

# ANEXO K



Ministério da  
Ciência e Tecnologia



INPE-00000-RPQ/0000

**SISTEMA DE LUGARES: ESTRUTURA DAS MICROREDES DE  
LUGARES E SUAS CONECTIVIDADES.  
METODOLOGIAS PARA CARACTERIZAÇÃO DO CIRCUITO  
INFERIOR DA ECONOMIA REGIONAL.  
MODELOS DE MICRO-REDES.  
CARACTERIZAÇÃO DE MICRO-ESCALA**

*Possibilidades Metodológicas para a caracterização Topológica e Funcional das  
Comunidades em Micro-redes*

Carolina Moutinho Duque de Pinho<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 de Atividade de Campo - Projeto URBISAMAZÔNIA

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

INPE  
São José dos Campos

2013

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Abstração matemática de Euler, o grafo (Figura 2.1c) para o problema das pontes de Königsberg.....	14
Figura 2.2 – Representação em grafo (a) e rede (b) para a região de Influência da cidade de Belterra sobre as localidades do Baixo Tapajós. ....	15
Figura 2.4 – Rede hipotética e sua correspondente matriz de vizinhança. ....	17
Figura 2.5 – Rede direcionada hipotética (a), sua correspondente matriz de vizinhança (b) com o cálculo do grau de entrada e saída para cada vértice. ....	17
Figura 2.6 – Rede <i>multiplex</i> da região de influência de Belterra. 2009. Vértices representando as redes de relação de compra de bens de consumo (azul escuro); posto de saúde (verde); venda da produção (vermelho); educação (amarelo); linhas de transporte regular (laranja) e hospital (azul claro). ....	18
Figura 2.7 – Rede hipotética e sua correspondente matriz de ponderação. ....	19
Figura 2.8 – Exemplo do cálculo de centralização de uma rede hipotética.....	24
Figura 2.9 - Rede de linhas de transporte hipotética (a) e sua respectiva matriz de vizinhança (b) organizada segundo as posições equivalentes da rede.....	27
Figura 2.10 – Modelo de bloco para a rede de transporte hipotética, segundo critério de equivalência estrutural.....	28
Figura – 2.11 – Exemplo de equivalência automórfica. ....	29
Figura – 2.2 – Modelo de bloco hipotético (a), matriz imagem (b) e matriz de erros correspondentes (c).....	31
Figura 3.1 – Mapa com a localização do Distrito Florestal Sustentável da BR-163. ....	33
Figura 3.2 - Comunidades visitadas durante o trabalho de campo e o contexto territorial: Resex Tapajós-Arapiuns, PAE Lago Grande, Terra Indígena do Maró e Gleba Nova Olinda .....	33
Figura 3.3 – Exemplo hipotético do deslocamento de pessoas entre localidades em busca de posto de saúde. ....	36
Figura 3.4 – Rede de Hospitais classificada segundo blocos (a) e modelo simplificado da rede após <i>shrink</i> (b). ....	39
Figura 4.1 – Rede de transporte segundo tipo de conexão fluvial (azul) e terrestre (laranja)....	42
Figura 4.2– Redes de Transporte, (a) fluvial, (b) terrestre.....	43
Figura 4.3 – Redes de Transporte Fluvial representando as componentes da análise de coesão: vértices isolados representados pela cor verde e vértices conectados em vermelho. ....	45

Figura 4.4 – Redes de Transporte Terrestre representando as componentes da análise de coesão: vértices isolados representados pela cor vermelha e vértices conectados em azul, verde e amarelo. ....	45
Figura 4.5 – Número e proporção de conexões por tipo de transporte, fluvial, terrestre e total segundo tipo de destino, localidade ou cidade. ....	47
Figura 4.6 – Representação do grau de entrada para as redes Fluvial (a) e Terrestre (b).....	48
Figura 4.7 – Representação das redes Fluvial (a) e Terrestre (b) quanto às classes do índice de conectividade.....	50
Figura 4.8 – Matriz de origem e destino da rede de transporte organizada em blocos (a), detalhe da origem e destino da classe 10 (b) e (c), rede de Transporte com vértices categorizados segundo classes do modelo em blocos (d) e Rede reduzida com a representação do modelo em blocos (e). ....	53
Figura 4.9 - Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Transportes.....	54
Figura 4.10 - Rede de linhas de transporte Fluvial para Santarém. Arapins- 2012.....	57
Figura 4.11 – Número de barcos da linha de Santarém que tem ponto de parada nas comunidades – Arapiuns. 2012. ....	58
Figura 4.12 – Redes de Circulação de mercadorias, (a) rede de Bens de Consumo e (b) rede de Produção. ....	60
Figura 4.13 – Número de Arcos por tipo de destino, Localidade ou cidade, segundo tipo de rede.....	61
Figura 4.14 - Mapa das classes do modelo de bloco para a rede de Bens de Consumo. ....	62
Figura 4.15 – Intersecção das redes de Bens de Consumo e Produção. Intersecções são representadas pelos arcos na cor lilás, sobrepostas à rede de Bens de Consumo (a), e à rede de Produção (b).....	64
Figura 4.16 – Representação dos graus de entrada dos vértices nas redes de Bens de Consumo (a) e de Produção (b). ....	65
Figura 4.18 – Relação rente densidade, centralização e quantidade de arcos nas micro-redes dos principais produtos comercializados no Baixo Tapajós. 2009.....	67
4.17 – Micro redes de Produção do Baixo Tapajós. 2009. Produção Geral (a); Farinha de mandioca (b), Gado (c), Pesca (d). Baixo Tapajós. 2009 .....	69
Figura 4.19 - Classes do índice de conectividade (Ic) para as redes de Bens de Consumo (a) e Produção (b). ....	71
Figura 4.20 – Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Produção. ....	72
Figura 4.21 – Redes de Circulação de mercadorias, (a) rede de Bens de Consumo e (b) rede de Produção. ....	75
Figura 4.22 - Classes do índice de conectividade (Ic) para as redes de Bens de Consumo (a) e Produção (b). ....	76
Figura 4.23 - Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Produção. Arapiuns. 2012. ...	77
4.24 – Micro redes de Produção do Arapiuns. 2012. Produção Geral (a); Farinha de mandioca (b), Gado (c), Pesca (d). Baixo Tapajós. 2009.....	79

4.25 – Mapa das classes do modelo de bloco para a rede de Besn de Consumo. Arapiuns. 2012. ....	80
Figura 4.26 – Rede de Posto de Saúde. Baixo Tapajós. 2009. ....	82
Figura 4.27 – Rede de posto de saúde representando os componentes da análise de coesão. Baixo Tapajós. 2009. ....	82
Figura 4.29 – Rede de Posto de saúde com representação do grau de entrada dos vértices. Baixo Tapajós. 2009. ....	85
Figura 4.30 – Mapa com localização dos Postos de saúde e comunidades atendidas por cada um deles segundo a cor de representação. Baixo Tapajós. 2009. ....	86
4.31 – Representação dos componentes da rede de posto de saúde. Arapiuns. 2012. ....	87
Figura 4.32 – Redes de Posto de saúde com representação do grau de entrada dos vértices. ....	88
4.33 – Mapa do modelo de blocos ajustado para a rede de posto de saúde. Arapiuns. 2012. ...	89
Figura 4.35 – Número de arcos por nível de ensino segundo destino para localidades ou cidades. Baixo Tapajós. 2009. ....	91
Figura 4.36 – Número de vértices com escola de ensino médio, segundo categorias de cidade, distrito e localidade, e intervalo de população. Baixo Tapajós. 2009. ....	91
Figura 4.37 – Rede de Educação com vértices classificados segundo componentes. Baixo Tapajós. 2009. ....	93
Figura 4.38 – Mapa com a localização espacial dos componentes da rede de Educação. Baixo Tapajós. 2009. ....	94
Figura 4.39– Componentes da rede de educação antes e após a remoção de arcos que ligavam subgrupos distantes. ....	95
Figura 4.40 – Mapa com os componentes espacialmente contíguos da rede de Educação e com localização das escolas que oferecem inclusive o ensino médio. Tapajós. 2009. ....	96
Figura 5.41 – Localização das escolas segundo nível máximo de ensino oferecido. Tapajós. 2009. ....	97
4.42 - Rede de educação e mapa das comunidades. Arapiuns. 2009. ....	99
4.44 – mapa com a representação de componentes da rede de educação. Arapiuns. 2012. .	101

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Redes: conceitos e métricas.....</b>	<b>13</b>
2.1	Análise de Redes Sociais (ARS): métricas e técnicas de análises	18
<b>3</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>31</b>
3.1	Área de estudo .....	31
3.2	Levantamento de dados .....	33
3.3	Seleção de Variáveis .....	37
3.4	Análise de redes .....	37
3.4.1	Descrição das redes.....	37
<b>4</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>40</b>
4.1	Transporte .....	41
4.1.1	Baixo Tapajós.....	41
4.1.2	Arapiuns .....	55
4.2	Circulação de mercadorias .....	58
4.2.1	Baixo Tapajós.....	59
4.2.2	Arapiuns .....	74
4.3	Saúde .....	81
4.3.1	Baixo Tapajós.....	81
4.3.2	Arapiuns .....	87
4.4	Educação.....	89
4.4.1	Tapajós.....	89
4.4.2	Arapiuns .....	98
<b>5</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>102</b>
<b>6</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>104</b>

## Síntese

O presente documento tem como objetivo aplicar o método desenvolvido por Pinho (2012) para descrever a estrutura das diferentes micro-redes que conectam as localidades amazônicas entre si e que acoplam essas localidades às escalas superiores da rede urbana. Com a intenção de caracterizar dois contextos de comunidades ribeirinhas diferenciados aplicou-se a metodologia de análise a duas áreas de estudo. A primeira compreende as localidades ribeirinhas e as cidades do Baixo Vale do Rio Tapajós, que se situam em áreas dos municípios de Santarém, Belterra, Aveiro, Rurópolis e Itaituba. Essa área de estudo apresenta articulação intermunicipal, conectando comunidades de diferentes municípios. A outra área de estudo são as comunidades ribeirinhas do Rio Arapiuns que localiza-se a oeste da foz do Rio Tapajós no município de Santarém. As condições de acessibilidade dessa área de estudo são mais limitadas em relação Baixo Tapajós, pois a maioria das comunidades só tem acesso ao nível superior da rede urbana por meio de transporte fluvial pelo rio Arapiuns para Santarém. Assim as comunidades tem apenas um ponto de conexão com a rede urbana amazônica.

# 1 Introdução

Em estudo realizado com as comunidades ribeirinhas do Baixo Tapajós em 2009, observou-se que a existência de escolas e serviços de saúde nas comunidades contribuía para o crescimento, manutenção das comunidades e para a circulação de pessoas entre as comunidades estabelecendo-se micro-redes locais (AMARAL, et al., 2009). A partir desse estudo investigou-se mais detalhadamente que tipo de micro-redes se manifestavam na escala local, os padrões de conexões dessas micro-redes e se estas conectavam-se à rede urbana brasileira (PINHO, 2012).

Em sua tese de doutorado Pinho (2012) utilizou os dados da pesquisa de Amaral (et. al., 2009) para desenvolver uma metodologia que caracterizasse as micro-redes dentro do espaço urbano amazônico compreendido a partir do modelo conceitual de urbanização estendida de Monte-Mór (2004).

Monte-Mór (2004) propõe o conceito de urbanização extensiva que se adere bem à realidade amazônica, onde modos de vida urbanos podem ser identificados mesmo em áreas que seriam tradicionalmente classificadas como rurais. O conceito de urbanização extensiva elaborado pelo autor baseia-se na visão de Henri Lefèbvre de que o capitalismo industrial levou o campo a uma subordinação política e econômica em relação à cidade. Nesse estágio, a cidade dá origem a uma terceira dimensão: um tecido urbano que representa uma síntese do campo e da cidade penetrados pelo industrial. Assim, Monte-Mór (2004) chama de urbano esse tecido urbano-industrial que se estende para além das cidades sobre o campo e as regiões, integrando os espaços em um processo caracterizado pelo autor de urbanização extensiva. No processo descrito por Monte-Mór, estabelece-se uma sociedade virtualmente integrada e a extensão do modo de vida urbano sobre todo o espaço social.

Em sua conceituação de urbanização extensiva, Monte-Mór (2004) sugere a utilização da dimensão local para substituir a contraposição cidade – campo. Nessa perspectiva, o local é marcado pelas relações do cotidiano e pela materialização do conjunto de forças e processos sociais que agem em um lugar específico. O autor especifica que o local pode se manifestar em escalas diferentes, articulando-se com outros locais de dimensões e localizações variadas. Traduzindo esta perspectiva de Monte-Mór para o

urbano amazônico, o local pode assumir diferentes formas socioespaciais dentro de um mesmo município. Cidades (sede do município), comunidades ribeirinhas, agrovilas, projetos de assentamentos, reservas ambientais, reservas indígenas e até sede de fazendas, são exemplos de tipologias de ocupação do território que estão presentes no município amazônico (CARDOSO; LIMA, 2006). Godfrey e Browder (1996), em suas proposições sobre uma teoria de urbanização desarticulada para a Amazônia, também reconhecem a pluralidade das formas socioespaciais na região e ressaltam como elas se apresentam desarticuladas de qualquer princípio geral de organização espacial.

A adoção do conceito de urbanização extensiva de Monte-Mór, incluindo sua proposição do local como foco de análise ao invés do urbano ou rural, abre a possibilidade de utilizar a rede urbana como instrumento de análise do tecido urbano. Tradicionalmente, a rede urbana é definida como um conjunto articulado de cidades. Corrêa (1994), no entanto, introduziu uma maior flexibilidade para esta conceituação ao admitir espaços de diferentes naturezas em uma mesma rede urbana. Em outras palavras, a visão de rede urbana de Corrêa (1994) admite as diferentes tipologias de ocupação do território amazônico definidas por Cardoso e Lima (2006). Para Corrêa (1994), a definição de uma rede urbana não está restrita aos tipos de nós da mesma, mas sim à existência de três características no conjunto de locais estudados:

A existência de uma economia de mercado na qual são realizadas trocas entre bens produzidos localmente e bens produzidos externamente;

A existência de pontos fixos no espaço, onde os negócios são definidos, mesmo que de modo não contínuo. Tais pontos tendem a concentrar atividades relacionadas a esses negócios, como comércio, serviço e atividades de produção industrial. Esses pontos também podem concentrar atividades de produção do setor primário.

A existência de uma articulação mínima entre os pontos da rede, articulação que se dá no âmbito da circulação da produção. As diferenças produtivas (tipo e volume de produtos), político-administrativas, e de tamanho demográfico entre os centros urbanos são criadas e reforçadas pela articulação

da rede. Essa diferenciação traduz-se em uma hierarquia entre os núcleos urbanos e em especializações funcionais.

A perspectiva de rede urbana apresentada por Corrêa (1994) traz instrumentos teóricos interessantes para o entendimento do tecido urbano na Amazônia, pois privilegia a articulação entre pontos que possuem funções diferentes e alguma relação de troca.

A rede urbana brasileira (IBGE, 1972, 1987, 2000a, 2008; IPEA *et al.*, 2001) e Amazônica (CORRÊA, 2006; GARCIA *et al.*, 2007; GUEDES *et al.*, 2009; RIBEIRO; CORRÊA, 1998; SATHLER *et al.*, 2009, 2010) já foram temas de diferentes estudos sob uma perspectiva de planejamento urbano-regional. O conhecimento das características da rede urbana nacional tem sido um relevante subsídio para o “planejamento estatal e às decisões quanto à localização das atividades econômicas de produção, consumo privado e coletivo” (IBGE, 2008).

Partindo de diferentes bases teóricas, estes estudos têm definido a rede urbana como uma rede de cidades. Para a escala nacional, e mesmo para a escala regional, este tipo de rede, que insere apenas as cidades, tem se mostrado eficiente para subsidiar o entendimento da realidade urbana. O REGIC de 2007 (Região de Influência das Cidades, publicação periódica do IBGE sobre a rede urbana brasileira), por exemplo, gerou um conjunto de dados para a análise de redes regionais, inclusive para as redes capitaneadas por Manaus e Belém. Os dados desta pesquisa integraram a base de informações utilizada por Sathler *et al.* (2009), que discute as especificidades da rede urbana amazônica atual.

Embora consigam revelar a especificidade das redes urbanas regionais, as metodologias e análises destes estudos não integram as demais tipologias urbanas, como algumas presentes no tecido urbano amazônico, que também fazem parte do tecido urbano<sup>1</sup>. Como planejar, priorizar políticas públicas que

---

<sup>1</sup> Há uma exceção entre estes trabalhos que é a pesquisa de Guedes *et al.* (2009) que propõe uma metodologia para gerar uma hierarquia urbana para região amazônica em múltiplas escalas, regional, sub-regional e local. As duas primeiras escalas referiam-se às cidades e a escala local as comunidades, os *settlements*, que são núcleos de ocupação humana de natureza diversa dentro da escala municipal. Para cada uma das escalas foi gerada uma hierarquia urbana separada, não se gerou um modelo de rede urbana integrado com as três escalas. Este trabalho consiste em uma importante contribuição, pois insere a escala local

atendam localidades distantes a mais de 200, 300 km da sede do município? Onde construir uma nova escola ou posto de saúde em uma região de localidades ribeirinhas com acesso de transporte limitado à sede do município? Qual localidade tem potencial de servir a um número maior de habitantes? Os estudos atuais de rede urbana não são capazes de fornecer respostas a estas perguntas.

Desta forma, parte-se do pressuposto de que é necessário inserir as localidades, e não apenas as cidades, na análise da rede urbana nacional. Assim, a construção de um instrumento metodológico capaz de avançar na compreensão e representação do urbano estendido passa, necessariamente, pela inclusão da escala local nos estudos de rede urbana. A consideração da escala local, aqui definida como a escala submunicipal, garante a inserção dos agrupamentos populacionais (comunidades ribeirinhas, pequenas vilas, assentamentos rurais, etc.) na rede urbana, que são denominados pelo termo localidades, neste trabalho. Assim, localidade refere-se a qualquer agrupamento populacional diferente de cidade, incluindo vilas, distritos, povoados, comunidades ribeirinhas, etc.

Dada a inserção das localidades na rede urbana, impõe-se a questão: Como representar a articulação das localidades na rede urbana? Este estudo parte da hipótese de que é possível representar esta articulação a partir dos fluxos de pessoas, informações, monetários e de mercadorias que conectam estas localidades formando micro-redes locais. Estas últimas por meio das conexões com as cidades se acoplam às escalas superiores da rede urbana.

Cada fluxo possui características de volume, velocidade, escalas de atuação, padrões de conexão particulares, bem como comportamentos distintos que definem micro-redes individualizadas com estruturas diferentes (SATHLER *et al.*, 2009). Segundo Sathler *et al.* (2009) *“uma boa forma de imaginar o mundo das redes seria através da ideia dos “layers”, ou seja, separando os fluxos em camadas distintas que, quando sobrepostas, formam a realidade em toda sua complexidade”*. Cada rede integra de maneira

---

na discussão da rede urbana na Amazônia. Entretanto o estudo não analisa os padrões de conexões das comunidades ele concentra-se em uma hierarquização de rede urbana em múltiplas escalas.

diferenciada o mesmo conjunto de localidades e cidades, ao passo que uma mesma localidade também pode assumir posições diferentes em micro-redes distintas. Assim, por exemplo, uma localidade com posto de saúde, pode assumir uma posição central, caracterizando um grande número de conexões em uma micro-rede que represente o fluxo de pessoas que se deslocam em busca de serviços básicos de saúde. Por outro lado, esta mesma localidade pode apresentar uma posição periférica na micro-rede que representa a comercialização da produção de gado.

A posição relativa de uma localidade em determinada micro-rede é determinada pela estrutura desta rede, ou seja, pelos padrões e regularidades nela detectados. Na análise de redes sociais (ARS)<sup>2</sup>, a estrutura expressa o ambiente social no qual o indivíduo está inserido (WASSERMAN; FAUST, K, 1994). Há diferentes métodos desenvolvidos em ARS destinados a compreensão da estrutura de redes sociais. Há procedimentos descritivos em ARS que permitem retratar o comportamento de um grupo a partir dos seus padrões de relacionamentos, a partir da estrutura da rede social e, caracterizar o papel dos membros da rede a partir da posição ocupada por esses membros na rede (NOOY *et al.*, 2005). Desta forma partiu-se do pressuposto que as técnicas de ARS poderiam ser aplicadas na análise da estrutura das redes de localidades.

Neste contexto este estudo como objetivo aplicar o método desenvolvido por Pinho (2012) para descrever a estrutura das diferentes micro-redes que conectam as localidades amazônicas a entre si e que se acoplam às escalas superiores da rede urbana.

Com a intenção de caracterizar dois contextos de comunidades ribeirinhas diferenciados aplicou-se a metodologia de análise a duas áreas de estudo. A primeira compreende as localidades ribeirinhas e as cidades do Baixo Vale do Rio Tapajós, que se situam em áreas dos municípios de Santarém, Belterra, Aveiro, Rurópolis e Itaituba. Esta região faz parte do

---

<sup>2</sup> A Análise de Redes Sociais (ARS) refere-se ao conjunto de métodos destinados a detectar, descrever e interpretar padrões de laços sociais entre os atores (NOOY *et al.*, 2005).

Distrito Florestal Sustentável da BR-163, e está localizado na região oeste do estado do Pará (ALVES *et al.*, 2010; AMARAL *et al.*, 2009, 2008; DAL'ASTA *et al.*, 2011; ESCADA, M. I. S. *et al.*, 2009). Essa área de estudo apresenta articulação intermunicipal, conectando comunidades de diferentes municípios.

A outra área de estudo são as comunidades ribeirinhas do Rio Arapiuns que localiza-se a oeste da foz do Rio Tapajós no município de Santarém. Similar ao estudo das comunidades do Tapajós, foi realizado um levantamento nas comunidades do Arapiuns em junho de 2012 (Escada *et al.*, 2013). As condições de acessibilidade dessa área de estudo são mais limitadas em relação Baixo Tapajós, pois a maioria das comunidades só tem acesso ao nível superior da rede urbana por meio de transporte fluvial pelo rio Arapiuns para Santarém. Assim as comunidades tem apenas um ponto de conexão com rede urbana amazônica.

## **2 Redes: conceitos e métricas**

Os conceitos básicos utilizados no estudo das redes provêm da teoria de Grafos. A criação do conceito de grafo (um conjunto de pontos e um conjunto de linhas que conectam pares de pontos) foi atribuída ao matemático Leonard Euler (NEWMAN, 2003; NEWMAN *et al.*, 2006). Ele construiu este conceito para tentar solucionar o problema das pontes de Königsberg.

A cidade de Königsberg na Prússia (atualmente na Rússia) situava-se nas duas margens do Rio Pregel e incluía ainda duas ilhas grandes. As margens e as ilhas eram conectadas por sete pontes. O enigma era: como traçar uma rota que começasse e terminasse em um mesmo ponto, no caso em uma das ilhas ou margens, passando por todas as pontes apenas uma vez (NEWMAN *et al.*, 2006)?

Primeiramente Euler afirmou que a localização de início da rota, era irrelevante e que a única característica importante da rota era a sequência de pontes atravessadas. A partir deste pressuposto ele reformulou o problema em termos abstratos. Todos os detalhes foram eliminados do problema, menos as porções de terra firme e as pontes que as conectavam. Ele substituiu as primeiras por pontos abstratos e as últimas por uma conexão abstrata, as linhas (Figura 2.1).

O resultado matemático desta abstração é chamado de grafo. Ao final de seus testes Euler provou que o problema não tinha solução (NEWMAN *et al.*, 2006).

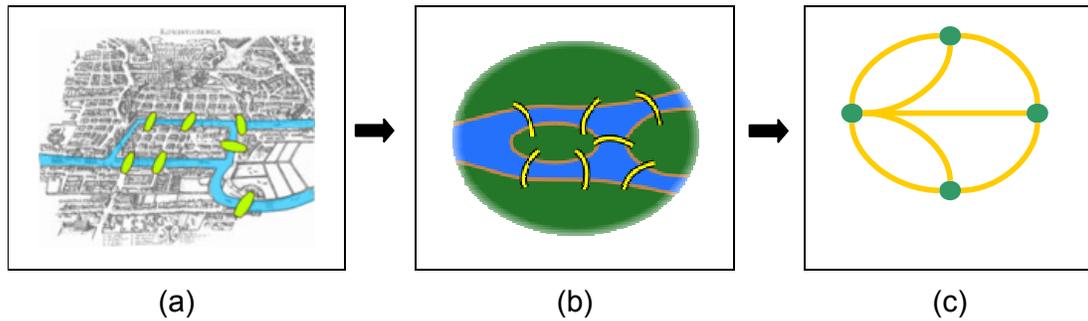
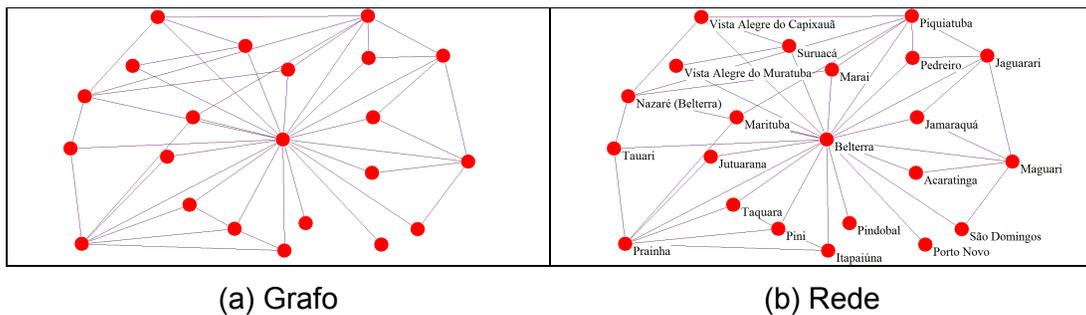


Figura 2.1 – Abstração matemática de Euler, o grafo (Figura 2.1c) para o problema das pontes de Königsberg.

Fonte: adaptado da Wikipedia  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Seven\\_Bridges\\_of\\_K%C3%B6nigsberg](http://en.wikipedia.org/wiki/Seven_Bridges_of_K%C3%B6nigsberg)

O grafo (Figura 2.1c) é apenas uma representação matemática de uma rede. Para que um conjunto de pontos e linhas constitua uma rede é necessário que os pontos ou linhas possuam informações adicionais (NOOY *et al.*, 2005). Em outras palavras, que o grafo represente relacionamentos no mundo real. Na Figura 2.2 há um exemplo da diferença entre grafo e rede. A região de influência<sup>3</sup> do Município de Belterra no Baixo Tapajós é representada como uma rede. Na Figura 2.2a, observa-se apenas o grafo e na Figura 2.2b a rede, pois nesta há informação de nome das localidades e da cidade e quanto ao tipo de ponto: em azul as localidades e vermelho a cidade de Belterra.



<sup>3</sup> Neste trabalho região de influência é definida como o conjunto de localidades que mantêm relações de circulação de mercadorias ou pessoas com uma determinada cidade ou localidade. Assim, na região de influência de Belterra todas as localidades mantêm algum tipo de conexão com a cidade.

Figura 2.2 – Representação em grafo (a) e rede (b) para a região de Influência da cidade de Belterra sobre as localidades do Baixo Tapajós.

Os pontos e linhas dos grafos recebem diferentes denominações dependendo da área de conhecimento que utiliza o conceito de rede (Tabela 2.1). No contexto desse trabalho optou-se por usar os conceitos matemáticos para referir-se às métricas de redes, pois possuem designações diferentes para linhas com ou sem representação de sentido de origem e destino. Esta informação é importante para o escopo deste trabalho, pois as redes representadas e analisadas no são construídas a partir de informações do deslocamento de pessoas das localidades de residência até outras localidades e cidades em busca de serviços de educação e saúde, para fazer compras e vender a produção. Assim, as localidades são os vértices das redes e os deslocamentos, são as conexões entre as localidades, são os arcos.

Tabela 2.1 – Denominação para pontos e linhas nas diferentes áreas de conhecimento e para o escopo do presente relatório.

<b>Pontos</b>	<b>Linhas</b>	<b>Área do Conhecimento</b>
<b>Vértices</b>	Aresta ( <i>Edges</i> ), <b>Arcos</b>	Matemática
Nós	Links	Ciência da Computação
Local ( <i>site</i> )	Vínculo, ligação elétrica ( <i>bond</i> )	Física
Atores	Laço, elo ( <i>tie</i> )	Sociologia
<i>Localidades</i> <sup>4</sup>	<i>Conexões</i>	<i>Correspondência - Relatório</i>

Fonte: Adaptado de NEWMAN (2003).

Um conceito importante para a análise de rede é o de vértices adjacentes. Dois vértices são ditos adjacentes quando são ligados por uma linha. Os vértices adjacentes a um determinado vértice constituem-se em seus vizinhos, a sua vizinhança (NOOY *et al.*, 2005; SCOTT, 2000). As relações de adjacência e, portanto, de vizinhança podem ser representadas na forma de uma matriz de vizinhança. Nesta matriz, quando um vértice se liga a outro a célula da matriz que representa a intersecção entre os dois vértices recebe valor um e quando não há ligação este recebe o valor zero. As linhas da matriz representam os

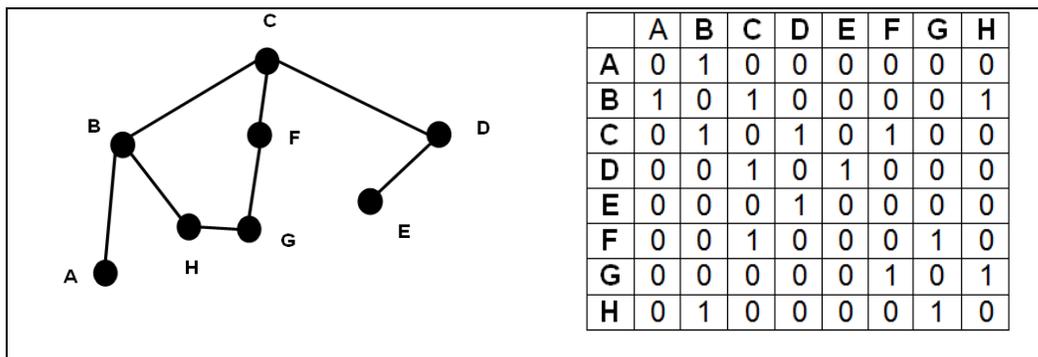
<sup>4</sup> O conceito de localidade foi definido no capítulo 1.

vértices remetentes e as colunas os vértices destinatários. Quando apenas as arestas são representadas, esta distinção entre vértices não importa e a matriz de vizinhança é simétrica em relação a sua diagonal principal.

A Figura 2.4 apresenta uma rede hipotética e sua matriz de vizinhança onde é possível observar a relação entre os três conceitos descritos: vértices adjacentes, vértices vizinhos e matriz de vizinhança. Tomando como exemplo o par de vértices A e B (Figura 2.4a), verifica-se que estes são adjacentes, pois estão ligados por uma linha e que o vértice B tem três vizinhos, A, C e H, ou seja, o conjunto de vértices adjacentes a ele. Analisando a linha e a coluna referentes ao vértice B, verifica-se que o valor 1 é atribuído às células correspondentes aos vértices A, C, e H.

Relacionando-se com o número de linhas conectadas a cada vértice há o conceito de grau ou valência do vértice. Em redes simples não-direcionadas o grau de um vértice é igual ao número de vizinhos dele (SCOTT, 2000). Há dois tipos de graus o grau de entrada (*Indegree*) que é o número de arcos recebidos por um vértice. E o grau de saída (*outdegree*) que é o número de arcos remetidos por um vértice e o grau total que é a soma dos dois anteriores (NOOY *et al.*, 2005). Uma observação importante quanto ao grau total, é que ele não é igual ao número de vizinhos do vértice.

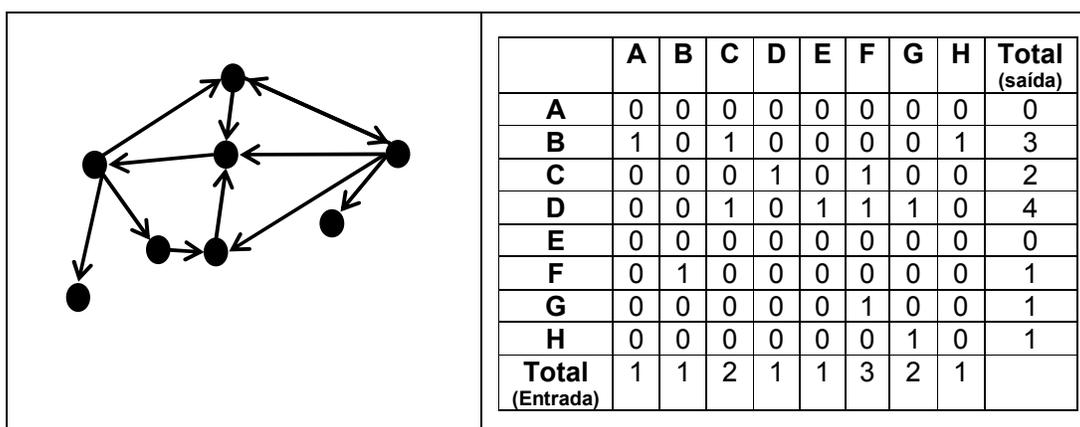
A Figura 2.5 apresenta um exemplo desta situação. O vértice D possui grau total igual a cinco (grau de saída 4, somado ao grau de entrada, 1), entretanto ele só possui quatro vizinhos, os vértices C, E, F e G. Esta diferença se dá porque o vértice D envia e recebe arco para o vértice C. O cálculo dos graus de uma rede direcionada pode ser facilmente realizado por meio do somatório das linhas (grau de saída) e das colunas (grau de entrada) na matriz de vizinhança da rede, como é demonstrado na Figura 2.6.



(a) Rede Hipotética

(b) Matriz de Vizinhança

Figura 2.4 – Rede hipotética e sua correspondente matriz de vizinhança.



(a) Rede Hipotética

(b) Matriz de Vizinhança

Figura 2.5 – Rede direcionada hipotética (a), sua correspondente matriz de vizinhança (b) com o cálculo do grau de entrada e saída para cada vértice.

As redes podem apresentar múltiplas linhas (mais de uma linha conectando os vértices) para representar diferentes tipos de relação. Este tipo de rede denomina-se *multiplex* (WASSERMAN; FAUST, K, 1994). A Figura 2.6 apresenta um exemplo de rede *multiplex* direcionada da região de influência de Belterra, onde cada tipo de relação está representado por uma cor diferente.

O último tipo de rede relevante aos propósitos esta pesquisa é a rede valorada ou ponderada. Neste tipo de rede são associados valores às linhas (WASSERMAN; FAUST, K, 1994) que podem ser variáveis categóricas, como

por exemplo, tipo de transporte fluvial e terrestre em uma rede de transportes ou numéricas, como por exemplo, intensidade das ligações, fluxo de pessoas ou mercadorias, distância geográfica entre os vértices, entre outras. Na rede, o valor das linhas pode ser representado por cores diferentes ou por espessuras de linhas diferentes (Figura 2.7). Para este tipo de rede a matriz de vizinhança é substituída por uma matriz de ponderação, na qual o valor de cada célula representa o valor da linha. A Figura 2.9 mostra uma rede ponderada hipotética na qual os valores das linhas variam de 1 a 5, e sua correspondente matriz de ponderação. Estes valores são representados por espessuras diferentes: valor 1 para espessura mais fina e 5 para a mais grossa.

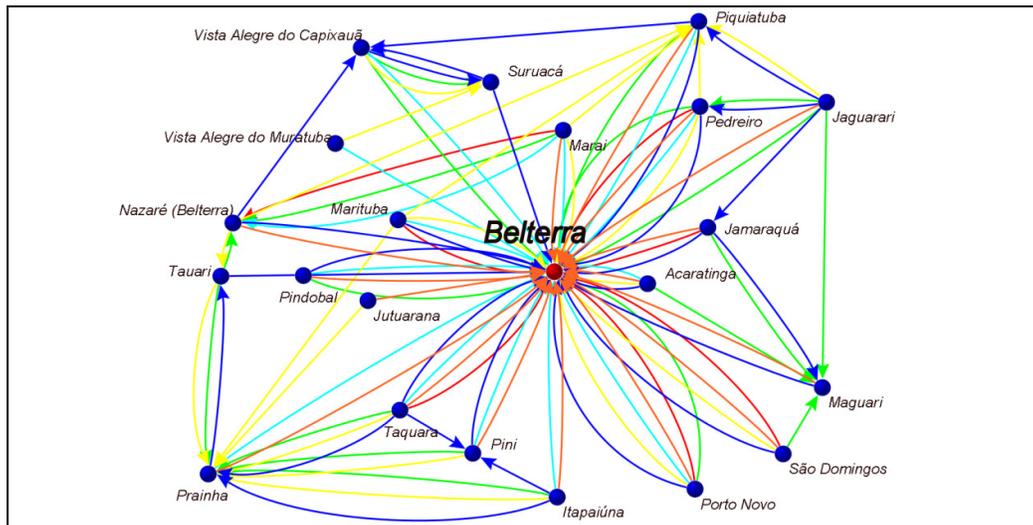
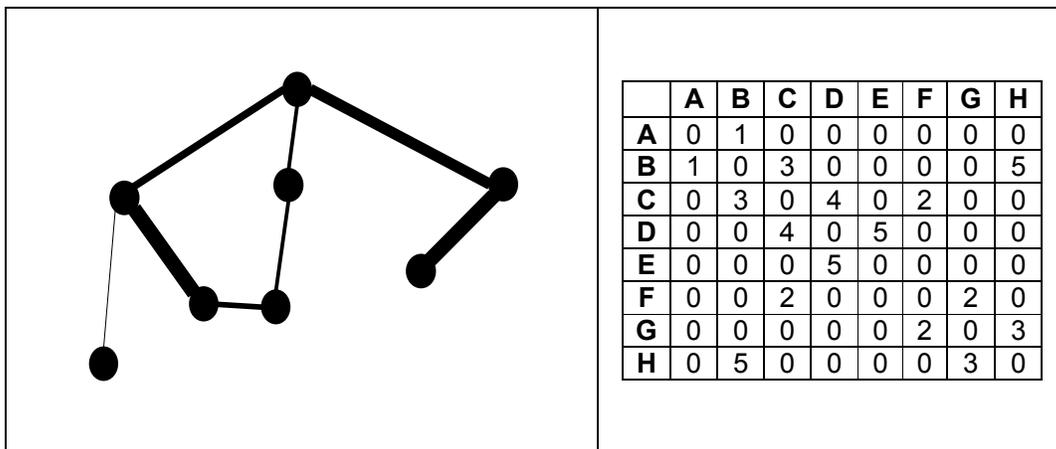


Figura 2.6 – Rede *multiplex* da região de influência de Belterra. 2009. Vértices representando as redes de relação de compra de bens de consumo (azul escuro); posto de saúde (verde); venda da produção (vermelho); educação (amarelo); linhas de transporte regular (laranja) e hospital (azul claro).

## 2.1 Análise de Redes Sociais (ARS): métricas e técnicas de análises

O conceito de grafo e suas propriedades têm sido utilizados desde sua criação em diferentes áreas de conhecimento, como a matemática, a biologia, a geografia, a física, a epidemiologia, a antropologia, a sociologia, as ciências da

computação, entre outras. Cada uma destas ciências adaptou e estendeu tais conceitos, transformando-os em um conjunto de ferramentas analíticas. Entretanto foi nas ciências sociais que a teoria dos grafos foi mais profícua. Na década de 1950, com o crescente interesse pela utilização de métodos quantitativos nas ciências sociais, a linguagem matemática da teoria dos grafos foi incorporada para o estudo das redes sociais (NEWMAN *et al.*, 2006).



(a) Rede Hipotética

(b) Matriz de ponderação

Figura 2.7 – Rede hipotética e sua correspondente matriz de ponderação.

Uma rede social é definida como um conjunto finito de atores e suas relações mútuas. Atores referem-se a entidades sociais, que podem ser pessoas, empresas, cidades, países, entre outros. Relação diz respeito à coleção de laços sociais de um determinado tipo, por exemplo, amizade, colaboração, entre outros (WASSERMAN; FAUST, K, 1994).

A Análise de Redes Sociais (ARS) refere-se ao conjunto de métodos destinados a detectar, descrever e interpretar padrões de laços sociais entre os atores (NOOY *et al.*, 2005). Os padrões e regularidades presentes nas redes constituem a estrutura da rede que expressa o ambiente social no qual o indivíduo está inserido (WASSERMAN; FAUST, K, 1994). No caso das redes de localidades, os métodos da análise de redes sociais são apropriados para detectar, descrever e interpretar os padrões de conectividade entre as localidades.

Segundo KNOKE e YANG (2008), a análise de redes sociais tem três pressupostos básicos. Primeiramente a estrutura das relações é mais importante para a compreensão do comportamento de um determinado grupo do que as características individuais dos atores (como gênero, idade, renda, valores).

O segundo pressuposto é que as redes sociais afetam convicções e ações a partir de diferentes mecanismos estruturais que são socialmente construídos pelos atores. As redes influenciam as escolhas de deslocamento de pessoas entre as localidades a partir de mecanismos estruturais que são construídos por diferentes atores. Por exemplo, o Estado é um ator que descentraliza a distribuição de escolas de ensino fundamental e de postos de saúde entre diferentes pontos da rede de localidades e que centraliza a localização dos hospitais nas cidades da rede.

A visão de que as redes sociais são processos dinâmicos e que suas estruturas passam continuamente por transformações é o último pressuposto. Nesta perspectiva, as oportunidades e as restrições de relacionamento proporcionadas pela estrutura da rede social em um dado momento influenciam as relações do grupo no futuro. Por exemplo, a estrutura da rede de educação existente no Baixo Tapajós permitiria identificar o local para implantação de novas escolas na região. A decisão de alterar o destino de uma determinada linha transporte escolar também é influenciada pela estrutura atual da rede.

A partir destes pressupostos uma variedade de teorias sociais de caráter relacional pode ser formulada, descrita e testada por meio da análise de redes sociais. Os métodos desenvolvidos em ARS podem ser divididos em duas categorias: (1) os procedimentos descritivos que permitem retratar o comportamento de um grupo a partir dos seus padrões de relacionamentos; (2) os procedimentos estatísticos que possibilitam o teste de hipóteses que explicam a estrutura das relações.

O objetivo deste trabalho é identificar o papel das localidades no espaço urbano amazônico a partir da descrição dos padrões de interações espaciais entre as localidades e as cidades da região onde elas se situam. As métricas e

técnicas descritivas de ARS podem ser úteis para cumprir este objetivo, desde que se identifique um subconjunto destas com potencial para traduzir a estrutura das redes investigadas.

As métricas e análises seleccionadas para traduzir a estrutura das redes estudadas neste trabalho podem ser organizadas em três grupos: coesão, centralidade e de posição. As métricas de coesão têm por objetivo mensurar o quanto os membros da rede estão conectados entre si e se há subgrupos de indivíduos mais conectados entre si do que com os outros membros da rede (NOOY *et al.*, 2005). Assim poderá ser avaliado o quanto as localidades estão conectadas entre si, se dentro de uma rede há sub-redes menores e se estas representam alguma característica com expressão espacial.

A densidade presume que quanto mais conexões uma rede tiver, mais coesa será sua estrutura (NOOY *et al.*, 2005). Sua expressão matemática é dada pela razão entre o número de arcos existentes e o número total de arcos possíveis, ou seja, o número de arcos de um grafo completo (grafo no qual todos os vértices conectam-se uns aos outros) com o mesmo número de vértices da rede analisada. Esta medida fornece uma noção de quanto uma rede está próxima ao ponto de ser totalmente conectada. Seus valores estão entre 0 (nenhuma conexão) e 1 (grafo completo).

A detecção de subgrupos de vértices mais coesos foi realizada por meio do conceito de componente fraco, que é a sub-rede de tamanho máximo na qual todos os vértices são conectados desconsiderando-se a orientação das conexões<sup>5</sup>. Analisa-se o número de componentes de cada rede, a quantidade de componentes isolados (vértices não conectados a nenhum outro) e o tamanho do maior componente da rede. Quanto mais componentes a rede tiver menor é a sua coesão. Assim quanto maior o número de componentes menos coesa a rede é. O número de vértices isolados também dá uma medida da baixa coesão da rede. O tamanho do maior componente descreve a coesão da

---

<sup>5</sup> Há o conceito de componente forte em contraposição ao conceito utilizado. Um componente forte é a sub-rede de maior tamanho na qual todos os pares de vértices são conectados com "paths" (é um caminho entre dois pares de vértices na qual a direção do relacionamento é levada em consideração).

maior sub-rede da rede estudada, quanto maior a porcentagem de vértices nesta rede mais coesa ela é. As métricas de centralidade selecionadas foram o grau de centralidade dos vértices e a centralização da rede. As medidas de centralidade são utilizadas geralmente na análise de redes sociais para identificar o quanto um ator da rede é importante (central) para a comunicação da mesma. No caso da rede de localidades a centralidade de uma localidade traduz se esta é um centro local de serviços ou de comércio.

O grau de centralidade é o grau ou valência do vértice, ou o número de arcos conectados a ele<sup>6</sup>. Esta medida indica o potencial de comunicação de um ator. Assim, quanto mais arcos se conectam a um vértice, maior o seu poder de difundir uma informação (WASSERMAN; FAUST, K, 1994). O grau de centralidade é calculado separadamente para o grau de entrada e saída.

Para este trabalho o grau de entrada indica quantas conexões uma localidade recebe em uma rede específica. Quanto maior o número de conexões recebidas por uma localidade maior a sua importância local na rede estudada. Por exemplo, em uma rede que representa os deslocamentos para educação uma localidade com grau de entrada alto indica que ela é um centro de prestação de serviços educacionais. No caso do grau de saída, ele terá significados distintos segundo a rede analisada, por exemplo, na rede de venda da produção local uma localidade que tenha um grau de saída alto indica que ela comercializa os seus produtos para uma maior diversidade de destinos. Em outras palavras esta localidade assume uma posição de centro exportador. Em uma rede de transportes, na qual os arcos representam conexões de linhas regulares, um grau de saída alto traduz um alto grau de acessibilidade da localidade.

A centralização é uma medida calculada para a rede a partir da variação do grau de centralidade dos vértices. Para esta medida, uma rede com estrutura de estrela, na qual todos os vértices conectam-se apenas a um vértice na rede,

---

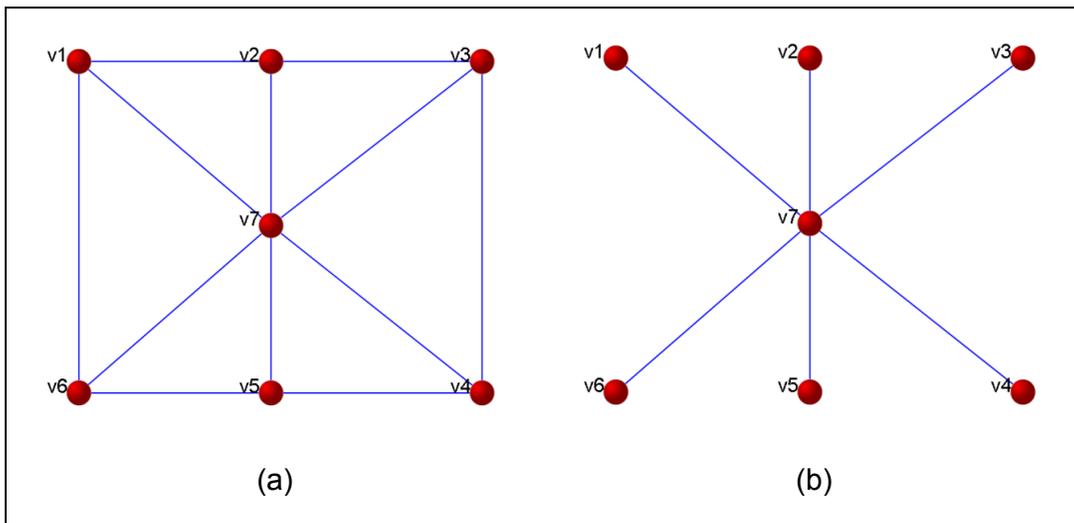
<sup>6</sup> Há outras medidas de centralidade comuns em ARS, como o grau de proximidade ou *closeness* e o grau de intermediação ou *betweenness*, para maiores informações sobre elas consultar (KNOKE; YANG, 2008; NOOY et al., 2005; SCOTT, 2000; WASSERMAN; FAUST, 1994).

é tomada como referência de centralização máxima. A variação dos graus, dada pela soma das diferenças entre o grau máximo encontrado na rede e o grau de cada vértice, é calculada para a rede analisada e para a rede estrela e depois calcula-se a razão entre estes dois valores (NOOY *et al.*, 2005). Quando a centralização é máxima o valor da medida é 1. A centralização da rede é dada pela fórmula (WASSERMAN; FAUST, K, 1994):

$$Centralização = \frac{\sum_{i=1}^n [C(n^*) - C(n_i)]}{\max \sum_{i=1}^n [C(n^*) - C(n_i)]} \quad (2.3)$$

Onde,  $n$  é o número total de vértices,  $C(n^*)$  é o grau de centralidade máximo observado nas redes e  $C(n_i)$  é o grau de centralidade do vértice  $i$ .

A Figura 2.8 exemplifica o cálculo da centralização para uma rede hipotética (Figura 2.8), indicando a rede estrela associada (Figura 2.8b), a tabela com o cálculo da variação da rede hipotética (Figura 2.8c) e cálculo da variação da rede estrela (Figura 2.8d). A centralização para a rede em questão é de 0,6 (18/30). Em redes orientadas, o grau de centralização é calculado separadamente para o grau de entrada e para o de saída.



Vértices	Grau	Variação	Vértices	Grau	Variação
1	3	$6 - 3 = 3$	1	1	$6 - 1 = 5$
2	3	$6 - 3 = 3$	2	1	$6 - 1 = 5$
3	3	$6 - 3 = 3$	3	1	$6 - 1 = 5$
4	3	$6 - 3 = 3$	4	1	$6 - 1 = 5$
5	3	$6 - 3 = 3$	5	1	$6 - 1 = 5$
6	3	$6 - 3 = 3$	6	1	$6 - 1 = 5$
7	6	$6 - 6 = 0$	7	6	$6 - 6 = 0$
<b>Total</b>		<b>18</b>	<b>Total</b>		<b>30</b>

(c) (d)

Figura 2.8 – Exemplo do cálculo de centralização de uma rede hipotética.

No estudo em questão a medida Centralização indica o quanto as conexões de uma rede são centralizadas em poucos nós ou se a rede apresenta uma estrutura mais descentralizada.

Em ARS, o conceito de posição designa um padrão particular de relacionamentos. A posição identificada dentro da rede, geralmente é associada a um papel desempenhado por um indivíduo (NOOY *et al.*, 2005). No caso das localidades, se uma cidade, Santarém, por exemplo, recebe a maioria das conexões, e tem o maior grau de centralidade, isto significa que Santarém possui uma posição central na rede de venda de produtos locais e assim exerce o papel de principal centro comercial nas localidades do Baixo Tapajós. A descrição e interpretação do conceito de posição neste trabalho serão realizadas por meio de duas abordagens. A primeira avalia a posição do vértice baseada na relação entre os graus de entrada e saída. Na segunda abordagem a posição do vértice é analisada segundo padrões de conexões semelhantes entre os vértices.

Na primeira abordagem, os vértices são classificados segundo valores dos graus de entrada e saída. Nesta tipologia os vértices são divididos em quatro classes (WASSERMAN; FAUST, K, 1994):

1. Isolados → Vértices não conectados com valores nulos de graus de entrada e saída.
2. Remetentes → Vértices que apenas enviam conexões, ou seja, possuem valor de grau de entrada nulo e de grau de saída igual ou maior que um.

3. Destinatários → Vértices que apenas recebem conexões, ou seja, possuem o grau de saída nulo e o grau de entrada igual ou maior que um.
4. Comuns → Vértices que possuem o grau de entrada e saída com valores iguais ou maiores que um.

Esta categorização é interessante de ser aplicada para as redes geográficas como as deste trabalho, pois permite a identificação dos vértices destinatários que são as localidades e cidades que centralizam serviços e comercialização de mercadorias. Os vértices remetentes também são importantes, pois identificam as localidades que são dependentes de serviços e comércio existente em outros locais.

Entretanto, esta classificação não identifica se os vértices da categoria comuns enviam ou recebem mais conexões. Para suprir esta limitação propõe-se neste trabalho uma nova medida, o índice de conectividade para detalhar o comportamento da classe comum. Este índice permite avaliar a diferença entre o grau de saída e entrada em relação ao grau total do vértice. O índice de conectividade  $I_c$  é calculado pela fórmula:

$$I_c = \frac{(G_{out} - G_{in})}{(G_{out} + G_{in})} \quad (2.4)$$

onde  $G_{out}$  é o grau de saída e  $G_{in}$  é o grau de entrada.

Os valores de  $I_c$  variam de +1 a -1, sendo que os vértices remetentes assumem o valor de +1 e os destinatários de -1. Os isolados possuem valor inválido (resultado da divisão de zero por zero) e os comuns podem ser categorizados em classes de valores dentro do intervalo do índice, desde vértices predominantemente destinatários (valores mais próximos a -1) até vértices predominantemente remetentes (valores mais próximos a +1). O detalhamento de classes de valores para os vértices comuns pode ser realizado de acordo com as necessidades identificadas pelo usuário.

Nesta pesquisa optou-se por organizar os valores de índice de conectividade ( $I_c$ ) em seis classes ordenando os vértices desde a condição de

exclusivamente remetentes de conexões até exclusivamente destinatários (Tabela 2.2).

Trazendo esta medida para a interpretação das redes de localidades, enquanto a tipologia definida por (WASSERMAN; FAUST, K, 1994) detecta as localidades que representam centralidades, as destinatárias, e as localidades dependentes de serviços externos, as remetentes, o novo índice apresentado pode revelar níveis diferentes de centralidade. Por exemplo, na rede que representa o deslocamento de alunos no Baixo Tapajós uma localidade que possui escola ensino fundamental recebe alunos de localidades vizinhas que não possuem escolas e os jovens residentes nela se deslocam a uma localidade vizinha para frequentar o ensino médio. A localidade é uma centralidade para oferecimento de ensino primário. Esta localidade seria classificada apenas como comum na tipologia de (WASSERMAN; FAUST, K, 1994), pois é ao mesmo tempo origem e destino de conexões. Com a utilização do  $I_c$ , ela seria classificada como uma localidade predominantemente destinatária e o seu papel de centralidade seria revelado.

Tabela 2.2 – Classes de valores de  $I_c$  e seus respectivos nomes e significados.

<b>Classe</b>	<b>NOME</b>	<b>Valores de <math>I_c</math></b>	<b>Significado</b>
1	<i>Exclusivamente Remetente</i>	$=+ 1,0$	Vértices que não são destino dos deslocamentos e que apenas conectam-se a outros locais.
2	<i>Predominantemente Remetentes</i>	$0,0 > I_c < +1,0$	Vértices que enviam mais conexões do que recebem.
3	<i>Equilibrados</i>	$=0,0$	Vértices que possuem o mesmo grau de entrada e saída e apresentam.
4	<i>Predominantemente Destinatários</i>	$-1,0 > I_c < 0,0$	Vértices que recebem mais conexões do que enviam.
5	<i>Exclusivamente Destinatários</i>	$= -1,0$	Vértices que apenas são destino das conexões.
6	<i>Isolados</i>	Valor inválido	Vértices desconectados.

Na segunda abordagem de estudo de posição, os vértices com as mesmas conexões são denominados equivalentes por ocuparem uma posição

equivalente na rede (NOOY *et al.*, 2005). A Figura 2.9 apresenta um exemplo hipotético da rede de transporte público entre duas cidades e quatro localidades. A matriz de vizinhança correspondente (Figura 2.9) está organizada segundo dois grupos de vértices: Cidades e Localidades. Nela identifica-se que as Cidades A e B possuem posições equivalentes na rede, ou seja, recebem conexões das localidades e têm linhas de transporte entre si. As localidades constituem outro grupo, que se caracteriza por enviar passageiros para as duas cidades.

A matriz da Figura 2.9 é um exemplo de *blockmodel* ou modelo de bloco. O modelo de bloco descreve a estrutura geral da rede e a posição de cada vértice dentro desta estrutura. Este modelo associa cada vértice a uma classe e especifica os relacionamentos permitidos entre os membros da classe e entre as diferentes classes. Um bloco constitui-se das células da matriz de vizinhança que estão na intersecção de duas classes. Na Figura 2.9 o modelo de bloco possui 4 blocos e apresenta uma estrutura do modelo de centro-periferia, no qual os vértices centrais se conectam entre si e recebem conexões dos vértices periféricos que quase não se comunicam entre si.

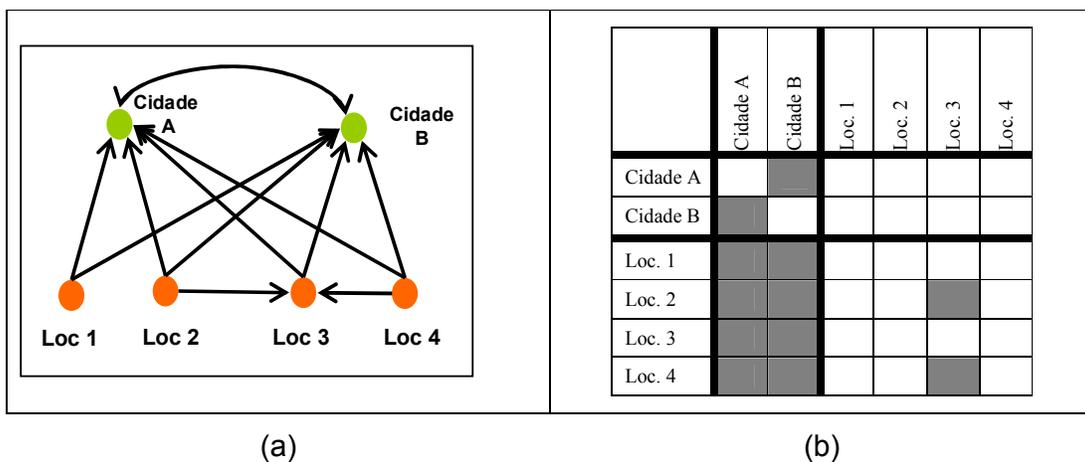


Figura 2.9 - Rede de linhas de transporte hipotética (a) e sua respectiva matriz de vizinhança (b) organizada segundo as posições equivalentes da rede.

O conceito de equivalência adotado para o modelo de bloco pode ser mais restrito ou mais flexível. O conceito mais restrito é o de equivalência estrutural, no qual dois vértices só são considerados estruturalmente equivalentes se eles tiverem padrões exatamente iguais de conexão com os demais vértices da

rede. Na Figura 2.9 as Cidades A e B são exemplos de vértices estruturalmente equivalentes, assim como as Localidades 3 e 4 (que têm linhas de transportes para as Cidades e para a localidade 3). As localidades 1 e 3 formam blocos à parte por possuírem padrões de relacionamento diferente dos demais vértices da rede. Na Figura 2.10 pode-se observar o modelo de bloco para a rede da Figura 2.9 segundo o critério de equivalência estrutural.

Um modelo de bloco pode ser representado por sua matriz imagem, que é um resumo do modelo. Cada classe de vértice é agrupada em um novo vértice e cada célula na nova matriz representa um bloco. Cada um dos blocos é caracterizado, no caso da equivalência estrutural como Nulo (sem conexões) ou Completo (onde todos os vértices do bloco se conectam). A Tabela 2.3 representa a matriz imagem do modelo de bloco da Figura 2.10.

		Classe 1		Classe 2		Classe 3	Classe 4
		Cidade A	Cidade B	Loc. 2	Loc. 4	Loc. 3	Loc. 1
Classe 1	Cidade A						
	Cidade B						
Classe 2	Loc. 2						
	Loc. 4						
Classe 3	Loc. 3						
Classe 4	Loc. 1						

Figura 2.10 – Modelo de bloco para a rede de transporte hipotética, segundo critério de equivalência estrutural.

Tabela 2.3 – Matriz imagem do modelo de bloco da Figura 2.10

	<b>Classe 1</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Classe 3</b>	<b>Classe 4</b>
<b>Classe 1</b>	Completo	Nulo	Nulo	Nulo
<b>Classe 2</b>	Completo	Nulo	Completo	Nulo
<b>Classe 3</b>	Completo	Nulo	Nulo	Nulo
<b>Classe 4</b>	Completo	Nulo	Nulo	Nulo

O segundo conceito de equivalência existente trata-se da equivalência automórfica. Este conceito flexibiliza um pouco a identificação de vértices equivalentes. Dois vértices ocupam a mesma posição automórfica se eles possuem relacionamentos idênticos com diferentes grupos de vértices que ocupam o mesmo papel em relação àquela posição (KNOKE; YANG, 2008). A Figura 2.11 exibe um exemplo de automorfismo entre as cidades A e B e entre as localidades 1, 2, 3 e 4. Estes dois grupos não possuem exatamente os mesmos arcos, mas apresentam o mesmo número de conexões com vértices que ocupam o mesmo papel (de cidade e localidade) na rede.

O último conceito de equivalência é o menos restritivo dos três, a equivalência regular. Dois vértices são regularmente equivalentes se eles possuem os mesmos tipos de relacionamentos com vértices que são regularmente equivalentes (KNOKE; YANG, 2008). É necessário que cada membro de um grupo tenha conexão com pelo menos um membro do outro grupo regular. Em termos matriciais um bloco possui equivalência regular se há pelo menos um arco em cada linha e um arco em cada coluna do bloco (excluindo-se a diagonal principal do bloco que descreve arcos do tipo loop). A Figura 2.12 exemplifica o modelo de bloco de uma rede hipotética de transportes. Neste modelo identifica-se a existência de dois blocos regulares na intersecção da classe 2 com as classes 1 e 3. Observa-se que nesses dois blocos todas as linhas e colunas recebem pelo menos um arco.

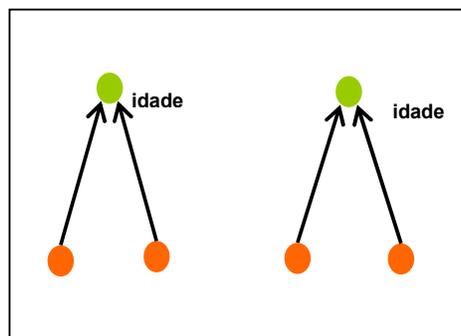


Figura – 2.11 – Exemplo de equivalência automórfica.

Os modelos de blocos exemplificados até agora partiram de uma categorização prévia dos vértices (cidades, localidades e distritos) para em seguida analisar os padrões de conexões existentes. Há outra possibilidade de análise que é dividir os vértices em blocos a partir da identificação de padrões de conexões equivalentes. Este tipo de análise chama-se *Blockmodelling*, realizada em três etapas. Na primeira são fornecidos os parâmetros do modelo: o tipo de equivalência utilizada, por exemplo, estrutural ou regular; o número de classes do bloco e, por último, a matriz imagem ideal (o modelo ideal de bloco) é definida. Na segunda etapa utiliza-se um algoritmo para dividir a rede em blocos. Na terceira etapa o bloco resultante é comparado com a matriz imagem. A avaliação do ajuste do modelo de bloco à rede analisada é feita por meio da comparação da matriz imagem do modelo com uma matriz imagem ideal. Os arcos identificados dentro de blocos que deveriam ser nulos são computados como erro (células marcadas com x vermelho na Figura 2.12a). Para cada bloco são computados os erros que são apresentados na forma de uma matriz de erros (Figura 2.12c). A soma dos erros de todos os blocos constitui-se no erro total do modelo de blocos. No caso do exemplo da Figura 2.12 o erro total foi igual a 3.

A aplicação do *Blockmodelling* às redes de localidades permite identificar padrões de conexões. Após a identificação dos padrões pode-se verificar se estes padrões possuem alguma expressão espacial.

		Classe 1		Classe 2				Classe 3	
		Cidade A	Cidade B	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Distrito $\alpha$	Distrito $\beta$
Classe	Cidade						X		

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Classe1	Completo	Nulo	Nulo
Classe2	Regular	Nulo	Regular
Classe3	Completo	Nulo	Nulo

(b)

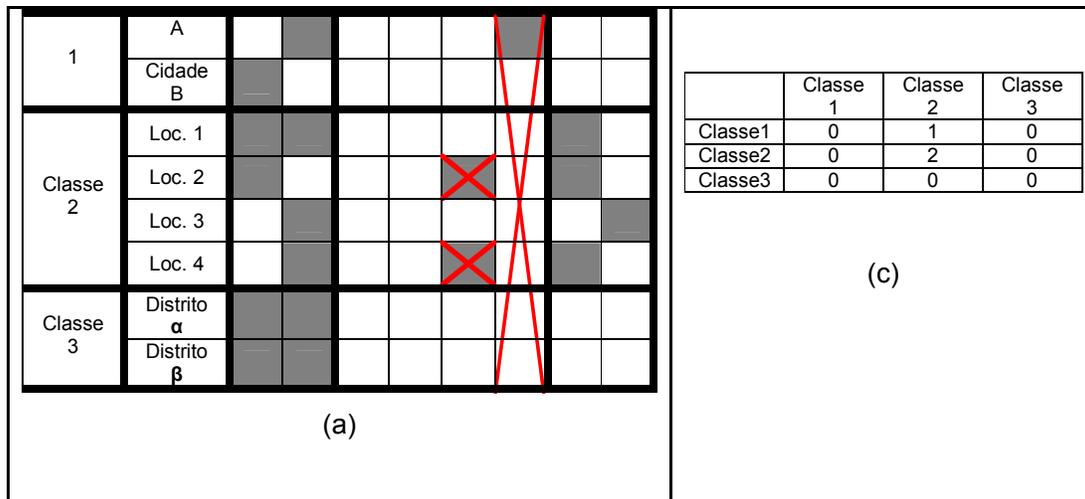


Figura – 2.2 – Modelo de bloco hipotético (a), matriz imagem (b) e matriz de erros correspondentes (c).

### 3 Metodologia

#### 3.1 Área de estudo

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados durante duas expedições de campo. A primeira realizada entre os dias 28 de junho a 10 de julho de 2009 (AMARAL *et al.*, 2009). O relatório desta campanha de campo faz parte do conjunto de documentos produzidos pelo grupo de Dinâmica do Uso da Terra na Amazônia do INPE em suas pesquisas sobre o Distrito Florestal Sustentável da BR-163 (DFS BR-163)<sup>7</sup>. O distrito está localizado na região oeste do estado do Pará e possui grande extensão territorial, com aproximadamente 19 milhões de hectares (Figura 3.1). Estende-se de Santarém até Castelo dos Sonhos (situado em Altamira), no eixo da BR-163 (Cuiabá – Santarém), e de Jacareacanga a Rurópolis, no eixo da BR-230 (Transamazônica). Os municípios de Altamira, Aveiro, Belterra, Itaituba, Jacareacanga, Juruti, Novo Progresso, Óbidos, Placas, Prainha, Rurópolis, Santarém e Trairão estão inclusos em sua área.

<sup>7</sup> Foi o primeiro DFS, criado em 13 de fevereiro de 2006 por meio de decreto presidencial. O objetivo da instituição do distrito foi implantar de políticas públicas de estímulo à produção florestal sustentável (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2010).

A expedição de campo partiu de Alter do Chão, distrito de Santarém localizado na margem direita do rio Tapajós com destino às comunidades à montante (28/06/2009) até as imediações da sede do município de Itaituba. Deste ponto, a expedição retornou descendo o rio Tapajós, visitando as localidades da margem esquerda até as proximidades de Alter do Chão (10/07/2009). Neste percurso, dados referentes a 62 localidades foram levantados.

A segunda missão de campo foi realizada no período de 4 a 15 de junho de 2012, e o percurso realizado abrangeu toda a extensão do Rio Arapiuns (ESCADA et al., 2013), aproximadamente 135 km, e parte de seus afluentes, nos trechos navegáveis dos rios Aruã e Maró. A missão de campo que percorreu aproximadamente 300 km compreendendo os trechos de subida e descida do rio Arapiuns e seus afluentes.

No percurso de campo foram visitados 50 núcleos populacionais, dos quais 14 estão localizados na Resex, três na Terra Indígena do Maró, duas na Gleba nova Olinda e 31 no PAE Lago Grande e (Figura 3.2).

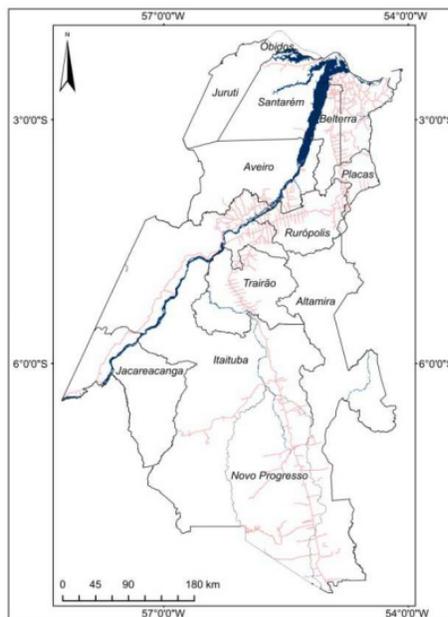


Figura 3.1 – Mapa com a localização do Distrito Florestal Sustentável da BR-163.

Fonte: DAL'ASTA *et al.* (2011)

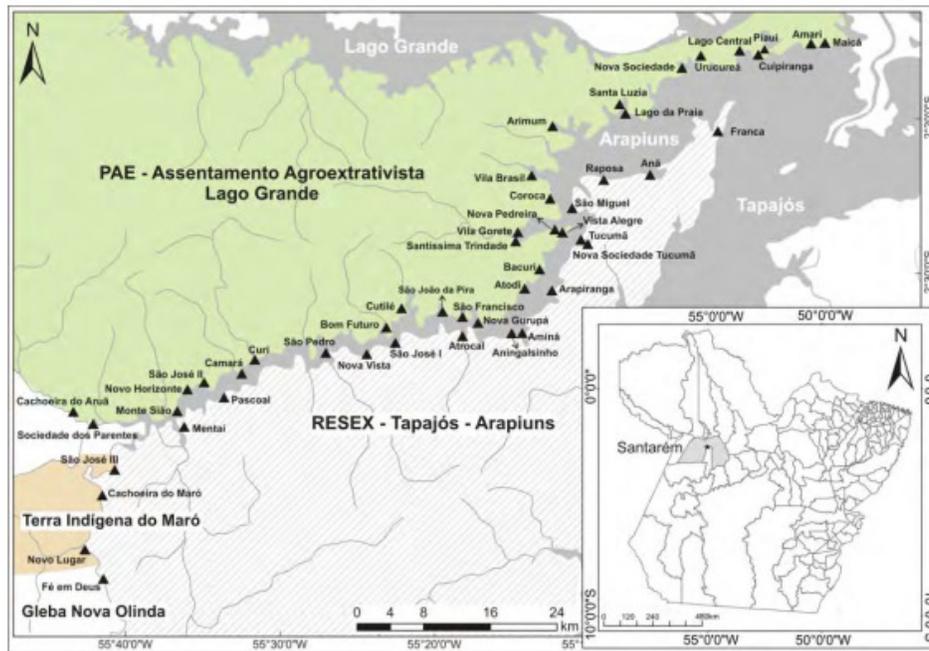


Figura 3.2 - Comunidades visitadas durante o trabalho de campo e o contexto territorial: Resex Tapajós-Arapiuns, PAE Lago Grande, Terra Indígena do Maró e Gleba Nova Olinda.

### 3.2 Levantamento de dados

Para definir as questões abordadas nos levantamentos de campo, partiu-se da premissa de que a dinâmica de uso da terra, a condição socioeconômica das localidades e a dependência entre os núcleos populacionais estariam relacionados à posição relativa das localidades (condições de conectividade a outras localidades e a cidades) e à proximidade espacial aos centros urbanizados.

Dentre os objetivos específicos das campanhas de campo em questão (AMARAL *et al.*, 2009), (ESCADA *et al.*, 2013), três relacionam-se aos objetivos deste relatório:

- 1) Identificar e caracterizar as localidades ribeirinhas quanto à disponibilidade e acesso a equipamentos urbanos<sup>8</sup>, infraestrutura e serviços;
- 2) Observar os conceitos e as relações entre o “rural” e o “urbano” na dinâmica das localidades e núcleos urbanizados;
- 3) Identificar a ligação e os fatores condicionantes das conexões entre as localidades e núcleos populacionais que as ligariam à rede formal de cidades.

O planejamento do percurso de campo teve como meta visitar o maior número possível de comunidades ribeirinhas em função do tempo e recurso disponíveis. Inicialmente estabeleceu-se um cronograma com a previsão de visitar de 6 a 8 comunidades por dia. Este cronograma baseou-se nas condições de navegabilidade dos Rios na época e na distância entre as localidades.

Para as duas campanhas as equipes de campo contaram com dez pesquisadores e quatro tripulantes. Um barco a motor navegava durante o dia cumprindo o percurso diário traçado no planejamento, enquanto que os pesquisadores, divididos em duas equipes se deslocavam em lanchas até as localidades

Em cada localidade, as coordenadas geográficas eram adquiridas com GPS, para posterior atualização do banco de dados. A existência e as condições de conservação dos equipamentos urbanos foram documentadas por registro fotográfico. Após este reconhecimento passava-se a etapa de entrevista. Como informantes-chaves foram entrevistados, os moradores com alguma representatividade local e que tivessem conhecimento sobre a localidade, preferencialmente presidentes das comunidades, agente comunitário de saúde,

---

<sup>8</sup> “Equipamento urbano, segundo a norma brasileira NBR 9284, é um termo que designa todos os bens públicos ou privados, de utilidade pública, destinado à prestação de serviços necessários ao funcionamento da cidade, implantados mediante autorização do poder público, em espaços públicos e privados” (AMARAL *et al.*, 2009).

professores, representante do sindicato de produtores rurais, moradores antigos entre outros. As informações foram registradas através do preenchimento das planilhas de campo e pela gravação do áudio das entrevistas, autorizada pelo entrevistado. Cada integrante da equipe era responsável pelo preenchimento de uma das planilhas temáticas (comunidade; equipamentos e infraestrutura; saúde e educação e uso da terra). Os informantes foram fotografados, com a devida autorização, para posterior identificação.

Os roteiros de entrevistas para aquisição de dados no campo foram elaborados de modo a levantar informações relativas às características das localidades e às relações entre as localidades e as cidades próximas. A escolha de variáveis baseou-se em pesquisas científicas realizados na região que trabalharam com a escala das localidades (AMARAL *et al.*, 2006; BARBIERI; MONTE-MÓR, R. L. M., 2009; BECKER, B. K., 1978; ESCADA *et al.*, 2005; GUEDES *et al.*, 2009; PARRY *et al.*, 2010) e no conjunto de variáveis utilizadas em estudos de rede urbana no Brasil, especialmente no último REGIC (Região de Influência das Cidades) lançado pelo IBGE em 2008 (IBGE, 2008).

Optou-se por entrevistas estruturadas (com perguntas previamente estabelecidas, e respostas fechadas) para que os entrevistados pudessem fornecer informações objetivas e confiáveis, possibilitando a comparação entre as localidades. Os roteiros de entrevistas foram organizados em três<sup>9</sup> temas distintos, com questões organizadas em planilhas de campo:

a) **A comunidade, Equipamentos e Infraestrutura:** origem, histórico, condição demográfica, renda, abastecimento, organização social, água, energia elétrica, saneamento, lixo, comunicação (telefone e correios), transportes e serviços;

b) **Saúde e Educação:** equipamentos, atendimento;

---

<sup>9</sup> Para a campanha do Arapiuns foram utilizados mais dois temas sobre: Uso de serviços ecossistêmicos e bem-estar comunitário que não foram utilizados para as análises deste relatório.

c) **Uso da terra e produção:** dinâmica e sazonalidade dos principais usos, organização fundiária, extrativismo, atividade madeireira, mineração, agricultura, pecuária.

Para todas as localidades foram identificadas as principais carências e qual a dependência e o alcance em relação a outras localidades e centros urbanizados. As relações de dependência e alcance foram definidas considerando-se o sentido do fluxo de pessoas e mercadorias entre as localidades e /ou cidades da região. Uma localidade foi definida como dependente de outra quando seus habitantes necessitavam deslocar-se até outra localidade para ter uma de suas necessidades de serviço e/ou comercialização atendidas. Tomando-se um exemplo hipotético (Figura 3.3), o deslocamento de pessoas em busca de serviços de posto de saúde define as comunidades A, B, C e D como dependentes de E. O mesmo raciocínio, invertendo-se o sentido, define o alcance de uma localidade, ou seja, o alcance procurou identificar quais localidades se dirigem à comunidade entrevistada para ter acesso a um recurso/serviço. No caso hipotético, as localidades A, B, C, e D constituem-se no alcance da comunidade E, assim como I e J são o alcance de K. O alcance é definido então pelo conjunto de localidades que são atendidas pela localidade entrevistada.

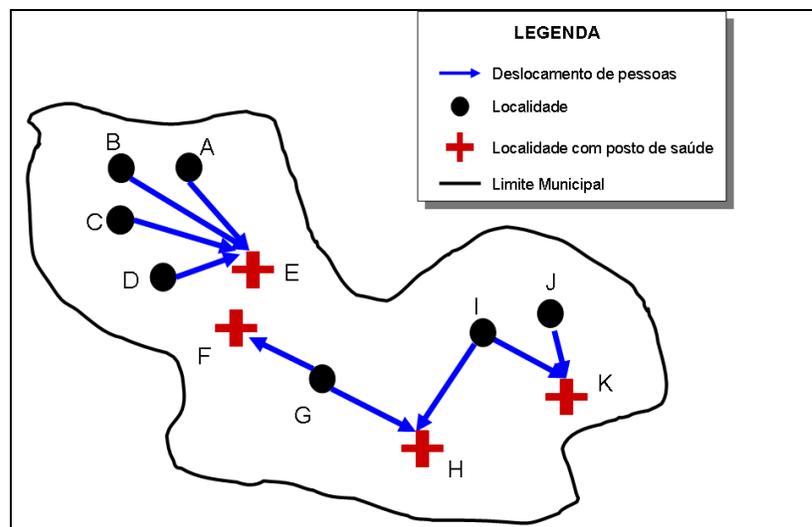


Figura 3.3 – Exemplo hipotético do deslocamento de pessoas entre localidades em busca de posto de saúde.

### **3.3 Seleção de Variáveis**

Os dados coletados nas planilhas de campo foram transcritos pela equipe de campo para planilhas eletrônicas. O áudio das entrevistas facilitou a elucidação de dúvidas durante a compilação das planilhas. Foram dois grupos de variáveis: as atributivas e as relacionais. As primeiras são características individuais das localidades visitadas (como população, existência de posto de saúde, entre outras) e o segundo grupo descreve as relações entre as localidades, formuladas a partir das questões de alcance e dependência dos roteiros de entrevistas. Além do alcance e dependência foram adicionadas outras variáveis relacionais associadas ao deslocamento de pessoas e ou mercadorias, com informação da localidade de origem e destino. Por exemplo, “onde é vendida a produção de farinha desta localidade?”; “a qual localidade os moradores se dirigem para ter acesso a posto de saúde?”.

### **3.4 Análise de redes**

Nesta etapa as redes geradas a partir das variáveis relacionais foram analisadas utilizando-se as métricas e técnicas de ARS apresentadas no capítulo de fundamentação teórica. As análises foram realizadas relacionando as variáveis estruturais da rede com as variáveis atributivas das localidades. Também foram identificados os padrões de conexões das redes por meio de análise de *blockmodel*. Estas análises foram agrupadas em quatro temas: Transporte (rede de linhas de transporte existentes na área de estudo); Circulação de mercadorias (redes de compra de bens de consumo e venda da produção comunitária), Saúde (rede de utilização dos serviços de posto de saúde) e Educação (rede de deslocamento de alunos para curso o ensino fundamental e médio).

Todas as análises sobre as redes geográficas deste trabalho foram realizadas no software livre Pajek (BATAGELJ; MRVAR, 2011), projeto da universidade de Ljubljana, Eslovênia.

#### **3.4.1 Descrição das redes**

As redes foram descritas por meio de variáveis estruturais: densidade, centralização. Os padrões de conexões das redes foram estudados por meio

da uma tipologia de vértices baseadas em valores do índice de conectividade ( $I_c$ ) e pela análise de *blockmodel*.

A análise de *Blockmodel* foi realizada no Pajek priorizando-se como critério a equivalência estrutural<sup>10</sup>. Para a criação dos blocos utilizou-se a opção de ajuste randômico, no qual os vértices são permutados entre os blocos aleatoriamente até que seja encontrada a matriz de erros mais otimizada dentro de um número específico de repetições. Utilizou-se como padrão o número de 100 repetições para cada modelo e um número inicial de dez blocos. A matriz de erros foi analisada ao final de cada modelo e dependendo da distribuição dos erros o número de blocos era alterado e um novo ajuste testado. O produto final desta análise é uma rede com os vértices categorizados segundo os blocos propostos pelo modelo de *blockmodel*.

Para facilitar a interpretação dos padrões dominantes realizou-se uma transformação de “encolhimento” (operação de transformação *shrink*) nestas redes, gerando uma nova rede, chamada rede reduzida. Nesta operação os vértices de cada bloco são agrupados em um novo vértice e o número de arcos que ligam cada um dos blocos é associado aos arcos da nova rede. A Figura 4.9a apresenta um exemplo da rede de Hospitais do Baixo Tapajós classificada segundo o modelo de *Blockmodel* ajustado para esta rede (cada cor de vértice corresponde a um bloco). A Figura 3.4b apresenta a versão simplificada do modelo (rede após operação de *shrink*), com a espessura dos arcos representando o número de arcos entre os blocos. Para a análise espacial do modelo simplificado foram gerados mapas contendo a classificação das localidades.

---

<sup>10</sup> Apenas para as rede de venda de produção do Arapiuns foi utilizado o conceito de equivalência regular.

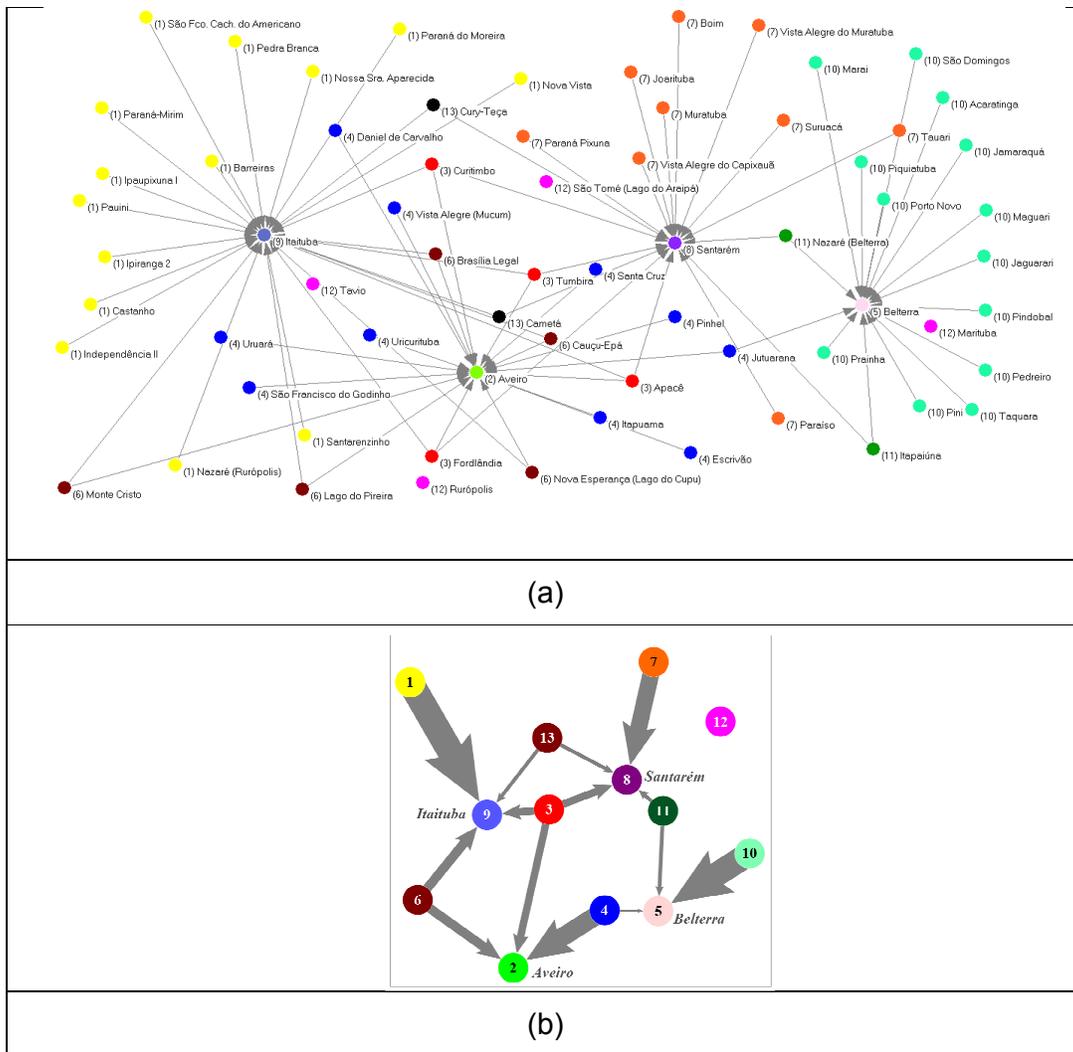


Figura 3.4 – Rede de Hospitais classificada segundo blocos (a) e modelo simplificado da rede após *shrink* (b).

O objetivo desta análise foi verificar se algum padrão espacial pode ser evidenciado a partir do padrão de conexão das redes. Pode-se por exemplo, verificar se as localidades próximas a Aveiro preferem recorrer a esta cidade para a circulação de mercadorias ou às cidades mais importantes da região, que possuem melhores mercados como Itaituba e Santarém. A técnica de Blockmodel é aplicável a redes densas e centralizadas (NOOY *et al.*, 2005), e por isso a técnica só foi aplicada às redes de bens de consumo, produção e transporte, pois as redes de saúde e educação são descentralizadas e pouco densas.

A última questão refere-se à centralização das conexões nas cidades da região. Parte-se do pressuposto que a maior parte de deslocamentos nas redes tem como destino as cidades, mas cada uma das redes possui um grau de centralização diferenciado nas cidades. As conexões de cada uma das redes foram categorizadas por tipo de destino (cidade ou localidade) e em seguida a proporção de cada categoria foi calculada.

## 4 Resultados

Os resultados aqui discutidos são reflexo da metodologia de coleta de dados adotada nos campos. As cidades das áreas de estudo não foram objeto das entrevistas de campo, apenas as localidades. Isto, porque o objetivo da campanha de campo era caracterizar as localidades quanto às condições socioeconômicas e as dinâmicas de uso da terra para verificar se estas estariam vinculadas às relações de dependência entre as localidades e à proximidade espacial aos centros urbanizados (Amaral *et al.*, 2009). Deste modo, em nenhuma das micro-redes será observada conexão partindo das cidades. Entretanto isto não significa que não há conexão entre elas e as localidades.

Outro ponto importante a salientar é a questão quanto à natureza das conexões representadas nas micro-redes aqui estudadas. As conexões entre os vértices da rede não são fruto de pesquisa de fluxo de pessoas e mercadorias em órgãos oficiais, como secretarias municipais de saúde e educação. Elas são a representação da percepção dos moradores das localidades sobre os deslocamentos que são efetuados por eles para a utilização de serviços de saúde e educacionais, para comercialização da produção e compras de bens de consumo. Assim quando apresentamos uma micro-rede de venda de Bens de consumo e verificamos que uma localidade vizinha à cidade de Belterra não se conecta a ela e sim a Santarém, isto não significa que eventualmente os moradores desta localidade não se desloquem até Belterra para compras. A conexão com Santarém foi mencionada pelos entrevistados e a conexão com Belterra foi omitida, pois provavelmente a

primeira cidade é mais procurada por oferecer maior variedade de bens de consumo.

Os resultados serão organizados em quatro temas: Transporte, Circulação de mercadorias que contém as redes de bens de consumo e venda da produção, Saúde e Educação. Em cada um dos temas são apresentadas separadamente as análises das áreas de Estudo do Baixo Tapajós e do Rio Arapiuns.

#### **4.1 Transporte**

Os arcos da rede de transporte representam as conexões existentes entre as localidades e as cidades das regiões estudadas, estabelecidas pela existência de linhas de transporte regulares. Estas linhas são utilizadas para transporte de passageiros para comprar mantimentos e bens de consumo, estudar, utilizar serviços de saúde básica (em postos de saúde) ou especializada (em hospitais) e para transporte de mercadorias. As linhas de transporte são especialmente importantes para as localidades que estão mais distantes das cidades para escoar a produção local, pois nos casos de longas distâncias, o uso de voadeiras, rabetas e canoas é inadequado. A compreensão da estrutura da rede de transporte pode subsidiar o entendimento das características das demais redes e por isso, esta é a primeira rede a ser analisada.

##### **4.1.1 Baixo Tapajós**

A figura 4.1 apresenta a micro-rede de transporte do Baixo Tapajós categorizada em dois tipos de conexões, fluvial (arcos em azul) e terrestre (arcos em laranja). A primeira propriedade que chama atenção na micro-rede é a predominância das conexões fluviais, dos 129 arcos existentes na micro-rede, 80 (62,0%) são desta natureza, enquanto 49 (38,0%) são terrestres.

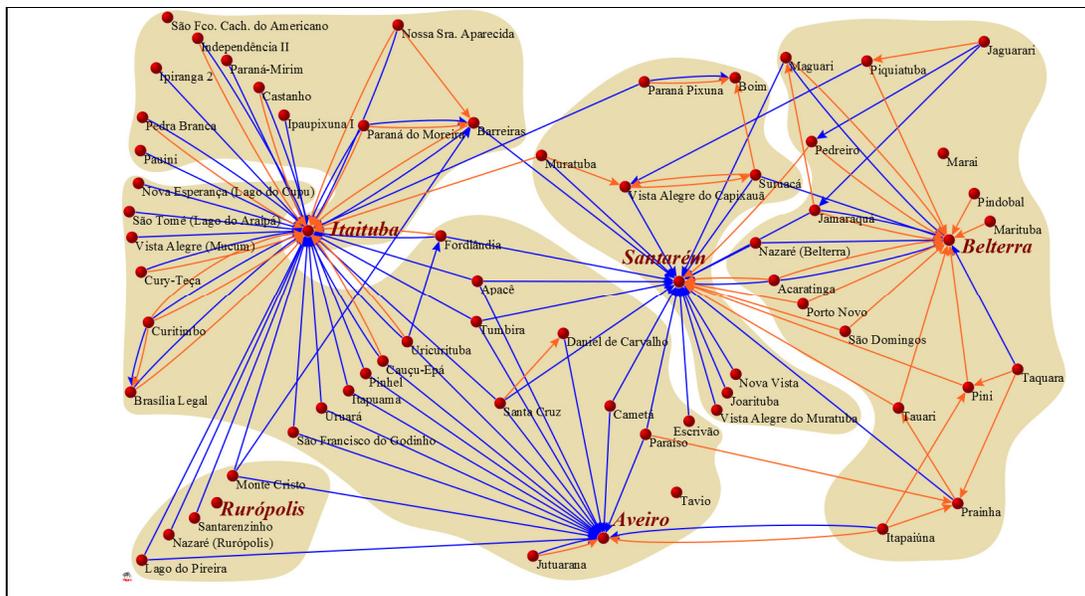
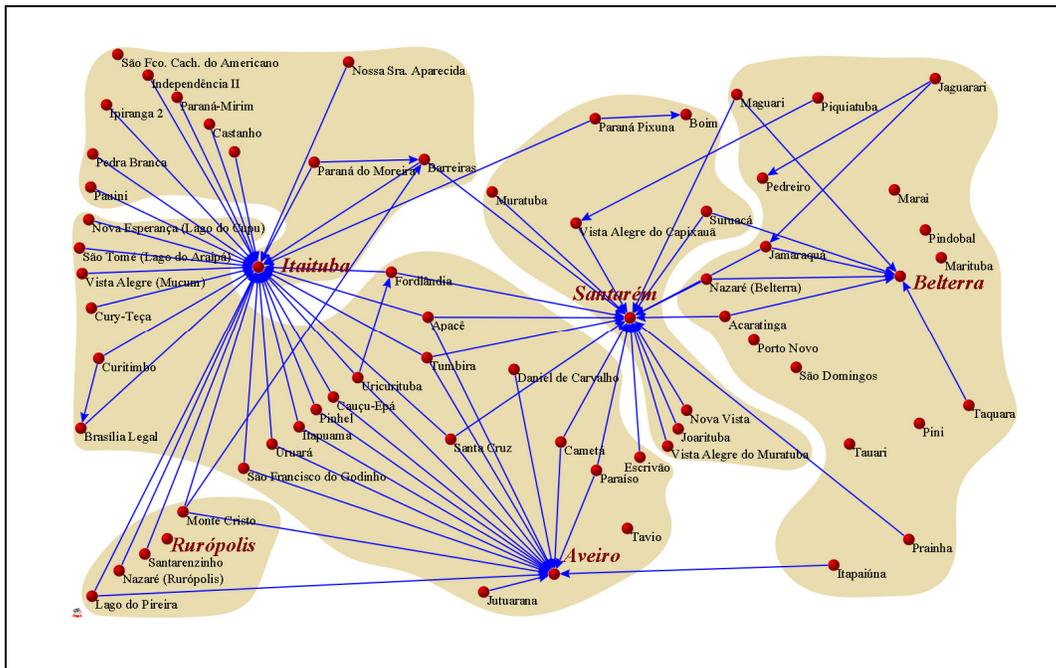


Figura 4.1 – Rede de transporte segundo tipo de conexão fluvial (azul) e terrestre (laranja).

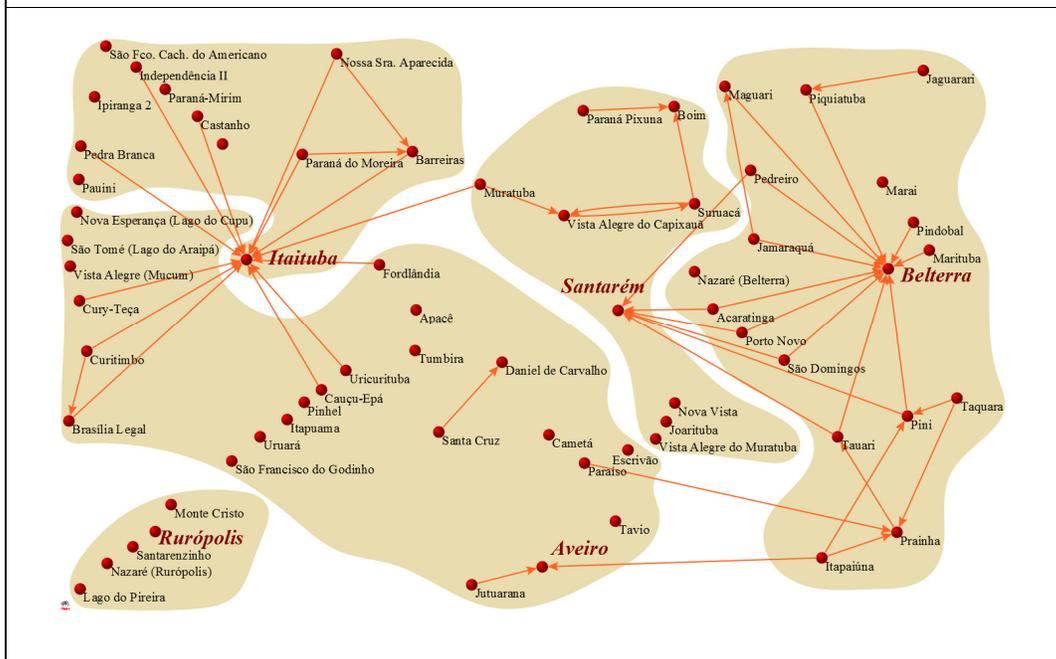
A diferença entre as micro-redes é ressaltada na Figura 4.2, na qual as conexões do tipo fluvial e terrestre foram individualizadas em redes distintas com densidades bem diferentes. Enquanto a rede Fluvial apresenta valor de densidade de 0,018, a rede terrestre possui densidade de 0,011. Estes números refletem as características da rede de transporte identificadas no trabalho de campo (AMARAL *et al.*, 2009).

A maioria das estradas que serve a região torna-se intransitável no inverno, época das chuvas de dezembro a abril (BARBARISI, 2010), e por isso há um menor número de localidades que são servidas por linhas regulares de ônibus, que só circulam no período mais seco. No restante do ano, os meios de transporte terrestres utilizados são de propriedade particular, caminhonetes de tração e motos, tipos de transporte não documentados na rede analisada. As linhas de transporte Fluvial que ligam as localidades às sedes de Itaituba e Santarém, não têm impedimento severo de circulação ao longo do ano e por isso atendem a um número maior de localidades. Algumas localidades, situadas em áreas alagáveis e nas margens de lagos, têm seu acesso restrito às linhas de transporte fluvial no período seco. Nesta estação, os lagos secam e os moradores tem que percorrer grandes distâncias a pé até o ponto onde os barcos atracam. Pela diminuição da profundidade do rio, os locais de embarque

tornam-se também mais distantes da margem nesta época do ano (AMARAL et al., 2009).



(a) Micro-rede de transporte fluvial



(b) Micro-rede de transporte terrestre.

Figura 4.2– Redes de Transporte, (a) fluvial, (b) terrestre.

Examinado o padrão espacial das redes (Figura 4.2), observa-se que as localidades situadas no município de Belterra utilizam preferencialmente o transporte terrestre com destino para Belterra, seguido de Santarém. Também se observa (Figura 4.2b) que há ligação por meio de transporte regular entre as localidades de Belterra. A existência da Transtapajós dentro da FLONA, estrada ligando as comunidades ribeirinhas de Belterra à sede do município e à Santarém explica este padrão. Outro padrão evidente diz respeito às localidades de Aveiro, que basicamente utilizam o transporte Fluvial com destinos preferenciais para a sede do próprio município, e para Itaituba. Este padrão é resultado da restrita rede de estradas que recobre o município de Aveiro. Aproximadamente 33% da área deste município é recoberta por unidades de conservação, Parque Nacional da Amazônia, RESEX Tapajós-Arapiuns e a FLONA do Tapajós. Nestes três tipos de unidades de conservação não é permitida a construção de estradas.

Além da densidade, a divisão da rede em componentes revelou diferenças de coesão entre as conexões fluviais e terrestre, mensurada por meio da quantidade de sub-redes (componentes conectados) e de vértices isolados nas duas redes. A rede Fluvial (Figura 4.3) apresenta 10 vértices isolados (representados pela cor verde) e um componente conectado (vermelho) que concentra 85,1% dos vértices da rede. Em outras palavras esta rede conecta praticamente todas as localidades às cidades da Região.

A rede de Terrestre (Figura 4.4) apresenta 27 localidades isoladas (em vermelho) e três componentes conectados. O maior componente possui 19 vértices representados na cor azul, incorporando as cidades de Belterra, Santarém e Aveiro. Este componente representa basicamente a sub-rede de transporte terrestre de Belterra, na qual as localidades deste município são ligadas por estradas com linhas de transporte regular para Belterra e Santarém.

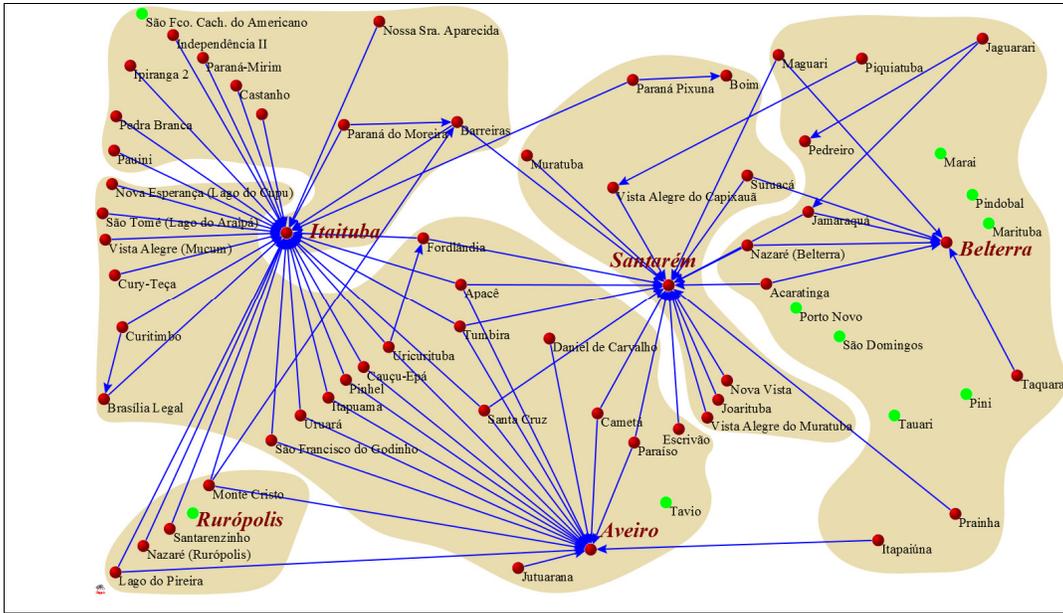
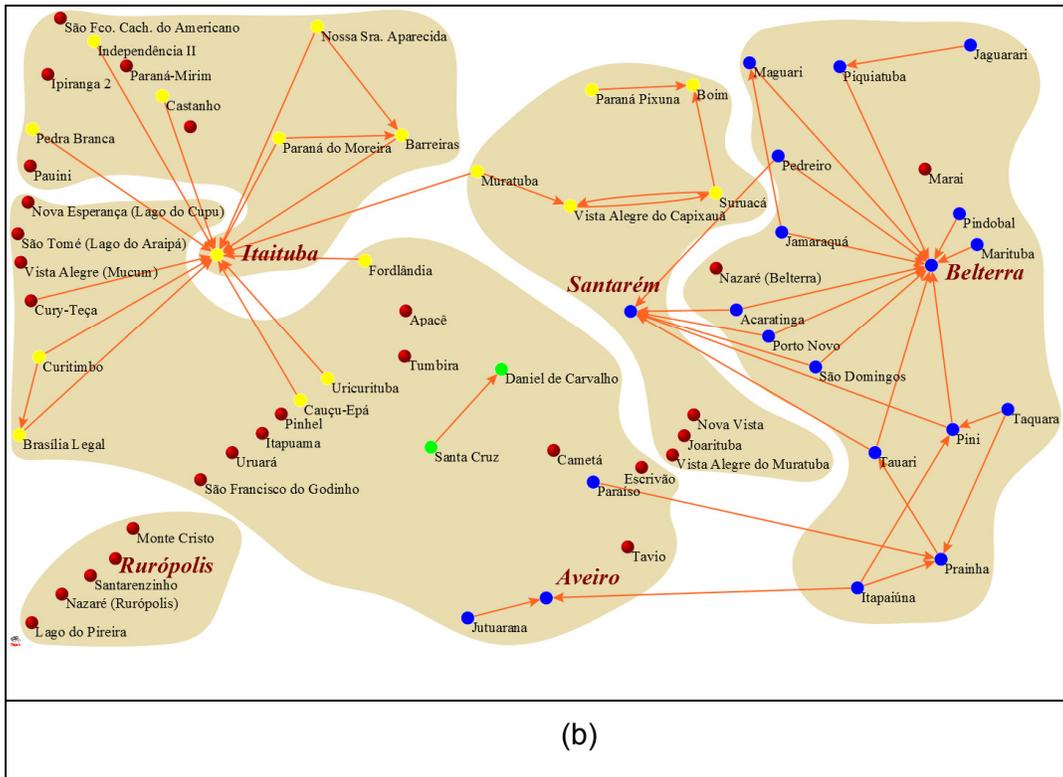


Figura 4.3 – Redes de Transporte Fluvial representando as componentes da análise de coesão: vértices isolados representados pela cor verde e vértices conectados em vermelho.



(b)

Figura 4.4 – Redes de Transporte Terrestre representando as componentes da análise de coesão: vértices isolados representados pela cor vermelha e vértices conectados em azul, verde e amarelo.

O segundo maior componente (vértices em amarelo na Figura 4.4) possui 17 vértices, incluindo Itaituba. Este componente é a sub-rede de transporte terrestre de Itaituba que reúne quatro grupos de localidades, o primeiro formado pelas localidades da margem esquerda do município que possuem ligação terrestre com a sede (Pedra branca, Independência 2, Castanho, Paraná do Moreira, Barreiras e Nossa Senhora Aparecida). O segundo por localidades de Aveiro, situadas na margem esquerda, Uricurituba, Brasília Legal, e Curitimbó. O terceiro grupo constitui-se de localidades de Aveiro, na margem direita que possuem ligação terrestre com Itaituba até o ponto de travessia por balsas na localidade de Miritituba<sup>11</sup>. As localidades deste grupo são Fordlândia e Cauçu-Epá. No último grupo estão as localidades de Santarém da margem esquerda que possuem ligação terrestre com Itaituba, são elas: Paraná-Pixuna, Boim, Suruacá, Vista Alegre do Capixauã e Muratuba.

Quanto ao grau de centralização das conexões recebidas (centralização calculada a partir do grau de entrada), enquanto a rede de transporte Fluvial possui valor de centralização 0,46 a rede terrestre apresenta valor de 0,19. Estes valores refletem os padrões observados nas Figuras 4.3 e 4.4: a rede Fluvial é mais centralizada que a rede Terrestre. Ambas possuem o destino preferencial de seus deslocamentos para as cidades, como já foi verificado antes. Entretanto esta característica é mais pronunciada na rede Fluvial, que possui uma maior proporção de deslocamentos com destinos às cidades, 90% do total da rede (Figura 4.5). No caso do transporte terrestre esta proporção cai para 64% (Figura 4.5).

Na rede Terrestre (Figura 4.6b) as quatro cidades se repetem com principais pontos de destino, entretanto a magnitude do grau de entrada diminui bastante, em função do número de conexões menor desta rede a hierarquia também se modifica. Itaituba continua sendo o principal destino com 13 conexões, só que a segunda posição é ocupada por Belterra com valor 11, refletindo a importância desta cidade como o ponto central de uma das sub-redes

---

<sup>11</sup> Localidade não visitada no campo devido a problemas de navegação.

detectadas na análise de componentes. O terceiro destino da rede de transportes é Santarém com grau de entrada igual a 6 e por último, Aveiro com valor 2. Nesta rede Aveiro perde importância e possui o mesmo grau de entrada de algumas localidades, como Boim e Barreiras.

A Figura 4.7 representa as redes Fluvial e Terrestre de acordo com a classificação de Ic proposta. A classe de vértices Isolados (em azul claro na figura), como já observado na análise de coesão, é mais recorrente na rede Terrestre (Figura 4.7b) do que na rede Fluvial (4.7a). A maior concentração deste tipo de vértices na rede Terrestre é em Belterra. Analisando-se a ocorrência desta classe nos outros municípios observa-se que as localidades de Rurópolis e mais da metade das de Aveiro não dispõem de conexões de transporte terrestre regulares. A restrição do transporte terrestre em Aveiro já foi comentada anteriormente. Quanto a Rurópolis este padrão reflete a excentricidade da sede deste município em relação à área de estudo. As localidades ribeirinhas deste município estão mais próximas via transporte fluvial da cidade de Itaituba do que à sede de Rurópolis.

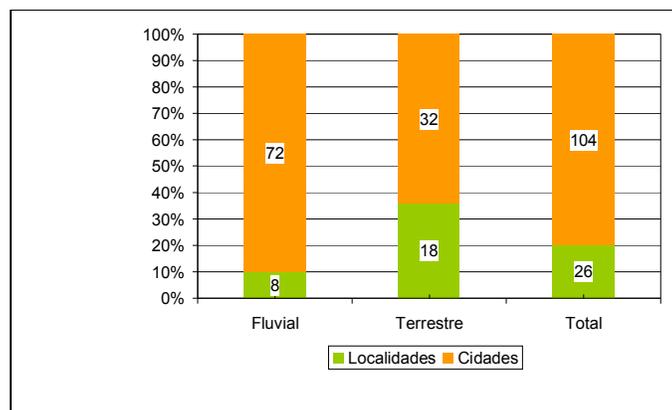
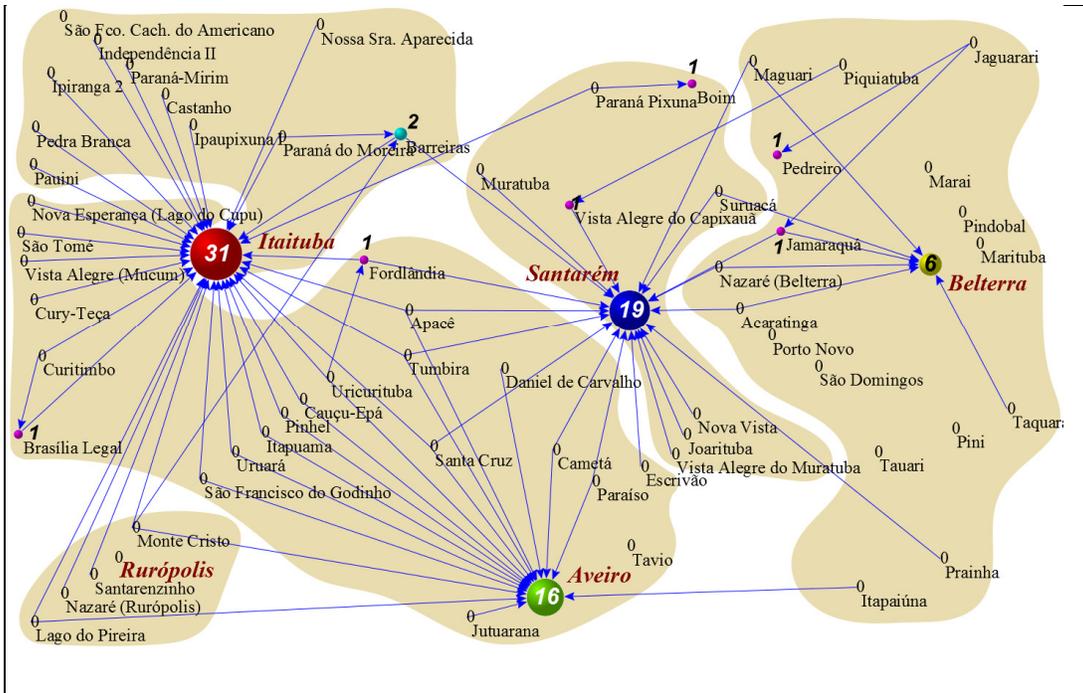
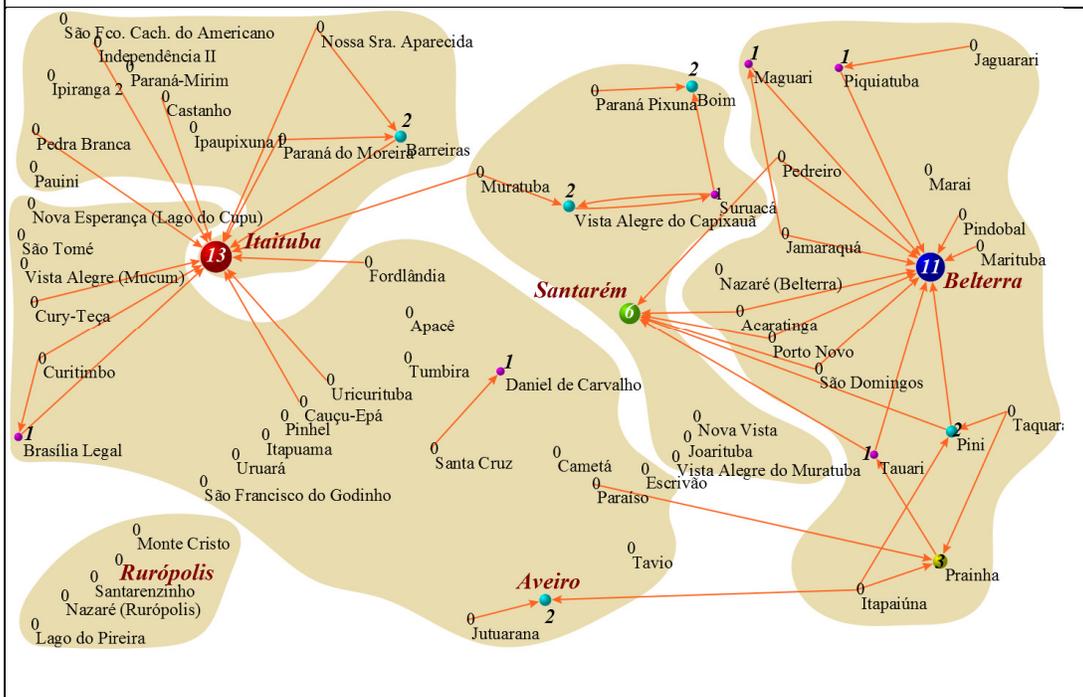


Figura 4.5 – Número e proporção de conexões por tipo de transporte, fluvial, terrestre e total segundo tipo de destino, localidade ou cidade.



(a) Rede Fluvial



(b) Rede Terrestre

Figura 4.6 – Representação do grau de entrada para as redes Fluvial (a) e Terrestre (b)

Analisando-se a classe Exclusivamente Destinatários (vértices representados na cor amarela na Figura 4.7) observa-se que nas duas redes esta classe engloba basicamente as cidades da região, excluindo-se Rurópolis. Algumas localidades também fazem parte desta classe, destacando-se Boim, que apreze como ponto importante de destino nas duas redes. Este fato era esperado, pois Boim é distrito de Santarém e é uma das localidades mais antigas da região, com mais de 300 anos de existência. Boim possui a terceira maior população entre as localidades (1000 pessoas) e como se constatou em campo é um importante centro de serviços para as localidades próximas. A ausência de linhas de transporte de Boim até Santarém é outro fator que chama atenção, isso se deve à falta de informação de transporte sobre esta localidade.

A classe dos Exclusivamente Remetentes, representada pela cor verde clara na Figura 4.7, é predominante na rede Fluvial, 68% dos vértices. Na rede Terrestre esta classe perde espaço, pois uma proporção maior de vértices de localidades é destino de conexões nesta rede, como foi observado na análise do grau de entrada.

Apenas três comunidades na rede Terrestre foram classificadas como Equilibrada (cor azul escuro na Figura 4.7) Situadas em Belterra, estas localidades próximas umas das outras, ligadas pela Transtapajós, o que explica esta conexão. O distrito de Brasília Legal, em Aveiro, também nesta classe, tem uma posição diferente, uma vez que constitui um importante centro local, com mais de 170 anos de existência e com a segunda maior população da região (1500 pessoas). Brasília Legal é classificada novamente como Equilibrada na rede Fluvial, juntamente com Vista Alegre do Capixauã (localidade na margem esquerda em Santarém) e Barreiras (localidade na margem esquerda do Rio, no município de Itaituba).

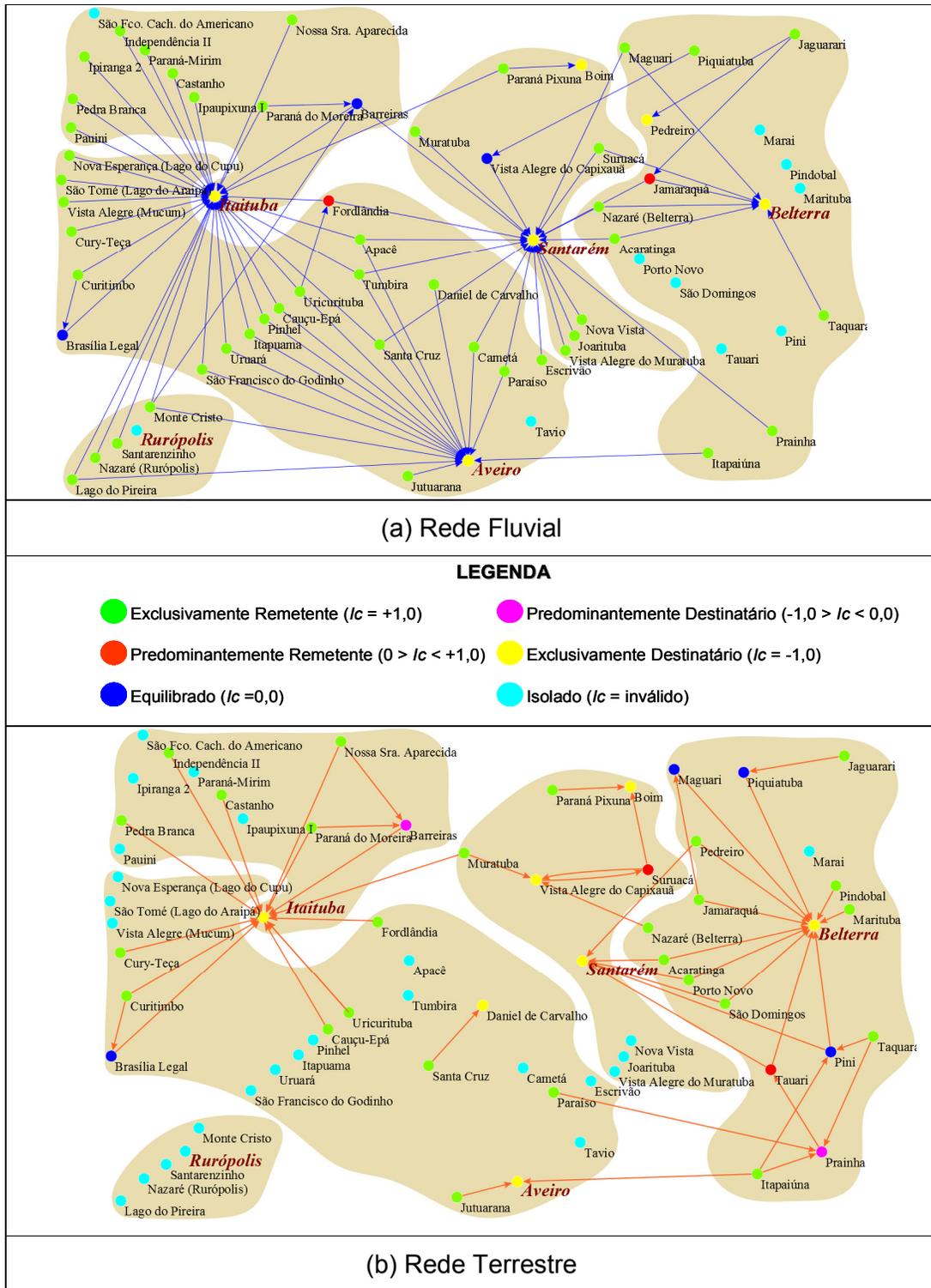


Figura 4.7 – Representação das redes Fluvial (a) e Terrestre (b) quanto às classes do índice de conectividade.

A classe de Predominantemente Destinatários (em rosa na Figura 4.7) aparece apenas na rede Terrestre em duas localidades, Barreiras e Prainha. A primeira

localiza-se na margem esquerda do Rio no município de Itaituba. É uma localidade antiga, com mais de 150 anos, com porte populacional expressivo de 800 habitantes, constitui-se um centro local para serviços de educação e saúde para as localidades vizinhas. Prainha localiza-se nos limites da FLONA, e apesar de ter uma população bem menor que a localidade citada anteriormente, de apenas 280 pessoas, ela é também antiga, com aproximadamente 180 anos, e atende às comunidades vizinhas quanto aos serviços de saúde básica e educação.

Os vértices Predominantemente Remetentes (vermelha na Figura 4.7), são comuns em ambas as redes. Destaca-se Fordlândia, a maior localidade da região, com mais de 3000 habitantes e que possui além dos serviços de educação e saúde básicos, equipamentos urbanos como restaurante e hotel, inexistente na região. Esperava-se que Fordlândia fosse ao menos classificado como Equilibrado, ou de destino proeminente de linhas de transporte regular.

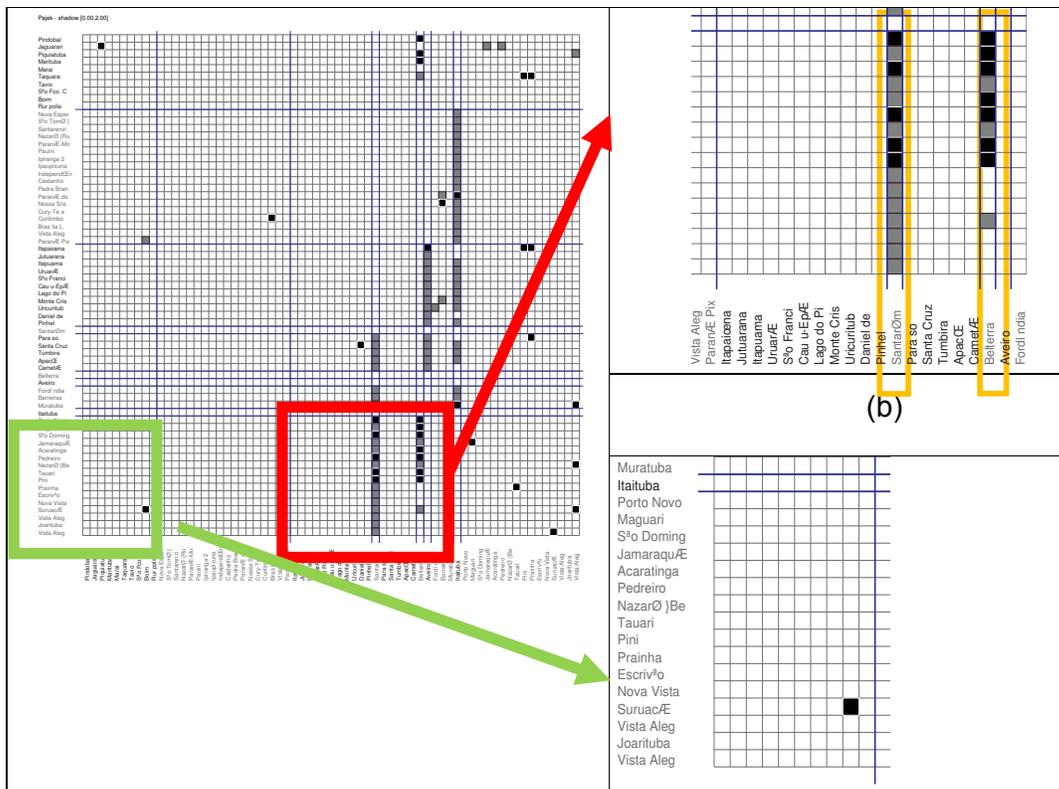
Um modelo de bloco (*Blockmodel*) com 10 classes foi usado para analisar concomitantemente as redes de transporte Fluvial e Terrestre. A matriz de origem e destino da rede de Transporte foi dividida em blocos (Figura 4.8a). As linhas representam os vértices de origem e a coluna os vértices de destino. As linhas azuis delimitam os blocos, e células preenchidas representam os arcos da rede Terrestre (preto) e da rede Fluvial (cinza). Cada uma das cidades de Itaituba, Santarém, Aveiro e Belterra constituem uma única classe. Na Figura 4.8b observamos em detalhe um exemplo destes blocos. Observa-se nela (destacado em amarelo) as classes que representam Santarém e Belterra, com as conexões que recebem da classe 10, localidades listadas na Figura 4.8c, localizadas nas penúltimas linhas da matriz de blocos (Figura 4.8a).

A Figura 4.8d apresenta a matriz de uma rede reduzida em blocos, onde cada classe é um vértice, e os arcos representam a intensidade de conexões das interações. Da rede reduzida (Figura 4.8e) observa-se um padrão geral de concentração dos deslocamentos em direção às cidades de região, e outros padrões adjacentes. A classe 10, por exemplo, possui localidades que se ligam por meio de linhas de transporte até Belterra e Santarém e, ao mesmo tempo, são destino das localidades da classe 1. Para este tipo de informação é preciso

recorrer à figura da rede de Transportes classificada (Figura 4.8c) para saber quais localidades fazem parte das classes 10 e 1, o que eventualmente dificulta a interpretação direta.

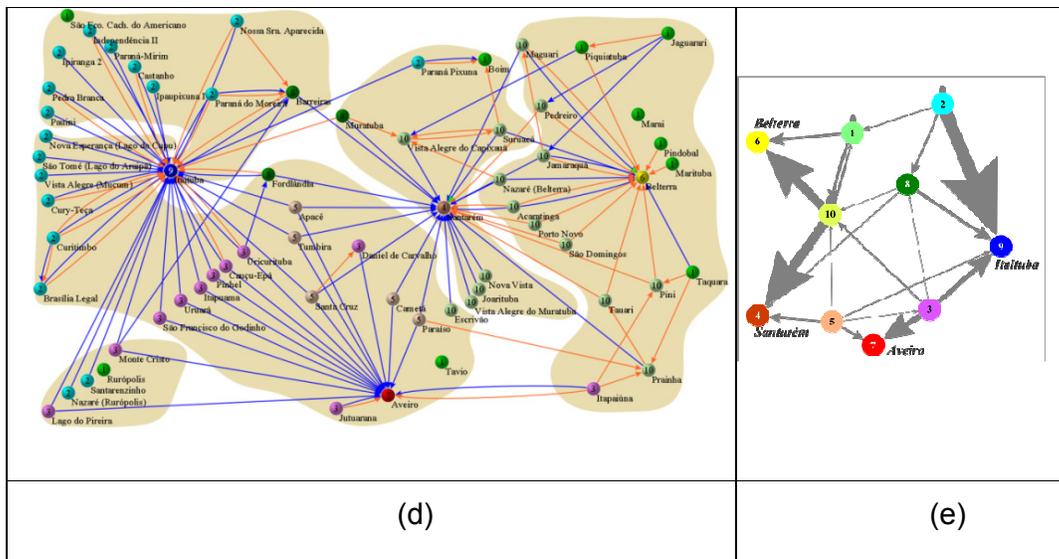
Para avaliar a composição das classes, levando-se em consideração a localização geográfica das localidades, as classes do modelo foram apresentadas no mapa da Figura 4.9. A legenda do mapa corresponde à rede reduzida. A classe 10, comentada anteriormente é composta por localidades situadas em sua maioria nos municípios de Belterra e Santarém dentro dos limites da FLONA e da RESEX. O Destino preferencial desta classe é para Santarém e Belterra e explica-se pela proximidade a estas cidades e pela existência de uma rede de estradas na margem direita (a mencionada Transtapajós). A classe 1 que tem conexão de transporte com as localidades da classe 10 e com Belterra, também se situa na mesma região. Examinado o mapa (Figura 5.16) observa-se que as conexões das linhas de transporte têm padrões condizentes com a proximidade às cidades.

Para avaliar a composição das classes, levando-se em consideração a localização geográfica das localidades, as classes do modelo foram apresentadas no mapa da Figura 4.9 A legenda do mapa corresponde à rede reduzida. A classe 10, comentada anteriormente é composta por localidades situadas em sua maioria nos municípios de Belterra e Santarém dentro dos limites da FLONA e da RESEX. O Destino preferencial desta classe é para Santarém e Belterra e explica-se pela proximidade a estas cidades e pela existência de uma rede de estradas na margem direita (a mencionada Transtapajós). A classe 1 que tem conexão de transporte com as localidades da classe 10 e com Belterra, também se situa na mesma região. Examinado o mapa (Figura 4.9) observa-se que as conexões das linhas de transporte têm padrões condizentes com a proximidade às cidades.



(a)

(c)

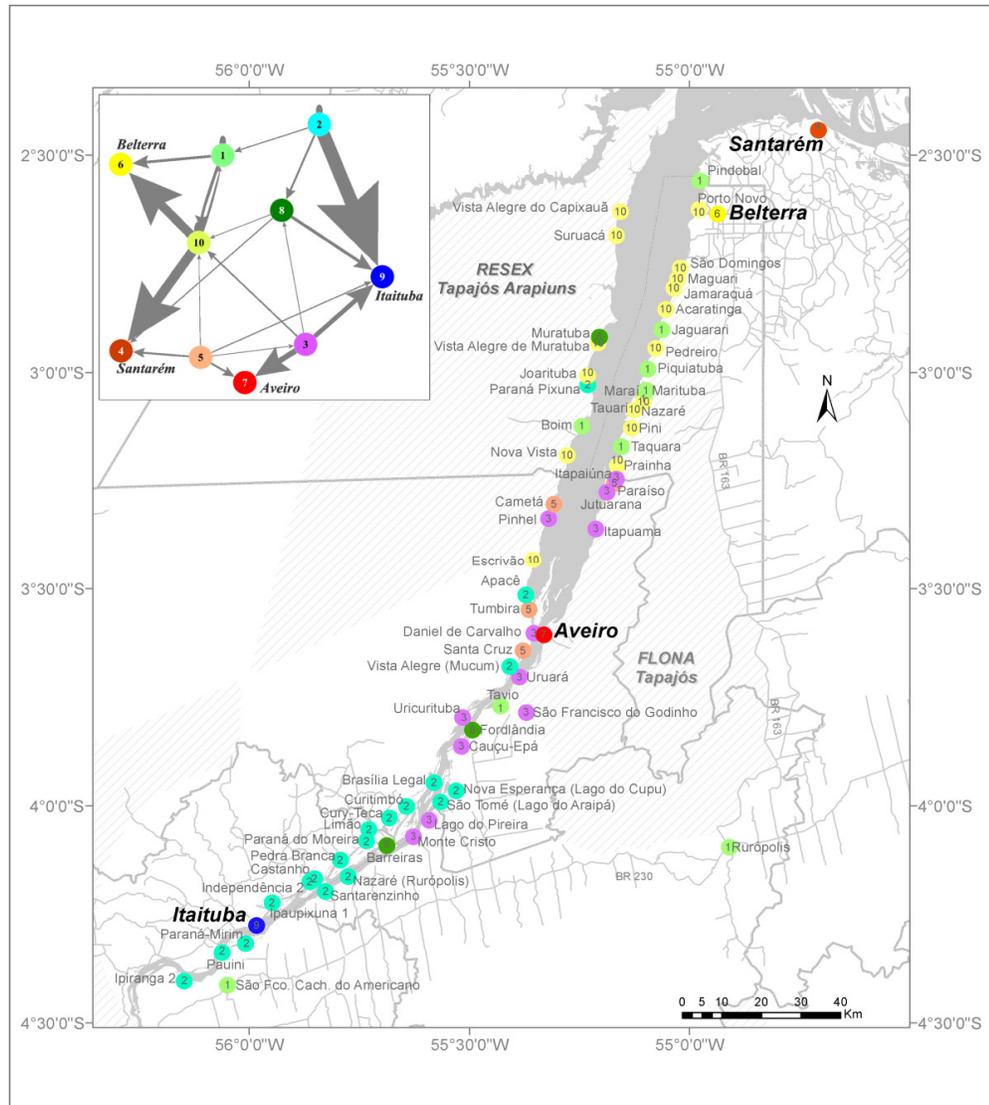


(d)

(e)

Figura 4.8 – Matriz de origem e destino da rede de transporte organizada em blocos (a), detalhe da origem e destino da classe 10 (b) e (c), rede de Transporte com vértices categorizados segundo classes do modelo em blocos (d) e Rede reduzida com a representação do modelo em blocos (e).

Figur



s do modelo de bloco da rede de Transportes.

Itaituba recebe conexões das classes Dois, Três e Oito. A classe Dois representa as localidades que preferencialmente se conectam a Itaituba e situam-se nas proximidades desta cidade e nos municípios de Aveiro e Rurópolis. A classe Três estende-se por Aveiro até às proximidades do Limite de Rurópolis e corresponde às comunidades que se conectam a Aveiro e Itaituba. Esta classe apresenta um padrão peculiar, pois uma parte das localidades está situada na porção norte de Aveiro, mais próximas a Belterra e Santarém do que a Itaituba, e mesmo assim possuem ligação mais forte com Itaituba (Apacê), Vista Alegre- Muçum e Fordinândia). A classe Oito é formada

por apenas três localidades, Fordlândia, Barreiras e Muratuba, e tem como principal característica ter ligação com Santarém e Itaituba. As duas primeiras localidades desta classe estão entre as maiores localidades quanto a população (Fordlândia com 3000 e Barreiras com 800 habitantes), e são centros locais de comércio e prestação de serviços. Estas características explicam a conexão destas localidades por transporte regular com Santarém, que apesar de estar mais distante que Itaituba, é Capital Regional, e também é cidade mais importante da região.

A classe Cinco, é formada por Paraíso, Cametá, Tumbira e Santa Cruz, todas são localidades de Aveiro situadas na parte norte deste município. Esta classe tem como principal característica conectar-se com Santarém, Aveiro e Itaituba. Como estas localidades situam-se na região central da área de estudo o transporte às cidades da região por via fluvial é facilitado.

A partir da análise dos resultados, pode-se resumir a rede de transportes da área de estudo, descrita a partir dos dados de campo nas seguintes características:

- Há um número maior de linhas de transporte Fluvial do que Terrestre;
- O deslocamento é preferencial para as cidades, sendo Itaituba e Santarém os principais destinos;
- Os padrões de conexão são espacialmente regionalizados, onde a proximidade às cidades, em geral define o destino preferencial das linhas de transporte;
- A rede Fluvial é mais densa, coesa e centralizada que a terrestre;
- Há um maior número de destinos na rede Terrestre.

#### **4.1.2 Arapiuns**

A rede de transporte conta com linhas regulares de barcos que assistem a região para o transporte de passageiros até Santarém. Apesar da estação seca dificultar o acesso a algumas comunidades, as linhas regulares e pequenas

embarcações garantem a mobilidade o ano todo. Estas linhas fazem o transporte da comunidade até Santarém, para se deslocarem de uma comunidade para outra os moradores utilizam transporte escolar, no caso dos estudantes e, transporte particular, geralmente rabetas, quando os moradores fazem viagens para utilizar serviços de saúde de assistência básica em postos de saúde e quando frequentam as promoções nas comunidades vizinhas.

As promoções são festas com periodicidade variada que ocorrem em quase todas as comunidades. São organizadas por associações comunitárias, religiosas, esportivas e de produtores rurais. Nestas festas contam com barracas de comida, bebida, artesanato além das barracas específicas de casa promoção como é o caso da feira de produtores onde é comercializada produção da comunidade em questão e suas vizinhas. Quando perguntado aos moradores se as comunidades dependiam de alguma outra comunidade vizinha, na grande maioria das vezes a resposta era positiva e o motivo de dependência era a participação nas promoções.

Neste contexto, a micro-rede de linhas de transporte do Arapiuns é uma rede fluvial que representa a conexão das comunidades com a cidade de Santarém (Figura 4.10) Assim as 49 comunidades do Arapiuns possuem, cada uma, uma conexão com Santarém. Esta micro-rede monótona em termos de estrutura se caracteriza como o exemplo perfeito de rede totalmente centralizada em um único vértice, com grau de centralização máximo, valor 1,0. Além disso é uma rede pouco densa, com 0,021 de densidade, e como todos os vértices estão conectados a um único vértice é uma rede de componente único.

Nessa rede há apenas duas tipologias de nós segundo o índice de conectividade  $IC$ , o exclusivamente remetente, no caso todas as 49 comunidades e o exclusivamente destinatário, Santarém a única cidade presente nas micro-redes do Arapiuns.

Quanto a frequência das linhas regulares em cada comunidade, no geral, é de duas vezes na semana e o tempo de deslocamento até Santarém varia entre 2,5 horas (Vila Franca) e 20 horas, caso da Comunidade Fé em



E por último a uns 50 km de Vila Aminá está a comunidade de Pascoal. Todas estas comunidades possuem acesso por terra.

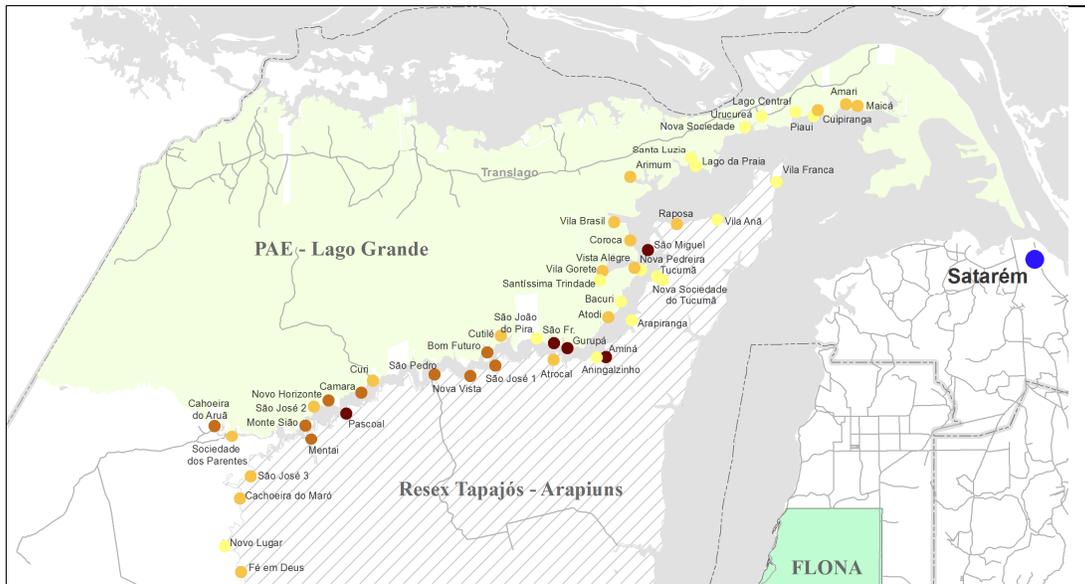


Figura 4.11 – Número de barcos da linha de Santarém que tem ponto de parada nas comunidades – Arapiuns. 2012.

Na região, a rede de estradas atende principalmente às comunidades do baixo curso e localizadas na margem esquerda do Rio Arapiuns, no PAE Lago Grande (Figura 4.11) As estradas normalmente são locais, ligando duas comunidades, e para algumas, como Curi, Vila Gorete, Vila Brasil, Santa Luzia, Nova Sociedade e Cuipiranga, possibilita a ligação com a Translago, rodovia que liga Santarém a Juruti. Foram encontradas poucas ou nenhuma motocicleta nas comunidades.

#### 4.2 Circulação de mercadorias

O tema circulação de mercadorias é composto pelas micro-redes de Bens de Consumo e Produção. A primeira rede representa os deslocamentos dos moradores das localidades entrevistadas para os locais onde eles fazem compras de alimentos (não produzidos localmente), roupas e outros itens de

bens de consumo. A micro-rede de produção representa os destinos para onde a produção local (agropecuária, pesca, caça e manufatura simples) é vendida.

#### **4.2.1 Baixo Tapajós**

A representação gráfica das duas micro-redes (Figura 4.12) permite verificar visualmente que ambas são densas, bastante centralizadas e coesas. Entretanto a rede de Produção é mais densa que a de Bens de Consumo, com densidade de 0,028, enquanto a outra rede apresenta densidade de 0,018. A rede de Produção também é mais centralizada com grau de centralização de entrada igual a 0,63 enquanto a rede de Bens de Consumo possui valor de 0,43. A ausência de sub-redes foi constatada na análise de coesão das duas redes.

As duas redes apresentam como destino preferencial as cidades da região. Entretanto, quando se examina o número de arcos segundo o tipo de destino, cidade ou localidade (Figura 4.13), observa-se que a rede de Produção possui mais conexões em direção às localidades do que a rede de Bens de Consumo. Na rede de produção há 16 arcos que se destinam a 10 localidades diferentes enquanto na rede de Bens de consumo são apenas sete arcos para cinco localidades.

Atendo-se ao padrão espacial das conexões da Rede de Bens de Consumo (Figura 4.12a) observa-se que eles são organizados espacialmente em função da localização geográfica das localidades dentro dos municípios da região. Um modelo de blocos foi ajustado com 12 classes para a rede de Bens de Consumo (Figura 4.14). Analisando as duas Figuras, 4.12a e 4.14, observa-se que localidades de Santarém (pertencentes à classe Três do modelo) recorrem apenas a esta cidade para as compras de Bens de consumo, apesar de muitas se localizarem na margem oposta do rio elas têm acesso a esta cidade via transporte Fluvial. Em Belterra, a maioria das localidades, 16 de um total de 17, também têm Santarém como destino de compras. Destas, 11 localidades conectam-se exclusivamente com Santarém (pertencentes à classe Três do modelo), cinco simultaneamente com Santarém e Belterra (classe Seis) e apenas uma unicamente com Belterra, que é a localidade de Porto Novo (a

segunda mais próxima da sede de Belterra, semelhante a bairro deste município). Nas entrevistas de campo os moradores das localidades de Belterra relataram a preferência de comprar em Santarém, pela maior variedade de produtos e marcas, e preços melhores que em Belterra.

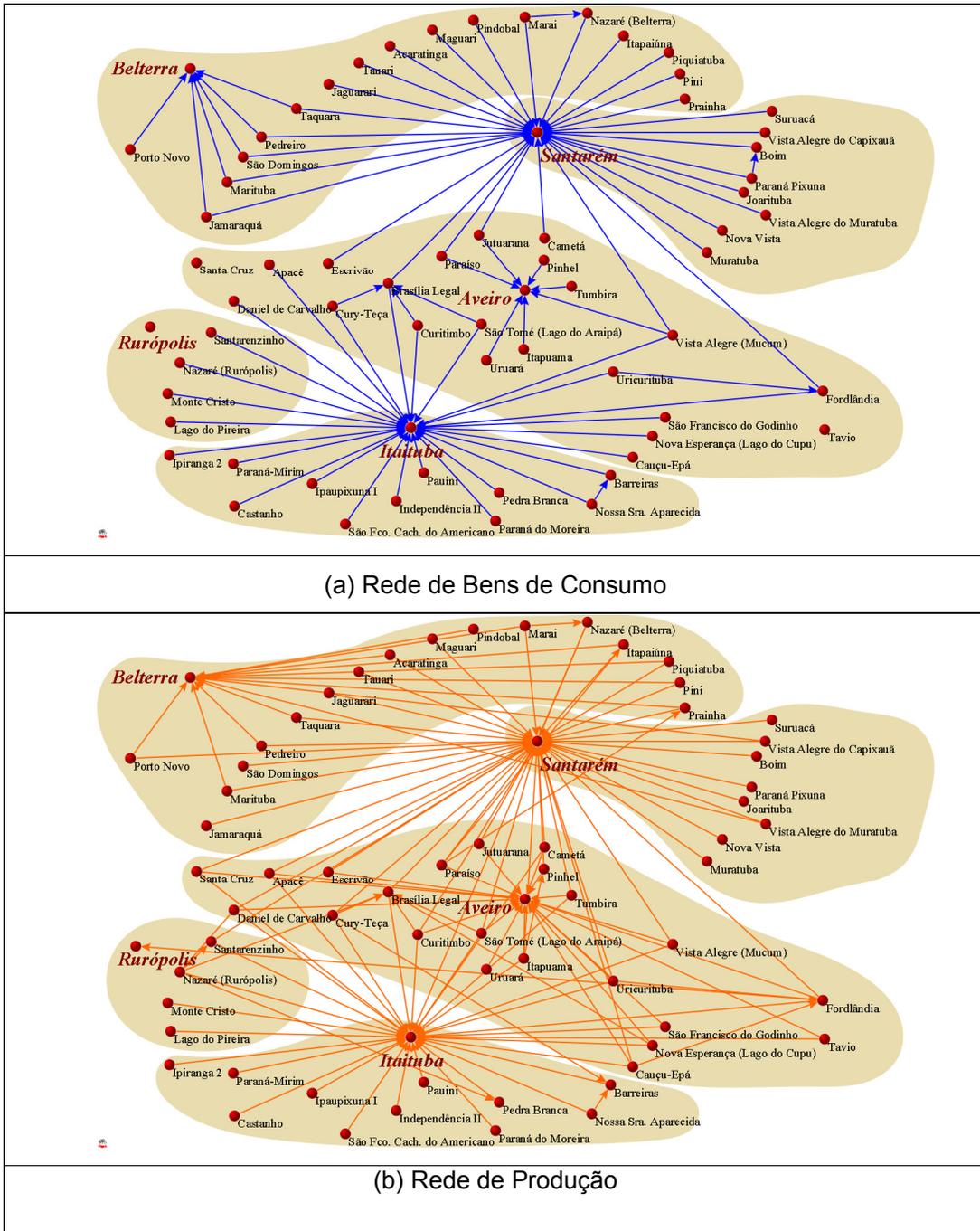


Figura 4.12 – Redes de Circulação de mercadorias, (a) rede de Bens de Consumo e (b) rede de Produção.

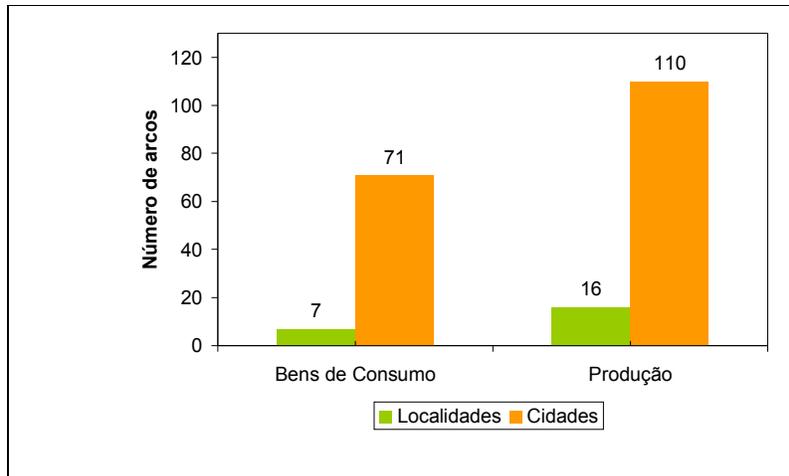


Figura 4.13 – Número de Arcos por tipo de destino, Localidade ou cidade, segundo tipo de rede.

As localidades ribeirinhas de Rurópolis e Itaituba, classe 10 do modelo (Figura 4.15), mantêm vínculo de compras exclusivamente com a cidade de Itaituba, cidade mais próxima. A sede do próprio município de Rurópolis não constitui um centro de compras para nenhuma das localidades ribeirinhas devido a sua localização geográfica excêntrica à área de estudo, no entroncamento da Belém-Brasília com a Transamazônica (Figura 4.14).

Em Aveiro os padrões de conexões são os mais diversificados com a ocorrência de seis classes. Isto se deve à posição geográfica central deste município dentro da área de estudo, com acesso a transporte Fluvial para as cidades de Itaituba e Santarém. Em Aveiro há duas localidades que se conectam exclusivamente à Santarém (classe Três) situadas na porção norte de Aveiro; sete localidades apenas à Itaituba (classe 10), sendo a maioria delas situada na porção sul de Aveiro; e quatro unicamente à Aveiro (classe Quatro), três delas situadas ao norte da sede do município. Há ainda em Aveiro duas classes que caracterizam conexões simultâneas a dois vértices da rede. A classe Dois, com duas localidades, que se relacionam com Aveiro e Santarém. E a classe 12 com três localidades, próximas à Brasília Legal, que utilizam esta localidade e Itaituba como centros de compras. Há ainda duas localidades da classe Sete, que é de vértices isolados, que em tese não recorreriam a nenhum

outro local para compras de Bens de consumo. Entretanto atribui-se a existência desta classe a falta de informação para estas localidades.

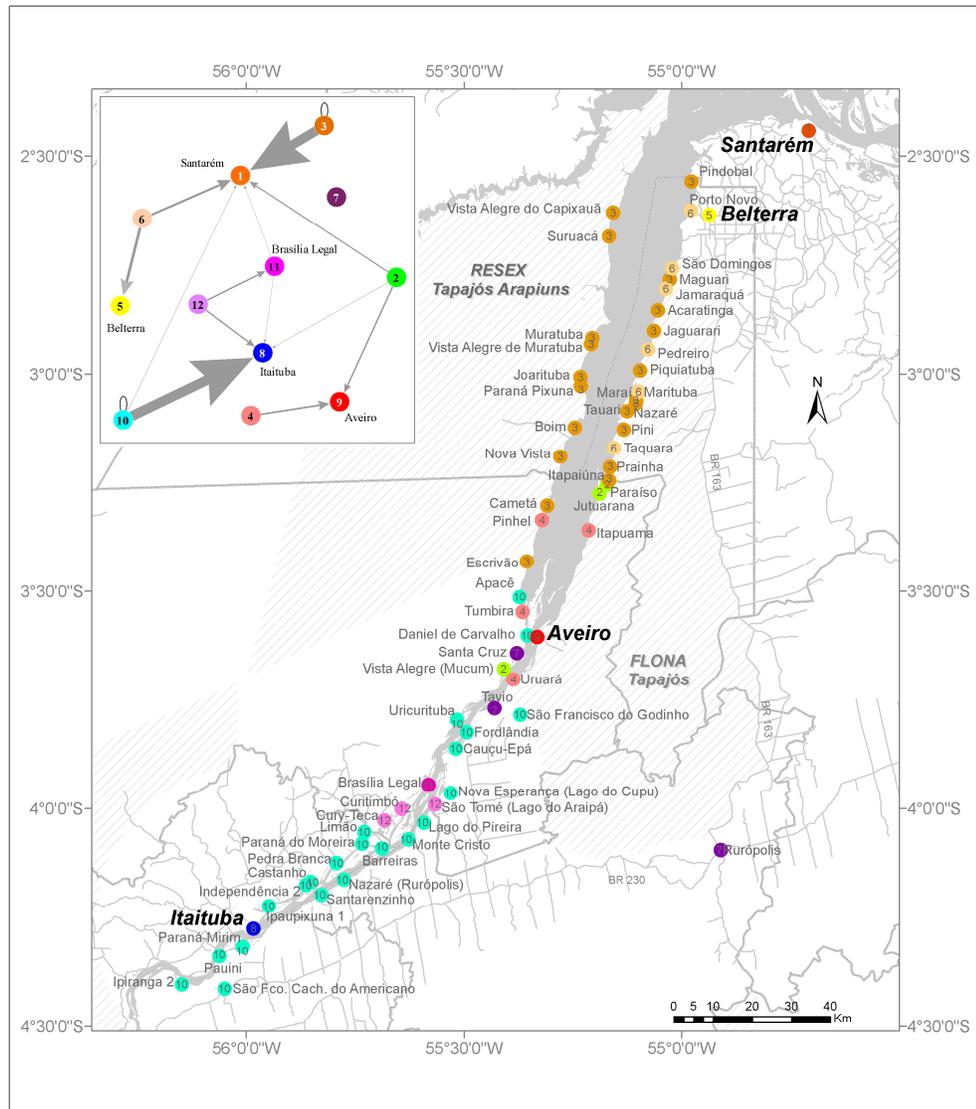


Figura 4.14 - Mapa das classes do modelo de bloco para a rede de Bens de Consumo. Estes padrões identificados no mapa do modelo de blocos (Figura 4.14) podem ser resumidos em duas grandes áreas de influências, uma de Santarém que se estende de Belterra até a porção norte de Aveiro e outra de Itaituba que abarca a parte sul de Aveiro, Rurópolis e Itaituba.

Analisando ainda o padrão de conexões da rede de Bens de consumo observa-se outra característica marcante, a proporção de arcos desta rede repete na rede de Produção (Figura 4.15). Na Figura 4.15 a intersecção entre as duas redes é sobreposta a cada uma delas, com arcos na cor lilás. Na rede de Bens de Consumo a intersecção responde por quase 95% das conexões. Enquanto que na rede de Produção esta participação é menor, apesar de ainda expressiva, 58,7%. Esta intersecção traduz um aumento de complexidade da estrutura de uma rede para outra. Enquanto a rede de Bens de Consumo caracteriza-se por uma estrutura mais simples, ou seja, a maioria das localidades conecta-se a uma cidade, geralmente a mais próxima. Na rede de Produção há um maior número de destinos, inclusive a outras localidades.

Na Figura 4.16 estas diferenças aparecem quantificadas. Os vértices são apresentados com tamanho proporcional aos seus graus de entrada e o valor destes está inserido em cada um deles.

A rede de Bens de Consumo possui nove vértices que são destino de compras, sendo quatro deles localidades que só recebem uma conexão. As cidades nesta rede polarizam as relações na seguinte ordem: Santarém com 31 arcos, Itaituba com 27, Aveiro com 7, Belterra com 6. O distrito de Brasília Legal aparece também como centro de compras com, três conexões. Na rede de Produção o número de vértices destinatários (13), que só recebem arcos sem enviar nenhum, é maior que na de Bens de Consumo. As cidades continuam polarizando as conexões na mesma ordem hierárquica da rede de Bens de Consumo, só que com aporte maior de conexões. Nesta rede, Brasília Legal aparece novamente com destaque recebendo 5 conexões (Figura 4.16b). Além disso, mais nove localidades também são destinatárias de produção, sendo que Fordlândia e Barreiras possuem grau de entrada com valor 2 enquanto as demais possuem valor 1. Esta maior diversificação de centros na rede de Produção é resultado da variedade de produtos reunidos em uma única rede.

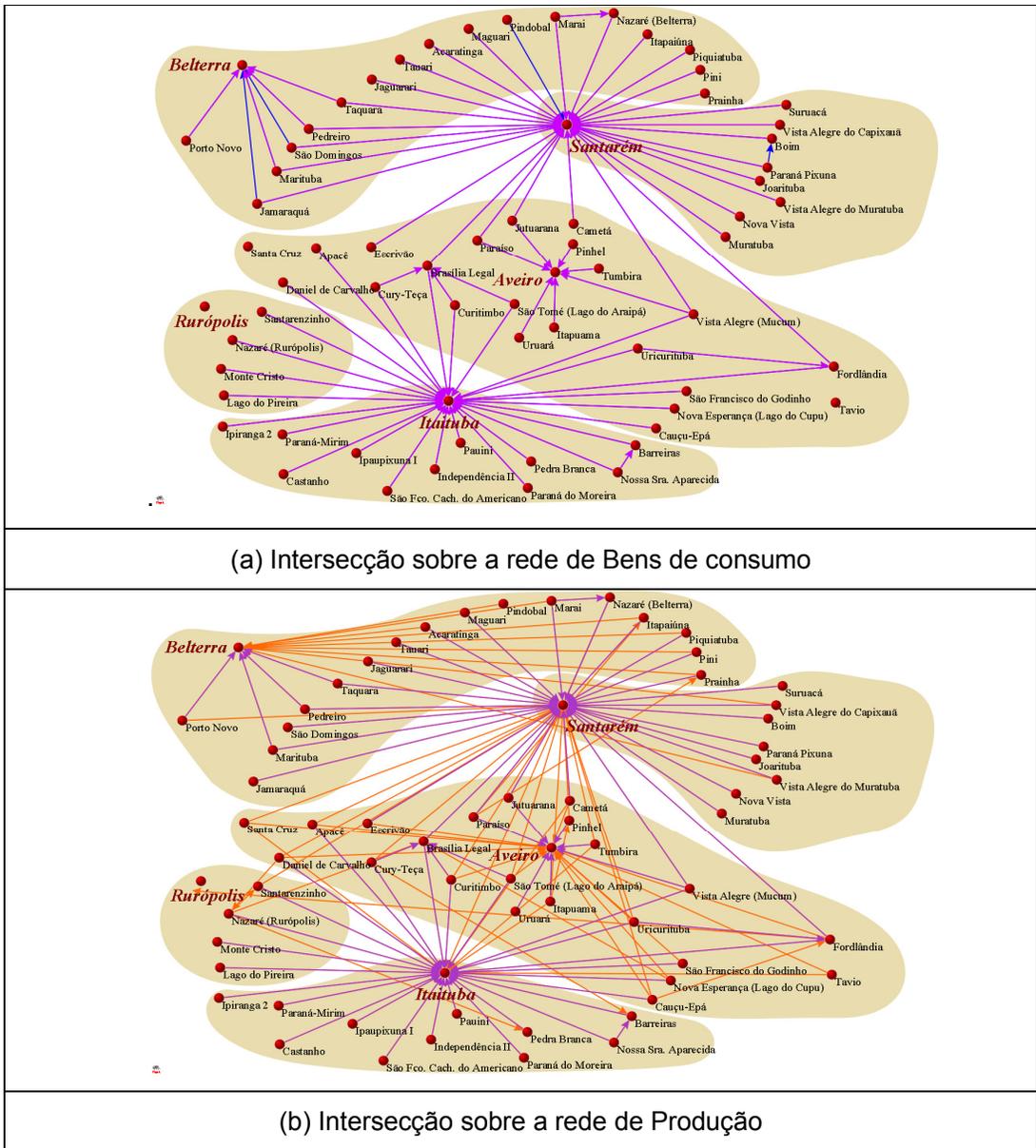
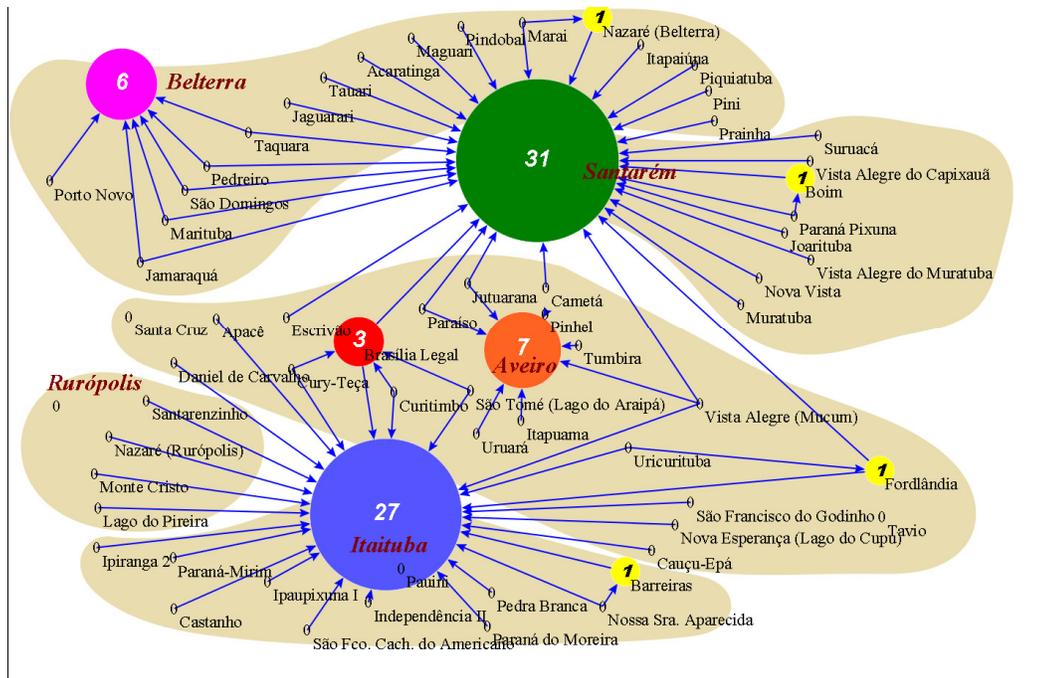
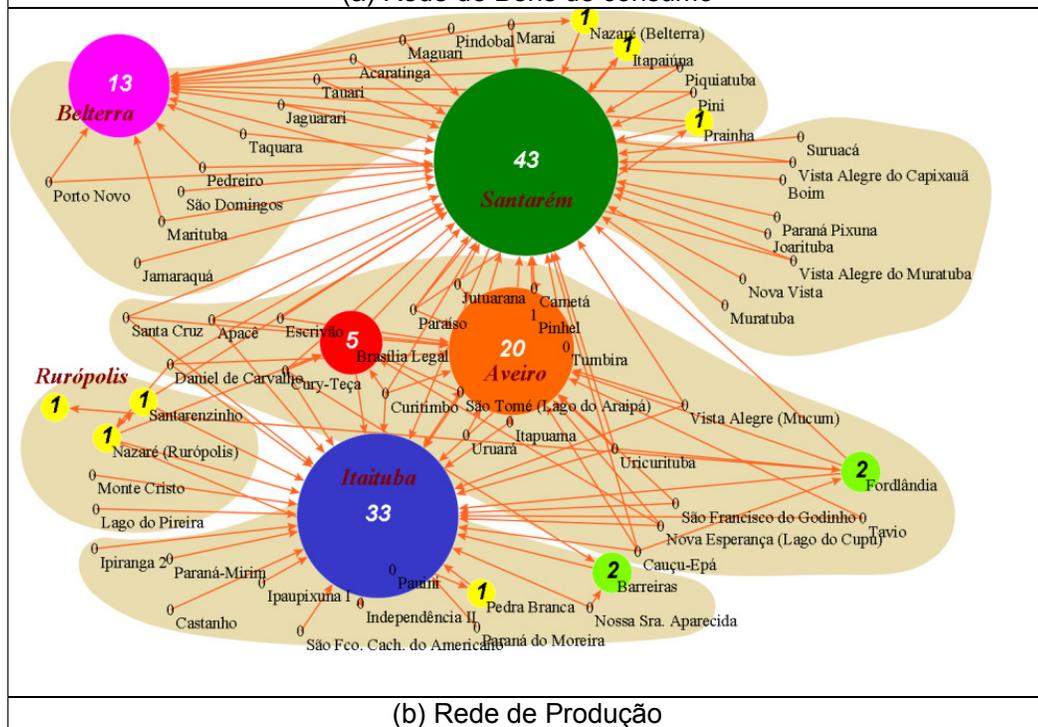


Figura 4.15 – Intersecção das redes de Bens de Consumo e Produção. Intersecções são representadas pelos arcos na cor lilás, sobrepostas à rede de Bens de Consumo (a), e à rede de Produção (b).



(a) Rede de Bens de consumo



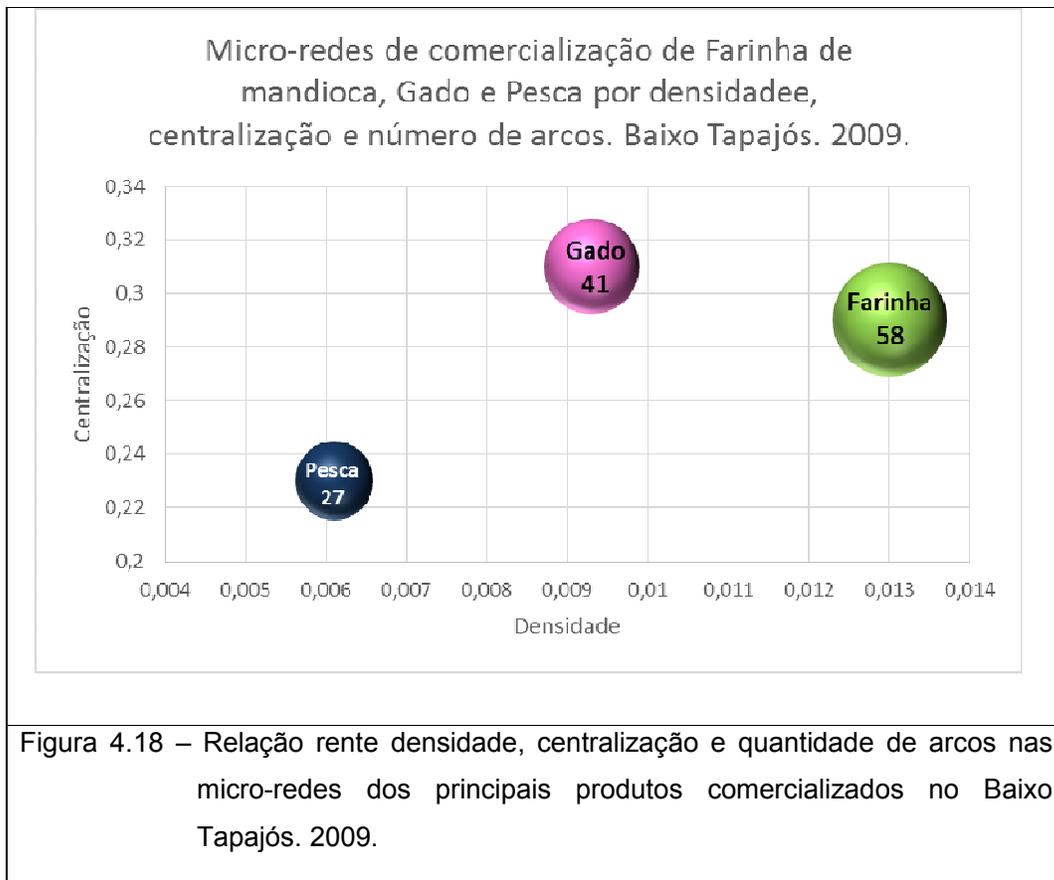
(b) Rede de Produção

Figura 4.16 – Representação dos graus de entrada dos vértices nas redes de Bens de Consumo (a) e de Produção (b).

Para verificar qual produto teria a rede menos centralizada separou-se em três micro-redes a venda dos principais produtos da região, farinha de mandioca, gado e pescado (Figura 4.17) A conclusão é as três redes possuem

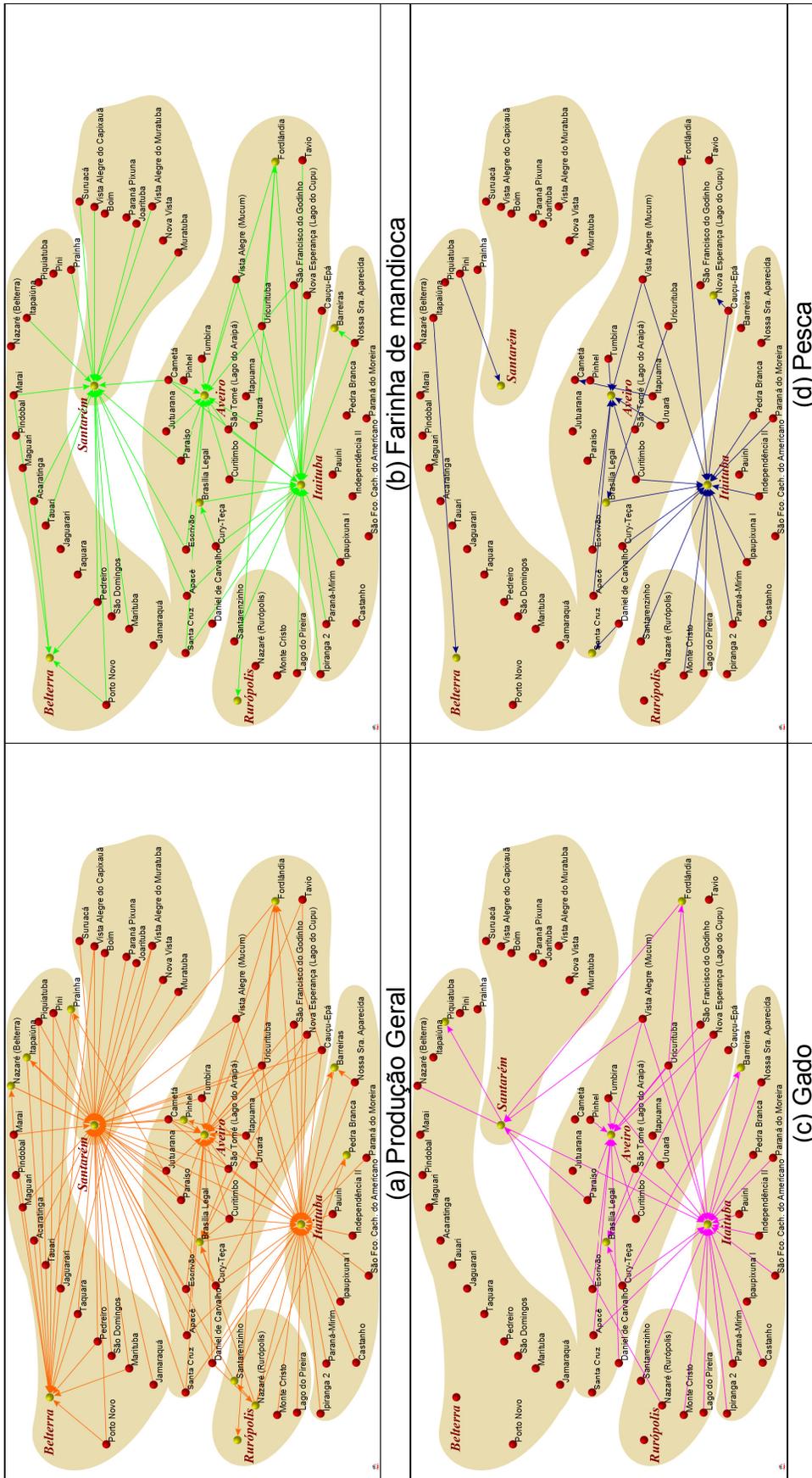
valores de centralização muito próximos (Figura 4.18), pesca com 0,23, farinha com 0,29 e gado 0,31. No caso da Farinha além das 5 cidades da região apenas as comunidades de Brasília Legal, Barreiras e Fordlândia compram farinha (Figura 4.17b) Ainda em relação a Farinha que há uma distribuição proporcional da quantidade de comunidades que comercializa o produto por município, sendo que as comunidades de Belterra e Santarém tem como destino preferencial esta última cidade, as comunidades de Itaituba vendem para sua própria cidade e as de Aveiro comercializam sua produção para Itaituba e Aveiro.

Analisando a micro-rede de gado (Figura 4.17c) conclui-se que a produção é realizada prioritariamente em Rurópolis, Aveiro e Itaituba e que esta escoada principalmente para as duas últimas cidades. As comunidades de Santarém desta região tem uma participação mais tímida no número de comunidades produtoras quanto na recepção da produção, isto porque algumas destas comunidades. Outro ponto a se destacar são as comunidades de Brasília Legal, Fordlândia, Barreiras, maiores produtoras de gado da região e que já recebem produção de outras comunidades. Por último na micro-rede de pesca observa-se um padrão parecido com a rede de gado só que com um número menor de conexões e com mudança nas comunidades compradoras, Só Brasília Legal permanece como centro de compra. Comparando-se as medidas de densidade, centralização e número de arcos das três micro-redes observa-se que a micro-rede de Farinha é a mais densa e com maior número de conexões e que apesar de ter a venda da farinha diversificada em um maior número de comunidades



A diferença entre as redes quanto aos vértices que são destino das conexões foi analisada a partir da categorização dos vértices segundo classes do  $I_c$  (Figura 4.19). Na rede de Bens de Consumo, observa-se que apenas as cidades constituem como vértices Exclusivamente Destinatários. As cinco localidades que são destino de compras possuem padrões diferentes de conexão. Brasília Legal, categorizada como predominantemente destinatária é a localidade que mais se destaca, pois polariza as compras de três localidades vizinhas e conecta-se a Itaituba e Santarém, os dois centros de compra mais importantes da Região. Boim, Barreiras e Nazaré (Belterra) estão na classe Equilibrado. Elas recebem apenas uma conexão, proveniente de localidades próximas e enviam também apenas uma conexão, de saída para a cidade mais próxima. Fordlândia apresenta-se na classe de Predominantemente Remetente, recebendo conexões de Uricurituba e recorrendo a Santarém e Aveiro para compras.





(a) Produção Geral

(b) Farinha de mandioca

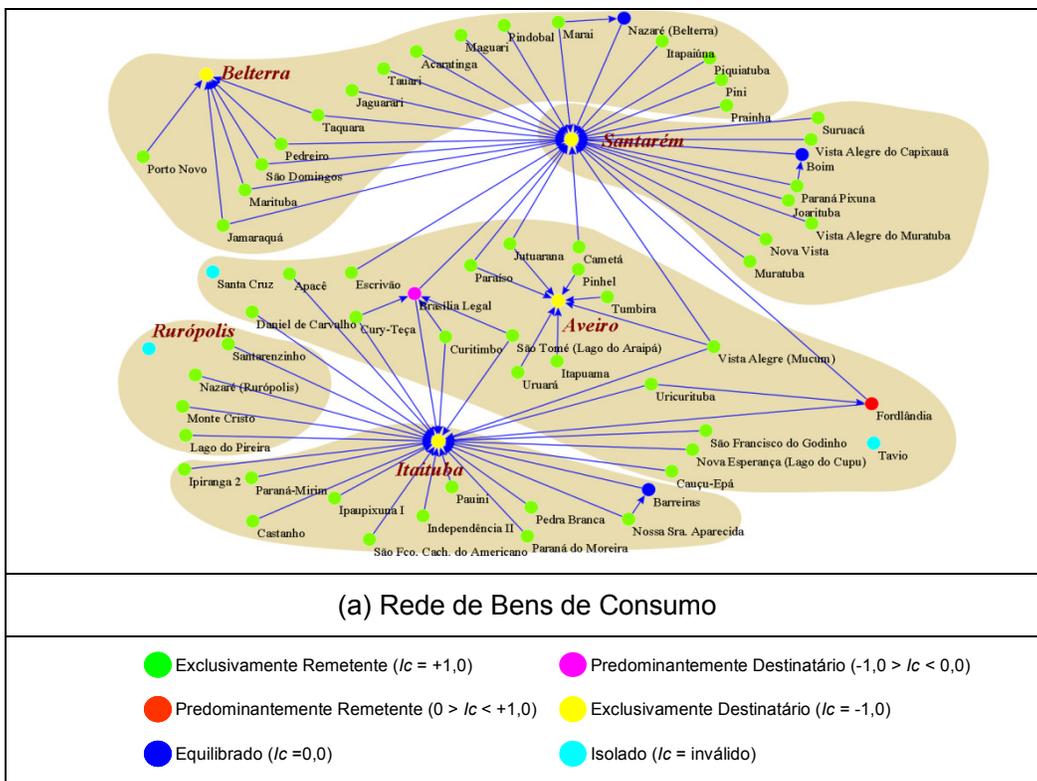
(c) Gado

(d) Pesca

4.17 – Micro redes de Produção do Baixo Tapajós. 2009. Produção Geral (a); Farinha de mandioca (b); Gado (c); Pesca (d). Baixo Tapajós.

2009

Na rede de Produção, Rurópolis aparece inusitadamente como um vértice conectado. Este fato é explicado pelo papel de Fordlândia, que com mais seis localidades integra a classe de Predominantemente Remetente (Figura 4.19b), e exporta seus produtos para todas as cidades da região, inclusive para Rurópolis, por meio de acesso terrestre. As demais localidades da classe Predominantemente Remetente recebem produção de uma localidade vizinha e enviam para Santarém e Aveiro. A exceção a esta regra é Nazaré (Rurópolis) que recebe produção de apenas uma localidade, e vende para quatro destinos: vende gado de corte vivo para Itaituba e Brasília Legal e castanha e açaí para Pedra Branca e Santarenzinho. Enquanto na rede de Bens de consumo as localidades desta classe apenas enviavam e recebiam uma única conexão, na rede de Produção as localidades desta classe vendem seus produtos para mais de um destino.



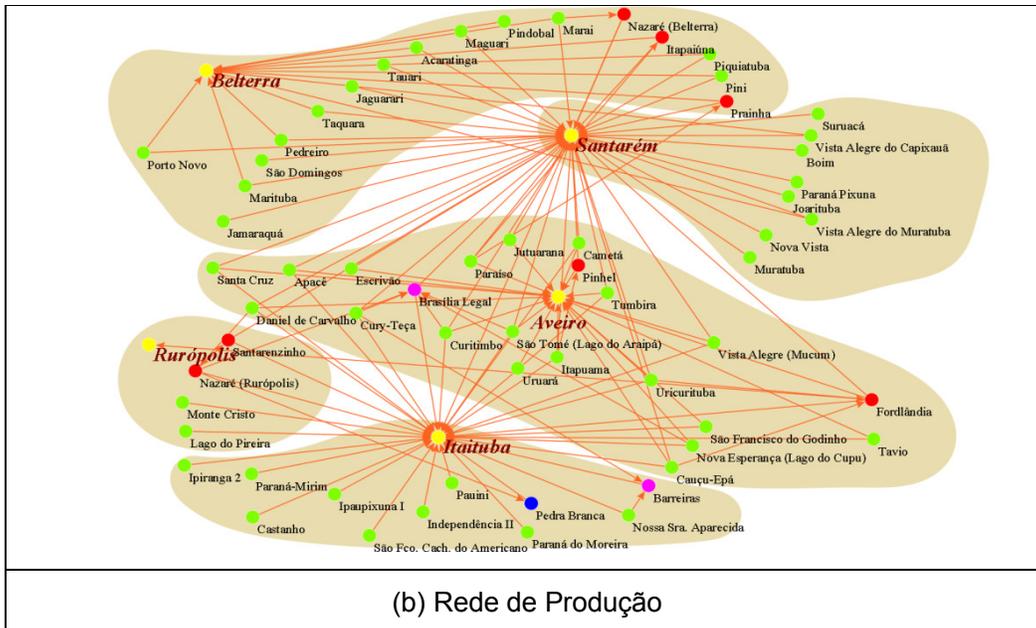


Figura 4.19 - Classes do índice de conectividade ( $I_c$ ) para as redes de Bens de Consumo (a) e Produção (b).

Na classe Equilibrado há apenas a localidade de Pedra Branca. E finalmente na classe Predominantemente Destinatário estão Barreiras e Brasília Legal. Barreiras exporta sua produção para Itaituba e recebe produtos de duas localidades. Brasília Legal destaca-se também nesta rede, pois além de vender seus produtos para Itaituba e Santarém ela recebe a produção de cinco localidades diferentes. Brasília Legal possui um dos maiores rebanhos bovinos das localidades estudadas e recebe gado de corte de outras cinco localidades. O volume de comercialização de gado é pequeno e intermitente, os moradores das localidades criam gado como uma espécie de poupança e só vendem o quando estão em dificuldades financeiras. Mesmo que sem um fluxo constante, Brasília Legal constitui-se em um centro local de escoamento da produção vendendo gado para Itaituba e Santarém.

A partir da análise do modelo de bloco ajustado para a rede de Produção (Figura 4.20) observa-se que os padrões de conexões desta rede são mais complexos do que da rede de Bens de consumo que está praticamente polarizada entre as áreas de influência de Santarém e Itaituba. Na rede de Produção são identificadas três grandes áreas de influência que possuem sobreposições entre si. A primeira é a de Santarém que se estende até Aveiro. Nesta área, destacam-se quatro padrões de conexões, as localidades de

Santarém que se conectam apenas a cidade deste município (classe 12); as localidades que vendem sua produção para Belterra e Santarém, classe 10, basicamente situadas em Belterra; as localidades de Aveiro que se conectam à cidade deste município, à Santarém e à Itaituba simultaneamente (classe 9), e as localidades que se conectam a Aveiro, Belterra e Santarém simultaneamente (Classe 5).

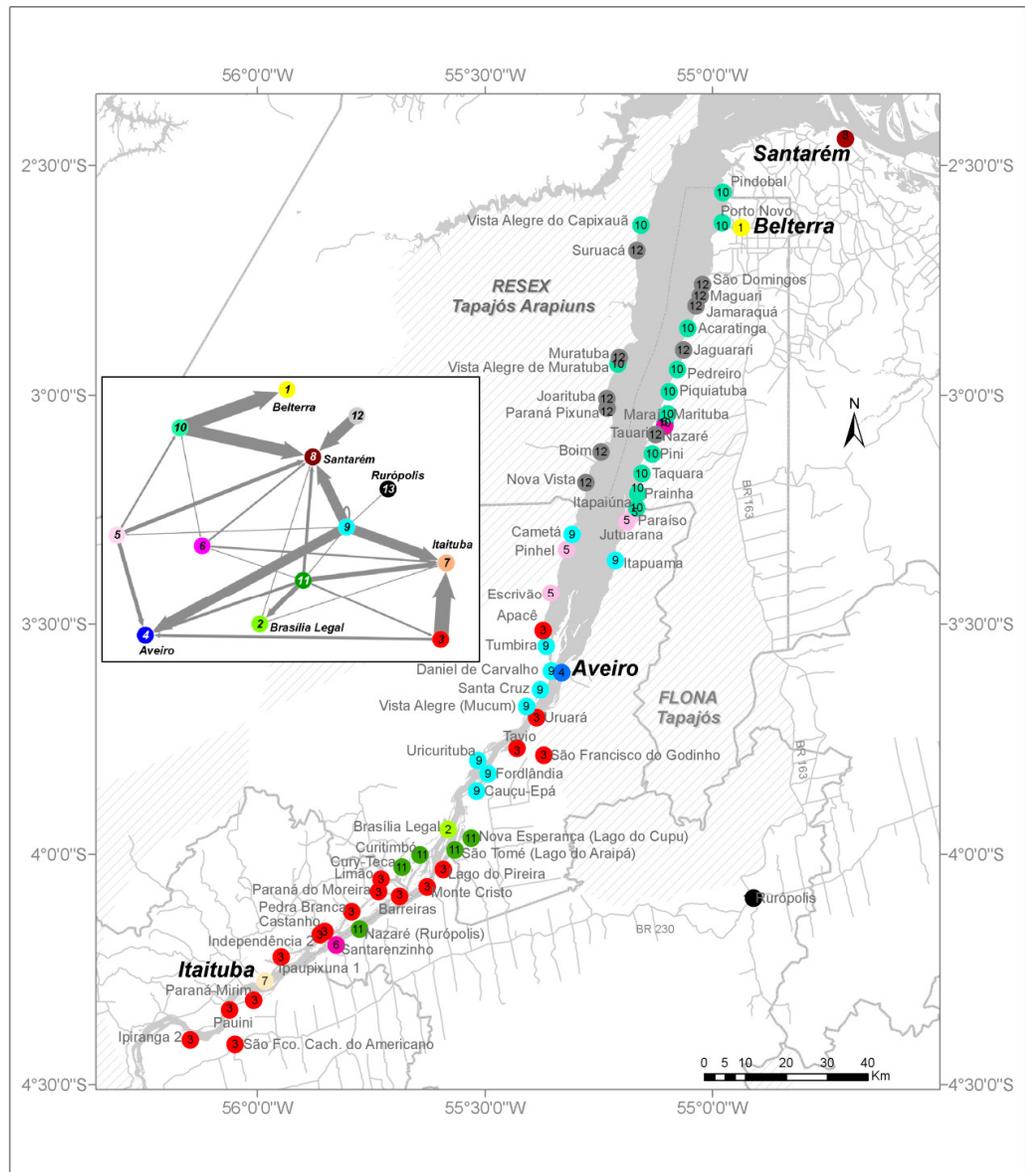


Figura 4.20 – Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Produção.

A segunda área de influência é a de Aveiro que se restringe aos limites deste município. Nesta área as principais classes são a nove, a cinco e a 11, nesta

última Brasília Legal é um dos destinos juntamente com as cidades de Aveiro, Santarém e Itaituba. A terceira área de influência é a de Itaituba que além de englobar todas as localidades de Aveiro ainda inclui as localidades de Itaituba e Rurópolis que comercializam suas produções preferencialmente com a cidade de Itaituba (classe 3).

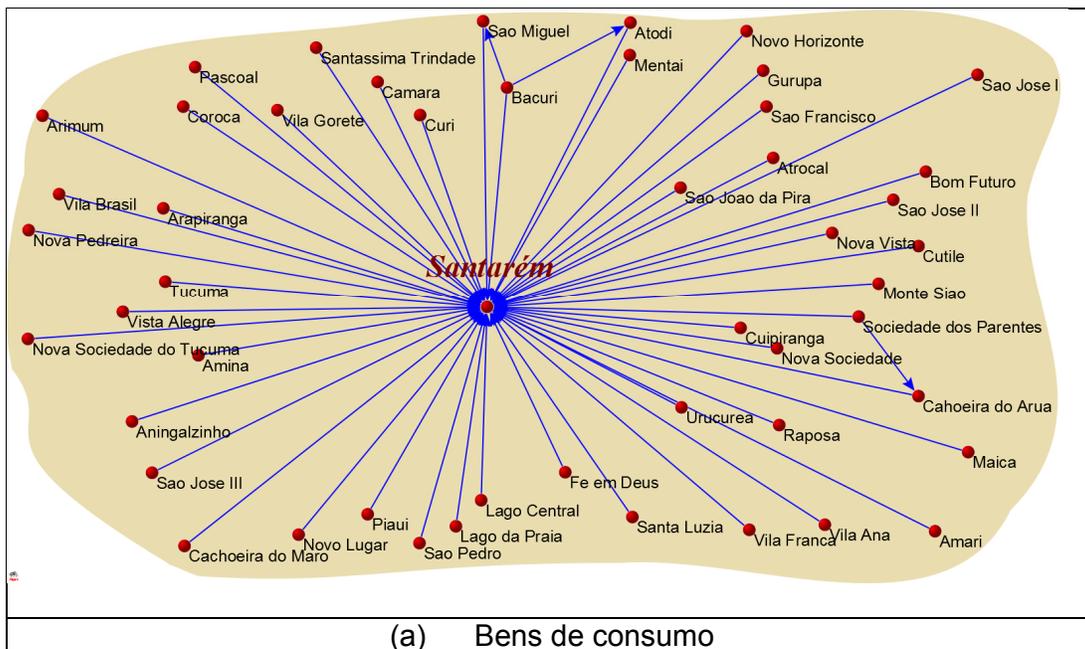
Os padrões de conexões da rede de Produção além de mais complexos são mais regionalizados do que os da rede de Bens de consumo. Há uma maior sobreposição entre as áreas de influência das cidades, mas há também uma maior prevalência de conexões de localidades nas cidades mais próximas.

A partir da análise dos resultados, pode-se resumir as redes de circulação de mercadorias da área de estudo, descrita a partir dos dados de campo nas seguintes características:

- As redes de Bens de consumo e Produção são redes coesas e densas, sendo esta última mais densa que a primeira.
- O deslocamento é preferencial para as cidades obedecendo a seguinte hierarquia: em primeiro Santarém, seguida de Itaituba, Aveiro e Belterra.
- Quando se individualizou as micro-redes de Farinha, Gado e Pesca observou-se que enquanto a rede de Farinha tem uma distribuição de comunidades produtoras e compradoras mais ampla pela região, as redes de pesca e gado são mais regionalizadas em Aveiro, Itaituba e Rurópolis.
- Há também a emergência de algumas localidades como centros de compra e escoamento da produção, a saber: Brasília, Legal, Barreiras e Fordlândia.
- Os padrões de conexão são espacialmente regionalizados, onde a proximidade às cidades, em geral, define o destino preferencial de compras e venda da Produção. Entretanto, este padrão regionalizado é mais marcante na rede de Produção que possui três áreas de influência contra duas da Rede de Bens de Consumo.

#### 4.2.2 Arapiuns

A representação gráfica das micro-redes de produção e bens de consumo do Arapiuns (Figura 4.21) permite verificar visualmente que ambas muito centralizadas com valores de centralização próximos de 1 tanto para produção (0,95) como para bens de consumo (0,99). Isso acontece, estas redes repetem o padrão da micro rede de transportes Fluviais, ou seja, os fluxos se concentram em Santarém. Além disso, as redes são bem coesas, ambas só possuem um único componente sem nenhuma localidade isolada. Essa coesão tem como grande “hub” a cidade de Santarém. Em outras palavras as comunidades visitadas no Arapiuns são muito dependentes de Santarém tanto para compras como para venda da produção.



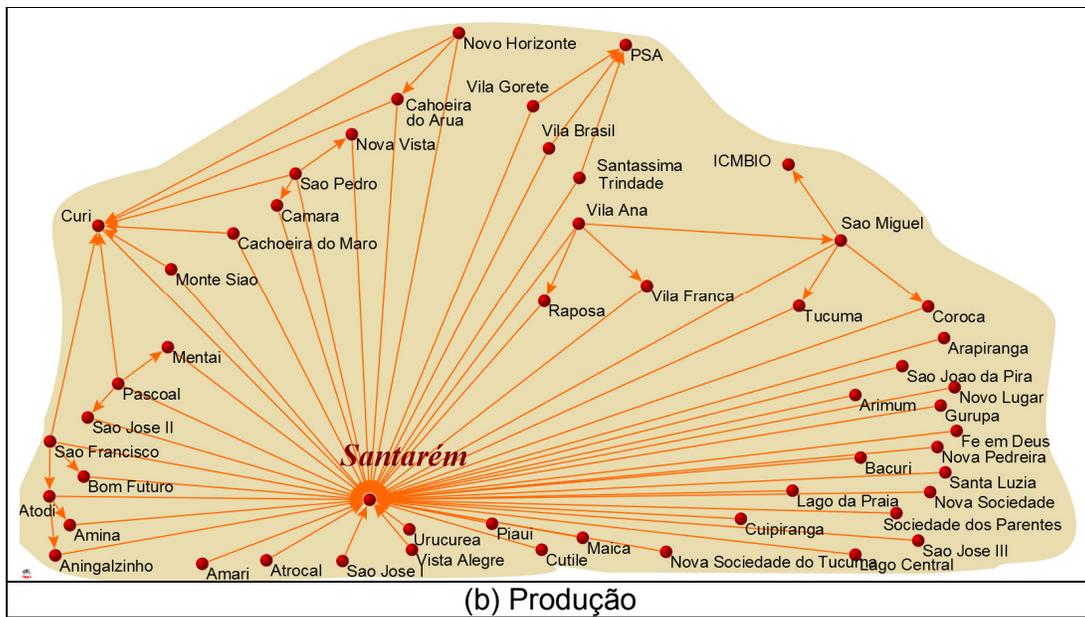


Figura 4.21 – Redes de Circulação de mercadorias, (a) rede de Bens de Consumo e (b) rede de Produção.

A micro-rede de produção apesar de ser um pouco mais descentralizada que a de bens de consumo (possui 18 vértices destinatários contra 4 da micro-rede de consumo) ela é mais densa, com densidade de 0,028, enquanto a outra rede apresenta densidade de 0,021. A diversificação de locais para o escoamento da produção pode ser melhor observada na Figura 4.22, na qual os vértices da rede estão classificados segundo índice de conectividade IC. Nessa figura dois pontos chamam atenção. O primeiro o surgimento de dois vértices externos a rede que é o ICMBIO que compra produção de látex de São Miguel e o PSA, Programa Saúde e Alegria que compra o artesanato de algumas comunidades para revender para outras regiões do Brasil e até mesmo para o exterior. Ainda nessa mesma figura observa-se que há um número expressivo de comunidades, 11, classificadas como equilibradas, ou seja, mesmo número de conexões chegando e partindo delas. No caso todas elas vendem sua produção de Santarém e recebem a produção de alguma comunidade. O último ponto que chama atenção nesta micro rede é a emergência de Curi como um ponto importante de escoamento da produção sendo classificado como predominantemente destinatário, pois recebe 7 conexões e envia somente uma para Santarém.

A abrangência espacial do alcance do relacionamento de Curi é demonstrado pelo modelo de bloco ajustado com 11 classes para a micro-rede de produção (Figura 4.23) O padrão espacial dominante no mapa é a classe 10 do modelo (na cor magenta) que apenas comercializa seus produtos para Santarém, classe cinco em verde, ocupando toda a extensão do rio com exceção para as comunidades vizinhas a Curi que se distribuem em duas classes, a classe quatro, em vermelho claro, que tem relações produção com Curi, Santarém e a classe seis, em verde claro. E a própria classe seis que além de receber a produção das comunidades da classe quatro também vende a sua produção para Santarém. Desta forma, as comunidades das classes quatro e seis formam uma área comercial contígua com centralidade em Curi. Curi destaca-se desta forma pois é concentra atividade de construção de barcos, sendo que seus produtores compram madeira, principalmente a Itaúba para a produção de barcos das comunidades vizinhas.

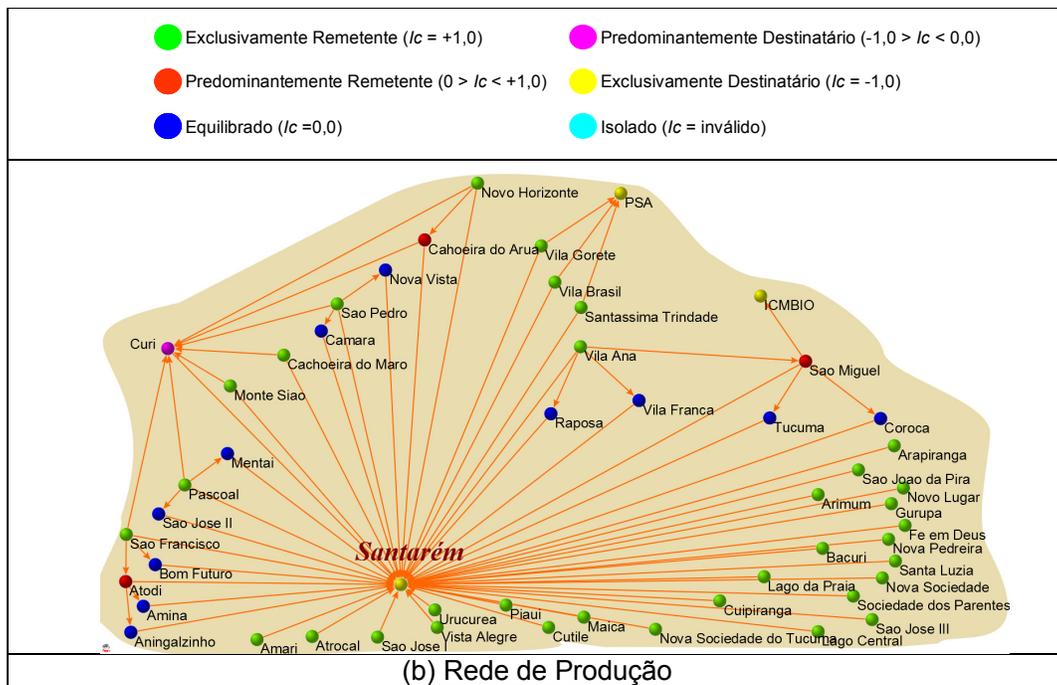


Figura 4.22 - Classes do índice de conectividade ( $I_c$ ) para as redes de Bens de Consumo (a) e Produção (b).

Com o objetivo de verificar a diferença estrutural entre as redes de produção dos principais produtos da região analisou-se a estrutura das redes de venda de farinha de mandioca, gado e pescado da mesma forma que foi realizado para a rede de produção do baixo Tapajós. Na figura 4.24 observa-se a rede de

produção total (Figura 4.24a) e as redes já mencionadas. O primeiro padrão que chama atenção é a coesão e a extrema centralização da rede de comercialização de farinha de mandioca (Figura 4.24b). Todas as comunidades vendem farinha apenas para Santarém (excetuando-se os vértices externos do PSA, ICMBIO e a comunidade de São Miguel) resultando em uma rede com centralização de valor 0,67. A pesar de algumas comunidades estarem muito distantes da cidade de Santarém esta universalização da produção e venda da farinha de mandioca explica-se pela dinâmica de recebimentos de salários e bolsas-auxílio na região. Em todas as comunidades há famílias que produzem farinha, quando um membro da família vai até Santarém para receber sua aposentadoria, ou salário esta pessoa já leva a produção de farinha para vender.

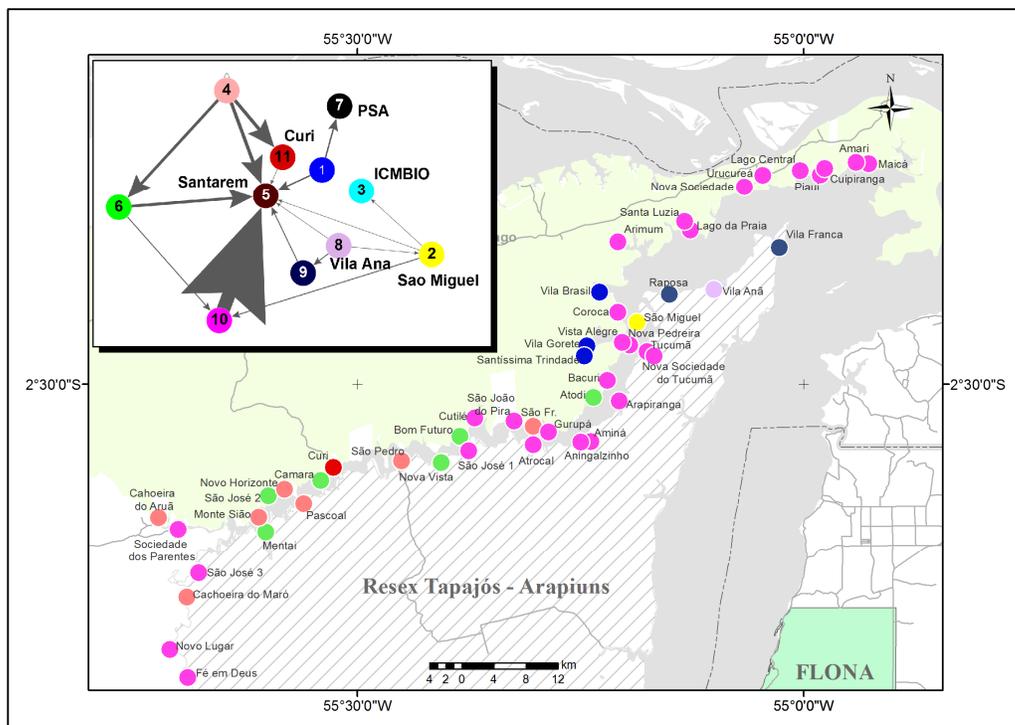


Figura 4.23 - Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Produção. Arapiuns. 2012.

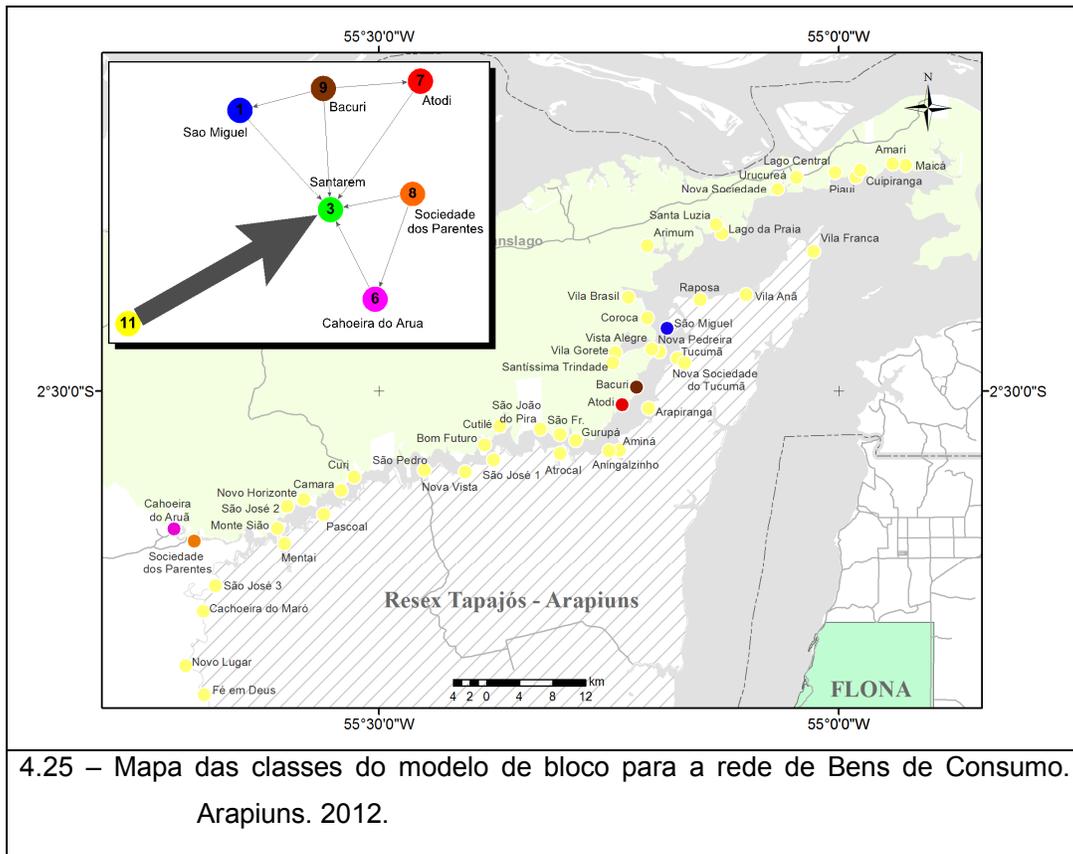
A rede de gado (Figura 4.24c) destaca-se por ter dois componentes que possuem uma clara dimensão espacial o componente da esquerda faz parte da área de abrangência identificada na análise de bloco de Curi e reúne comunidades vizinhas a ela. À esquerda da rede identifica-se um componente,

uma sub-rede, formada por pelas comunidades da margem direita do rio Arapiuns logo na sua Foz e duas comunidade na margem esquerda na região mais ao norte do rio, no encontro com o Rio Tapajós. Estas comunidades estão próximas a Santarém e escoam sua produção de gado com mais facilidade.

A rede de pesca também é pequena, com apenas 18 arcos e igualmente a rede de produção de gado apresenta dois componentes (Figura4.24d). O primeiro componente à esquerda da rede é capitaneado pelas comunidades de São José e São Francisco que vendem suas produções para as comunidades vizinhas a elas e a Curi. O segundo componente fica a direita da rede e é formado por comunidades na foz do rio Arapiuns que vendem toda a sua produção para Santarém, sendo junto com as comunidades da região do Lago Grande, uma importante região de abastecimento de pescado da cidade de Santarém.

Em contraponto à rede de produção a rede de bens de consumo tem pouca diversificação de locais para a compra de bens de produção. Esta rede aparece novamente no modelo de blocos com 7 classes (Figura 4.25). Há apenas dois papéis nesta micro rede, o centro de compras, Santarém (em verde na figura) e o papel de localidade dependente. Aparecem apenas dois pontos de exceção na rede, o formado pelas comunidades de Cachoeira do Aruã e Sociedade dos Parentes localizadas no rio Aruã, junto com o Maró constituem-se nas áreas mais distantes de Santarém. E o núcleo formado pelas comunidades de Adoti, Bacuri, e Vila São Miguel, a primeira comunidade recorre as duas últimas para compras. Em outras palavras apenas dois focos de exceção.





A partir da análise dos resultados, pode-se resumir as redes de circulação de mercadorias do Rio Arapiuns tem as seguintes características:

- São redes coesas e muito centralizadas no caso de bens de consumo praticamente centralizada apenas em Santarém. E no caso da rede de produção a pesar da grande centralização das conexões na referida cidade já apresenta uma maior diversidade de vértices segundo os padrões de conexões.
- Há uma regionalização de produção baseada em acessibilidade a cidade e a, gado e pesca e disponibilidade de recursos extrativistas como a área de influência de Curí que compra madeira de suas vizinhas para a produção de barcos

### **4.3 Saúde**

O tema saúde é desta pesquisa é abordado por meio da micro-rede composta pelos os deslocamentos do moradores em busca de atendimento básico de saúde em postos situados em outras localidades.

#### **4.3.1 Baixo Tapajós**

A representação gráfica da rede (Figura 4.26) nos permite verificar visualmente que trata-se de uma rede pouco densa, densidade de 0,014, e bastante descentralizada com valor de centralização de entrada igual a 0,14.

Além da densidade, a divisão da rede em componentes (Figura 4.27) revelou sua fragmentação, com seis localidades isoladas (em amarelo) e quatro conectados. O maior componente possui 33 vértices representados na cor vermelha, incorporando as localidades que se situam em Belterra, parte das localidades de Santarém e Aveiro. Na Figura 4.28 observa-se melhor o padrão deste componente no mapa da região, no qual as localidades que possuem posto estão representadas por cruces e as localidades sem posto por círculos. Cada componente identificado na rede de Posto de saúde é representado na mesma cor que na rede da Figura 4.27. Analisando o maior componente no mapa (Figura 4.28) observa-se que ele reúne o maior número de postos de saúde da região estudada com 12 postos. Neste componente, além de Belterra e Aveiro como vértices destinatários, também identificam mais cinco localidades na mesma situação (Figuras 4.27 e 4.28). A primeira delas é Suruacá, situada em Santarém na margem esquerda do rio e que polariza as localidades ao norte deste município (Figuras 4.27 e 4.28). Em seguida tem-se Piquiatuba e Prainha (Figura 4.27b) que são as localidades de Belterra que recebem o maior número de conexões e polarizam localidades vizinhas a elas. Ainda em Belterra há a localidade de Tauari que apesar de ter posto de saúde, seus moradores recorrem a Prainha, em busca de melhores condições de atendimento. Tauari recebe apenas pacientes de Nazaré que também recorre a Piquiatuba (Figura 5.27b).

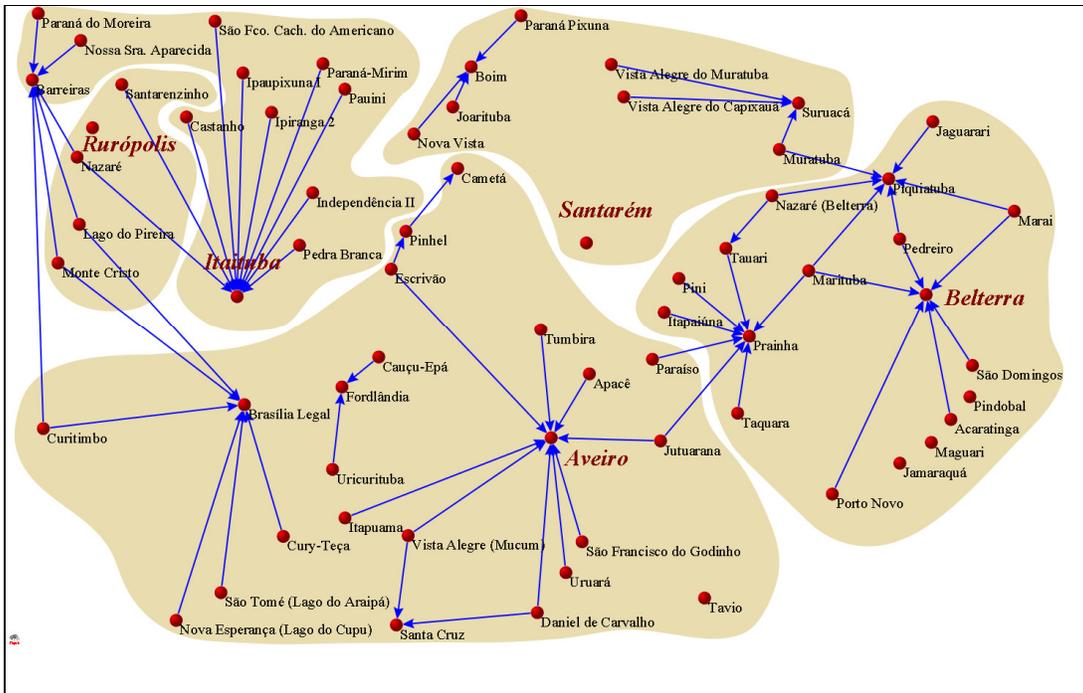


Figura 4.26 – Rede de Posto de Saúde. Baixo Tapajós. 2009.

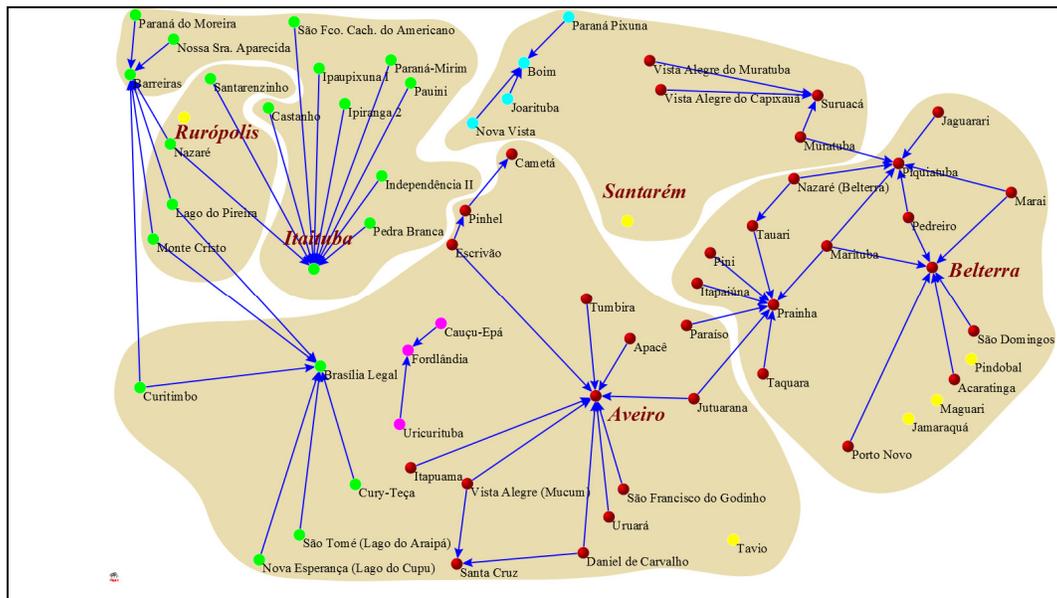


Figura 4.27 – Rede de posto de saúde representando os componentes da análise de coesão. Baixo Tapajós. 2009.

O segundo maior componente da rede de Posto de saúde inclui todas as localidades de Itaituba e Rurópolis e as localidades de Aveiro vizinhas à

Brasília Legal, e está representado na cor verde nas Figuras 4.27 e 4.28. Este componente reúne 21 vértices com três postos de saúde, em Itaituba, Barreiras e Brasília Legal (Figura 4.27). O menor número de postos de saúde nesta região, comparado ao número de postos da região do componente anterior, resulta em uma maior centralização das conexões na cidade de Itaituba. Barreiras e Brasília legal dividem suas áreas de influência entre as localidades circunvizinhas a elas (Figuras 4.27 e 4.28). Há ainda dois pequenos componentes conectados. O componente de Boim (em azul claro nas Figuras 4.27 e .28) que possui quatro vértices e que polariza as localidades da porção Sul de Santarém. E o outro componente contém Fordlândia (em rosa nas Figuras 4.27 e 4.28) que recebe pacientes das duas comunidades ribeirinhas mais próximas a ela: Cauçu-Epá, na margem direita e Uricurituba na margem esquerda.

Analisando-se o tipo de destino da rede observa-se que a rede de Posto de saúde possui 60% de suas conexões direcionadas à localidades indicando que além de sua estrutura ser descentralizada, como comprovado nas análises anteriores, sua descentralização se manifesta nas localidades da região.

A partir da interpretação dos padrões de conexões da rede observa-se que as localidades situadas em Itaituba e Rurópolis recorrem aos postos de saúde da cidade de Itaituba e da localidade de Barreiras, sendo que a maioria das localidades de Itaituba recorre somente ao posto localizado na cidade (Figura 4.29) que recebe o maior número de conexões da rede, 10. Em Santarém o principal ponto que chama atenção é a sua não inserção como destino das conexões, isto se deve a natureza da rede de Posto de saúde. Nos postos são prestados atendimentos médicos básicos e de periodicidade menor, desta forma os moradores deslocam-se até os postos mais próximos geralmente utilizando veículos próprios como motos e rabetas, ou até mesmo a pé. Assim, a cidade de Santarém está “distante” das localidades para este tipo de padrão de deslocamento. Ainda em Santarém há duas localidades com postos que possuem grau de entrada com valor três e que, recebem pacientes de suas localidades vizinhas, Boim e Suruacá. Este padrão pode ser melhor observado na Figura 5.35, no mapa que apresenta os vértices que são destino de conexões na rede de posto de saúde e as localidades classificadas segundo

destino. O mapa apresenta o resultado de forma similar aos modelos de blocos, mas não é um modelo de blocos, uma vez que este não é aplicável a redes descentralizadas como é o caso da rede de Posto de saúde. Neste mapa, as localidades e/ou cidades que recebiam duas conexões ou mais, total de 10, foram representadas no mapa por uma cruz. A partir desses vértices de destino foram agrupadas novas classes segundo padrão de conexão.

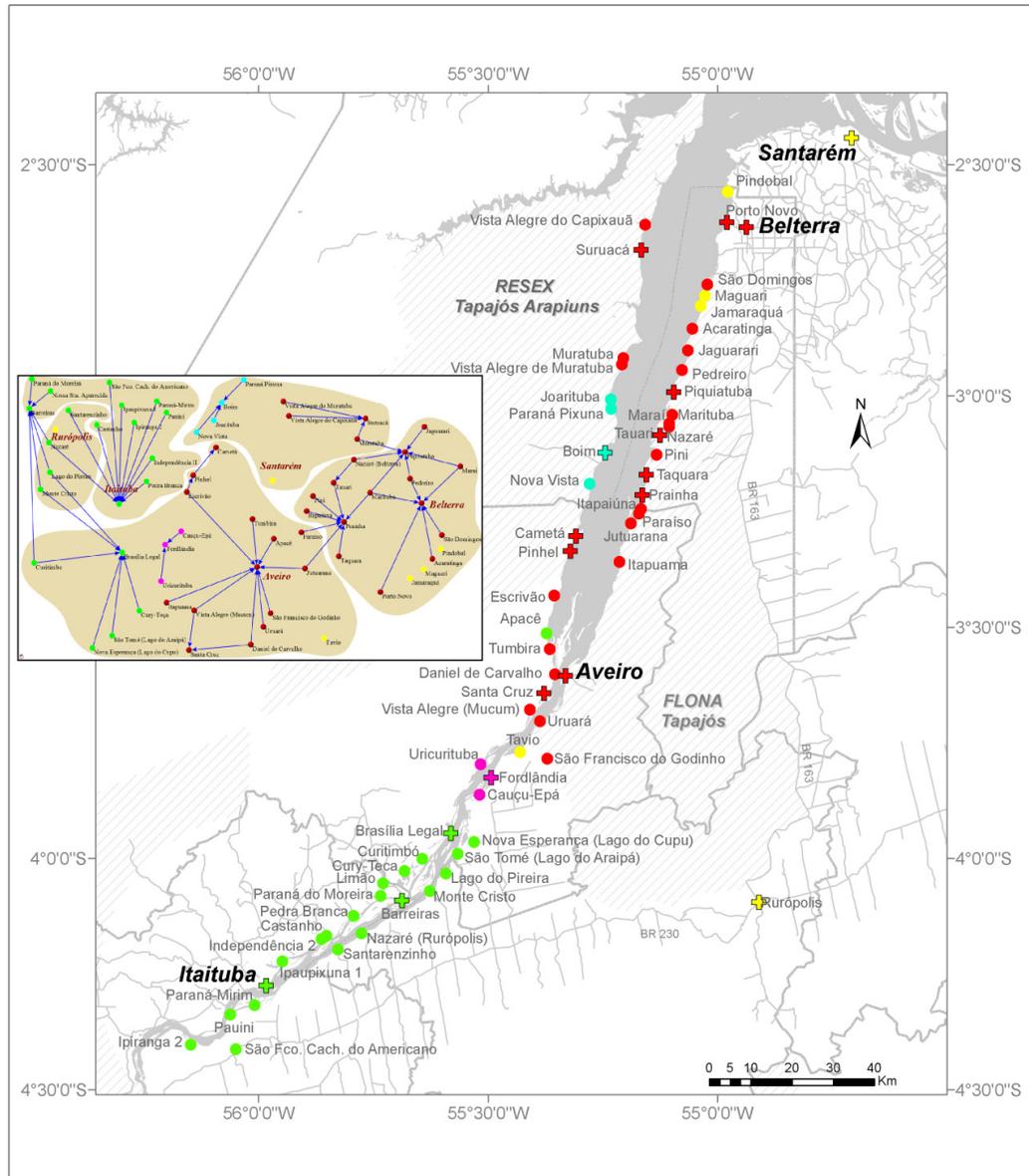


Figura 4.28 – Mapa com a localização dos componentes da rede de Posto de Saúde. Baixo Tapajós. 2009.

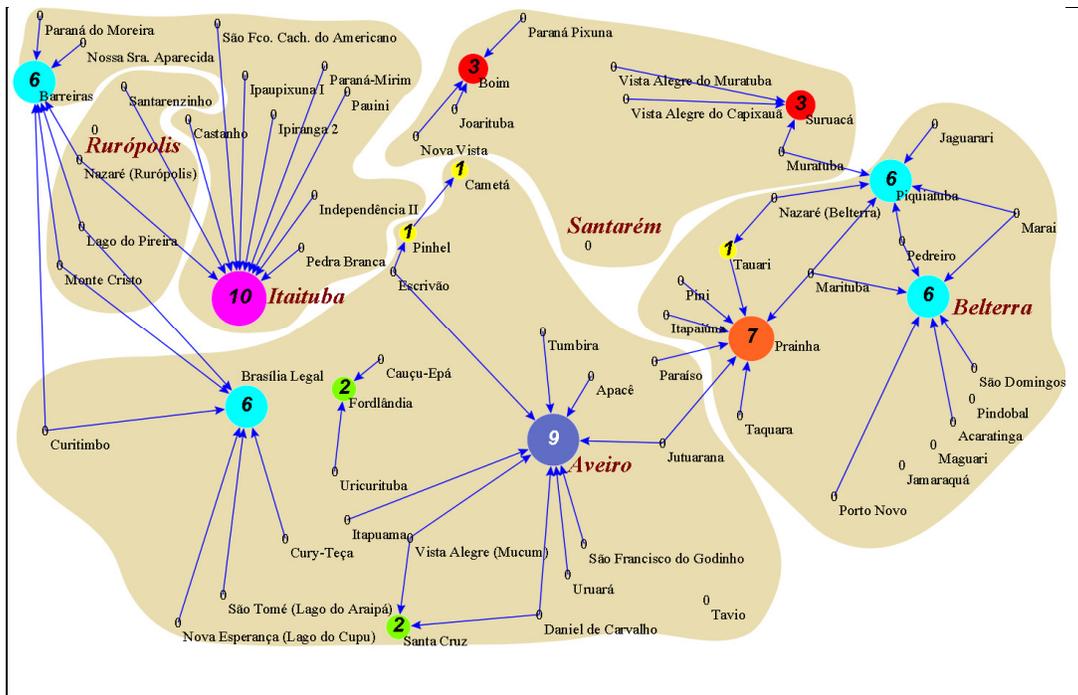


Figura 4.29 – Rede de Posto de saúde com representação do grau de entrada dos vértices. Baixo Tapajós. 2009.

No município de Belterra os principais vértices que recebem conexões são: Prainha com valor de grau de entrada sete, Piquiatuba e a cidade de Belterra, ambas com valor seis. Prainha atende as comunidades da porção sul do município, próximas a ela como pode ser visto no mapa da Figura 4.30. Piquiatuba e Belterra atendem as comunidades da porção norte. As localidades em amarelo no mapa representam localidades isoladas ou que recebem apenas uma conexão. No caso de Belterra as localidades de Maguari, Pindobal e Jamaraguá, são isoladas e estão nesta categoria, provavelmente por registro de campo incorreto. Como estas comunidades não possuem posto de saúde (vide Figura 5.30) os moradores precisam se deslocar até outras comunidades para obter os serviços de assistência básica.

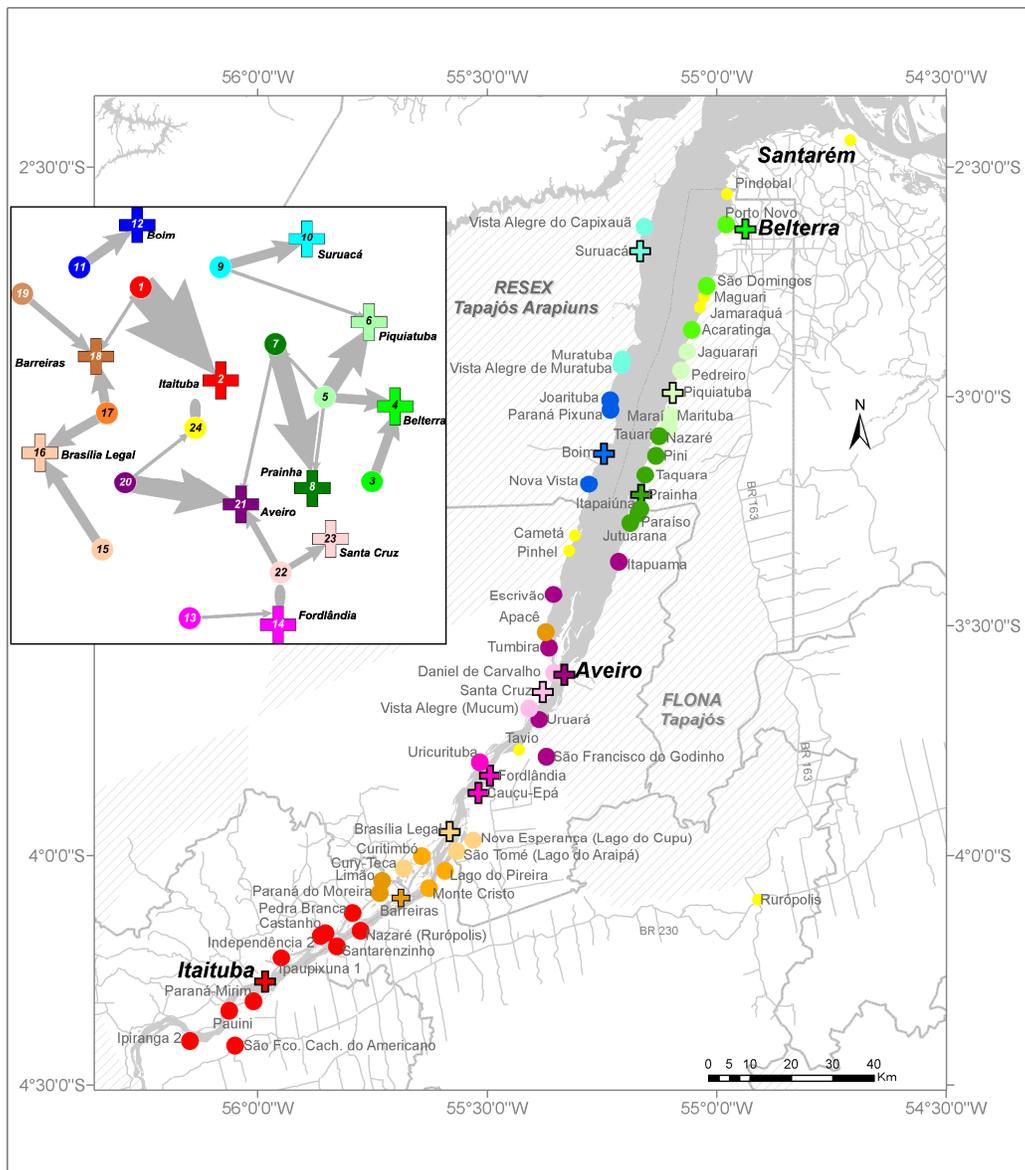


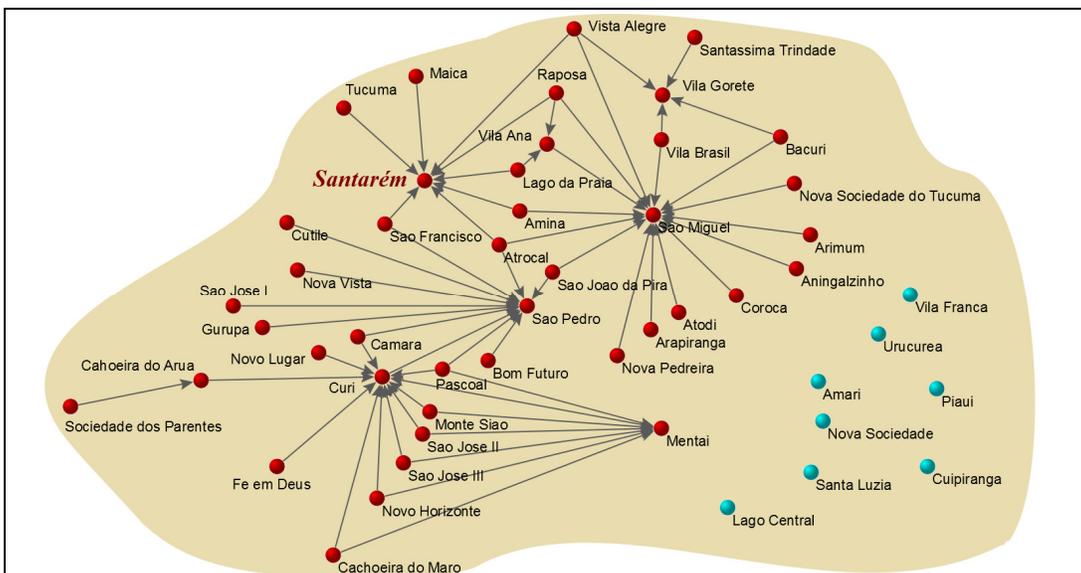
Figura 4.30 – Mapa com localização dos Postos de saúde e comunidades atendidas por cada um deles segundo a cor de representação. Baixo Tapajós. 2009.

No município de Aveiro o maior destaque é a cidade que tem o maior grau de entrada com valor nove, seguida de Brasília Legal com valor seis e Fordlândia e Santa Cruz ambas com valor dois. Aveiro polariza as localidades da porção central do município e parte da porção norte. Ao norte de Aveiro as comunidades na margem direita próximas ao limite com Belterra utilizam o posto em Prainha e as localidades na margem esquerda, próximas ao limite com Santarém possuem posto de saúde, Pinhel e Cameté. Na porção central

de Aveiro há também um posto em Santa Cruz, na margem esquerda que atende às duas comunidades vizinhas mais próximas a ela. Ao Sul do município as comunidades são atendidas por Barreiras e Brasília Legal.

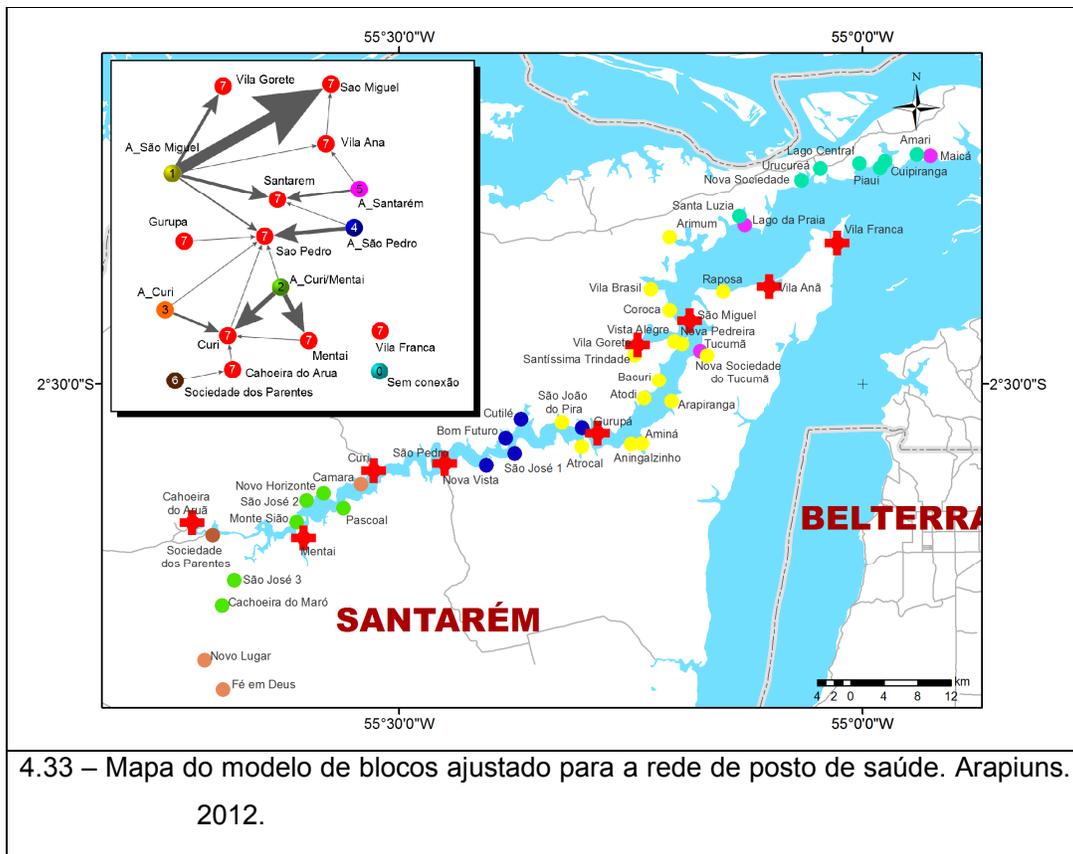
### 4.3.2 Arapiuns

A micro-rede de posto de saúde do Arapiuns mais densa, densidade 0,024, e mais centralizada, centralização em 0,29 do que a rede do Baixo Tapajós. Ela possui um grande componente conectado (Figura 4.31) e alguns isolados. Observa-se também nesta figura o porquê da rede ser centralizada. Os deslocamentos para os postos de saúde se concentram em sua maioria em São Miguel, São Pedro, Mentai e Santarém, vértices que possuem os maiores graus de entrada da rede (Figura 4.32). O padrão de conexões no entorno dos vértices citados é organizado espacialmente como pode ser visto no mapa da figura 4.33. Este mapa em semelhança ao da rede de posto de saúde do Tapajós não é resultado de uma análise de blockmodel. Simplesmente as comunidades que faziam conexão com as localidades de maior grau de entrada e com posto de saúde foram agrupadas em classes. Cada localidade com posto de saúde foi mantida em uma classe isolada. Mesmo que no mapa apareça com a mesma cor, nome (Número 7) e representação, uma cruz. Optou-se por esta estratégia para que fosse possível identificar a área de influência de cada localidade com posto de saúde.



4.31 – Representação dos componentes da rede de posto de saúde. Arapiuns. 2012





#### 4.4 Educação

O tema Educação foi tratado como um única rede *multiplex*, formada pelos deslocamentos de alunos das localidades entrevistadas para outros locais onde frequentavam escolas do ensino fundamental, de 1º e 2º ciclo e ensino médio. As conexões foram classificadas segundo nível de ensino. Os vértices da rede também foram categorizados segundo o nível máximo de ensino oferecido em suas escolas. Assim, uma localidade com escola que oferece educação fundamental do 1º e 2º ciclo é classificada como escola de 2º ciclo. Localidades que estão categorizadas como ensino médio, oferecem os três níveis de ensino em suas escolas.

##### 4.4.1 Tapajós

A partir de inspeção visual da representação gráfica da rede (Figura 4.34) o primeiro fato a se destacar é que quase todas as localidades possuem escolas, de um universo de 67 vértices, em 60 há escolas. Em seguida, observa-se que

o padrão de conexão na rede é hierárquico segundo o nível de ensino. Por exemplo, as localidades que não possuem escola, (em azul claro na Figura 4.34), enviam alunos para outras localidades que possuem o ensino fundamental e médio. Das sete localidades sem escolas quatro enviam seus alunos para cursar os três níveis de ensino em localidades que possuem até o ensino médio (vértices em azul escuro na figura 4.34). As três localidades restantes só possuem fluxo de 1º e 2º ciclo. Entretanto isto não significa que os moradores desta localidade não cursem o ensino médio, mas que eles não se deslocam para uma das localidades inventariadas para frequentar o ensino médio. Este padrão hierárquico segue para os outros níveis de ensino.

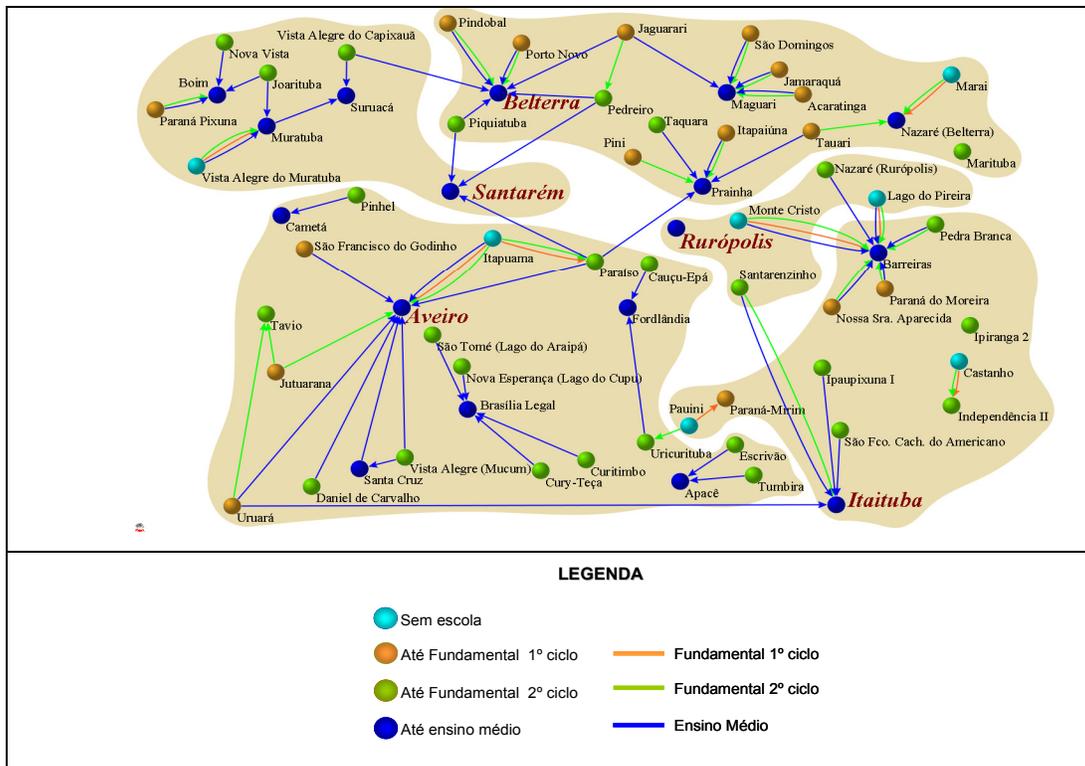


Figura 4.34 – Rede de Educação. Tapajós. 2009.

Quando se analisa o destino preferencial dos deslocamentos em relação às cidades ou localidades verifica-se que para todos os tipos de deslocamento, independentemente do nível de ensino, que as localidades são o destino preferencial (Figura 4.34). Isto porque há escolas em quase todas elas. Entretanto, quando se examinam as conexões de cada um dos ciclos observa-se que gradativamente há um aumento da proporção de deslocamentos direcionados às cidades, conforme o aumento do nível de ensino, como pode

ser comprovado pelos valores do gráfico da Figura 4.35. As conexões que representam os deslocamentos de alunos do ensino médio tem a maior proporção de destino às cidades, aproximadamente 40,0%. Este fato explica-se pela menor oferta destas escolas na região e por sua localização preferencial em cidades, distrito e em localidades com maior porte populacional. Este padrão de localização é quantificado no gráfico da Figura 4.36, que lista o número de vértices com escolas que oferecem ensino médio, segundo categoria de cidade, distrito e localidade detalhando esta última em faixas populacionais.

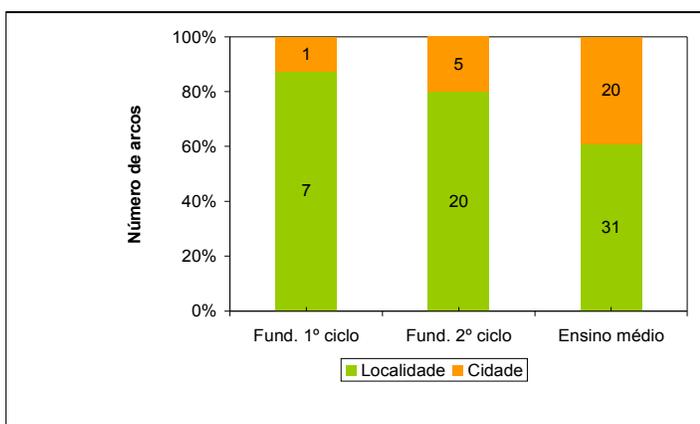


Figura 4.35 – Número de arcos por nível de ensino segundo destino para localidades ou cidades. Baixo Tapajós. 2009.

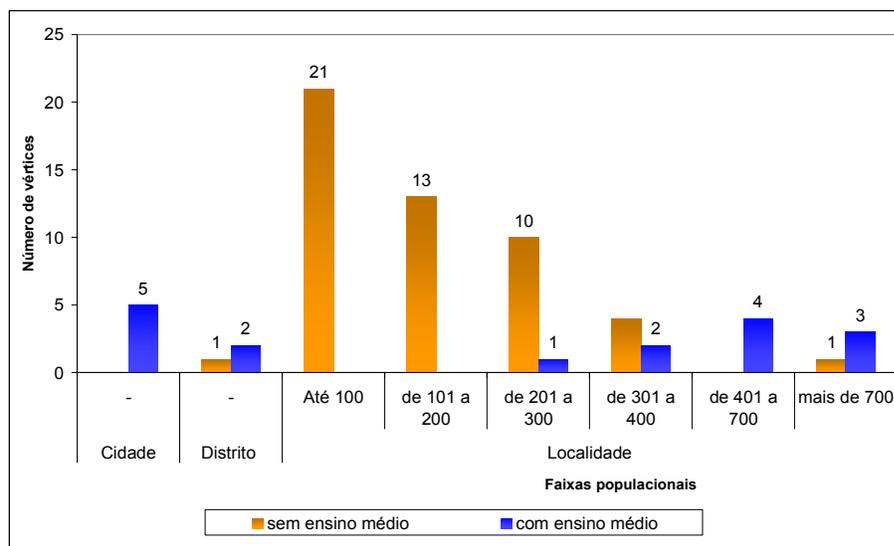


Figura 4.36 – Número de vértices com escola de ensino médio, segundo categorias de cidade, distrito e localidade, e intervalo de população. Baixo Tapajós. 2009.

Quanto à estrutura, a rede de educação é pouco densa, é descentralizada e esparsa. O valor de densidade da rede é de 0,018, e a centralização de entrada (para a rede simplificada, eliminando arcos múltiplos) é de 0,11, o menor valor observado entre todas as redes do Baixo Tapajós.

Quanto à dispersão, dentre as redes descritas a rede de educação apresentou o maior número de componentes conectados, sete, com apenas três isolados (Figura 4.37). Dos vértices isolados, Rurópolis é um deles que não é destino de nenhum fluxo escolar. Os outros dois são as localidades de Ipiranga 2, em Itaituba, e Marituba em Santarém, ambas com escola de ensino fundamental até o 2º ciclo (Figura 4.37). A maior sub-rede possui 40 vértices representando quase 60,0% da rede toda. Esta sub-rede maior inclui todas as localidades de Santarém, todas de Belterra, boa parte das de Aveiro e uma pequena fração das de Itaituba. Na Figura 4.38 os vértices estão com cores diferenciadas para individualizar os componentes. Além deste componente são destacados também mais seis componentes, sendo que três formados por apenas no máximo três vértices, a dupla Castanho e Independência II, em Itaituba na cor verde escuro, a dupla Cametá e Pinhel em Santarém na cor azul escuro e o trio Apacê, Escrivão e Tumbira em Aveiro na cor rosa. Os demais componentes são maiores e incluem localidades que possuem posição central nas redes de circulação de mercadoria e transporte, a saber, o componente de Barreiras, em azul claro, o de Fordlândia em roxo e o de Brasília Legal em verde.

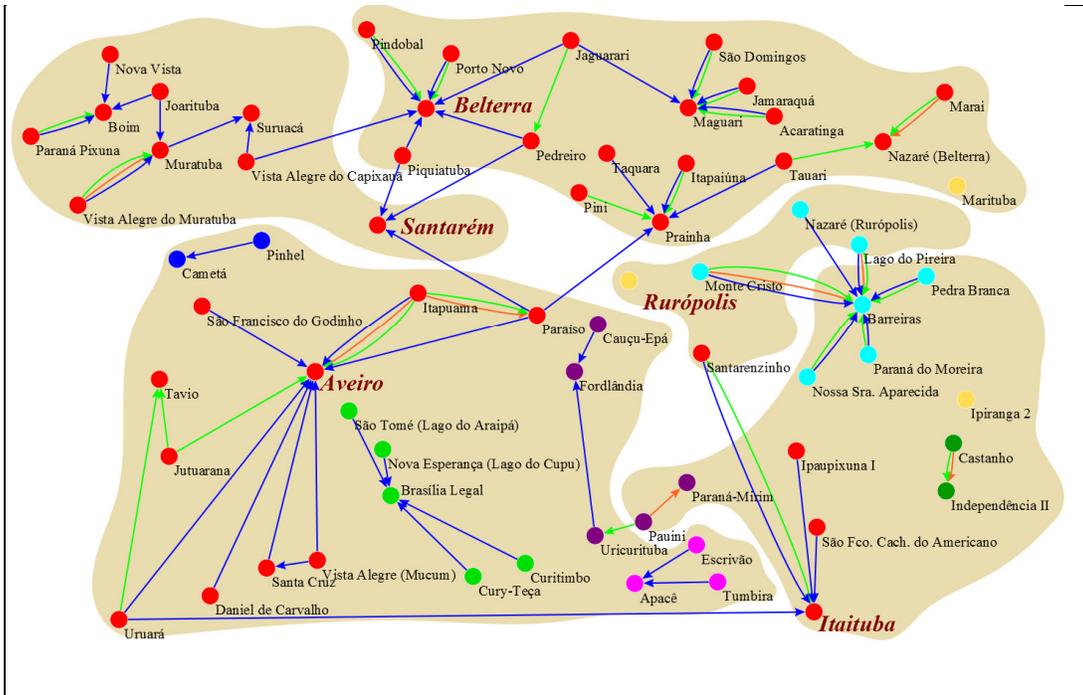


Figura 4.37 – Rede de Educação com vértices classificados segundo componentes. Baixo Tapajós. 2009.

Como padrão geral observado no mapa que representa estes componentes no espaço (Figura 4.38) tem-se os componentes situados em aglomerações com suas localidades próximas umas das outras.

Para verificar como a mudança de residência para estudar pode afetar a estrutura da rede foram eliminadas as conexões que ligavam localidades distantes entre os grupos não contíguos da maior componente, (em vermelho na Figura 4.39) e da componente de Fordlândia (em roxo). Na Figura 4.39a observam-se os arcos removidos da rede em seguida na Figura 4.39b são exibidos os novos componentes.

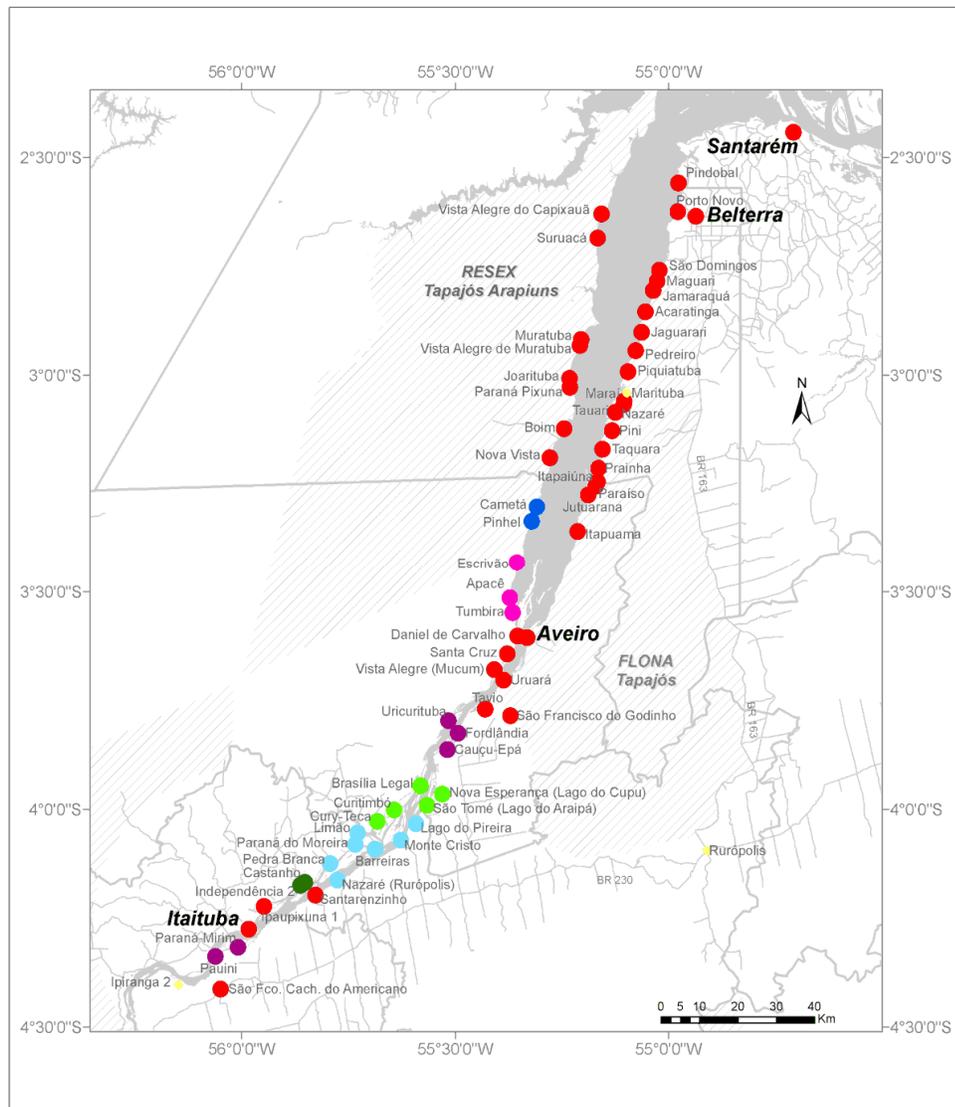
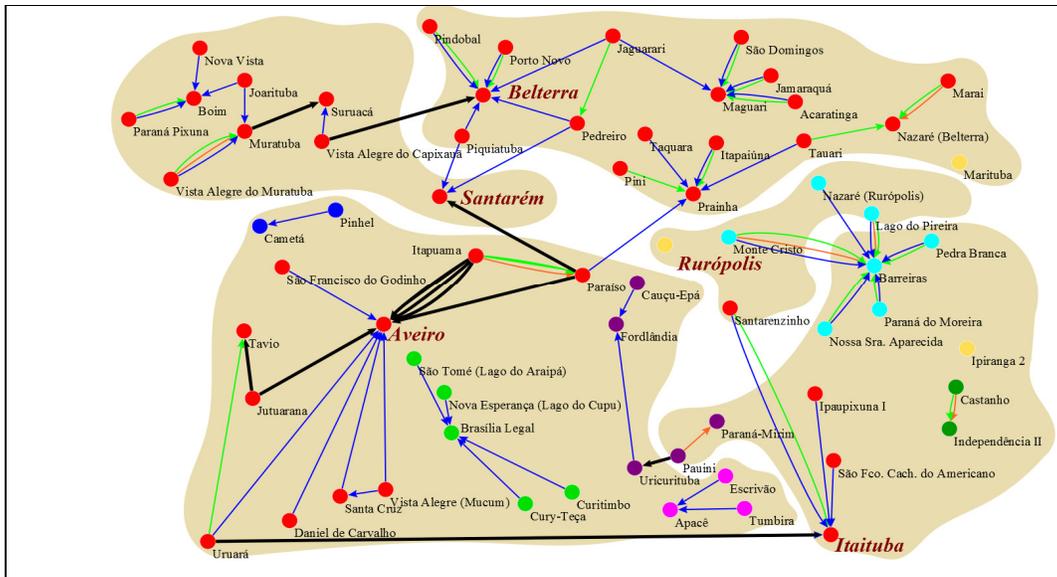
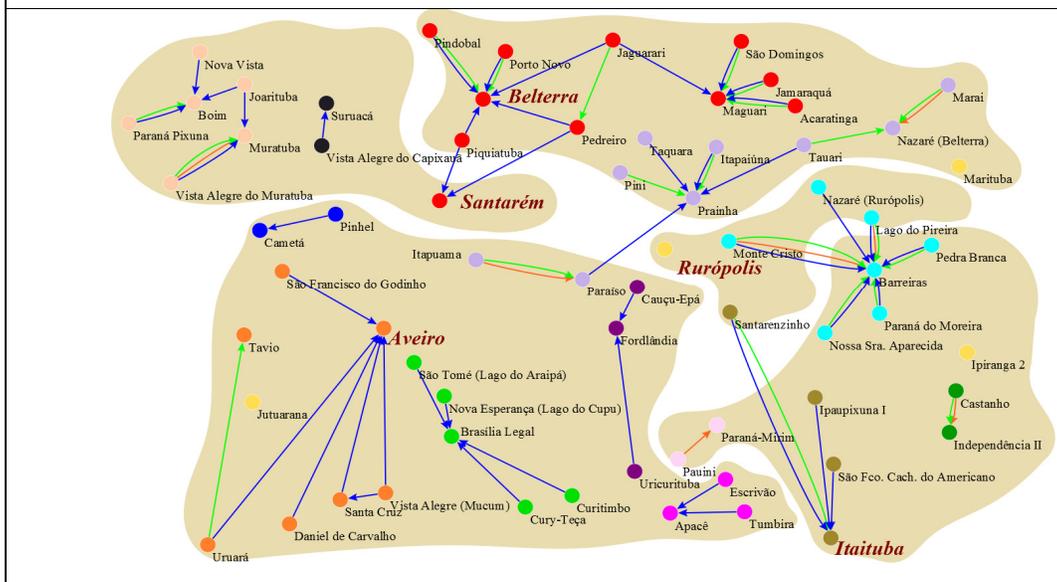


Figura 4.38 – Mapa com a localização espacial dos componentes da rede de Educação. Baixo Tapajós. 2009.

Analisando a localização espacial dos novos componentes (Figura 4.40) observa-se que estes são contíguos e que no geral cada um deles estende-se por uma área relativamente pequena. O componente mais extenso é o que inclui as comunidades de Belterra e que dispõem de transporte terrestre. Portanto, o padrão espacial dos componentes indica que as conexões em educação se concentram em uma escala mais local e que os deslocamentos são a curta distância.



(a) rede de educação com componentes originais destacados e arcos a serem removidos (cor preta).



(b) rede de educação com componentes de contiguidade espacial

Figura 4.39– Componentes da rede de educação antes e após a remoção de arcos que ligavam subgrupos distantes.

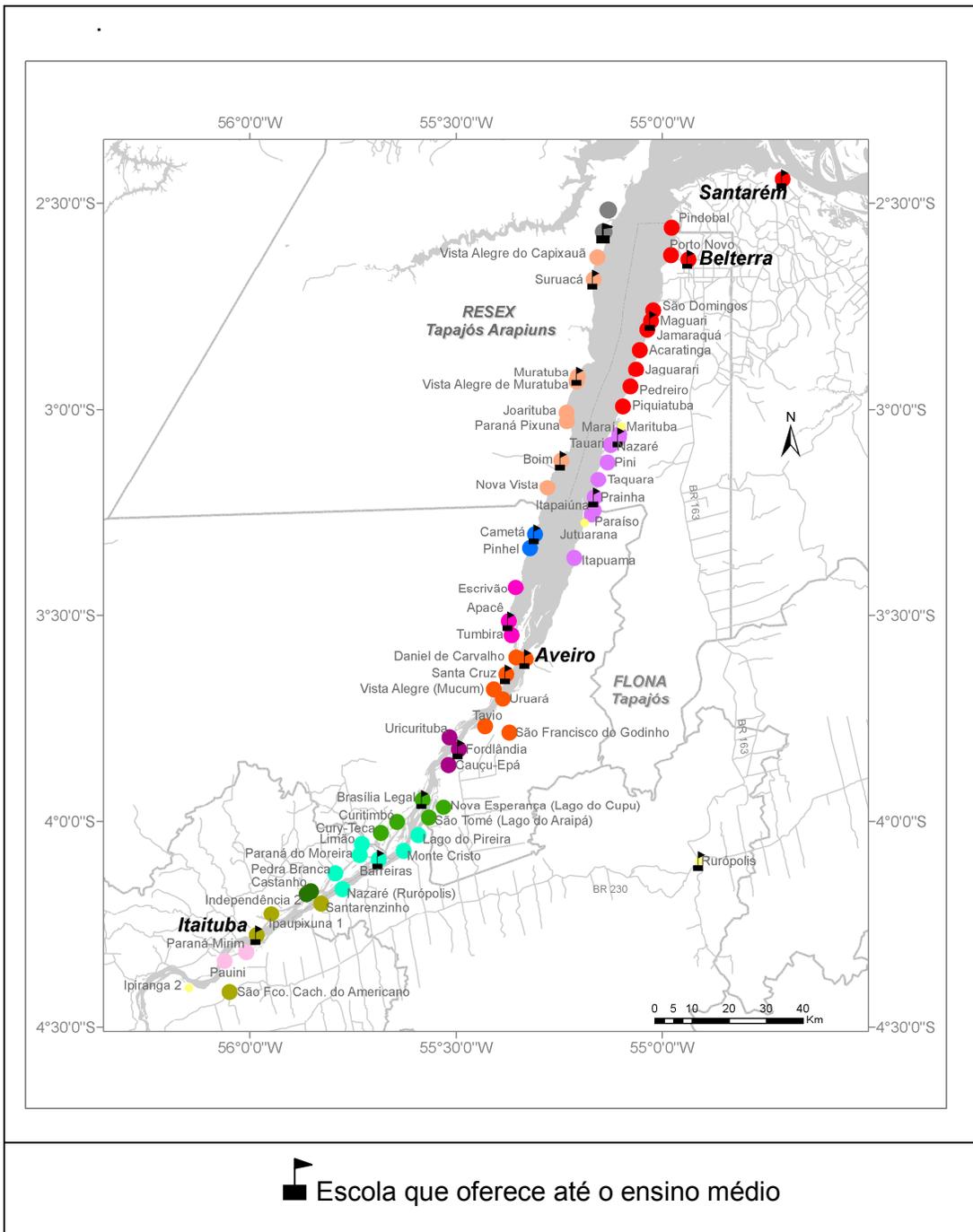


Figura 4.40 – Mapa com os componentes espacialmente contíguos da rede de Educação e com localização das escolas que oferecem inclusive o ensino médio. Tapajós. 2009.

Este padrão é explicado pela localização das escolas que se situam distribuídas ao longo de toda área de estudo conforme exibido no mapa da Figura 4.40 Neste mapa observa-se que há uma predominância de escolas de

ensino fundamental de primeiro e segundo ciclo em relação às escolas de ensino médio. Nota-se também que as escolas que oferecem até o ensino médio são em menor quantidade e que a distribuição espacial destas é desigual. Enquanto na parte norte e central da área de estudos há uma maior oferta destas escolas, ao Sul nas áreas ribeirinhas de Itaituba e Rurópolis a oferta é reduzida (Figura 4.40). A partir da localização das escolas que possuem ensino médio com a distribuição dos componentes na rede, observa-se que os componentes estruturam-se ao redor das localidades que possuem estas escolas (Figura 4.41).

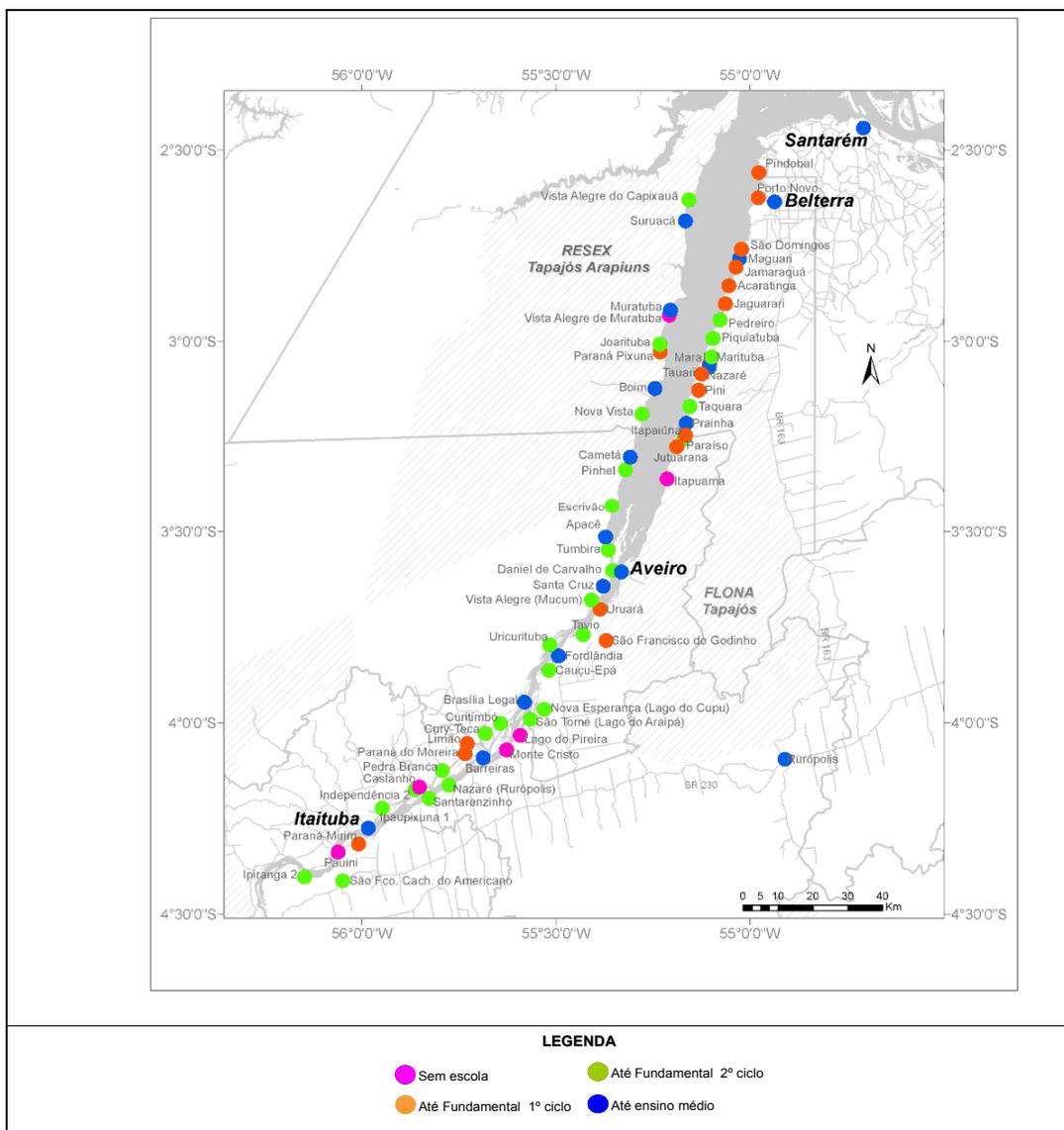


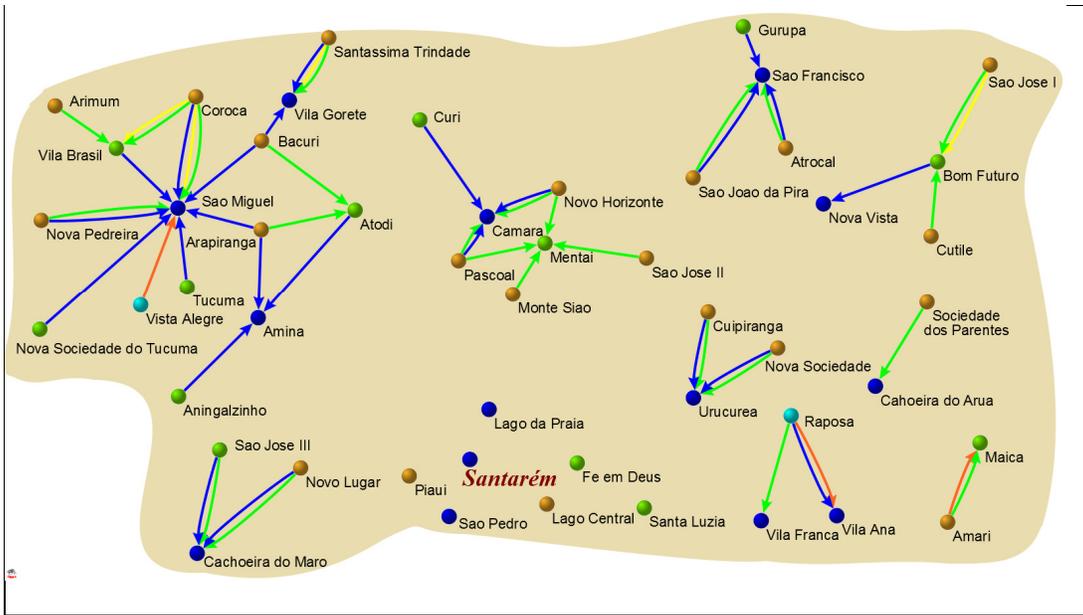
Figura 5.41 – Localização das escolas segundo nível máximo de ensino oferecido. Tapajós. 2009.

A partir da análise dos resultados, pode-se resumir as características da rede de Educação da área de estudo, descrita a partir dos dados de campo nas seguintes características:

- Há escolas em quase todas as localidades e a distribuição destas é inversamente proporcional ao nível de ensino, quanto maior o nível de ensino oferecido menor a quantidade de escolas. As localidades da porção sul da área são servidas por um número menor de escolas de ensino médio quando se compara à porção norte.
- A rede de Educação é a menos densa, centralizada e coesa do que todas as redes analisadas anteriormente para a área de estudo do Baixo Tapajós.
- O deslocamento é preferencial para as localidades. As cidades ganham importância quanto às conexões relacionadas ao ensino médio, pois este tipo de escola possui padrão espacial mais concentrado nas cidades, distrito e localidades de maior porte populacional.

#### 4.4.2 Arapiuns

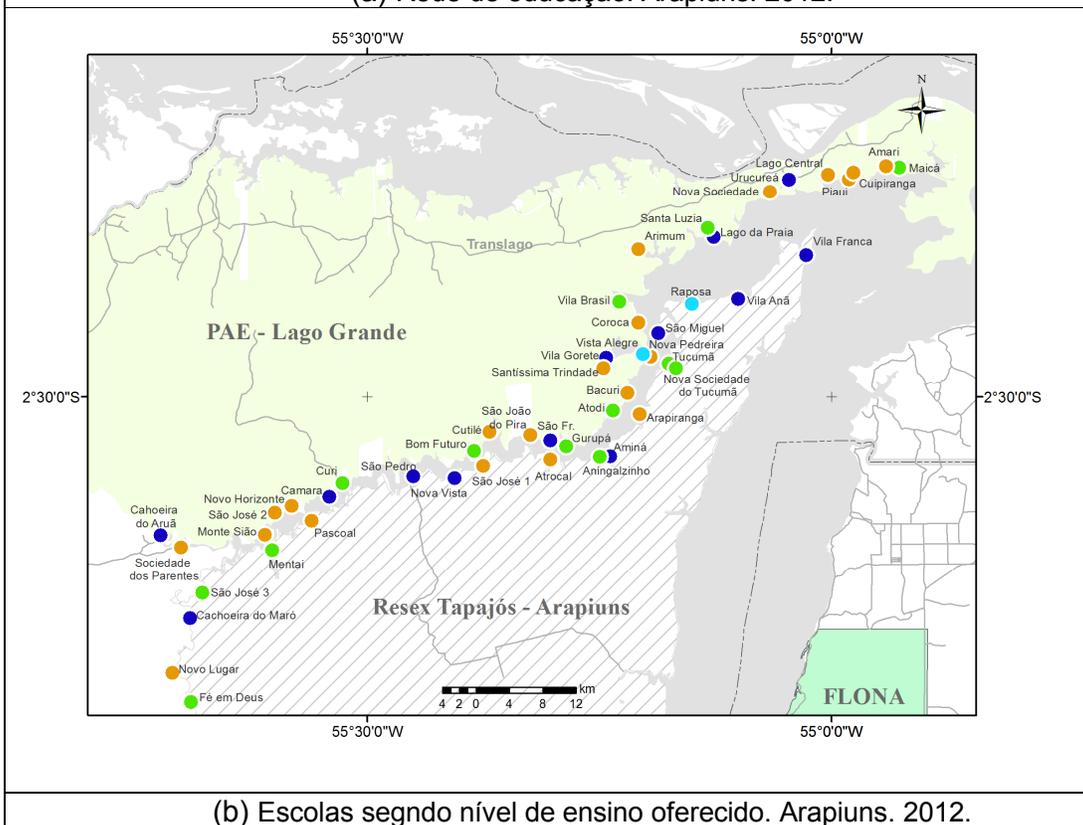
A partir de inspeção visual da micro-rede de educação o primeiro fato a se destacar é que quase todas as localidades possuem escolas, de um universo de 49 vértices apenas duas não possuem escola, Assim como no Baixo Tapajós observa-se que o padrão de conexão na rede é hierárquico segundo o nível de ensino (Figura 5.42a). Esta hierarquia se reflete no espaço geográfico, no mapa da Figura 5.42b observa que o maior número de comunidades possui só escola até o 1º ciclo do fundamental, depois um número menor oferece escola até o 2º ciclo e um número menor ainda até o ensino médio.



**LEGENDA**

- |  |  |
|--|--|
| <span style="color: lightblue;">●</span> Sem escola            | <span style="color: yellow;">—</span> Educação Infantil    |
| <span style="color: orange;">●</span> Até Fundamental 1º ciclo | <span style="color: orange;">—</span> Fundamental 1º ciclo |
| <span style="color: green;">●</span> Até Fundamental 2º ciclo  | <span style="color: green;">—</span> Fundamental 2º ciclo  |
| <span style="color: darkblue;">●</span> Até ensino médio       | <span style="color: blue;">—</span> Ensino Médio           |

(a) Rede de educação. Arapiuns. 2012.



(b) Escolas segndo nível de ensino oferecido. Arapiuns. 2012.

4.42 - Rede de educação e mapa das comunidades. Arapiuns. 2009.

Quando a coesão da rede, esta apresenta 9 componentes conectados e 7 vértices isolados. (Figura 4.43). Dos vértices isolados destaca-se Santarém que não recebe nenhuma conexão da região para o estudo este padrão pode ser explicado pela dificuldade de se deslocar diariamente para Santarém de barco e pelo fato de a cobertura de escolas da região ser bem distribuída. Entre o restante de vértices isolados dois possuem escola com os três níveis de ensino, não precisando seus alunos recorrerem a nenhuma outra localidades. Dentre os quatro vértices remanescentes Fé em Deus é o único que parece ser isolado, pois o acesso a comunidade é realmente difícil, quanto as outras três comunidades Piauí, Lago Central e Santa Luzia, são provavelmente comunidades com poucos jovens, e por isso não há deslocamento para escolas com nível de ensino mais elevado.

Quanto aos componentes conectados destaca-se o componente centralizado por São Miguel, vértices em vermelho (Figura 4.43) que possui 15 vértices. Como padrão geral observado no mapa que representa estes componentes no espaço (as cores dos componentes na rede são aproximadamente as mesmas do mapa) tem-se que os vértices de um mesmo componentes estão localizados próximos entre si, assim como na rede do Baixo Tapajós (Figura 4.44). Desta forma caracteriza-se novamente padrões de deslocamento de curta distância.

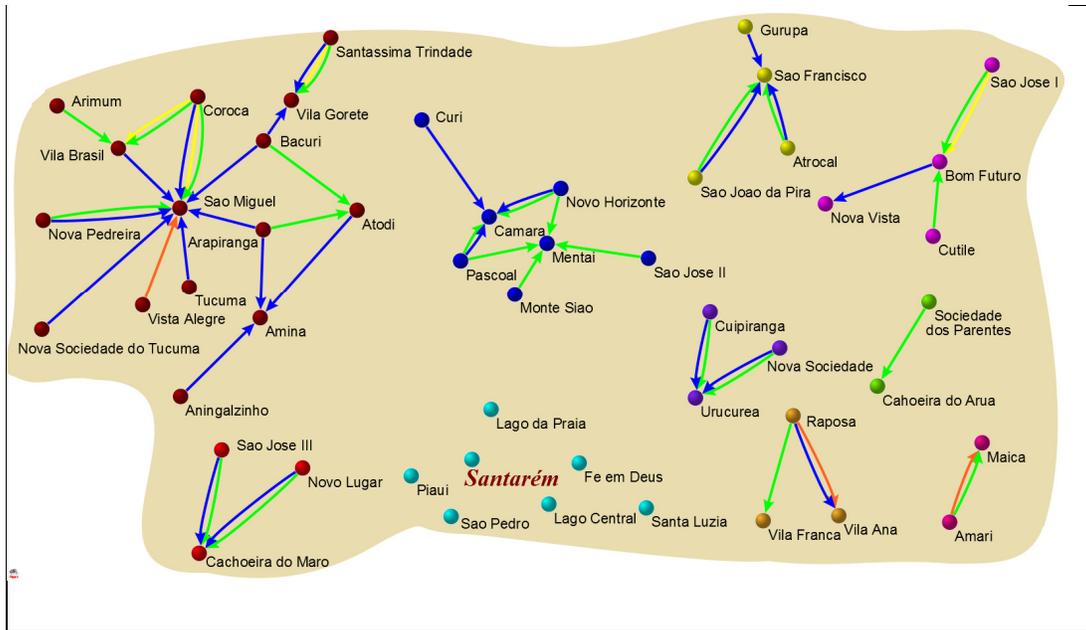
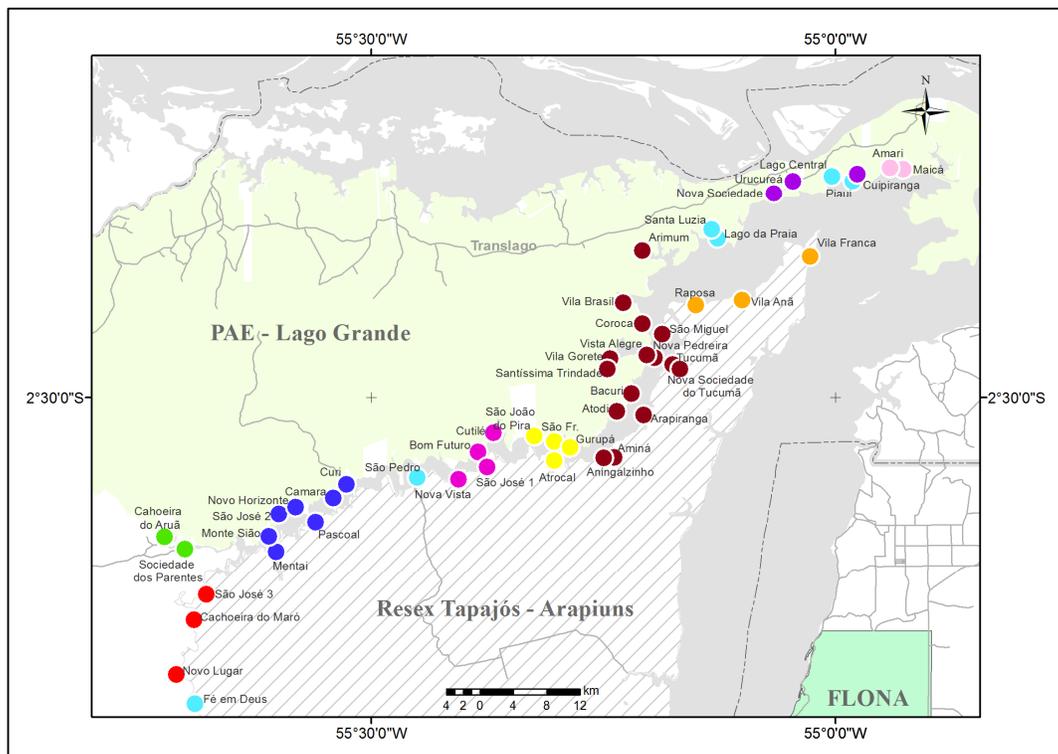


Figura 4.43– Rede de Educação com vértices classificados segundo componentes – Arapiuns - 2012



4.44 – Mapa com a representação de componentes da rede de educação. Arapiuns. 2012.

## 5 Considerações finais

Este trabalho descreveu a estrutura das micro-redes de localidades de duas regiões Ribeirinhas do Baixo Tapajós e do Rio Arapiuns. Para tanto a estrutura de cinco diferentes redes que representam fluxos de pessoas e mercadorias foram descritas com a utilização de técnicas e métricas de Análise de Redes Sociais.

Foram selecionadas e analisadas as redes de Transporte, Posto de saúde, Bens de consumo, Produção e Educação. A seleção das redes mostrou-se apropriada ao objetivo do estudo na medida em que cada uma das redes com sua estrutura particular revelou características do tecido urbano no qual as localidades estavam inseridas. As redes de Educação e Posto de saúde exibiram uma estrutura descentralizada e regionalizada em sub-redes. Em cada uma destas sub-redes foram identificados centros locais que atendiam a outras localidades na vizinhança mais próxima. Estas redes em conjunto representam a dimensão da escala mais fina de análise da rede de localidades na qual as relações horizontais são preponderantes. Em outras palavras, o relacionamento entre localidades é mais importante na definição das posições de cada uma das localidades do que o relacionamento destas com as cidades.

Da compreensão da estrutura das redes de circulação de mercadorias evidencia-se uma escala de centralidades um nível acima das redes de Posto de saúde e Educação, sendo a cidade o destino preferencial das conexões destas rede, um número menor de centros locais foram identificados

Nas redes de circulação de mercadorias há uma diferença estrutural importante entre as duas. Enquanto a rede de Bens de consumo possui um padrão de conexão no qual as localidades geralmente recorrem apenas a uma cidade (no caso da rede do Arapiuns, apenas a Santarém), ou centro local mais próximo para realizar suas compras, na rede de produção as localidades recorrem a mais de um local para a venda da sua produção, geralmente dois. Para a região do Arapiuns observou-se este padrão com menor intensidades. Outra característica importante da rede de produção foi um maior número de

conexões entre as localidades do que na rede de Bens de consumo Estas conexões representam produtos que possuem padrão de comercialização mais local, como a compra por madeira, por exemplo. A universalização da produção de farinha para todas as regiões em ambas as áreas de estudo com cobertura total das localidades como no caso do Rio Arapiuns, foi um resultado interessante do trabalho. Há toda uma produção artesanal de farinha de mandioca nas regiões estudadas que é invisível as estatísticas econômicas. Quase toda comunidade, possui pelo menos uma família que produz e vende a farinha nas cidades da região e ninguém sabe o volume dessa produção.

A metodologia aplicada nesse trabalho pressupõe um olhar para as localidades como parte integrante de uma rede urbana local que pode ser analisada a partir das diferentes redes de circulação de pessoas e mercadorias. O estudo da estrutura destas redes e da posição relativa das localidades em cada uma delas permite identificar as restrições e oportunidades que o tecido urbano local oferece a cada uma delas. Neste contexto pode-se utilizar a análise como subsídio ao planejamento governamental para priorizar ações nos pontos mais vulneráveis da rede

## 6 Referências Bibliográficas

ALVES, P. A.; AMARAL, S.; ESCADA, M. I. S.E; MONTEIRO, A. M. V. Explorando as relações entre a dinâmica demográfica, estrutura econômica e mudanças no uso e cobertura da terra no sul do Pará: lições para o Distrito Florestal Sustentável da BR 163. **Geografia (Rio Claro)** [S.l.], v. 35, n. 1, p. 165 - 182, 2010.

AMARAL, S.; ANDRADE, P. R.; ESCADA, M. I. S.; ANDRADE, P. R.; ALVES, P. A.; PINHEIRO, T. F.; PINHO, C. M. D.; MEDEIROS, L. C. 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. São José dos Campos: INPE, 2009. 30 p. (INPE-16574-RPQ/827). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/09.11.18.27>>. Acesso em: 21 fev. 2011.

AMARAL, S.; ESCADA, M. I. S.; RENNÓ, C. D.; PINHEIRO, TAÍSE FARIAS. **Dinâmicas e heterogeneidade dos núcleos urbanos do Distrito Florestal Sustentável da BR-163. Observações preliminares de pesquisa de campo/ setembro de 2008**. INPE, São José dos Campos, 2008

AMARAL, S.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G.; ESCADA, M. I. SOBRAL; AGUIAR, A. P. D. Processos de ocupação nas novas fronteiras da Amazônia (o interflúvio do Xingu/ Iriri). **GEOGRAFIA, Rio Claro**, v. 31, n. 3, p. 20, 2006.

BARBARISI, B. F. **Integração de imagem MODIS e de dados censitários na avaliação do impacto da pecuária sobre o estado trófico de sistemas aquáticos do Baixo Amazonas**. São José dos Campos: INPE, 2010.

BARBIERI, A. F.; MONTE-MÓR, R. L. M. Towns in the jungle : exploring linkages between rural-urban mobility , urbanization and development in the Amazon. In: SHERBINIIN, A., A. RAHMAN, A. BARBIERI, J.C. FOTSO, AND Y. Z. (Ed.). **Urban population-environment dynamics in the developing world: case studies and lessons learned**. Paris: Committee for International Cooperation in National Research in Demography (CICRED), 2009.

BATAGELJ, V.; MRVAR, A. **Pajek: package for large networks, version 2.05. Connections (Tor.)**, Fall 1998, vol. 21, no. 2, str. 47-57. [COBISS.SI-ID 18864477]

BECKER, B. K. Uma Hipótese sobre a Origem do Fenômeno Urbano numa Fronteira de Recursos no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 40, n. 1, p. 160-184, 1978.

CARDOSO, A. C. D.; LIMA, J. J. F. Tipologias e padrões de ocupação urbana na Amazônia Oriental: para que e para quem? In: A. C. D. Cardoso (Ed.). **O Rural e o Urbano na Amazônia. Diferentes olhares e perspectivas**. Belém-PA: EDUFPA, 2006. Tipologias e padrões de ocupação urbana na Amazônia Oriental: para que e para quem? p.55-98.

CORRÊA, R. L. A periodização da Rede urbana da Amazônia. **Estudos Sobre Rede Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand B, 2006. p. 336.

CORRÊA, R. L. **A Rede urbana**. Rio de Janeiro: Editora Ática, 1994.

DAL'ASTA, A. P.; ESCADA, M. I. S.; BRIGATTI, N.; GAVLAK, A. A.; AMARAL, S. **Núcleos de ocupação humana e usos da terra entre Santarém e Novo Progresso, ao longo da BR-163 (PA)**. INPE. São José dos Campos. 2011

ESCADA, M. I. S.; DAL'ASTA, A. P.; SOARES, F. R.; ANDRADE, P. R.; PINHO, C. M. D.; MEDEIROS, L. C. C.; CAMILOTTI, V. L.; DOS SANTOS, J. N. A.; FERREIRA, V. C.; AMARAL, S. Infraestrutura, serviços e conectividade das comunidades ribeirinhas do Arapiuns, PA. São José dos Campos: INPE, 2013. 121 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2013/04.29.14.32-RPQ). Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3E2NF9P>>. Acesso em: 26 out. 2013.

ESCADA, M. I. S.; AMARAL, S.; RENNÓ, C. D.; PINHEIRO, T. **Levantamento do Uso e Cobertura da Terra e da rede de infra-estrutura no Distrito Florestal da BR-163**. São José dos Campos: INPE, 2009. 52 p. (INPE-15739-RPQ/824).

ESCADA, M. I. S.; VIEIRA, I. M. A. C. G.; KAMPEL, S. A. *et al.* Processos de ocupação nas novas fronteiras da Amazônia (o interflúvio do Xingu/ Iriri). **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 14, 2005.

GODFREY, B J; BROWDER, J O. Disarticulated urbanization in the Brazilian Amazon. **The Geographical Review**, v. 86, n. 3, p. 441-445, 1996.

GUEDES, G.; COSTA, S.; BRONDÍZIO, E. Revisiting the hierarchy of urban areas in the Brazilian Amazon: a multilevel approach. **Population and Environment**, v. 30, n. 4-5, p. 159-192, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisão do Brasil em regiões funcionais urbanas**. Rio de Janeiro, 1972.

\_\_\_\_\_. **Regiões de influência das cidades**. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. **Região de Influência das cidades - 1993**. Rio de Janeiro, 2000a.

\_\_\_\_\_. **Regiões de Influência das cidades 2007**. Rio de Janeiro, 2008.

IPEA; IBGE; UNICAMP. **Caracterização e tendências da rede urbana do Brasil**. Brasília: IPEA, 2001. v. 1p. 396p.

KNOKE, D.; YANG, S. **Social network analysis**. Califórnia: Sage Publications, 2008. p. 132

MONTE-MÓR, ROBERTO LUÍS. **A questão urbana e o planejamento urbano regional no Brasil contemporâneo**. Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2004.

NEWMAN, M. E. J. The structure and function of complex networks. **published in SIAM**, v. 45, p. 89, 2003.

NEWMAN, M. E. J.; BARABÁSI, A. L.; WATTS, D. J. **The structure and dynamics of networks**. [S.l.]: Princeton University Press, 2006. p. 582

NOOY, W. D.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. **Exploratory Social Network Analysis With Pajek**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2005. p. 334

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, 2010.

PINHO, C. M. D. Análise das redes de localidades ribeirinhas Amazônicas no tecido urbano estendido: uma contribuição metodológica. 2012. 178 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2012/04.19.04.13-TDI). **Tese** (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3BNMFS8>>. Acesso em: 25 set. 2012.

SATHLER, D.; MONTE-MÓR, ROBERTO L; CARVALHO, J. A. M. D. As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia brasileira. **Nova Economia**, v. 19, n. 1, p. 11-39, 2009.

SATHLER, D.; MONTE-MÓR, ROBERTO 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.

SCOTT, J. **Social network analysis: a handbook**. London: SAGE Publications, 2000. p. 208.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Floresta do Brasil em resumo - 2010 dados de 2005-2010. Dados**. Brasília: SFB. , 2010

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social network analysis: methods and applications**. [S.l.]: Cambridge University Press, 1994. p. 825