando relacionado à conversão florestal para a expansão das áreas agrícolas, especialmente nas porções leste e sul. O padrão difuso, relacionado à ocupação de pequenos produtores rurais nas margens do rio Curuá-Una no ano de 1990, se expandiu na porção sul e passou a englobar talhões geométricos e extensos caracterizando o padrão geométrico nos anos seguintes. Este resultado se explica pela concentração de terras para a agricultura de larga escala. Na porção leste, o padrão linear se tornou bastante significativo e está associado às áreas de projetos de assentamento (PA) do INCRA com padrões indicativos de estágios iniciais de ocupação, como o PA Ituqui, implantado em 1987, PA Corta Corda, em 1997, e PA Tapera Velha, em

1998. Às margens do Rio Tapajós, o padrão linear foi expressivo em 2010 explicado pela estrada Trans-Tapajós.

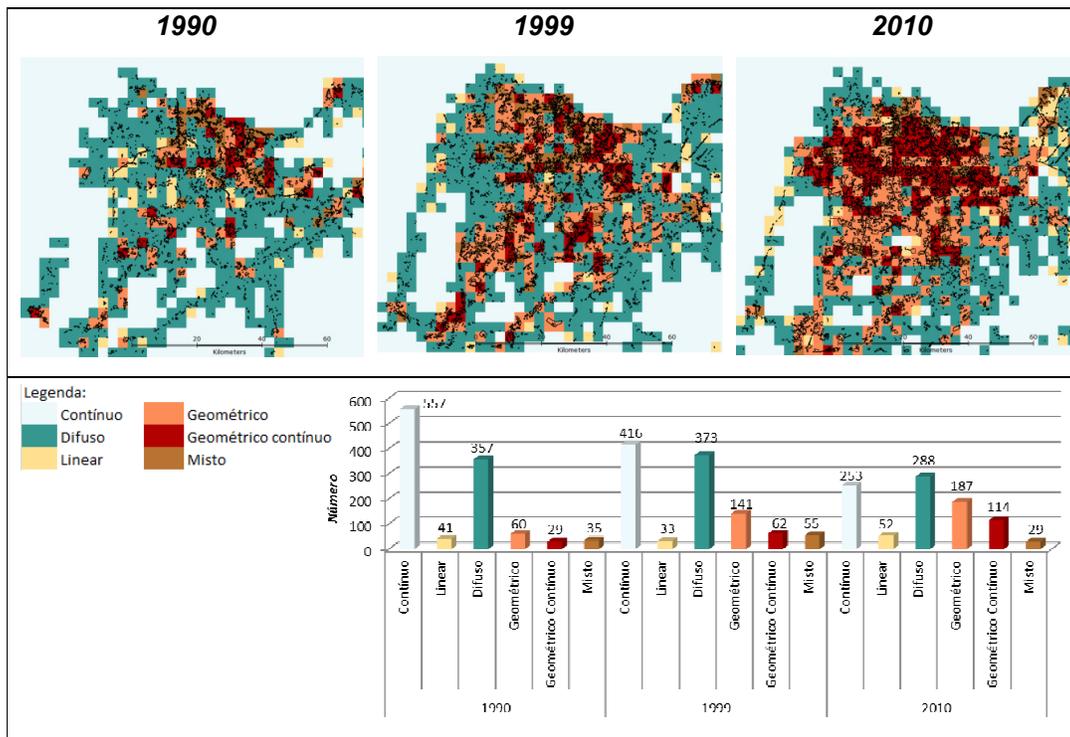


Figura 6. Padrões de estrutura das terras agrícolas em Santarém –1990, 1999 e 2010.

### 2.2.3 Conclusões

A classificação dos padrões espaciais urbanos e dos padrões associados a terras agrícolas do entorno foi útil para descrever a dinâmica da ocupação na região de Santarém. De modo geral, no período de 1990 a 2010 tanto a mancha urbana quanto o entorno de Santarém apresentaram mudanças nos padrões espaciais. Para o entorno de Santarém a entrada da produção de grãos, especialmente a soja, alterou a estrutura das terras agrícolas, corroborando com outros estudos desenvolvidos na região. Para a área urbana, de 1991 a 1999 ocorreu a expansão da ocupação, enquanto que entre 1999 a 2010 a dinâmica foi marcada pelo adensamento das áreas ocupadas. As alterações na estrutura de terras no entorno de Santarém podem ter influenciado a organização espacial da cidade, entretanto não foi possível avaliar a influência direta da entrada do agronegócio na estrutura espacial urbana. Ressalta-se que a urbanização de Santarém, no período analisado,

acompanhou a tendência dos demais municípios da Amazônia, com significativo crescimento da população urbana.

A metodologia para analisar a estrutura de terras agrícolas evidenciou os padrões e sua evolução, indicando a validade da adaptação da tipologia de padrões de desmatamento para estudar a dinâmica de conversão de diferentes usos da terra na região Amazônica. Contudo, para um estudo mais conclusivo sobre os efeitos da produção mecanizada de grãos na dinâmica do município e sua urbanização, seria necessário analisar dados populacionais não apenas da área adjacente; além da área urbana, deveriam ser incluídos os distritos de Santarém e Belterra, para avaliar a dinâmica populacional dos núcleos próximos a Santarém. Para a dinâmica da área urbana de Santarém, dados complementares de população e presença de equipamentos e infraestrutura urbana devem ser acrescentados, refinando a caracterização dos padrões intraurbanos.

Estudos como este que visam entender como o espaço rural se articula com o urbano são de grande importância na gestão pública da Amazônia. A compreensão dos processos históricos e das tendências de evolução fornecem embasamento para proposição de ações mais eficazes que levem em consideração os atores e processos de cada área, seja para fins de conservação ou desenvolvimento socioeconômico.

### **3 Tipologia de Comunidades: Estrutura Espacial de Comunidades**

#### **3.1 Contextualização**

Estudos recentes ressaltam o papel dos núcleos populacionais no contexto local e regional para uma tipificação da rede urbana da Amazônia. Cardoso e Lima (2006) utilizam o arranjo espacial, as características intraurbanas e os fatores de consolidação como elementos definidores das tipologias espaciais de núcleos populacionais na Amazônia Oriental. Por sua vez, a partir de um conjunto de arranjos institucionais, Schor e Costa (2011) propõem uma tipologia que evidencie a funcionalidade e abrangência das sedes municipais da calha do Rio Solimões-Amazonas.

Adotando o conceito de urbanização extensiva de Monte-Mór (1994), neste trabalho entendemos que o fenômeno urbano na Amazônia se espalha no território, não se restringindo apenas às cidades e vilas amazônicas. Conforme proposto por Cardoso e Lima (2006), o fenômeno urbano inclui outras formas sócio-espaciais como os projetos de assentamento, áreas indígenas, unidades de conservação, pistas de pouso, áreas de mineração e de indústrias, sedes de fazendas e, em especial no caso deste trabalho, comunidades ribeirinhas. Amaral et al. (2009) e Escada et al. (2009) destacam a importância de estabelecer diferentes escalas para interpretar a realidade Amazônica, haja visto que muitos processos que são observados na escala regional ocorrem em diferentes graus e intensidades quando a escala analítica é focada no nível local (AMARAL et al., 2009), principalmente quando se busca entender como a rede urbana se estrutura em seus diferentes níveis hierárquicos.

Sathler et al. (2010) discutem a organização hierárquica das cidades da Amazônia e propõem direcionar as análises para os espaços que sediaram as maiores transformações urbanas na região. Aplicando o modelo GoM (Grade of Membership) para municípios com mais de 20 mil habitantes, os autores identificaram quatro perfis de hierarquia, sugerindo que a posição de um determinado centro na Amazônia é em grande parte influenciado por variáveis relacionadas com as diferenças sociais, pobreza e capacidade dos municípios de fornecer vários tipos de serviços à população.

Considerando diferentes escalas de interpretação da rede urbana, os estudos de categorização dos núcleos populacionais combinam diferentes tipos de dados e técnicas de análises. Para a região amazônica, os censos demográficos constituem a principal fonte de dados para estudos regionais e subregionais, e no nível local, são privilegiadas as pesquisas de base comunitária (GARCIA et al., 2007; GUEDES et al., 2009; SCHOR; COSTA., 2011; PARRY et al., 2010a). Estes dados são combinados, principalmente com metodologias de análise multivariada, como abordado por Garcia et al. (2007) e Guedes et al. (2009).

A partir do diagnóstico inicial das comunidades ribeirinhas do baixo Tapajós, no oeste do estado do Pará (AMARAL et al., 2009), observou-se que o gradiente da rede de infra-estrutura e conexões regionais destas comunidades é bastante variável ao longo do rio, fato observado também por Parry et al. (2010b) para comunidades ribeirinhas no estado do Amazonas. Para entender a relação do espaço geográfico com a condição das comunidades ribeirinhas, este trabalho propõe o uso de técnicas estatísticas multivariadas para a definição de uma tipologia para as comunidades ribeirinhas (Rio Tapajós e Arapiuns) e de *Terra Firme*, baseando-se em um conjunto de variáveis descritoras das comunidades, construídas e obtidas a partir de trabalhos de campo.

### **3.2 Área de Estudo**

A área de estudo abrange a região Sudoeste do Pará incluindo os municípios de Altamira, Santarém, Placas, Rurópolis, Belterra, Mojuí dos Campos, Itaituba, Novo Progresso, Uruará, Trairão e Aveiro. Compreende um mosaico de regiões com distintas dinâmicas econômicas, demográficas e de uso da terra (ALVES et al., 2010; ESCADA et al., 2009). Desta forma, foram realizados levantamentos de campo e estudos específicos para as diferentes regiões ribeirinhas e de *Terra firme*. A área de estudo deverá compreender as comunidades ribeirinhas no Arapiuns do município de Santarém e comunidades de Terra firme espalhada por 11 municípios e que serão agrupadas de acordo com os diferentes contextos regionais e histórias de ocupação

### **3.3 Materiais e Métodos**

#### **3.3.1 Procedimentos metodológicos**

Apropriando-se do conceito de urbanização extensiva (MONTE-MÓR, 1994), neste trabalho, as comunidades ribeirinhas e de *terra firme* são consideradas unidades espaciais de ocupação humana que definem a estrutura básica do território. As relações entre as comunidades configuram redes de interações urbanas em um nível hierárquico basilar, que pelo detalhe da escala de análise não são capturadas nos estudos formais das regiões de influência das cidades - REGIC (IBGE, 2008). Assim como as propriedades

particulares de cada nó em uma rede condicionam a atratividade que exercem sobre os outros, as características das comunidades definem a importância local destas unidades na estruturação do território e uma hierarquia para as comunidades. A metodologia proposta foi definida com o objetivo de caracterizar as comunidades e classificá-las de modo a construir uma tipologia que reflita condições semelhantes e represente a estrutura hierárquica das comunidades.

Como abordagem metodológica propõe-se o uso de técnicas estatísticas multivariadas para o reconhecimento de padrões homogêneos dos núcleos populacionais localizados no Arapiuns e na região de Terra firme. Inicialmente, fez-se o levantamento em campo de informações referentes à infra-estrutura, rede de serviços, mobilidade e de uso da terra para amostras dos núcleos populacionais. Os dados referentes às comunidades visitadas são usados para construir variáveis quantitativas que devem ser padronizadas e sistematizadas em uma base de dados. É utilizada análise de principais componentes para a redução dos atributos com maior variabilidade para as comunidades e o procedimento de agrupamento hierárquico para a identificação de agrupamentos, ou *clusters*, das comunidades. Observações de campo são utilizadas para verificar os resultados.

Para as análises de componentes principais e de agrupamento hierárquico o software R v2.12.1 (IHAKA; GENTLEMAN, 1996), é utilizado aplicando-se a metodologia Agrupamento Hierárquico baseado em Componentes Principais (HCPC), função do pacote FactoMineR (LÉ et al., 2008). A análise de componentes principais combinada à análise de agrupamento enriquece a análise descritiva. Na análise de componentes principais o objetivo é reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados originais, sem perder as informações importantes desse conjunto, e no agrupamento hierárquico buscando-se classificar os indivíduos, gerando agrupamentos (clusters) em diferentes níveis hierárquicos representados por um dendograma. A definição do número adequado de grupos, bem como a consistência de cada um e das variáveis que os individualizaram, é feita empiricamente a partir de testes e da experiência dos autores proveniente das observações e evidências de campo.

### 3.3.2 Resultados obtidos nas comunidades ribeirinhas do Baixo Tapajós

No trabalho realizado com as comunidades ribeirinhas do Tapajós (submetido) foram analisadas 30 variáveis, das quais as relacionadas à infraestrutura e uso da terra foram as principais responsáveis pela classificação dos grupos. Conforme observado por (AMARAL et al., 2009), as relações de dependência entre as comunidades são estabelecidas principalmente pela oferta de saúde e educação, sendo que o acesso à educação é fator crucial para o crescimento ou o abandono das povoações ribeirinhas, corroborado por Parry et al. (2010b). Para comunidades próximas a Santarém e Belterra na BR163, Guedes et al. (2009) constataram que os três principais fatores que influenciam a urbanização, no nível de comunidade, são o tamanho da população, qualidade de infra-estrutura e disponibilidade dos serviços, e estabeleceram 900 habitantes como limite para indicar a presença de serviços especializados. A Tabela 4 apresenta as comunidades pertencentes a cada grupo, bem como as variáveis que os individualizaram. A Figura 7 apresenta o particionamento hierárquico do dendograma (7A) e a distribuição dos grupos no território (7B). Uma descrição detalhada de cada grupo é apresentada a seguir.

Tabela 4: Grupos de comunidades identificados a partir da análise de agrupamento e variáveis mais importantes para a individualização dos grupos.

Grupos	Principais variáveis	Comunidades
1	Mantimentos, ensino fundamental, igreja, arroz, bolsa família, número de pessoas, mandioca, frutas, merenda, pesca e caça	Jtuarana, São Francisco do Godinho, Lago Pireira, Monte Cristo, Pauini, Castanho.
2	UC, Saúde e Alegria, arroz, açaí, caça, margem, ensino infantil, instituições, ensino fundamental, gado	Maguari, São Domingos, Jamaraquá, Acaratinga, Jaguarari, Pedreira, Marituba, Marai, Tauari, Pini, Prainha, Itapaiuna, Paraíso, Itapuama, Uruará, Cametá, Nova Vista, Vista Alegre do Muratuba, Joarituba, Vista Alegre Capixaua.
3	Castanha, gado, arroz, bolsa família, açaí, lixo, UC, saúde e alegria	Tavio, Cupu, São Tomé, São Francisco Cachoeira do Americano, Pedra Branca, Nossa Senhora Aparecida, Tumbira, Apacê, Uricurituba, Daniel Carvalho, Paraná Mirim, Santa Cruz, Nazaré Itaituba,

		Ipaupixuna, Paraná Moreira, Curitiba.
4	Ensino fundamental, merenda, lixo, ensino infantil, bolsa família, castanha, energia, arroz e açaí	Cauçu-Epá, Vista Alegre, Escrivão, Pinhel, Boim, Paraná Pixuna, Muratuba, Suruacá, Nazaré Marai, Taquara, Santarenzinho, Ipiranga II, Independência II, Cury-Teçá, Porto Novo, Pindobal.
5	Mercado-bar-restaurante, igreja, número de pessoas, telefone, posto de saúde, energia, EJA, lixo, mineração, mandioca, campo de futebol	Piquiatuba, Brasília Legal, Barreiras, Fordlândia.

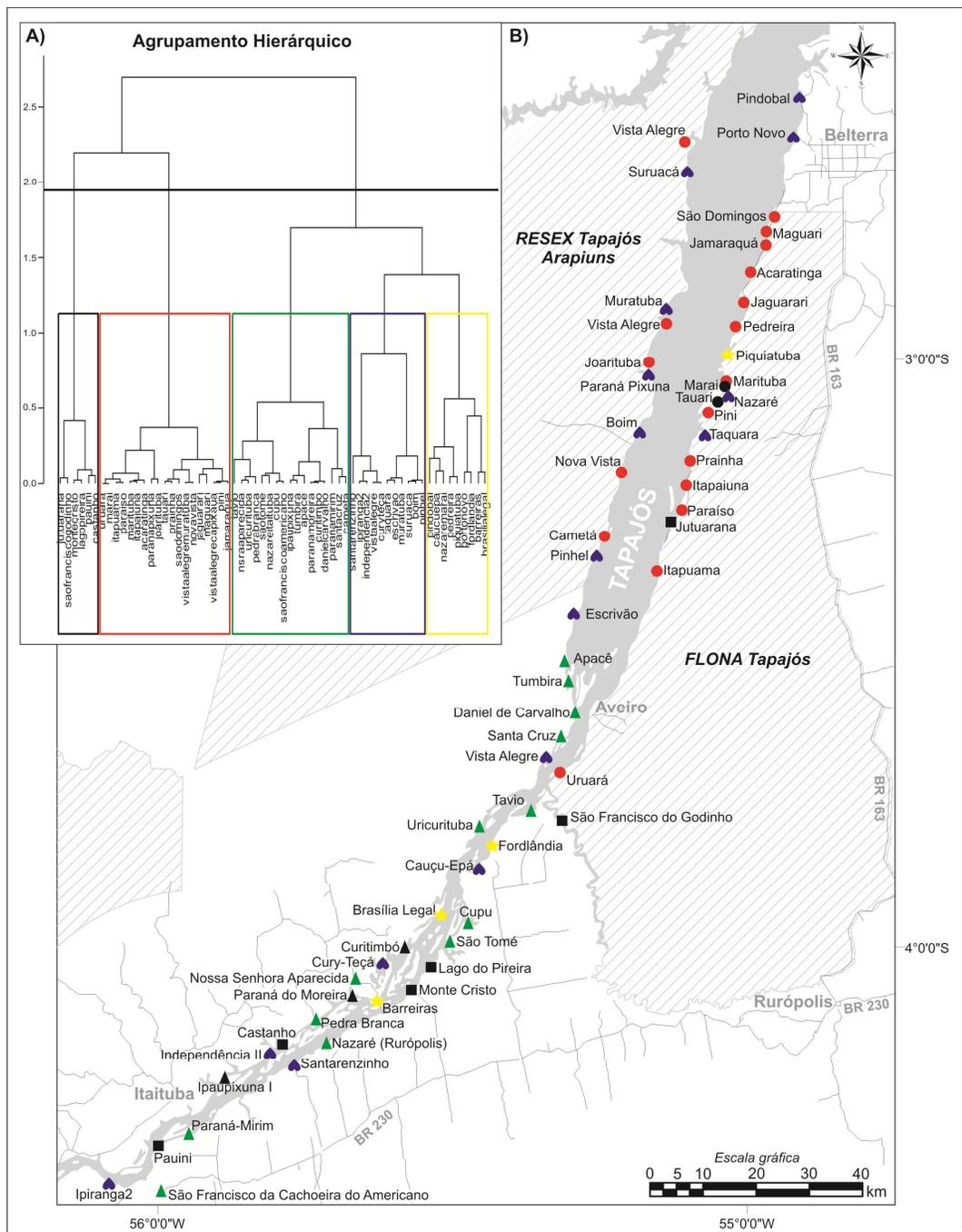


Figura 7. A) Dendrograma ilustrando o nível de particionamento para a definição dos grupos; B) Distribuição espacial dos grupos.

*Grupo 1- Núcleos Dependentes*

São comunidades pouco estruturadas e que dependem de núcleos urbanizados maiores, como as sedes municipais, para o acesso a serviços e equipamentos urbanos. A dinâmica populacional revela a estagnação destas

comunidades, que nos últimos anos não tiveram acréscimo na população, hoje variando de 17 a 128 habitantes, com os valores mínimo e máximo ocorrendo nas comunidades de Jutuarana e Castanho, respectivamente.

Em termos de infra-estrutura, todas as comunidades possuem energia de gerador e predominam as piores condições de saneamento básico. Estabelecimentos comerciais e escolas de ensino infantil estão presentes em apenas duas comunidades. Igrejas, geralmente católicas, estão presentes em 4 comunidades.

Os lotes de terra das famílias variam de 1 a 2 ha, onde a atividade agrícola mais comum é a pecuária, com a produção voltada principalmente para a comercialização em outras comunidades. A produção de grãos, representada pelas lavouras de arroz, feijão e milho, é pouco expressiva, assim como as atividades de caça e coleta, que são destinadas para a subsistência. Diferentemente, a produção de farinha ocorre em todas as comunidades e se destina principalmente à comercialização.

Nestas comunidades, poucos ou ninguém recebe Bolsa Família, importante programa governamental que contribui significativamente para a renda das comunidades ribeirinhas do Tapajós (AMARAL et al., 2009). Guedes et al. (2009) destacam a importância dos programas governamentais, tanto a nível federal quanto estadual, para a região amazônica, ao constatarem que para a maioria dos municípios o serviço público representa o setor de emprego mais significativo, enquanto que os programas assistenciais, como o Bolsa Família, e aposentadoria compõem a fonte de renda familiar mais significativa.

Pela característica marcante e comum da dependência a outros centros urbanizados, a este grupo de comunidades chamamos Núcleos Dependentes.

#### *Grupo 2 - Núcleos extrativistas*

Este grupo individualiza 20 comunidades que estão situadas em unidades de conservação, sendo 15 comunidades inseridas na FLONA e cinco na RESEX. A FLONA do Tapajós e a RESEX Tapajós – Arapiuns foram criadas pelo governo brasileiro em 1974 e 1989 respectivamente, com o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela

dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000). Nestas áreas, a questão fundiária apresenta particularidades, haja vista que cada comunidade tem uma área destinada ao uso, onde o plantio é permitido e deve seguir critérios acordados na comunidade para a definição do lote de cada morador, com a aprovação do IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Renováveis (MCT, 2007). Cada família da comunidade tem o direito de utilizar para a agricultura 1,25 ha em área de capoeira e 0,5 ha em área de floresta primária, onde os principais produtos cultivados são arroz, feijão, milho, mandioca e frutas. A mandioca, por sua vez, é utilizada para a produção da farinha, cujo excedente é vendido em Santarém, Itaituba e Aveiro. A pecuária, quando presente, é destinada para o consumo na própria comunidade, pois cada família pode ter no máximo 15 cabeças de gado (AMARAL et al., 2009), mas em geral tem menos. A caça, prática comum entre a população, é voltada para a subsistência.

A população varia entre 20 a 612 pessoas, nas comunidades de Itapuama e Cametá respectivamente, sendo que o programa Bolsa Família está presente em todas as comunidades, atendendo a maioria das famílias em algumas comunidades. Há em certas comunidades, como Pini e Jamaraquá, oficinas para a produção sustentável de bens de consumo a partir de recursos florestais (Figura 4D), incentivadas por instituições governamentais e não governamentais. A venda da produção destas oficinas para as cidades da região e para os turistas que visitam as comunidades auxilia na composição da renda das famílias. Embora algumas comunidades apresentem tamanho populacional considerável e tenham bares e mercearias, o abastecimento de mantimentos é feito em outras comunidades ou nas sedes de municípios.

Os serviços de saúde são supridos pela ação do barco Abaré (do Projeto Saúde & Alegria – PSA), que atende as comunidades que estão na Flona e na Resex, sendo que apenas três comunidades têm a presença de posto de saúde. Em termos de saneamento, metade das comunidades tem acesso à água de poço artesiano ou encanada, melhor condição observada nas comunidades do rio Tapajós. O lixo é queimado ou enterrado, o que caracteriza uma condição intermediária. As figuras 4E e 4F ilustram os centros

comunitários de Maguari, cuja população é de aproximadamente 315 pessoas, e Jamaraquá, com 190 habitantes.

Pelo fato deste grupo conter comunidades em unidades de conservação, com atividade extrativista frequente, atribuímos a designação genérica de Núcleos Extrativistas.

### *Grupo 3 – (Núcleos satélites)*

Neste grupo estão inseridas 16 comunidades localizadas na porção sul do rio Tapajós, no trecho entre Aveiro e Itaituba. Estas comunidades não estão inseridas em unidades de conservação, não são atendidas pelo Projeto Saúde & Alegria e possuem populações entre 98 pessoas, na comunidade de São Tomé, e 870 pessoas, na comunidade de Santa Cruz.

Nestas comunidades a pecuária, diferentemente do grupo anterior, é bastante expressiva, com comunidades possuindo até 700 cabeças de gado, cuja criação é voltada para a comercialização, geralmente para outras comunidades. Da mesma forma, a produção de castanha e a pesca também são expressivas, ocorrendo em todas as comunidades, que além do consumo são, também, comercializadas para outras comunidades.

Por estarem localizadas próximas a comunidades bem estruturadas, como Fordlândia, Barreiras e Brasília Legal, e cidades, como Aveiro e Itaituba, e com acesso fácil a estas comunidades, a população busca nestes núcleos complementaridade para os serviços de saúde, educação e comércio. Apenas uma comunidade tem posto de saúde, sete possuem escola de ensino fundamental segundo ciclo e quatro possuem Ensino de Jovens e Adultos (EJA).

O Programa Bolsa Família, presente em todas as comunidades, geralmente atende a maioria da população, e para o lixo predominam as piores condições de descarte: jogado a céu aberto, queimado ou enterrado. As figuras 4G e 4H ilustram o aspecto geral das comunidades de Pedra Branca e Curitimbó, com população de 350 e 315 pessoas. A figura 4I ilustra o centro comunitário de Apacê, antiga tribo indígena e com população de aproximadamente 600 pessoas.

Este grupo foi denominado de Núcleos Satélites, uma vez que as comunidades deste grupo apresentaram distinta produção pecuária e todas atividades estão vinculadas às comunidades melhor estruturadas e próximas.

#### *Grupo 4 – Núcleo Semi-estruturados*

Este grupo é composto por 16 comunidades, das quais metade está em unidades de conservação, com população entre 65 pessoas, na comunidade de Paraná Pixuna, e 1000 pessoas, em Boim. Estas comunidades possuem entre 31 anos, comunidade Ipiranga II, e 319 anos de fundação, na comunidade Boim. Destaca-se que, as comunidades de Pindobal e Porto Novo inicialmente foram inseridas no grupo 5, haja vista que a primeira variável que individualizou este grupo foi mercado-bar-restaurant e como estas comunidades são importantes áreas de lazer e pontos turísticos apresentam grande número desse tipo de estabelecimento. Porém, pelas características gerais, apresentam maiores semelhanças com as comunidades do grupo 4.

Todas as comunidades possuem escola de ensino infantil, e apenas três comunidades não possuem ensino fundamental de segundo ciclo. A merenda escolar cobre mais da metade do mês e o programa Bolsa Família está presente em todas as comunidades, abrangendo em quatro comunidades toda a população. O EJA (Ensino de Jovens e Adultos) está presente em quatro comunidades.

O cultivo mais comum nas comunidades é a lavoura de mandioca, sendo que a produção de farinha em apenas uma comunidade não está presente. A pesca, assim como a caça, também são expressivas e, em algumas comunidades, são destinadas, além do consumo, para a comercialização. A pecuária, ausente em apenas duas comunidades, é voltada para a subsistência e para o comércio entre comunidades.

Em nenhuma comunidade o descarte do lixo é feito a céu aberto, predominando a melhor condição de destino final do lixo: a coleta e/ou o reaproveitamento. A energia está ausente em duas comunidades e todas as comunidades têm algum tipo de associação comunitária. A figura 4 ilustra alguns aspectos relativos a comunidades inseridas neste grupo, como a escola

de ensino fundamental de Suruacá (4J), a área comunitária de Pinhel (4K) e o aspecto de uma rua, com construções recentes, de Escrivão (4L).

A organização observada para as comunidades deste grupo, comparativamente aos demais, levou à escolha do termo Núcleos Semi-estruturados para identificá-los.

#### *Grupo 5 – Núcleos Estruturados*

As comunidades com melhor infra-estrutura, notadamente Fordlândia, Brasília Legal, Barreiras e Piquiatuba, compõem este grupo. Estas comunidades, por serem mais estruturadas e organizadas, são núcleos de referência para as demais comunidades ribeirinhas. Porém, para serviços mais especializados e no contexto regional perdem a atratividade para cidades como Itaituba e Santarém, que são centros regionais. São comunidades antigas, com idades entre 81 e 170 anos, e população entre 300, em Piquiatuba, e 3000 habitantes, em Fordlândia.

Em termos de infra-estrutura, todas as comunidades possuem a melhor condição de abastecimento de água, por poço artesiano ou encanamento, posto de saúde, escolas de ensino infantil e ensino fundamental até segundo ciclo. Igrejas católicas e evangélicas estão presentes em todas as comunidades, assim como associações comunitárias. O EJA está ausente apenas em Piquiatuba. As Figuras 4M, N e O representam o aspecto geral das comunidades de Brasília Legal, Barreiras e Piquiatuba, respectivamente, onde é possível observar uma ocupação mais estabelecida, quando comparadas às demais comunidades.

Em termos de uso da terra, a pecuária é bastante expressiva, principalmente em Fordlândia, Brasília Legal e Barreiras onde o gado é produzido para corte. Fordlândia e Barreiras possuem, de acordo com relatório técnico da Agência de Defesa Agropecuária do Pará (ADEPARÁ) de 2008, 12.000 e 14.000 cabeças de gado respectivamente. Em Piquiatuba também há gado, cerca de 100 cabeças, porém a produção é mais voltada para o consumo na própria comunidade. Os plantios mais comuns são a mandioca e o milho.

Sendo este o grupo de comunidades com as melhores condições observadas, sugere-se o termo Núcleos Estruturados para designá-los.

### **3.4 Considerações Finais**

A utilização de técnicas estatísticas multivariadas para a análise de dados coletados em campo mostrou-se eficiente na definição de grupos com características intra-urbanas semelhantes. De modo geral, pela análise estatística emergiram padrões que foram observados em campo, validando a metodologia classificatória. Foram necessárias de 8 a 11 variáveis para particularizar os 5 grupos de comunidades obtidos, denominados preliminarmente de: Núcleos Dependentes, Extrativistas, Satélites, Semi-estruturados e Estruturados.

Destaca-se que as comunidades apresentam características muito semelhantes, com infra-estrutura e serviços de saúde e educação bastante limitados, o que as torna, mesmo as melhor estruturadas, dependentes de núcleos populacionais maiores.

Observou-se também que as comunidades inseridas em unidades de conservação, em geral, apresentam situação diferenciada das outras, o que pode ser atribuído à presença de ONGs e à implementação de políticas públicas específicas nestas áreas. Não houve distinção das comunidades quanto ao posicionamento nas margens do Tapajós. Ressalta-se que a participação do estado, como por exemplo, através dos programas governamentais é extremamente importante para a área como um todo, haja vista a incapacidade das comunidades se manterem sem estes auxílios.

A tipologia proposta contribui para a caracterização das comunidades ribeirinhas do Baixo Tapajós, a partir da qual o planejamento e proposição de medidas que permitiriam a melhoria das condições destas populações seria mais eficiente. Ao invés de uma única estratégia de gestão para as comunidades ribeirinhas, seria possível elencar prioridades para os diferentes grupos, otimizando a gestão destas áreas.

A metodologia adotada para definir a tipologia das comunidades ribeirinhas do Baixo Tapajós deve ser aplicada para outras áreas, para as

comunidades do Arapiuns e as de *Terra firme* na região do Sudoeste do Pará. Dados de campo em 2012 e 2013 foram coletados para essas comunidades que apresentam dinâmicas diferentes e um conjunto de variáveis semelhantes. Será necessário observar os condicionantes locais e particulares que possibilitam a distinção entre as comunidades dessas regiões.

#### 4 Referências Bibliográficas

Alves, P. A.; Amaral, S.; Escada, M. I. S.; Monteiro, A. M. V. **Explorando as relações entre a dinâmica demográfica, estrutura econômica e no uso e cobertura da terra no sul do Pará: lições para o Distrito Florestal Sustentável da BR-163.** Geografia, v. 35, n. 1, p. 165 - 182, 2010.

Amaral, S.; Escada, M. I. S.; Andrade, P. R. D.; Alves, P. A.; Pinheiro, T. F.; Pinho, C. M. D. D.; Medeiros, L. C. D. C.; Saito, É. A.; Rabelo, T. N. Da canoa à rabeta: estrutura e conexão das comunidades ribeirinhas no Tapajós (PA). Pesquisa de Campo Jun/Jul de 2009. Relatório Técnico de atividade de pesquisa do INPE nos Projetos PIME e GEOMA. São José dos Campos: INPE, 2009. 40 p.

Amaral, S.; Câmara, G.; Monteiro, A.M.V. **Configurações Espaciais do Processo de Desflorestamento da Amazônia;** INPE: São José dos Campos, Brasil, 2001.

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

\_\_\_\_\_. Geopolítica da Amazônia. Estudos Avançados, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

Brigatti, N.; Dal'Asta, A. P.; Amaral, S.; Escada, M. I. S.; Gavlak, A. A. Identificação de áreas edificadas e núcleos urbanos na região Amazônica utilizando dados do sensor Landsat –TM5. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais...** Curitiba, Paraná, 2011.

D'Antona, A.; Vanwey, L.; Ludewigs, T. Polarização da estrutura fundiária e mudanças no uso e na cobertura da terra na Amazônia. **Acta Amazonica**, v.41, n.2, p. 223-232, 2011.

Dal'Asta, A. P.; Gavlak, A. A.; Escada, M. I. S.; Brigatti, N.; Amaral, S. **Núcleos de ocupação humana e usos da terra entre Santarém e Novo Progresso, ao longo da BR-163 (PA)**. Relatório técnico de atividade de campo. INPE, São José dos Campos, 64 p. 2011. (Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/39DRJ9B>).

Escada, M. I. S.; Amaral, S.; Rennó, C. D.; Pinheiro, T. **Levantamento do Uso e Cobertura da Terra e da rede de infraestrutura no Distrito Florestal da BR-163**. São José dos Campos: INPE, 2009. 52 p. (INPE-15739-RPQ/824)

Garcia, R. A.; Soares, B. S.; Sawyer, D. O. Socioeconomic dimensions, migration, and deforestation: An integrated model of territorial organization for the Brazilian Amazon. **Ecological Indicators**, v. 7, n. 3, p. 719-730 Disponível em: <Go to ISI>://WOS:000246213900016 Times Cited: 2. 2007.

Gavlak, A. A.; Escada, M. I. S.; Monteiro, A. M. V. Dinâmica de padrões de mudança de uso e cobertura da terra na região do Distrito Florestal Sustentável da BR-163. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais...** Curitiba, Paraná, 2011.

Geist, J.G.; Lambin, E. F. **What drives tropical deforestation?** A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. LUCR Report series, No. 4, 2001, 116 p.

Guedes, G. R.; Costa, S.; Brondízio, E. Revisiting the Urban Hierarchy Approach in the Brazilian Amazon: A Multilevel Model Using Multivariate Fuzzy Cluster Methodology. **Population and Environment**, v. 30, p. 159–192, 2009.

Ihaka, R.; Gentleman, R. R. A language for data analysis and graphics. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v. 5, n. 3, p. 299 – 314, 1996.

Hosseini, H. M.; Kaneko, S. Dynamic sustainability assessment of countries at the macro level: a principal component analysis. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 3, p. 811 - 823, 2011.

Husson, F.; Josse, J.; Pagès, J. Principal component methods - hierarchical clustering - partial clustering: why would we need to choose for visualizing data? **Technical Report** - Agrocampus, 2010.

IBGE. **Censos Demográficos**, 1991, 2000 e 2010. **Censos Agropecuários**, 1996 e 2006.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades**, 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

\_\_\_\_. REGIC - Regiões de Influência das Cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm>.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da floresta amazônica por satélite**, Projeto PRODES, 2010a. Disponível em:< <http://www.obt.inpe.br/prodes/r2007.htm>>.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto Terraclass – Mapeamento da vegetação secundária para a Amazônia Legal**, 2010b. Disponível em:< <http://www.inpe.br/cra/terraclass.php#>>.

Korting, T. S.; Fonseca, L. M.; Escada, M. I. S.; Silva, F. C.; Silva, M. P. S. GeoDMA: a novel system for spatial data mining. **IEEE International Conference on Data Mining Workshops, Pisa, Italia**, 2008. **Anais...** Pisa, Italia, 2008.

Lê, S.; Josse, J.; Husson, F. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, n. 1, 2008.

Monte-Mór, R. L. D. M. Urbanização Extensiva e Lógicas de Povoamento: Um Olhar Ambiental. In: Santos, M.; Souza, M. A. A. d.; Silveira, M. L. (Ed.). **Território, Globalização e Fragmentação**. São Paulo: HUCITEC-ANPUR, 1994, p. 169-181.

Oliveira, J. Expansão urbana e periferização de Santarém-PA, Brasil: questões para o planejamento urbano. X Colóquio Internacional de Geocrítica. **Anais...** Barcelona, 2008.

Parry, L.; Day, B.; Amaral, S.; Peres, C. A. Drivers of rural exodus from Amazonian headwaters. **Population and Environment**, v. 32, n. 2-3, p. 137-176, 2010a.

Parry, L.; Peres, C. A.; Day, B.; Amaral, S. Rural-urban migration and abandoned Amazonian headwaters. **Conservation Letters**, v. 3, n. 4, p. 251-259, 2010b.

Pedroso Júnior, N. N.; Murrieta, R. S. S.; Navazinas N. D.; Ruivo, S., D.; A. P.; Bernardo, D. V. A casa e a roça: socioeconomia, demografia e agricultura em populações quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 3, n. 2, p. 227 - 252, 2008.

Pereira, E. M.; Dias, L. C. D. (Ed.). **As cidades e a urbanização no Brasil: passado, presente e futuro**. Florianópolis: Insular, 2011, p. 129 - 146.

Pereira, J. C. M. **Importância e significado das cidades médias na Amazônia**: uma abordagem a partir de Santarém (PA). 2004. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento). UFPA, Belém, 2004.

Saito, E. A. **Mineração de padrões de desmatamento e ocupação humana na Amazônia Legal em diferentes escalas**. Proposta de Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 2009.

Sathler, D.; Monte-Mór, R. L.; Carvalho, J. A. M. D.; Costa, A. Urban hierarchy in the brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v. 27, n. 2, p. 251 - 268, 2010.

Schor, T.; Costa, D. P. D. Rede urbana na Amazônia dos grandes rios: uma tipologia para as cidades na calha do rio Solimões - Amazonas - AM. In:

Shimabukuro, Y. E.; Smith, J. A. The Least-Squares Mixing Models to Generate Fraction Images Derived From Remote Sensing Multispectral Data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 29, n. 1, p. 16-20, 1991.

Silva, M.P.S.; Câmara, G.; Escada, M. I. S.; De Souza, R. C. M. Remote-sensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest areas. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, p. 4803-4822, 2008.