

# ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE DADOS NO PROJETO DA REDE URBANA NA CALHÁ DO RIO SOLIMÕES-AMAZONAS - UMA QUESTÃO DE BASE

Space time analysis of data in the urban network project in the Solimões-Amazonas river basin – a base issue

Danielle Pereira da Costa<sup>i</sup>  
*Universidade do Estado do Amazonas*

## Resumo

Todo e qualquer estudo requer a adoção de metodologias que unifiquem linguagens para realização de futuras análises. Com a compreensão do espaço urbano esta situação não se diferencia, quicá se potencializa, dada a complexidade inerente ao mesmo, ao permanente processo reconstrução deste, e de seu aspecto heterogêneo. Nesse sentido, este artigo elucidada o quão é importante a estruturação da base de dados espacial para compreensão da rede urbana das cidades que compõem a Calha do rio Solimões-Amazonas. Para tanto, foram definidos recortes temporais e espaciais, levantados e sistematizados em sistema de informação geográfica (SIG) um cabedal de arranjos institucionais que se constituíram em categorias temáticas de análise para tipificação e hierarquização das cidades estudadas tendo como premissa a tríade armazenamento-manuseio-integração de dados para geração de análises integradas de tempos em tempos. Como resultado destaca-se que a estruturação do referido banco de dados possibilitou a realização de análises espaciais com a construção de diferentes imagens da rede e das redes urbanas existentes na Calha do Solimões-Amazonas, o que por seu turno, permite tornar visíveis elementos básicos para os contornos ou fronteiras entre o real e o virtual, sendo identificados sistemas estáticos e dinâmicos em que a rede topológica é estática e os fluxos (rios, vias, correntes energéticas, etc.) são dinâmicos.

**Palavras-chave:** rede urbana; Amazonas; Sistema de Informações Geográficas

## Abstract

Every study requires the adaption of methodologies that unify languages for the performance of future analysis. In what regards urban spaces this situation is not different, perhaps it is augmented, given its own inherent complexity, in permanent reconstruction process, and due to its heterogeneous aspect. With that in mind, in this article I wish to bring to the fore how important the structuring of the spatial database of cities that compose the Solimões-Amazonas Basin for the comprehension of the urban network is. For that, a time and space scope was defined, collected and systematized in a Geographic Information System, a set of institutional dispositions that consisted in thematic categories of analysis for the typification and setting in hierarchical order of the municipalities were included in the study, having as premise the triad "integration - handling - storage" of data for the production of integrated analysis in set intervals. In the results it is highlighted that the structuring of the above mentioned database enabled the completion of spatial analysis with the construction of different images of the network and of the existing urban networks in the Solimões-Amazonas Basin. The analysis, in their turn, allows for the visualization of basic elements for the surrounding or bordering areas between real and virtual, identifying static and dynamic systems in which the network topology is static and the flows (rivers, roadways, electric energy currents, etc.) are dynamic.

**Keywords:** urban network; Amazon; Geographic Information System

Todo e qualquer estudo requer a adoção de metodologias que unifiquem linguagens para realização de futuras análises. Com a compreensão do espaço urbano essa situação não se diferencia, quicá se potencializa, dada a complexidade inerente a ele e ao permanente processo de (re)construção deste e de seu aspecto heterogêneo. No âmbito do projeto Calha, a execução das diversas análises espaço-temporais dos arranjos institucionais estudados exigiu um trabalho de base sob duas

perspectivas: a primeira, referente à necessidade de estruturação e padronização em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG), de bases cartográficas em diferentes formatos. E a segunda, associada ao fato de que, sem a homogeneização dessas, as bases de referências à espacialização e integração dos demais dados geográficos não se processariam.

Inicialmente foi necessário "garimpar" dados, definir o recorte temporal de análise e

as escalas de detalhamento que permitissem atender ao interesse principal de compreender a tipologia e definir a hierarquização daquele corte espacial previamente definido, qual seja a calha do rio Solimões-Amazonas, formada por 25 municípios.

Pautado nessas premissas, o levantamento dos dados envolveu uma sequência de ações que vão desde o *download* de dados cartográficos e estatísticos nos bancos de dados disponibilizados via *web* por instituições oficiais, dentre elas o IBGE e o Datasus, por exemplo, e a coleta em campo de mapas, croquis, cartogramas nos formatos analógico e digital nas prefeituras das cidades visitadas, assim como a captura dos pontos indicando as coordenadas geográficas daqueles fixos dispostos nos territórios representativos dos diferentes temas estudados.

Quanto à escala geográfica de análise, trabalhou-se a possibilidade de detalhar e agregar informações em três níveis – o regional – onde se constroem avaliações para toda a calha e para as calhas do Solimões e do Amazonas; o municipal, que apresenta totais referentes às comarcas estudadas, permitindo compará-las entre si, numa leitura “intracalha” e na do setor censitário, que permitiu um olhar intramunicipal, essencial para análise detalhada do urbano. Quanto às escalas cartográficas, graças à estruturação desses dados em SIG, foi possível trabalhar diferentes escalas, adequando-as às necessidades de saídas, impressões e análises realizadas, conforme será detalhado no item 1.

Dessa forma, a grande quantidade e o tipo de dados levantados demandaram a utilização de uma ferramenta de gerenciamento que aperfeiçoasse o armazenamento, a análise, o manuseio

integrado e a atualização desses dados. Sendo um aspecto de grande importância a necessidade de interligar o banco de dados com a localização espacial dos fenômenos avaliados, desse modo optou-se pela organização das informações em formato compatível com softwares de SIG.

Em termos teóricos, Castells (1999, p. 78-9) ratifica que essa necessidade de gerenciamento de dados está fundada nos novos paradigmas da atualidade, onde a informação é matéria-prima e as novas tecnologias penetram em todas as atividades humanas. Já a lógica de redes em qualquer sistema ou conjunto de relações, usando essas novas tecnologias, permite a flexibilidade de organização e reorganização de processos, organizações e instituições; e, por fim, a crescente convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado possibilitaria uma análise mais abrangente, especialmente da estruturação das redes.

É fato que, nos últimos anos, com a proliferação de dados geográficos digitais via sistemas de informações geográficas, uma das principais características dos SIG é a tríade armazenamento-manuseio-integração de dados e que, por conta da interfaces cada vez mais amigáveis e barateamento de custos na aquisição de licenças, tem-se visto uma difusão de análises propiciadas pela aplicação dessas geotecnologias anteriormente não vistas. Isso sem falar nas possibilidades oferecidas por esses instrumentos trabalharem as peculiaridades intrínsecas do dado geográfico, onde cada feição é composta de informações geométricas e descritivas.

Segundo Henke-Oliveira (1994, p. 21), os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)

constituem “ferramentas digitais cuja característica primária consiste no fornecimento de recursos para a elaboração de mapas e organização, manipulação e processamento de informações dispostas no espaço”. Um SIG é uma ferramenta de gerenciamento de informações aliada a uma referência espacial, e sua funcionalidade está diretamente relacionada à qualidade dos atributos contidos no banco de dados.

Já Ribeiro Filho *et. al.* (2007) confirmam essa definição, acrescentando que o desenvolvimento de sistemas computacionais com interfaces gráficas para processamento de dados geograficamente referenciados vem influenciando de maneira crescente diversas áreas de atividades como cartografia, mapeamento, planejamento urbano e regional, e transportes, entre outras. Essa tecnologia torna possível a automatização de tarefas realizadas manualmente e facilita a realização de análises complexas, pela possibilidade de integração entre dados de diversas fontes em bancos de dados geocodificados.

Para Zocarato & Senne (1999), a vantagem da utilização do SIG na análise de redes urbanas está na habilidade de associar – a cada nó, arco ou polígono de arcos da rede – um

conjunto de atributos que, de outra maneira, não estaria disponível para a análise. Outra vantagem está na utilização de informações de um censo demográfico e fontes que associem características econômicas e populacionais para áreas nas redondezas de cada nó ou arco da rede. Além disso, algoritmos específicos, como, por exemplo, para minimizar a distância e o tempo percorridos em uma rota, podem estar imediatamente disponíveis. A figura 1 mostra a arquitetura de um SIG.

A utilização de um SIG facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final. O usuário está situado nos mais variados níveis como: especialistas, cientistas, gerentes, técnicos, funcionários de administração e o público em geral, sendo que a frequência de utilização é cada vez maior. Essa fase representa a relação entre custo total do desenvolvimento de um SIG e os benefícios proporcionados aos seus usuários, pois uma modelagem adequada pode reduzir gastos com diversas etapas da pesquisa, disponibilizando material necessário para etapas mais relevantes, tais como a análise de dados. Dessa maneira, o banco de dados geográfico é o responsável pelo

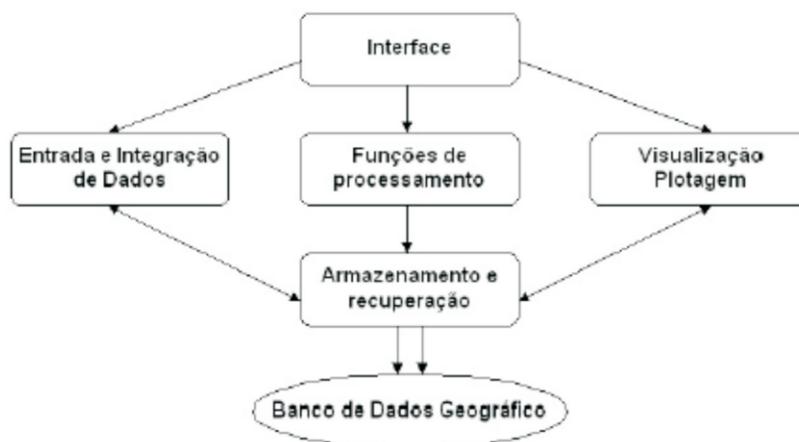


Figura 1: Arquitetura de um Sistema de Informação Geográfica.  
Fonte: Adaptado de CÂMARA, G. (2001).

armazenamento das informações coletadas sobre os fenômenos do mundo real.

Assim, a funcionalidade de um SIG está relacionada à qualidade e não à quantidade, de informações, de modo que a definição dos dados a serem coletados constitui em etapa fundamental. Este trabalho busca uma representação possível em um Sistema de Informações Geográficas para os dados geográficos da rede urbana da calha do rio Solimões-Amazonas.

### **O SIG PARA COMPREENSÃO DA REDE URBANA DA CALHA DO RIO SOLIMÕES-AMAZONAS**

Os primeiros trabalhos que buscaram compreender a rede urbana no contexto da calha do rio Solimões-Amazonas foram “Rede Funcional Urbana do Amazonas”, realizado em 1976, e o “Estudo de Hierarquia Urbana: Estado do Amazonas”, realizado em 1990, ambos englobavam um número grande de cidades, não se detendo às especificidades intraurbanas e interurbanas. O mais recente programa de pesquisa sobre rede urbana na calha do rio Solimões-Amazonas foi coordenado pelo Núcleo de Estudos e Pesquisadas das Cidades na Amazônia Brasileira – NEPECAB, o qual deu origem à reflexão aqui exposta. A referida pesquisa teve como objetivo rediscutir a realidade expressa havia mais de 30 anos, propondo elaborar e aplicar uma metodologia de caracterização da rede urbana no Estado do Amazonas, que considerasse tais especificidades. Para tal, foram analisadas as cidades-sedes de municípios localizados ao longo da calha do rio Solimões-Amazonas, visando caracterizar o perfil urbano e a rede urbana da região delimitada.

Neste contexto, analisar o dado demográfico de maneira abstrata pouco informa sobre o papel desempenhado na hierarquia da rede urbana do Estado do Amazonas, principalmente quando se considera a brutal diferença entre os dados de Manaus, com uma população de quase dois milhões de habitantes em 2007, e os da segunda maior cidade do Estado, Parintins, com menos de cem mil. Ao abstrair Manaus da comparação, percebem-se, ao longo da calha dos rios Solimões e Amazonas, dois grupos distintos de cidades: aquelas com população acima dos 50 mil e outras que estão abaixo desse número. Mesmo considerando essa diferenciação, seria demasiado simplista classificar as cidades com mais de 50 mil habitantes como cidades médias e as demais como cidades de pequeno porte, pois se percebe, em uma análise mais detalhada do perfil urbano de cada cidade e de sua inserção na rede urbana, que a tipologia e a classificação em média ou pequena não é quantitativa em termos demográficos, mas sim relacional em termos de atuação na estruturação da rede urbana da região.

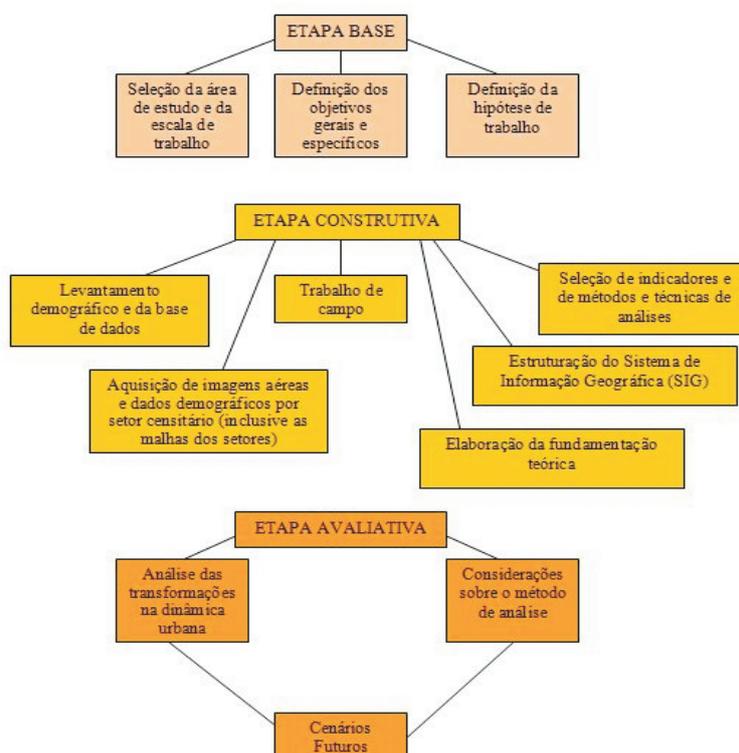
A partir dos pressupostos oriundos da pesquisa mencionada, e dada à necessidade produzir uma análise integrada de dados multifontes, a metodologia proposta, para a compreensão da rede urbana da calha do rio Solimões-Amazonas, utilizando o SIG como ferramenta, divide-se em duas partes: uma compreensão das características dos dados geográficos; e a outra referente à definição do projeto conceitual. O primeiro procedimento metodológico adotado foi o de compreender as características dos dados geográficos e como estes poderiam ser representados em SIG. Posteriormente, a compreensão sobre as

características e formas de representação dos dados em SIG foram aplicados os seguintes procedimentos, que se dividem em cinco etapas:

- 01 - *Levantamento e análise de requisitos* que incluem a especificação dos “softwares” e “hardwares” necessários, incluindo o Sistema Gerenciador de BD e o SIG; sendo definido para o projeto a utilização dos seguintes softwares – ArcGis 9.1 e Excel;
- 02 - A identificação dos usuários do BD e áreas de aplicação;
- 03 - A identificação de fontes, volumes, formatos, meios de transferência e tempo de aquisição tanto dos dados alfanuméricos quanto dos dados gráficos relativo às feições gráficas dos temas envolvidos;
- 04 - A definição dos níveis de detalhamento pretendidos – sendo estabelecidas como escalas geográficas de análise – o setor censitário e os limites municipais;

05 - Escolha do sistema de coordenadas – adotando-se para os setores urbanos o sistema Universal Transverso de Mercator (UTM) e para os municípios a Projeção Albers/Sistema de Coordenadas Latitude/Longitude.

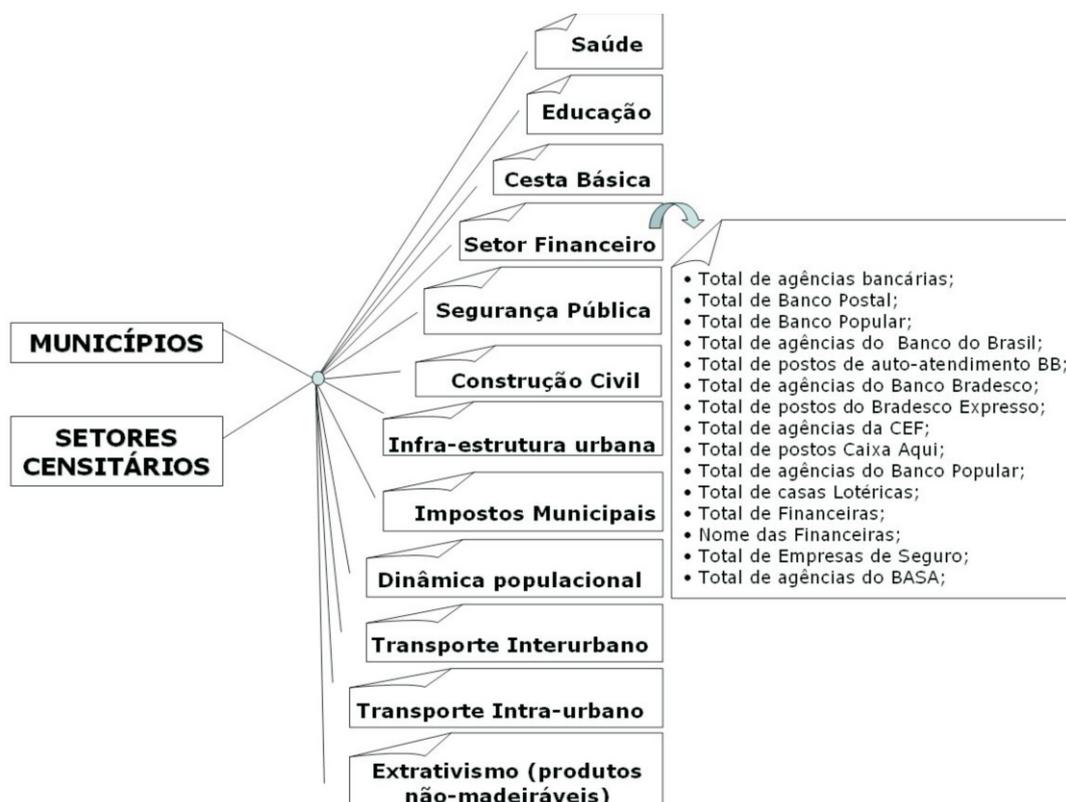
Na segunda etapa, foram definidos tanto o *Projeto Conceitual do Banco de Dados* – que compreende a identificação dos componentes básicos do esquema, onde os requisitos dos diferentes grupos de usuários e áreas de aplicação são integrados e compatibilizados em um modelo que representa de forma abstrata e simplificada os aspectos de sistemas do mundo real observado – quanto o *Projeto lógico e físico do Banco de Dados* compreendendo o mapeamento dos elementos definidos no esquema conceitual para as estruturas de dados e para as estruturas gráficas. Além disso, também foram criadas estruturas de armazenamento e métodos de acesso às tabelas relacionais que compõem o BD (fluxograma 1).



Fluxograma 1: Etapas de estruturação da base.

Sendo assim, como categorias temáticas constantes no banco de dados listam-se: os Limites municipais e dos setores censitários; o Sistema viário; as Localidades; a Hidrografia; a Educação; a Saúde; o Transporte Intraurbano e

interurbano; o setor financeiro; o valor da cesta básica; a segurança pública; os impostos municipais; o extrativismo de produtos não madeiráveis; a infraestrutura urbana e a construção civil (quadro 1).



Quadro 1: Categorias temáticas e escalas de análise do banco de dados do projeto.  
Organizado por: Danielle Pereira da Costa, 2007.

É válido considerar que as categorias de informação descritas contêm elementos e atributos que compõem o seu universo e esses elementos representam entidades gráficas; já os atributos descrevem os elementos (quadro 2). Para que essas entidades se tornem recuperáveis em um ambiente SIG, elas necessitam de um identificador. Esse identificador nada mais é do que um número/nome dado a cada entidade, esse número jamais se repetirá. No caso do projeto, os indicadores adotados foram: Nome dos Municípios e Geocódigos dos setores

censitários. No quadro a seguir temos as categorias temáticas utilizadas pelo projeto. A escolha por essa estruturação vincula-se à possibilidade futura de associar os dados levantados em campo com aqueles gerados pelo IBGE em suas diversas pesquisas.

Na tentativa de classificar e construir uma tipologia da rede urbana para o estado do Amazonas, a pesquisa supracitada partiu de uma abordagem metodológica inovadora. Delimitou-se um conjunto de arranjos institucionais que poderiam ser analisados conjuntamente, para estabelecer uma

hierarquia urbana que fosse para além das definições usualmente utilizadas para construir uma tipologia urbana. Os arranjos institucionais e os dados analisados são os seguintes:

Com base nos arranjos institucionais, expostos no quadro 2, foram executadas as seguintes fases: Identificação das feições componentes de cada categoria de informação; Elaboração de tabela por categoria de análise

Arranjos Institucionais	Dados coletados
Dinâmica subpopulations	Dados populacionais, pirâmide etária e estimativas populacionais coletados em fontes secundárias, principalmente IBGE.
Variáveis históricas	Origem da cidade; mapas históricos; cronologia.
Relações intra e interurbana	Fluxos de comércio e de transporte.
Serviços e comércio	Telefonia (fixa, celular, telefones públicos); rádio (AM, FM, livres); antenas de telecomunicações; provedores de internet. Comercialização de alimentos (supermercados, mercadinhos, feiras, mercados municipais, feiras do produtor). Comercialização de insumos para a construção civil (casas comerciais, regatões, flutuantes).
Arrecadação de impostos	Cesta de impostos municipais arrecadados (IPTU, ICMS); repasses recebidos (estadual e federal); <i>royalties</i> .
Insumos para a Cesta Básica Regionalizada	Foi reestruturada a cesta básica de alimentação organizada pelo Codeama e coletado o preço dos produtos nas cidades ao longo da calha nos períodos de seca e cheia, visando elaborar um indicador de preço da cesta básica ao consumidor final.
Índice da construção civil	Elaborou-se uma cesta de insumos para a construção civil (madeira, areia, seixo, telha, tijolos) com coleta de preços nas cidades ao longo da calha.
Produtos extrativistas	Forma de organização (associação/sindicato); produção; comercialização e preço de produtos extrativistas não madeireiros.
Infraestrutura urbana	Dados de saúde (leitos, tipos de hospitais, postos de saúde, centros de diagnóstico de malária, médicos e odontólogos, destino dos resíduos de serviços de saúde); educação (escolas de ensino fundamental, médio e superior; professores, bibliotecas escolares); segurança pública (número e tipo de delegacias, fóruns, cartórios, assistência jurídica, varas, ocorrências mais frequentes); hotelaria, funerárias, dados relativos à presença das forças armadas; sistema financeiro (agências bancárias, lotéricas, banco postal, banco popular, financeiras, seguradoras); sistema de fornecimento de água e energia; saneamento básico.
Fluxo de transporte	Transporte interurbano (carga e passageiros, rotas, frequências, preço) e transporte intraurbano (tipos, quantidade e forma de organização).

Quadro 2: Arranjos institucionais constantes no banco de dados espaciais.  
Organizado por: Danielle Pereira da Costa, 2007.

para ser preenchida em trabalhos de campo; Tabulação das informações em ambiente Excel; Análise espacial das variáveis segundo as categorias temáticas; integração e sobreposição de variáveis por categoria; Atribuição de pesos para variáveis segundo as categorias temáticas com vista ao estabelecimento da hierarquização e compreensão da rede urbana (tabela 1); e Vetorização dos cartogramas dos setores censitários urbanos de todos os municípios estudados.

A estruturação do referido banco de dados e as análises espaciais possíveis de serem geradas permitem a construção de diferentes imagens da rede, quicá das redes urbanas existentes na calha do Solimões, o que, por seu turno, conforme observa Levy (2000), permite tornar visíveis elementos básicos para os contornos ou fronteiras entre o real e o virtual, sendo identificados sistemas estáticos e dinâmicos em que a rede topológica é estática e os fluxos (rios, vias, correntes energéticas etc.) são dinâmicos.

Por fim, é válido considerar que a obtenção de um banco de dados, em ambiente SIG, possibilitará a atualização das informações espacialmente georreferenciadas e a geração de novas análises espaciais por categoria temática analisada e avaliações integradas que, por sua vez, permitiram, de tempos em tempos, construir a tipificação e hierarquização das cidades da calha dos rios Solimões-Amazonas. Sistemas de geração e distribuição de mapas incontestavelmente são mais interativos do que mapas contidos em papel ou em qualquer tecnologia precedente. Sendo importante

relatar que os softwares escolhidos para o desenvolvimento dos trabalhos foram adequados de acordo com a finalidade de construir base de informações espacial.

#### NOTA

<sup>1</sup> Geógrafa; Doutoranda em Geografia Humana pela Universidade de São Paulo (USP); Professora do curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas (UEA); Pesquisadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira (NEPECAB).

E-mail: [danielle.costa@sipam.gov.br](mailto:danielle.costa@sipam.gov.br)

#### REFERÊNCIAS

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. In: *Geoprocessamento: Teorias e Aplicações*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br>>. Acesso em 10/8/2001. Cap. 11.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

HENKE-OLIVEIRA, C.; CAVALHEIRO, F.; SANTOS, J. E.; ALBRECHT, J. M. F.; CASTILHO, H. J.; FOSCHINI, M. T. C.; SÁ, O. R.; SILVA, R. T.; LIMA, R. N.; SILVA, R. L.; SANTOS, S. M. e BARBOSA, R. M. Caracterização preliminar das áreas verdes públicas em São Carlos – SP. In: *II Congresso Nacional Sobre Arborização Urbana*. São Luís, de 18 a 24 de setembro de 1994.

LÉVY, Pierre. *A inteligência Coletiva – por uma antropologia do ciberespaço*. São Paulo: Edições Loyola, 2000.

ZOCARATO, C. A & SENNE, E. L. F. *Análise de Redes Urbanas com Sistemas de Informações Geográficas*. CNPq/Pibic, 1999.