



Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2012/04.19.04.13-TDI

## **ANÁLISE DAS REDES DE LOCALIDADES RIBEIRINHAS AMAZÔNICAS NO TECIDO URBANO ESTENDIDO: UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA**

Carolina Moutinho Duque de Pinho

Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelas Dras. Leila Maria Garcia Fonseca, e Silvana Amaral, aprovada em 02 de abril de 2012.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3BNMFS8>>

INPE  
São José dos Campos  
2012

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

**CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):****Presidente:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**Membros:**

Dr. Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr<sup>a</sup> Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Dr. Germano de Souza Kienbaum - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr. Manoel Alonso Gan - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Ivone Martins - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2012/04.19.04.13-TDI

## **ANÁLISE DAS REDES DE LOCALIDADES RIBEIRINHAS AMAZÔNICAS NO TECIDO URBANO ESTENDIDO: UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA**

Carolina Moutinho Duque de Pinho

Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelas Dras. Leila Maria Garcia Fonseca, e Silvana Amaral, aprovada em 02 de abril de 2012.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3BNMFS8>>

INPE  
São José dos Campos  
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Pinho, Carolina Moutinho Duque de.  
P655a Análise das redes de localidades ribeirinhas amazônicas no tecido urbano estendido: uma contribuição metodológica / Carolina Moutinho Duque de Pinho. – São José dos Campos : INPE, 2012. xxii + 156 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.

Orientadores : Dras. Leila Maria Garcia Fonseca, e Silvana Amaral.

1. urbano estendido. 2. redes. 3. localidades ribeirinhas. 4. Amazônia. I.Título.

CDU 911.372.2(811.5)

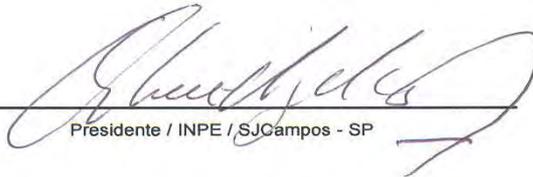
---

Copyright © 2012 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita do INPE, com exceção de qualquer material fornecido especificamente com o propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2012 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming, or otherwise, without written permission from INPE, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

Aprovado (a) pela Banca Examinadora  
em cumprimento ao requisito exigido para  
obtenção do Título de Doutor(a) em  
Sensoriamento Remoto

Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro



---

Presidente / INPE / SJC Campos - SP

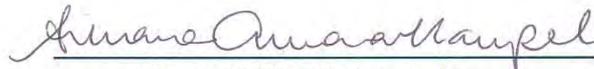
Dra. Leila Maria Garcia Fonseca



---

Orientador(a) / INPE / SJC Campos - SP

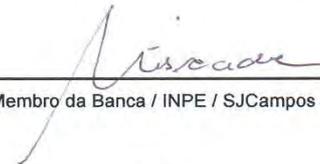
Dra. Silvana Amaral Kappel



---

Orientador(a) / INPE / SJC Campos - SP

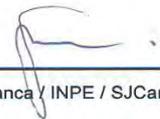
Dra. Maria Isabel Sobral Escada



---

Membro da Banca / INPE / SJC Campos - SP

Dra. Evelyne Marcia Leão de Moraes Novo



---

Membro da Banca / INPE / SJC Campos - SP

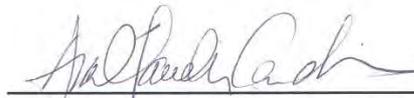
Dr. Roberto Luís de Melo Monte-Mór



---

Convidado(a) / UFMG / Belo Horizonte - MG

Dra. Ana Cláudia Duarte Cardoso



---

Membro da Banca / UFPA / Belém - PA

Este trabalho foi aprovado por:

( ) maioria simples

( ) unanimidade

Aluno (a): Carolina Moutinho Duque de Pinho

São José dos Campos, 02 de abril de 2012



*“queremos saber  
o que vão fazer  
com as novas invenções  
queremos notícias mais séria  
sobre a descoberta da antimatéria  
e suas implicações  
na emancipação do homem  
das grandes populações  
homens pobres das cidades  
das estepes, dos sertões*

*queremos saber  
quando vamos ter  
raio laser mais barato  
queremos de fato um relato  
retrato mais sério  
do mistério da luz  
luz do disco-voador  
para a iluminação do homem  
tão carente e sofredor  
tão perdido na distância  
da morada do Senhor*

*queremos saber  
queremos viver  
confiantes no futuro  
por isso se faz necessário  
prever qual o itinerário da ilusão  
a ilusão do poder  
pois se foi permitido ao homem  
tantas coisas conhecer  
é melhor que todos saibam  
o que pode acontecer*

*queremos saber  
queremos saber  
todos queremos saber”*

*Gilbeto Gil*



*A todos os mestres e professores que passaram por minha vida e que me incentivaram a direcionar minha curiosidade pelas coisas da vida em ciência em benefício de todos.*



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas e instituições que me apoiaram durante a realização deste trabalho, em especial:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e ao projeto “Cenários para a Amazônia: Uso da terra, Biodiversidade e Clima”, pelas bolsas de estudos, auxílio financeiro na campanha de campo e pela participação em eventos científicos.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela oportunidade de estudos e utilização de suas instalações durante meu doutorado.

Ao Dr. Flávio J. Ponzoni, em nome do corpo docente do curso de pós-graduação em Sensoriamento Remoto, pelo conhecimento compartilhado.

Agradeço às minhas orientadoras Dra. Leila Maria Garcia Fonseca e Dra. Silvana Amaral Kampel pela grande generosidade que tiveram comigo ao longo deste trabalho. A primeira se aventurou comigo em uma área na qual nenhuma de nós duas tinha experiência, acreditando em minha capacidade e incentivando sua aluna a alçar vôos para lugares que ela tanto desejava. A segunda aceitou minha entrada em sua linha de pesquisa, sobre o urbano na Amazônia, compartilhando sua experiência e conhecimento adquiridos em anos de trabalho na região.

Ao Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro por estar sempre disposto a ouvir, criticar, apoiar e incentivar meu trabalho tanto individualmente quanto no âmbito do grupo de estudos que criou, o GeoCxNets.

À Dra. Maria Isabel Sobral Escada por sua ajuda material (financiamento de trabalho de campo e bolsa de estudo via projeto Cenários) e imaterial (orientação para realização de trabalho de campo e críticas e sugestões ao meu trabalho).

Ao Dr. Gilberto Câmara pelo apoio financeiro por meio dos projetos LUA e INCT – Mudanças Climáticas para a realização de cursos na área de análise de redes sociais.

Aos colegas Ana Paula e Newton pela colaboração imensurável no tratamento dos dados de campo.

À Dra. Evelyn Novo pela generosidade em participar de todo o meu processo de avaliação do doutorado até a defesa, sempre apresentando contribuições valiosas com seu olhar de professora experiente e de geógrafa apaixonada.

Aos Drs. Roberto Monte-Mór e Ana Cláudia Cardoso por aceitarem de minha banca e contribuírem com apontamentos importantes para o futuro desta pesquisa.

Ao Dr. Camilo Daleles Rennó, pelas pacientes explicações sobre estatística.

A Emiliano Castejon, que inumeráveis vezes me ajudou com implementações e dicas sobre computação.

Aos meus colegas e amigos do GeoCxNets que em diversos momentos se dispuseram a discutir minha tese comigo, sempre trazendo contribuições valiosas para mim. Obrigada Lilíam (Também companheira de campo), Pedro, Raian, Mariane, Gribeiro e Fred.

Aos meus colegas que participaram do trabalho de campo comigo no Baixo Tapajós, onde foram coletados os dados utilizados nesta pesquisa. Obrigada, Érika, Taíse, Thiago, Pedro Alves e membros do GeocxNets que integraram desta campanha de campo.

Aos meus amigos de doutorado Giovanni, André Lima, Cleber, Arnaldo, Veraldo e Raul, pelas horas que dividimos fazendo trabalhos, estudando para provas, discutindo nossas teses e, o mais importante, fazendo terapia em grupo na copa, apoiando um ao outro na vida dura de doutorando.

À Adriana Affonso por sua amizade ao longo de todo período e principalmente por me ensinar lições importantíssimas de pragmatismo, que foram essenciais para a finalização deste trabalho.

Às amigas Giovana Mira, Flávia Feitosa, Rita Márcia, Elizabeth Goltz e Roberta Rosembach que ofereceram a mim amizade incondicional, mesmo nas horas em que só havia a tese como assunto.

Aos meus amigos da Senzala/Batcaverna, Alexandre, Arimatéia, Eduílson, Douglas, Lino, Rafael, Denílson, Mariane, Ane e Bernado, que compartilharam o espaço físico e um pouco de suas vidas comigo nestes anos.

À minha família de origem, meus pais, irmã, tia, madrinha, que além de torcedores e incentivadores foram compreensivos em entender minha ausência em importantes eventos familiares.

Aos Milani e De Vitto que me acolhem em suas famílias.

Ao meu marido em especial que é meu grande incentivador. Sua atuação começa em companhia durante a madrugada dormindo no sofá ao lado do computador, passa pelo carinho, amor e compreensão do companheiro de jornada fiel e termina em crítico científico que discutiu comigo hipóteses, objetivos e relevância da tese.

## RESUMO

O caráter predominantemente urbano da ocupação da fronteira Amazônica tem sido tema de investigação de várias pesquisas. Uma das características mais importantes que distingue o espaço urbano amazônico é a peculiar relação entre o rural e o urbano, resultante das diferentes estratégias de ocupação da região durante as últimas décadas. Dentre os diferentes modelos conceituais elaborados para a compreensão do urbano na Amazônia adotou-se o modelo de urbanização extensiva, que propõe a utilização de uma dimensão local para estender as formas urbanas além das categorias tradicionais de cidade e campo. O local pode se manifestar em escalas diferentes, articulando-se com outros locais de dimensões e localizações variadas constituindo, assim, um tecido urbano estendido. Para sistematizar este modelo propôs-se a utilização da rede urbana como instrumento de análise, integrando espaços de diferentes naturezas na sua estrutura. As metodologias atuais usadas no estudo de redes urbanas no Brasil revelam a especificidade das redes urbanas regionais, mas ainda assim omitem algumas tipologias presentes no tecido urbano. Assim, a construção de um instrumento teórico e metodológico para facilitar a compreensão e representação do urbano estendido passa, necessariamente, pela inclusão da escala local nos estudos de rede urbana. Portanto, esta tese parte da hipótese de que é possível representar a articulação das localidades (vilas, distritos, povoados, comunidades ribeirinhas, etc.) na rede urbana a partir dos fluxos de pessoas, informações, monetários e de mercadorias que conectam estas localidades entre si e as conectam às escalas superiores da rede urbana. Cada tipo de fluxo é representado por uma rede cujos padrões de conexões e regularidades são distintos. Neste contexto, esta tese tem como objetivo propor um método para descrever a estrutura das redes que conectam as localidades entre si e estas às cidades no tecido urbano amazônico. Conceitos relacionados com redes urbanas, métricas e técnicas de análise de redes sociais são utilizados para descrever as redes selecionadas para este estudo. A área de estudo deste trabalho compreende as localidades ribeirinhas e as cidades do Baixo Tapajós. Esta região faz parte do Distrito Florestal Sustentável da BR-163, que está localizado na região oeste do estado do Pará. A partir de dados coletados por meio de entrevistas realizadas com moradores das localidades do Baixo Tapajós, as redes de Transporte, Circulação de Mercadorias, Saúde e Educação foram construídas. Nestas redes, os vértices representam as localidades e cidades da região e os arcos representam os deslocamentos de pessoas e mercadorias. As análises dos dados revelaram que a estrutura das redes de Posto de saúde e Educação é descentralizada, com um maior fluxo de pessoas em direção às localidades mais próximas (em um raio de até 20km) que possuem escola e posto de saúde. Estas redes refletem a conexão entre as localidades. Nas redes de circulação de mercadorias o destino dos fluxos é prioritariamente para as cidades da região estuda, e para algumas localidades. Nestas redes as localidades ribeirinhas de conectam diretamente à da rede urbana regional por meio de suas ligações com as cidades. A estrutura da rede de Hospital, centrada nas cidades, revelou que a distância e acessibilidade às cidades são fatores mais importantes do que o nível de serviços prestados para o deslocamento dos ribeirinhos em busca de hospitais nas cidades. Estes resultados revelam as restrições e as oportunidades a que estas localidades ribeirinhas estão sujeitas dentro do tecido urbano local. Neste contexto pode-se utilizar a análise como subsídio ao planejamento governamental para priorizar ações nos pontos mais vulneráveis da rede.



# **ANALYSIS OF NETWORKS OF AMAZONIAN RIPARIAN SETTLEMENTS INTO THE EXTENDED URBAN TISSUE: A METHODOLOGICAL CONTRIBUTION**

## **ABSTRACT**

The predominantly urban nature of the occupation of the Amazonian frontier has been the central theme of several researches. One of the most distinguishing characteristics of the urban space in the Amazon is the peculiar relationship between the rural and the urban, which results from the different occupation strategies established in the region during the last decades. Among the different conceptual models developed for understanding the urban Amazon, we chose to adopt the model of extensive urbanization, which proposes the use of a local dimension to extend the classification of urban forms in a way that goes beyond the traditional categories of "city" and "countryside". Local may manifest at different scales, articulating themselves with other local of varying dimensions and locations and configuring, therefore, an extended urban fabric. To systematize this model, we use the urban network as an analytical tool, integrating different sorts of spaces in its structure. The methodologies currently used in Brazil for the study of urban networks reveal the specificity of regional urban networks, but still omit some urban typologies that are present in the urban fabric. Thus, constructing a theoretical and methodological instrument that facilitates the understanding and representation of the extended urban space should involve, necessarily, the inclusion of the local scale in urban network studies. Considering that, this work builds on the hypothesis that it is possible to represent the articulation between the localities belonging to an urban network (villages, districts, towns, coastal communities, etc.) from the flows of people, information, money and goods which connect these locations to each other and also to higher scales of the urban network. Each type of flow is represented by a network with distinct connection patterns and regularities. In this context, this thesis aims to create a method for describing the structure of localities network in the Amazon urban tissue. Concepts related to urban networks, metrics and techniques for Social Network Analysis are used to describe the networks selected for this study. The study area of this work includes riverside localities and cities of the Lower Tapajós. This region is part of the Sustainable Forest District of the BR-163 road, and is located in the western region of the state of Pará. Using data collected through interviews with residents of the localities of the Lower Tapajós, it was possible to build networks of transport, circulation of goods, health and education. The vertices of these networks represent the localities and cities of the region, while the arcs represent the movement of people and goods. The data analysis revealed that the network structure for school and health centers is decentralized and presents a greater flow of people going towards the nearby villages that have these education and health facilities (villages in a radius of up to 20km). The networks describing the circulation of goods points out the cities and localities of the study region that represent the main destination of the flows of goods. In these networks, the riverside localities are directly linked to the regional urban network through their connections with the cities. The structure of the network of hospitals, which is centered on cities, revealed that factors like the distance and accessibility to the cities are more important than the quality of the services provided for transporting those who need hospital care. These results reveal the constraints and opportunities that these riverside localities are subject to within the local urban fabric. In this context, this analysis can be used to subsidize the development of public policies that prioritize the most vulnerable points of the network.



## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 2.1 – Abstração matemática de Euler, o grafo (Figura 2.1c) para o problema das pontes de Königsberg. ....	10
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.....	10
Figura 2.3 – Exemplo de rede não-direcionada (Figura 2.3a) e rede direcionada (Figura 2.3b) para as localidades na região de influência da cidade de Belterra no Baixo Tapajós.....	13
Figura 2.4 – Rede hipotética e sua correspondente matriz de vizinhança. ....	14
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. ....	14
Figura 2.6 – Histogramas da distribuição de grau da rede rodoviária (a, c) e de tráfego aéreo (b,d) dos Estados Unidos. ....	15
Figura 2.7 – Histograma dos Graus de entrada e saída, rede de Posto de saúde. Baixo Tapajós.....	16
Figura 2.8 – 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). ....	17
Figura 2.9 – Rede hipotética e sua correspondente matriz de ponderação. ....	18
Figura 2.10 – Exemplo de rede social - a rede de pesquisadores que tem trabalhos colaborativos em curso no grupo do GeoCxNets. ....	19
Figura 2.11 – Representação da rede Educação das localidades do Baixo Tapajós classificando os vértices por componentes.....	23
Figura 2.12 – Exemplo do cálculo de centralização de uma rede hipotética.....	25
Figura 2.13 – Comparação entre a categorização dos vértices segundo valores dos graus de entrada e saída e índice de conectividade.....	28
Figura 2.14 - Rede de linhas de transporte hipotética (a) e sua respectiva matriz de vizinhança (b) organizada segundo as posições equivalentes da rede.....	30
Figura 2.15 – Modelo de bloco para a rede de transporte hipotética, segundo critério de equivalência estrutural. ....	30
Figura – 2.16 – Exemplo de equivalência automórfica. ....	31
Figura – 2.17 – Modelo de bloco hipotético (a), matriz imagem (b) e matriz de erros correspondentes (c). ....	33
Figura 3.1 - Percurso realizado durante expedição de campo no Rio Tapajós (linha azul clara), os limites da FLONA Tapajós e da RESEX Tapajós-Arapiuns (linha verde clara) e a divisão política municipal (linha branca).....	36
Figura 3.2 - Crescimento da população urbana nos municípios da área de estudo. Período 2000- 2010. ....	38
Figura 3.3 – Valor adicionado bruto a preços correntes total (mil Reais) segundo setor de atividade econômica. 2009.....	39
Figura 4.1 – Diagrama esquemático da metodologia desenvolvida neste trabalho. ....	41
Figura 4.2 – Mapa com a localização do Distrito Florestal Sustentável da BR-163. ....	42
Figura 4.3 - Percurso realizado durante expedição ao DFS da BR-163 em 2008. As áreas em destaque representam os eixos visitados. ....	44

Figura 4.4 – Localidades visitadas durante a expedição de campo. ....	47
Figura 4.5 – Barco motor (Eloin) utilizado para a navegação no Rio Tapajós e as lanchas para o deslocamento local das equipes até as comunidades. ....	47
Figura 4.6 – Exemplo hipotético do deslocamento de pessoas entre localidades em busca de posto de saúde. ....	49
Figura 4.7 – Exemplo de representação de rede (a), ID do vértice, nome e coordenadas de localização dos vértices no cabeçalho e estrutura de dados para representar os arcos tipo matriz de origem e destino (c) <i>Node list</i> (d) e <i>Edge list</i> (e).....	52
4.8 – Exemplo da organização da variável relacional destino da produção em planilha eletrônica. ....	53
Figura 4.9 – Rede de Hospitais classificada segundo blocos (a) e modelo simplificado da rede após <i>shrink</i> (b). ....	55
Figura 4.10 – Simplificação da rede de educação das localidades do Baixo Tapajós – 2009. ...	57
Figura 5.1 – Representação gráfica das redes. Localidades do Baixo Tapajós. 2009.....	65
Figura 5.2 – Representação gráfica segundo tipo de rede. Localidades do Baixo Tapajós. 2009. ....	65
Figura 5.3 – Representação gráfica da rede de Hospitais do Baixo Tapajós. 2009.....	66
Figura 5.4 – Representação geográfica da rede de Hospitais do Baixo Tapajós. 2009.....	67
Figura 5.5 – Representação gráfica da rede de Hospitais do Baixo Tapajós. 2009. Localidades agrupadas esquematicamente por município de pertencimento. ....	67
Figura 5.6 – Rede de transporte segundo tipo de conexão fluvial (azul) e terrestre (laranja). ...	69
Figura 5.7 – Redes de Transporte, (a) fluvial, (b) terrestre.....	70
Figura 5.8 – Redes de Transporte Fluvial representando as componentes da análise de coesão: vértices isolados representados pela cor verde e vértices conectados em vermelho. .	71
Figura 5.9 – 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.....	72
Figura 5.10 – Número e proporção de conexões por tipo de transporte, fluvial, terrestre e total segundo tipo de destino, localidade ou cidade. ....	73
Figura 5.11 – Histograma acumulado da proporção de arcos por faixa de distância percorrida segundo tipo de transporte.....	74
Figura 5.12 – Histogramas para o grau de saída (a) e grau de entrada (b) da rede Fluvial e Terrestre. ....	75
Figura 5.13 – Representação do grau de entrada para as redes Fluvial (a) e Terrestre (b).....	76
Figura 5.14 – Representação das redes Fluvial (a) e Terrestre (b) quanto às classes do índice de conectividade. ....	78
Figura 5.15 – 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).....	81
Figura 5.16 - Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Transportes. ....	82
Figura 5.17 – Redes de Circulação de mercadorias, (a) rede de Bens de Consumo e (b) rede de Produção. ....	85
Figura 5.18 – Número de Arcos por tipo de destino, Localidade ou cidade, segundo tipo de rede. ....	86
Figura 5.19 - Mapa das classes do modelo de bloco para a rede de Bens de Consumo. ....	87

Figura 5.20 – 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).....	88
Figura 5.21 – Representação dos graus de entrada dos vértices nas redes de Bens de Consumo (a) e de Produção (b).....	90
Figura 5.22 – Distribuição do grau de saída das redes de Bens de Consumo e Produção.....	91
Figura 5.23 - Classes do índice de conectividade ( $I_c$ ) para as redes de Bens de Consumo (a) e Produção (b).....	92
Figura 5.24 – Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Produção.....	94
Figura 5.25 – Histograma acumulado da proporção de arcos por faixa de distância percorrida segundo tipo de rede de circulação de mercadorias.....	95
Figura 5.26 – Redes de Saúde, (a) Hospital e (b) Posto de Saúde.....	97
Figura 5.27 – Redes de saúde representando os componentes da análise de coesão.....	99
Figura 5.29 – Número de Arcos por tipo de destino, Localidade ou cidade, para as redes de Posto de Saúde e Hospital.....	101
Figura 5.30 - Mapa das classes do modelo de bloco para a rede de Hospital.....	102
Figura 5.31 – Histograma das conexões por faixa de distâncias para as redes de Hospital e Posto de saúde.....	105
Figura 5.32 – Porcentagem de vértices por classes de $I_c$ para as redes de Hospital e Posto de saúde.....	105
Figura 5.33 – Histograma com a frequência acumulada do grau de entrada para as redes de Posto de saúde e Hospital.....	106
Figura 5.34 – Rede de Posto de saúde com representação do grau de entrada dos vértices.....	107
Figura 5.35 – Mapa com localização dos Postos de saúde e comunidades atendidas por cada um deles segundo a cor de representação.....	108
Figura 5.36 – Rede de Educação.....	110
Figura 5.37 – Número de arcos por nível de ensino segundo destino para localidades ou cidades.....	111
Figura 5.38 – Número de vértices com escola de ensino médio, segundo categorias de cidade, distrito e localidade, e intervalo de população.....	112
Figura 5.39 – Rede de Educação com vértices classificados segundo componentes.....	113
Figura 5.40 – Mapa com a localização espacial dos componentes da rede de Educação.....	114
Figura 5.41 – Componentes da rede de educação antes e após a remoção de arcos que ligavam subgrupos distantes.....	115
Figura 5.42 – Mapa com os componentes espacialmente contíguos da rede de Educação e com localização das escolas que oferecem inclusive o ensino médio.....	116
Figura 5.43 – Localização das escolas segundo nível máximo de ensino oferecido.....	117
Figura 5.44 – Histograma das conexões por nível de ensino segundo faixa de distâncias.....	118
Figura 5.45 – Número de vértices por nível de ensino da escola situada na localidade e classe de $I_c$ .....	119
Figura 5.46 – Histogramas com o grau de saída (a) e entrada (b) da rede de Educação segundo nível de ensino das localidades.....	120
Figura 5.47 – Redes de Educação e Posto de Saúde do Baixo Tapajós.....	123
Figura 5.48 - Redes de serviços de saúde e de Circulação de mercadorias do Baixo Tapajós.....	124

Figura 5.49 – Relação entre a densidade e centralização de entrada (IN) segundo tipo de rede. ....	125
Figura 5.50 – Histograma com a distribuição do grau de entrada das redes de Educação, Posto de Saúde, Hospital, Bens de consumo, Produção e Transporte. ....	126
Figura 5.51 - Histograma com a distribuição do grau de saída das redes de Educação, Posto de Saúde, Hospital, Bens de consumo, Produção e Transporte. ....	127
Figura 5.52 – Porcentagem de arcos por tipo de destino, localidade ou cidade e Centralização de entrada segundo tipo de rede. ....	127
Figura 5.53 – Número de componentes conectados e isolados e tamanho do maior componente segundo tipo de rede. ....	128
Figura 5.54 – Porcentagem de arcos por faixa de distâncias segundo tipo de rede. ....	130
Figura 5.55 – Sobreposição entre a rede de Transporte e as demais redes. ....	131
Figura 5.56 – Gráfico com a proporção de classes de $lc$ segundo tipo de rede. ....	132
Figura 5.57 – Mapa com a representação de classes de $lc$ . ....	134
Figura 5.58 – Número total de conexões recebidas por cidades segundo tipo de rede. ....	135
Figura 5.59 – Número total de conexões recebidas por localidade segundo tipo de rede. ....	136

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 2.1 – Denominação para pontos e linhas nas diferentes áreas de conhecimento e para o escopo da tese. ....	11
Tabela 3.1 – População residente dos municípios da área de estudo segundo situação de residência, e densidade populacional 2010. ....	37
Tabela 4.1 – Classes de valores de <i>Ic</i> e seus respectivos nomes e significados. ....	54
Tabela 5.2 – Resumo das Características dos hospitais de Santarém, Itaituba, Belterra e Aveiro. ....	104



# SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Organização da tese .....	7
2 REDES: CONCEITOS E MÉTRICAS.....	9
2.1. Grafos e conceitos básicos .....	9
2.2. Análise de Redes Sociais (ARS): métricas e técnicas de análises .....	18
3 ÁREA DE ESTUDO .....	35
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	41
4.1. Contextualização .....	42
4.2. Aquisição de Dados .....	44
4.3. Seleção de Variáveis.....	49
4.4. Análise de redes.....	50
4.1.1. Representação das redes.....	51
4.1.2. Descrição das redes .....	53
4.1.3. Comparação entre as redes .....	56
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	61
5.1. Seleção de variáveis .....	62
5.2. Representação gráfica .....	64
5.3. Descrição das Redes .....	68
5.3.1. Transporte.....	68
5.3.2. Circulação de Mercadorias .....	83
5.3.3. Saúde.....	96
5.3.4. Educação .....	109
5.3.5. Comparação entre as redes .....	121
6 CONCLUSÕES.....	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147
APÊNDICE A.....	153



## 1 INTRODUÇÃO

Embora as taxas de crescimento da população brasileira tenham sofrido uma progressiva queda a partir da segunda metade do século passado, o país teve sua população triplicada nos últimos 60 anos, que passou de 52 milhões de habitantes em 1950 para mais de 190 milhões em 2010. Aliado a esse crescimento verificou-se também uma aceleração do processo de urbanização neste período. O país, cuja taxa de urbanização era de 36,2% em 1950, apresenta hoje mais de 84% de sua população vivendo em áreas urbanas (IBGE, 2012).

Na Amazônia Legal Brasileira, este processo de urbanização foi ainda mais rápido. Enquanto a população urbana brasileira cresceu, em cada um dos períodos intercensitários entre 1970 e 2010, a taxas decrescentes de 54,5%, 38,0%, 24,3% e 16,7%. Na Amazônia as taxas de urbanização nestes mesmos períodos foram de 91,1%, 80,0%, 54,1% e 27,4%. Segundo dados do último censo de 2010, a população urbana da Amazônia Legal em 2010 é de 17,5 milhões de pessoas, o que representa 72,6% da sua população total (IBGE, 2012).

Os números do crescimento da população urbana na Amazônia corroboram um aspecto que vem sendo amplamente estudado e discutido por alguns pesquisadores da área: o caráter predominantemente urbano da ocupação da fronteira Amazônica (BECKER, B. K., 1978, 1998, 2005; BROWDER, JOHN O; GODFREY, BRIAN J, 1990; MACHADO, 1999). Uma das características mais importantes que distingue o espaço urbano amazônico é a peculiar relação entre o rural e o urbano, resultante das diferentes estratégias de ocupação da região durante as últimas décadas. Browder e Godfrey (1997) expõem que o processo de urbanização da Amazônia modificou profundamente os contextos econômicos e sociais que definiam o quanto uma porção do espaço era rural ou urbana nesta região. Os autores detectaram diferenças significativas na forma como os proprietários rurais residentes em áreas urbanas e os residentes em áreas rurais influenciavam os padrões de uso do solo. Além disso, o trabalho identificou um número crescente de propriedades rurais que,

ao serem absorvidas pelo núcleo urbano principal, tornavam-se propriedades urbanas.

Cardoso e Lima (2006) identificaram complexas relações entre os modos de vida rurais e urbanos em municípios selecionados da região do Baixo Tocantins e da Transamazônica. Neste trabalho, os autores afirmam que o urbano na Amazônia manifesta-se em um *continuum*, que parte das cidades maiores em direção às menores.

*“A clara hierarquização das cidades (capital, cidade, vila) e a distinção entre modos de vida rural e urbanos existentes no passado foram perdidas após as transformações ocorridas nas condições de acessibilidade e na dinâmica econômica, e a redefinição do conceito de cidade pela Constituição de 1988 (quando passaram a ser cidades todas as sedes de município). As vantagens políticas decorrentes da criação de novos municípios disseminaram cidades em um território anteriormente dominado pela cultura rural, carente de infra-estrutura e de referências de comportamento urbano” (CARDOSO; LIMA, 2006).*

A dificuldade de se limitar espaços urbanos e rurais não é uma especificidade da Amazônia brasileira, tendo sido a questão discutida por diversos autores no contexto das mudanças na divisão territorial do trabalho da atual fase de capitalismo informacional (MONTE-MÓR, ROBERTO LUÍS, 2004, 2006; MOREIRA, 2005; SANTOS, 1994). Monte-Mór (2006), Moreira (2005) e Santos (1994) sugerem modelos conceituais para explicar esta mudança do espaço urbano. No caso da Amazônia, esta relação tem um peso diferenciado, pois a mudança se dá sobre espaços que até algumas décadas atrás não estavam integrados à economia nacional, nem tampouco ao capitalismo urbano-industrial (SANTOS, 1994). Assim, as transformações nas relações urbano-rural assumem outro significado e produzem diferentes padrões de ocupação na região.

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 sócio-espaciais 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 sócio-espaciais 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:

1. A existência de uma economia de mercado na qual são realizadas trocas entre bens produzidos localmente e bens produzidos externamente;
2. 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.
3. 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 último REGIC (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 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 a localidade tem potencial de servir a um número maior de habitantes em localidades próximas? 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 teórico e 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 sub-municipal,

---

<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 na discussão da rede urbana na Amazônia. Entretanto ele não analisa a inserção das comunidades na rede urbana, em última análise, no tecido urbano estendido.

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? Esta tese 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 entre si e as conectam 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 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 idéia 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 diferenciada o mesmo conjunto de localidades e cidades, ao passo que uma mesma localidade também pode assumir posições diferentes em redes distintas. Assim, por exemplo, uma localidade com posto de saúde, pode assumir uma posição central, caracterizando um grande número de conexões em uma 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 rede que representa a comercialização da produção de gado.

Na escala de análise das localidades, a estrutura das diferentes redes expressa diferentes características do tecido urbano no qual estas localidades estão inseridas. A posição relativa de uma localidade em determinada 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,

---

<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).

1994). Há diferentes métodos desenvolvidos em ARS destinados a compreensão da estrutura de redes sociais. Estes podem ser divididos em duas categorias: os procedimentos descritivos que permitem retratar o comportamento de um grupo a partir dos seus padrões de relacionamentos, a partir da estrutura da rede social na qual eles se inserem e; os procedimentos estatísticos que possibilitam o teste de hipóteses que explicam a estrutura das relações (NOOY *et al.*, 2005). Como as técnicas descritivas de ARS permitem descrever a estrutura de relações sociais, partiu-se do pressuposto que elas poderiam ser aplicadas na análise da estrutura das redes de localidades.

Neste contexto esta tese tem como objetivo propor um método para descrever a estrutura das diferentes redes que conectam as localidades amazônicas a entre si e a cidades. Para cumprir este objetivo os seguintes objetivos específicos foram definidos:

1. Definir um conjunto de redes representativo da complexidade do fenômeno urbano na Amazônia a partir da seleção dos tipos mais adequados de fluxos de pessoas e mercadorias.
2. Definir estratégia de coleta de dados para caracterizar as localidades e os fluxos entre elas.
3. Definir um conjunto de técnicas de análise que permitam a descrição da estrutura das diferentes redes.

A área de estudo na região Amazônica 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 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).

### **1.1. Organização da tese**

Este trabalho está organizado em seis capítulos. O segundo capítulo aborda o conjunto de ferramentas de análise de redes sociais utilizadas neste trabalho,

assim como alguns conceitos de teoria de grafos e de redes sociais necessários ao entendimento destas ferramentas.

No capítulo 3 é apresentada a caracterização da área de estudo. No capítulo 4, os procedimentos metodológicos adotados na tese são apresentados. Os pontos abordados neste capítulo incluem a metodologia de coleta de dados em campo, a seleção de variáveis para caracterização das comunidades e geração das redes, bem como a organização da análise das redes.

No capítulo 5 são apresentados os resultados da análise das redes das localidades do Baixo Tapajós. Neste capítulo, primeiramente são descritas as estruturas das redes e, em seguida, elas são comparadas para atender a dois objetivos. O primeiro deles consiste em verificar a existência de redes com estruturas muito semelhantes e que poderiam ser eliminadas em análises futuras. Já a segunda parte consiste em caracterizar comparativamente a estrutura das redes selecionadas.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

## 2 REDES: CONCEITOS E MÉTRICAS

Este capítulo apresenta os conceitos de redes e, métricas utilizadas neste trabalho. A seção 2.1 introduz os conceitos básicos de redes e a articulação destes com os propósitos da tese. A seção 2.2 explica as métricas de Análise de Redes Sociais (ARS) utilizadas e o significado delas para o estudo em questão.

### 2.1. Grafos e conceitos básicos

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).

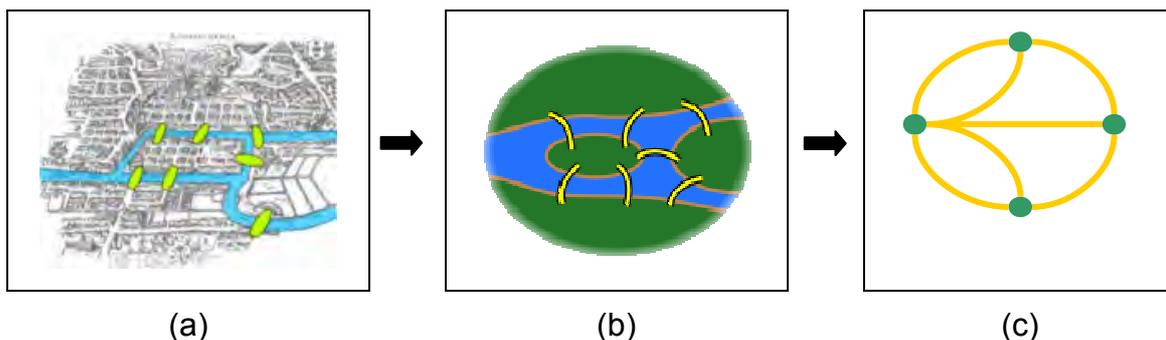


Figura 2.1 – Abstração matemática de Euler, o grafo (Figura 2.1c) para o problema das pontes de Königsberg.

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.

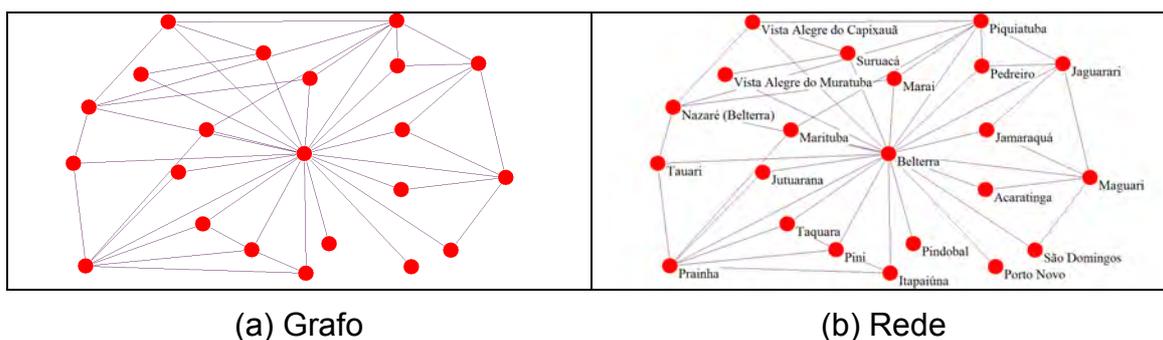


Figura 2.2 – Representação em grafo (a) e rede (b) para a região de Influência da cidade de Belterra sobre as localidades do Baixo Tapajós.

<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.

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 desta tese 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 capítulo 5 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 e para compras e venda da produção. Assim, as localidades são os vértices das redes e os deslocamentos, 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 da tese.

<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 - Tese</i>

Fonte: Adaptado de NEWMAN (2003).

Uma linha pode ser não-orientada (aresta) e orientada (arco) quanto ao sentido de origem e destino de uma relação. A aresta representa a relação entre dois vértices na qual os dois estão envolvidos da mesma maneira, por exemplo, a relação de irmão, que implica simultaneidade entre os indivíduos. Já o arco é definido por um par ordenado de vértices no qual o primeiro vértice é o remetente e o segundo é o destinatário do relacionamento (NOOY *et al.*, 2005). Uma aresta também pode ser compreendida como um arco bi-direcional, por exemplo, se Iracema e Jaçanã são irmãos (relação não-direcional) pode-se afirmar que Jussara é irmã de Jaçanã e que Jaçanã é irmão de Jussara (relação mútua direcional). Há ainda mais um tipo de linha que se denomina *loop*. Ela representa a relação de um determinado vértice com ele mesmo. Por

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

exemplo, na rede de educação do Baixo Tapajós um vértice com origem e destino nele mesmo representa que os alunos estudam e moram na mesma localidade.

Um grafo só com a presença de arestas denomina-se grafo não-direcionado e o que possui arcos exclusivamente é chamado de grafo direcionado ou digrafo. Na Figura 2.3 a região de influência de Belterra é novamente representada, na forma de uma rede não-direcionada ou indireta (Figura 2.3a) e como uma rede direcionada ou direta (Figura 2.3b). Observa-se que a rede não-direcionada (Figura 2.3a) oferece apenas duas informações, o conjunto de localidades que está na região de influência de Belterra e as localidades que concentram maior número de interações espaciais: Prainha, Piquiatuba, Maguari e Jaguarari. A rede direcionada por sua vez, qualifica melhor esta informação, ao mostrar que a rede refere-se à região de Belterra, pois a cidade recebe conexões de todas as localidades presentes. Confirma-se a importância de Piquiatuba e Prainha na região, pois as duas localidades recebem mais conexões do que enviam. Nos casos de Maguari e Jaguarari observa-se que enquanto a primeira recebe mais conexões do que envia, a segunda inverte este padrão. A opção pela rede não-direcionada ocultaria os padrões de conexão identificados na rede direcionada.

Depois da apresentação dos conceitos de aresta, arco, grafo direcionado e não-direcionado o próximo conceito descrito é o de vértice adjacente. 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 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.

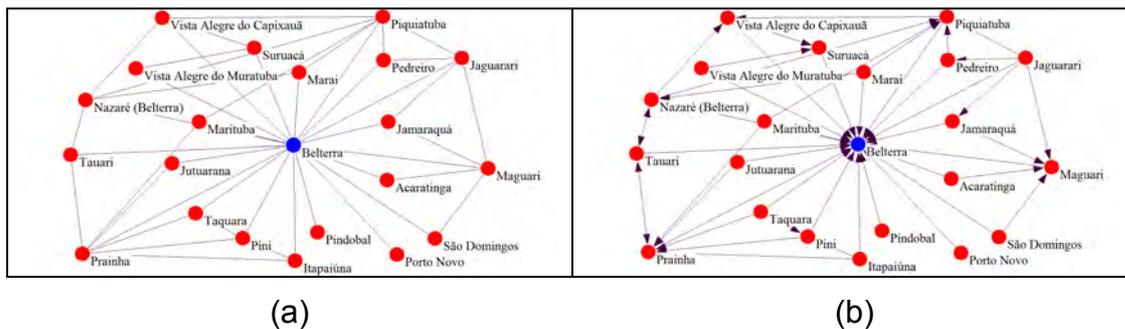


Figura 2.3 – Exemplo de rede não-direcionada (Figura 2.3a) e rede direcionada (Figura 2.3b) para as localidades na região de influência da cidade de Belterra no Baixo Tapajós.

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). Em redes direcionadas há o grau de entrada (*Indegree*) que é o número de arcos recebidos por um vértice, 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.

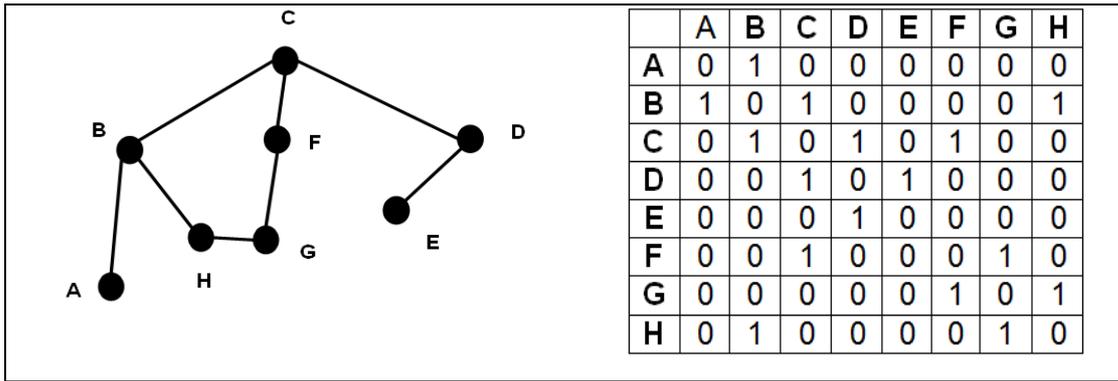


Figura 2.4 – Rede hipotética e sua correspondente matriz de vizinhança.

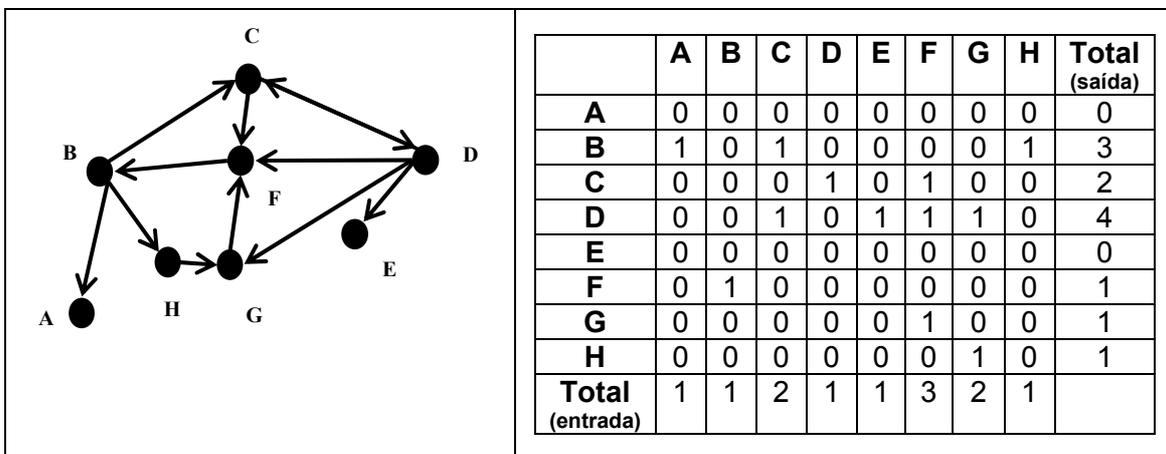


Figura 2.5 – Rede direcionada hipotética (a), sua correspondente matriz de vizinhança (b) com o cálculo do grau de entrada e saída para cada vértice.

Em relação ao grau pode-se ainda avaliar a distribuição do mesmo na rede. Definindo  $k$  como o grau de um determinado vértice (por exemplo, um vértice ligado a três arcos tem  $k = 3$ ) e  $P_k$  com a proporção de vértices com grau igual a  $k$ , temos que  $P_k$  é equivalente a probabilidade que um vértice da rede sorteado aleatoriamente tenha grau igual a  $k$ . A distribuição do grau da rede é obtida a partir da confecção de um histograma dos valores de  $k$  segundo  $P_k$ .

A análise destes histogramas revela importantes características da estrutura da rede, como por exemplo, a existência de “hubs” que são poucos vértices da rede conectados a um grande número de arcos. Estas feições são encontradas, por exemplo, em redes de aviação (Figura 2.6). Nestas redes há

uma grande concentração de vértices no início do histograma (vértices ligados a poucos arcos) e pouquíssimas ocorrências em sua calda (poucos vértices ligados a um grande número de arcos).

Outro exemplo de relacionamento entre estrutura da rede e distribuição dos graus é o caso da distribuição das redes de ruas de uma cidade, onde os vértices são os cruzamentos enquanto os arcos são as ruas. Esta é uma rede planar na qual os vértices geralmente têm graus de entrada e saída baixos, uma vez que raramente possuem cruzamentos com mais de quatro ruas. Assim, provavelmente a média de  $k$  será quatro. Os histogramas das distribuições dos graus de entrada e saída provavelmente seguirão uma distribuição de *Poisson* (BATTY, 2003), ou seja, que possui forma próxima a uma curva normal, revelando que a grande maioria dos vértices possui o mesmo número de arcos e que vértices com altos graus não existem. As redes rodoviárias nacionais também possuem este tipo de distribuição (Figura 2.6a), como mostra Barabási (2007) ao comparar a rede rodoviária americana com a rede de tráfego aéreo (Figura 2.6b), enfatizando a diferença entre a topologia das redes e a distribuição dos graus.

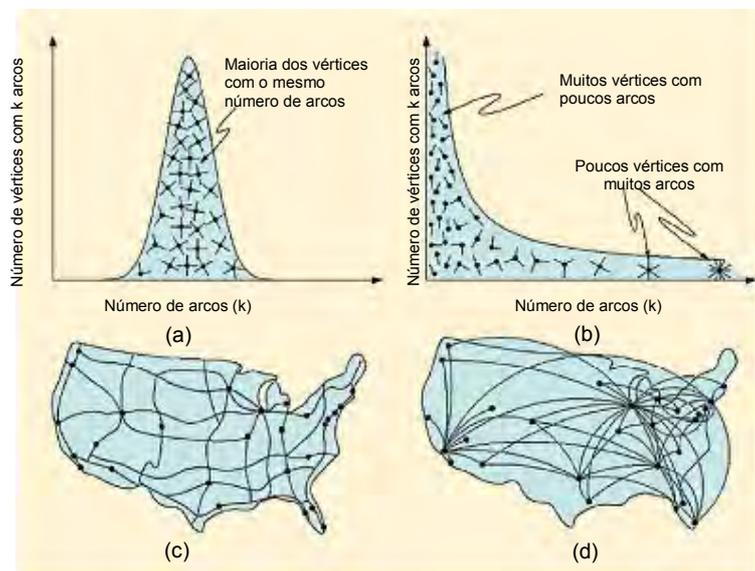


Figura 2.6 – Histogramas da distribuição de grau da rede rodoviária (a, c) e de tráfego aéreo (b,d) dos Estados Unidos.

Fonte: BARABÁSI, A.-L. (2007).

No caso das redes analisadas, histogramas com os graus de entrada e saída de cada rede foram elaborados para a identificação dos padrões dominantes

de conexão dos nós. Por exemplo, os histogramas de entrada e saída da rede de posto de saúde do Baixo Tapajós (Figura 2.7) identificam duas características de conexão das localidades. A primeira é que as pessoas geralmente se deslocam para apenas uma localidade em busca de posto de saúde (36 localidades enviam apenas uma conexão). Verifica-se também que os postos de saúde estão localizados em poucas localidades, pois a grande maioria das localidades não recebe conexão.

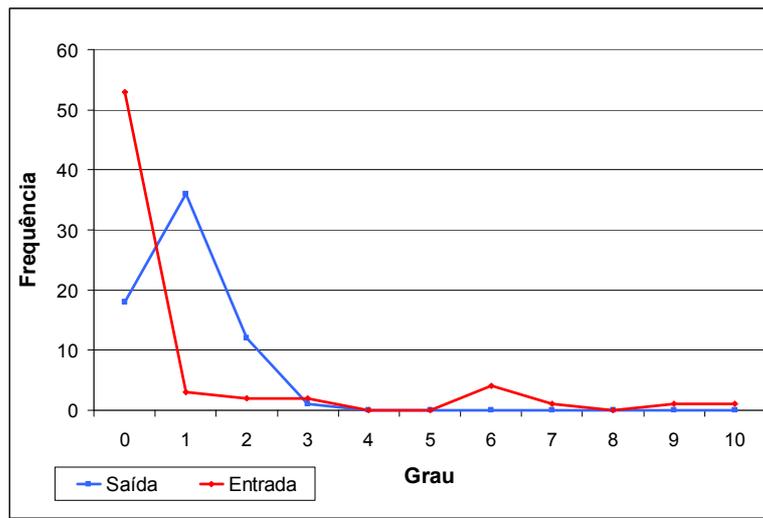


Figura 2.7 – Histograma dos Graus de entrada e saída, rede de Posto de saúde. Baixo Tapajós.

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 2.8 apresenta um exemplo de rede *multiplex* direcionada da região de influência de Belterra, onde cada tipo de relação está representado por uma cor diferente.

Uma rede não direcionada e que não apresenta múltiplas linhas é definida como simples. No caso da rede direcionada para ela ser simples não são permitidos loops (NOOY *et al.*, 2005).

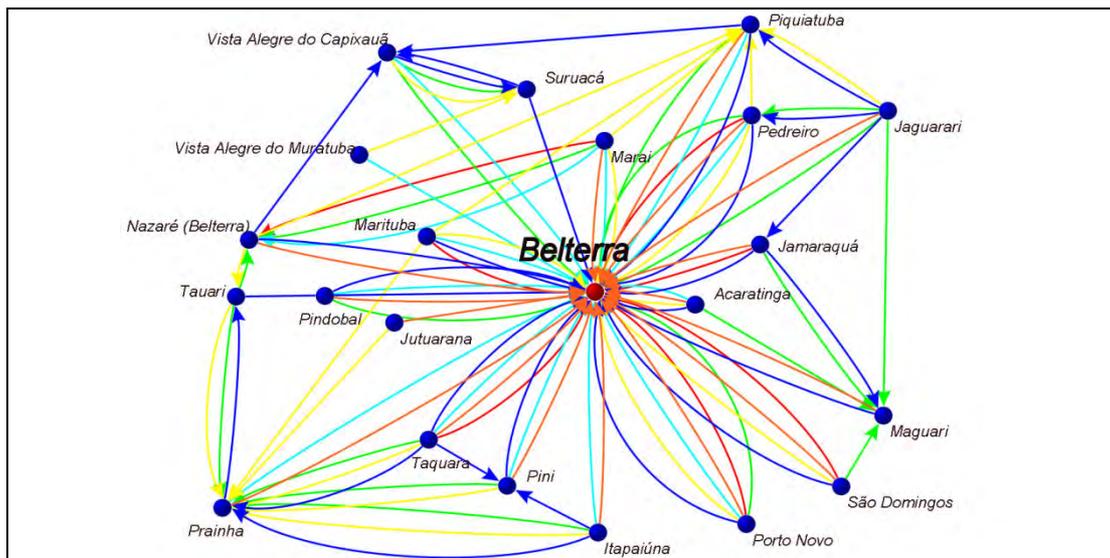


Figura 2.8 – Rede *multiplex* da região de influência de Belterra. 2009. Vértices representando as redes de relação de compra de bens de consumo (azul escuro); posto de saúde (verde); venda da produção (vermelho); educação (amarelo); linhas de transporte regular (laranja) e hospital (azul claro).

O último tipo de rede relevante aos propósitos desta tese 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 2.9). 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.

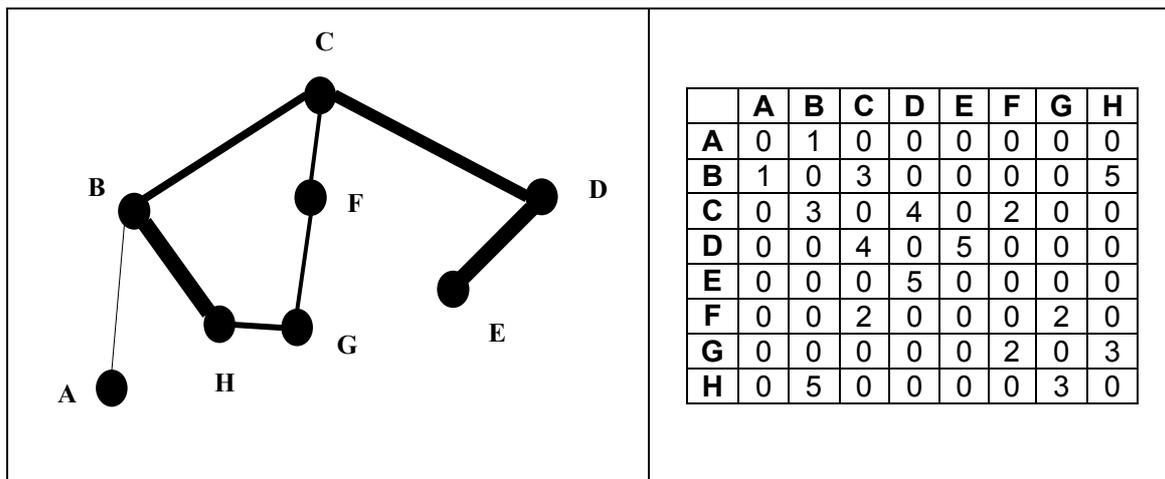


Figura 2.9 – Rede hipotética e sua correspondente matriz de ponderação.

## 2.2. 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).

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 Figura 2.10 apresenta um exemplo de rede social do grupo de pesquisadores do GeoCxNets<sup>5</sup>, na qual os arcos representam parcerias em trabalhos científicos em andamento.

<sup>5</sup> O GeoCxNets é um grupo de pesquisa formado por pesquisadores e estudantes do INPE que estuda os efeitos do espaço geográfico sobre o desenvolvimento de redes complexas, físicas ou sociais. Para maiores informações sobre o grupo acessar a página: (<http://www.dpi.inpe.br/geocxnets/wiki/doku.php?id=start>).

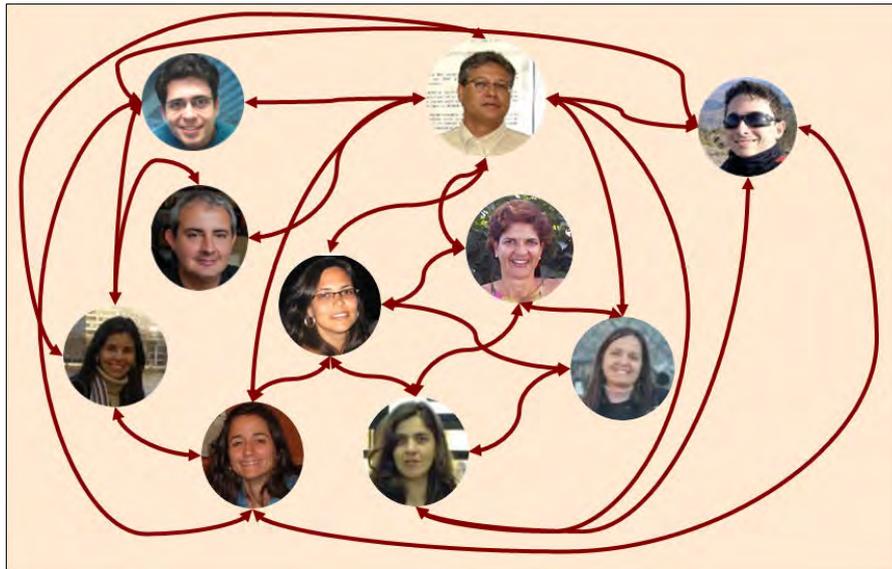


Figura 2.10 – Exemplo de rede social - a rede de pesquisadores que tem trabalhos colaborativos em curso no grupo do GeoCxNets.

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, objeto de estudo desta tese, os métodos da análise de redes sociais serão apropriados para detectar, descrever e interpretar os padrões de conectividade entre as localidades. Ao se identificar e investigar as estruturas das múltiplas redes espera-se ter a expressão das diferentes dimensões do tecido urbano no qual as localidades estão inseridas.

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). Tomemos um exemplo hipotético para traduzir este pressuposto para o estudo da rede de localidades. Uma localidade que possui uma posição central na rede que representa relações de compra de bens de consumo exerce um papel de controle de preços importante em relação às localidades que recorrem ao seu mercado. No entanto, esta mesma localidade pode não

ter influência nenhuma na rede de educação, pois as localidades possuem escolas e não necessitam que seus alunos se desloquem até ela. Estas diferenças de funções entre as localidades são difíceis de serem explicadas somente pelas características individuais (tamanho populacional, idade, tipo de uso do solo e presença de equipamentos urbanos), pois estas características permanecem inalteradas nas duas redes exemplificadas.

O segundo pressuposto é que as redes sociais afetam convicções e ações a partir de diferentes mecanismos estruturais que são socialmente construídos pelos atores. Um bom exemplo é a prevalência de contatos diretos em uma rede. Estes contatos diretos proporcionam ao indivíduo acesso a melhores informações e aumentam a suscetibilidade de influência mútua entre os indivíduos. Transportando este pressuposto para as redes de localidades, 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.

Como mencionado no capítulo anterior, 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 selecionadas 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. Por exemplo, na rede de transporte pode-se identificar uma sub-rede formada pelas localidades do município de Belterra que se conectam entre si via transporte terrestre, isolada das localidades de Itaituba que constituem uma outra sub-rede. Estas duas sub-redes não possuem ligação, pois não há estradas que liguem uma a outra. As métricas de densidade de rede e de detecção de subgrupos de vértices mais coesos, descritas a seguir serão utilizadas para avaliar a coesão das redes deste trabalho.

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) Para redes não orientadas é definida por:

$$d = \frac{a}{\frac{n(n-1)}{2}}, \quad (2.1)$$

Onde,  $a$  é o número total de arcos na rede e  $n$  o número total de vértices.

Para redes orientadas é definida pela seguinte expressão:

$$d = \frac{a}{n(n-1)}, \quad (2.2)$$

A densidade, em redes sociais, é inversamente relacionada ao tamanho da rede, dado pelo número de vértices total da rede. Quanto maior a rede, menor é a densidade da rede, pois o número de arcos possíveis aumenta rapidamente com o número de vértices, enquanto que a quantidade de relacionamentos que uma pessoa pode manter é limitada (NOOY *et al.*, 2005). Neste contexto, a densidade não pode ser utilizada para comparar o grau de coesão entre redes de tamanhos diferentes. No caso das redes estudadas nesta tese não houve este problema, pois elas possuem tamanho fixo de 67 vértices, são formadas pelas 62 localidades visitadas na campanha de campo e cinco cidades da região do Baixo Tapajós (Santarém, Belterra, Aveiro, Itaituba e Rurópolis).

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>6</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 maior sub-rede da rede estudada, quanto maior a porcentagem de vértices nesta rede mais coesa ela é. Como exemplo, na Figura 2.11, a rede de Educação do Baixo Tapajós teve seus vértices classificados segundo os componentes ao qual pertenciam. A cada componente foi associada uma cor

---

<sup>6</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).



do vértice é dividida pelo número de nós da rede menos uma unidade, assim vértices de redes diferentes podem ter seus graus de centralidade comparados.

Nesta tese 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, 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 2.12 exemplifica o cálculo da centralização para uma rede hipotética (Figura 2.12a), indicando a rede estrela associada (Figura 2.12b), a tabela com o cálculo da variação da rede hipotética (Figura 2.12c) e cálculo da variação da rede estrela (Figura 2.12d). 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.

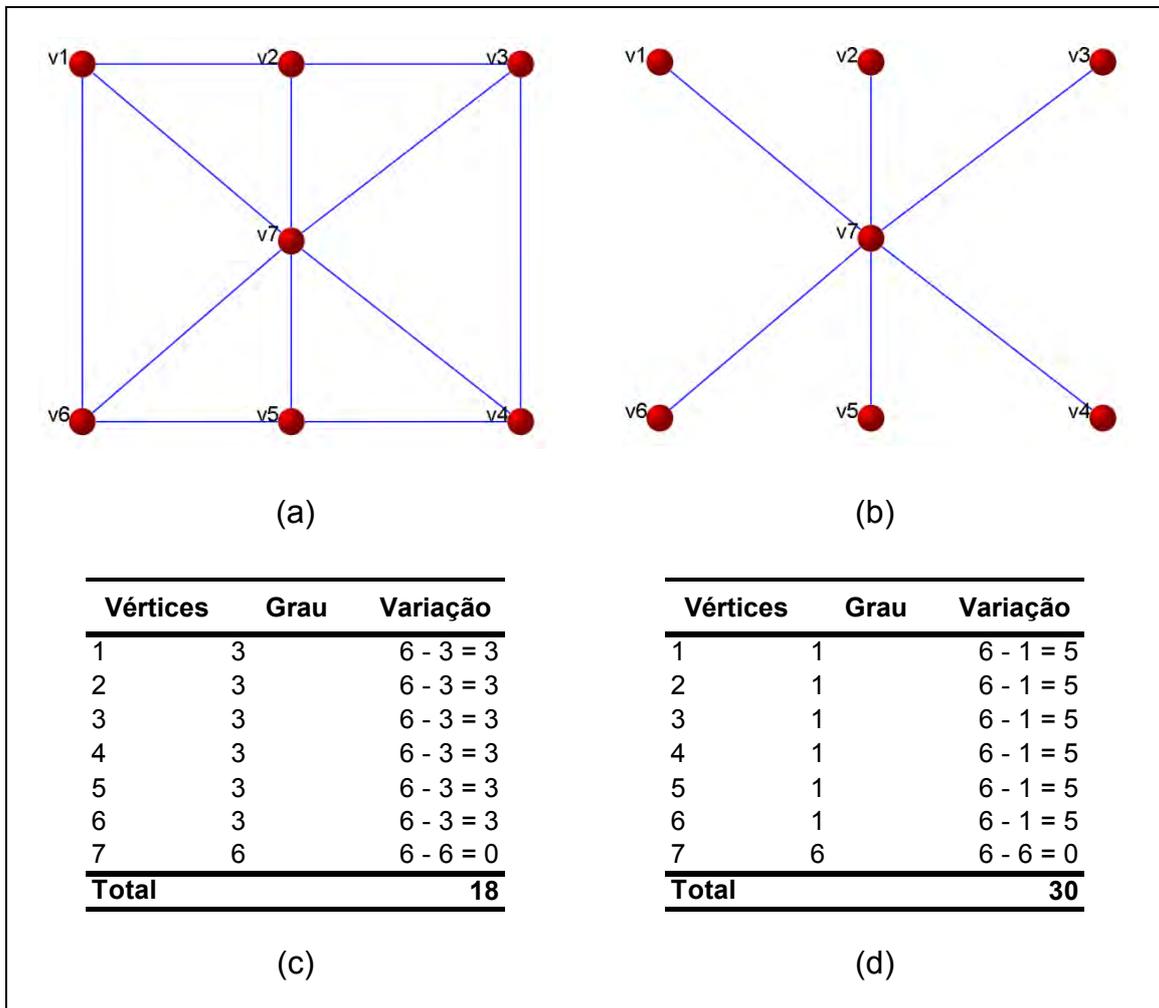


Figura 2.12 – Exemplo do cálculo de centralização de uma rede hipotética.

No caso das redes que conectam as localidades do Tapajós 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. Por exemplo, a rede de hospital (que representa os deslocamentos em busca de serviços hospitalares) possui estrutura centralizada nas cidades que são os únicos locais da rede que possuem hospital, assim o valor do grau de centralização desta rede será alto.

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 nesta tese 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:

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

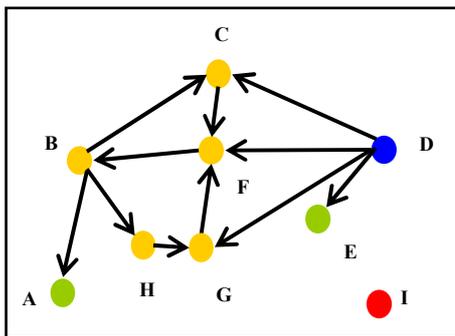
onde  $G_{out}$  é o grau de saída e  $G_{in}$  é o grau de entrada.

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.

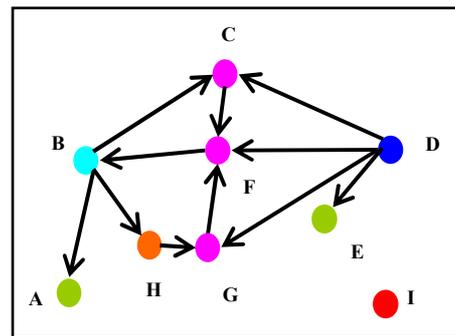
As duas tipologias são exemplificadas na classificação de uma rede hipotética, na Figura 2.13. Inicialmente os nós são classificados apenas segundo os graus de entrada em isolados (vermelho), remetentes (azul), destinatários (verde) e comuns (amarelo) (Figura 2.12a). Nesta rede observa-se que a maioria dos vértices pertence à última classe, mas que eles possuem padrões de conectividade distintos. O vértice B, por exemplo, envia mais conexões que recebe, e o vértice F recebe mais conexões do que envia. Na Figura 2.13b os vértices são categorizados a partir dos valores de  $I_c$ , calculados na Figura 2.13c, nas classes de Isolado (vermelho), remetentes (azul, valor de  $I_c$  igual a +1), destinatários (verde, valor de  $I_c$  igual a -1), equilibrado (laranja, valor de  $I_c$  igual a 0), predominantemente destinatário (rosa, valores de  $I_c$  negativos, maiores que -1) e predominantemente remetente (azul claro, valores de  $I_c$  maiores ente 0 e +1).

Comparando-se as duas redes da Figura 2.13 conclui-se que o índice de conectividade fornece uma informação mais detalhada, em relação aos

padrões de conexão dos vértices, do que a classificação baseada apenas em existência ou não de arcos chegando ou saindo dos vértices.



(a) Rede Hipotética com classes segundo valores dos graus de entrada e saída.



(b) Rede hipotética com classes segundo valores do Índice de conectividade.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total (saída)	Ic
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,00
B	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3	+0,50
C	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-0,33
D	0	0	1	0	1	1	1	0	0	4	+1,00
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,00
F	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,50
G	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-0,33
H	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,00
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Inválido
Total (entrada)	1	1	2	0	1	3	2	1	0		

(c)

Figura 2.13 – Comparação entre a categorização dos vértices segundo valores dos graus de entrada e saída e índice de conectividade.

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 Ic, ela seria classificada como uma localidade predominantemente destinatária e o seu papel de centralidade seria revelado.

Na segunda abordagem, os vértices com as mesmas conexões são denominados equivalentes por ocuparem uma posição equivalente na rede (NOOY *et al.*, 2005). A Figura 2.14 apresenta um exemplo hipotético da rede de transporte público entre duas cidades e quatro localidades. A matriz de vizinhança correspondente (Figura 2.14b) 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 2.14b 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 2.14 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.

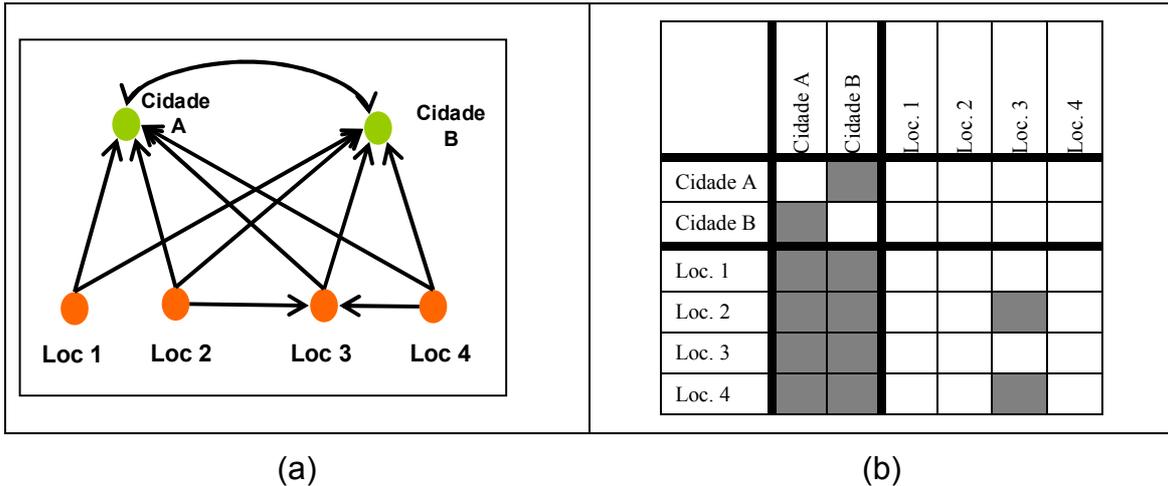


Figura 2.14 - Rede de linhas de transporte hipotética (a) e sua respectiva matriz de vizinhança (b) organizada segundo as posições equivalentes da rede.

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 2.14 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 2.15 pode-se observar o modelo de bloco para a rede da Figura 2.14 segundo o critério de equivalência estrutural.

		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 2.15 – Modelo de bloco para a rede de transporte hipotética, segundo 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 2.2 representa a matriz imagem do modelo de bloco da Figura 2.15. Tabela 2.2 – Matriz imagem do modelo de bloco da Figura 2.15

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Classe 1	Completo	Nulo	Nulo	Nulo
Classe 2	Completo	Nulo	Completo	Nulo
Classe 3	Completo	Nulo	Nulo	Nulo
Classe 3	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 2.16 exhibe 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.

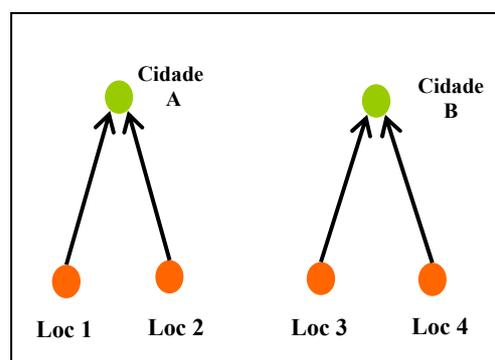


Figura – 2.16 – Exemplo de equivalência automórfica.

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 2.17 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.

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 2.17a). Para cada bloco são computados os erros que são apresentados na forma de uma matriz de erros (Figura 2.17c). A soma dos erros de todos os blocos constitui-se no erro total do modelo de blocos. No caso do exemplo da Figura 2.17 o erro total foi igual a 3.

A aplicação do *Blockmodelling* às redes do Baixo Tapajós permite identificar padrões de conexões. Após a identificação dos padrões pode-se verificar se estes padrões possuem alguma expressão espacial. Por exemplo, aplicando-se esta técnica de análise à rede de hospital, observa-se a existência de um bloco

no qual todas as localidades conectam-se exclusivamente à cidade de Itaituba. Ao verificar a localização destas localidades observou-se que elas situavam-se em Itaituba, Rurópolis e parte Sul de Aveiro. Em outras palavras a procura dos serviços hospitalares em Itaituba obedece a uma relação de proximidade espacial.

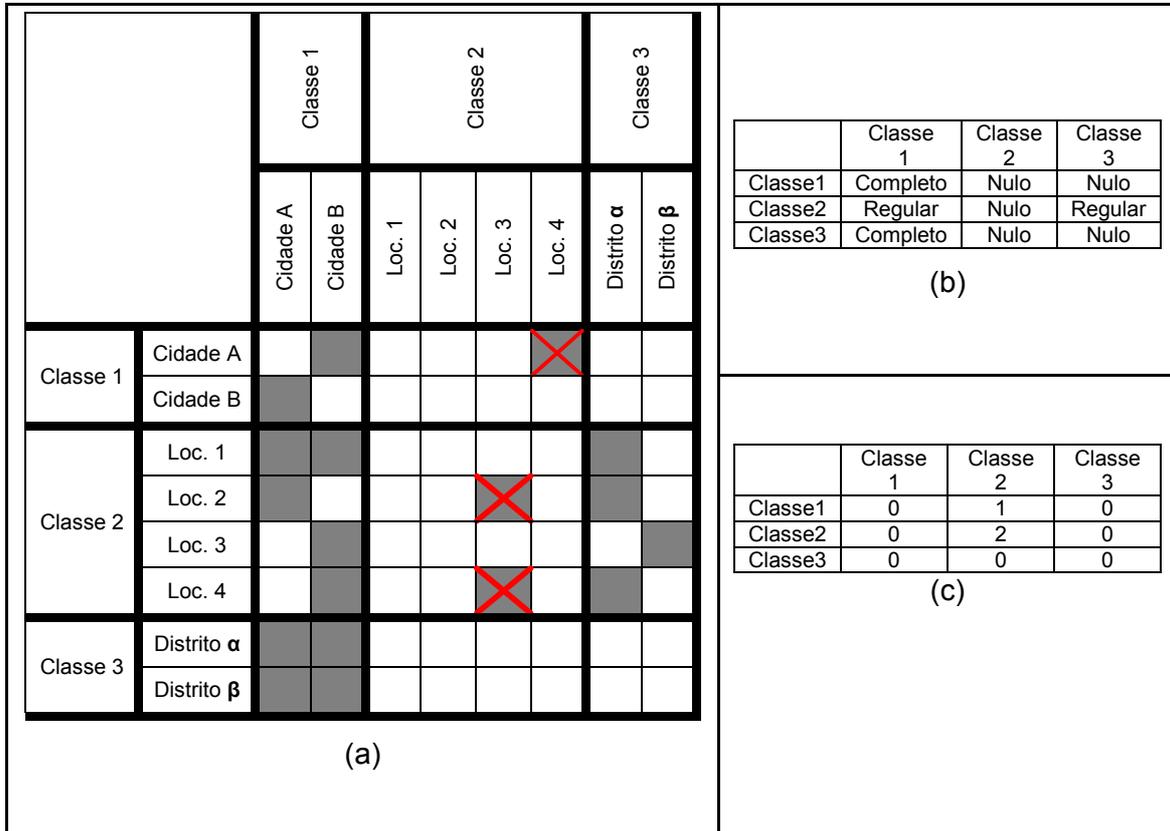


Figura – 2.17 – Modelo de bloco hipotético (a), matriz imagem (b) e matriz de erros correspondentes (c).



### 3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende as duas margens do Rio Tapajós no trecho entre Santarém e Itaituba (Figura 3.1), incluindo as localidades ribeirinhas dos afluentes Rio Cupari e Rio Tapecurá. Estas localidades estão situadas nos municípios de Santarém, Belterra, Aveiro, Rurópolis e Itaituba.

Duas Unidades de Conservação estão presentes na área de Estudo: a Floresta Nacional do Tapajós (FLONA - Tapajós) na margem direita do Rio Tapajós e a Reserva extrativista Tapajós Arapiuns (RESEX – Tapajós Arapiuns) na margem esquerda. A FLONA tem área de 545 mil hectares e foi criada em 1974, possui 28 comunidades, totalizando aproximadamente 1.100 famílias, segundo levantamento realizado em 2006 pelo ICMBIO (ICMBIO, 2011a). A RESEX Tapajós-Arapiuns foi criada em 1998, com área aproximada de 648 mil hectares. A diferença básica entre os dois tipos de unidades de conservação se dá quanto ao objetivo de cada uma. Enquanto as FLONAs são criadas para a conservação de florestas com espécies nativas, onde o uso sustentável é permitido, as RESEXs são criadas para preservar o meio de subsistência de populações tradicionais que vivem de atividades extrativistas<sup>8</sup>.

Os municípios da área de estudo têm características diferentes pois resultam de diferentes processos de ocupação e transformação ao longo dos anos. Santarém, Aveiro e Itaituba tiveram suas origens no período de expansão de ocupação portuguesa e estabelecimento de aldeias missionárias que se estendeu de meados do século XVII a meados do século XVIII (CORRÊA, 2006). O município de Belterra tem sua origem na década de 1930, resultado

---

<sup>8</sup> Floresta Nacional é uma “área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas, criadas com o objetivo básico de uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e pesquisa científica, voltada para a descoberta de métodos de exploração sustentável destas florestas nativas. É permitida a permanência de populações tradicionais que habitam a área, quando de sua criação, conforme determinar o plano de manejo da unidade. A visitação pública é permitida, mas condicionada às normas especificadas no plano de manejo. A pesquisa é permitida e incentivada, sujeitando-se à prévia autorização do Instituto Chico Mendes”(ICMBIO, 2011b).

RESEX é uma “Área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas, criadas com o objetivo básico de uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e pesquisa científica, voltada para a descoberta de métodos de exploração sustentável destas florestas nativas. É permitida a permanência de populações tradicionais que habitam a área, quando de sua criação, conforme determinar o plano de manejo da unidade. A visitação pública é permitida, mas condicionada às normas especificadas no plano de manejo. A pesquisa é permitida e incentivada, sujeitando-se à prévia autorização do Instituto Chico Mendes” (ICMBIO, 2011b).

das tentativas de Henry Ford em criar *company towns* para produção em larga escala de látex. Rurópolis, por sua vez, situado no entroncamento entre a Transamazônica e a BR-163, foi criado em 1974, resultado da política de ocupação da região na década de 1970<sup>9</sup>.

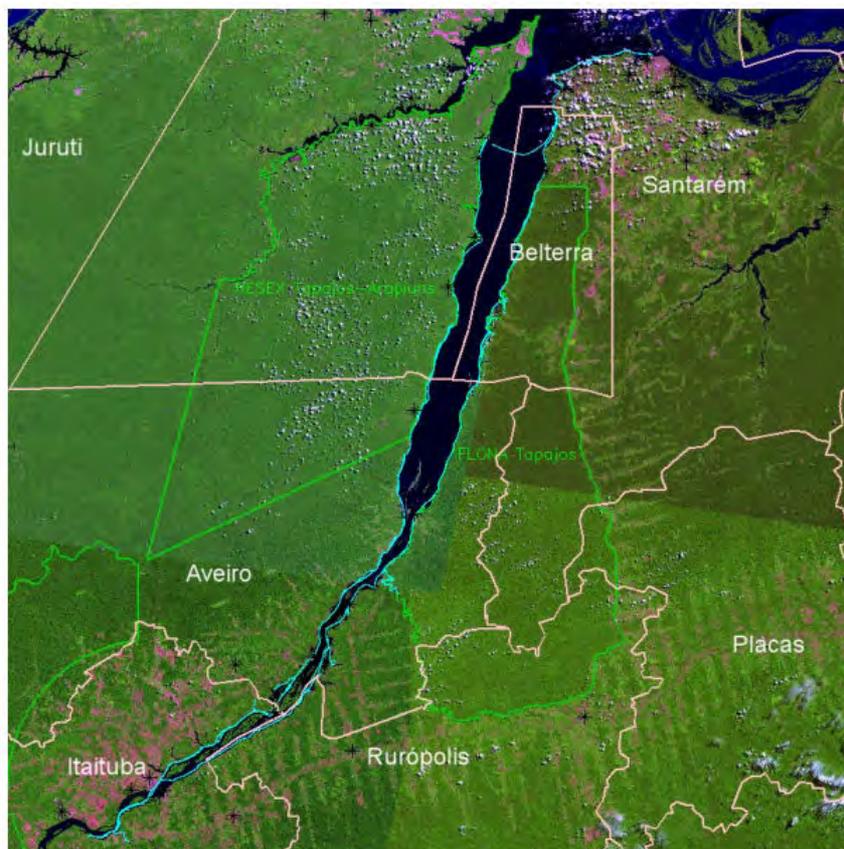


Figura 3.1 - Percurso realizado durante expedição de campo no Rio Tapajós (linha azul clara), os limites da FLONA Tapajós e da RESEX Tapajós-Arapiuns (linha verde clara) e a divisão política municipal (linha branca).

A partir dos dados do Censo demográfico 2010 (Tabela 3.1) observa-se que Santarém possui a maior população, 294.580 habitantes, quase três vezes maior que a de Itaituba, com 97.493 habitantes. Logo em seguida, Rurópolis apresenta menos que a metade de Itaituba, 40.087 habitantes. Aveiro e

<sup>9</sup> No trecho da Transamazônica entre Itaituba e Santarém foram implantadas as agrovilas pelo governo federal no âmbito do PIN (Programa de Integração Nacional). Estas eram conjuntos de lotes urbanos que eram destinados aos colonos assentados no local. Também fazia parte do programa a construção de agrópolis, a reunião de agrovilas, cuja polarização se dava em torno de um núcleo de serviços urbanos, e de rurópolis, um conjunto de agrópolis. A sede do município de Rurópolis é produto da única rurópolis criada (IBGE, 2011).

Belterra possuem as menores populações com valores em torno de 16.000 habitantes, ou cerca de menos da metade da população de Rurópolis. A hierarquia de tamanhos populacionais, praticamente se repete quando se analisa a densidade demográfica. A exceção é Itaituba que por conta de sua grande extensão territorial possui a segunda menor densidade populacional dentre os municípios.

Tabela 3.1 – População residente dos municípios da área de estudo segundo situação de residência, e densidade populacional 2010.

Município	Urbana		Rural		População Total	Densidade Populacional hab./km <sup>2</sup>	Área do município em km <sup>2</sup>
	Absoluto	%	Absoluto	%			
Aveiro	3.179	20,1%	12.670	79,9%	15.849	0,93	614,27
Belterra	6.852	42,0%	9.466	58,0%	16.318	3,71	4.398,41
Itaituba	70.682	72,5%	26.811	27,5%	97.493	1,57	62.040,11
Rurópolis	15.273	38,1%	24.814	61,9%	40.087	5,71	7.021,31
Santarém	215.790	73,3%	78.790	26,7%	294.580	12,87	22.886,76

Fonte: Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010).

Quanto ao grau de urbanização os municípios da área de estudo podem ser agrupados em três padrões. Como primeiro grupo, têm-se os municípios de Santarém e Itaituba com os mais altos graus de urbanização da área de estudo, com valores em torno de 70,0%. Entre 2000 e 2010, a população destes municípios cresceu de 15,8% e 9,6% (Figura 3.2), respectivamente, o que corresponde a crescimentos abaixo da média para os municípios do Brasil (16,8%), região Norte (29,6%) e do Estado do Pará (26,1%) para o mesmo período. Rurópolis e Belterra constituem o segundo padrão, com proporções de população urbana ao redor de 40,0%, apesar dos distintos crescimentos de população urbana apresentados na última década. Enquanto a população urbana de Belterra apresentou crescimento de 33,7%, um pouco maior que o da Região Norte, Rurópolis apresentou crescimento de urbanização de 81,4%. Aveiro constitui o terceiro grupo unitário, como o município de maior proporção de população rural na região, quase 80,0% (Tabela 3.1), e com menor crescimento da população urbana na última década (6,8%).

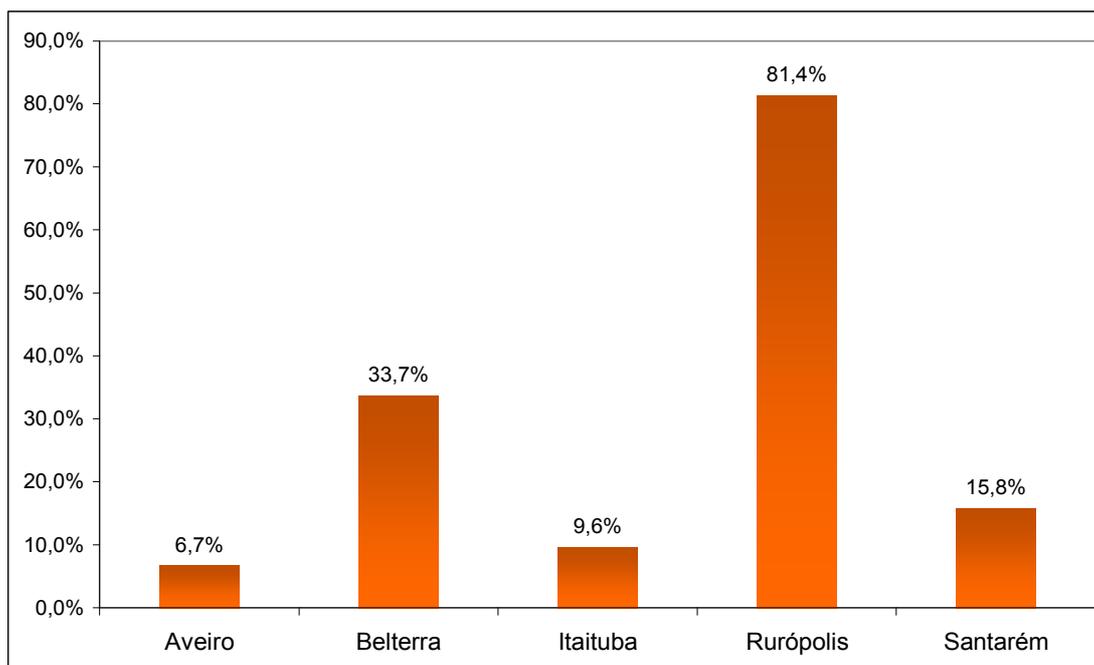


Figura 3.2 - Crescimento da população urbana nos municípios da área de estudo.  
Período 2000- 2010.

Fonte: Censos demográficos de 2000 e 2010 (IBGE, 2000b, 2010).

O valor da produção (valor adicionado bruto<sup>10</sup>) na área de estudo segue a mesma hierarquia do tamanho populacional, ou seja, Santarém lidera isoladamente com valor de produção de 1,6 bilhões de reais, seguida por Itaituba com 0,5 bilhões, Rurópolis com 0,1 bilhões, Belterra com 0,07 bilhões e por último, Aveiro com valor de 0,05 bilhões (Figura 3.3). Quanto à composição da produção segundo setores de atividade econômica verificam-se também padrões diferenciados na área de estudo. Santarém e Itaituba possuem a mesma estrutura de divisão do valor adicionado, mais de 70,0% proveniente do setor de serviços, entre 13,0 a 18,4% são oriundos do setor industrial e aproximadamente 10,0% procede de atividades agropecuárias. Ainda neste padrão destaca-se que Santarém concentra mais intensamente suas atividades no setor de serviços. O outro padrão observado reúne os outros três municípios da área de estudo. Neste grupo o setor de serviços ainda protagoniza a geração do valor adicionado bruto, com valores entre 50,7% a 71,4%, mas há uma inversão de importância entre o setor industrial e agropecuário. Estes municípios possuem maior proporção de seus valores adicionados na produção

<sup>10</sup> Valor adicionado = [valor total da produção (quantidade produzida x preço)] – [o valor gasto com bens intermediários necessários a produção (insumos)] (GOMES, 2003).

agropecuária, padrão que se reflete na estrutura da população destes municípios, preponderantemente rural.

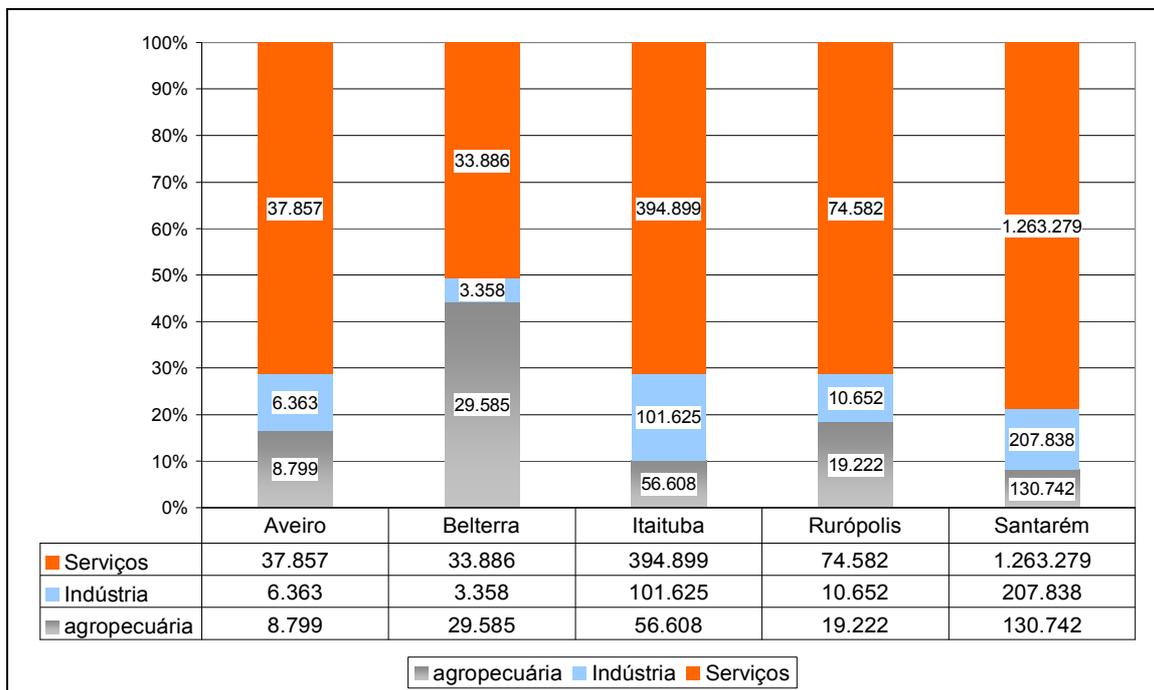


Figura 3.3 – Valor adicionado bruto a preços correntes total (mil Reais) segundo setor de atividade econômica. 2009.

Fonte: Site @Cidades (IBGE, 2011)

As posições relativas dos municípios da área de estudo nas dimensões demográfica e econômica analisadas corroboram os resultados da REGIC 2007 (Região de Influência das Cidades 2007), que classificou Santarém como Capital regional nível C, Itaituba como Centro sub-regional B e os demais municípios da área de estudo como Centros Locais (IBGE, 2008).



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo, o método desenvolvido para a pesquisa é apresentado, assim como os recursos (bases cartográficas digitais e programas) utilizados para a realização do mesmo. O Capítulo está organizado em quatro seções. A primeira seção refere-se à contextualização do trabalho de campo realizado para esta tese, justificando a escolha da área de estudo. Na segunda seção são tratadas as questões relativas à etapa de levantamento de dados. A terceira seção concentra-se na seleção de variáveis para geração das redes e caracterização das localidades. A última seção detalha os procedimentos adotados na análise dos resultados. A Figura 4.1 apresenta a estrutura da metodologia desenvolvida ao longo do trabalho, assim como os dados utilizados em cada seção.

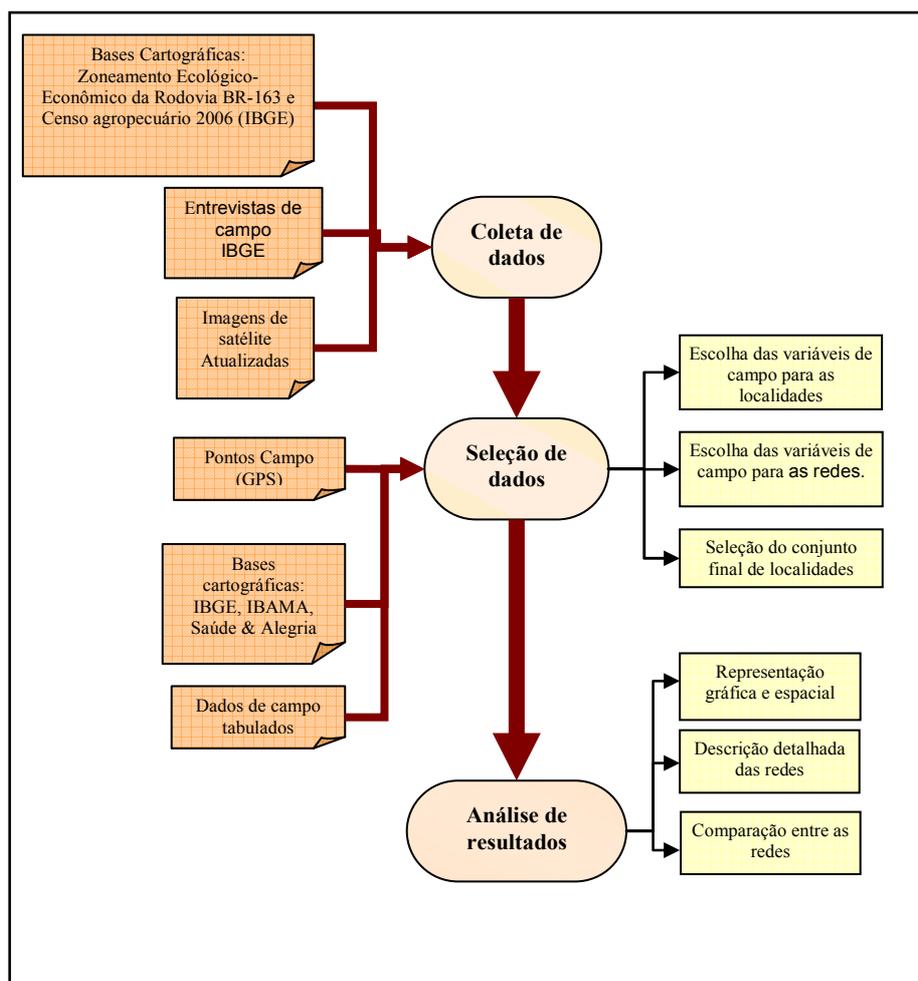


Figura 4.1 – Diagrama esquemático da metodologia desenvolvida neste trabalho.

#### 4.1. Contextualização

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados durante a expedição de campo 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>11</sup>. O distrito está localizado na região oeste do estado do Pará e possui grande extensão territorial, com aproximadamente 19 milhões de hectares (Figura 4.2). 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.

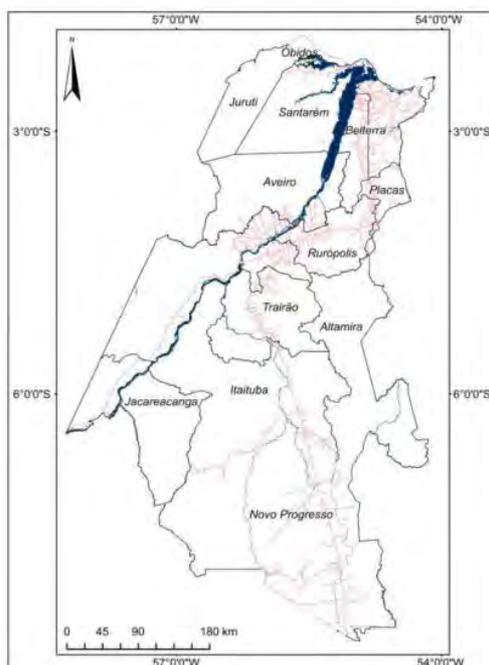


Figura 4.2 – Mapa com a localização do Distrito Florestal Sustentável da BR-163.

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

<sup>11</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).

O primeiro trabalho produzido pelo grupo foi a caracterização sócio-econômica e demográfica da região (ALVES *et al.*, 2010) para subsidiar a primeira campanha de campo, realizada em 2008, a qual percorreu uma trajetória terrestre ao longo da BR-163, partindo de Santarém até Novo Progresso (ESCADA, M. I. S. *et al.*, 2009). Das informações obtidas no campo, constatou-se que os municípios do DFS possuíam padrões e dinâmica de ocupação diferenciados em três eixos: 1) entre Santarém e Rurópolis na BR-163; 2) a estrada Transgarimpeira e parte da BR-163 no município de Novo Progresso ; 3) e o eixo ao longo da Transamazônica, na área de influência da sede do município de Itaituba (Figura 4.3).

As observações de campo provenientes do eixo de Itaituba revelaram que a área de influência da sede municipal não se restringe apenas às localidades ligadas à Itaituba pela Transamazônica e estradas vicinais. As boas condições de navegabilidade do Rio Tapajós estendem a área de influência de Itaituba às localidades ribeirinhas próximas a sua sede municipal e ao município de Aveiro e as suas localidades situadas às margens do Tapajós. Os ribeirinhos deslocam-se até Itaituba para utilização de serviços (bancos, hospitais, postos de saúde e escolas), comercialização da produção e compra de bens de consumo (ESCADA, M. I. S. *et al.*, 2009). Como esta campanha limitou-se a percursos terrestres foram realizadas entrevistas com líderes locais em apenas duas localidades, Brasília Legal no município de Aveiro e Barreiras, no município de Itaituba.

Neste contexto, identificou-se a necessidade de estudar o efeito da conexão proporcionada pelo rio Tapajós sobre as localidades ribeirinhas, complementando e aprofundando as análises na região entre Santarém e Itaituba, na área de influência do Baixo Tapajós. Em 2009, realizou-se o trabalho de campo no qual foram coletados os dados utilizados nesta tese (AMARAL *et al.*, 2009).

## 4.2. Aquisição de Dados

Para definir as questões abordadas no levantamento de campo, partiu-se da premissa de que a dinâmica de uso da terra, a condição sócio-econômica 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.

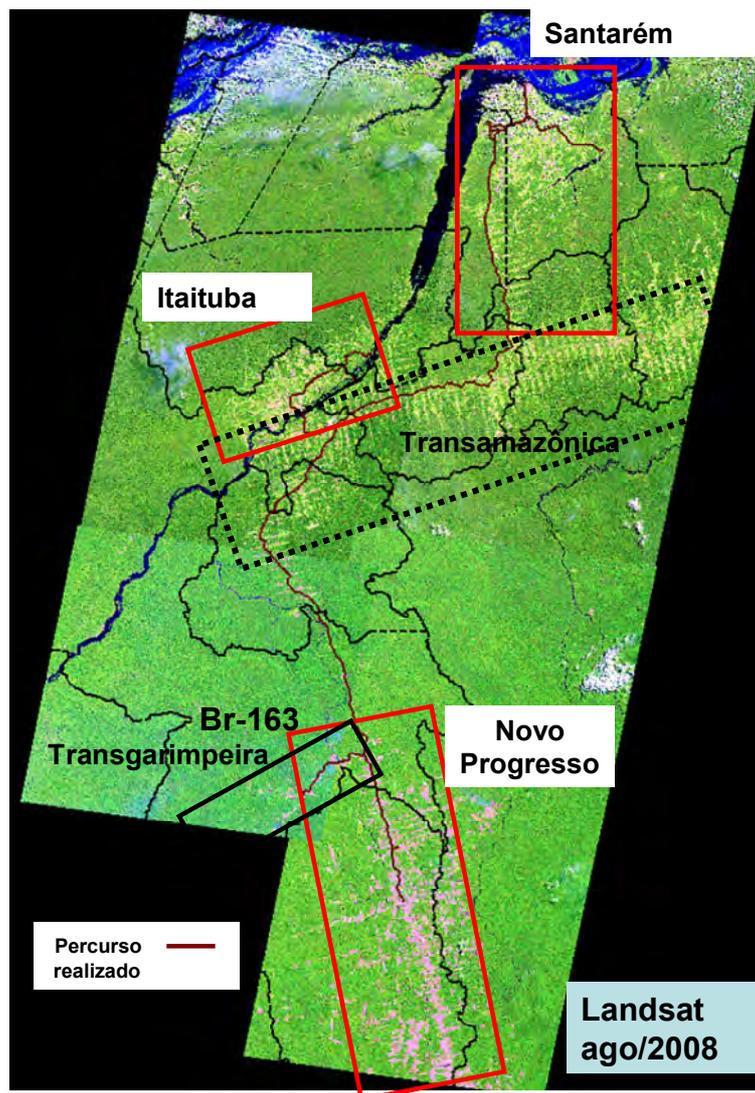


Figura 4.3 - Percurso realizado durante expedição ao DFS da BR-163 em 2008. As áreas em destaque representam os eixos visitados.

Fonte: Escada et al., (2009)

Dentre os objetivos específicos da campanha de campo em questão (AMARAL *et al.*, 2009), três relacionam-se aos objetivos desta tese:

- 1) Identificar e caracterizar as localidades ribeirinhas quanto à disponibilidade e acesso a equipamentos urbanos<sup>12</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 no Rio Tapajós, 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 do Rio na época e na distância entre as localidades. A construção de um banco de dados geográfico fundamentou o planejamento e posteriormente a navegação em campo. Neste banco foram integrados dados provenientes do Zoneamento Ecológico-Econômico da Rodovia BR-163, com a localização geográfica das comunidades ribeirinhas (VENTURIERI, 2008); do Censo Agropecuário de 2006, dados pontuais com localização de domicílios, escolas e estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2006); e de imagens de satélite Landsat TM5 atualizadas (órbitas-ponto 227/62, 227,63, 228/62, 228/63).

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

---

<sup>12</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).

margem esquerda até as proximidades de Alter do Chão (10/07/2009), Neste percurso, dados referentes a 62 localidades foram levantados.

Dois fatores fizeram com que a amostragem na margem direita (36 localidades) tenha sido maior que na esquerda (26 localidades), conforme apresentado na Figura 4.4. Alguns erros de identificação das localidades na base de dados da ZEE utilizada; e a dificuldade de navegação na margem esquerda. A presença de rochas e a orientação das baías desprotegida dos ventos mais frequentes promovem maior incidência de ondas (“banzeiro”) e conseqüentemente, instabilidade de navegação na margem esquerda.

A equipe de campo contou com nove 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 (Figura 4.5).

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, 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.

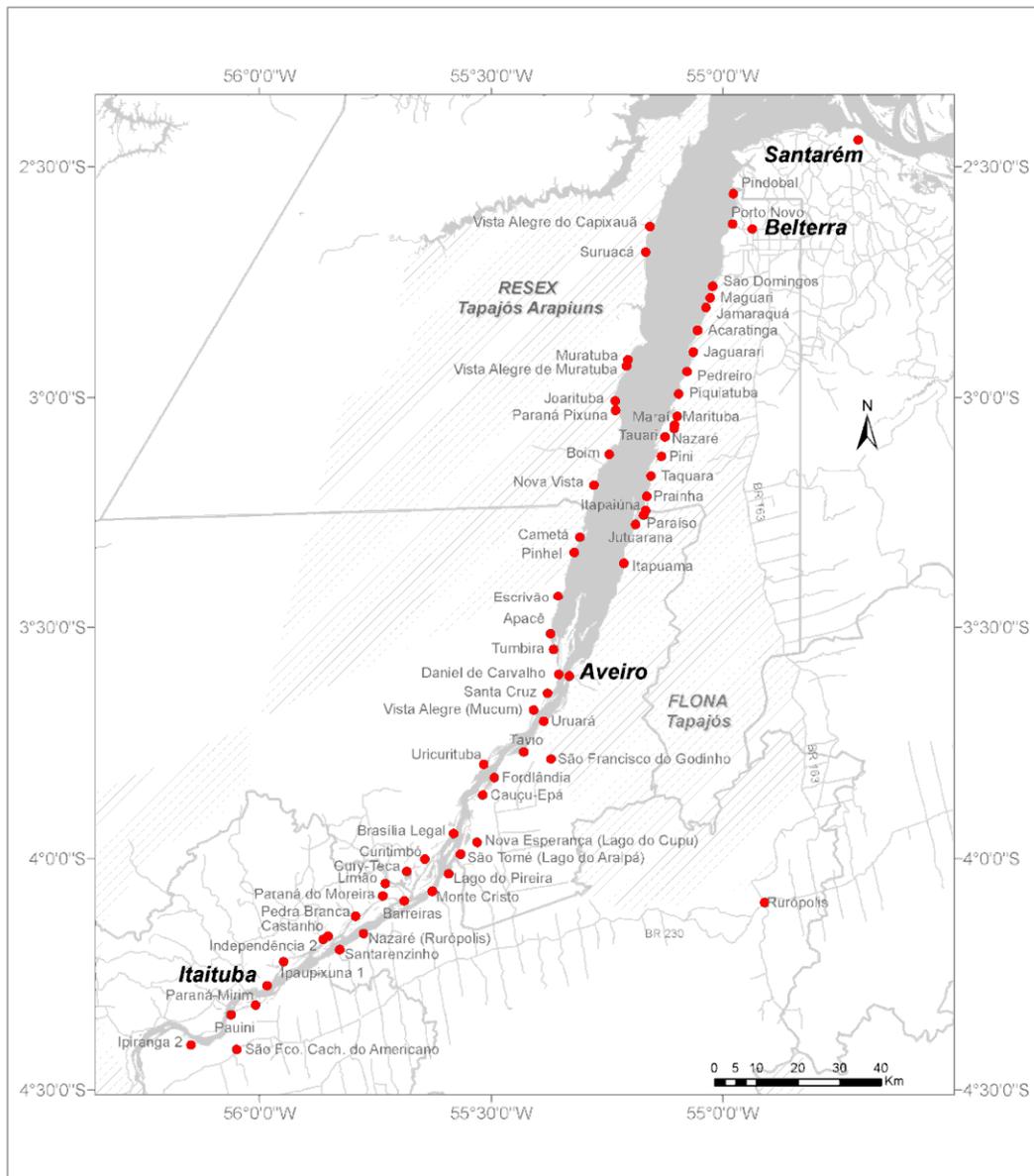


Figura 4.4 – Localidades visitadas durante a expedição de campo.



Figura 4.5 – Barco motor (Eloin) utilizado para a navegação no Rio Tapajós e as lanchas para o deslocamento local das equipes até as comunidades.

Fonte: Amaral et al. (2009)

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 quatro temas distintos, com questões organizadas em planilhas de campo (Anexo):

- a) **A comunidade:** origem, histórico, condição demográfica, renda, abastecimento, organização social, produção;
- b) **Equipamentos e Infraestrutura:** água, energia elétrica, saneamento, lixo, comunicação (telefone e correios), transportes e serviços;
- c) **Saúde e Educação:** equipamentos, atendimento;
- d) **Uso da terra:** 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 4.6.), 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.

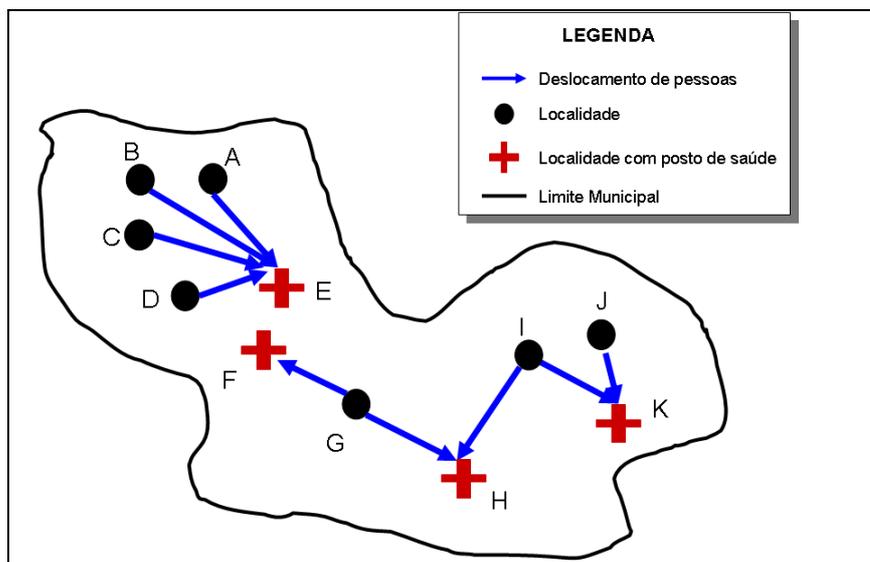


Figura 4.6 – Exemplo hipotético do deslocamento de pessoas entre localidades em busca de posto de saúde.

### 4.3. 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 geradas 284 variáveis no total, divididas em dois grandes grupos: as variáveis 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?”.

A seleção das variáveis relacionais baseou-se em três critérios: ausência de dados, imprecisão/inconsistência da informação coletada e atendimento aos objetivos da pesquisa. Primeiramente se verificou quais variáveis poderiam ser utilizadas na pesquisa segundo a qualidade de coleta. Para tanto as variáveis que não tiveram registro em de 10% das localidades foram descartadas e as que apresentavam alguma inconsistência também. Um exemplo de eliminação por inconsistência foi o da variável relacional socorro médico para emergência. Quando perguntados sobre a localidade a que se dirigiam em busca de socorro médico de emergência, ora os entrevistados falavam que procuravam localidades com posto de saúde, ora procuravam as cidades com os hospitais. Como o conceito de emergência não se manteve consistente para todas as respostas, optou-se por descartar esta variável.

Após esta primeira seleção, fez-se outra baseada nos objetivos da pesquisa. Desta seleção, obteve-se um conjunto de sete variáveis divididas em quatro temas: transporte (2 variáveis), circulação de mercadorias (2), saúde (2) e educação(1). Estudou-se a possibilidade de representar cada uma das sete variáveis relacionais em redes, analisadas no próximo capítulo. Nestas redes as localidades são os vértices e os deslocamentos, as conexões entre as localidades, são os arcos.

#### **4.4. 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. Esta análise foi dividida em três fases. Na primeira fase fez-se a escolha da representação gráfica mais adequada às redes estudadas. Em seguida, as redes foram descritas em detalhe, relacionando-se as variáveis estruturais da rede com as variáveis atributivas das localidades. Neste detalhamento foram também estudados os padrões de conexões das redes por meio de análise de *blockmodel*. Estas análises foram

agrupadas por temas. Na terceira seção procedeu-se uma análise comparativa entre as redes.

Todas as análises sobre as redes geográficas deste trabalho foram realizadas no software livre Pajek (BATAGELJ; MRVAR, 2011), projeto da universidade de Ljubljana, Eslovênia. Dentre os vários programas para análise de redes existentes (HUISMAN; DUIJN, 2009), escolheu-se o PAJEK por ser um software livre, de bastante popularidade no meio acadêmico com excelente material didático. Além de um guia rápido com as instruções de todos os comandos (BATAGELJ; MRVAR, 2011), NOOY *et al.*, (2005) apresentam os conceitos e técnicas básicas de análise de redes sociais (ARS) com exemplos de aplicações utilizando o Pajek.

#### **4.1.1. Representação das redes**

Nesta etapa as variáveis relacionais, que estavam organizadas na forma tabular em colunas de origem e destino, foram convertidas em formato apropriado para a representação das redes. Além disso, foram testadas diferentes formas de representação gráfica das redes.

A primeira tarefa desta etapa foi escolher o formato de dados mais apropriado. Há três formatos comuns em análise de redes, a matriz de origem e destino que é uma tabela, na qual as linhas representam os vértices de origem, e nas colunas os vértices de destino. Em cada célula é especificado o valor do arco que os conecta. O segundo formato é o *node list* que é uma lista de vértices, na qual cada linha define o vértice de origem e todos os vértices de destino. O último formato é o *edge list* que consiste em uma lista de arcos na qual cada linha do arquivo especifica o vértice de origem, o de destino e o valor que a conexão pode assumir (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Em todos os formatos são especificados no cabeçalho do arquivo o número e nome de cada vértice, assim como as coordenadas com a localização de cada um deles na área de desenho da rede. Todos os formatos são especificados por arquivos do tipo texto em programas comuns de edição de texto. Na Figura 4.7, há um exemplo de uma rede (Figura 4.7a) com o cabeçalho de seu arquivo (Figura 4.7b); o formato de matriz de origem e destino, com os valores das células

representando os valores dos arcos (Figura 4.7c); o formato de *node list* (Figura 4.7d) e por fim o formato de *edge list* (Figura 4.7d).

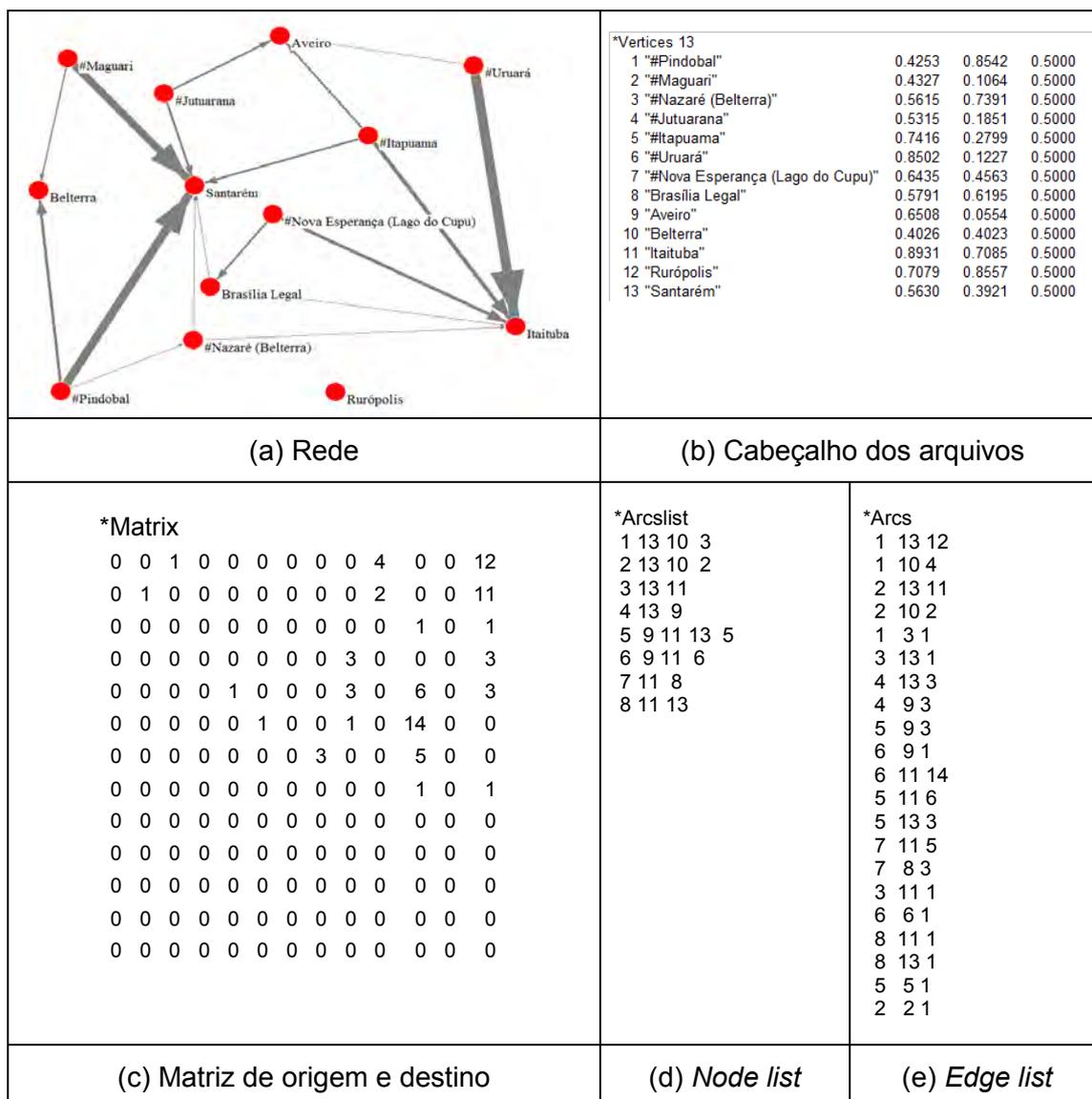


Figura 4.7 – Exemplo de representação de rede (a), ID do vértice, nome e coordenadas de localização dos vértices no cabeçalho e estrutura de dados para representar os arcos tipo matriz de origem e destino (c) *Node list* (d) e *Edge list* (e)

A figura 4.8 apresenta um exemplo de como as variáveis relacionais foram organizadas na forma tabular em planilha eletrônica. Para cada localidade e cidade da área de estudo atribuiu-se um número de identificação único (ID), uma coluna para o nome do local e as demais para as relações. No caso da variável de destino da produção (dest\_prod), a coluna dest\_prod lista os códigos de todas as localidades para as quais a produção daquela localidade

(na coluna localidade) é vendida. Esta estrutura assemelha-se ao formato *node list*, com vértice de origem e em seguida todos os vértices de destino. Porém, como este formato não permite registrar o valor dos arcos, como a distância em quilômetros entre localidades usada nas análises, optou-se então pelo formato de *edge list*.

A criação de um arquivo no formato *edge list*, para cada rede possibilitou a realização dos testes de visualização dos dados em rede no programa PAJEK e em um plugin do mesmo (LEYDESDORFF; PERSSON, 2010) que permite a representação da rede no espaço geográfico. Este plugin gera dados KML para a visualização no Google Earth™. Para isso, além do arquivo da rede em formato do Pajek, foi necessário fornecer a lista de coordenadas geográficas dos vértices. O objetivo destes testes foi identificar a representação gráfica das redes mais adequada para identificar visualmente os principais padrões de conexões de cada uma das redes.

ID	localidade	dest_prod
1	Pindobal	97
2	Porto Novo	503;509
3	Maguari	97
4	São Domingos	509
5	Jamaraguá	509
6	Acaratinga	503;509
7	Jaguarari	509
8	Pedreiro	8;503;509
9	Piquiatuba	503;509
10	Marituba	10;503;509
11	Marai	11;12;503;509
12	Nazaré (Belterra)	12;504
13	Tauari	13;509
14	Pini	503
15	Taquara	503;509
16	Praíha	16;509
17	Itapaiuna	503;509
18	Jutuarana	18;502;509
19	Paraíso	16;17;502;509
20	Itapuama	20;54;502;504;509

4.8 – Exemplo da organização da variável relacional destino da produção em planilha eletrônica.

#### 4.1.2. Descrição das redes

As redes foram descritas por meio de variáveis estruturais: densidade, distribuição do grau da rede, tipos de vértices por grau etc. Os padrões de conexões das redes foram estudados também por meio de uma tipologia de

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

Os valores de índice de conectividade ( $I_c$ ) foram organizados em seis classes ordenando os vértices desde a condição de exclusivamente remetentes de conexões até exclusivamente destinatários (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – 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.

A análise de *Blockmodel* foi realizada no Pajek utilizando-se como critério a equivalência estrutural, ou seja, os vértices são classificados como pertencentes ao mesmo grupo se possuírem exatamente as mesmas conexões com os outros vértices na rede. 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 classificada segundo o modelo de *Blockmodel* ajustado para esta rede (cada cor de vértice corresponde a um bloco). A Figura 4.9b apresenta o modelo simplificado 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.

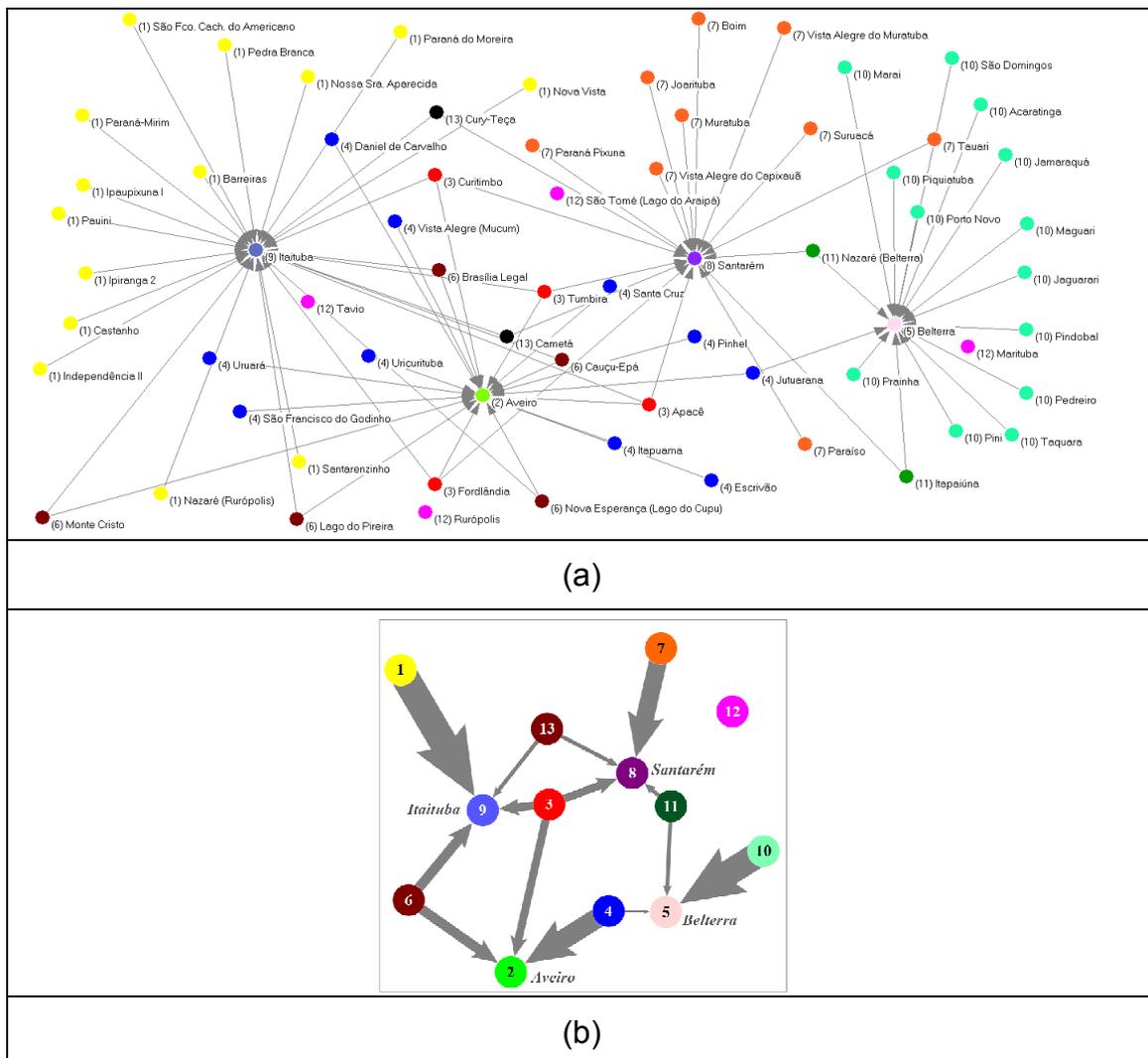


Figura 4.9 – Rede de Hospitais classificada segundo blocos (a) e modelo simplificado da rede após *shrink* (b).

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 apenas as redes de bens de consumo, produção, hospital e transporte foram estudadas.

#### **4.1.3. Comparação entre as redes**

Após a descrição de cada uma das redes, fez-se uma comparação mais sumária entre as estruturas delas de modo a cumprir dois objetivos. O primeiro foi verificar se haviam redes com estruturas muito semelhantes, para eliminar possíveis redundâncias das análises. O segundo objetivo foi responder a algumas questões sobre a natureza das redes.

Como as métricas utilizadas para a comparação entre redes não são aplicáveis para redes do tipo *multiplex* (NOOY *et al.*, 2005), as redes de educação e transporte foram simplificadas de modo a representar uma única relação. Nesta operação, quando há mais de um arco ligando dois vértices (um de cada tipo de relação), este é substituído por apenas um arco. Na Figura 4.10a observa-se a rede de educação com os três tipos de relação: o primeiro ciclo do fundamental representado na cor laranja, o segundo ciclo em verde, e o ensino médio em azul. Na Figura 4.10b observa-se a mesma rede depois da simplificação. Analisando-se a estrutura das duas redes percebe-se que não há alteração no padrão de conexão, há apenas uma diminuição na quantidade de arcos na rede.

Desta forma, a comparação foi realizada entre seis redes: Educação (simplificada), Transporte (simplificação de Fluvial e Terrestre), Posto de saúde, Hospital, Bens de consumo e Produção.

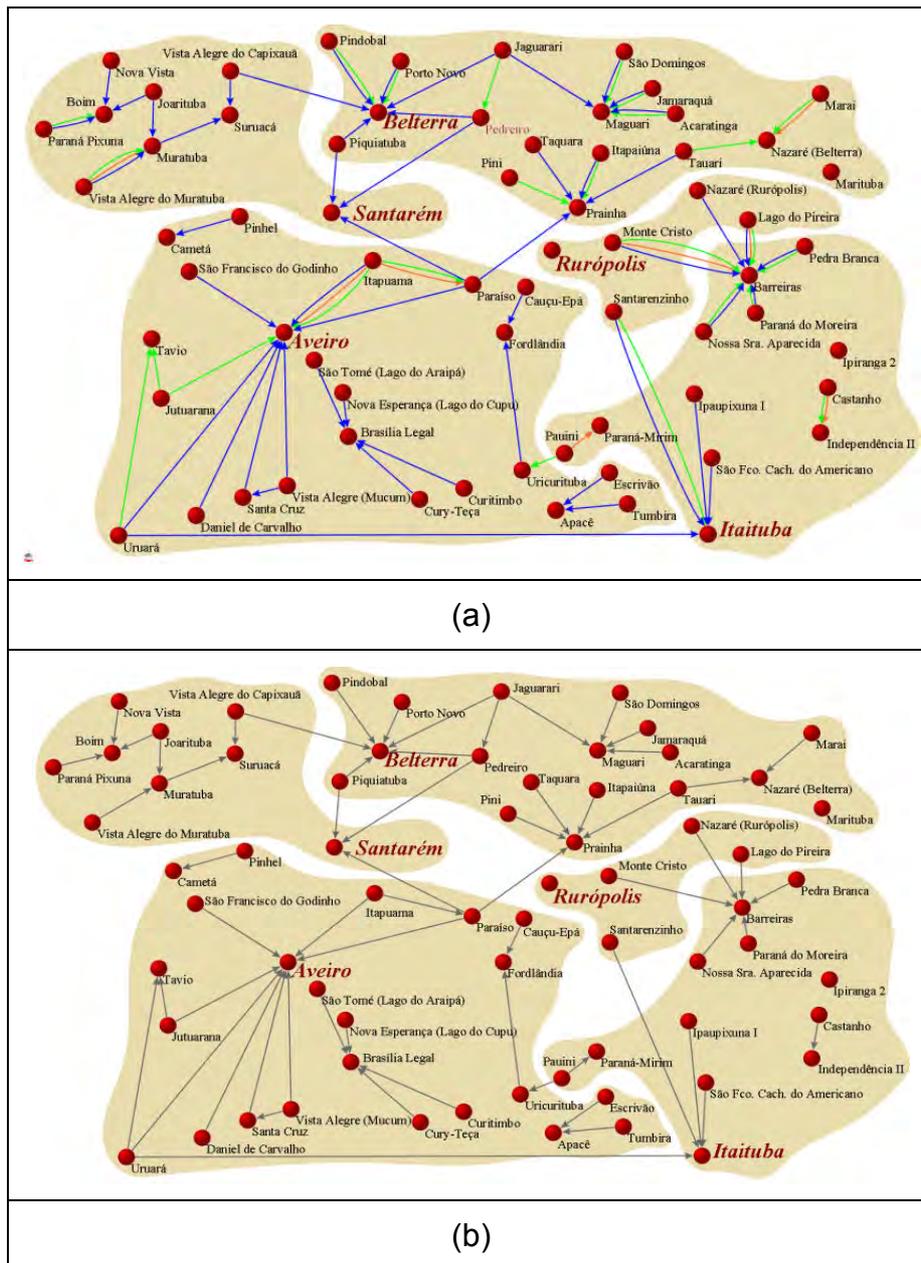


Figura 4.10 – Simplificação da rede de educação das localidades do Baixo Tapajós – 2009.

Na comparação entre as redes partiu-se de algumas questões relacionadas à natureza das mesmas. Estas questões foram analisadas e discutidas a partir de medidas associadas à estrutura das redes, às distâncias dos vértices, à sobreposição de redes, e à centralização das redes.

A primeira questão é relativa à premissa de que as redes de Educação e Posto de saúde seriam mais descentralizadas que as demais redes, uma vez que a descentralização destes serviços é prevista como política de governo

(PRISCILA *et al.*, 2006; RODRIGUEZ, 2001). A análise da estrutura das redes foi realizada para verificar este pressuposto, a partir dos indicadores estruturais de densidade, centralização, análise de componentes e índice de conectividade.

A segunda questão discute as diferenças quanto à distância dos vértices, nas diferentes redes. Supõe-se que nas redes de Educação e Posto de saúde a maioria dos deslocamentos seja de curta distância. Nas redes de Circulação de mercadorias (bens de consumo e produção) e Hospital as distâncias devem ser maiores por conta das atividades de comercialização e dos serviços hospitalares estarem concentrados nas cidades da região. Para verificar esta suposição seriam necessários dados de distância entre todos os pares de localidades (e cidades) conectados nas redes estudadas. Na ausência de dados consistentes para todas as localidades quanto à distância real percorrida nas estradas e no Rio Tapajós, optou-se por trabalhar com a distância euclidiana como uma aproximação da distância real. A distância euclidiana é a menor distância em linha reta entre dois pontos. Com auxílio de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (ArcGis 9.3, algoritmo *Point distance analysis*) calculou-se a matriz de distância euclidiana entre todos os pares de localidades e/ou cidades. Os valores da matriz de distância foram associados aos arcos das redes. Assim, por exemplo, na rede de Hospital um arco que liga a localidade de Cury-Teça (localizada na margem esquerda do Tapajós, no município de Itaituba) à Santarém receberá o valor de 206 km que é a distância em linha reta, ou seja a distância euclidiana entre elas.

A terceira questão é supor que a existência de conexões das redes de Transporte influencia a existência de conexões nas demais redes. Para avaliar e quantificar a influência da rede de transporte em cada uma das redes fez-se o cruzamento de transporte com elas e, em seguida, calculou-se a porcentagem de interseção entre as conexões.

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.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise da rede de localidades do Baixo Tapajós são apresentados em quatro seções. A primeira apresenta as variáveis relacionais selecionadas para a geração das redes, assim como as atributivas para a caracterização das localidades. A segunda seção apresenta os resultados dos testes realizados para a escolha do tipo de representação gráfica adotado para as redes analisadas nesta tese. A terceira tem como objetivo detalhar a descrição de cada um dos temas pesquisados, apresentando as características particulares da estrutura de cada uma das redes. A quarta seção concentra-se na comparação entre as redes, com o objetivo de fornecer subsídios para comprovar ou refutar as premissas sobre as diferenças estruturais das redes.

Os resultados aqui discutidos são reflexo da metodologia de coleta de dados adotada no campo. As cidades da área 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 as 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. Deste modo, em nenhuma das 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 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 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.

### **5.1. Seleção de variáveis**

As variáveis relacionais escolhidas e o significado delas para a pesquisa estão descritas a seguir, assim como as variáveis atributivas selecionadas para a caracterização das localidades.

O tema transporte descreve a existência de transporte regular para cidades ou localidades, separado nas variáveis de transporte fluvial e terrestre. Neste trabalho partiu-se da premissa que o conhecimento da estrutura da rede de transportes revela as oportunidades e restrições de conexão das localidades aos centros urbanos e assim aos serviços públicos e mercados disponíveis nestes locais. Neste contexto as redes de transporte, constituem um importante substrato para a compreensão da estrutura das demais redes.

Para o tema circulação de mercadorias duas variáveis foram selecionadas: compras de bens de consumo (roupas, panelas, alimento que não é produzido no local, entre outros) e venda da produção local (agricultura, pesca, pecuária e farinha de mandioca). O propósito da análise destas redes foi verificar se suas estruturas revelavam a existência de centros locais de comercialização e se a conexão das localidades com estes centros e com as cidades obedece a algum padrão espacial.

No tema saúde, as variáveis selecionadas foram o deslocamento a procura de postos de saúde e o deslocamento para utilização de hospitais. O estudo da rede de Posto de Saúde, assim como a rede de Educação pode revelar padrões de conexões mais locais (entre localidades próximas uma das outras ao invés do binômio localidade-cidade) dada a estrutura descentralizada da prestação destes serviços públicos (PRISCILA *et al.*, 2006; RODRIGUEZ, 2001). Espera-se que a partir destas redes revele-se um novo conjunto de centros locais distinto dos centros identificados nas redes de circulação de mercadorias. A partir da análise da estrutura da rede de Hospital espera-se obter uma relação entre o nível de serviços oferecidos nos hospitais da região

e o tamanho da área de influência de cada uma das cidades (únicos locais da rede que possuem hospitais).

Para o tema educação, apenas a variável de deslocamento para acesso a escolas foi selecionado. Neste caso, as conexões foram classificadas segundo o nível de ensino em: fundamental do primeiro ciclo (antigo primário), fundamental do segundo ciclo (antigo ginásio) e ensino médio. Além da emergência de novos tipos de centralidades, espera-se que da análise destas redes obtenha-se um padrão hierarquizado de conexões segundo o nível de ensino oferecido em cada localidade.

A seleção das variáveis atributivas foi realizada após uma auditoria para verificar a qualidade das variáveis em função da completude do preenchimento das respostas para todas as localidades. As variáveis que tiveram mais de 10% de campos com as respostas, “não informado” ou “sem informação”, foram descartadas. Após esta primeira seleção escolheu-se o conjunto final de variáveis para a caracterização das localidades em relação às redes estudadas. Para os temas de saúde, educação e circulação de mercadorias foram escolhidas as variáveis listadas na Tabela 5.1. Um subconjunto de variáveis também foi definido para caracterização geral das comunidades (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Variáveis atributivas selecionadas para auxiliar na análise das redes.

Tema	Variáveis
<b>Educação</b>	Presença de escola do ensino fundamental – primeiro ciclo.
	Presença de escola do ensino fundamental – segundo ciclo.
	Presença de escola do ensino médio
	Presença de Ensino para Jovens e Adultos
	Presença de Telecentro <sup>13</sup> .
<b>Saúde</b>	Presença de posto de saúde
	Atendimento de agente de saúde
	Atendimento do Abaré
<b>Circulação de Mercadorias</b> (com distinção entre produção para subsistência e para a comercialização)	Presença de lavoura de Arroz
	Presença de lavoura de Feijão
	Presença de lavoura de Milho
	Presença de lavoura de Mandioca
	Produção de Frutas
	Produção de Farinha
	Pesca
	Caça
	Pecuária
Caracterização geral da localidade	População
	Idade da comunidade
	Localização em Unidade de Conservação
	Tipo de localidade (Cidade, distrito, ou localidade)
	Margem do rio
	Município onde está situada

## 5.2. Representação gráfica

A primeira decisão metodológica para análise das redes foi identificar a representação gráfica mais adequada para a interpretação dos padrões de conexões das redes. A primeira possibilidade seria mapear todas as seis redes, Transporte, Bens de Consumo, Produção, Hospitais, Posto de Saúde e Educação em uma única representação gráfica (Figura 5.1). Como esta opção não permite distinguir nenhum padrão de conexão, verificou-se a possibilidade

<sup>13</sup> Telecentros Comunitários são espaços públicos providos de computadores conectados à Internet com banda larga, onde são realizadas atividades, por meio do uso das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação), com o objetivo de promover a inclusão digital e social das comunidades atendidas. Os telecentros são produto de uma parceria entre a Rits (rede de informações para o terceiro setor) e a Petrobrás (programa Desenvolvimento e Cidadania). Foram projetadas e instaladas mais de 50 telecentros em várias comunidades no Brasil. Para maiores informações acessar: <http://www.rits.org.br/>.





município facilitou-se a interpretação visual da relação geográfica e de pertencimento das localidades em relação aos municípios da rede (Figura 5.5). Com esta representação é possível constatar, por exemplo, que os moradores da maioria das localidades procuram atendimento hospitalar na sede do município no qual residem.

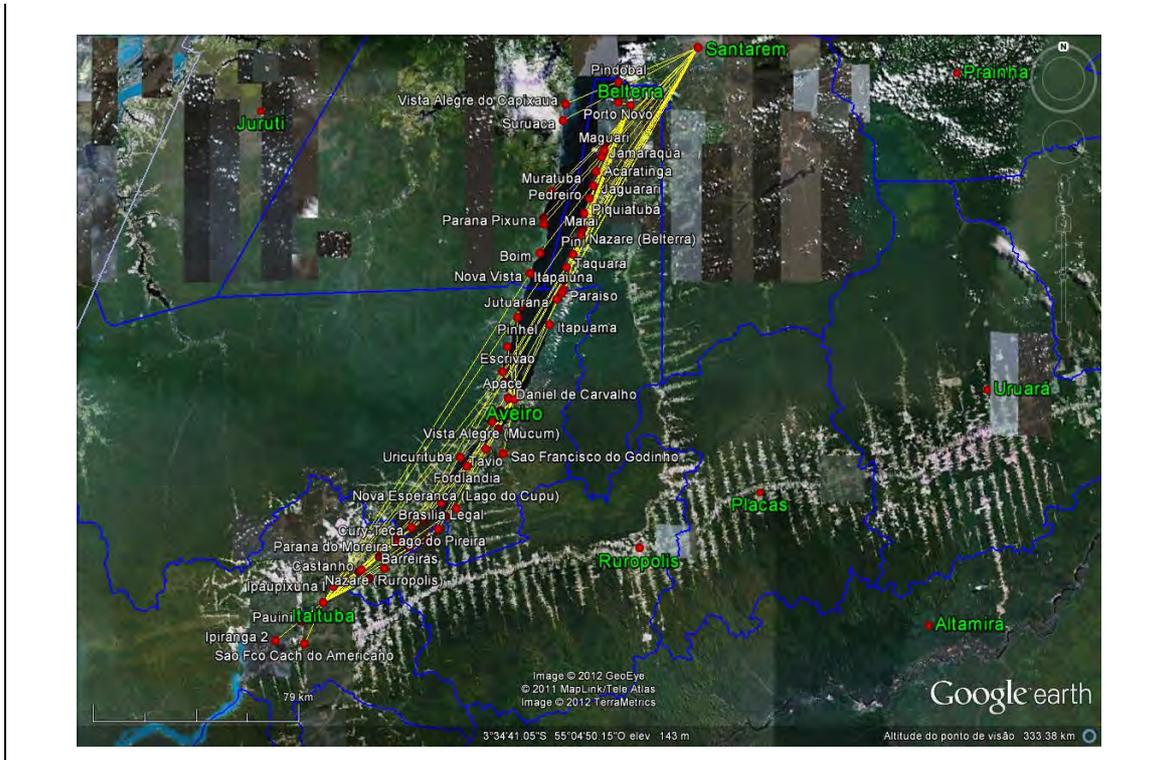


Figura 5.4 – Representação geográfica da rede de Hospitais do Baixo Tapajós. 2009.

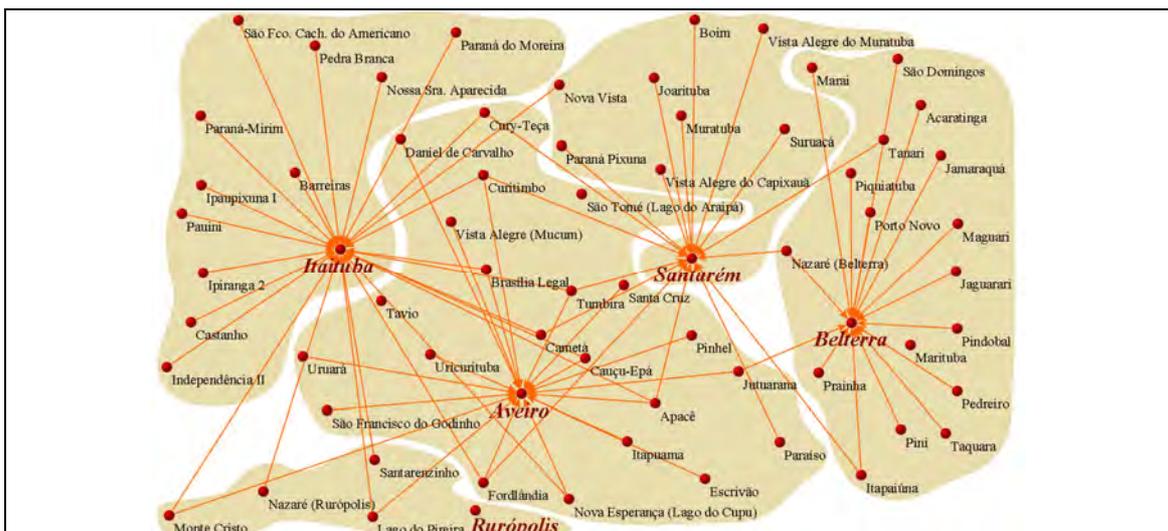


Figura 5.5 – Representação gráfica da rede de Hospitais do Baixo Tapajós. 2009.

Localidades agrupadas esquematicamente por município de pertencimento.

### **5.3. Descrição das Redes**

#### **5.3.1. Transporte**

Os arcos da rede de transporte representam as conexões existentes entre as localidades e as cidades da região 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.

A figura 5.6 apresenta a 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 rede é a predominância das conexões fluviais, dos 129 arcos existentes na rede, 80 (62,0%) são desta natureza, enquanto 49 (38,0%) são terrestres.

A diferença entre as redes é ressaltada na Figura 5.7, 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).

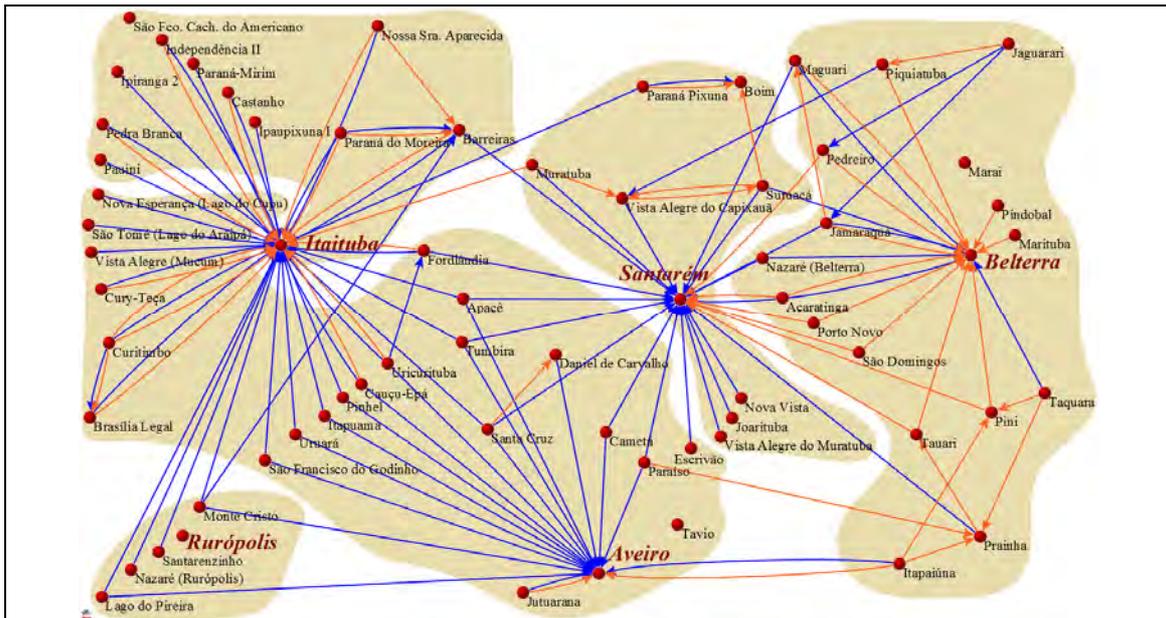
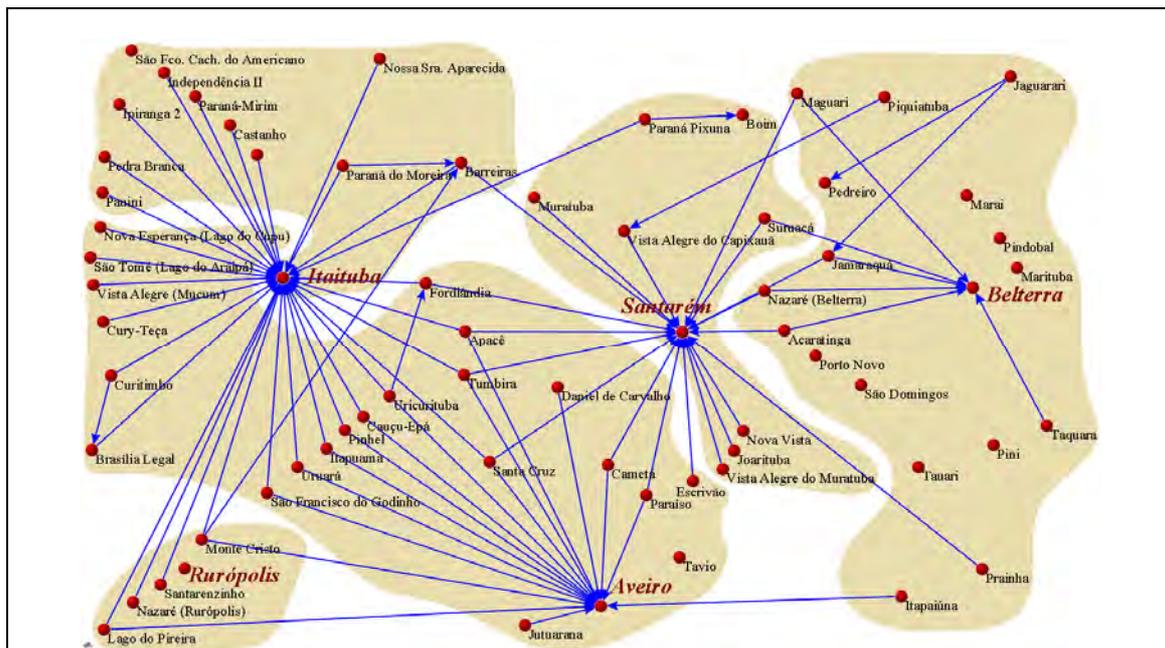
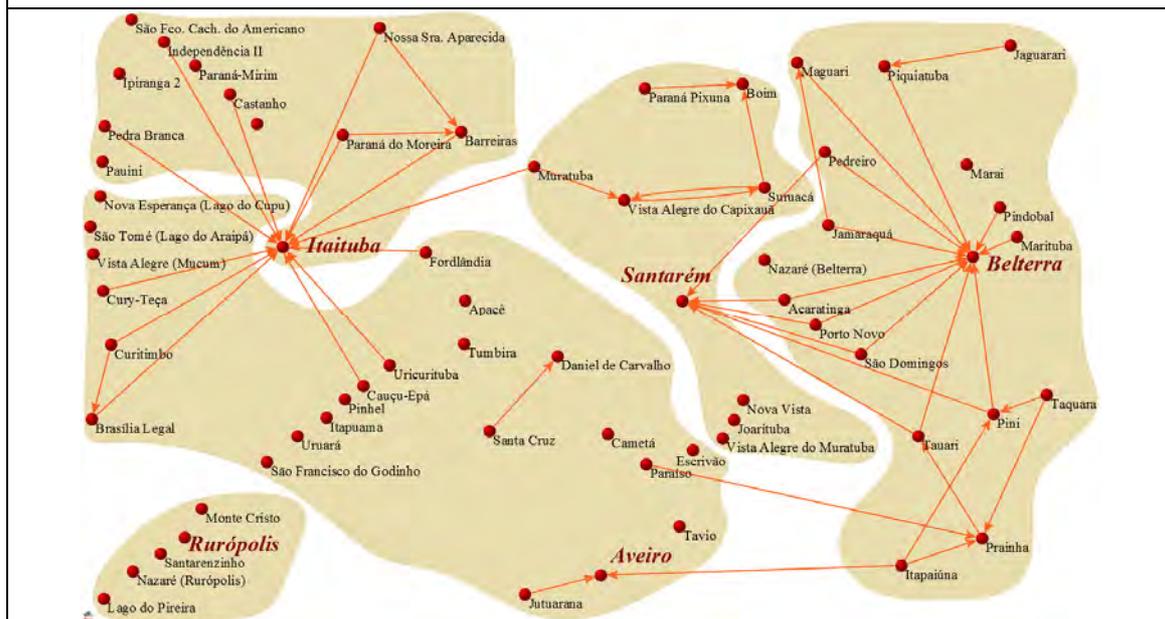


Figura 5.6 – Rede de transporte segundo tipo de conexão fluvial (azul) e terrestre (laranja).

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) Rede de Transporte fluvial



(b) Rede de Transporte terrestre

Figura 5.7 – Redes de Transporte, (a) fluvial, (b) terrestre.

Examinado o padrão espacial das redes (Figura 5.7), 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 5.7b) 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 5.8) 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.

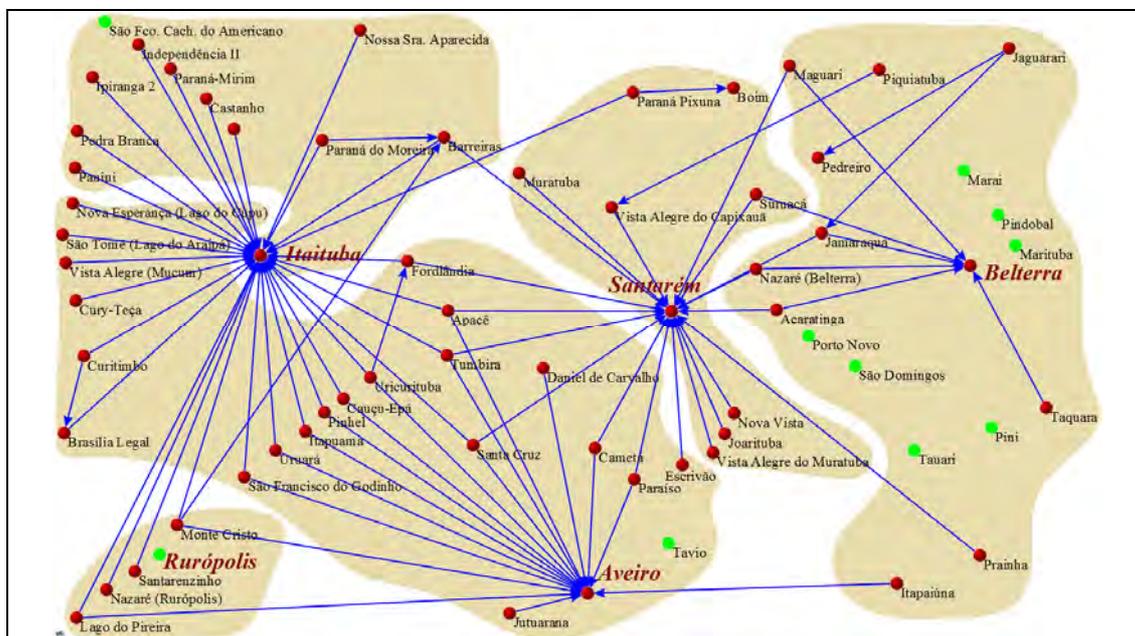


Figura 5.8 – Redes de Transporte Fluvial representando as componentes da análise de coesão: vértices isolados representados pela cor verde e vértices conectados em vermelho.

A rede de Terrestre (Figura 5.9) 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.

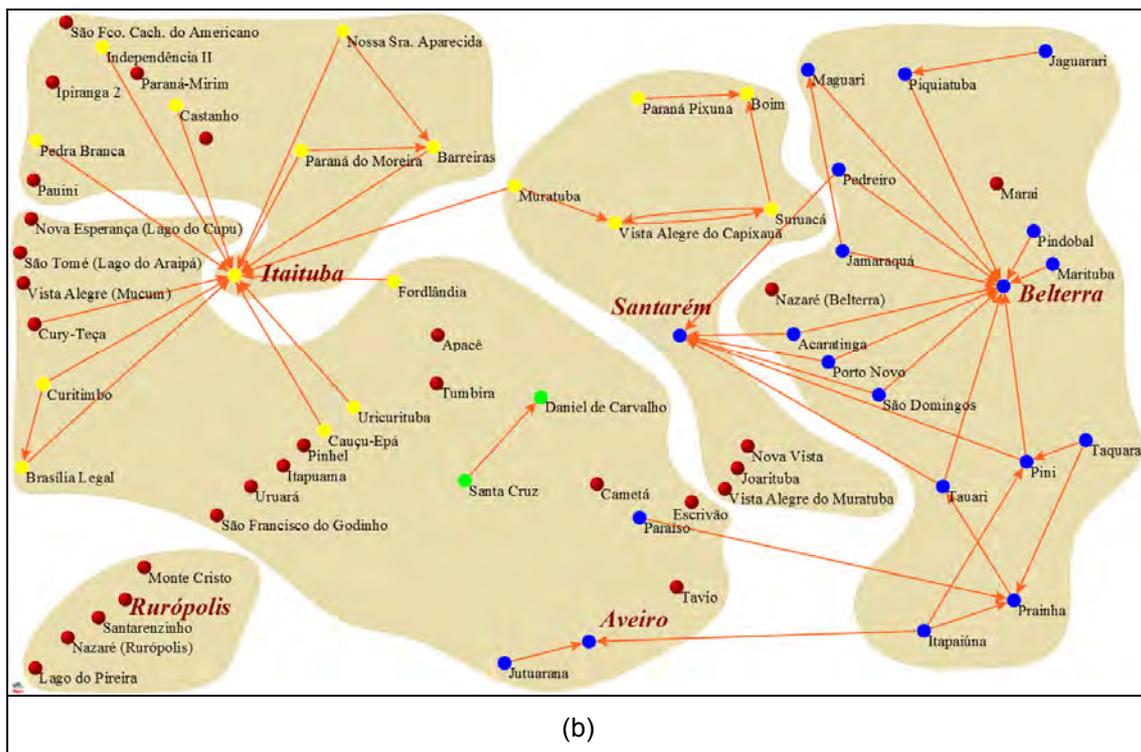


Figura 5.9 – Redes de Transporte Terrestre representando as componentes da análise de coesão: vértices isolados representados pela cor vermelha e vértices conectados em azul, verde e amarelo.

O segundo maior componente (vértices em amarelo na Figura 5.9) 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 Curitiba. O terceiro grupo constitui-se de localidades de Aveiro, na margem direita que possuem ligao terrestre com Itaituba até o ponto de

travessia por balsas na localidade de Miritituba<sup>14</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 5.8 e 5.9: 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 5.10). No caso do transporte terrestre esta proporção cai para 64% (Figura 5.10). Esta particularidade das conexões terrestres advém dos deslocamentos entre localidades ligadas por estradas que são paralelas às margens do rio e às rotas de curta distância (menos de 15 km de extensão).

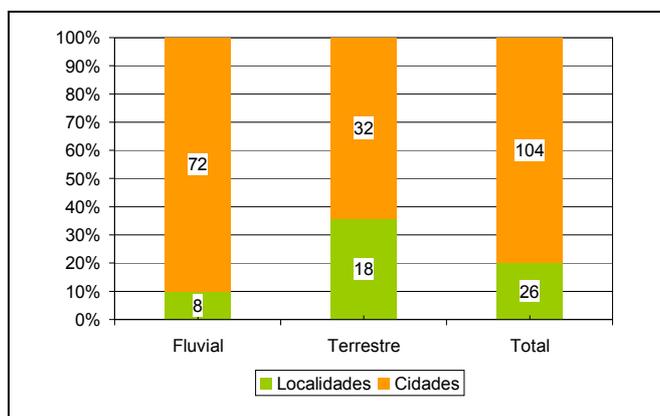


Figura 5.10 – Número e proporção de conexões por tipo de transporte, fluvial, terrestre e total segundo tipo de destino, localidade ou cidade.

Investigando-se a relação entre o tipo de transporte e a extensão dos deslocamentos (Figura 5.11), observou-se que os deslocamentos terrestres se concentram em faixas de distâncias menores, enquanto que as rotas fluviais

<sup>14</sup> Localidade não visitada no campo devido a problemas de navegação.

são geralmente de maior extensão, confirmando e quantificado o padrão observado apenas qualitativamente no campo (AMARAL *et al.*, 2009).

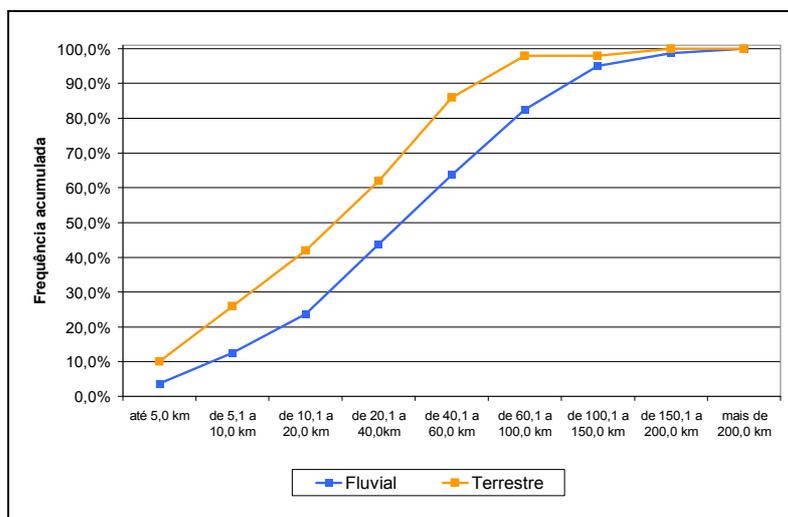


Figura 5.11 – Histograma acumulado da proporção de arcos por faixa de distância percorrida segundo tipo de transporte.

Analisando a distribuição do grau de saída das duas redes (Figura 5.12a) observa-se que a maioria das localidades se conecta a um ou dois destinos diferentes, grau de saída com valores um e dois. Na rede Fluvial 70,0% dos vértices possuem grau de saída entre um e dois e na rede Terrestre esta proporção é de 50%. Considerando-se que a rede Terrestre possui um número menor de arcos, mesmo com estas proporções diferenciadas pode-se dizer que as redes têm padrão semelhante de grau de saída. (Figura 5.12a). Em contrapartida a distribuição do grau de entrada difere entre as redes (Figura 5.12b). As duas redes concentram o destino de suas conexões em um número reduzido de vértices. Na rede terrestre apenas 13% dos vértices (15) recebem conexões, enquanto que na rede Fluvial esta proporção é ainda menor, 8% (11). Apesar dos valores, tanto em termos de proporção quanto em número absoluto não serem tão diferentes, a distribuição do grau de entrada na rede Fluvial é muito mais concentrada que na Terrestre. A partir da observação das duas redes com o tamanho dos vértices proporcional ao número de arcos recebidos (Figura 5.13) observa-se o padrão mais concentrado da rede Fluvial, especialmente para as cidades. A rede Fluvial (Figura 5.13a) tem como principais destinos: Itaituba que recebe 31 conexões, seguido de Santarém com valor 19, Aveiro com 16 e Belterra com 6 localidades. A posição de

Santarém e Itaituba como centros de hierarquia mais elevada na rede urbana brasileira explica este tipo de padrão (IBGE, 2008).

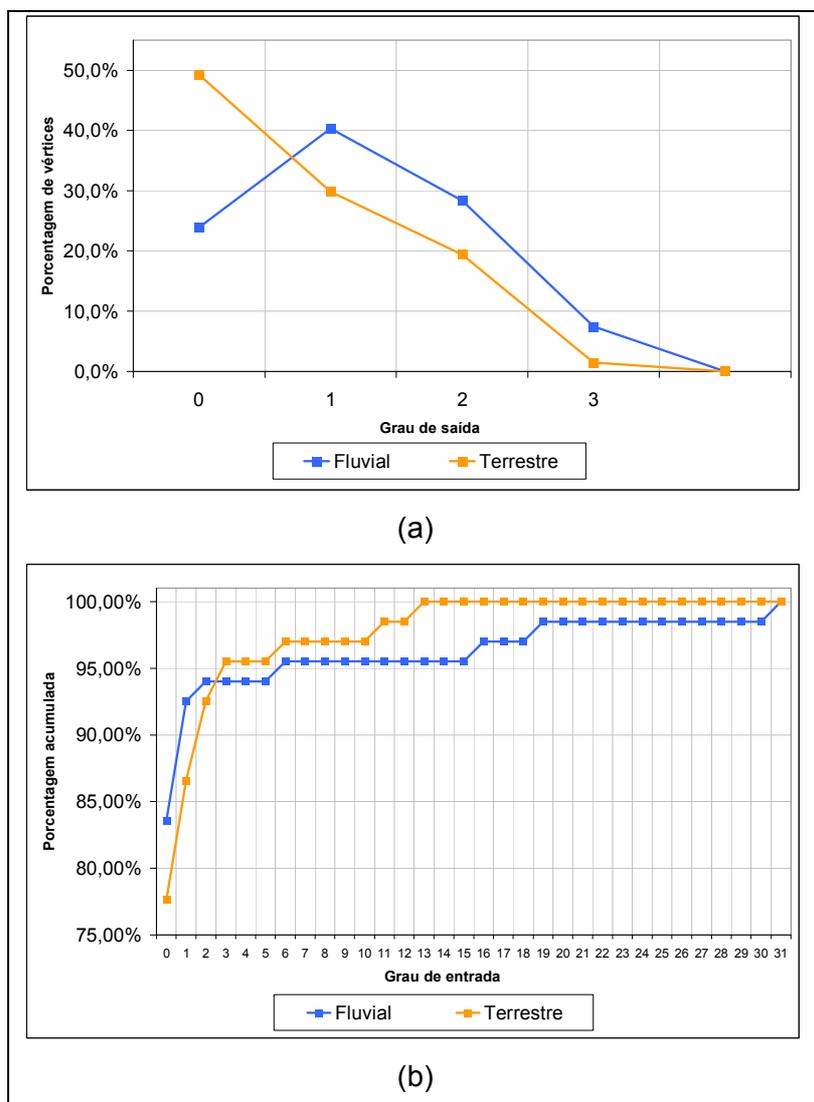


Figura 5.12 – Histogramas para o grau de saída (a) e grau de entrada (b) da rede Fluvial e Terrestre.

Na rede Terrestre (Figura 5.13b) 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 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



A Figura 5.14 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 5.14b) do que na rede Fluvial (5.14a). 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 dispõe 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.

Analisando-se a classe Exclusivamente Destinatários (vértices representados na cor amarela na Figura 5.14) 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 aparece 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 a falta de informação de transporte sobre esta localidade.

A classe dos Exclusivamente Remetentes, representada pela cor verde clara na Figura 5.14, 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.

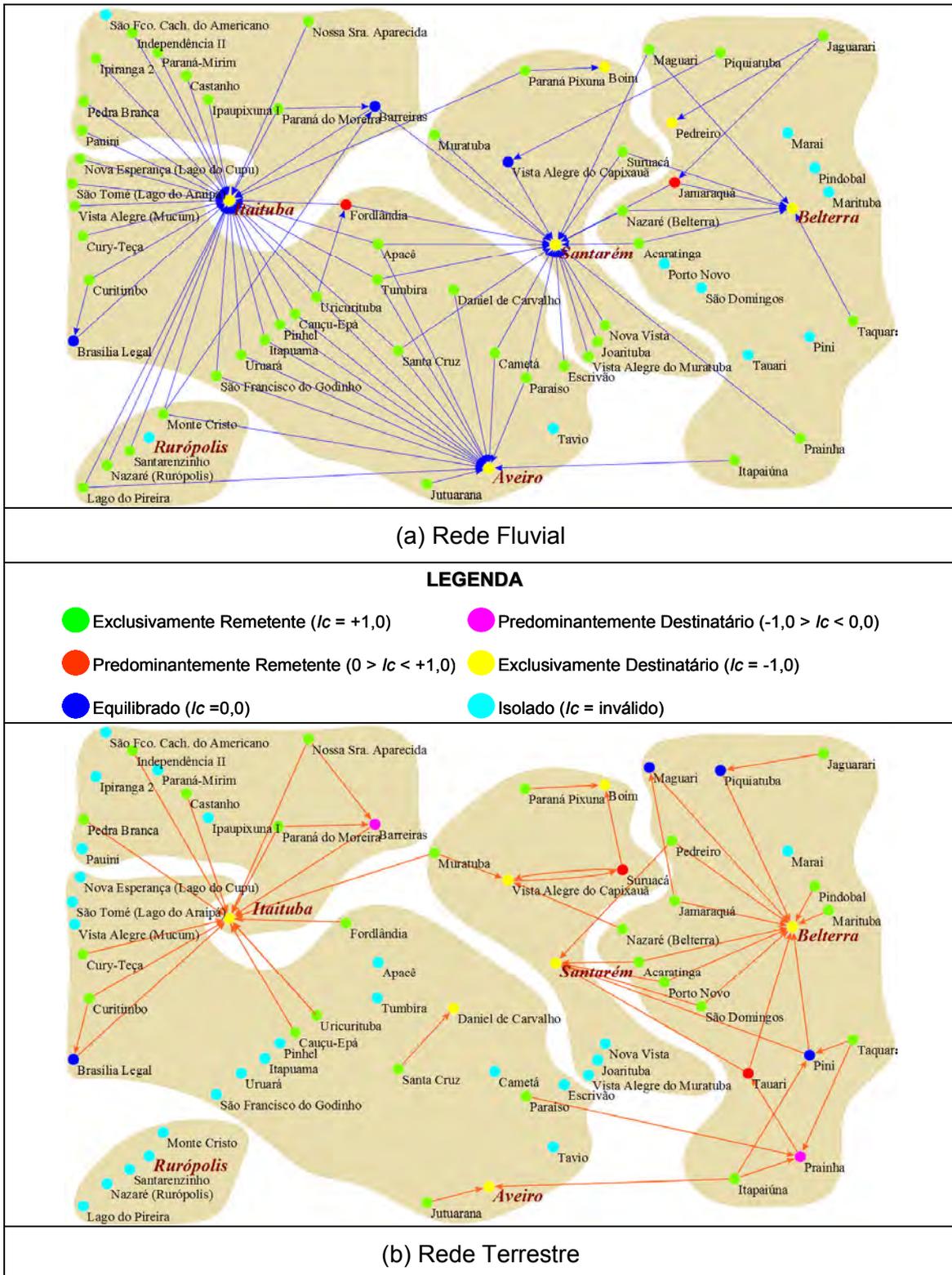


Figura 5.14 – Representação das redes Fluvial (a) e Terrestre (b) quanto às classes do índice de conectividade.

Apenas três comunidades na rede Terrestre foram classificadas como Equilibrada (cor azul escuro na Figura 5.14) Situadas em Belterra, estas localidades próximas uma 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).

A classe de Predominantemente Destinatários (em rosa na Figura 5.14.) 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 5.14), 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 5.15a). 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 5.15 b 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 5.15c, localizadas nas penúltimas linhas da matriz de blocos (Figura 5.15a).

A Figura 5.15d apresenta a matriz em uma rede reduzida em blocos, onde cada classe é um vértice, e os arcos representam a intensidade de conexões de dimensão das interações. Da rede reduzida (Figura 5.15e) 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 5.15c) 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 5.16. 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 5.16. 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.

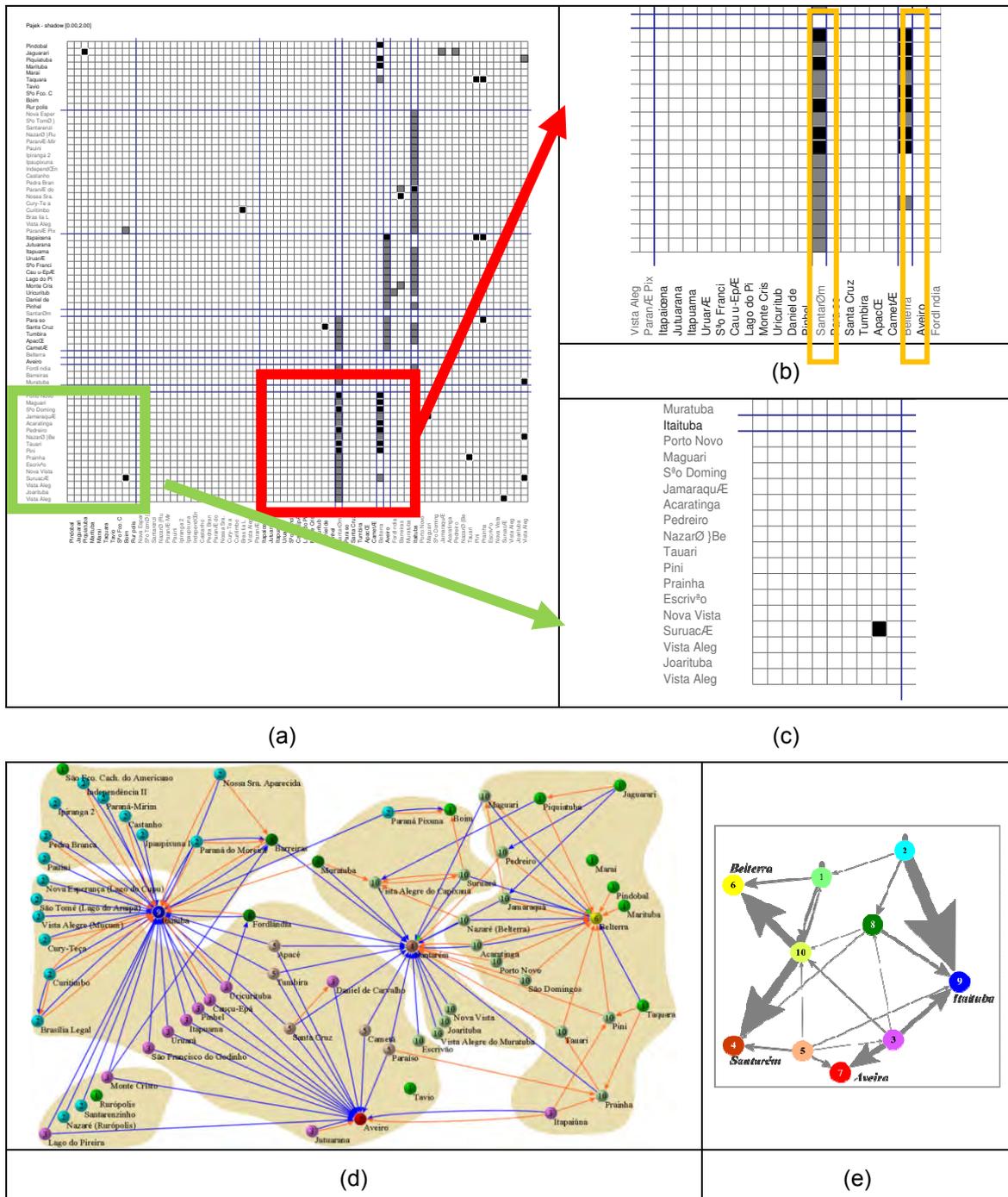


Figura 5.15 – Matriz de origem e destino da rede de transporte organizada em blocos (a), detalhe da origem e destino da classe 10 (b) e (c), rede de Transporte com vértices categorizados segundo classes do modelo em blocos (d) e Rede reduzida com a representação do modelo em blocos (e).

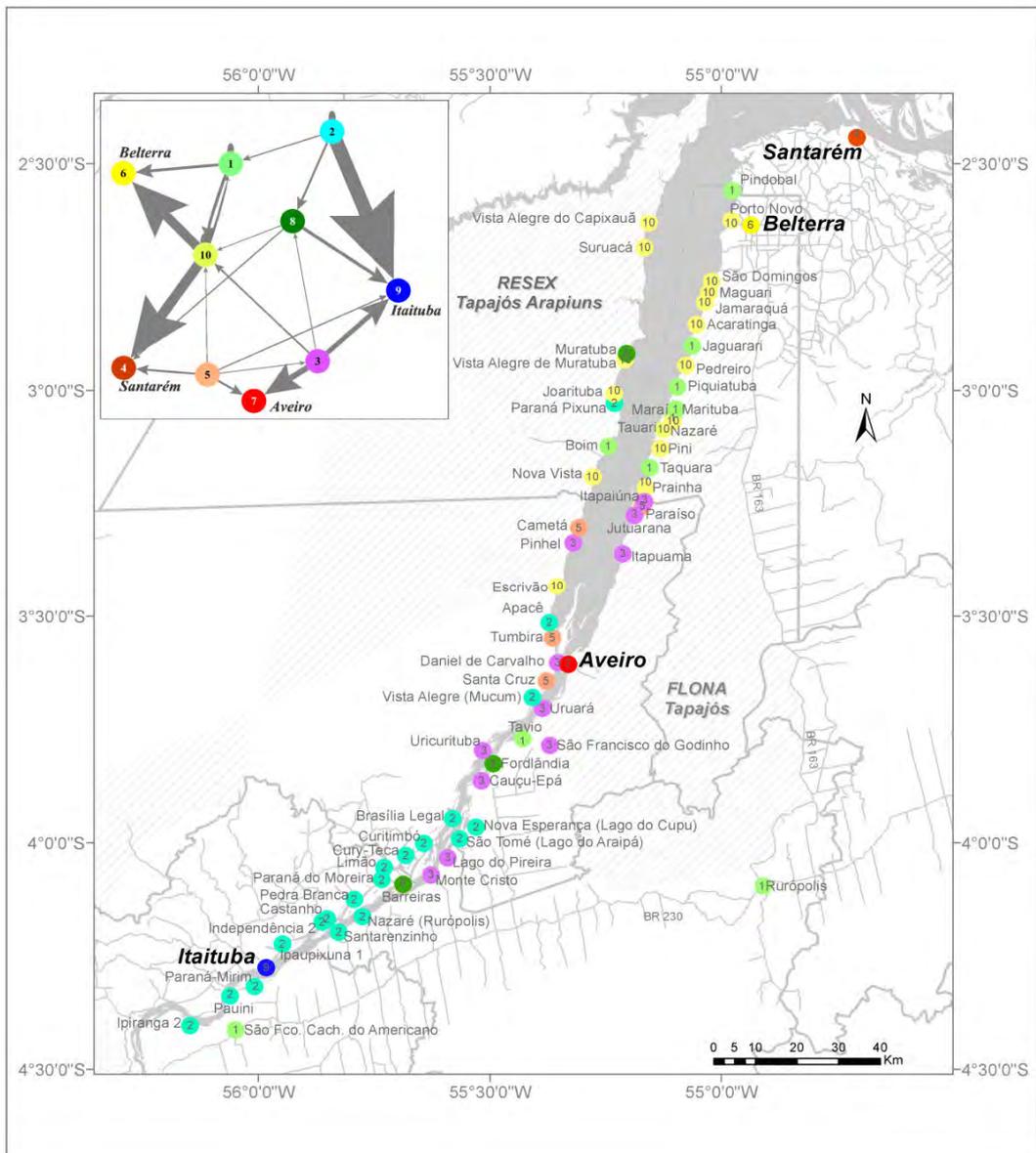


Figura 5.16 - Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Transportes.

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;
- As distâncias percorridas no transporte Terrestre são mais curtas do que no Fluvial.
- Há um maior número de destinos na rede Terrestre.

### **5.3.2. Circulação de Mercadorias**

O tema circulação de mercadorias é composto pelas 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 rede de produção representa os destinos para onde a produção local (agropecuária, pesca, caça e manufatura simples) é vendida.

A representação gráfica das duas redes (Figura 5.17) 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 5.18), 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 5.17a) 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 5.19). Analisando as duas Figuras, 5.17a e 5.18, observa-se que localidades de Santarém (pertencentes à classe Três) 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.

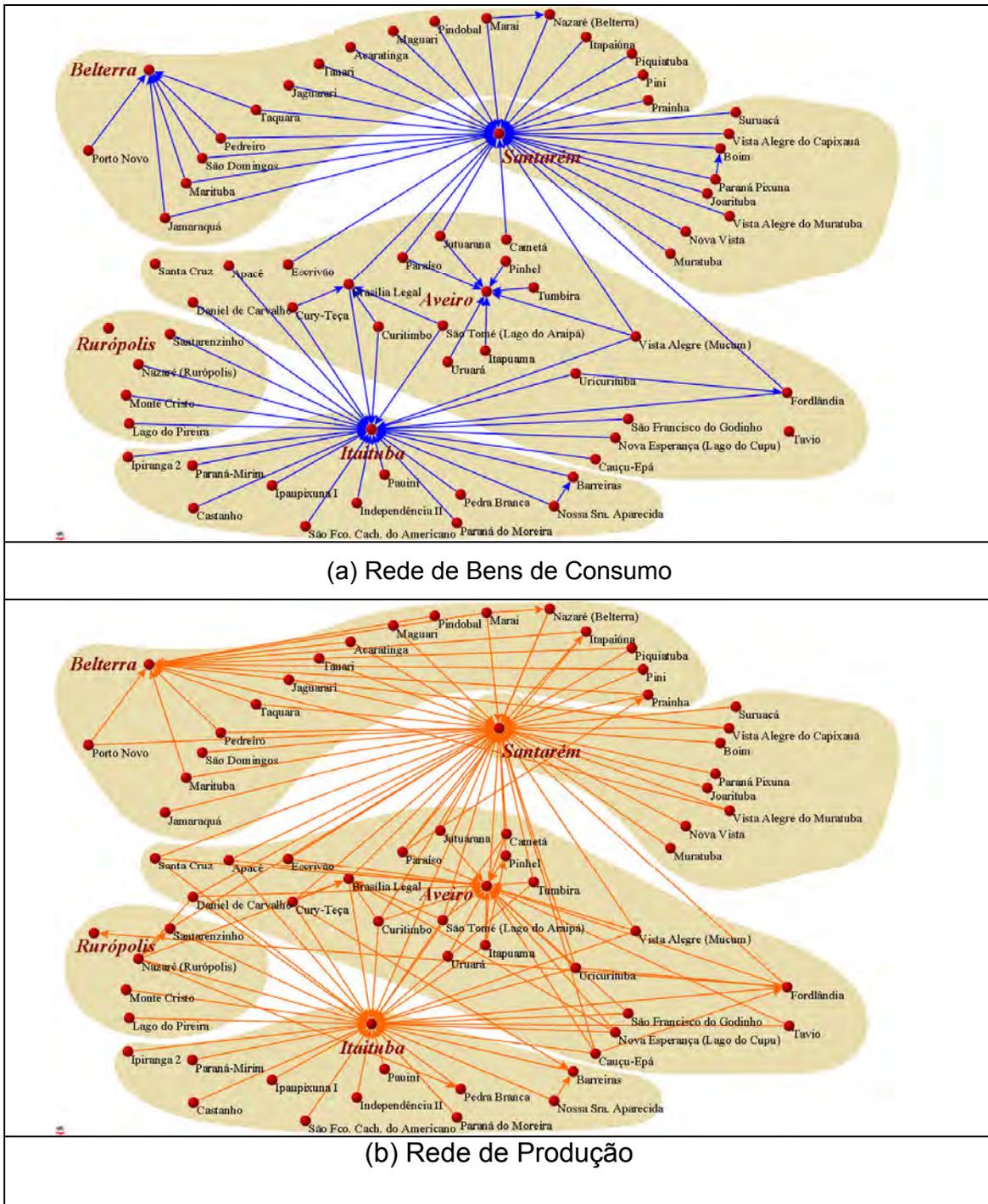


Figura 5.17 – Redes de Circulação de mercadorias, (a) rede de Bens de Consumo e (b) rede de Produção.

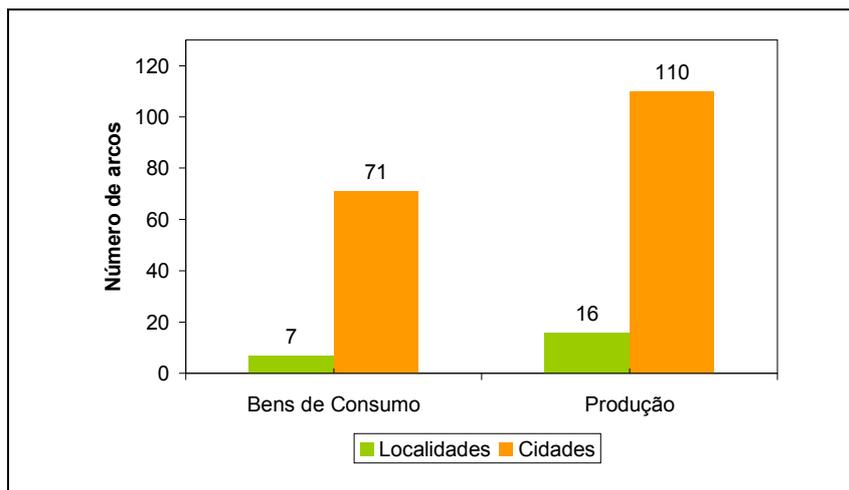


Figura 5.18 – Número de Arcos por tipo de destino, Localidade ou cidade, segundo tipo de rede.

As localidades ribeirinhas de Rurópolis e Itaituba, classe 10 do modelo (Figura 5.19), 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 5.19).

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.

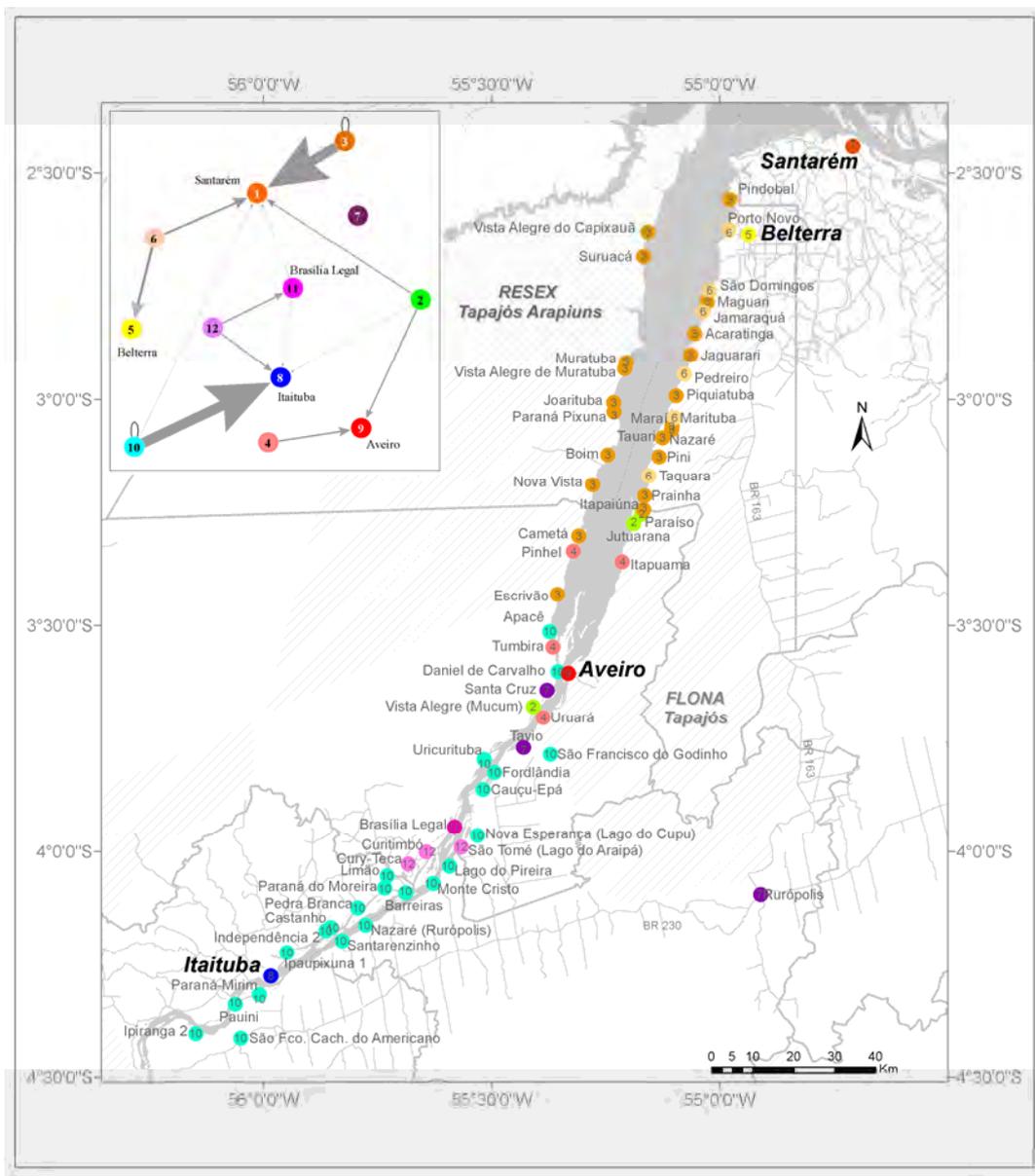


Figura 5.19 - Mapa das classes do modelo de bloco para a rede de Bens de Consumo.

Estes padrões identificados no mapa do modelo de blocos (Figura 5.19) 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 5.20). Na Figura 5.20 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.

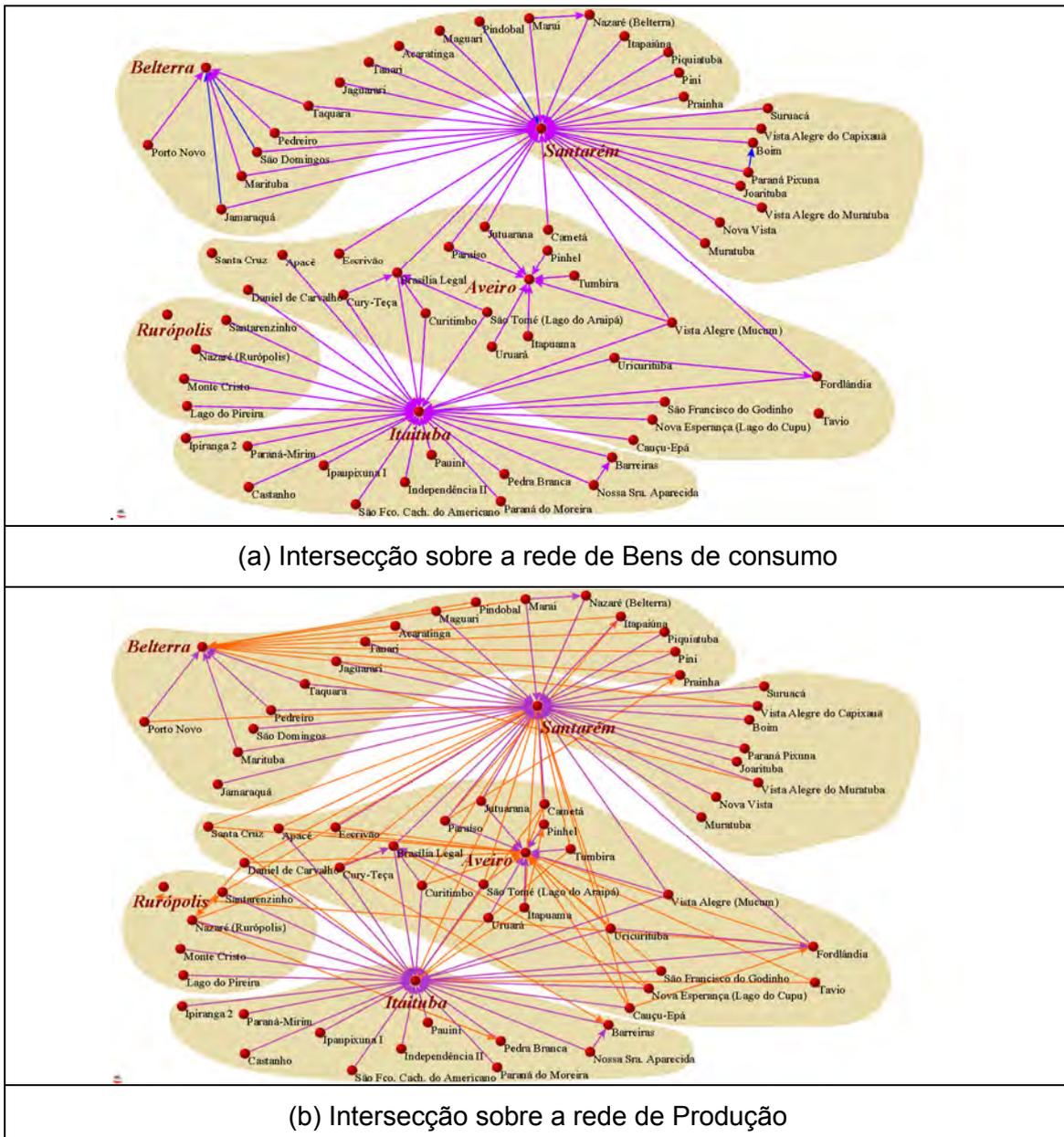


Figura 5.20 – Intersecção das redes de Bens de Consumo e Produção. Intersecções são representadas pelos arcos na cor lilás, sobrepostas à rede de Bens de Consumo (a), e à rede de Produção (b).

Na Figura 5.21 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. Esta diferença é descrita em maiores detalhes no padrão de distribuição dos graus de saída das duas redes (Figura 5.22). Enquanto aproximadamente 70% dos vértices da rede de Bens de Consumo possuem grau de saída com valor 1, na rede de Produção a mesma proporção de vértices possui grau com valores igual ou maiores que 2. Nesta rede, Brasília Legal aparece novamente com destaque recebendo 5 conexões (Figura 5.21b). 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 pode ser resultado da variedade de produtos reunidos em uma única rede. Supõe-se que produtos como a farinha de mandioca tenham uma rede mais centralizada nas cidades enquanto, por exemplo, a pesca poderia ter uma rede mais descentralizada, pois a produção é vendida nas localidades vizinhas, conforme registros de campo. Uma discussão mais aprofundada das redes de produção quanto às diferenças estruturais seria possível a partir dos estudos de redes específicas por produto, o que não foi possível a partir dos dados disponíveis.



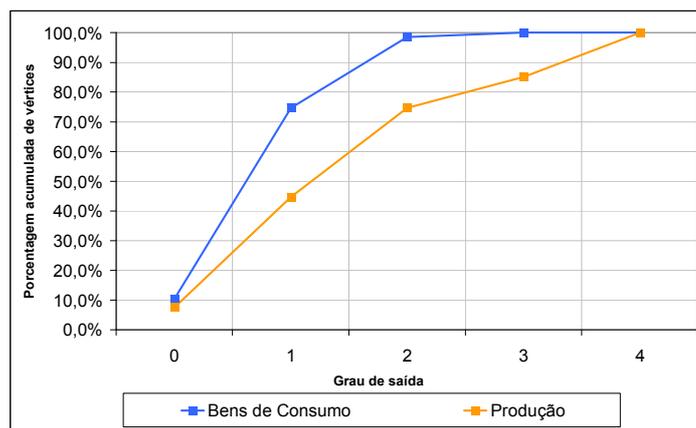


Figura 5.22 – Distribuição do grau de saída das redes de Bens de Consumo e Produção.

A diferença entre as redes quanto aos vértices que são destino das conexões foi analisada a partir da categorização dos vértices segundo classes do *lc* (Figura 5.23). 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.

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 5.23b), 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.

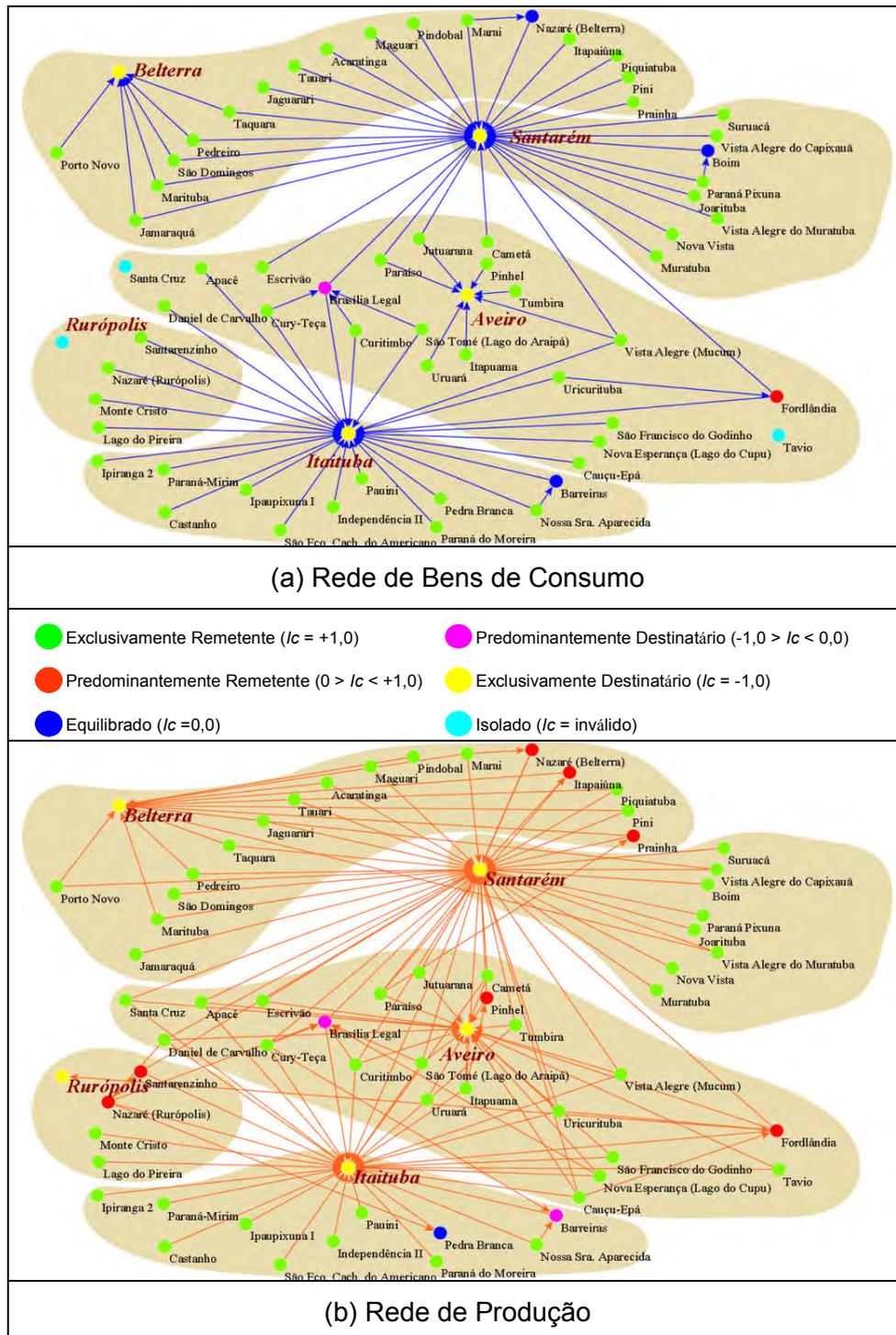


Figura 5.23 - Classes do índice de conectividade ( $Ic$ ) para as redes de Bens de Consumo (a) e Produção (b).

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 5.24) 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).

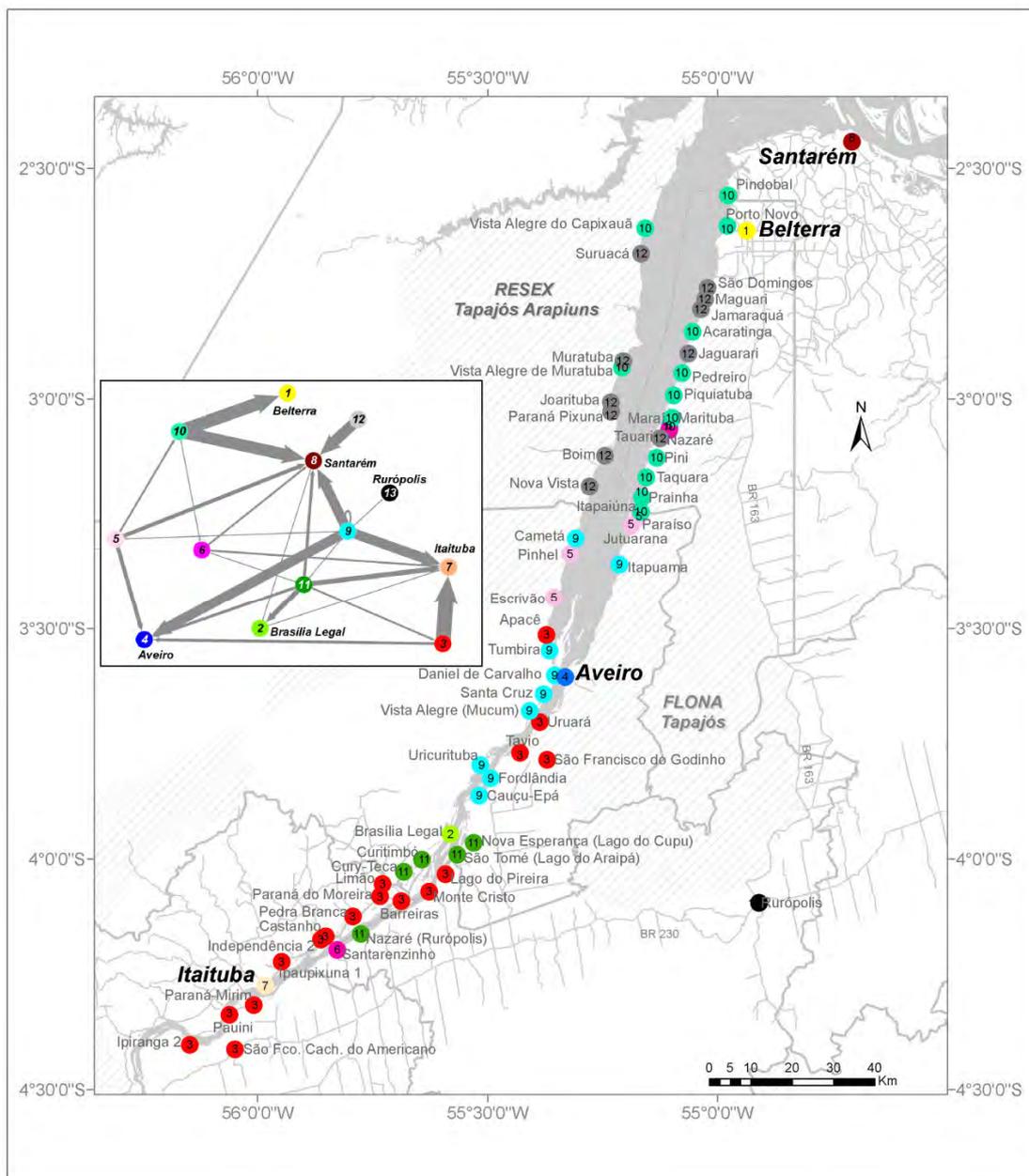


Figura 5.24 – Mapa das classes do modelo de bloco da rede de Produção.

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. Na Figura 5.25 esta prevalência pode ser notada no histograma acumulado de distância dos deslocamentos efetuados em cada uma das redes. Observa-se neste gráfico que na rede de Bens de consumo há uma maior proporção de arcos com distâncias maiores, a partir de 60 km, do que na rede de Produção.

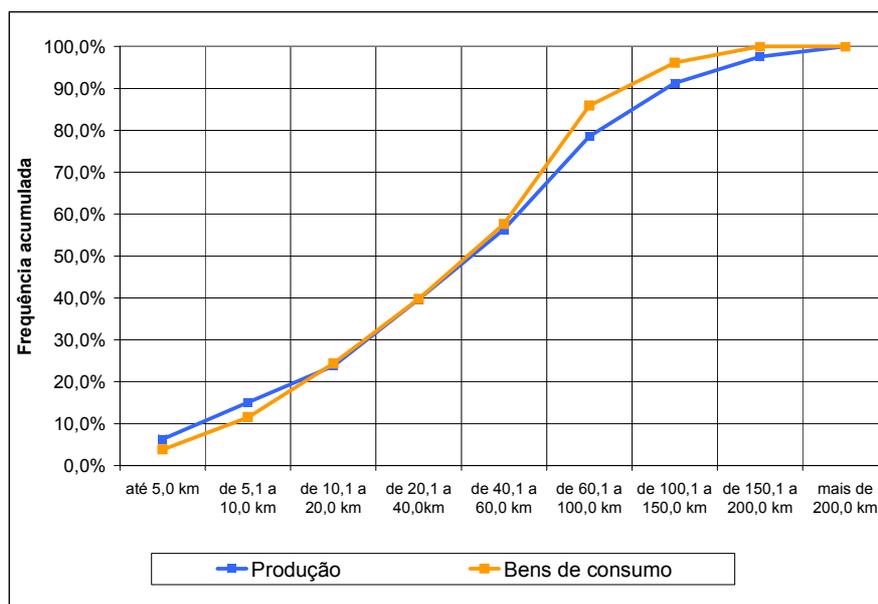


Figura 5.25 – Histograma acumulado da proporção de arcos por faixa de distância percorrida segundo tipo de rede de circulação de mercadorias.

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 Itatituba, Aveiro e Belterra.

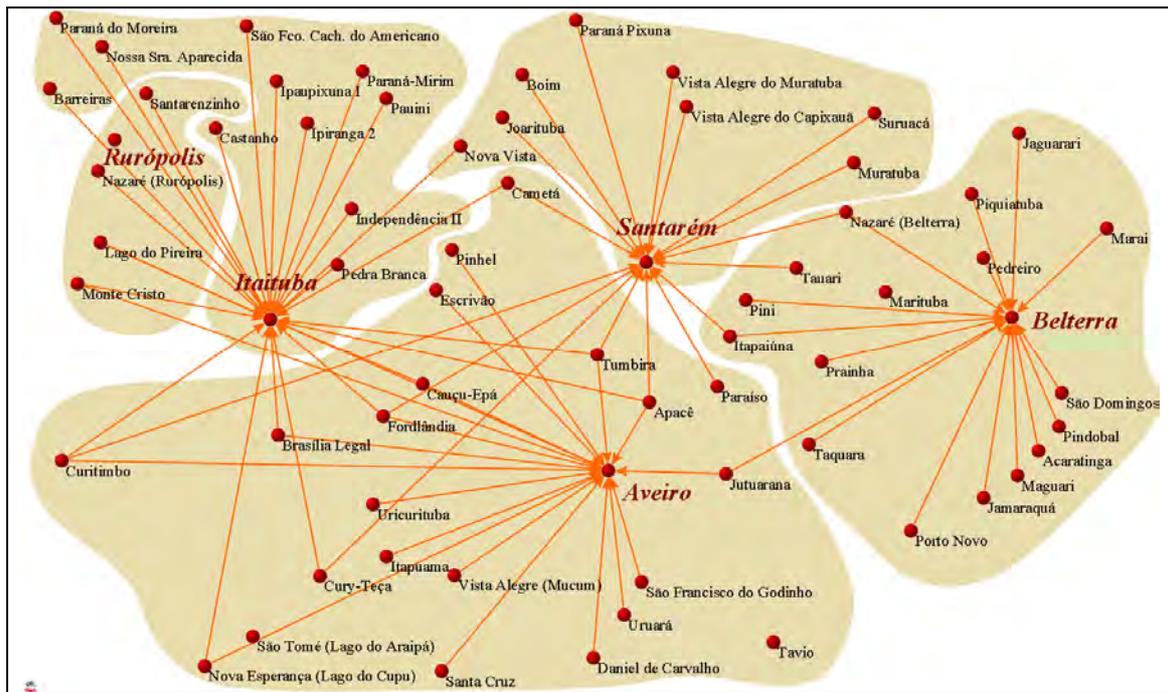
- Há também a emergência de algumas localidades como centros de compra e escoamento da produção, a saber: Brasília, Legal, Barreiras e Fordlândia.
- Os padrões de conexão são espacialmente regionalizados, onde a proximidade às cidades, em geral, define o destino preferencial de compras e venda da Produção. 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.
- As distâncias percorridas na rede de Bens de consumo são maiores que na rede de Produção.
- Há um maior número de destinos na rede de bens de Produção.

### **5.3.3. Saúde**

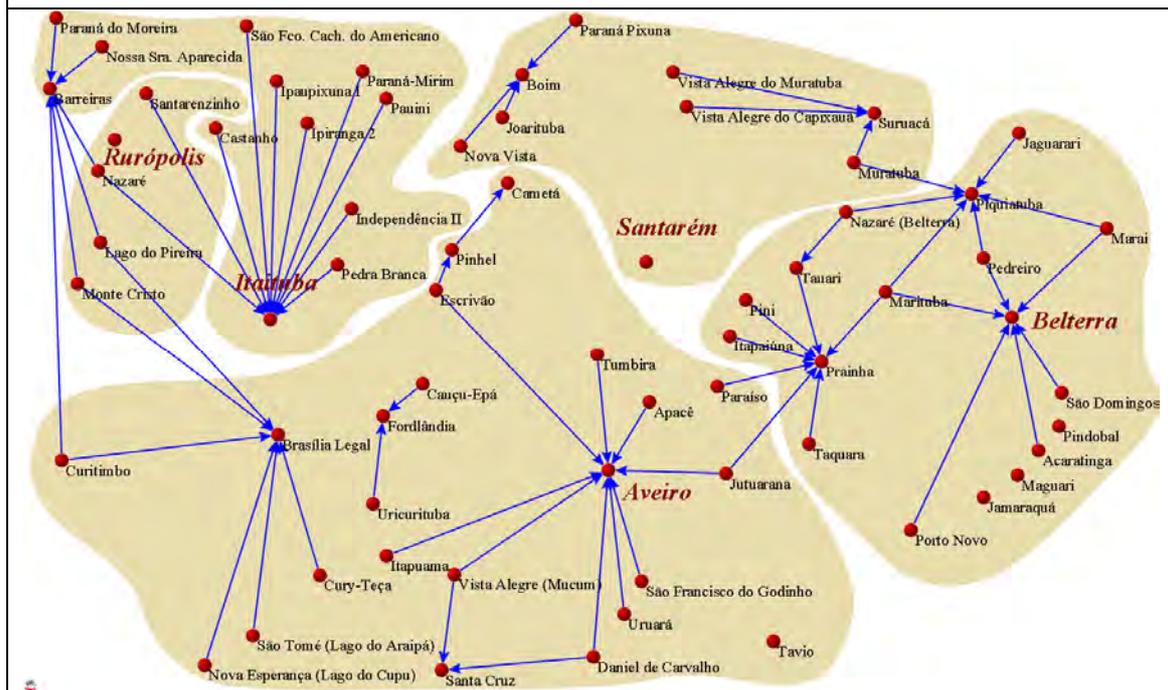
O tema saúde é composto pelas redes de Hospital e Posto de saúde. A primeira rede representa os deslocamentos dos moradores das localidades entrevistadas para as cidades onde eles utilizam atendimento hospitalar, neste caso o destino das conexões são apenas as cidades por apenas estas possuírem hospitais. A rede de Postos de saúde contém os deslocamentos do moradores em busca de atendimento básico de saúde em postos situados em outras localidades ou nas cidades da região.

A representação gráfica das duas redes (Figura 5.26) nos permite verificar visualmente que elas possuem estruturas bastante distintas. Enquanto a rede de Hospital apresenta uma estrutura mais densa, com valor densidade de 0,017, e centralizada, com grau de centralização de entrada de 0,37, a rede de Posto de saúde é menos densa, densidade de 0,014, e centralizada, com valor de centralização de entrada igual a 0,14.

Além da densidade, a divisão da rede em componentes revelou diferenças de coesão entre as redes de Hospital e Posto de saúde, mensurada por meio da quantidade de sub-redes (componentes conectados) e de vértices isolados nas duas redes.



(a) Rede de Hospital



(b) Rede de Postos de Saúde

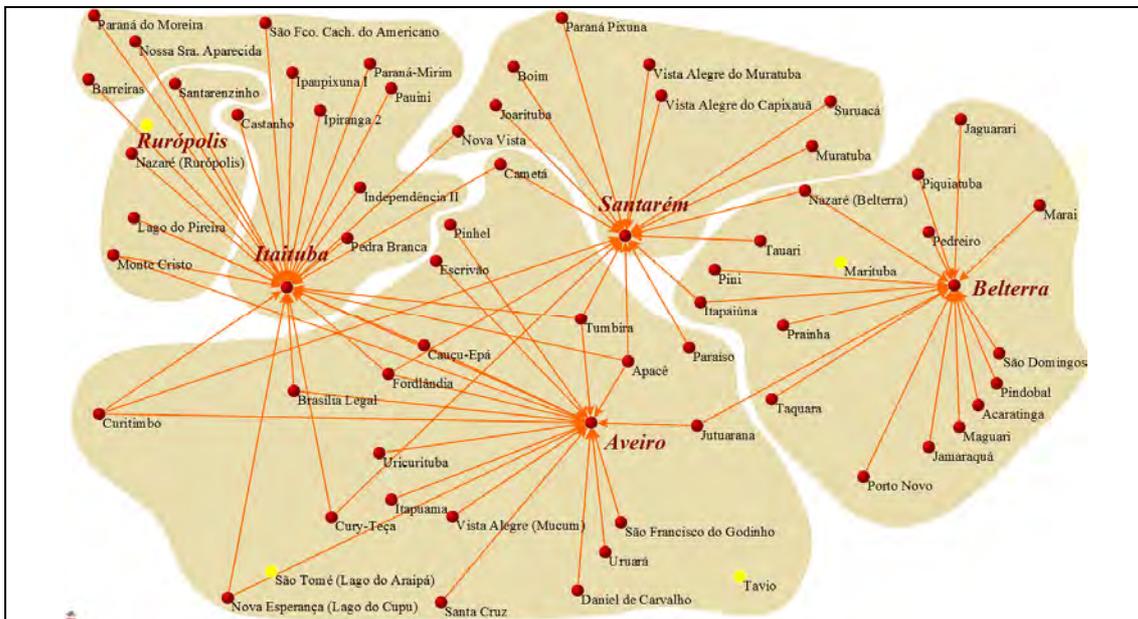
Figura 5.26 – Redes de Saúde, (a) Hospital e (b) Posto de Saúde.

A rede de Hospital é mais coesa com um único componente conectado com 94% dos vértices da rede (vértices em vermelho na Figura 5.27a). Nesta rede há apenas quatro vértices isolados (em amarelo na Figura 5.27a). Rurópolis é um deles, e o motivo de seu isolamento é novamente a questão de sua situação geográfica de excentricidade em relação às comunidades ribeirinhas.

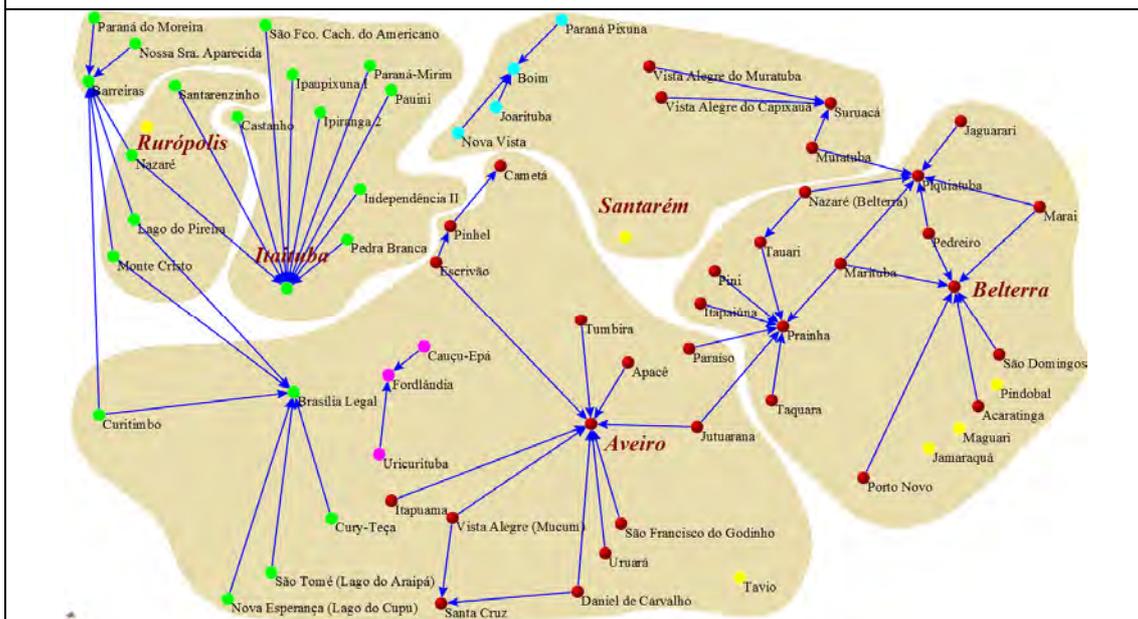
A rede de Posto de saúde (Figura 5.27b) é mais fragmentada com seis localidades isoladas (em amarelo) e quatro conectados. O maior componente possui 33 vértices representados na cor vermelha, incorporando as localidades que se situam em Belterra, parte das localidades de Santarém e Aveiro. Na Figura 5.28 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 5.27. Analisando o maior componente no mapa (Figura 5.28) 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 5.27b e 5.28). A primeira delas é Suruacá, situada em Santarém na margem esquerda do rio e que polariza as localidades ao norte deste município (Figuras 5.27b e 5.28). Em seguida tem-se Piquiatuba e Prainha (Figura 5.27b) 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).

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 5.27b e 5.28. Este componente reúne 21 vértices com três postos de saúde, em Itaituba, Barreiras e Brasília Legal (Figura 5.27). 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 5.27b e 5.28). Há ainda dois pequenos componentes conectados. O componente de Boim (em azul claro nas Figuras 5.27b e 5.28) que possui quatro vértices e que polariza as localidades da porção Sul de Santarém. O outro componente contém Fordlândia (em rosa nas Figuras 5.27b e 5.28) que recebe pacientes das duas comunidades ribeirinhas

mais próximas a ela: Cauçu-Epá, na margem direita e Uricuritiba na margem esquerda.



(a) Rede de Hospital



(b) Rede de Posto de saúde

Figura 5.27 – Redes de saúde representando os componentes da análise de coesão.

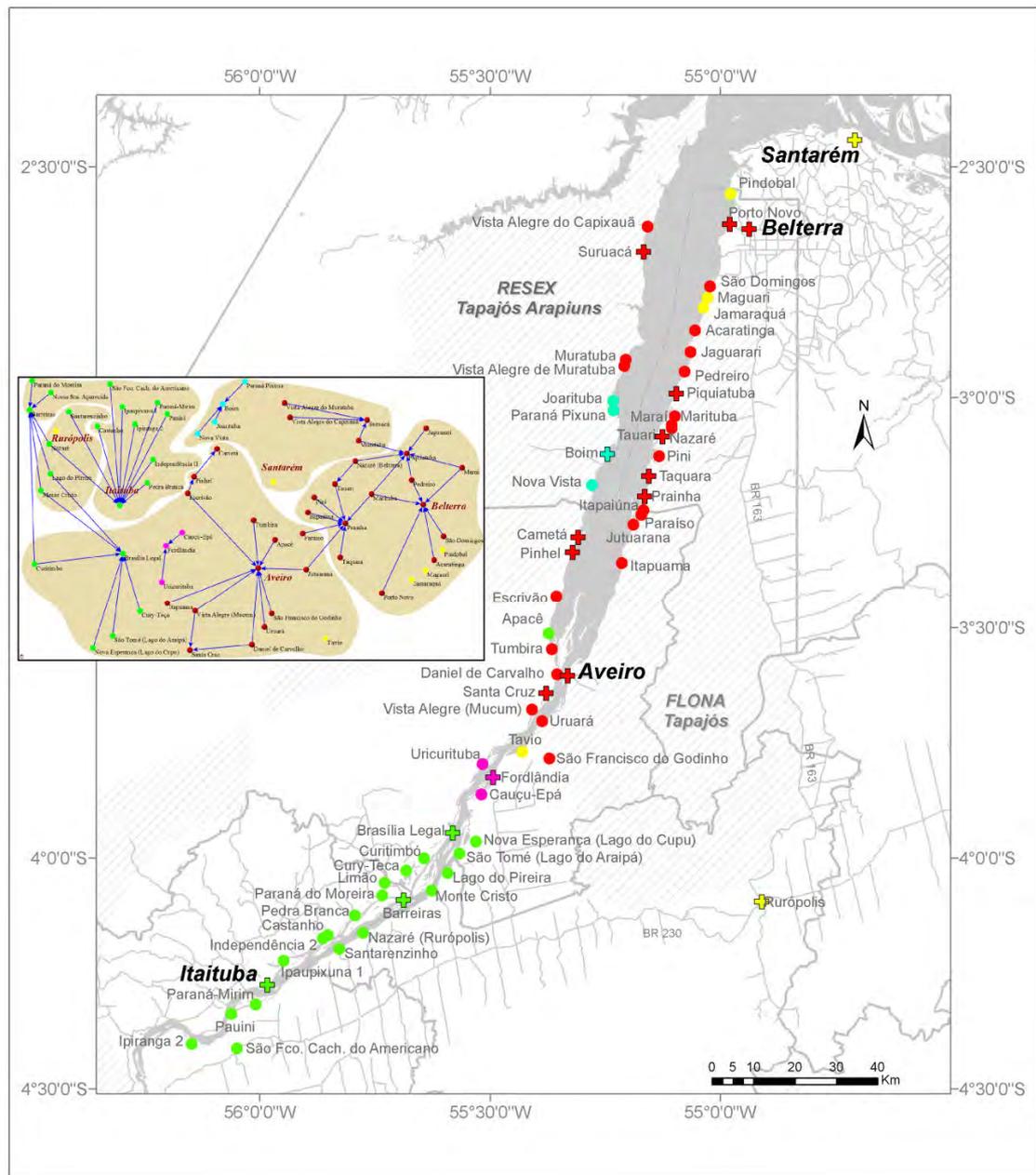


Figura 5.28 – Mapa com a localização dos componentes da rede de Posto de Saúde.

Analisando-se o tipo de destino das duas redes 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 rede de Hospital tem padrão totalmente oposto com todas as suas conexões direcionadas às cidades da região (Figura 5.29).

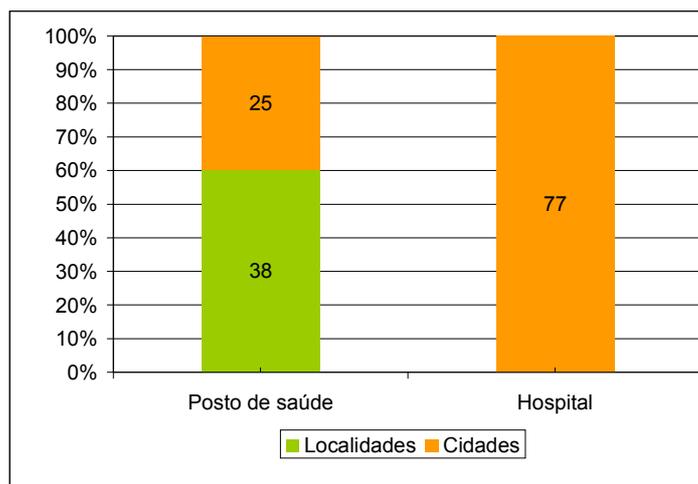


Figura 5.29 – Número de Arcos por tipo de destino, Localidade ou cidade, para as redes de Posto de Saúde e Hospital.

Atendo-se ao padrão espacial das conexões da Rede de Bens Hospital (Figura 5.27a) 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 13 classes para a rede de Hospital (Figura 5.30). Analisando as duas Figuras, 5.27a e 5.30, observa-se que localidades de Santarém, pertencentes à classe Sete, recorrem apenas a esta cidade a utilização de hospital, apesar de se localizarem na margem oposta do rio, elas têm acesso a esta cidade via transporte Fluvial. A única exceção é Nova Vista que recorre a Itaituba. Em Belterra, a maioria das localidades, 14 de um total de 17, recorrem à sede do próprio município, sendo que 11 localidades delas conectam-se exclusivamente com Belterra (pertencentes à classe 10 do modelo) e duas simultaneamente com Santarém e Belterra (classe 11). No município de Aveiro há três padrões de conexões predominantes. O primeiro das localidades que utilizam apenas o hospital da sede do município, classe Quatro, de localidades situadas na região central e sul do município. O segundo padrão é representado pela classe Três e inclui as localidades que se relacionam com Aveiro, Itaituba e Santarém simultaneamente. São apenas três localidades nesta classe, Fordlândia, Tumbira e Curitimbó. Outro padrão é o de conexões com Itaituba e Santarém refere-se à classe Treze, composta por Cury-Teça e Cameté. E o último padrão é definido pelas localidades que utilizam os hospitais de Aveiro e Itaituba, classe seis, estas localidades situam-se na parte sul de Aveiro e norte de Rurópolis, nas proximidades da localidade

de Brasília Legal. Das cinco localidades de Rurópolis três utilizam serviços hospitalares exclusivamente em Itaituba (classe Um), e duas delas enviam pacientes para Aveiro e Itaituba (classe Seis). As localidades do município de Itaituba utilizam os serviços somente do hospital situado em sua sede municipal.

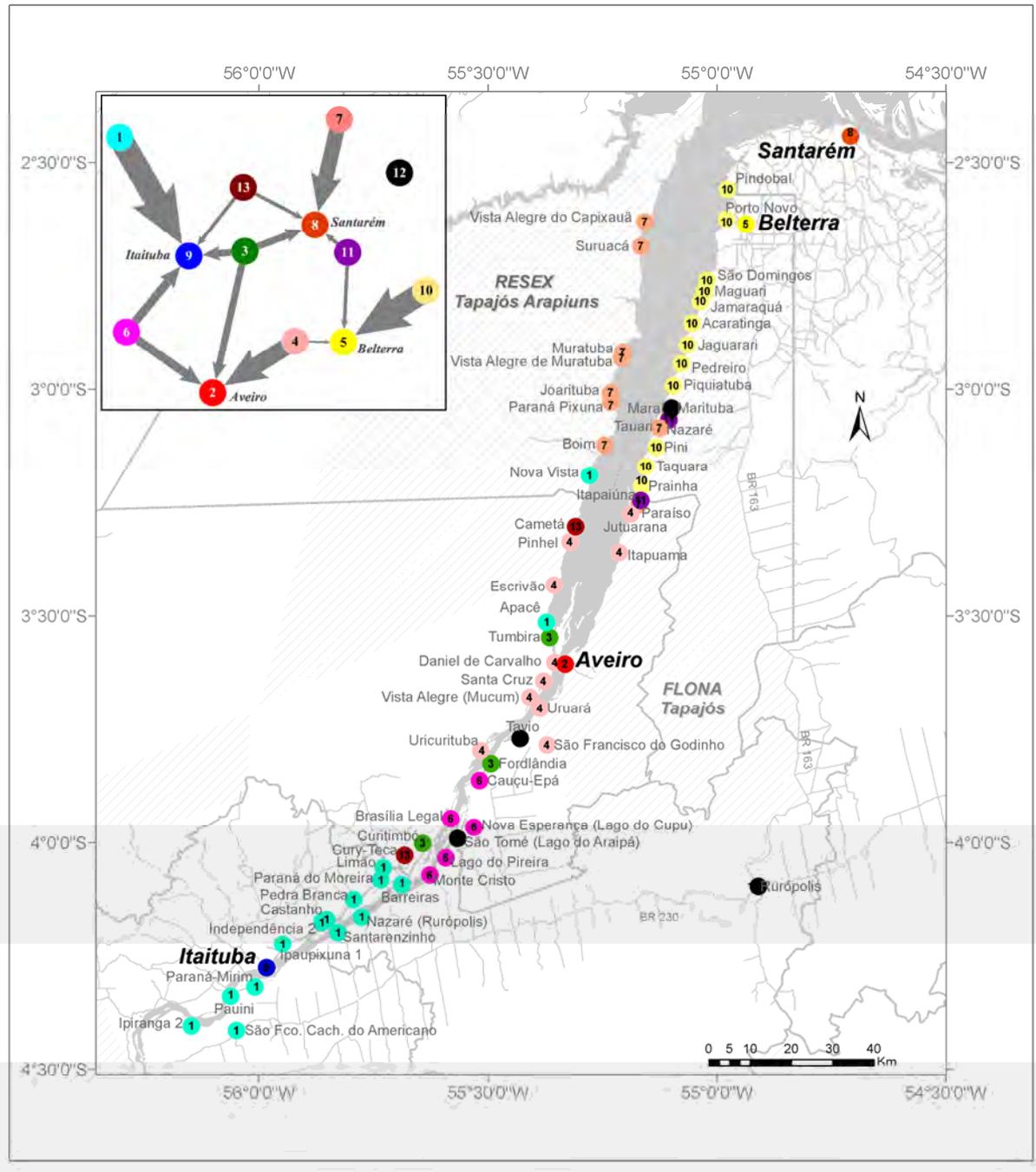


Figura 5.30 - Mapa das classes do modelo de bloco para a rede de Hospital.

Os padrões encontrados na rede de Hospital são sumarizados da seguinte forma: os municípios de Belterra, Santarém e Itaituba centralizam os atendimentos hospitalares das localidades situadas nos seus limites. As localidades ribeirinhas de Rurópolis são atendidas por Itaituba e Aveiro. A maioria das localidades de Aveiro é assistida pelo seu hospital, sendo uma parte (porção Sul do município) também assistida por Itaituba. Uma parcela menor de localidades de Aveiro recorre ao hospital em Santarém.

Nesta rede de Hospital, a distância e a acessibilidade parecem ser os fatores determinantes para a definição das conexões ao invés do nível de serviço prestados pelos hospitais da região. Na tabela 5.2 há um resumo das características dos hospitais da Região<sup>15</sup> segundo informações do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, uma das bases do DATASUS. Os municípios de Santarém e Itaituba oferecem as melhores condições de atendimentos, o primeiro município possui seis hospitais e o segundo cinco, todos os hospitais com atendimento ao SUS, com exceção de um hospital de Santarém. Belterra e Aveiro possuem apenas um hospital municipal cada um. Dentre todos os hospitais, Aveiro é o que apresenta as piores condições, com a menor quantidade de equipamentos de saúde, apenas três (aparelhos de raio X, máquina de hemodiálise etc.), e sem leitos de saúde em 2009, ano de levantamento de dados desta pesquisa.

A hierarquia dos serviços de hospitais não se relaciona com a quantidade de conexões recebidas pelas cidades, o grau de entrada. Itaituba é a cidade que possui o maior valor de grau de entrada, 25, seguida de Aveiro com 19, Santarém com 17, e Belterra com 16. Apesar de Itaituba apresentar condições de serviços hospitalares de boa qualidade, considerando o contexto da região estudada, Santarém é muito melhor. Por exemplo, enquanto Itaituba oferece apenas 45 leitos em seu hospital municipal, Santarém oferece 185 em seu hospital municipal (Tabela 5.2). Esperava-se, assim, que Santarém fosse mais procurada, mas o fator distância é o preponderante na rede. Os moradores das localidades procuram os hospitais mais próximos, sendo que a faixa de

---

<sup>15</sup> Rurópolis não foi incluído na Tabela, pois não foi identificado como destino de atendimento em Hospital por nenhuma localidade.

distância predominante nos deslocamentos para os hospitais é de 20,0 a 100,0 km, como se observa na Figura 5.31.

Tabela 5.2 – Resumo das Características dos hospitais de Santarém, Itaituba, Belterra e Aveiro.

Município	Nº de estabelecimentos de saúde	Nº de Hospitais	Esfera/Atendimento		Detalhes Hospital municipal	
Santarém	205	6	Privado	Particular/SUS	Nº de Leitos em 07/2009	130
			Privado	Particular/SUS	Diálise	sim
			Privado	Particular/SUS	Quimioterapia	não
			Privado	Particular/Plano de saúde	Hemoterapia	não
			Estadual	SUS	Comunicação	Telefone fixo, celular e Internet
			Municipal	SUS	Nº de equipamentos em uso	186
Itaituba	37	5	Privado	Particular/SUS	Nº de Leitos em 07/2009	45
			Privado	Particular/SUS	Diálise	não
			Privado	Particular/SUS	Quimioterapia	não
			Privado	Particular	Hemoterapia	não
			Municipal	SUS	Comunicação	Telefone fixo, celular e Internet
				Nº de equipamentos em uso	11	
Belterra	1	1	Municipal	SUS	Nº de Leitos em 07/2009	18
					Diálise	não
					Quimioterapia	não
					Hemoterapia	não
					Comunicação	Telefone celular
					Nº de equipamentos em uso	10
Aveiro	1	1	Municipal	SUS	Nº de Leitos em 07/2009	Nenhum (porém atualmente possui 15)
					Diálise	não
					Quimioterapia	não
					Hemoterapia	não
					Comunicação	Telefone fixo e celular
				Nº de equipamentos em uso	3	

Fonte: Secretaria de Atenção à Saúde (DATASUS, 2012).

A rede de Posto de saúde possui padrões de conexões completamente diferenciados. Começando pela análise das distâncias percorridas, observa-se na Figura 5.31 que 80% dos deslocamentos são de até 80km. Esta característica reflete a estrutura descentralizada da rede que possui um maior número de vértices distribuídos ao longo da área de estudo que são receptores de conexões (mapa da Figura 5.28, com distribuição dos Postos de Saúde). Na Figura 5.32 há a proporção de vértices por classes de *Ic*, neste gráfico quantifica-se esta característica da rede de Posto de saúde que possui 12 localidades que são exclusivamente destinatárias. Aliás, devido à natureza das duas redes a classificação dos vértices segundo o *Ic* reflete uma estrutura de

conexões simples polarizada praticamente por vértices exclusivamente remetentes e destinatários, com pouca presença de vértices isolados (Figura 5.32). Nestas redes a única classe presente de vértices que recebem e enviam conexões é a de vértice Equilibrado (grau de entrada e saída iguais e  $lc=0$ ) na rede de Posto saúde com duas localidades que são na verdade exceções ao modelo polarizado em remetentes e destinatários. Estas localidades são Pinhel, em Aveiro e Tauari em Belterra.

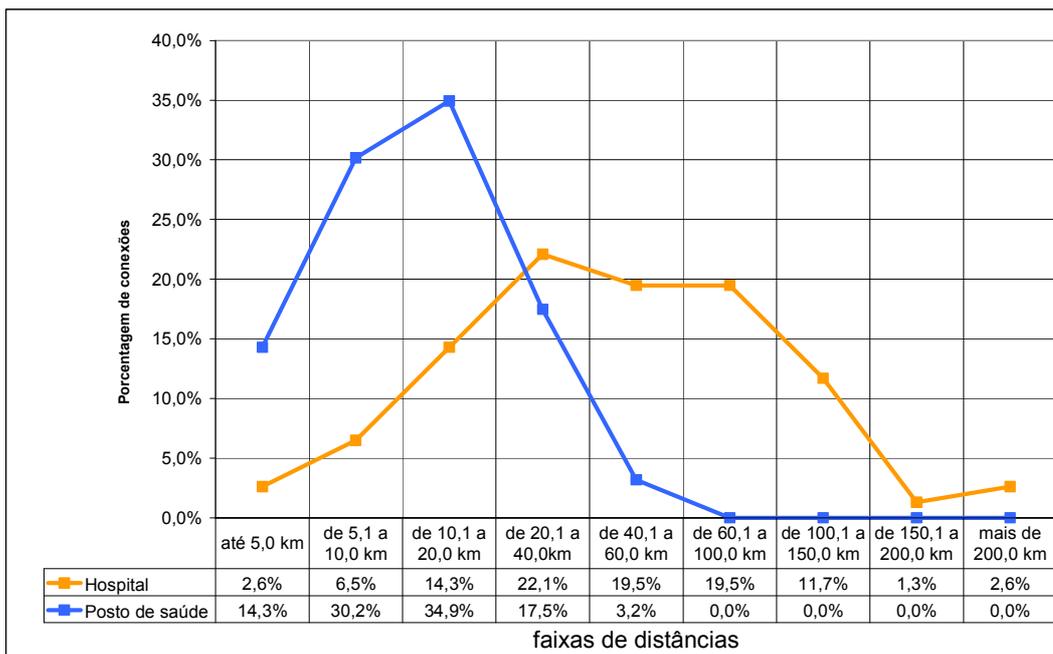


Figura 5.31 – Histograma das conexões por faixa de distâncias para as redes de Hospital e Posto de saúde.

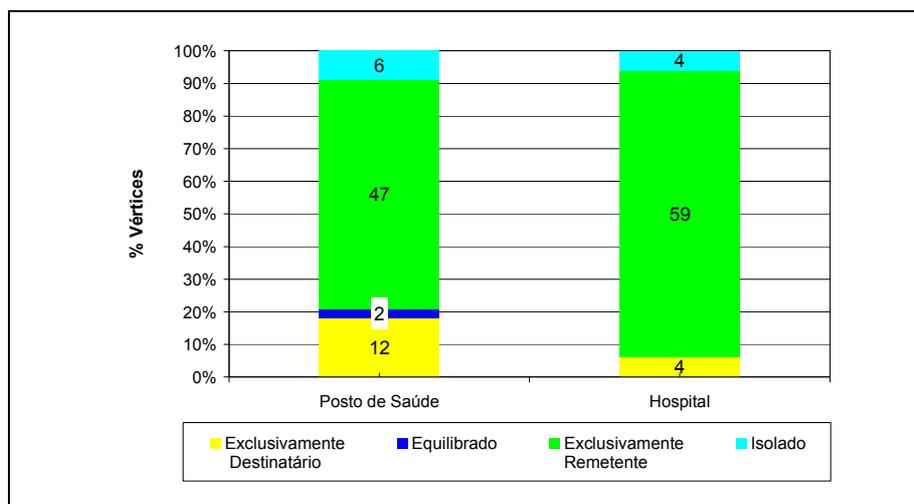


Figura 5.32 – Porcentagem de vértices por classes de  $lc$  para as redes de Hospital e Posto de saúde.

Quanto à distribuição do grau de entrada das redes há também diferença de padrões. Enquanto na rede de Hospital apenas quatro vértices recebem conexões, com valores de grau de entrada com valores de 16 a 25 (Figura 5.33). Na rede de Posto de saúde esta distribuição é mais concentrada nos valores mais baixos de grau de entrada que varia de 1 a 10. Examinando melhor os valores dos graus de entrada da rede de Posto de saúde e relacionando-os à localização espacial dos vértices observam-se diferentes padrões de conexões (Figura 5.34).

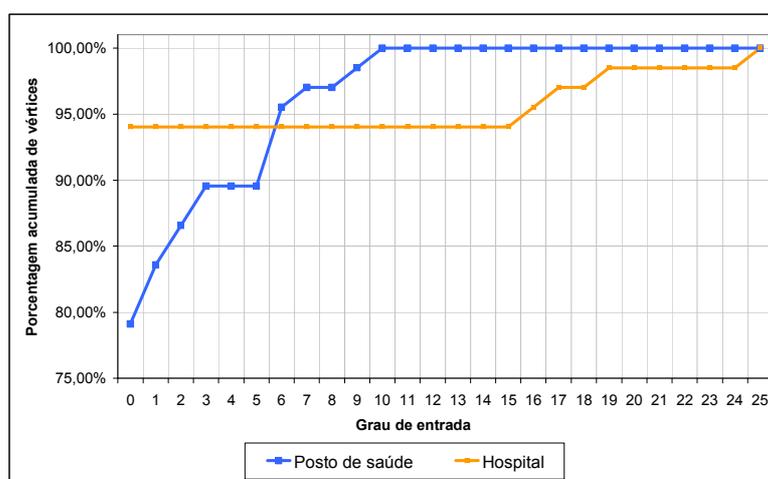


Figura 5.33 – Histograma com a frequência acumulada do grau de entrada para as redes de Posto de saúde e Hospital.

As localidades situadas e 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 5.34) 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



(vide Figura 5.28) os moradores precisam se deslocar até outras comunidades para obter os serviços de assistência básica.

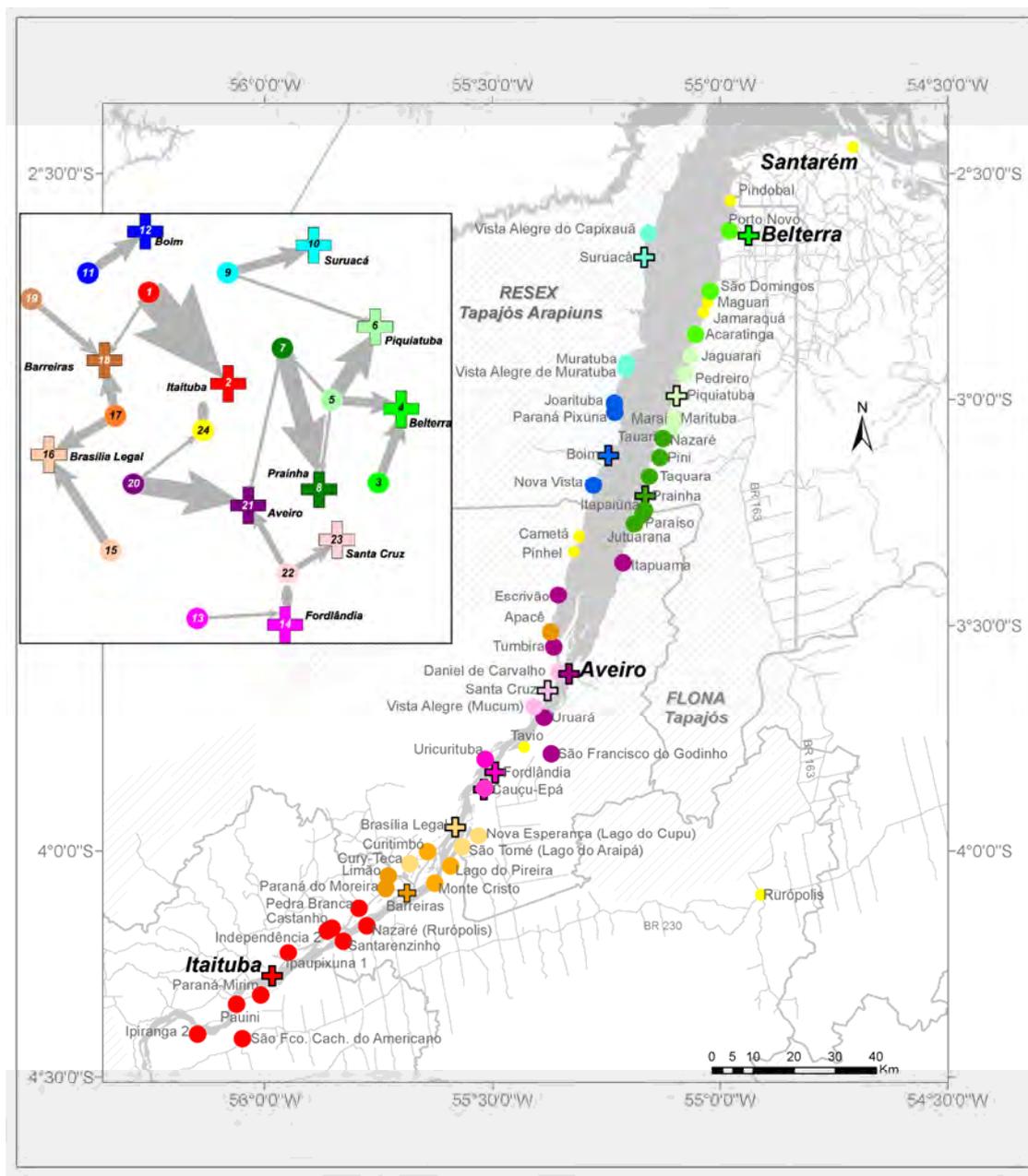


Figura 5.35 – Mapa com localização dos Postos de saúde e comunidades atendidas por cada um deles segundo a cor de representação.

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 Cametá. 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.

A partir da análise dos resultados, podem-se resumir as redes de saúde de da área de estudo, descritas a partir dos dados de campo nas seguintes características:

- A rede de Hospitais é coesa, densa e centralizada. Enquanto a rede de Posto de saúde é esparsa, menos densa e mais descentralizada.
- Os deslocamentos da rede de Hospital são em sua maioria, entre 20,0 e 100,0 km e é centralizada apenas nas cidades. O número de conexões recebidas estabeleceu a seguinte hierarquia: Itaituba, seguida por Aveiro, Santarém e Belterra. Observou-se que a existência de conexões foi determinada pela proximidade da localidade aos hospitais (distância), ao invés do nível de serviço prestado.
- Os deslocamentos da rede de Posto de saúde ocorrem em pequenas distâncias, predominantemente até 20 km. Sua estrutura é descentralizada com padrão de conexão dos vértices simples polarizado em vértices exclusivamente destinatários e remetentes. A rede possui um total de 10 localidades como destino das conexões que atendem a um padrão de área de influência bastante local como observado na análise do modelo de blocos.

#### **5.3.4. Educação**

O tema Educação foi tratado como um única rede *multiplex*, formada pelos deslocamentos de alunos das localidades entrevistadas para outros locais onde freqüentam 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 (Figura 5.36). 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.

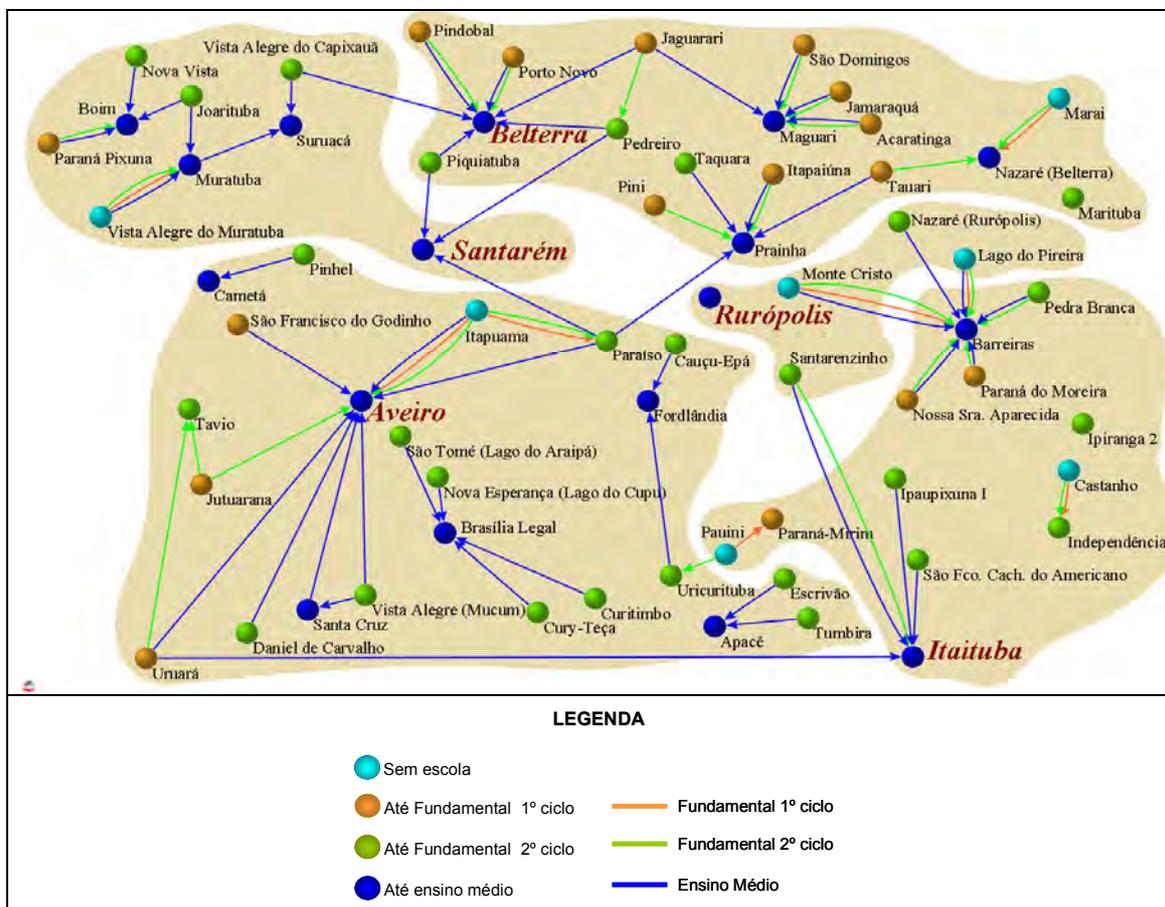


Figura 5.36 – Rede de Educação

A partir de inspeção visual da representação gráfica da rede (Figura 5.36) 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 5.36), 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 5.36). 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 freqüentar o ensino médio. Este padrão hierárquico segue para os outros níveis de ensino.

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 5.37). 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 5.37. 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 5.38, 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.

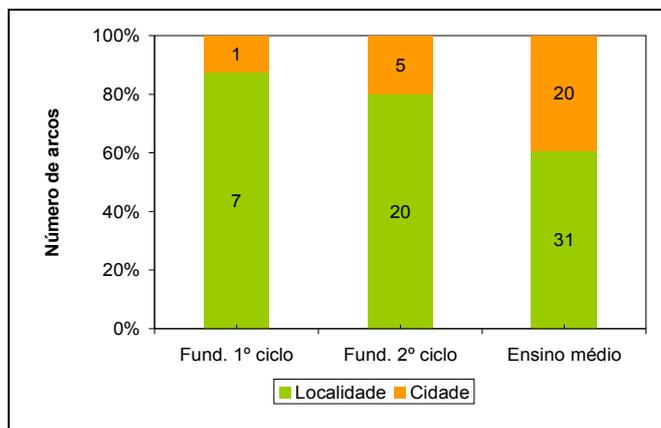


Figura 5.37 – Número de arcos por nível de ensino segundo destino para localidades ou cidades.

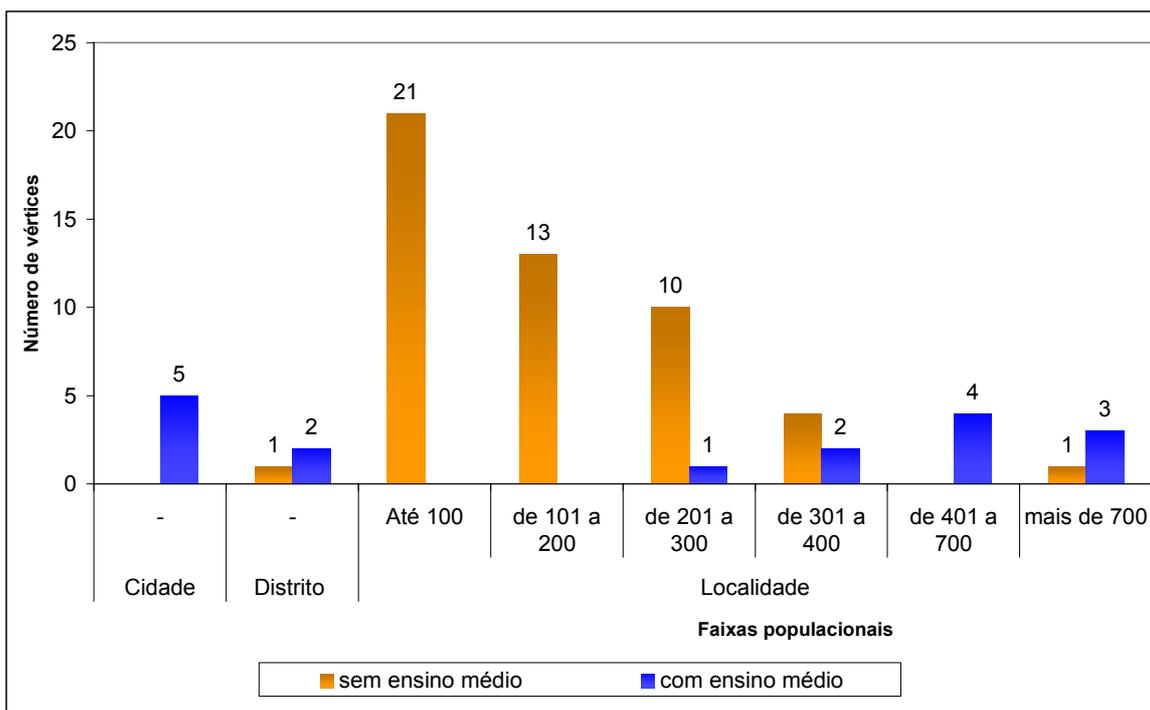


Figura 5.38 – Número de vértices com escola de ensino médio, segundo categorias de cidade, distrito e localidade, e intervalo de população.

Quanto à estrutura, a rede de educação é pouco densa, 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 ente todas as redes.

Quanto à dispersão, dentre as redes descritas a rede de educação apresentou o maior número de componentes conectados, sete, com apenas três isolados (Figura 5.39). 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 5.36). 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 5.39 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



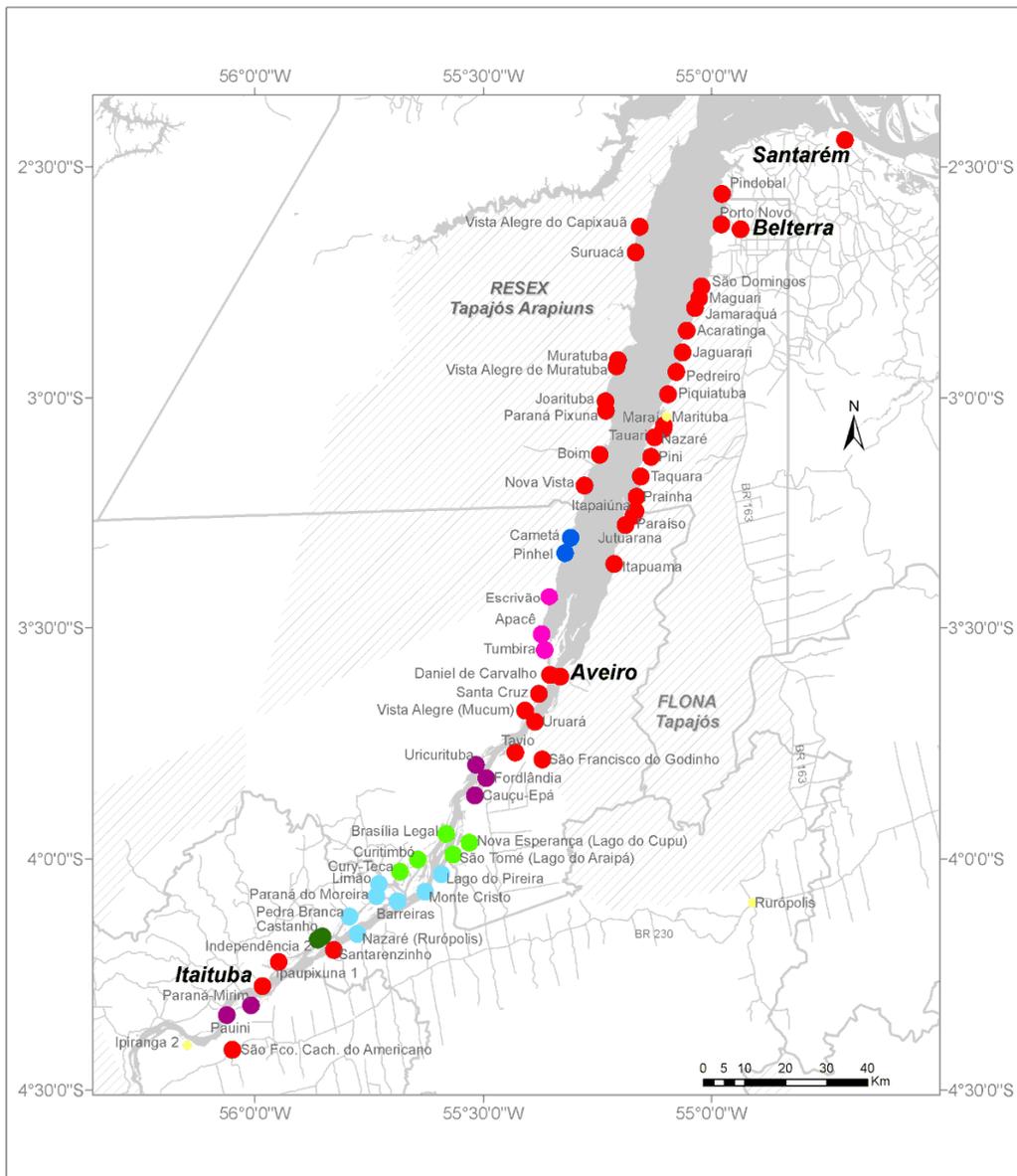
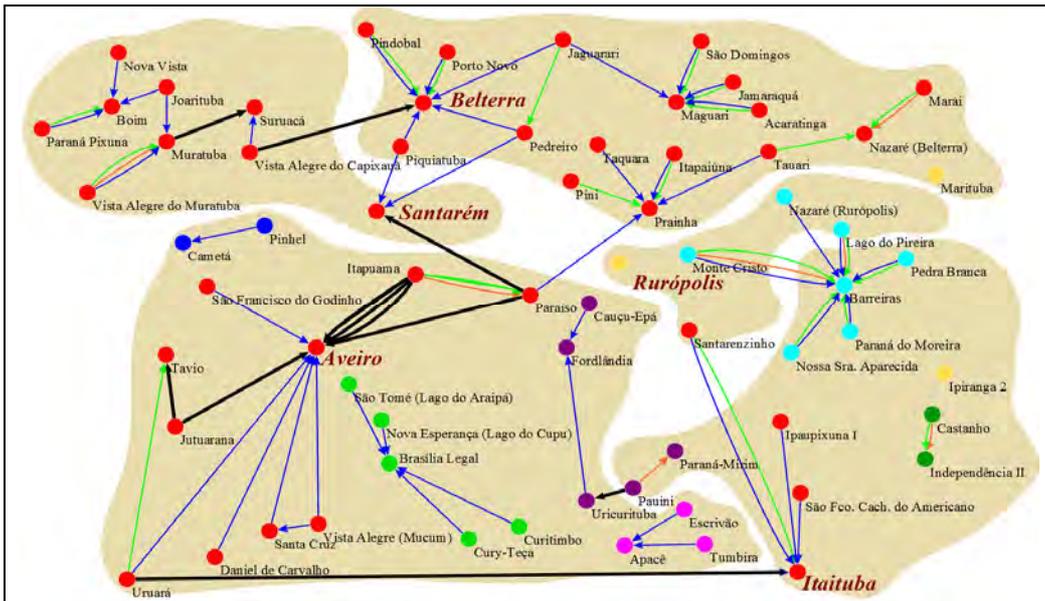
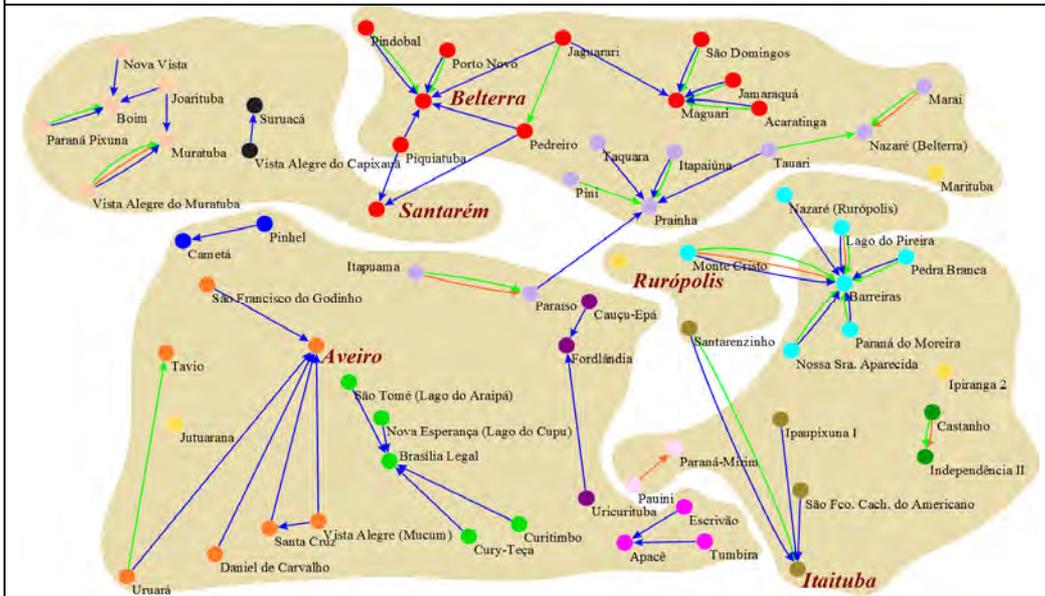


Figura 5.40 – Mapa com a localização espacial dos componentes da rede de Educação.

Analisando a localização espacial dos novos componentes (Figura 5.42) 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 arcs a serem removidos (cor preta).



(b) rede de educação com componentes de contigüidade espacial

Figura 5.41 – Componentes da rede de educação antes e após a remoção de arcs que ligavam subgrupos distantes.

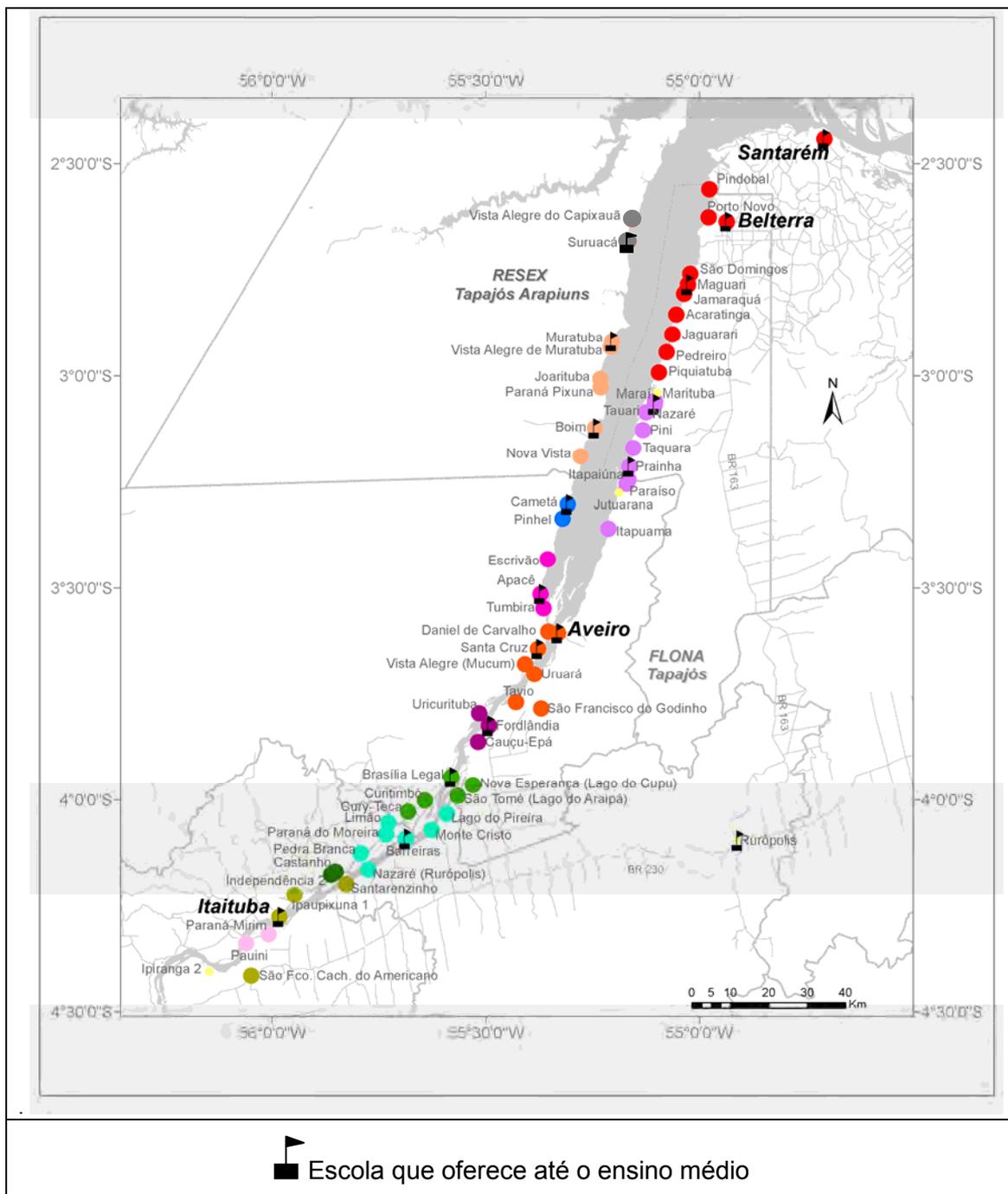


Figura 5.42 – Mapa com os componentes espacialmente contíguos da rede de Educação e com localização das escolas que oferecem inclusive o ensino médio.

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 5.43. 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 5.43). 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 5.42).

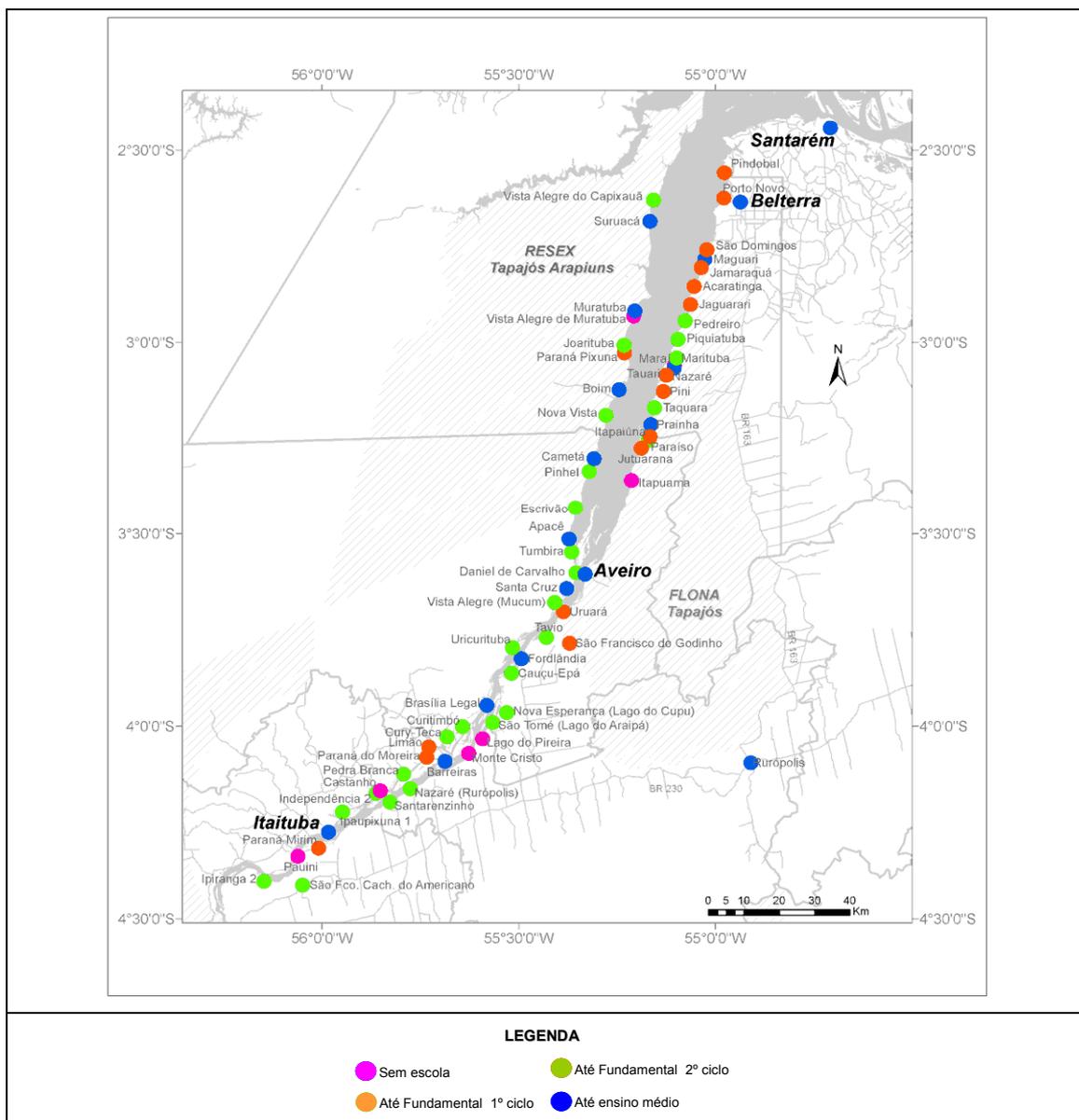


Figura 5.43 – Localização das escolas segundo nível máximo de ensino oferecido.

Analisando o padrão de deslocamentos às distâncias mais curtas segundo nível de ensino da conexão na Figura 5.44, observa-se que há uma tendência geral da prevalência de deslocamentos mais curtos. Entretanto quando se examina cada tipo de conexão conclui-se que há uma tendência de aumento da distância percorrida em relação ao nível de ensino. Observando-se as três curvas do histograma nota-se que nas conexões de fundamental de primeiro ciclo o aumento da proporção de conexões é mais acelerado do que nas de segundo ciclo e de ensino fundamental.

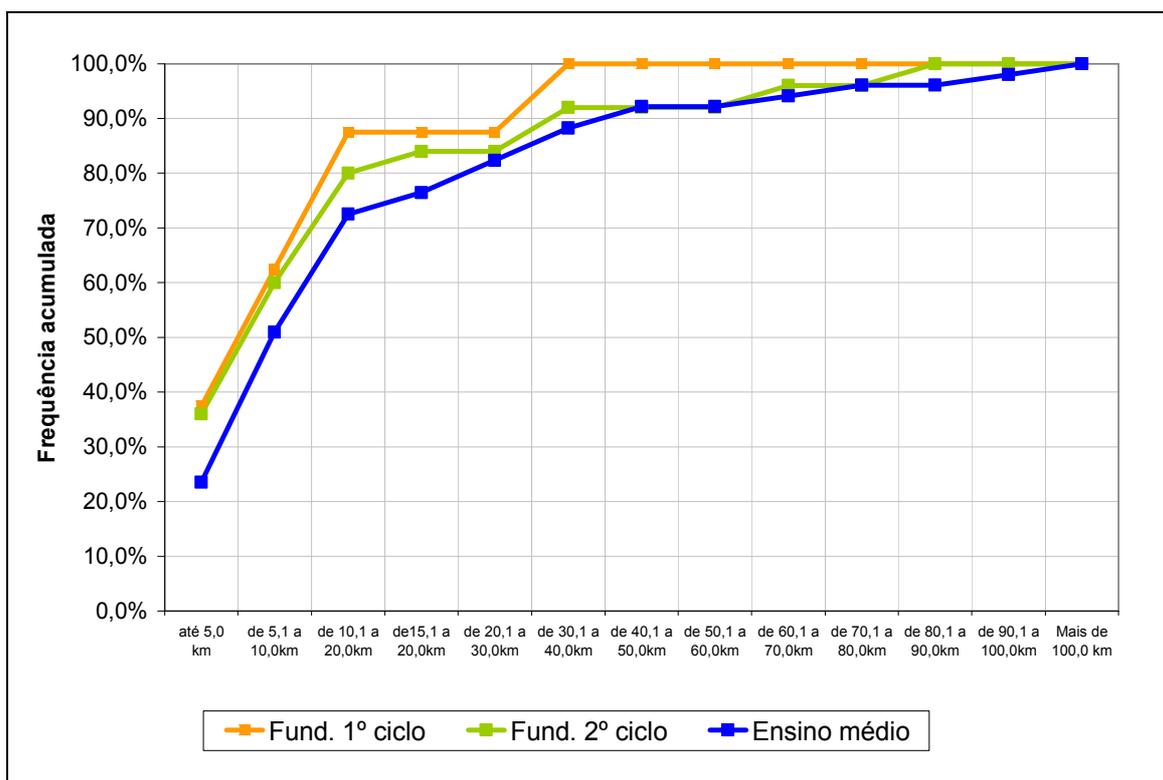


Figura 5.44 – Histograma das conexões por nível de ensino segundo faixa de distâncias.

Analisando os vértices da rede de educação segundo a relação entre o grau de entrada e saída por meio de classes do *Ic*, observa-se que há um padrão polarizado entre vértices remetentes e vértices destinatários, com baixa ocorrência das demais classes de *Ic* (Figura 5.45). Quando se examina as classes de *Ic* segundo tipo de escola presente no vértice, nota-se que entre as localidades que só possuem ensino médio a polarização entre remetentes e destinatários é total e que a maior parte dos vértices, aproximadamente 95%, são Exclusivamente Remetente. As localidades com escola até segundo ciclo

do fundamental apesar de continuar com as conexões polarizadas, já apresenta a ocorrência da classe Isolados, Equilibrada e Predominantemente Remetente. Em outras palavras, como estas localidades possuem um nível intermediário de ensino elas também recebem alunos de locais que não possuem escolas ou que só possuem escolas com ensino até o primeiro ciclo. As localidades que possuem escolas com ensino médio são exclusivamente destinatárias. Entre estas localidades apenas uma é isolada, uma é predominantemente destinatária e a outra equilibrada.

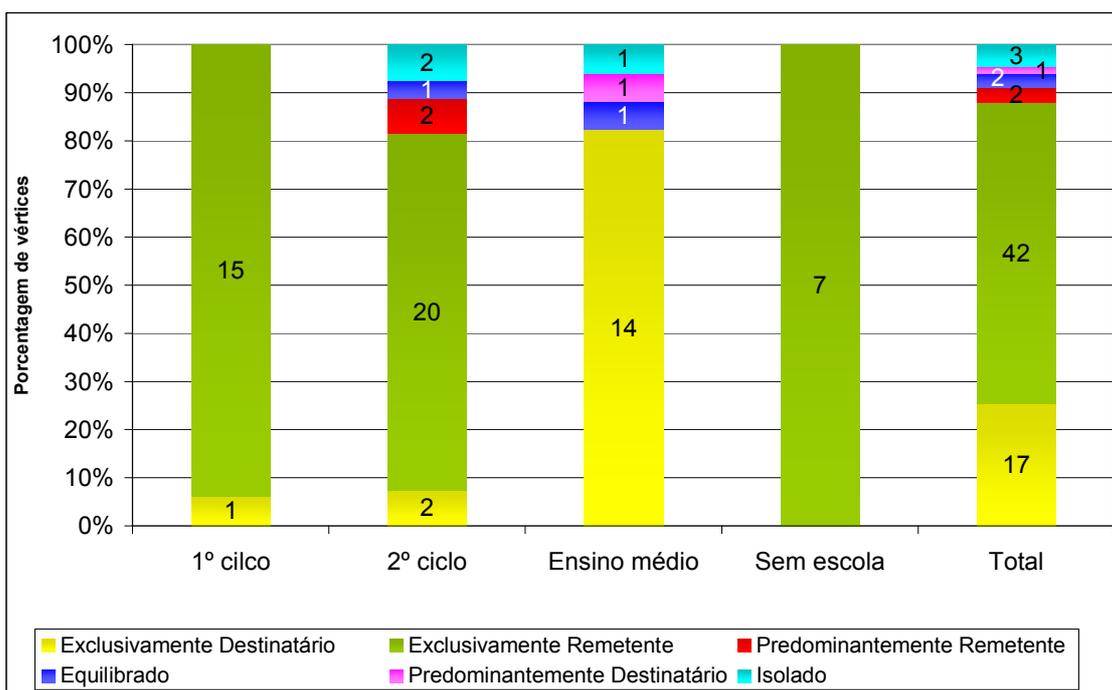


Figura 5.45 – Número de vértices por nível de ensino da escola situada na localidade e classe de *Ic*.

Analisando-se separadamente o grau de entrada e saída da rede de Educação observa-se que o padrão de distribuição dos graus varia de acordo com o nível de ensino da escola dos vértices (Figura 5.46). Assim para o grau de saída, as localidades sem escolas têm grau de saída predominantemente de valor três, ou seja, uma conexão por cada nível de ensino (Figura 5.36). A localidade com escola até o primeiro ciclo do fundamental possui grau de saída predominantemente de valor dois, uma conexão para o segundo ciclo do fundamental e uma para o ensino médio. As localidades com ensino fundamental do segundo ciclo possuem grau de saída predominantemente um o que significa o deslocamento de alunos para um local que possua ensino

médio. Por último, as localidades com escola até o ensino médio possuem grau de saída predominantemente zero, com apenas 10,0% dos vértices com valor de grau de saída um.

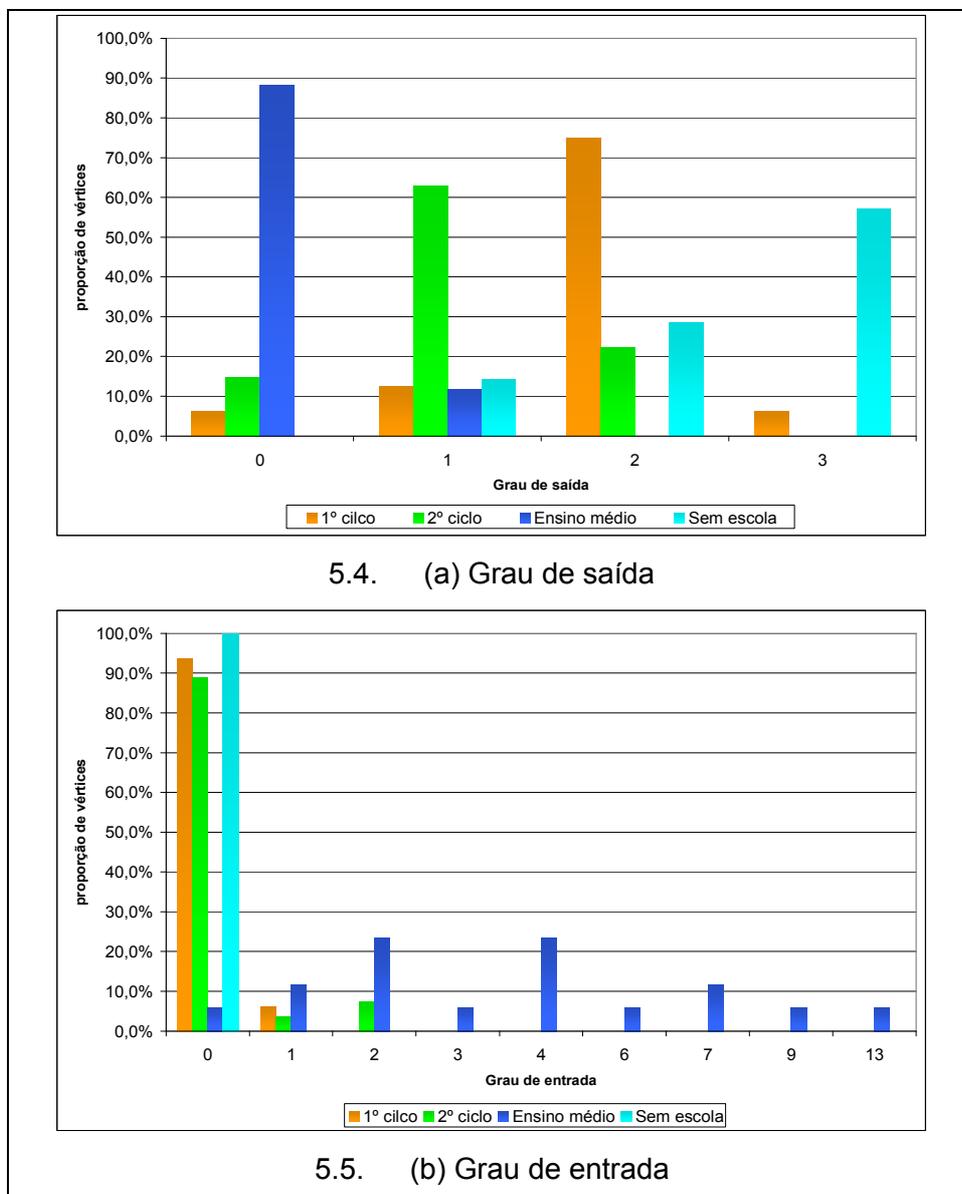


Figura 5.46 – Histogramas com o grau de saída (a) e entrada (b) da rede de Educação segundo nível de ensino das localidades.

Examinado o padrão de distribuição do grau de entrada (Figura 5.46b) nota-se que as localidades com escolas do nível fundamental praticamente não recebem conexões, com valores muito baixos para os graus de saída de valores um e dois. As localidades com escolas com até o ensino médio possuem uma distribuição do grau de entrada mais variada com vértices

distribuídos ao longo de todo histograma, pois integram o grupo de localidades que mais recebe conexões.

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 neste estudo.
- O deslocamento é preferencial para as localidades e os deslocamentos são em sua maioria a curtas distâncias. 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. Entretanto, o padrão de distância percorrida é variável segundo tipo de conexão por nível de ensino, sendo mais curtas para deslocamentos de ensino fundamental e mais longas para ensino médio.

### **5.3.5. Comparação entre as redes**

Nesta seção as estruturas das redes de Educação, Posto de saúde, Hospital, Transporte, Bens de Consumo e Produção são comparadas. Como mencionado na metodologia, as redes de Transporte e Educação foram simplificadas para proporcionar a comparação dos valores das métricas utilizadas que não se aplicam a redes do tipo *multiplex*.

As Figuras 5.47 e 5.48 apresentam as representações gráficas das redes, nas quais as posições das localidades foram mantidas, e apenas as conexões foram atualizadas. Este procedimento facilitou a análise visual das diferenças entre os

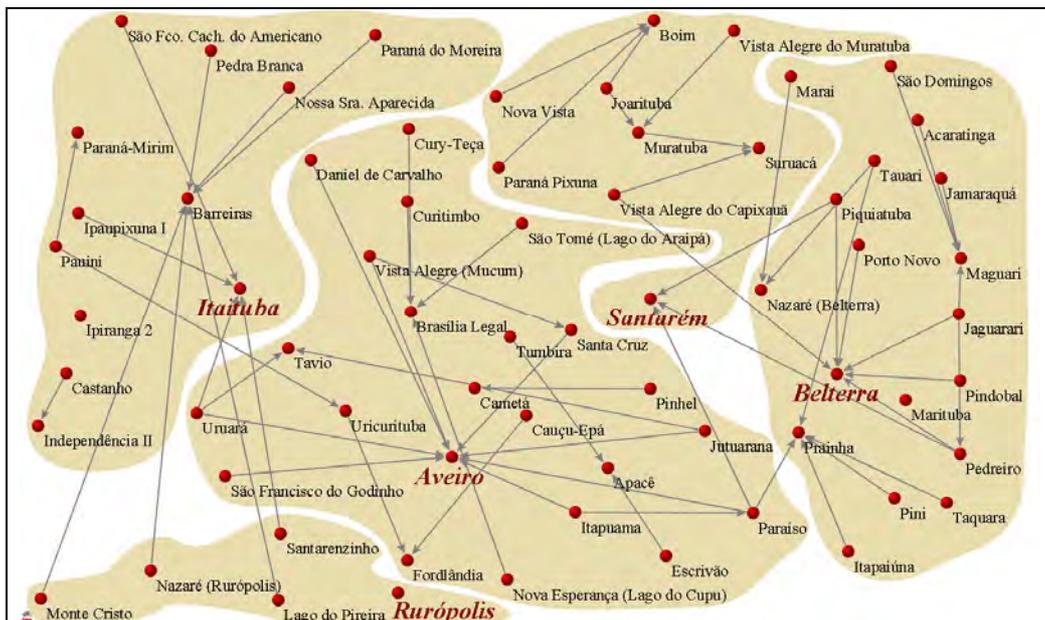
padrões de conexão das redes. Observa-se dois padrões gerais de conexões muito distintos. O primeiro padrão refere-se às redes de Educação e Posto de saúde que são menos densas e mais descentralizadas, com conexões se direcionando para cidades e localidades da área de estudo. (Figura 5.47). O segundo padrão refere-se às redes mais densas (com maior número de arcos) e centralizadas, com concentração dos deslocamentos em direção às cidades da região, padrão observado nas redes de Hospitais, Transporte, Bens de Consumo e Produção (Figura 5.48).

Os padrões observados são descritos matematicamente pelas métricas de densidade e centralização IN (calculada a partir do grau de entrada) no gráfico da figura 5.49. Observa-se uma relação positiva entre os valores destas medidas e uma hierarquia de valores iniciando-se na rede de Educação, rede menos densa e menos centralizada, até a rede de Produção, a mais densa e centralizada de todas. Esta relação direta entre densidade e centralização é uma característica das redes analisadas neste trabalho e não uma propriedade matemática das medidas<sup>16</sup>.

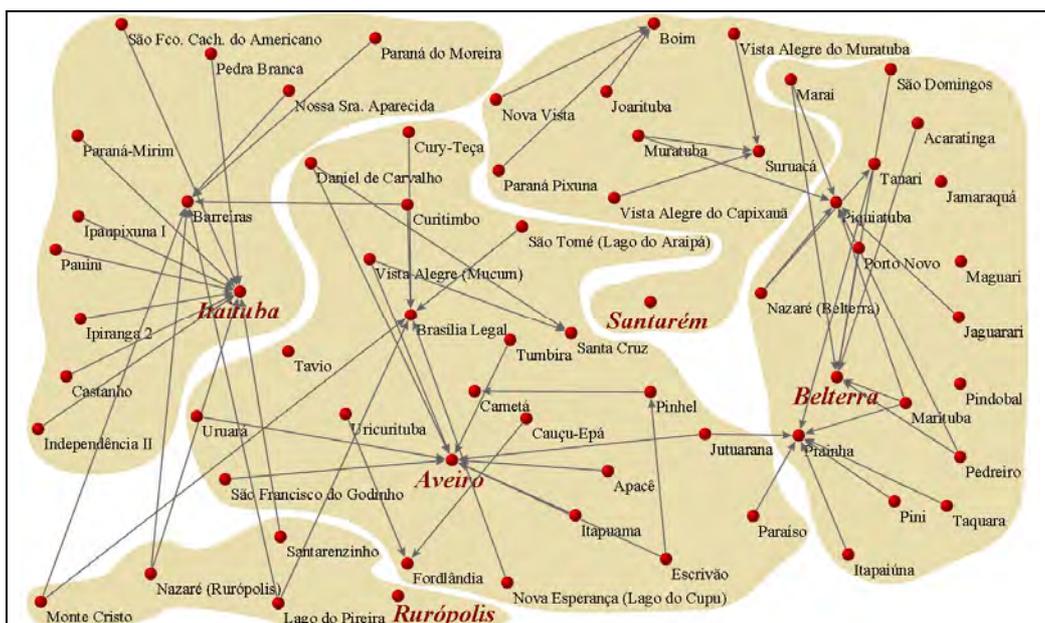
As baixas densidades e centralização das redes de Educação e Posto de saúde podem ser explicadas pela distribuição do grau de entrada das duas redes (Figura 5.50). Em ambas as redes os graus de entrada concentram-se nos valores 0, 1 e 2 com número de vértices em torno de 20, 35 e 10 respectivamente. As localidades com valor de grau de entrada 0 são as cidades e as localidades que têm suas necessidades de saúde e educação básicas supridas, não sendo necessário o deslocamento de seus habitantes a outros pontos da rede.

---

<sup>16</sup> Uma rede completa, na qual todos os vértices se conectam entre si, a densidade é máxima e a centralização é 0, pois todos os vértices têm o mesmo grau, o mesmo número de conexões e, portanto não há variação de grau na rede, característica avaliada pela medida de centralização.

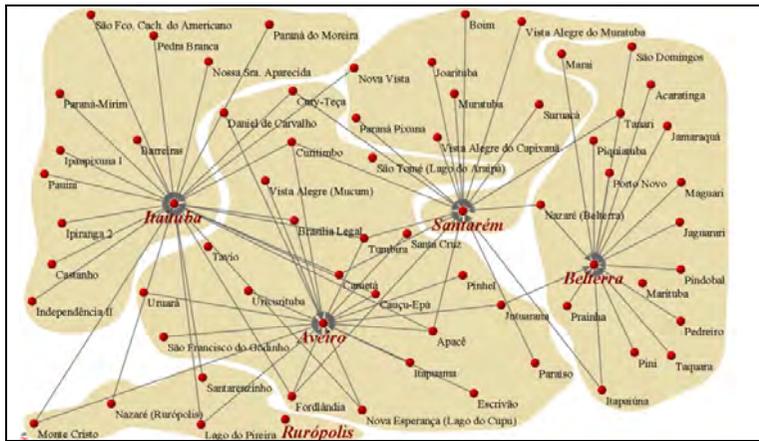


(a) Rede de Educação

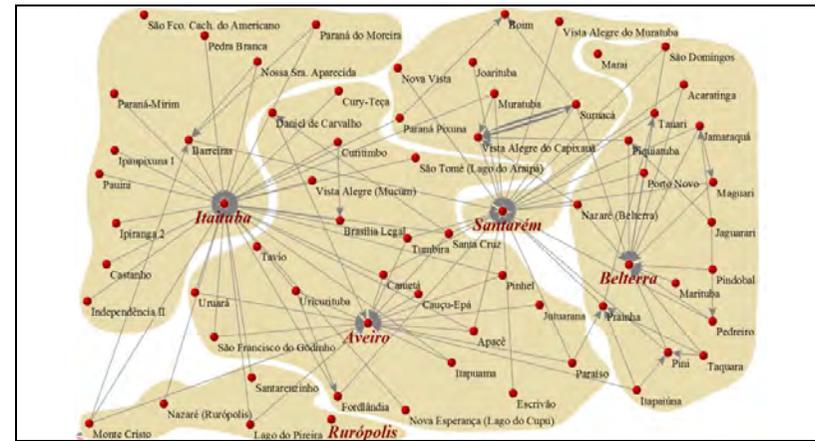


(b) Rede de Posto de Saúde

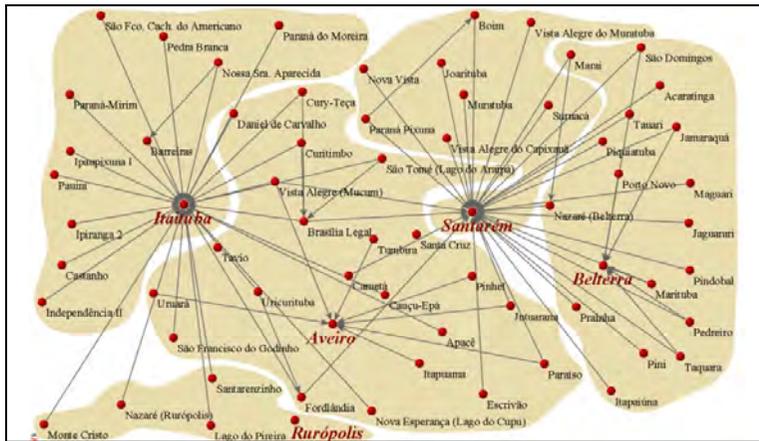
Figura 5.47 – Redes de Educação e Posto de Saúde do Baixo Tapajós.



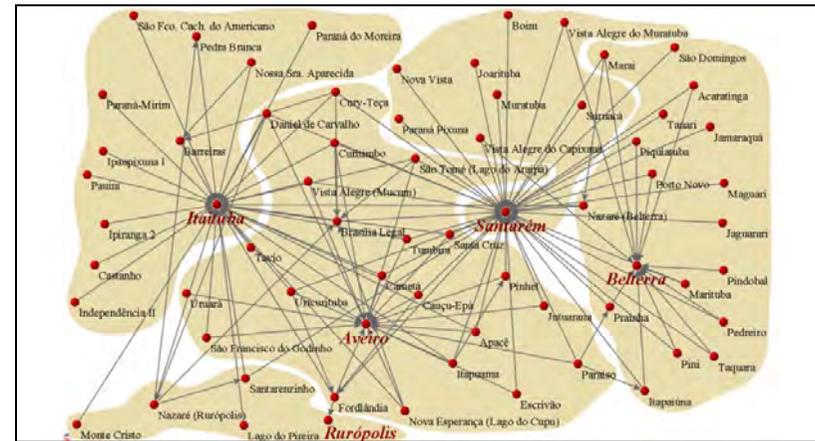
(a) Rede de Hospitais



(b) Rede de Transporte



(c) Rede de Bens de Consumo



(d) Rede de Produção

Figura 5.48 - Redes de serviços de saúde e de Circulação de mercadorias do Baixo Tapajós.

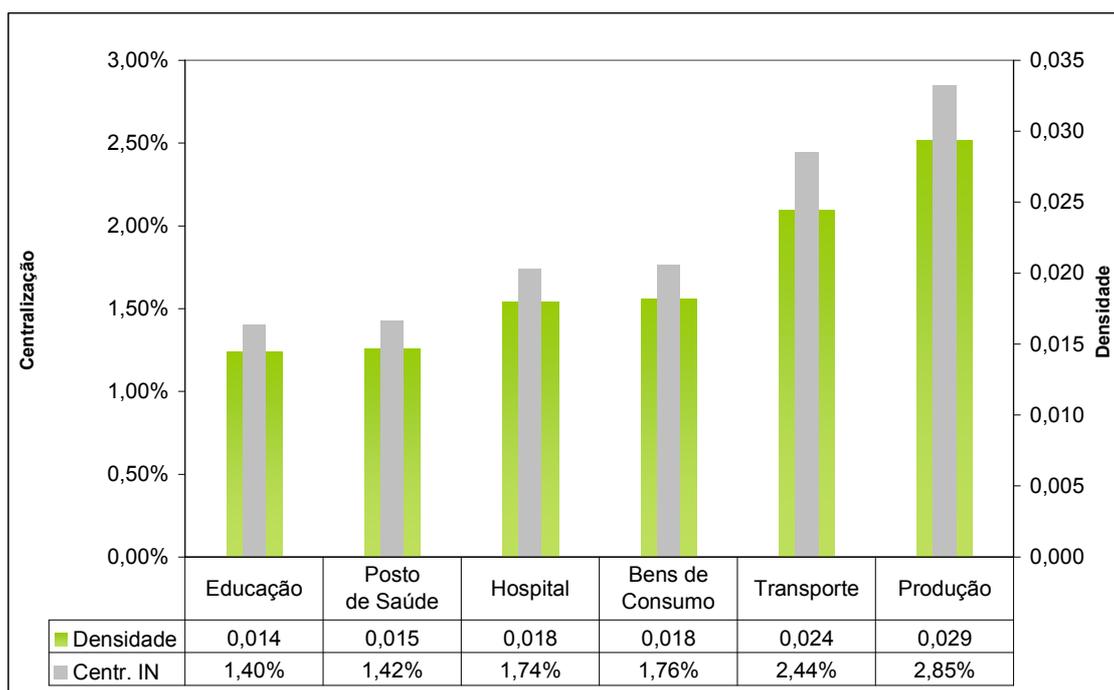


Figura 5.49 – Relação entre a densidade e centralização de entrada (IN) segundo tipo de rede.

As demais redes, Hospital, Bens de Consumo, Transporte e Produção possuem densidades que variam de 1,74% a 2,85%, com dois padrões distintos de comportamento, as redes de Hospital e Bens de Consumo apresentam valores similares de 1,74% e 1,76%, respectivamente. Já as redes de Transporte e Produção apresentam os valores mais altos 2,46% e 2,85%, respectivamente. Estas diferenças de densidades podem ser mais bem entendidas a partir do exame da distribuição dos graus de saída (Figura 5.51). As Redes de Hospital e Bens de consumo tem gráficos bem semelhantes, ambas possuem baixo número de localidades com grau zero, em torno de 8, grande concentração de localidades com grau de saída 1, aproximadamente 45, e um número razoável de grau 2, 16 para Bens de consumo e 10 para Hospital. O grupo de localidades com valor 0 é constituído pelas cinco cidades da região (que são vértices especiais da rede, pois são apenas os destinos dos fluxos estudados, pois o recorte amostral desta pesquisa limitou-se às localidades) mais as localidades que não possuem informação para as duas redes.

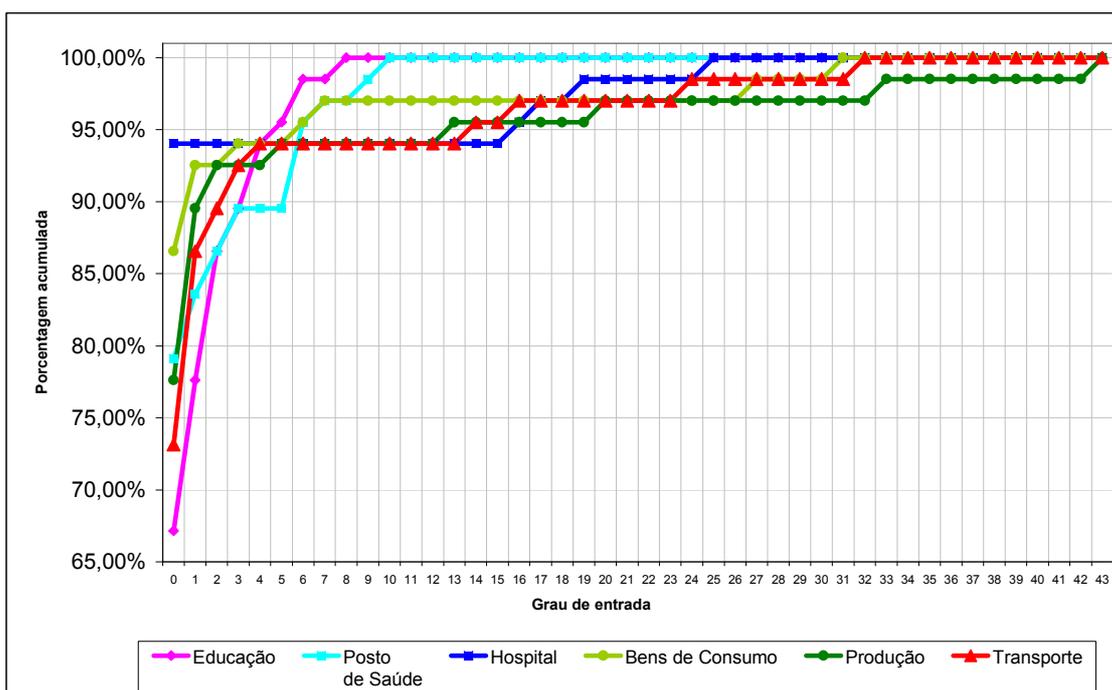


Figura 5.50 – Histograma com a distribuição do grau de entrada das redes de Educação, Posto de Saúde, Hospital, Bens de consumo, Produção e Transporte.

As últimas duas redes, Transporte e Produção, possuem maior densidade, com distribuição dos graus de saída (Figura 5.51) menos concentrada nos valores de 0 e 1 e com um maior número de vértices com valores acima de 2. Este padrão pode ser explicado pela natureza das duas redes. Verificou-se em campo que a maioria das localidades visitadas era servida por transporte regular, principalmente fluvial, com barcos para Itaituba e Santarém concomitantemente e muitas delas para Aveiro também. No caso da rede de Produção, a comercialização era realizada para a cidade mais próxima da comunidade e para Santarém ou Itaituba, as cidades mais importantes da região.

Esta concentração reflete a natureza destas redes. Na rede de Saúde, há apenas hospitais nas cidades, desta forma todo o fluxo de pacientes vai em direção às cidades (Figura 5.52). No caso da rede de Transporte a concentração exibida reflete a forma como ela foi concebida, a partir das linhas

de transporte regular, que em a grande maioria das linhas são em direção às cidades. As redes de circulação de mercadorias possuem o padrão centralizado nas cidades devido a estes vértices serem os centros de compras e de escoamento da produção.

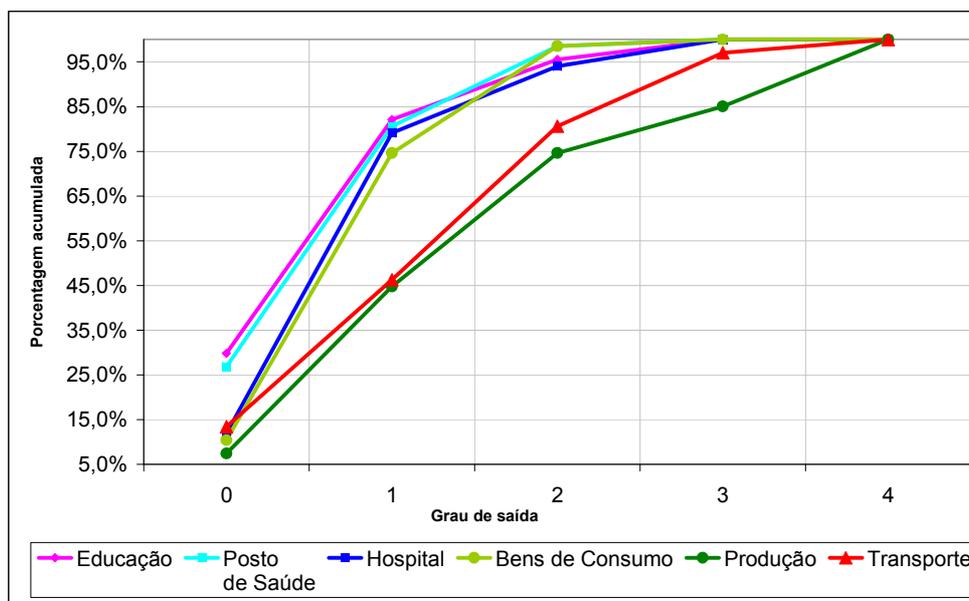


Figura 5.51 - Histograma com a distribuição do grau de saída das redes de Educação, Posto de Saúde, Hospital, Bens de consumo, Produção e Transporte.

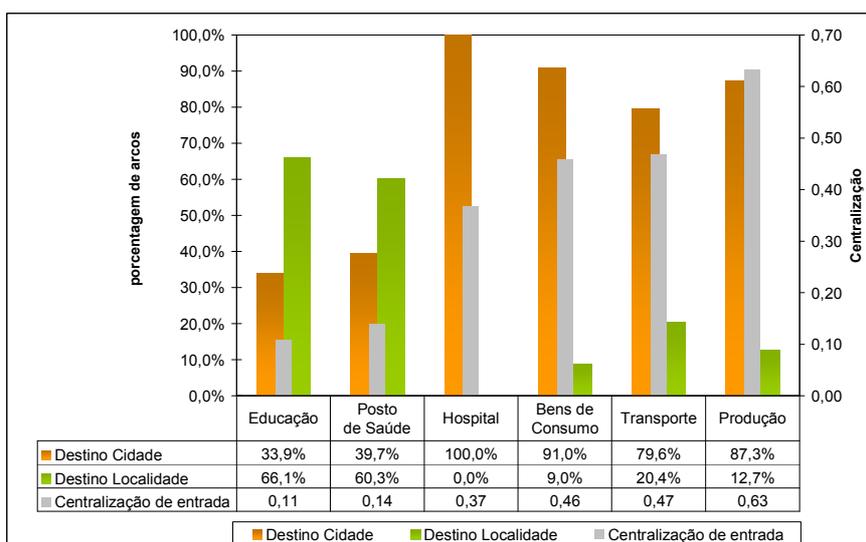


Figura 5.52 – Porcentagem de arcos por tipo de destino, localidade ou cidade e Centralização de entrada segundo tipo de rede.

Nas redes estudadas há ainda outro padrão que se relaciona com a centralização de entrada que é o padrão de coesão. A Figura 5.53 apresenta o número de componentes conectados e isolados, assim como o tamanho do maior componente. Segundo os valores observados, conclui-se que as redes mais centralizadas, Hospital, Transporte, Bens de Consumo e Produção são também as mais coesas com apenas um componente conectado que inclui quase todos os vértices das redes. As redes de Educação e Posto de saúde (Figura 5.53) são menos coesas, sendo que a rede de Educação é a menos coesa de todas, com o maior número de componentes conectados.

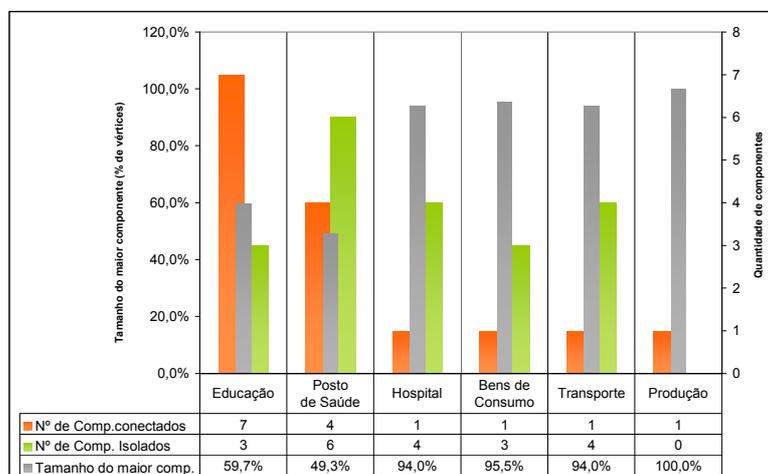


Figura 5.53 – Número de componentes conectados e isolados e tamanho do maior componente segundo tipo de rede.

Nas redes de Educação e Posto de saúde este padrão se inverte e as conexões direcionam-se em maior proporção às localidades. Nestas redes as localidades que possuem posto de saúde e escola, constituem junto às cidades os pontos de destino dos deslocamentos, resultando em um maior número de vértices destinatários e, portanto, em uma rede mais descentralizada. No gráfico da Figura 5.52 observa-se que quanto mais centralizada a rede maior é a proporção das conexões com destino às cidades.

Analisando o padrão de distâncias das redes estudadas (Figura 5.54) observa-se que a rede de Educação possui a maior proporção de arcos em deslocamentos até 20,0 km. Em seguida a proporção de conexões cai conforme aumenta a faixa de distâncias. Este comportamento é resultado da distribuição das escolas na área de estudo que estão presentes em quase todas as localidades. Nesta rede há um pequeno pico na faixa de 60,0 a 100,0 km que pode ser reflexo dos alunos que se mudam para localidades e/ou cidades mais distantes para estudar. A rede de Posto de saúde tem um comportamento parecido, entretanto, apresenta um pico mais pronunciado na faixa de 10,0 a 20 km e com ausência de arcos nas faixas maiores, a partir de 60,0km. Este padrão mais concentrado em uma faixa de distância específica reflete a menor quantidade de localidades com postos de saúde quando comparado com a rede de escolas, exigindo deslocamentos um pouco mais longos.

As redes de Bens de consumo e Produção apresentam comportamentos semelhantes com o aumento da proporção de arcos até a faixa de 60,0 a 100,0 km, onde as duas redes apresentam pico, seguido de decaimento até as faixas mais distantes (Figura 5.54). Este comportamento reflete a estrutura destas redes, na qual as cidades que são maiores centros de compras e de escoamento de produção recebem prioritariamente as conexões independentemente se estas estão mais próximas ou não das localidades de origem.

As redes de Transporte e Hospital apresentam comportamento similar entre si (Figura 5.54), crescimento gradual da proporção de arcos com picos entre 20,0 a 60,0 km com decaimento gradual até as faixas de distâncias maiores. Este comportamento é reflexo da predominância das conexões em direção às cidades mais próximas das localidades nestas duas redes.

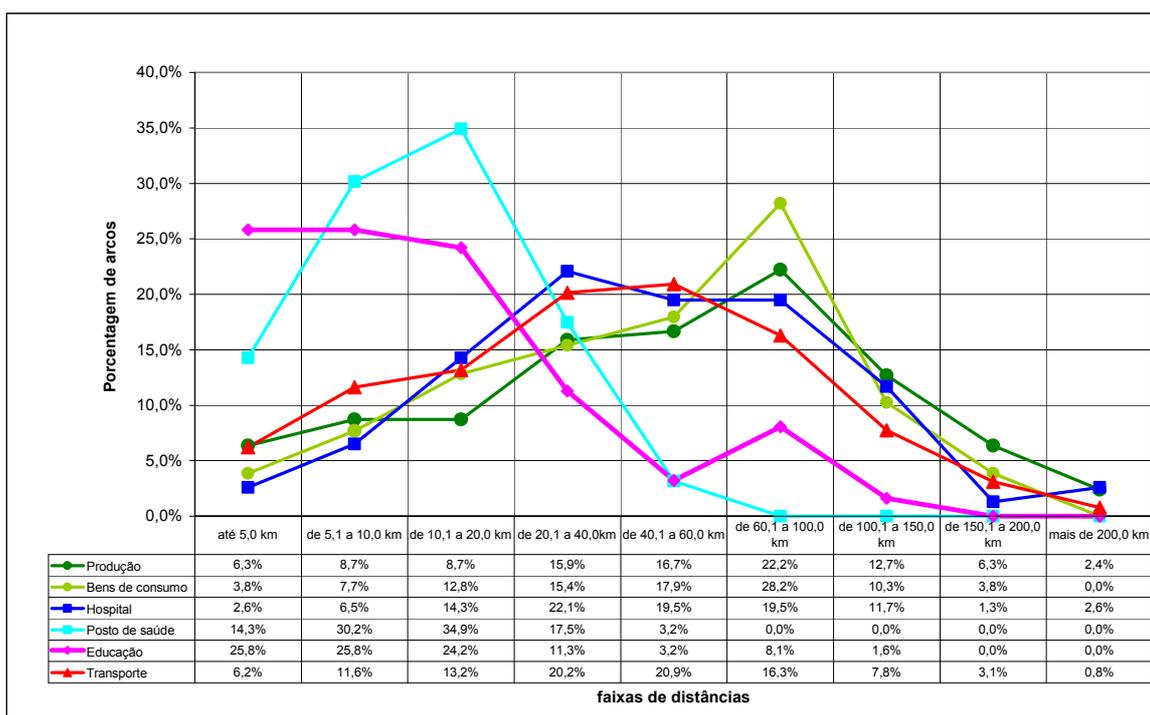


Figura 5.54 – Porcentagem de arcos por faixa de distâncias segundo tipo de rede.

A importância das linhas de transportes em cada uma das redes pode ser avaliada a partir da interseção entre cada uma das redes e a rede de Transporte. Considerou-se interseção quando o mesmo arco, com origem e destino iguais, foi detectado na rede em questão e na rede de transporte (Figura 5.55). Da proporção de sobreposição de arcos em cada uma das redes, observa-se que as redes de Produção, Hospital e Bens de consumo são mais influenciadas pela rede de transporte, indicada pelas maiores porcentagens de sobreposição de 60,3%, 75,3% e 76,9% respectivamente. A rede de Produção é a que possui menor valor, o que pode ser explicado pela venda de mercadorias às localidades vizinhas, que em geral é feita utilizando transporte próprio. As redes de Posto de saúde e Educação possuem proporções menores na faixa de 50% (Figura 5.55). Este padrão é explicado pelo tipo de deslocamento que é realizado para a utilização dos serviços de Educação e Posto. Como as distâncias percorridas nas duas redes são menores, boa parte dos deslocamentos é realizada com transporte particular,

ou a pé. No caso da rede de Educação há também o transporte escolar oferecido pelas prefeituras municipais.

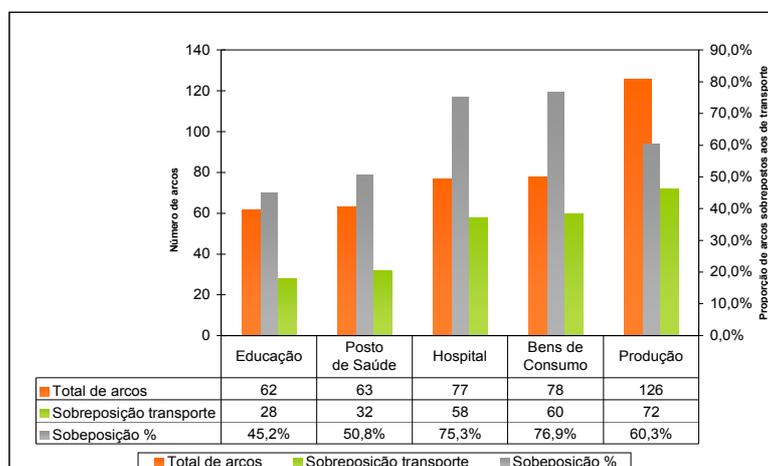


Figura 5.55 – Sobreposição entre a rede de Transporte e as demais redes.

Analisando o padrão de conexão dos vértices nas diferentes redes observa-se que em todas elas há um padrão predominantemente polarizado entre localidades exclusivamente remetentes e localidades exclusivamente destinatárias (Figura 5.56). Entretanto só a rede de Hospital possui este padrão de forma exata sem a presença de nenhuma das outras classes de *lc*, que definem vértices que enviam e recebem conexões ao mesmo tempo. A rede de Posto de saúde é a segunda rede mais polarizada com apenas uma pequena fração de vértices na classe Equilibrado. Entretanto a diferença maior em relação à rede de Hospital é a proporção de vértices exclusivamente destinatários que é bem maior, refletindo a quantidade e localização distribuída dos postos de saúde na área de estudo. A rede de Educação assim como a de Posto de saúde possui também uma maior proporção de vértices exclusivamente destinatários, inclusive maior que a da rede de Posto de saúde. Esta característica é reflexo do número de escolas na região. Outro fator que se destaca nesta rede é a presença das classes que recebem e enviam conexões (Figura 5.56). Este fato é resultado da característica dos diferentes níveis das escolas presentes nos vértices que recebem alunos para um nível

de ensino e ao mesmo tempo seus estudantes procuram escolas de nível maior em outros locais. A rede de Bens de Consumo apresenta uma pequena proporção de vértices que recebem conexão contra uma proporção grande de vértices exclusivamente destinatários. Números que refletem sua estrutura centralizada nas cidades, exclusivamente destinatárias, e centros de compras locais presentes nas demais classes que recebem e enviam conexões. Na rede de Produção este comportamento se repete, mas a proporção de vértices que recebem ligações é maior que na rede de Bens de Consumo, resultado do número maior de destinos desta rede, na qual parte significativa de suas conexões se deu entre localidades. A rede de Transporte é a que possui a segunda menor proporção de vértices exclusivamente remetentes, com valor maior apenas do que da rede de Educação. A rede de transporte é que possui a maior segunda maior proporção de vértices destinatários formados pelas classes de *Ic* que enviam e recebem vértices.

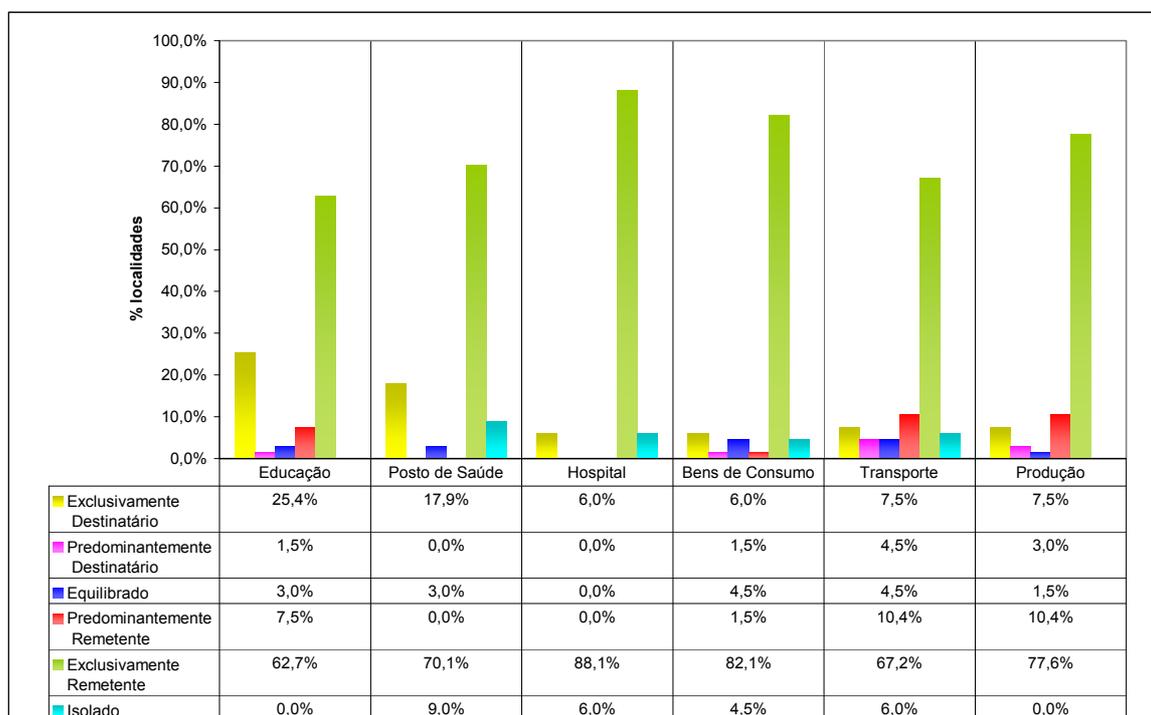


Figura 5.56 – Gráfico com a proporção de classes de *Ic* segundo tipo de rede.

Para identificar os tipos de centralidades, calculou-se o  $I_c$  a partir da soma dos graus de entrada e saída das redes de Educação, Posto de saúde, Hospital, Bens de Consumo e Produção. A rede de Transporte não foi incluída neste cálculo, por ter sido considerada como condição de existência de conexões nas demais redes, principalmente nas redes de hospital e Bens de Consumo. Os valores de  $I_c$  foram então categorizados segundo as classes utilizadas no trabalho e o resultado é exibido no mapa da Figura 5.57. Apenas as cidades foram categorizadas como exclusivamente destinatárias segundo as classes de  $I_c$  representadas no mapa da Figura 5.57. Entretanto, as cidades polarizam as redes de forma diferenciada. Do número de conexões recebidas em cada cidade e por tipo de rede (Figura 5.58), observa-se que Santarém é o maior centro de comércio na região, com o maior número de conexões para as redes de Produção e Bens de Consumo. Esta cidade também é considerada também um centro na rede de Hospital. Itaituba tem característica semelhante, recebe menos conexões de circulação de mercadorias, mas apresenta mais conexões de hospital e educação. Outra diferença de Itaituba em relação a Santarém é que a primeira também se constitui um centro na rede de Posto de saúde, com um significativo número de conexões recebidas (10 conexões). Aveiro, assim como Itaituba, possui papel de centro relevante para educação e saúde básica, e comercial, porém de forma menos expressiva que as outras duas cidades, principalmente em relação ao comércio. Belterra é a cidade com menor número de conexões comerciais, com alguma expressão na rede de Hospital e apresenta-se como centro apenas para Posto de saúde, não recebendo conexões na rede de Educação.

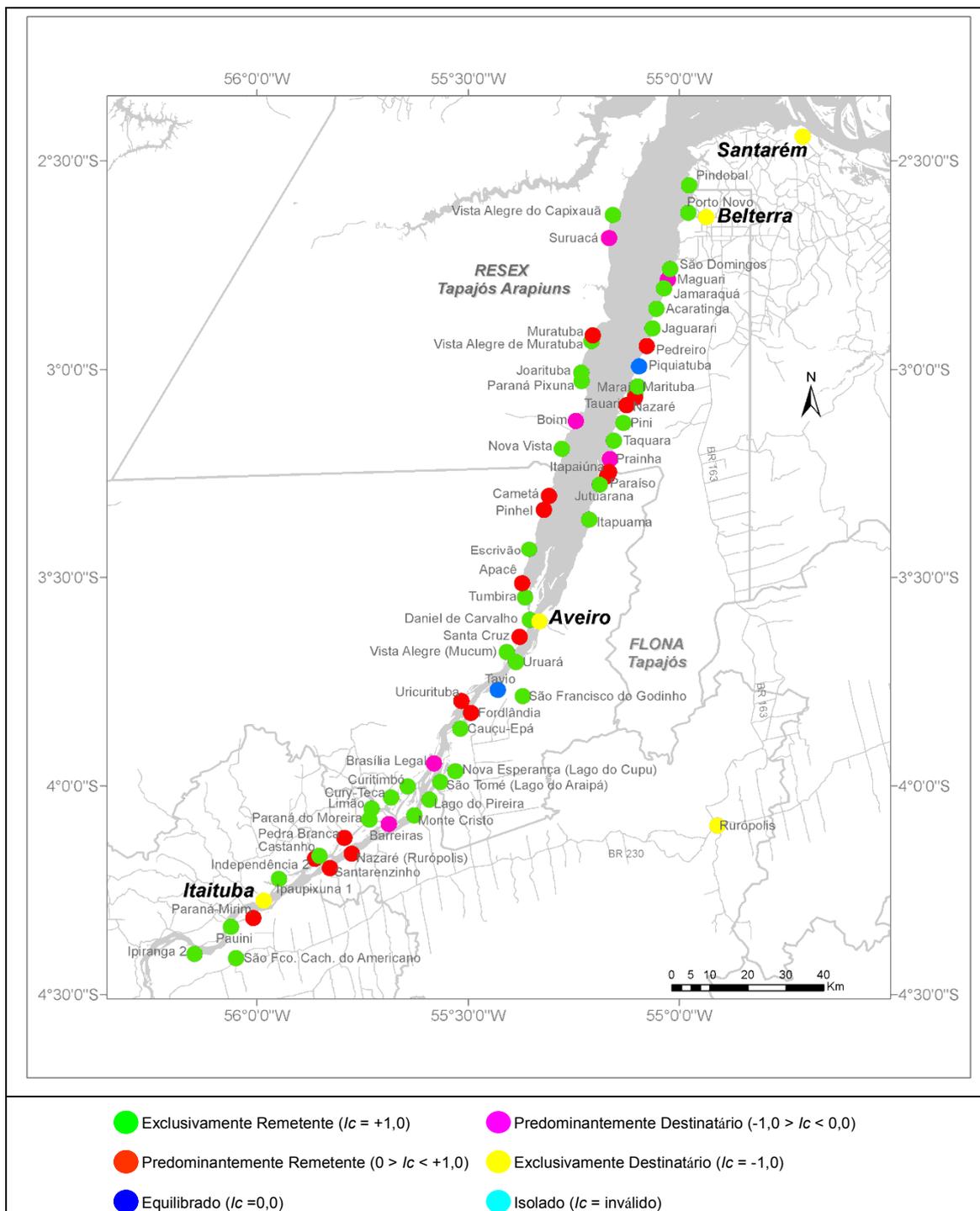


Figura 5.57 – Mapa com a representação de classes de  $I_c$ .

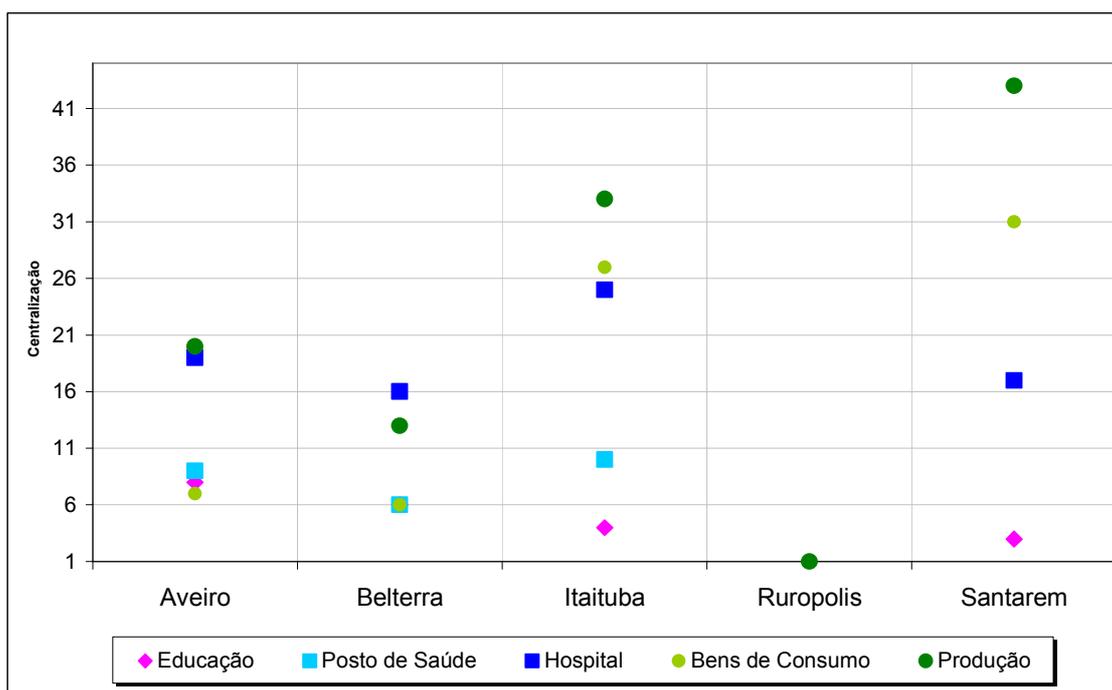


Figura 5.58 – Número total de conexões recebidas por cidades segundo tipo de rede.

Mais da metade das localidades, aproximadamente 55%, são exclusivamente remetentes, ocupando um papel de dependência na rede de localidades do Baixo Tapajós (Figura 5.57).

A classe Predominantemente remetente é que possui o segundo menor número de vértices, seis no total. Esta classe reúne as localidades que foram identificadas como pontos importantes de oferecimento de serviços de Educação e saúde básica e de comércio, são elas: Suruacá, Boim, Brasília Legal, Barreiras, Prainha e Maguari. As funções destes centros podem ser melhor visualizadas no gráfico da Figura 5.59. Barreiras destaca-se por seu número acentuados de conexões de Posto de saúde e também por receber conexões de Produção e bens de Consumo.

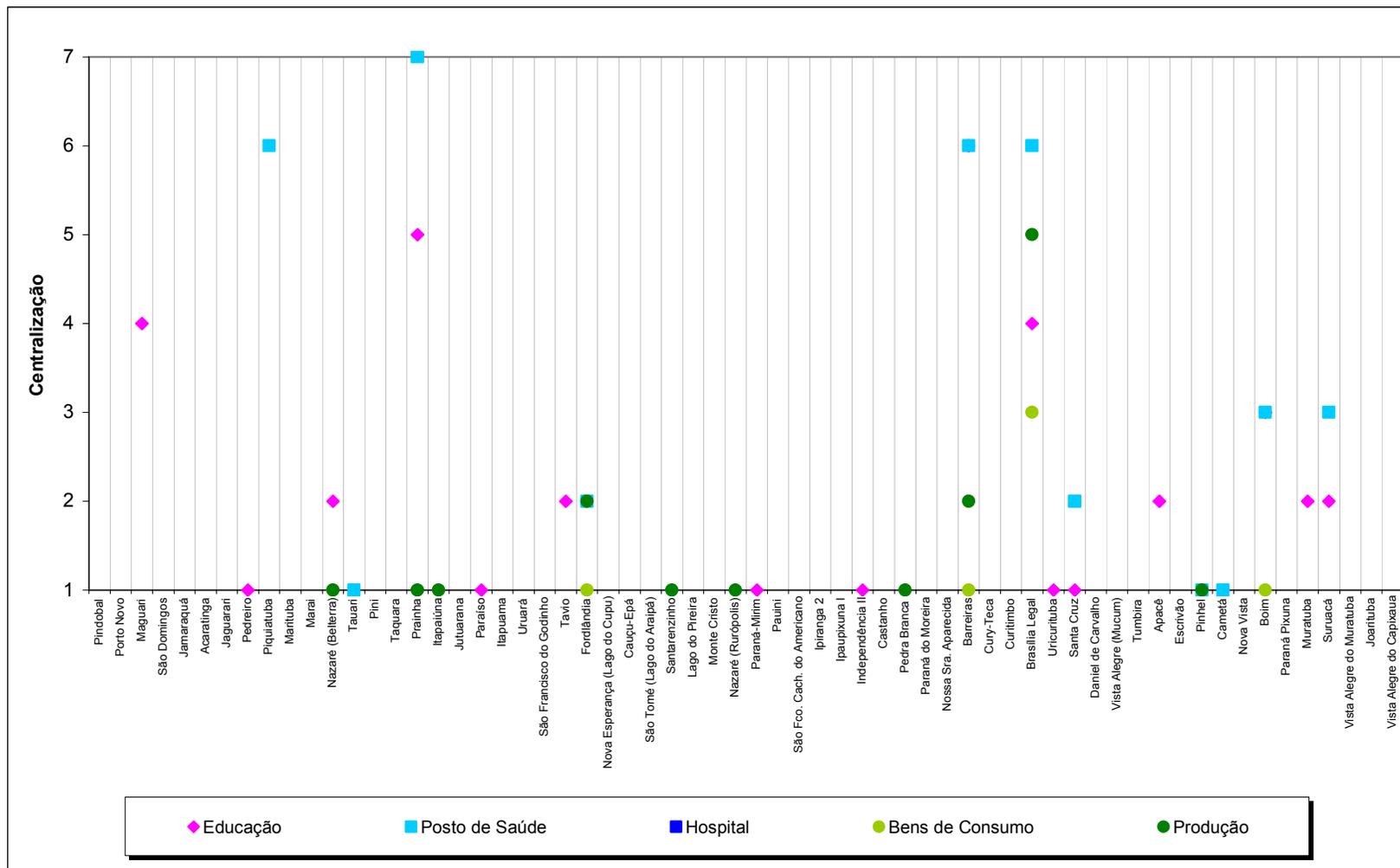


Figura 5.59 – Número total de conexões recebidas por localidade segundo tipo de rede.

Brasília Legal é o maior destaque entre estas localidades, pois ela é uma centralidade tanto comercial como para as redes de Posto de saúde e educação. Prainha é outra localidade que se destaca, mas por ser o maior centro de Posto de Saúde e Educação da região, um destino importante para as localidades situadas no sul da FLONA. Maguari recebe apenas conexões de educação, Boim apenas de Posto de Saúde e Suruacá recebe conexão de ambas.

A classe Equilibrado contém apenas duas localidades, Piquiatuba e Tavio (Figura 5.57). A primeira comporta-se apenas como centro da rede de Posto de saúde, com grau de entrada seis, e a segunda como destino da rede de Educação. Piquiatuba é um importante centro da rede de posto de saúde que atua dentro dos limites da FLONA.

A classe predominantemente remetente possui 17 localidades com distribuição ao longo de toda área de estudo. A maior parte delas recebe apenas uma conexão de apenas um tipo de rede, apenas quatro localidades recebem mais de uma conexão, na verdade duas conexões por tema são elas: Nazaré de Belterra, Apacê, Fordlândia e Santa Cruz. As duas primeiras recebem conexões de Educação e as duas últimas de Posto de saúde.



## 6 CONCLUSÕES

Este trabalho propôs um método para descrever a estrutura das redes de localidades para identificar o papel das localidades no tecido urbano amazônico. Para tanto a estrutura de seis diferentes redes que representam os fluxos de pessoas e mercadorias da região do Baixo Tapajós 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, Hospital, 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.

A rede de Hospital, centralizada nas cidades, revelou uma importante característica na relação entre acessibilidade e nível de serviços prestados. Santarém possui as melhores condições de serviços hospitalares da região diferenciando-se muito das outras cidades. Itaituba, a segunda cidade em nível de serviços, possui indicadores muito inferiores à Santarém, mas recebe o maior número de conexões desta rede, recebendo pacientes das localidades de Itaituba, Rurópolis e Aveiro. Neste contexto esperar-se-ia que os hospitais de Santarém fossem mais requisitados pelas localidades da região do que os demais. Entretanto, se observou que o padrão de conexões obedeceu mais fortemente a um critério de proximidade espacial. Os moradores das

localidades deslocam-se para as cidades mais próximas de sua residência a procura de serviços hospitalares, mesmo que o hospital procurado não oferecesse as melhores condições. O pior hospital da região é o da cidade de Aveiro, que ocupa uma posição geográfica central para as localidades do Baixo Tapajós. Neste contexto, o conhecimento da estrutura desta rede indica que o investimento em hospitais na região deve ser regionalizado e compartilhado entre as cidades ribeirinhas, para promover um acesso mais equitativo das populações locais aos serviços hospitalares.

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. Brasília Legal, Barreiras e Fordlândia, as localidades identificadas como centros nestas duas redes, apresentam atividade econômica de maior expressão (no caso da área de estudo, pecuária de corte) em relação às demais localidades, com porte populacional muito maior do que a média das localidades e com a presença de equipamentos urbanos raros na região, como restaurante, hotel e acesso a internet,. Brasília Legal e Barreiras constituem-se centros de apoio à cidade de Itaituba na prestação de serviços de Educação e Posto de saúde na região sul da área de estudo. Como há uma quantidade menor de localidades que oferecem estes serviços na região sul, Itaituba, Brasília Legal e Barreiras, mesmo não sendo centros locais absorvem esta demanda. Fordlândia, apesar de ser a localidade mais populosa e possuir um dos melhores níveis de equipamentos urbanos da região, não cumpre este papel. No trabalho de campo observou-se que as atividades destas localidades estavam muito mais integradas às localidades situadas na rota até a Transamazônica, pela qual parte importante de sua produção é escoada.

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 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, sendo que há conexões a locais mais distantes da localidade de origem. Assim se observou que a distância na rede de Produção não pareceu um fator tão importante para a definição das conexões quanto na rede de Bens de Consumo. A preferência a mercados maiores e com melhores condições de comercialização pode explicar a diversidade de destinos e o deslocamento a pontos mais distantes na rede de Produção. Outra característica importante desta rede foi um maior número de conexões entre as localidades do que na rede de Bens de consumo que é mais centralizada nas cidades. Estas conexões podem representar produtos que possuem padrão de comercialização mais local, como a pesca, por exemplo. Como esta rede reúne os deslocamentos para a venda de tudo que é produzido na localidade, sem se especificar o produto, não há como verificar este tipo de questão. Para tanto, recomenda-se que em trabalhos futuros redes de produção específicas para os principais produtos da região sejam definidas.

A rede de Transporte representa, no presente estudo, uma aproximação das oportunidades e restrições de deslocamento a que as localidades da região estão submetidas. Fazendo a intersecção desta rede com as demais se verificou que esta parece influenciar bastante algumas conexões nas redes de Hospital, Bens de consumo e Produção, com valores de sobreposição variando entre 60 e 75% para estas redes. Para as redes de Educação e Posto de saúde esta sobreposição é da ordem de 50%. Esta diferença de padrão entre as redes é reflexo da natureza das redes. Nas últimas duas redes como os deslocamentos são mais curtos, boa parte deles é feito por meio de transporte próprio em rabetas, motos ou até mesmo a pé. A relação entre transporte e existência de conexão foi analisada nesta tese a partir da simples intersecção, recomenda-se que para trabalhos futuros seja realizado um teste estatístico para verificar se há tendência de multiplicidade de relações, ou seja, para verificar qual a probabilidade real de dois tipos de conexões acontecerem

conjuntamente em uma rede. Skvoretz e Agneessens (2007) desenvolveram um teste estatístico para este fim que avalia se a multiplicidade presente entre duas redes é real ou ocorreu por simples coincidência.

Avaliando a metodologia de coleta de dados utilizada no trabalho de campo contra os resultados obtidos conclui-se que:

1. A estratégia de entrevista com os representantes locais, apesar de restringir as redes à visão que os moradores possuem dos deslocamentos realizados, possibilitou o acesso a informações importantes que não estão disponíveis em estatísticas oficiais de órgão governamentais.
2. Como os objetivos do trabalho de campo atendiam a diferentes pesquisas coletou-se um número grande de variáveis, aproximadamente 200. Como o tempo de permanência em cada localidade era reduzido, de uma hora e meia a duas, despendeu-se muito tempo com variáveis que não contribuíram para os objetivos desta tese e muitas variáveis importantes para a mesma apresentaram inconsistência. Recomenda-se que no futuro seja realizado um levantamento específico para a caracterização das redes na escala local, com o levantamento apenas de variáveis relacionais e um conjunto reduzido de variáveis atributivas que sejam estritamente essenciais para a interpretação das redes, sugere-se o conjunto selecionado no capítulo de resultados da tese.
3. Além de reduzir o número de variáveis, para melhorar a qualidade dos dados sugere-se também que as perguntas em relação às redes sejam mais fechadas e específicas, para evitar ambiguidades na construção das redes. Um dos exemplos foi da rede de educação na qual os informantes não distinguiram sistematicamente se os estudantes se deslocavam diariamente para estudar ou se eles se mudavam para o local onde se situava a escola de destino.

4. Recomenda-se que em estudos futuros seja realizada coleta de dados nas cidades para verificar se há padrões de conexões partindo destas para as localidades. No presente estudo avaliaram-se as redes apenas sob a perspectiva das localidades. Seria interessante avaliar melhor o papel das cidades nas redes de localidades para também entender o relacionamento destas com a rede formal de cidades.

As métricas e técnicas de representação e análise de redes de ARS (Análise de Redes sociais) mostraram-se adequadas aos objetivos da pesquisa. A associação destas com a análise de distâncias das conexões e contextualização espacial dos padrões observados em mapas revelaram diferentes características do papel das localidades na área de estudo. As métricas de coesão e centralização utilizadas permitiram quantificar características das redes que foram observadas em campo assim como também possibilitaram a verificação de algumas premissas a respeito das estruturas das redes. A análise de *Blockmodelling* associada à localização geográfica das localidades permitiu a identificação de áreas de influências na região e também a diferença entre a extensão espacial e composição destas áreas nas diferentes redes.

O índice de conectividade proposto nesta tese trouxe como contribuição uma tipologia de vértices que identifica diferentes níveis de centralidade a partir da relação entre os graus de entrada e saída dos vértices em uma escala hierárquica que se inicia com vértices exclusivamente remetentes até os exclusivamente destinatários. Na rede de localidades os primeiros são analisados como localidades totalmente dependentes na rede analisada e os segundos como centralidades independentes naquela rede. Entre estes dois extremos, três classes definem centralidades com graus de dependência variados. Esta tipologia criada não se restringe apenas a redes geográficas, mas pode ser aplicadas a qualquer tipo de rede para classificar os vértices de acordo com diferentes posições de centralidade.

Refletindo-se a respeito das contribuições desta tese, estas se dividem em dois campos do conhecimento. A primeira contribuição refere-se ao uso das técnicas de ARS em trabalhos que contemplem a dimensão espacial em suas análises. Nos últimos anos os trabalhos de redes sociais têm incorporado a dimensão espacial em suas análises, investigando como as relações sociais e a estrutura das redes que as representam são influenciadas pela localização espacial dos indivíduos (ADAMS *et al.*, 2011; BUTTS *et al.*, 2011; DOREIAN; CONTI, 2010). Há também estudos que trabalham com redes espaciais (na qual os vértices representam unidades espaciais como países, cidades, vilas etc.) utilizando as métricas de ARS para investigar suas estruturas (BEAVERSTOCK; SMITH, R. G., 2000; CAMAGNI; SALONE, 1993; SMITH, D. A.; TIMBERLAKE, 1995; TAYLOR; CATALANO; WALKER, 2002a, 2002b). Estes trabalhos, mesmo quando se destinam a estudar algum aspecto do espaço urbano atual, chegam ao máximo à escala de atuação das cidades. Na escala de análise similar a esta tese há uma pesquisa que estuda um conjunto de vilas rurais na Tailândia a partir de redes de educação, aluguel de equipamentos agrícolas, migração pendular e compartilhamento de templos (FAUST, KATHERINE *et al.*, 1999; VERDERY *et al.*, 2011). O foco do estudo é a representação das redes no espaço e a contextualização das mesmas segundo as características de padrões de uso e cobertura da terra para compreender como as características do espaço geográfico, do ambiente geográfico influenciam nas relações sociais. As métricas utilizadas na pesquisa destas vilas para caracterizar a estrutura das redes (FAUST, KATHERINE *et al.*, 1999; VERDERY *et al.*, 2011) são praticamente as mesmas utilizadas nesta tese. A especificidade desta tese em termos de aplicação de ARS reside na detecção das propriedades estruturais das redes e no estudo da expressão destas estruturas no espaço geográfico no qual estas redes estão emersas.

A segunda contribuição é relativa à compreensão das características do tecido urbano na escala local a partir da análise das redes de circulação de pessoas e mercadorias no nível mais baixo da hierarquia da rede urbana. Estudos

anteriores já identificaram o papel das localidades no tecido urbano, entretanto estes estudos partiam do pressuposto que as localidades eram um dos estágios de evolução para a formação de cidades (BECKER, B. K., 1978; GUEDES *et al.*, 2009). A localidade é entendida como uma futura cidade, não importa se é em um modelo teórico de transição rural-urbano (GUEDES *et al.*, 2009) ou em um modelo de ocupação com características urbanas (BECKER, B. K., 1978). Esta tese 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.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, J.; FAUST, KATHERINE; LOVASI, G. S. Capturing context: Integrating spatial and social network analyses. **Social Networks**, v. 34, p. 1-5, Nov. 2011.

ALVES, P. A.; AMARAL, S.; ESCADA, M. I. S.; 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)**, v. 35, n. 1, p. 165-182, 2010.

AMARAL, S.; ESCADA, M. I. S.; ANDRADE, P. R.; *et al.* **Da canoa à rabeta: estrutura e conexão das comunidades ribeirinhas no Tapajós (PA). Pesquisa de campo jun/jul de 2009.** INPE, São José dos Campos, 2009

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.

BARABÁSI, A.-L. The Architecture of Complexity: from network structure to human dynamics. **Control Systems Magazine, IEEE**, v. 27, n. 4, p. 9, 2007.

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]

BATTY, M. **Network geography:** relations, interactions, scaling and spatial processes in GIS. CASA Working Papers. Disponível em: [http://www.casa.ucl.ac.uk/working\\_paper/paper63.pdf](http://www.casa.ucl.ac.uk/working_paper/paper63.pdf). 2003

BEAVERSTOCK, J. V.; SMITH, R. G. World-City Network: A New Metageography? **Annals of the Association of American Geographers** , v. 90, n. 1, p. 11, 2000.

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.

BECKER, B. K. **A Especificidade do urbano na Amazônia**: desafios para políticas públicas consequentes. Brasília: Secretaria de Coordenação dos Assuntos da Amazônia Legal - Ministério do Meio Ambiente. 1998.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 71, 2005.

BROWDER, JOHN O; GODFREY, B. **Rainforest Cities**. New York: Columbia University Press, 1997. p. 429

BROWDER, JOHN O; GODFREY, BRIAN J. Frontier urbanization in the Brazilian Amazon: a theoretical framework for urban transition. CONFERENCE OF LATIN AMERICAN GEOGRAPHERS, 1990, Auburn, Alabama. **Proceedings...** Auburn, 1990.

BUTTS, C. T.; ACTON, R. M.; HIPP, J. R.; NAGLE, N. N. Geographical variability and network structure. **Social Networks**, v. 34, n. 1, p. 82-100, Nov. 2011.

CAMAGNI, R.; SALONE, C. Network Urban Structures in Northern Italy: Elements for a Theoretical Framework. **Urban Studies**, v. 30, n. 6, p. 1053-1064, 1993.

CARDOSO, A. C. D.; LIMA, J. J. F. DE. Tipologias e Padrões de Ocupação Urbana na Amazônia Oriental: para que e para quem? In: CARDOSO, A. C. D. (Ed.). **O rural e o urbano na Amazônia**: diferentes olhares em perspectivas. Belém: EDUFPA, 2006. p. 215.

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

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

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

DOREIAN, P.; CONTI, N. Social context, spatial structure and social network structure. **Social Networks**, v. 34, n. 1, p. 32-46, 22 out 2010.

ESCADA, M. I. S.; AMARAL, S.; RENNÓ, C. D.; PINHEIRO, TAISE FARIAS. **Levantamento do uso e cobertura da terra e da rede de infraestruturas no Distrito Florestal da BR-163**. INPE. São José dos Campos. 2009

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.

FAUST, KATHERINE; ENTWISLE, B.; RINDFUSS, R. R.; WALSH, S. J.; SAWANGDEE, Y. Spatial arrangement of social and economic networks among villages in Nang Rong District, Thailand. **Social Networks**, v. 21, p. 311-337, 1999.

GARCIA, R. A.; SOARES-FILHO, B. S.; SAWYER, D. O. Socioeconomic dimensions, migration, and deforestation: An integrated model of territorial organization for the Brazilian Amazon. **Ecological Indicators**, v. 7, n. 3, p. 719-730, 2007.

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

GOMES, V. **Macroeconomia I introdução à contabilidade nacional**. Notas de Aula Disponível em: <[http://www.victorgomes.com.br/docs/cursos/gmacro1/macro1\\_aula2.pdf](http://www.victorgomes.com.br/docs/cursos/gmacro1/macro1_aula2.pdf)>. Acesso em: 2012.

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.

HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. **Introduction to social network methods**. Riverside: Riverside, CA: University of California, 2005. p. 322

HUISMAN, M.; DUIJN, M. A. J. VAN. Software for Social Network Analysis. In: SCOTT, JOHN; CARRINGTON, P. J.; WASSERMANN, S. (Eds.). **Models and Methods in Social Network Analysis**. Cambridge ed. New York: Cambridge University Press, 2009. p. 329.

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.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro, 2000b.

- \_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Regiões de Influência das cidades 2007**. Rio de Janeiro, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010.
- \_\_\_\_\_. **SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática de Dados**. Rio de Janeiro, 2012 Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 8 jan. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Cidades@**. Rio de Janeiro, 2012 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 12 nov. 2011.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Floresta Nacional do Tapajós - histórico**. Brasília, 2012 Disponível em: <[http://www4.icmbio.gov.br/flona\\_tapajos/index.php?id\\_menu=78](http://www4.icmbio.gov.br/flona_tapajos/index.php?id_menu=78)>. Acesso em: 21 set. 2011a.
- \_\_\_\_\_. **Unidades de conservação**. Brasília, 2012 Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/categorias>>. Acesso em: 10 dez. 2011b.
- 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
- LEYDESDORFF, L.; PERSSON, O. Mapping the Geography of Science□: Distribution Patterns and Networks of Relations among Cities and Institutes Mapping the Geography of Science□: Distribution Patterns and Networks of Relations among Cities and Institutes. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 61, n. 8, p. 1622-1634, 2010.
- MACHADO, L. O. Urbanização e Mercado de Trabalho na Amazônia Brasileira. **Cadernos do IPPUR/UFRJ**, v. 13, n. 1, p. 30, 1999.
- MONTE-MÓR, ROBERTO LUÍS. **A questão urbana e o planejamento urbano-regional no Brasil contemporâneo**. Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2004.
- MONTE-MÓR, ROBERTO LUÍS. O que é urbano no mundo contemporâneo. **Revista Paraense de Desenvolvimento**, n. 111, p. 20, 2006.
- MOREIRA, R. Cidade e campo no Brasil contemporâneo. **Ciência Geográfica, Bauru**, v. 11, n. 3, p. 6, 2005.

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.

PRISCILA, M.; PEREIRA, B.; BARCELLOS, C. O território no programa de saúde da família. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 2, n. 2, p. 47-55, 2006.

RIBEIRO, M. A. C.; CORRÊA, R. L. A. **A Complexidade da Rede Urbana Amazônica: três dimensões de análise**. departamento de geografia. Rio de Janeiro: UFRJ. , 1998

RODRIGUEZ, V. Financiamento da educação e políticas públicas: o FUNDEF e a política de Descentralização. **Cadernos Cedes**, v. 21, n. 55, p. 42-57, 2001.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: HUCITEC, 1994.

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.

SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE (DATASUS). **Cadastro nacional de estabelecimentos de saúde**. Disponível em: <<http://cnes.datasus.gov.br/Index.asp?home=1>>. Acesso em: 5 fev. 2012.

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

SKVORETZ, J.; AGNEESSENS, F. Reciprocity, Multiplexity, and Exchange: Measures. **Quality & Quantity**, v. 41, n. 3, p. 341-357, 2007.

SMITH, D. A.; TIMBERLAKE, M. Conceptualising and Mapping the Structure of the World System' s City System. **Urban Studies**, v. 32, n. 2, p. 5, 1995.

TAYLOR, P. J.; CATALANO, G.; WALKER, D. R. F. Measurement of the World City Network. **Urban Studies**, v. 39, n. 13, p. 6, 2002a.

TAYLOR, P. J.; CATALANO, G.; WALKER, D. R. F. Exploratory Analysis of the World City Network. **Urban Studies**, v. 39, n. 13, p. 17, 2002b.

VENTURIERI, A. **Zoneamento ecológico-econômico da área de influência da Rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém):** diagnóstico do meio socioeconômico jurídico e arqueológico. Disponível em: <<http://zeebr163.cpatu.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 5 jan. 2012.

VERDERY, A. M.; ENTWISLE, B.; FAUST, KATHERINE; RINDFUSS, R. R. Social and spatial networks: Kinship distance and dwelling unit proximity in rural Thailand. **Social Networks**, v. 34, n. 1, p. 112-127, jul 2011.

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

## APÊNDICE A

### A. Planilha de Campo para levantamento das Comunidades: Histórico, população e abastecimento

LOCAL / Idade		DATA/Foto			
Informante		Registro/GPS			
	#	Tipo	Local	Distância	
<b>TIPO</b>					
Histórico					
<b>População</b>				H/M	
Procadência					
Casas					
Inverno/verão					
urbano/rural					
casa -roça/cidade			Bens		
locomocão					
<b>Comércio</b>					
Banco				Preço	Uni. Fornecedor
Alimentos			Arroz		
Bens de consumo			Feijão		
Art. Agropecuários			Açúcar		
Regatão			Óleo		
Produção Local			Café		
Importa de			Combustível		
Exporta para			Gasolina		
Transporte					
Sazonalidade					
Moeda/troca					
BOLSA - Governo					
Aposentadoria					
Igreja Católica					
Igreja Evangélica					
Inst. Municipais					
Inst. Estaduais					
Inst. Federais					
ONGS					
Organização Social					
<b>Dependência</b>					
Alcance					
Demandas					
DFS - O que sabe?					

## B. Planilha de Campo para levantamento do Uso da Terra

LOCAL/Idade Informante	DATA		
	Registro		
<b>PRODUÇÃO</b>	#	Área	Distância
<b>Propriedades</b>			
<b>Agricultura</b>			
Arroz			
Feijão			
Mandioca			
Farinha			
Soja			
Pasto			
Rolacao?			
Capoeira			
Pousio			
Quanto tempo de pousio			
Frutas			
Cacau			
Cupuaçu			
Compra			
Vende			
Transporte			
Armazéns			
Associação de produtores			
Financiamento			
<b>PECUÁRIA</b>			
Gado			
Corte			
Leite			
Cria			
Engorda			
Compra			
Vende			
Transporte			
Frigorífico			
Laticínio			
Adepara			
<b>EXTRATIVISMO</b>			
Castanha			
Açaí			
<b>CAÇA</b>			
<b>PESCA</b>			
<b>ESTRUTURA FUNDIÁRIA</b>			
Esta na Unidade de conservação?			
Lote tamanho			
area desmatada do lote			
projeto de assentamento?			
INCRA			
ITERPA			

## C - Planilha de Campo para levantamento das Comunidades – Saúde e Educação

LOCAL / Data Informante	Registro/GPS	Foto
# / LOCAL	Tipo	Distância
Assistência		
Hospital		
Posto de Saúde		
Médico		
Enfermeiro/Agente Saude		
transporte		
residência		
Medicamentos		
Ervas medicinais		
procedência		
Pessoas assistidas/período		
Vacinação		
Frequência assistência		
Assistência DE		
Assistência PARA		
Transporte		
<b>DEPENDÊNCIA</b>		
<b>ALCANCE</b>		
<b>ESCOLA</b>	<b>Registro/GPS</b>	<b>DATA/Foto</b>
	Alunos Local	Distância Transporte
Infantil		
Fundamental		
Médio		
Faculdade		
Professor		
Transporte		
Merenda		
Alfabetização - grau		
Alfabetização - Adultos		
Cursos condensados		
<b>DEPENDÊNCIA</b>		
<b>ALCANCE</b>		
<b>Dependência</b>		
	<b>Alcance</b>	
	<b>Demandas</b>	
<b>DFS - O que sabe?</b>		

## D. Planilha de Campo para levantamento das Comunidades Infraestrutura e Comunicação

LOCAL / Idade Informante		DATA/Foto Registro/GPS					
	#	Tipo	Local	Distância			
<b>Energia</b>							
Elétrica							
Termelétrica							
Gerador							
Iluminação Pública							
Combustível							
Atendimento							
<b>Água</b>							
Atendimento							
<b>Saneamento Básico</b>							
Esgoto							
Lixo							
<b>Rádio Amador</b>							
Telefone fixo							
Celular							
Internet							
Televisão							
Rádio							
Correio							
<b>Transporte</b>							
		Tipo	Periodo	Fluxo	Tipo	Periodo	Fluxo
Fluvial							
Terrestre							
Aéreo							
Sazonalidade							
<b>Construções (visual)</b>							
Bar		Posto Saúde		Outros			
Mercearia		Farmacia					
Mercado		hospital					
Super Mercado		escola					
Produtos Agrícolas		praça					
Restaurante							
Banco							
Campo Futebol							
Igrejas		Posto Gas					
Forró/equivalente							
<b>Dependência</b>							
Alcance							
Demandas							
DFS - O que sabe?							