

# GEOPROCESSAMENTO E URBANISMO

GILBERTO CORSO PEREIRA

BÁRBARA-CHRISTINE NENTWIG SILVA

## Introdução

Mapas vêm sendo usados desde tempos remotos com objetivo de registro de informações espaciais relevantes para atividades humanas e de apresentação e comunicação de informações geográficas. As formas de representação do espaço tem evoluído ao longo do tempo, acompanhando a evolução tecnológica da humanidade, incorporando avanços em astronomia e matemática, por exemplo. Em termos contemporâneos, a cartografia foi marcada por um grande desenvolvimento tecnológico, forçado por necessidades militares, levantamento de recursos naturais e, mais recentemente, monitoramento e controle do meio ambiente. A coleta e o processamento de informações geográficas passaram a assumir um papel estratégico na administração, planejamento ou pesquisa de cidades ou regiões.

A folha do mapa, com suas diversas informações, era a forma de registro de dados espaciais. Isso causava uma série de limitações no processo de apresentação de informações geográficas, referentes a quantidade de informações passíveis de serem representadas. A união do avanço recente em diversas áreas tecnológicas - fotogrametria, banco de dados, sensoriamento remoto, computação gráfica, CAD (*Computer Aided Design*) – agregada a disciplinas que desenvolveram conceitos, teorias e metodologias para lidar com questões espaciais, tais como, Geografia, Cartografia, Geometria, Urbanismo, Geodésia, tornou possível o surgimento de uma área de conhecimento multidisciplinar conhecida como Geoprocessamento, termo que se tornou usual no Brasil, ou GIS - *Geographical Information Systems* (SIG – Sistema de Informações Geográficas), como esse conjunto de tecnologias é conhecido nos Estados Unidos, ou ainda *Geomatics*, termo usado no Canadá e em alguns países da Europa (RODRIGUES, 1987, 1990; WRIGTH, GOODCHILD e PROCTOR, 1997; LAURINI e THOMPSON, 1995). Neste texto, será adotado o termo Geoprocessamento, por considerarmos que ele expressa a abrangência multidisciplinar da área, sem dar margem às ambigüidades que o termo GIS traz, sendo empregado na literatura para significar uma nova área de conhecimento, um

*software*, ou sistema de informações espaciais, conforme o entendimento de cada autor.

SIG não é entendido aqui como um sistema computacional, mas como um sistema que tem elementos computacionais. Neste modo de ver SIG (*lato sensu*), o Sistema de Informações Geográficas se refere ao conjunto de *software*, *hardware*, base de dados e organização. Num sentido restrito (*strictu sensu*), o SIG se refere a um pacote de *software* que permite o tratamento automatizado de dados gráficos e não gráficos georreferenciados. Neste texto o termo SIG é usado para designar um sistema constituído de hardware, software e dados geográficos.

Dentro dessa concepção, o componente mais importante do SIG é a base de dados, que contém o conjunto de dados que representam seu modelo do mundo real e possibilita extrair informações do sistema. Esta base normalmente é formada por dados que vêm de fontes diversas tais como levantamentos cadastrais, censos, imagens de sensoriamento remoto, mapas, levantamentos aerofotogramétricos etc.

A componente base de dados de um Sistema de Informações Geográficas é o elemento chave do sistema, pois é o que reflete a representação da realidade. No caso de um SIG urbano, a base deve representar a cidade e, em nosso trabalho, a base de dados deve conter dados que permitam representar a cidade de Salvador, que é o foco da pesquisa.

Uma vez formada uma base de dados, é possível extrair dela diversas informações geográficas na forma de visualizações cartográficas possibilitadas por diversas técnicas. A partir da adoção de tecnologias de Geoprocessamento, as funções desempenhadas pelo mapa de registro de dados geográficos e de apresentação e comunicação de informações geográficas passam a ser desempenhadas pela base de dados, e por visualizações cartográficas obtidas a partir desta.

O objetivo deste texto é discutir as bases conceituais que devem dar suporte ao projeto de um Sistema de Informações Geográficas para Planejamento Urbano. O texto apresenta ainda exemplos de visualização cartográfica da cidade de Salvador produzidas a partir das técnicas discutidas e da base de dados formada. A cartografia foi elaborada a partir dos objetivos do projeto, ou seja, se trata de analisar o espaço intra-urbano de Salvador do ponto de vista do planejamento urbano. Os mapas apresentados pretendem ilustrar os conceitos que embasam o projeto. Contribuição cartográfica mais significativa obtida a partir da mesma base pode ser vista em PEREIRA (1999).

## Sistemas e Modelos

As origens da teoria dos sistemas remontam aos anos quarenta, a partir da contribuição de Ludwig von Bertalanffy, na segunda guerra mundial, quando a necessidade de coleta e tratamento de informação à distância e em tempo curto, para tomada de decisões operacionais era decisiva. Os sistemas são vistos pela Geografia como “conjunto de objetos ou atributos e de suas relações que se encontram organizados para executar uma função particular” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p.1).

Esta visão, que emerge na esteira do crescimento da Geografia Quantitativa, procura dotar a análise geográfica de novos instrumentos. A transformação conceitual e metodológica trazida pela chamada “revolução quantitativa”, tornou o “uso de modelos instrumento de significativa importância, enquanto os trabalhos de campo, a análise de cartas e fotos, a análise quantitativa e outras passaram a ser técnicas destinadas a coletar e testar as informações com a finalidade de testar as hipóteses e a viabilidade dos modelos” (CHRISTOFOLETTI, 1982, p.90). O modelo é uma ferramenta para analisar espaços organizados, como, por exemplo, um esquema de ordenação do território.

Os modelos são instrumentos da abordagem sistêmica e devem representar a estrutura dos elementos do sistema, descrever o funcionamento do sistema, o inter-relacionamento entre seus elementos e ser uma explicação “suficiente” do sistema e seu funcionamento. O modelo representa características da estrutura e funcionamento do sistema, todavia a realidade não estará representada na sua totalidade no modelo.

No estudo das cidades, a construção de modelos surgiu de uma necessidade de compreensão profunda do fenômeno urbano, que só podia ser satisfeita pela interpretação teórica, ainda que, em urbanismo toda pesquisa, desde a teoria até o modelo, tenha como meta uma aplicação prática (BAILY, 1978).

O objetivo de se criar um sistema conceitual que, embora sendo independente, corresponda ao mundo real, é, em termos de planejamento, entender a situação atual e suas tendências, antecipar os cenários futuros e avaliá-los, para possível intervenção que pode ser simulada no sistema conceitual, antes de aplicada no sistema do mundo real, atendendo à crescente preocupação com a eficiência e com a equidade do processo de planejamento.

Os textos de Patrick Geddes estabeleceram a necessidade de amplo diagnóstico, antes da elaboração de planos, ainda que na época se esperasse que o plano emergisse do próprio diagnóstico (GEDDES, 1994). As técnicas de análise de sistemas desenvolvida no pós-guerra e aplicadas nos campos militar, industrial e científico, estabeleceram bases para estudos analíticos sistemáticos.

Na década de sessenta, surge o termo “planejamento sistêmico” ou processo sistêmico de planejamento, significando que a complexidade de assuntos e temas envolvidos é tratada como sistemas e subsistemas nas suas características e comportamento (LEE, 1974).

No processo sistêmico de planejamento, quatro etapas podem ser identificadas: descrição do sistema e identificação do problema; análise e diagnóstico; avaliação e escolha de alternativas; implementação e monitoramento.

A descrição do sistema pressupõe a definição de qual sistema interessa ao planejador. Este vai se constituir de variáveis consideradas relevantes para a compreensão da estrutura e comportamento dos sistemas existentes. O processo pode ser pensado como de modelagem do sistema e tem como resultado reduzir detalhes e complexidade do sistema a um modelo que possa ser manipulado e compreendido. O modelo então se baseia na teoria e, em planejamento urbano, tem como objetivo possibilitar uma compreensão melhor do comportamento dos sistemas urbanos.

O modelo é na sua essência uma representação simplificada da realidade, uma abstração da realidade que, para ter mais clareza conceitual, reduz a complexidade do mundo real a aspectos que são relevantes para os propósitos da sua construção. A vantagem de utilizar um modelo é poder testar e avaliar um sistema em situações nas quais não é possível - por razões técnicas, econômicas ou políticas - experimentar ou construir a situação real.

Um sistema de informações contém um conjunto de dados e instrumentos para trabalhar estes dados. Os dados por sua vez quer estejam em formato analógico - mapas, fichas cadastrais, etc. -, ou em formato digital - arquivos de computador - se referem a fenômenos e eventos do “mundo real”. As informações contidas no conjunto de dados, extraídas através de processos perceptivos como generalização, síntese, seleção podem ser usadas por outras pessoas além dos organizadores daquele conjunto de dados. A representação física destas informações, que é o conjunto de dados, constitui por sua vez um modelo dos eventos ou fenômenos do mundo real de onde os dados são originados.

O conjunto de dados resultante - a base de dados - é a reunião de diferentes pontos de vista sobre o mundo real ou antes, é uma representação do conhecimento sobre o mundo real num determinado momento, ou momentos, e num determinado ponto de vista.

Sistemas de Informações Geográficas - SIG - , por sua vez, podem ser considerados como modelos de sistemas do “mundo real”. Estes novos modelos além de cumprir as funções destes dos modelos convencionais (mapas, maquetes, arquivos), acrescentam novos horizontes às atividades de análise, planejamento, projeto e gestão.

Um SIG, então, é um sistema - modelo - que representa um outro sistema - sistema do mundo real. No caso de um SIG urbano, o sistema pretende ser a representação da cidade, no caso de cidades, podemos falar em sistemas urbanos.

No nível mais elementar, a informação é topográfica e se relaciona com localização. Em termos gráficos, estes dados são geométricos, ou seja, são feições cartográficas representadas por pontos ou linhas que são os elementos básicos da representação e, além destes, áreas e redes que são outros elementos gráficos construídos utilizando pontos e linhas. Estes podem ser exibidos e manipulados em computador com recursos de computação gráfica. Estas tecnologias possibilitam novas formas de comunicação e um uso mais efetivo da informação.

A estas representações gráficas podem ser associados dados físicos, sociais, políticos, econômicos, institucionais, etc., na forma de informação temática, que pode ser apresentada como textos ou números em tabelas. Os termos usados comumente para denominar estes dois tipos de dados são os de informação espacial (ou locacional) e informação não-espacial.

A coleção de dados – espaciais e não-espaciais - constitui a base de dados, e a organização deste conjunto de dados constitui um sistema de banco de dados, ou seja, um sistema que possui meios para entrada, armazenagem e recuperação de dados. A evolução da informática possibilitou o surgimento do conceito de sistema de informação a partir do conceito de banco de dados.

A idéia de Sistema de Informações é um conceito básico no qual se apoia a aplicação e uso de tecnologias de informação. O termo sistema de informações é usado de forma muito flexível na literatura, mas em síntese se refere a um sistema (usualmente computacional, embora esta condição não seja indispensável para a existência do sistema) desenhado para entrada, armazenagem, manutenção e processamento de dados, e saída de dados já na forma de informação. O produto final do processo, a informação, normalmente será obtido pela combinação de mais de um item de dado. O esquema abaixo ilustra o processo:

**Figura 1 - Fluxo de Dados em Sistema de Informações**



Elaboração: Gilberto Corso Pereira, 1999

O Sistema de Informações pode ser visto como uma maneira de organizar os dados e acrescentar significado aos mesmos, transformando-os em informação útil para um propósito definido. Já um Sistema de Informação Espacial serve a necessidades específicas em que a questão espacial é central no processo de análise e uso das informações.

## **Geoprocessamento**

Durante as décadas de sessenta e setenta, novas tendências surgiram no modo de tratar dados geográficos usados para atividades de planejamento e gestão espacial. Estas contribuições, metodológicas e conceituais, vieram de diversas áreas do conhecimento, destacando-se a Geografia e o Planejamento.

Como, para fins de planejamento e gestão espaciais, a análise de diferentes aspectos da superfície terrestre deve ser feita conjuntamente, passou-se a tentar fazer isto de modo integrado, multidisciplinar. Com a disponibilidade de dados provenientes de diversas áreas, tais como Geologia, Hidrografia, Vegetação, Uso do Solo, um modo de combinar estes diversos dados se fazia necessário.

Geógrafos, em particular os regionalistas, planejadores e paisagistas, perceberam que dados cartográficos monotemáticos poderiam ser combinados pela sobreposição destes mapas, utilizando técnicas simples como o uso de “mesa de luz,” localizando áreas onde as fronteiras das diversas zonas coincidiam, definindo também interseções ou exclusões entre os diversos temas. Muitas sínteses geográficas foram produzidas com base nestas técnicas.

Um dos pioneiros na utilização deste tipo de metodologia, em termos aplicados, foi o arquiteto americano Ian McHarg que desenvolveu uma metodologia para planejamento ambiental baseada neste tipo de cruzamento de dados. Nos anos setenta, surgem os primeiros programas de computadores que permitem fazer através da computação, o cruzamento de dados que McHarg fazia pela sobreposição de mapas transparentes, para chegar a mapas síntese (McHARG, 1971, NERY, 1992).

Sistemas de Geoprocessamento resultaram da evolução tecnológica em diversos campos correlatos, tais como topografia, que mais tarde possibilitou o surgimento de modelos digitais de terreno – MDT, cartografia digital, computação gráfica – que deu origem aos sistemas CAD e a programas de processamento digital de imagens - PDI - e sistemas de gerenciamento de banco de dados – SGBD, ver a figura 2. As aplicações militares foram as que forçaram o desenvolvimento destas áreas com grandes investimentos estatais.

**Figura 2 - Conjunto de Tecnologias Relacionadas a Geoprocessamento**



Elaboração: Gilberto Corso Pereira, 1999

Os primeiros sistemas a incorporar recursos computacionais a aplicações cartográficas foram denominados de AM – *Automated Mapping* e eram sistemas dedicados a manutenção de mapas digitais, possibilitando edição, editoração, organização e distribuição de mapas digitais, criando o conceito de base cartográfica. Uma evolução destes sistemas são os sistemas denominados FM – *Facilities Management*, que são sistemas voltados para gerenciamento de recursos e de natureza cadastral. Eles têm como pressuposto a existência de uma base cartográfica digital sobre a qual os dados cadastrais são lançados. A efetiva evolução tecnológica sobre os sistemas anteriores é a ligação entre a representação gráfica dos objetos espaciais (em sistemas CAD) e atributos não-espaciais (mantidos em SGBD – Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados).

Em termos de aplicações urbanas, estes sistemas possibilitaram o surgimento de sistemas cadastrais para o gerenciamento de informações sobre uso e propriedade do solo, conhecidos na literatura como LIS – *Land Information Systems*. Os *software* SIG surgem como uma consequência desta evolução, tanto das ferramentas FM, como da informática, com a passagem do conceito de banco de dados para o de sistemas de informação.

A definição do que seja Geoprocessamento é uma tarefa difícil. Todavia, o termo “GIS”, usado na literatura de origem americana, é mais problemático, pois carrega uma confusão de conceitos e significados conflitantes, (PICKLES, 1995, WRIGHT *et al*, 1997) causada em parte pela carência de um arcabouço teórico e conceitual que dê suporte a esta nova área de conhecimento. Esta carência, percebida tardiamente pelos geógrafos americanos que atuam na área, vem suscitando um debate recente sobre a criação do que vem sendo chamado de *Geographical Information Science*, propondo um novo significado ao “S” da sigla GIS. Assim, recentemente a revista IJGIS – *International Journal of Geographical Information Systems*, refletindo o debate corrente mudou de nome, depois de dez anos de publicação, passando a se chamar *International Journal of Geographical Information*

*Science*, mantendo a mesma sigla – IJGIS. (FISCHER, 1997; GOODCHILD, 1992; PICKLES, 1997; WRIGTH *et al*, 1997).

O termo Geoprocessamento articula as palavras *geo* (derivado do termo grego *gaia* – Terra) e processamento, referindo-se à capacidade de processar informações. Podemos considerar Geoprocessamento como um conjunto de tecnologias, métodos e processos para o processamento digital de dados e informações geográficas.

O termo Geoprocessamento, como vimos, é desconhecido pela literatura norte-americana, que utiliza a sigla *GIS - Geographical Information Systems* - de maneira abrangente e com significados nem sempre iguais, dando margem por vezes a confusões conceituais e semânticas. Ver por exemplo, MAGUIRE, GOODCHILD, RHIND, (Ed.), 1991, uma coletânea de artigos que cobre como o título sugere (... *Principles and Applications*) tanto conceitos teóricos, quanto aplicações, onde o termo *GIS* é utilizado em variados contextos, nem sempre com o mesmo significado.

### *A Questão Tecnológica*

Geoprocessamento faz uso intensivo de tecnologia computacional orientada geograficamente. O desenvolvimento dos componentes tecnológicos - *hardware* e *software* - pode ser considerado como vinculado ao desenvolvimento do Geoprocessamento de modo geral e ao SIG de modo específico (GOODCHILD, 1991). Os avanços em computação gráfica, banco de dados, o aumento da capacidade dos computadores aliado à queda de custo possibilitaram um avanço na área de Geoprocessamento, área fortemente baseada em tecnologia.

Ainda que *hardware* computacional – computadores e periféricos especializados – sejam fundamentais na montagem de um sistema, o componente principal, em termos tecnológicos, é o *software*. Em Geoprocessamento o mapa, enquanto forma de representação e análise de informações geográficas, é substituído por uma base de dados digitais que é acessada por um pacote de *software*.

O componente *software* é formado por uma série de módulos. Em termos genéricos temos os seguintes subsistemas: Entrada e integração de dados; armazenamento e gerenciamento de dados; saída de dados - visualização e plotagem; processamento e transformação de dados; e interface com o usuário (BURROUGH, 1986 ou CÂMARA, 1996). Diferentes programas devem implementar de diferentes modos estas funções, mas elas serão encontradas nos diversos sistemas.

Uma das maneiras de se distinguir entre os diversos sistemas é a partir do modelo de dados de cada um. Sendo a realidade geográfica extremamente complexa,

é necessário se generalizar, aproximar ou se abstrair para criar uma representação dessa realidade no universo muito limitado dos arquivos digitais. O modelo de dados tem essa função.

Até os anos 90, o debate no mercado se armou entre dois enfoques de modelos de dados: o modelo matricial (ou *raster* como é chamado na literatura de língua inglesa, e por alguns autores nacionais) e o modelo vetorial.

As funções que cada sistema oferece vão depender muito do modelo de dados adotado pelo sistema. De qualquer modo, a dicotomia “matricial x vetorial” que já foi importante, hoje em dia não tem tanto significado. Atualmente a tendência é buscar modelos conceituais de dados que superem esta dicotomia e representem a realidade com uma abordagem mais ampla.

## **Geoprocessamento em Aplicações Urbanas**

Ainda que o surgimento de tecnologias de informação force mudanças em atividades como gestão e planejamento urbano, tem sido mais rápido o desenvolvimento tecnológico – avanços em *hardware* e *software* – que o desenvolvimento de métodos e conceitos para se lidar com aplicações destas tecnologias.

A informação em Geografia e Planejamento vem de diversas fontes e através de diferentes formas de coleta. Seu papel principal é o de reduzir a incerteza do nosso entendimento sobre o ambiente em que vivemos. A decisão em atividades de gestão e planejamento urbano ou regional requer conhecimento sobre o ambiente e, como este conhecimento não pode ser completo, as decisões são tomadas baseadas em informações incompletas. Selecionamos informações relevantes para este propósito. Este processo seletivo se baseia num modelo conceitual do ambiente percebido. “Mais” informação não é equivalente a “efetiva” informação (BRACKEN e WEBSTER, 1990).

O termo modelo conceitual aqui, se refere a um conjunto de relações e informações usadas para dar significado a uma representação do ambiente percebido. Quando tomamos decisões sobre este ambiente, usamos como referência este modelo conceitual que é mais simples que a realidade pois se baseia em informações pré-selecionadas como relevantes para nossos propósitos.

A maior parte das decisões tomadas por órgãos de planejamento e gestão urbana, envolve um componente geográfico diretamente ou por implicação, daí a importância que as tecnologias de Geoprocessamento adquirem para a moderna gestão da cidade. Uma das mais importantes funções de um SIG urbano é a possibilidade que ele oferece para integrar dados de diversas fontes e formatos e gerar

informação adicional pelo cruzamento destes dados. Geoprocessamento em urbanismo poderá ser empregado em todas as áreas que demandam análise espacial e apresentação cartográfica.

Os SIGs são modelos ou representações do “mundo real” que permitem uma manipulação ágil, ampla e precisa dos dados com que se percebem os fenômenos e interfere na realidade. A compreensão de SIGs, como modelos da realidade, tem, como consequência, a necessidade, no caso do planejamento e gestão urbana, do projeto de sistema que represente adequadamente - para os objetivos propostos - a cidade que se pretenda planejar, gerir, monitorar ou simular o crescimento.

### *Histórico no Brasil*

O surgimento de projetos implantados de SIG começa a ser mais comum no final da década de 1970, na Europa e América do Norte. No período em que acontecem estes projetos, não existia o que hoje chamamos de *software* SIG, tendo as aplicações que desenvolver todas as funções necessárias, desde plotagens até funções primitivas. O *hardware* era muito caro e se comparado aos recursos atuais, de extrema precariedade. “As concepções eram grandiosas e centralizadoras. Os custos de desenvolvimento e implantação verdadeiramente astronômicos” (RODRIGUES, 1995. p.12).

No final dos anos 80, Geoprocessamento se torna uma área de conhecimento bastante aceita nos Estados Unidos, com um multiplicação de sistemas, cursos, conferências, projetos e centros de pesquisa se espalhando pelo país. O reconhecimento científico vem com a criação do *National Center for Geographic Information and Analysis* – NCGIA, fundado pela *National Science Foundation*, baseada na cooperação das universidades da Califórnia – Santa Barbara, Maine e New York.

No Brasil, foram iniciadas algumas aplicações urbanas baseadas nos modelos centralizadores dos anos 70, os projetos de Porto Alegre - METROPLAN, Recife - FIDEM e São Paulo – PRODAM, projetos voltados basicamente para gestão cadastral urbana geocodificada. Nesta época, os poucos projetos que hoje poderiam ser chamados de SIG, por sua vez, não progrediram, por problemas técnicos, econômicos e culturais, soluções centralizadoras por concepção e baseadas em tecnologias muito caras e inadequadas para as aplicações a que se destinavam.

As dificuldades de então desestimularam o surgimento de novos projetos, destacando-se como exceção, o desenvolvimento pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE de *software* SIG e de processamento digital de imagens (SITIM/SGI). Somente no final da década de 80, início dos anos 90, a área volta a

registrar novos projetos de sistemas SIG urbanos, com o crescimento estimulado pelo surgimento no mercado de *software* SIGs, *hardware* adequado para as aplicações e preços razoáveis. Outro fator de estímulo é o registro de experiências bem sucedidas de implantação de projetos na Europa, Estados Unidos e Canadá.

É então nos anos 90 que a implantação de SIGs em atividades de gestão e planejamento urbano, cresce, como se pode perceber pela quantidade de trabalhos relatando experiências que vêm sendo apresentados em simpósios e seminários em nível nacional. A implantação destes sistemas ainda é cara, requer investimentos em *hardware*, *software*, treinamento de pessoal e principalmente no projeto e formação de uma base de dados que alimente o sistema. Nos anos recentes os investimentos em pessoal - capacitação e formação de equipes técnicas e, principalmente na formação de bases digitais de dados, são os mais importantes na estruturação de SIGs, suplantando os custos de *hardware* e *software* que foram tão pesados nas décadas anteriores.

As primeiras experiências urbanas de implantação de sistemas de Geoprocessamento urbanos no Brasil são recentes, datam de 1989, e neste ano têm-se os projetos de Belo Horizonte, Santo André e Curitiba (BROIATO, *et al.*, 1994; DAVIS JR., 1993). Tanto o projeto de Santo André quanto o de Belo Horizonte têm como objetivos mais imediatos atividades de gestão administrativa do que de planejamento e têm como primeira etapa a construção de uma base cartográfica digital.

A experiência de Belo Horizonte, que se pode dizer foi a mais importante, principalmente por ser o projeto mais ambicioso e tratar-se de uma cidade de porte metropolitano, iniciou-se em 1989 com a execução de um levantamento aerofotogramétrico que deu origem à base cartográfica digital. Em 1992, foi feita a aquisição de equipamentos e *software* para gerir e manter a base. A prefeitura teve problemas na passagem de uma base cartográfica para uma base que fosse adequada para a implantação em SIG, em face da especificação inicial em sistemas CAD não prever consistência topológica.

Já recentemente, as experiências de implantação começam a se tornar mais comuns, mas de modo geral continuam tendo como objetivos imediatos o apoio a atividades de gestão urbana e como obstáculos a necessidade de formação de uma base de dados digital, como é o caso, por exemplo, do projeto em andamento na prefeitura de Porto Alegre (AZAMBUJA, SILVA, PINTO, 1998).

### *Geoprocessamento em Salvador*

Em Salvador, a implantação de Geoprocessamento em aplicações urbanas é um processo que foi conduzido por uma instituição governamental estadual, de

abrangência metropolitana, a CONDER - Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador. A CONDER é a produtora e detentora do acervo cartográfico sobre a Região Metropolitana de Salvador - RMS e repassa estes dados aos municípios contidos na Região Metropolitana, inclusive Salvador.

A falta de bases digitais de dados disponíveis, complementada com as políticas de não disseminação de dados digitais pelas organizações públicas que os produzem, torna os produtores de dados a peça chave para o avanço do uso de Geoprocessamento em projetos urbanos, isto em cidades de porte metropolitano onde a produção de uma base de dados abrangente é um processo difícil.

Na maioria dos projetos urbanos de Geoprocessamento no Brasil o ponto de partida é a formação de uma base de dados, em alguns casos de uso comum de vários usuários. Esta constatação demonstra que uma das maiores dificuldades da implantação destes sistemas no país é a falta de bases digitais espaciais, na maior parte dos casos e a inadequação destas bases, quando existentes para a utilização em Geoprocessamento. A inadequação das bases digitais existentes é causada, quase sempre, pela especificação inadequada, ônus dos projetos pioneiros como é o caso de Salvador onde a especificação da cartografia digital antecedeu a especificação dos sistemas de Geoprocessamento, tornando necessário um longo trabalho posterior de adequação da base.

Por outro lado, não temos no Brasil uma cultura de manutenção de dados, quer cartográficos, quer cadastrais, o que coloca como problema inicial para a formação destas bases, em muitos casos, a inexistência de cartografia básica e de cadastros atualizados. Em alguns casos, o processo de implantação do sistema principia pela contratação de levantamentos aerofotogramétricos e restituição digital, consumindo recursos vultosos e comprometendo a implantação do sistema.

O quadro atual do uso de Geoprocessamento em Salvador se caracteriza pela existência de dois atores principais – CONDER e PMS (Prefeitura Municipal de Salvador) – que têm em seus sistemas duas bases de dados diferenciadas, ainda que ambas de mesma origem e sofrendo processos de conversão, nenhuma destas bases é disponível para uso público nem existem políticas públicas de disseminação de informações, a responsabilidade pela atualização não é definida, normalmente seria atribuição da prefeitura que tem acesso a dados que podem caracterizar a expansão da cidade – licenciamento de atividades, construções, loteamentos, parcelamentos, fiscalização etc -, todavia o controle do uso do solo é fraco, inexistente sistema de endereçamento confiável e a administração municipal tem dificuldades de capacitação – quadros técnicos, gerenciais, falta de um projeto conceitual que permita traçar metas estratégicas, falta de conhecimento das possibilidades que o Geoprocessamento permite por parte dos usuários – planejadores, arquitetos, engenheiros - em termos de planejamento espacial. Por outro lado, a empresa metropolitana que fez imensos investimentos em aquisição de equipamentos, construção de

bases de dados digitais e, em menor escala, em capacitação de equipes técnicas, tem como objetivo central a produção e manutenção de dados. Entretanto a empresa não tem políticas voltadas para disseminação de informações.

### **Sistema de Informações Geográficas para Planejamento Urbano**

A implantação de Sistema de Informação Geográfica deve ser precedida por um projeto do sistema, projeto este que tem como ponto de partida a definição de objetivos do SIG.

O SIG proposto aqui é um Sistema de apoio a planejamento e desenho urbano. Planejamento urbano é uma área na qual as vantagens de adotar tecnologias de Geoprocessamento são geralmente aceitas, embora não exista muita sistematização sobre o assunto.

### *Geoprocessamento e Urbanismo*

A questão chave do urbanismo consiste na necessidade (para alguém, para um grupo) de iniciar ou provocar alguma intervenção para transformar o uso ou a apropriação do espaço urbano e chegar a um novo tipo de uso e normalmente, a uma diferente apropriação do valor produzido.

“Os atos do urbanismo são profundamente desigualitários” (LACAZE, 1993, p.16). Qualquer decisão de planejamento urbano decide entre as vantagens e os inconvenientes a serem distribuídos entre categorias de habitantes. Trata-se, na cidade capitalista, de uma produção geralmente socializada que, por sua vez, permite uma apropriação privada dos valores gerados.

Sendo o problema básico do planejamento urbano a tomada de decisão, pois as decisões afetam os cidadãos de maneira desigual, o modo pelo qual esta decisão é tomada, por vezes, é mais importante que a decisão, pois afinal trata-se de distribuir as desigualdades entre os habitantes da cidade.

Por isso não é surpreendente que as propostas de participação da sociedade nas atividades de planejamento estejam centradas nos processos de decisão. O processo de tomada de decisão pode ser caracterizado pelos seguintes componentes: identificação do problema, definição de metas, construção de soluções, avaliação de alternativas, escolha da alternativa, implementação e acompanhamento.

A utilização de tecnologias de Geoprocessamento, como as de Sistema de Informações Geográficas - SIG, pode levar os profissionais que trabalham com o espaço urbano a uma leitura mais próxima da realidade e a outras alternativas, embora isto implique em superar o mito de que o emprego de tecnologias sofisticadas, ao menos para os padrões convencionais, pode levar ao mecanicismo e tecnocratismo, (GILBERT, 1995) o que de fato pode ocorrer quando a tecnologia é associada a um estado autoritário. O reverso também pode ser verdadeiro, com a tecnologia possibilitando a democratização do acesso e do uso de informações úteis pela sociedade, facilitando a participação dos cidadãos na tomada de decisões.

Em termos de planejamento urbano, o estágio inicial - identificação do problema - pode ser entendido como a quantificação das demandas por serviços e equipamentos públicos. O termo “diagnóstico” é também usado corriqueiramente entre os planejadores para designar esta fase. Isto pode ocorrer tanto em termos de identificação dos problemas atuais, como em termos de antecipação de problemas futuros. Neste caso estaríamos fazendo um “prognóstico”.

A complexidade das variáveis que influenciam o crescimento das cidades tem tornado as análises cada vez mais difíceis de serem feitas, na medida em que as sociedades urbanas se diversificam e ganham mais mobilidade, na expressão de Baudrillard, “deixando de ser cidades para se tornarem aglomerações” (BAUDRILLARD, 1991).

A análise espacial urbana, realizada para fins de planejamento urbano, tende a operar sobre uma base de dados enorme - dependendo é claro, do porte da cidade que está sendo analisada – que, na maior parte dos casos, somente computadores poderão manipular com eficiência.

Quantificação e descrição são os elementos fundamentais para a etapa de identificação de problemas - diagnóstico. Os dados requeridos para esta análise são de dois tipos: demanda por investimento (intervenção direta) no ambiente construído e demanda por regulamentação (intervenção indireta).

Esta quantificação implica em três tipos de descrição: quanto à oferta e localização de equipamentos e serviços urbanos, quanto à localização e perfil social dos habitantes - densidade, renda etc.- e quanto à intensidade e localização da demanda por equipamentos, serviços e legislação urbana.

Todas estas questões têm um componente espacial e é na análise de localização e intensidade de oferta e demanda que um Sistema de Informações Geográficas pode oferecer vantagem sobre os métodos convencionais de análise espacial.

As vantagens específicas de um SIG podem ser sumariadas sob três itens genéricos: visualização, organização de dados e modelagem espacial.

A visualização é feita, normalmente, sobre mapas convencionais. Todavia, a maior vantagem que o SIG oferece sobre o processo cartográfico convencional é a

flexibilidade; em particular, a habilidade de produzir rápidas respostas para mudanças nos padrões cartográficos. Um SIG permitirá mudanças interativas na definição de categorias de dados, com uma visualização imediata das conseqüências.

A visualização possibilita expor tendências e relações que nem sempre são percebidas numa análise inicial. Imagens de sensoriamento remoto podem ser usadas para monitorar o crescimento urbano em determinadas áreas da cidade, por exemplo. Registros cartográficos do acontecimento de acidentes de trânsito indicam a localização de pontos de conflito de tráfego, ou interseção de vias que precisam de uma intervenção efetiva, por exemplo. Nestes casos, a visualização é um instrumento efetivo de análise espacial que permite definir a necessidade de intervenção ou de regulamentação, através de planos ou projetos específicos.

O SIG permite mudanças interativas entre a definição das categorias de dados, dando como retorno a visualização das conseqüências, além de permitir o cruzamento entre temas diferentes para produzir novas visualizações, gerando comparações e correlações utilizando métodos de modelagem cartográfica.

A vantagem do SIG na organização de dados provém do referenciamento espacial dos dados. Neste sentido, um SIG pode ser pensado como um sistema gerenciador de base de dados, desenhado especificamente para suportar a armazenagem eficiente e recuperação de dados espacialmente referenciados. Uma de suas características importantes é a sua habilidade de usar um mapa com um indexador gráfico interativo.

As técnicas de modelagem mais recentes permitem a modelagem de percepções da realidade bastante complexas. A importância de qualquer modelo de dados é facilitar uma resposta eficiente às questões que são propostas ao sistema. Neste sentido, o sistema deve ser imaginado como um sistema de gerenciamento de dados desenhado para armazenamento e manutenção de dados geograficamente referenciados.

A habilidade de um SIG gerar informação adicional é o que confirma sua utilidade. Uma contribuição mais importante para a capacidade analítica do planejador é o potencial que o SIG oferece para gerar informações novas por processamento espacial. A informação mais útil é produzida pela integração de mais de uma base de dados ou novos níveis de informação (imagens de satélite, por exemplo). Isto é particularmente verdade em planejamento urbano, por causa da sua preocupação em comparar a demanda por serviços, ambiente construído e políticas com a oferta.

Num sistema SIG, as operações de análise espacial podem se dar de duas maneiras básicas: processamento sobre um único plano de informação ou múltiplos planos ou sobre bases de dados. De modo geral, informações mais úteis para o planejamento urbano vão ser obtidas pelo cruzamento de mais de um plano de informação ou base de dados. É fácil entender isso, quando se compara a descrição

da infra-estrutura existente - um ou mais planos de informação - com indicadores sócio-econômicos ou mapas temáticos sobre o meio-ambiente.

A realidade urbana é dinâmica, composta por uma grande gama de relacionamentos, e se altera a cada intervenção no espaço, todavia esta realidade é, muitas vezes, tratada como se fora estática pelas diversas instâncias do planejamento público. Cada trecho do espaço urbano pode ser caracterizado, segundo sua maior ou menor acessibilidade, a infra-estrutura e serviços urbanos, valor da terra, densidade de ocupação, tipo de uso permitido etc.

Cada decisão tomada sobre o espaço vai afetá-lo em maior ou menor grau e, dentro dos atuais planos diretores, está contida uma seqüência de decisões tomadas pelo poder público que implicam uma redefinição e formação de valores, os quais serão apropriados privadamente.

A utilização de tecnologias que permitem ampliar o conhecimento sobre a realidade urbana, visualizar (e simular) os efeitos de intervenções sobre o espaço urbano - antes que elas ocorram - e submeter estas simulações à avaliação da comunidade e dos agentes sociais interessados pode dar resposta à crescente demanda social por mais poder sobre as questões espaciais urbanas que dificilmente encontra resposta em documentos como os atuais planos diretores.

### *Demandas e Objetivos do Sistema*

Para os propósitos de planejamento urbano, o sistema proposto deverá ser: descritivo, prescritivo e preditivo (WEBSTER, 1993).

A descrição é uma atividade que acompanhará diversas etapas, sendo essencial na fase de diagnóstico, ou seja, na identificação dos problemas. Nesta fase, o objetivo do sistema será a identificação e quantificação das carências - de serviços, equipamentos urbanos, habitação, infra-estrutura, áreas verdes etc.

A prescrição em planejamento ou desenho urbano é um processo se divide em duas etapas. Na primeira, se elaboram alternativas e, na segunda, se elege o que seria o melhor plano, ou melhor solução espacial do problema definido previamente, levando em conta os condicionantes que influenciam na escolha das alternativas. Estas alternativas podem ser políticas reguladoras do uso e ocupação do solo urbano, ou intervenção direta, em termos de planejamento físico, ou desenho urbano. Por exemplo, o sistema pode definir o uso do solo desejado, levando em consideração fatores como, declividade do solo, acessibilidade de caminhões nas vias (coleta de lixo, distribuição de gás, etc.), microclimas. Com cada condicionante modelado no sistema, a definição da melhor solução se baseia em metodologia similar

à proposta por McHarg, mas agora automatizada pelo sistema, usando técnicas de modelagem cartográfica, (TOMLIN, 1990; McHARG, 1971) tais como álgebra de mapas, interseção de polígonos, geração de isolinhas etc.

O planejamento urbano trabalha com previsões acerca do desenvolvimento das cidades. Estas previsões requerem dados detalhados que possam subsidiar estas previsões ou, ainda, previsões realizadas por outras agências, tais como o IBGE, por exemplo. Na ausência de dados ou ferramentas que possam suprir esta necessidade, os planejadores trabalham com métodos menos formais, ou mesmo a intuição ou experiência dos profissionais. Qualquer que seja o caso, um SIG fornecerá suporte analítico.

### **Visualização Cartográfica de Salvador**

A organização dos dados urbanos e regionais em bases de dados digitais possibilita o seu uso com mais eficácia. O projeto da base de dados parte da constatação da existência de um sistema do mundo real com seus elementos e relações que vai estar representado na base de dados a ser formada. A observação e apreensão do mundo real necessitam de uma representação conceitual que lhe dê sentido. Esta representação deve ser entendida como um modelo, uma versão simplificada da realidade (RODRIGUES, 1987).

### *Formação da Base Geográfica e Cartográfica*

As informações com que o planejamento urbano trabalha visam, num primeiro momento, descrever a situação atual, através da representação da realidade física e da realidade social. A realidade física se expressa na representação do sítio geográfico onde está a cidade, ou área objeto do planejamento e dos espaços construídos pelo homem. A realidade social vai se representar pela caracterização sócio-econômica da população que habita a cidade ou área urbana, objeto de estudo e intervenção.

A organização dos dados urbanos e regionais em bases de dados digitais possibilita o seu uso com mais eficácia. O projeto da base de dados parte da constatação da existência de um sistema do mundo real com seus elementos e relações que vai estar representado na base de dados a ser formada. A observação e apreensão do mundo real necessitam de uma representação conceitual que lhe dê

sentido. Em computação, um modelo de dados é um conjunto de regras usadas para criar uma representação da informação na forma de entidades discretas e suas inter-relações. Já um modelo de dados espaciais é um conjunto de regras utilizadas na criação da representação da Geografia numa base de dados digitais, tal como a cartografia convencional, simplificando, busca alcançar os mesmos objetivos com papel e tinta.

A seguir relata-se o processo de projeto e construção da base de dados para a formação de um Sistema de Informações Geográficas de Salvador, voltado para aplicações de planejamento urbano. Esta finalidade direcionou o projeto da base de dados e a visualização cartográfica obtida a partir dela.

O processo de formação da base cartográfica de Salvador iniciou-se pela definição das informações cartográficas que devem formar a base. Uma vez estabelecidas quais as informações da base digital de dados gráfica e não gráfica, partiu-se para a aquisição das fontes necessárias para construção da base de dados.

Os dados geográficos têm algumas características básicas. A fundamental se refere à sua localização espacial, ou seja, a sua posição na superfície terrestre. Esta posição é descrita por um par de coordenadas  $x$  e  $y$  que representam a latitude e longitude ou, nos casos de sistemas urbanos, normalmente coordenadas planas, tais como sistemas UTM. Na base cartográfica do projeto, foi adotado o sistema SICAR da CONDER, órgão responsável pela produção de cartografia básica em Salvador. O sistema SICAR é baseado em projeção UTM – *datum* horizontal, SAD69. O limite físico da área do projeto é o município de Salvador.

Outras características fundamentais dos dados geográficos são a dimensionalidade e a continuidade. Alguns dados geográficos são contínuos, como, por exemplo, os representados por isolinhas, ao passo que outros assumem uma distribuição descontínua no espaço, como, por exemplo, dados representados por temas.

Em Sistemas de Informação Geográficas – SIGs, os dados podem ser representados basicamente de duas maneiras distintas, a representação matricial (*raster*) e a vetorial. Essas representações armazenam informações sobre os objetos geográficos do mundo real e se expressam na forma de pontos, linhas ou áreas que no caso da representação vetorial (os pontos, linhas e áreas) são associados a pontos, linhas e polígonos descritos por pares de coordenadas em um sistema de coordenadas espaciais e, no caso da representação matricial, a posição da representação cartográfica é associada a posição das células da imagem matricial.

A representação matricial é a mais adequada à representação de objetos contínuos, ao passo que a vetorial respeita as necessidades de representação mais precisa e detalhada de objetos discretos, como dados cadastrais, por exemplo. O

modelo de dados de um SIG urbano precisa aceitar as duas formas de representação de dados geográficos.

No nosso caso os dados gráficos foram gerados a partir da Base Cartográfica da Região Metropolitana de Salvador, produzida pela CONDER. Embora a empresa disponha de dados cartográficos na forma digital, estes não são disponíveis ao público, de modo que optou-se por adquirir os mapas em papel e desenvolver metodologia para conversão.

Conversão de dados é um termo entendido aqui como designando processos pelos quais são formadas bases de dados digitais. Estes processos englobam uma série de atividades e procedimentos que têm como produto final a formação de uma base de dados através da conversão de dados na forma de documentos (mapas em papel, principalmente) para o formato digital, e dados já existentes em alguma forma de representação digital que necessitam ser convertidos para outro formato também digital (por exemplo, de uma representação matricial para um representação vetorial). (QUINTANILHA, 1995; QUINTANILHA, 1996).

O mapa base do projeto foi o mapa gerado a partir da digitalização dos contornos de logradouros do município a partir da escala 1:5.000. Este mapa define as quadras urbanas e o sistema viário e a ele as diversas entidades podem se associar, servindo como referência para a combinação de mapas e imagens de diferentes fontes e formatos.

A técnica de vetorização semi-automática foi organizada por arquivos de tal modo que cada tema corresponde a um arquivo vetorial, gerado a partir de diversos documentos cartográficos – a base cartográfica 1:5.000 de Salvador é formada por 42 mapas – que deram origem a diversos arquivos gráficos matriciais, que após a conversão formam uma base vetorial contínua por temas. E para auxiliar no controle da vetorização pode-se utilizar arquivos de referência para visualização de outros *layers*, como, por exemplo, a malha de coordenadas.

O método de conversão de dados descrito acima, foi desenvolvido no âmbito da pesquisa realizada. Todo o processo incluiu disponibilidade e escolha de *hardware*, *software* e periféricos; manipulação com scanner; treinamento e teste com os *software* CAD e aplicativos de editores raster e vetorização manual e semi-automática; edição de mapas; impressão e apresentação. Este trabalho resultou na formação da Base Digital de Dados Espaciais que deu suporte à construção do Sistema de Informações Geográficas para Salvador. A figura 3 ilustra o fluxo de produtos e procedimentos no processo de conversão.

**Figura 3 - Produtos Gerados e Procedimentos Adotados, no Processo de Formação da Base Cartográfica Digital de Salvador**



Elaboração: Gilberto Corso Pereira, 1999

Através destes procedimentos, foi criada uma base cartográfica digital, composta por arquivos vetoriais, definindo uma base contínua vetorial formada pela vetorização das feições cartográficas a partir dos diversos arquivos *raster*, e por arquivos matriciais – corrigidos e georreferenciados, formando um “mosaico” de imagens (base cartográfica descontínua). O resultado do trabalho foi a formação de uma base de dados sobre a cidade de Salvador, integrando dados cartográficos obtidos de cartografia sistemática convencional existente, dados censitários e dados obtidos por processamento.

O mapa base foi formado a partir dos mapas 1:5.000 e consistiu num mapa das quadras, que na base são representados por polígonos formados a partir da vetorização dos contornos de logradouros e um mapa de setores censitários, que são representados na base por polígonos aos quais são associados dados censitários, guardando a correspondência entre os objetos espaciais – os setores – e seus atributos – dados alfanuméricos por setor, adquiridos junto ao IBGE. Estes polígonos foram convertidos em arquivos digitais vetoriais a partir de documentos em papel seguindo o mesmo processo. As quadras perfazem um total de 4.654 e os setores 1.718 objetos espaciais.

Os setores censitários normalmente são constituídos pela agregação de quadras, embora o critério que o IBGE use para a definição destes polígonos não seja geográfico, resultando em setores de formas espaciais e tamanhos diversos. Esta malha de setores é formada para cada censo, sendo que a área dos setores é

redefinida, ou seja, em censos anteriores (e posteriores) não só o número, mas também a forma dos setores é diferente.

No caso dos setores censitários, foram utilizados como fonte mapas em escala 1:12.500, também adquiridos da CONDER que foram editados e ajustados tomando, como referência o mapa de quadras previamente vetorizado e os arquivos matriciais registrados provenientes da cartografia sistemática em escala 1:5.000.

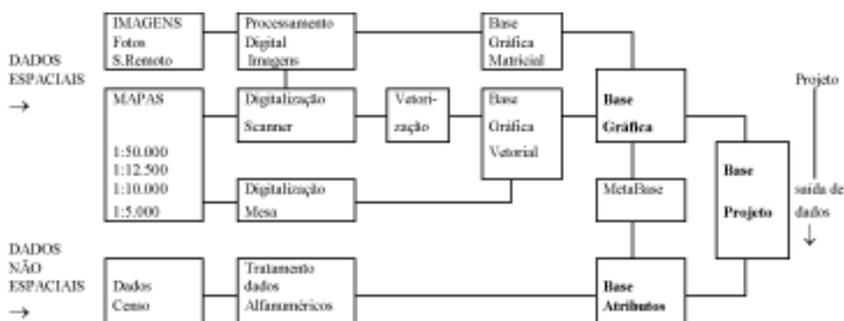
O processo de conversão de dados para a formação da base consistiu em digitalização através de *scanner*; vetorização em tela (*heads-up*) manual e semi-automática; conversão de arquivos vetoriais em matriciais; edição em mesa digitalizadora; conversão de tabelas alfanuméricas e conversão de arquivos gráficos e alfanuméricos para formatos padronizados (DXF, TIFF e DBF) que possibilitaram a conversão posterior em formatos proprietários.

A base não-espacial é composta por dados alfanuméricos do censo de 1991, adquiridos junto ao IBGE que os forneceu em formato digital, como uma tabela ASCII, contendo dados sobre alfabetização, renda, educação, densidade domiciliar, características do domicílio, infra-estrutura (água, esgoto, lixo) etc. Essa tabela foi convertida para o formato DBF e subdividida em tabelas menores. Neste processo de pré-processamento e conversão, foram utilizados os *software* Access e Excel da Microsoft. Estes dados, após associados a objetos espaciais – quadras ou setores censitários –, permitiram a geração de cartografia temática bastante extensa, retratando a distribuição espacial de dados sócio-econômicos e de infra-estrutura, contidos nas tabelas do censo.

Ainda que limitada em termos de quantidade de dados, limitação imposta pelas dificuldades de realizar um trabalho de conversão de dados sem recursos humanos ou materiais, esta base de dados possibilitou gerar uma visualização cartográfica da cidade de Salvador bastante ampla, como veremos a seguir, demonstrando que a utilização de Geoprocessamento é possível para análise urbana a partir da conversão de dados, utilizando-se métodos e técnicas de baixo custo.

Ver na figura 4 o fluxo de dados do projeto, no processo de formação da base digital de dados:

Salvador é então analisada empregando-se tecnologias de Geoprocessamento e apresentando-se os resultados na forma de uma série de documentos cartográficos que possibilitam uma visualização cartográfica da cidade pela espacialização de informações sobre o meio físico e sócio-econômico.

**Figura 4 - Processo de Formação da Base de Dados de Salvador**

Elaboração: Gilberto Corso Pereira, 1999

### *Visualização Cartográfica*

Regiões, cidades, bairros são objetos cujo entendimento nem sempre é fácil. No processo de projeto ou planejamento de áreas, é necessária a análise de um leque de informações variadas. Dados censitários, projetos, imagens de sensoriamento remoto, mapas temáticos, fotos aéreas são utilizados neste processo. No caso de planejamento ou desenho urbano, a compreensão de informações complexas pode ser facilitada se esta informação for visualizada.

Visualização é um instrumento de auxílio ao entendimento de fenômenos, processos e estruturas espaciais. Outra função importante da visualização é comunicação, no caso de aplicações urbanas, entre planejadores, técnicos, administradores, pesquisadores e cidadãos.

O recente desenvolvimento tecnológico aplicado à área de visualização incrementa a capacidade de análise e interpretação. As relações de visualização com cartografia e com planejamento e projeto vêm sendo examinadas por vários autores (ROBINSON *et al*, 1995; WOOD, 1994; KRAAK, 1995; DORLING, 1992; 1995; LANGENDORF, 1992; MacEACHREN, 1994; TAYLOR, 1994). O termo visualização utilizado aqui se relaciona com o uso de computação para exploração de dados numa forma visual, aprofundando o entendimento (VISVALINGAM, 1994). É um processo de transformar dados brutos em imagens, em informação e comunicação visual.

No processo de desenvolvimento do Geoprocessamento a ênfase se desloca do manejo de grandes conjuntos de dados para a análise destes dados. O desenvolvimento da computação gráfica nos possibilitou processar e apresentar visual-

mente grandes volumes de dados que não seriam possíveis por métodos manuais como, por exemplo, a geração de imagens de objetos tridimensionais e suas relações.

A informatização da cartografia, com o surgimento da cartografia digital preservou os elementos básicos da ciência cartográfica, mas através de novos produtos. A base de dados digital substitui o mapa em papel, como o meio de armazenamento das informações geográficas e visualizações cartográficas em diferentes mídias satisfazem a segunda função – auxílio ao entendimento – que era satisfeita pelos mapas impressos.

Para a compreensão de relações espaciais a partir de dados geográficos, estes precisam ser visualizados. Através da visualização de múltiplos mapas, o usuário pode alcançar a meta que pode ser: comparar; separar; relacionar; indicar tendências; representar valores; ou localizar dados e ou objetos geográficos.

A utilização de SIG introduz a integração de dados de diferentes fontes, bem como a possibilidade de combinação de dados, colocando o mapa neste processo não mais como um produto final, mas com muita frequência como o início de determinada análise e auxílio na avaliação de resultados intermediários do estudo, ou seja, mapas são parte do processo de análise espacial.

Parte do grande interesse em SIG pode ser explicado pela renovação que ele provocou em itens de representação espacial e na cartografia. Cartógrafos têm lutado há muito tempo com as dificuldades de retratar interação e mudança em mapas, com SIG eles têm a oportunidade de tirar vantagem de um mundo de novas capacidades técnicas, incluindo animação tridimensional. Assim, dentre as possibilidades atuais estão: seqüências de mapas; combinação de mapas com sons e imagens; alteração de escalas a vontade e geração de vistas ortográficas de superfícies tridimensionais. Todas estas possibilidades e muitas mais provocaram uma renovação da cartografia e podem lhe dar um novo significado.

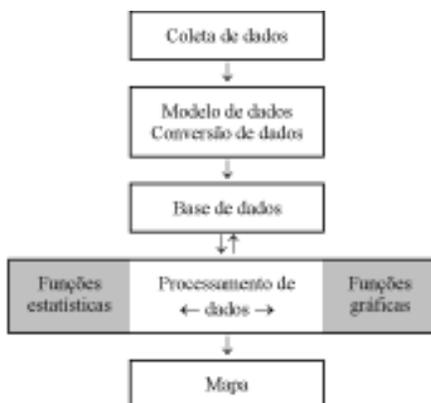
O processo de elaboração de mapas foi descentralizado, e a produção de mapas por não-cartógrafos é extremamente facilitada por novos programas de mapeamento. Um dos papéis que os cartógrafos devem assumir neste contexto é a definição de padrões para dados cartográficos digitais, de modo a possibilitar a integração de dados e facilitar a distribuição. É necessário o estabelecimento de padrões a respeito de qualidade, intercâmbio, compatibilidade de arquivos, procedimentos de coleta etc.

As possibilidades computacionais disponíveis hoje igualam e superam os métodos analógicos usados até então pelos cartógrafos. Os mapas não vão desaparecer, mas antes assumir novas formas e sugerir novos usos. A tendência que se desenha num futuro próximo é a possibilidade de acesso individual a bases de dados geográficas imensas. Uma das conseqüências já visíveis é o fato de que o

cartógrafo perde o controle exercido no passado, quando o mapa impresso era o único produto, e o usuário tinha, no mapa, as informações selecionadas previamente pelo cartógrafo.

O surgimento do Geoprocessamento criou uma nova situação, na qual o usuário pode agora selecionar as informações que deseja da base de dados para inclusão em uma visualização cartográfica que satisfaça seus propósitos. O esquema que segue, adaptado de Robinson *et al.* (1995) ilustra o processo de transformação de dados geográficos em informação visualizada através de cartografia, utilizando recursos de Geoprocessamento:

**Figura 5 - Transformação de Dados Geográficos em Informação Cartográfica**



Em planejamento urbano, a cartografia é fundamental na etapa de diagnóstico, como um instrumento de análise espacial, facilitando o registro de: carências – sócio- econômicas, infra-estrutura, saúde, educação; densidade populacional; tendências de crescimento urbano. Sequências temporais podem revelar as áreas de expansão da mancha urbana. Limitações do sítio físico – hidrografia, declividade de encostas, que em Salvador são muito presentes, podem ser cruzadas com a situação de áreas ocupadas por habitação. O uso de visualização cartográfica, a partir de uma base de dados digitais, possibilita uma grande quantidade de análises e simulações, indispensáveis ao correto entendimento da cidade.

### *Salvador: Uma Contribuição Cartográfica*

Salvador é uma cidade em que qualquer dos indicadores mais comuns podem revelar uma metrópole mergulhada em problemas sociais. Cabe ao Geoprocessamento, enquanto instrumento de planejamento urbano revelar, quantificar e localizar estes problemas espacialmente. Dos objetivos básicos de um SIG para planejamento urbano, optamos nesta pesquisa por ficar na etapa de descrição, em virtude da falta de recursos e de tempo para formar uma base de dados mais abrangente, e considerando que esta etapa é a primeira em qualquer atividade de planejamento, pois subsidia todas as outras fases do processo. Todavia, ainda que a base seja restrita e os recursos tenham sido limitados, foi possível fazer uma análise cartográfica da cidade bastante ampla, cobrindo de aspectos físico-ambientais a sócio-econômicos, conforme veremos adiante.

Salvador foi fundada em 1549. Sua primeira função foi assegurar a conquista e a posse do território. As cidades latino-americanas podem ser consideradas “cidades da conquista”, seu papel principal consistia em “concentrar e assim, potenciar a força de persuasão” e de “coerção da metrópole no corpo da sociedade colonial”, tendo como instrumentos básicos a Igreja (persuasão) e as tropas e a burocracia civil. Quatro séculos depois, a cidade chega aos anos oitenta com um milhão e meio de habitantes (censo FIBGE) dos quais, cerca de um milhão de baixa renda, considerando-se como baixa renda, as famílias com renda até cinco salários mínimos, sendo que destes, em torno de setecentos mil, estão precariamente urbanizados (PMS, 1985, p.22-23).

A análise que se segue é baseada na base de dados formada, tendo como fonte básica documentos cartográficos em papel, produzidos basicamente, a partir de levantamento aero-fotogramétrico realizado em 1991 e dados do censo realizado pelo IBGE em 1991. É, portanto, Salvador que se revela a cidade do início da década de 90, que é retratada, utilizando-se os recursos da cartografia digital, tendo como premissa a transformação dos dados digitais em informação útil para o entendimento da cidade e, conseqüentemente, para seu planejamento urbano.

Neste processo de transformação de dados em informação, é que os recursos de visualização cartográfica se tornam imprescindíveis ao planejamento urbano como elementos de análise espacial. A utilização de cartografia temática pelos planejadores não constitui evidentemente novidade, todavia as possibilidades de gerar diversas visualizações permitem a comparação de temas, o estabelecimento de correlações e a definição de tendências. Para isso o sistema deve descrever o ambiente construído, o sítio físico, e as relações destes com a população, possibilitando o mapeamento da situação existente (habitações, sistema viário, redes, características do sítio urbano) e o registro espacial das carências – de infra-estrutura (nas suas diversas formas), de serviços, de habitação, de equipamentos etc.

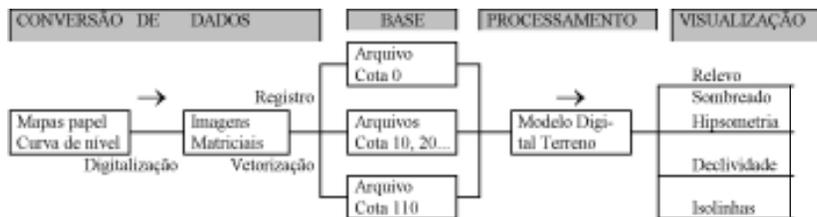
Esta identificação de carências se torna a base para a intervenção no espaço intra-urbano, objetivo do urbanismo, quer seja através da definição de políticas – uso e ocupação do solo, legislação ambiental, posturas municipais – ou através de intervenção física direta – construção de equipamentos (saúde, educação, transportes etc.), redes de infra-estrutura.

Uma descrição da cidade de Salvador pode ser apresentada na forma de visualização cartográfica obtida a partir da base de dados estruturada como descrito anteriormente. Neste texto apresentaremos apenas alguns mapas por limitações gráficas e de espaço, embora seja possível produzir uma contribuição cartográfica extensa, inclusive usando cores para proporcionar maior legibilidade, como pode ser visto em PEREIRA (1999). A partir da base de dados formada é possível, por exemplo, retratar a condição do sítio físico, da mancha urbana, e das características da população na sua distribuição espacial, revelando as limitações e possibilidades de expansão urbana, as áreas de maior ou menor densidade populacional, as enormes carências sociais, a segregação social, a baixa qualidade de habitações, carências de infra-estrutura (esgotamento sanitário, coleta de lixo).

Os mapas que se seguem foram resultado da combinação de diversas técnicas conforme é discutido na sequência do texto e são uma amostra das possibilidades que Geoprocessamento abre para análises cartográficas. O processo pode ser sintetizado no fluxo ilustrado pela figura 5. Para ilustrar este artigo foram escolhidos diferentes alternativas de visualização de informações geográficas.

Salvador tem uma situação geográfica peculiar, sendo a cidade envolvida, de um lado, pela Baía de Todos os Santos e, de outro, pelo Oceano Atlântico. O sítio urbano se caracteriza por uma topografia acidentada, com a ocorrência de inúmeras encostas de alta declividade e uma hidrografia com cursos d'água e lagos. Mapas descrevendo características físicas do sítio como hipsometria (mapa 1), declividade, relevo podem ser produzidos a partir de MDT gerado pela interpolação das curvas de nível de 10 em 10 m, que por sua vez são originadas de arquivos digitais convertidos a partir da cartografia convencional. A figura 6 descreve o processo produzido e adotado em PEREIRA (1999).

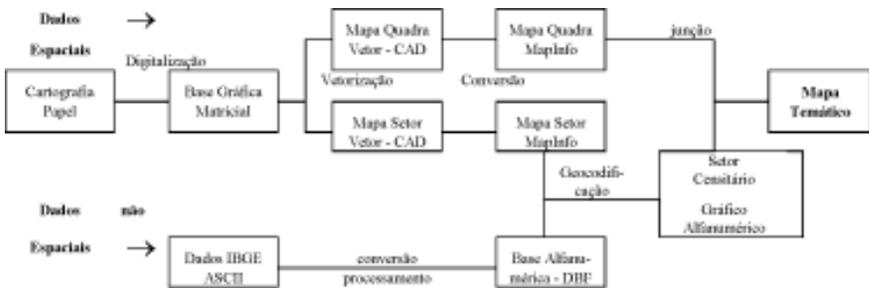
**Figura 6 - Elaboração de Mapas a Partir de MDT de Salvador**



Elaboração: Gilberto Corso Pereira, 1999

Os demais mapas são mapas temáticos obtidos por consultas específicas formuladas à base e baseadas nos mapas de quadras e de setores censitários, que são os objetos espaciais aos quais estão associados como atributos diversos dados censitários. Os mapas usam diversas técnicas cartográficas, que serão comentadas adiante. A figura 7 descreve o processo especialmente produzido e empregado iniciando com a entrada de dados, transformação de dados em informação e apresentação cartográfica.

**Figura 7 - Elaboração de Mapas Temáticos**



Elaboração: Gilberto Corso Pereira, 1999

As técnicas cartográficas utilizadas nestes mapas também variam bastante conforme o tema em estudo. Foram usados mapas coropléticos para apresentar informações quantitativas sobre renda, instrução, características domiciliares, densidade domiciliar, densidade demográfica. Outra possibilidade de correlação se tem pelo cruzamento de técnicas diferentes. Onde era importante mostrar a distribuição espacial de dados em números absolutos foram usados mapas de círculos proporcionais e de pontos.

Salvador se mostra como uma cidade extremamente pobre, fortemente segregada espacialmente, com áreas bem definidas por faixa de renda. A estratificação fica muito nítida na análise dos mapas produzidos. A orla atlântica se mostra como o local por excelência das faixas de alta (aqui considerada como sendo a faixa acima de vinte salários mínimos) e de média renda (aqui considerada como sendo a faixa de dez a vinte salários mínimos).

A população de menor renda ocupa as regiões voltadas para a Baía de Todos os Santos, com trechos de densidade realmente muito alta – acima de 20.000 habitantes por quilômetro quadrado – mapa 1. A densidade é um referencial importante para avaliação do consumo e distribuição da terra urbana (ACIOLY e DAVIDSON, 1998). Este processo de densificação é um efeito do mercado de habitações contraído e voltado para as camadas de renda média e alta, não sendo resul-

tado direto de decisões de planejamento, mas evidentemente sendo um dos problemas cruciais a serem enfrentados pelo mesmo.

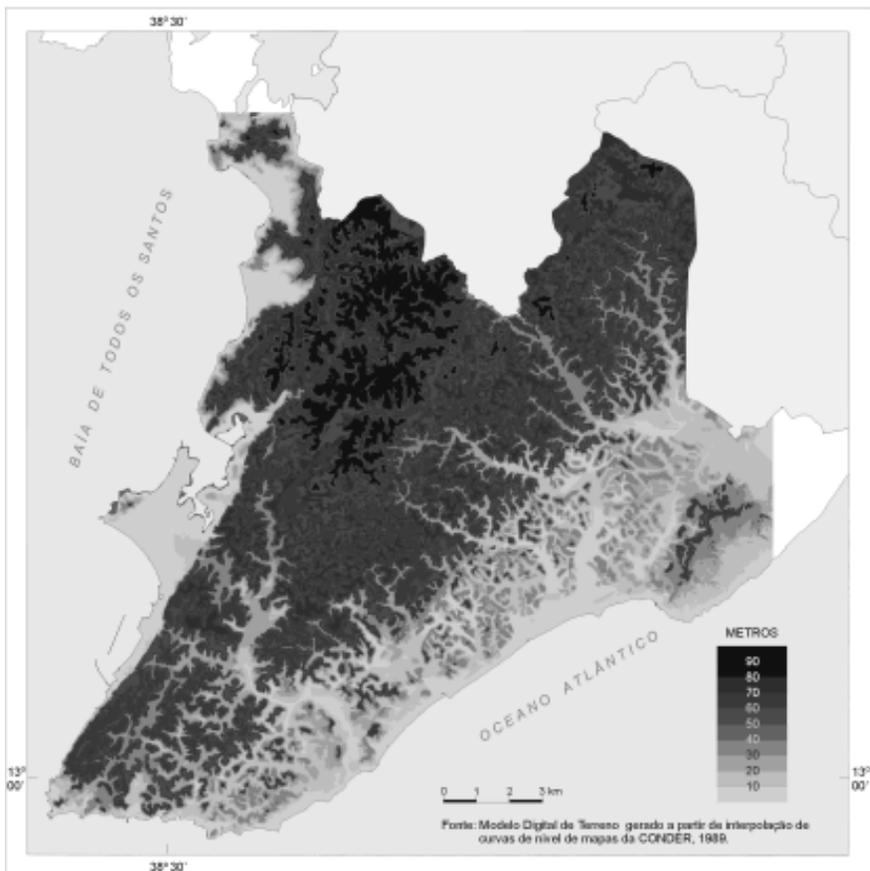
Assim, para exemplificar, o mapa 2 mostra a densidade demográfica e o mapa 3 apresenta a distribuição espacial da população. Os mapas 4 e 5 mostram a distribuição espacial de faixas de renda da população. Outro recurso usado foi a geração de superfícies tridimensionais para mostrar a correlação entre dois temas, no caso, renda e instrução - mapa 6 - onde utilizamos os dados de renda média por chefe de família e de anos de instrução, com a localização dos dados é fornecida pelo centróide do polígono e o atributo – renda ou instrução – fornece a cota  $z$  (altura). A interpolação destes valores gera os dois modelos de superfície apresentados.

A escala na qual os mapas são apresentadas deve ser objeto de testes e avaliações. A partir da adoção da cartografia digital a escala é um fator que pode ser tratado com flexibilidade (ROBINSON *et al.*, 1995), respeitadas as limitações ditadas pela escala dos documentos fonte e pelo nível de detalhe que se pretende apresentar. A partir do mapa base – neste projeto convertido a partir de mapas em escala 1:5.000, podemos escolher a forma de visualização mais adequada para nossos propósitos.

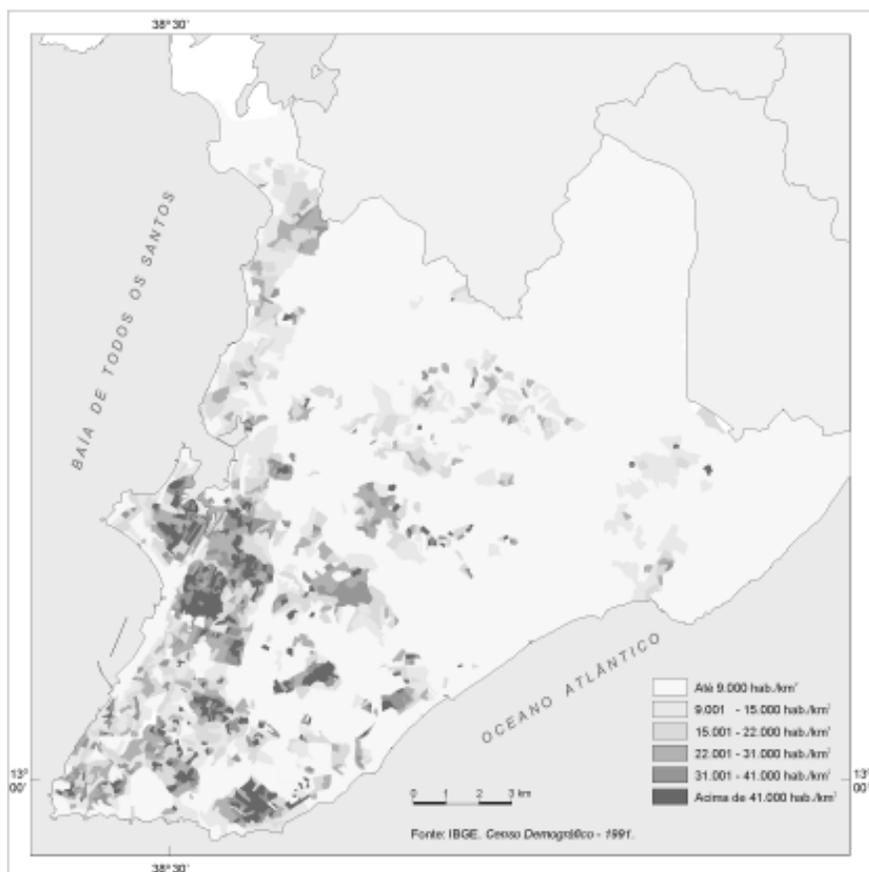
Salvador pode ser visualizada em seus diversos aspectos a partir da representação que se estrutura na sua base de dados, conforme verificamos nesta breve amostra de algumas das possíveis visualizações cartográficas. Assim a exclusão social, carência de infra-estrutura e de serviços, aspectos do meio físico e cruzamentos diversos podem ser analisados e apresentados cartograficamente.

### Mapa 1

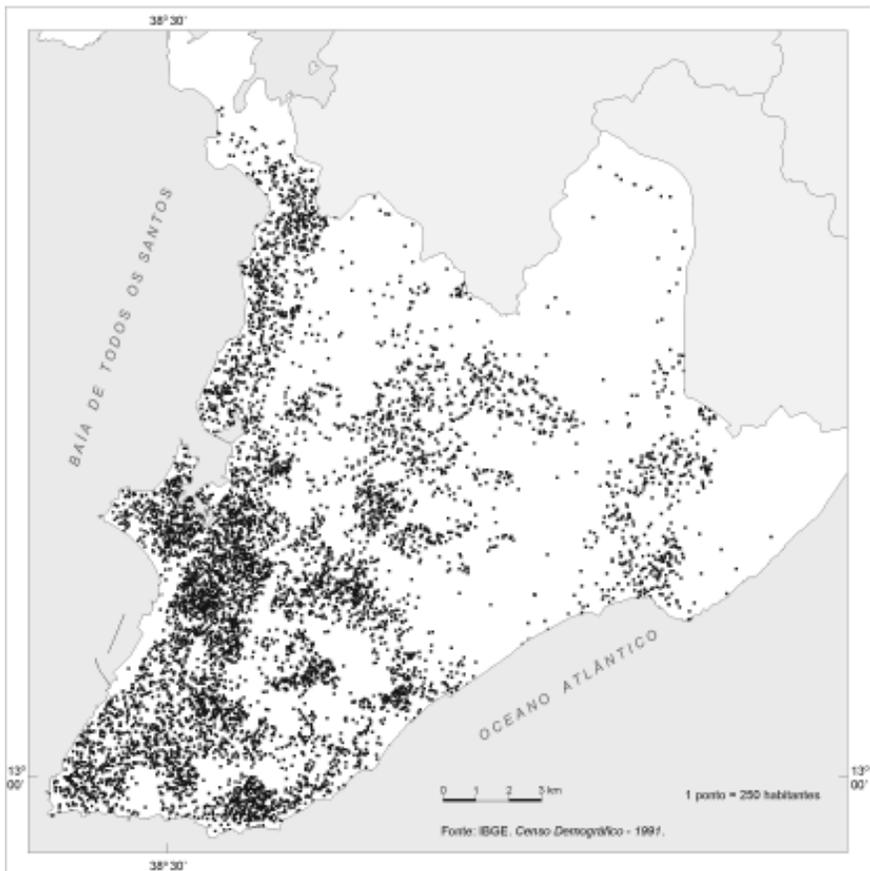
#### SALVADOR ALTIMETRIA

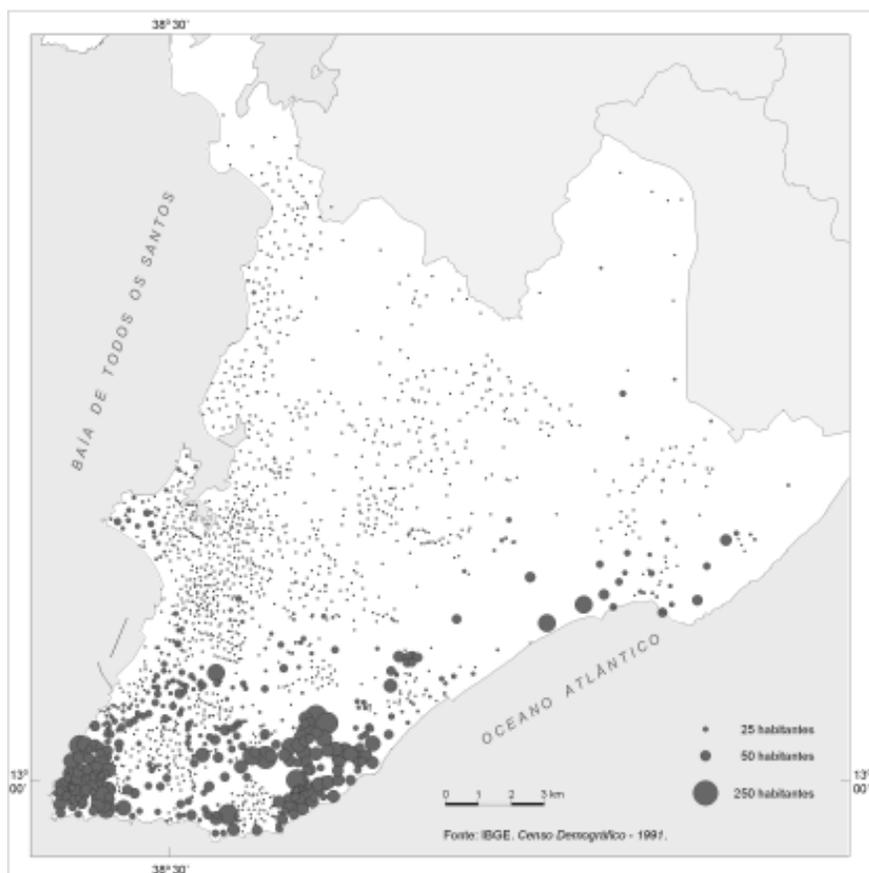


**Mapa 2**  
**SALVADOR**  
**DENSIDADE DEMOGRÁFICA - 1991**



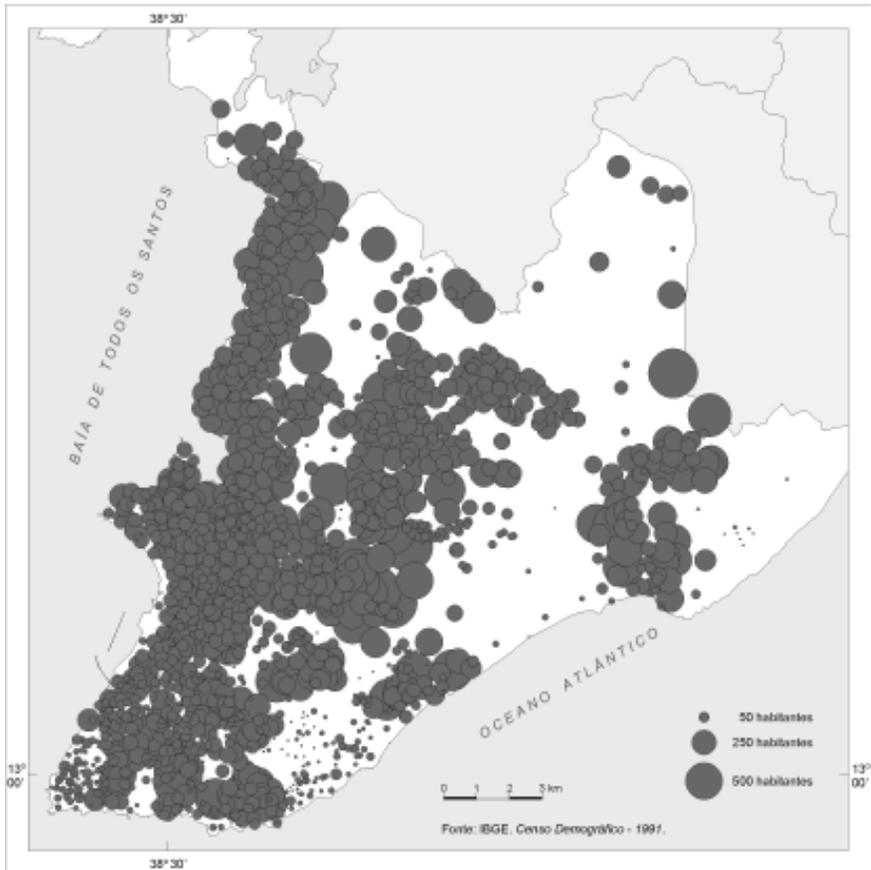
**Mapa 3**  
**SALVADOR**  
**DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO - 1991**



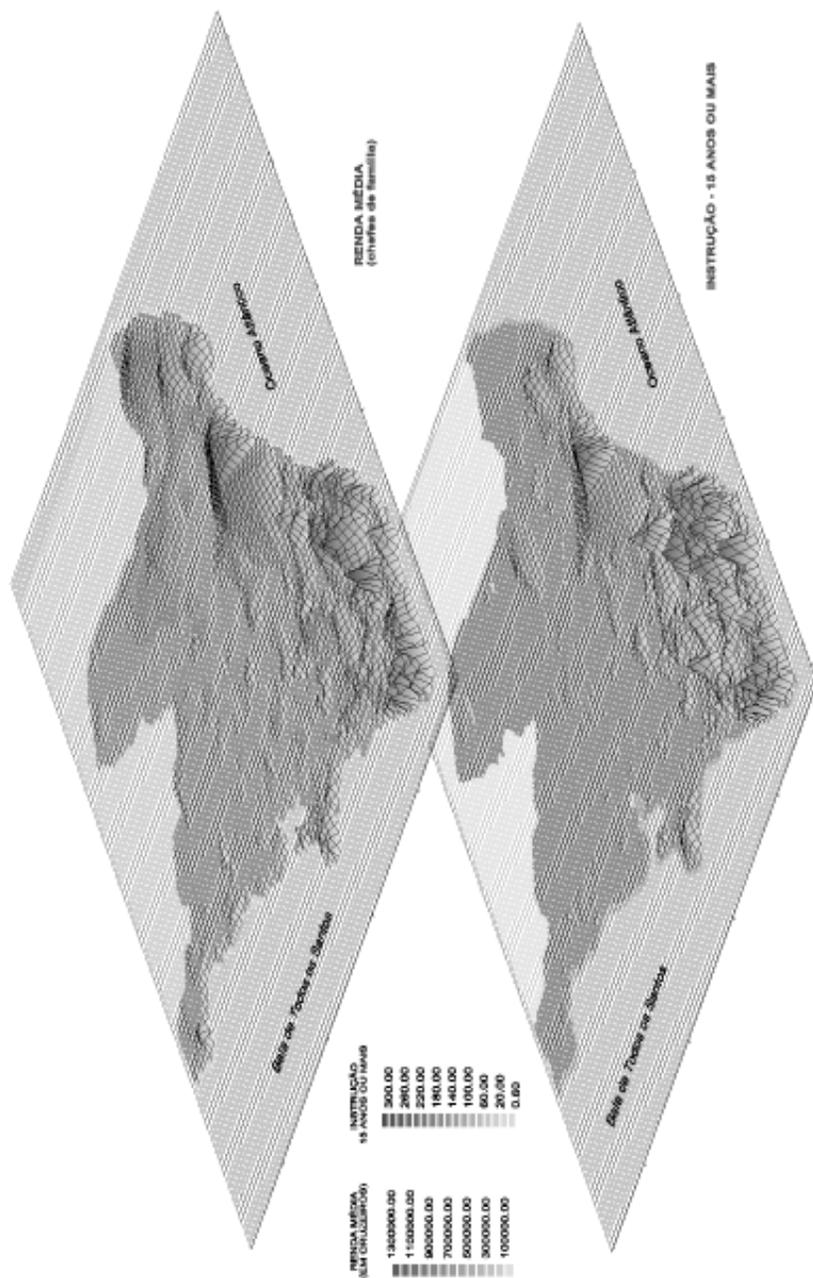
**Mapa 4****SALVADOR  
RENDA ACIMA DE 20 SALÁRIOS MÍNIMOS - 1991**

### Mapa 5

#### SALVADOR RENDA ATÉ 2 SALÁRIOS MÍNIMOS - 1991



Mapa 6



## Conclusões

O problema usual que até pouco tempo atrás era um fator de limitação na utilização mais freqüente de mapas, era o seu tempo de execução. Os métodos manuais normalmente demandavam muito tempo para serem úteis em análises mais urgentes. As limitações de representação conhecidas limitavam o uso possível deste instrumento. A informatização da Cartografia e sua integração com outras tecnologias de Geoprocessamento incrementarão as possibilidades de análise espacial, com a introdução de visualizações tridimensionais, animações e interatividade.

Como tendências já definidas, podemos concluir que o uso futuro de SIG vai requerer interfaces diretas e interativas a dados geográficos e, neste processo, o mapa deve desempenhar um papel chave como indexador espacial.

O surgimento de bases de dados digitais integradas, o uso de multimídia e de técnicas de visualização bidimensional e tridimensional deve levar a Cartografia a um novo estágio que começa agora a ser explorado.

Com a crescente aumento da capacidade de processamento dos computadores e com as novas tecnologias de coleta de dados, bases de dados imensas podem ser manipuladas e, neste sentido, se abrem novas perspectivas para a Geografia e para o planejamento. Um dos problemas que se coloca agora é causado pelo fato de que Geoprocessamento é dependente de dados e de dados em formato digital. Um pré-requisito determinante para o início de qualquer projeto de Geoprocessamento é a existência de dados geográficos para serem processados. O maior obstáculo que vemos hoje ao uso de Geoprocessamento em urbanismo termina sendo a falta de dados, conseqüentemente de dados digitais.

Dados digitais são a chave para aproveitar o potencial que os computadores trazem para a análise urbana, pré-requisito básico para o manejo de grandes volumes de dados em diversas formas e para o uso de técnicas de visualização que permitam o entendimento do passado e do presente e a projeção do futuro. Estando em formato digital, os dados podem ser armazenados, manipulados e integrados, editados, gerar novos dados por processamento, distribuídos entre usuários – técnicos, pesquisadores e cidadãos.

De qualquer modo, apesar deste quadro, é possível e viável hoje a utilização de Geoprocessamento para análises espaciais urbanas, formando a base a partir da conversão de dados usando documentos existentes e dados disponíveis em instituições como o IBGE, por exemplo. É necessário, todavia, ter claro quais os objetivos do seu sistema.

A tecnologia hoje não é um obstáculo para a adoção de Geoprocessamento para apoio a planejamento e gestão urbana. O problema hoje é falta de dados, falta de capacitação e desconhecimento das possibilidades já existentes, ou seja, o uso

de Geoprocessamento em Urbanismo, hoje no Brasil, é limitado muito mais pela falta de dados, pessoal capacitado e metodologias de planejamento que possam fazer uso do sistema, que por questões meramente tecnológicas. A implantação de projetos envolve um grande volume de recursos, sendo importante um projeto cauteloso que leve em conta as características institucionais, políticas e econômicas das organizações que vão operar o sistema. Muitas vezes o desenho inter-institucional adequado pode ser mais importante que a tecnologia em si mesma.

Ao planejamento urbano, conforme diz Milton Santos, “cabe em primeiro lugar, mesmo se não podemos quantificar a situação, fazer o registro das carências existentes, localizar-lhes as causas mais próximas e tentar a discussão de sua problemática” (SANTOS, 1994, p.142).

Esta afirmativa de Milton Santos indica, com clareza, a grande contribuição que Geoprocessamento pode trazer ao Urbanismo. Retomando a questão inicial deste trabalho sobre a validade do uso de tecnologias de Geoprocessamento em planejamento urbano, vemos que não só a quantificação da situação é possível, bem como “o registro das carências existentes,” nas grandes cidades, possível somente pelo emprego de tecnologias de Geoprocessamento.

Computadores vêm sendo utilizados no manejo de dados urbanos já há alguns anos, mas só nos anos recentes as mudanças tecnológicas propiciaram uma mudança do modelo baseado em computadores de grande porte para computadores pessoais. Esta mudança criou condições para que hoje tecnologias de Geoprocessamento possam ser utilizadas diretamente por urbanistas e geógrafos urbanos, como vimos neste texto.

Todavia ainda que se reconheça a validade e a utilidade bem como as possibilidades abertas pelo emprego da tecnologias de Geoprocessamento na análise do espaço urbano, a pergunta implícita é por que isto ainda não ocorre de forma ampla. Em Salvador, por exemplo, as condições técnicas já existem para isto, em outras cidades brasileiras situações talvez diferentes, mas, sem dúvida similares ocorrem.

Uma das respostas se relaciona à questão já mencionada dos dados. A inexistência de políticas claras de disponibilização de dados e informações espaciais por parte dos órgãos municipais detentores destes desempenha papel importante para a não disseminação do uso do Geoprocessamento em escala urbana. Na literatura brasileira disponível, com a exceção de Brasília e de Goiânia, (YUAÇA, 1994 e BARBOSA *et al.*, 1995) nenhum dos projetos relatados menciona ou sugere intenção de disponibilizar dados e informações digitais para uso público. Em muitos casos nos projetos já implementados, a política em vigor é a não disponibilização de dados, como, por exemplo, Belo Horizonte que acena com uma futura comercialização de informações (DAVIS e FONSECA, 1994) e é também o caso de Salvador.

Em muitos dos sistemas já implantados em capitais brasileiras, é explícita a intenção de se construir uma base digital única da cidade ou região metropolitana,

como é o caso de Recife, Belo Horizonte, Goiânia, Brasília e Salvador (LEMOS, 1995; BARBOSA *et al.*, 1995; YUAÇA, 1994; FERREIRA, 1994; DAVIS Jr e FONSECA, 1994). Por base única, poderia, deveria entender-se base de uso comum, mas, de modo geral, o uso comum é entendido num sentido restrito e não engloba os cidadãos. Além do que estas bases têm sido concebidas para gestão e tributação, o que implica em altos custos de formação, manutenção e atualização de dados, e as agências envolvidas com planejamento não participam do processo de projeto e modelagem do sistema.

Outra resposta possível – além da já exaustivamente abordada falta de dados digitais - é a constatação de que o desconhecimento das possibilidades e questões tecnológicas, por parte dos usuários potenciais de Geoprocessamento em planejamento – planejadores e administradores municipais – leva a implantação dos sistemas ser direcionada por critérios estritamente tecnológicos e freqüentemente mercadológicos, ou permite o processo ser conduzido sem a elaboração de um projeto conceitual.

O desconhecimento de aspectos urbanos e geográficos por parte da coordenação de projetos, freqüentemente conduzidos por profissionais de informática pode levar a distorções, com projetos tecnologicamente adequados, mas distantes das aplicações e problemas urbanos.

Outro fator a dificultar a adoção de Geoprocessamento como instrumento do Urbanismo é o desgaste que a própria atividade de planejamento urbano tem sofrido. Em Salvador, o planejamento urbano é um processo que tem ocorrido de forma fragmentada e centrado em projetos e planos setoriais. O resultado deste contexto, conforme Araújo e outros, (ARAÚJO, FERREIRA e GUIMARÃES, 1998, p. 127) tem sido a “descaracterização dos instrumentos de planejamento e desatualização das informações”. A inexistência de um processo contínuo, que possa seguir o crescimento e evolução das cidades, cria uma distância entre planejamento e o cotidiano urbano. A falta de instrumentos que facilitem o acompanhamento da evolução urbana é mais grave nas metrópoles brasileiras que crescem – e suas carências - com grande velocidade.

Um Sistema de Informações Geográficas não faz planejamento, mas antes é apenas um sistema de informações que dá suporte aos processos e ações de planejamento, subsidia a tomada de decisão e facilita a comunicação entre técnicos, analistas e cidadãos não envolvidos diretamente com planejamento, mas afetados por ele. Os profissionais de Geografia e Urbanismo não podem ter falsas expectativas sobre Geoprocessamento, mas antes ter uma noção precisa do seu potencial, das suas possibilidades e das suas limitações.

Neste quadro, consideramos que a Universidade tem o papel de difundir conhecimento sobre Geoprocessamento que é uma área nova e ainda pouco conhe-

cida no país pelos profissionais que trabalham com espaço urbano, e que na situação atual, freqüentemente só tem o mercado como fonte de informação.

## Bibliografia

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. *Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana*. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

ARAÚJO, H.; FERREIRA, M. G.; GUIMARÃES, J. Pensando a cidade e o plano diretor de desenvolvimento urbano. *Bahia Análise & Dados*, Salvador, v.8, n. 2/3 set/dez, 1998.

AZAMBUJA, E.; SILVA, H.; PINTO, Y. Os alicerces da informação. In: PORTO ALEGRE. Prefeitura. *A necessária reeleitura da cidade*. Porto Alegre: Secretaria do Planejamento Municipal, 1998. p. 40-43.

BAILY, A. *La organizacion urbana: Teorias e Modelos*. Madrid: Instituto de Estudios de Administracion Local, 1978.

BARBOSA, A.D.M. *et al.* Sistema de Informação Territorial e Urbana do Distrito Federal – SITURB. In: *GIS BRASIL 94*. Curitiba: Sagres, 1994.

BAUDRILLARD, J. *Simulacros e simulação*. Lisboa: Relógio d'Água, 1991.

BRACKEN, I.; WEBSTER, C. *Information technology in Geography and Planning*. London: Routledge, 1990.

BROIATO, C. *et al.* Santo André: Um espaço para o SIG. *Fator GIS*, Curitiba, v. 2, n. 5, 1994.

BURROUGH, P. A. *Principles of geographic information system for land resources assessment*. London: Clarendon Press, 1986.

CÂMARA, G. *et al.* *Anatomia de sistemas de informação geográfica*. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. *Geoprocessamento para projetos ambientais*. São José dos Campos: INPE, 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. (Org.) *Perspectivas da Geografia*. São Paulo: DIFEL, 1982.

CHRISTOFOLETTI, A. *Análise de sistemas em Geografia*. São Paulo: Hucitec, 1979.

COPPOCK, J.; RHIND, D. The History of GIS. In: *Geographical Information System: principles and applications*. New York: John Wiley & Sons, 1991.

DAVIS JR., C. Belo Horizonte: Geoprocessamento em três anos. *Fator GIS*, Curitiba. v. 1, n. 1, 1993.

- DAVIS Jr., C.; FONSECA, F. Geoprocessamento em Belo Horizonte: aplicações. In: *GIS BRASIL 94*, Curitiba: Sages, 1994.
- DORLING, D. Visualizing people in time and space. *Environment and Planning B: Planning and Design*, London, v.19, n.6, p. 613-637, dec. 1992.
- FISCHER, P. Editorial. *International Journal of Geographical Information Science*, London, v.11, n.1, p. 1-3, 1997.
- GEDDES, P. *Cidades em evolução*. Campinas: Papirus, 1994.
- GILBERT, D. Between two cultures: Geography, Computing and the Humanities. *Ecumene*, London, v.2, p.1-13, 1995.
- GOODCHILD, M. F. Geographical data modeling. In: *Two perspectives on geographical data modeling*. Santa Barbara: National Center for Geographic Information & Analysis, 1990. (Technical Paper 90-11).
- GOODCHILD, M. F. The technological setting of GIS. In: *Geographical Information System: Principles and Applications*. New York: John Wiley & Sons, 1991.
- GOODCHILD, M.F. Geographic information systems and geographic research. In: PICKLES, J. (Ed.) *Ground Truth: The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York: Guilford Press, 1995.
- KRAAK, M. The map beyond geographical information systems. In: FISHER, P. (Ed.) *Innovations in GIS 2: Selected papers from the Second Conference on GIS Research UK*. London: Taylor and Francis, 1995. cap 13.
- LACAZE, J.P. *Os métodos do Urbanismo*. Campinas: Papirus, 1993.
- LANGENDORF, R. The 1990s: information system and computer visualisation for urban design, planning and management. *Environment and Planning B: Planning and Design*, London, v.19, n.6, p. 723-738, dec. 1992.
- LAURINI, R.; THOMPSON, D. *Fundamentals of spatial information systems*. London: Academic Press, 1995.
- LEMOS, I. UNIBASE: Base para união de cadastro na Região Metropolitana do Recife. *Fator GIS*, Curitiba, v. 3, n. 9, p. 22-25, jun. 1995.
- LEE, C. *Models in planning: an introduction to the use of quantitative models in planning*. Oxford: Pergamon Press, 1974.
- MacEACHREN, A. M. Visualization in modern Cartography: Setting the Agenda. In: MacEACHREN, A. M.; TAYLOR, D.R.F. (Ed.) *Visualization in Modern Cartography*. Oxford: Pergamon, 1994.
- MAGUIRE, D.J. An Overview and Definition of GIS. In: MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M., RHIND, D. (Ed.) *Geographic information systems: principles and applications*. New York: John Wiley & Sons, 1991.

- McHARG, I. *Design with nature*. New York: Doubleday, 1971.
- PEREIRA, G. C. *Geoprocessamento e Urbanismo em Salvador: uma contribuição cartográfica*. 1999. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- PICKLES, J. Representations in an eletronic age: Geography, GIS, and democracy. In \_\_\_\_\_. (Ed.) *Ground Truth: The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York: Guilford Press, 1995.
- PICKLES, J. Tool or Science? GIS, technoscience, and the theoretical turn. *Annals of the Association of American Geographers*, Malden, n. 87, p. 363-372, 1997.
- QUINTANILHA, J. A. Entrada e conversão de dados: processos de construção de bases de dados espaciais, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 3. 1995, São Paulo. *Anais ...*, São Paulo: USP, p. 29-58, 1995.
- QUINTANILHA, J. A. *Erros em bases digitais de dados espaciais para uso em sistemas de informação geográfica*. 1996. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RHIND, D. Environmental monitoring and prediction. In: MASSERI, I.; BLAKEMORE, M. (Ed.) *Handling Geographical Information: Methodology and potential applications*. Essex: Longman Scientific & Technical, 1994.
- ROBINSON, A. H. *et al. Elements of Cartography*. 6. ed.. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- RODRIGUES, M. *Geoprocessamento*. 1987. Tese (Livre-Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo
- RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo. *Anais ...*, São Paulo: USP, p. 1-26, 1990.
- RODRIGUES, M. SIGs e suas circunstâncias no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo. *Anais ...*, São Paulo: USP, p. 11-23, 1995.
- SALVADOR. Prefeitura Municipal. *Uma política habitacional para Salvador*. Salvador, 1985.
- SANTOS, M. *Por uma economia política da cidade: O Caso de São Paulo*. São Paulo: HUCITEC, 1994.
- SILVA, S. B. M. Reavaliando os principais problemas de Salvador. *Cadernos de Geociências*, Salvador, v. 5, p.43-58, 1996.
- TARACIEVICZ, M. *et al.* Geoprocessamento aplicado a área do município de Curitiba. In: *GIS BRASIL 94*. Curitiba: Sagres, 1994.

TAYLOR, D.R.F. The Future of Cartography and geographic visualization. In: MacEACHREN, A. M., TAYLOR, D.R.F. (Ed.) *Visualization in modern Cartography*. Oxford: Pergamon, 1994.

TOMLIN, D. *Geographic information systems and cartographic modeling*. New York: Prentice Hall, 1990.

VISVALINGAM, M. Visualization in GIS, Cartography and ViSC. In: HEARNshaw, H.M., UNWIN, D.J. (Ed.) *Visualization in Geographical Information Systems*. New York: John Wiley & Sons, 1994. cap. 3.

WEBSTER, C.J. GIS and the scientific inputs to urban planning. Part 1: description. *Environment and Planning B: Planning and Design*, London, v.20, p. 709-728, 1993.

WEBSTER, C.J. GIS and the scientific inputs to urban planning. Part 2: prediction and prescription. *Environment and Planning B: Planning and Design*, London, v.21, p. 145-157, 1994.

WOOD, M. The tradicional map as a visualization technique. In: HEARNshaw, H.M.; UNWIN, D.J. (Ed.) *Visualization in Geographical Information Systems*. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. cap 2.

WRIGTH, D.; GOODCHILD, M.F.; PROCTOR, J. GIS: Tool or science? Demystifying the persistent ambiguity of GIS as Tool versus Science. *Annals of the Association of American Geographers*, Malden, v. 87, p. 346-362, 1997.

YUAÇA, F. O., O processo de implantação do sistema de informações geográficas da prefeitura municipal de Goiânia. In: *GIS BRASIL 94*. Curitiba: Sagres, 1994.