
**ESTUDOS HISTÓRICOS DA URBANIZAÇÃO UTILIZANDO INTERPOLAÇÃO GRÁFICA E
PRINCÍPIOS DA CARTOGRAFIA TEMÁTICA DIGITAL**

Ademir Pereira dos Santos, Prof. MSc

(Arquiteto, Mestre em História pela UNESP, Doutorando em Arquitetura pela FAU USP)

Luiz Alberto Vieira Dias, Prof. Dr.

(Eng. Eletrônico, PUC/Rio; Mestre e Doutor e Física Espacial e Astronomia pela Rice University, Houston, EUA)

Sandra Maria Fonseca da Costa, Profa Dra.

(Geógrafa, Mestre em Sensoriamento Remoto pelo INPE e Doutora pela Escola Politécnica da USP)

Angelica Carvalho Di Maio Mantovani, Prof. MSc

(Engenheira Cartógrafa; Mestre em Sensoriamento Remoto pelo INPE)

Ademir Fernando Morelli, Prof. MSc

(Ecólogo, Mestre em Sensoriamento Remoto pelo INPE e Doutorando em Geociências e Meio Ambiente pela UNESP)

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA - UNIVAP

INSTITUTO DE PESQUISA & DESENVOLVIMENTO - IP&D

Núcleo de Ciências Ambientais e Tecnologia Espacial - NUCIATE

Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova - Fone/fax: +55-12-322-0060

12244-000 São José do Campos, São Paulo, Brasil. E-mail: dimi@univap.br

Resumen

El grupo de investigadores del **Nuciate**, a través de este módulo, se propone desarrollar un modelo bidimensional -analógico- que orientará la concepción de un diseño digital en tres dimensiones (maqueta electrónica) para una región que se denomina **Médio Vale do Rio Paraíba do Sul**, Estado de San Pablo, Brasil, cuya área constituye la temática del trabajo y será debidamente abordada por los estudios del núcleo.

Se trata de una animación de mapas en diferentes escalas, donde se asocian la estructuración de la red urbana regional con la configuración del sistema de vías de comunicación terrestres, definido entre los siglos XVII y la primera mitad del siglo XX. Se presenta un modelo analítico apoyado en datos cronológicos, aspectos históricos y físicos -espacio natural- elementos fundamentales a la comprensión de la dinámica urbana, objeto temático interdisciplinar que permitió la investigación y acción conjunta de procedimientos de análisis de este trabajo.

Para editarse y construir la secuencia de mapas animados del demostrativo, usamos dos tipos de herramientas: los principios de la cartografía temática, aplicados al soporte digital; y la interpolación para determinar las soluciones gráficas, históricamente provables, considerando las imposiciones de los factores geográficos y las conjunturas históricas, manipulados a partir de modelos numéricos.

El sistema será desarrollado, considerando inicialmente la edición de una **home page** en el **site** de la **UNIVAP**, cuya dirección en la Internet es: <http://www.univap.br/~tunel> y posteriormente en **GIS**, utilizando el **software** Regis de la Autodesk.

Introdução

Parte-se de uma constatação crítica: os estudos históricos, especialmente aqueles dedicados à urbanização, se ressentem de uma expressão gráfica compatível ao tratamento do tema em termos historiográficos.

Se por um lado é raro encontrar mapas nos estudos históricos, torna-se ainda mais raro, encontrar mapas eficientes, ou seja, que utilizem corretamente as propriedades intrínsecas à esta linguagem. E o pior, não parece ser um mal que atinge apenas aos historiadores, tão presos à interpretação de documentos verbais, exprimindo-se via de regra através desta mesma linguagem. Até mesmo geógrafos e arquitetos, tão afetos à expressão gráfica, mapas, plantas, desenhos e gráficos, cometem flagrantes deslizes ao veicularem produtos gráficos com soluções distantes do domínio das variáveis visuais.

O fato é explicável devido à recente divulgação dos estudos sobre a questão. Na França esta preocupação se formaliza na metade dos anos 50, quando Jacques Bertin (1986) empreende novas orientações à Cartografia Temática através do Laboratoire de Cartographie na École Pratique des Hautes Études. Entre nós, brasileiros, foi somente a partir dos anos 70 e 80 que os geógrafos, cartógrafos e historiadores, que se especializaram no assunto estagiando no exterior, na França principalmente, criaram focos de divulgação dos princípios de construção gráfica de uma imagem monossêmica.

Considerando que o NUCIATE, Núcleo de Estudos de Ciências Ambientais e Técnicas Espaciais, se propõe a estudar a dinâmica urbana no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo, Brasil, valendo-se dos recursos da tecnologia digital, torna-se imprescindível a este grupo produzir inicialmente uma revisão bibliográfica que contemple os itens necessários à elaboração de um modelo bidimensional, que num segundo momento, orientará a concepção de um modelo digital em três dimensões (maquete eletrônica) para Vale do Rio Paraíba do Sul, área tematizada pelos estudos do Núcleo.

Escolheu-se como tema central alguns dos principais fatores do processo de urbanização, no caso, aqueles que, já representados e estudados pela bibliografia, proporcionassem dados para se elaborar uma coleção cronológica de mapas. Tal coleção, devidamente integrada, permitirá a animação (edição seqüencial), ou a consulta específica sobre um determinado período.

A animação gráfica permite criar, através do movimento, um modelo dinâmico da transformação do espaço natural em espaço urbano, facilitando a compreensão do fenômeno, por sua vez, dinâmico também.

1. Por uma História Gráfica da Urbanização Regional

É necessário primeiramente caracterizar o uso das imagens nos estudos historiográficos sobre a urbanização, em especial o mapa. Este elemento que no caso de uma narrativa histórica, corresponde à questão, *onde*, situando o objeto de estudo. *Tempo* e *Espaço* são conceitos e dimensões muito caros à percepção (leitura) e à narrativa tecida pelo historiador.

O mapa constitui-se na possibilidade de espacializar processos históricos, dando conta da dimensão física dos fenômenos. Neste sentido, pode-se tomar um modelo gráfico como uma descrição física do objeto estudado. Situação que torna mais desconcertante a constatação de que a maioria dos autores não utilizam mapas, por mais tosco que seja, e nem mesmo soterrado lá nas últimas páginas do volume, como via de regra acontece.

Não se trata de adotar o provérbio popular "uma imagem vale por mil palavras", mas compreender sua particularidade enquanto discurso. Ou melhor, seu potencial expressivo quando é integrada à narrativa historiográfica. Gráficos, ilustrações e mapas quando não são construídos utilizando as variáveis e propriedades visuais, além de dificultar a compreensão, acabam comprometendo a qualidade do trabalho como um todo.

Considera-se que a tecnologia digital permite a atualização de uma vasta discussão sobre o uso das linguagens visuais nas ciências humanas. Afinal, faz parte da pesquisa, considerar que o resultado deverá ser veiculado e absorvido por um público, especialistas ou não, devendo se considerar a linguagem a ser adotada (recursos apropriados), uma vez que a compreensão da mensagem está diretamente relacionada aos meios e técnicas empregados.

Em relação ao uso de mapas pode-se distinguir os estudos históricos sobre a urbanização, grosso modo e para os objetivos imediatos deste trabalho, em dois grupos: a) estudos sem mapas (visualização espacial) e b) estudos com mapas.

Não se pode confundir mapas com ilustrações, esquemas, croquis, reproduções fotográficas de plantas e cartografias. Quando há referência à mapas, fala-se de construções georreferenciadas, estando embutidos aí, os conceitos cartográficos de escala, orientação, tipo de projeção, etc. Um mapa é elaborado a partir de estudos apropriados, podendo ser da própria lavra do autor, ou por ele apenas concebido, neste caso, desenhado por um terceiro. Enfim, é um produto que representa com

rigor cartográfico às conclusões de tais estudos e, muitas vezes, funciona como uma espécie de síntese visual.

Tal consideração implica propor três tipos de pesquisas gráficas, considerando a importância deste trabalho para a compreensão do objeto de estudos, no caso a abordagem interdisciplinar do processo de urbanização no Médio Vale do Paraíba:

1. desenhar os mapas (fazer interpretações visuais) para os estudos que não os produziram;
2. análise crítica de mapas desenhados, implicando em re-desenho, elaboração de novas versões ;
3. estudos para a elaboração de mapas inexistentes sobre aspectos não contemplados, tomando por base as interpolações feitas a partir dos dados disponíveis.

Excetuando o primeiro item, (mapas criados para estudos que não os produziram originalmente), os dois últimos tipos de pesquisas gráficas, integram o mesmo processo de uma leitura histórica da urbanização regional, através das técnicas de Computação Gráfica e dos conceitos da Cartografia Temática.

2. Representação dinâmica dos fatores de urbanização no contexto da cartografia temática

Segundo Joly (1990), a Cartografia Temática preocupa-se com a representação gráfica dos fenômenos localizáveis de qualquer natureza e de suas correlações. Disso se desprende que os mapas temáticos são inumeráveis, pois eles abrangem tudo aquilo que apresenta algum aspecto de repartição no espaço atual, passado ou futuro.

A superfície da Terra está em constante transformação, nada nela é imutável. A cartografia pode sugerir essas mudanças, seja qual for a escala temporal na qual elas se produzam. A dificuldade consiste em representar em um plano imóvel os deslocamentos que se fazem no espaço ou as transformações que se sucedem no tempo. Nestes termos, trata-se de sugerir uma cinemática com o auxílio de documentos estáticos, sem sacrificar a precisão ou a legibilidade (Joly, 1990).

Tendo em vista a complexidade da realidade a ser considerada, e levando-se em consideração dois aspectos fundamentais - tempo e espaço, é que surge a necessidade de se abordar a questão metodológica da sistematização da dinâmica de transformações.

A representação gráfica como linguagem de comunicação visual de caráter monossêmico não pode ficar alheia às preocupações com a transformação do meio ambiente, devendo participar mediante a confecção de documentos cartográficos que transcrevam a realidade atual, comparando-a com as condições que haviam no passado, alertando assim, para conseqüências futuras.

Martinelli (1990), enfatiza que é inadmissível, por exemplo, o geógrafo da atualidade menosprezar o papel dos mapas quando prega uma Geografia com a clara finalidade, ao ser crítica, de servir ao progresso social. Segundo Martinelli (1996), não se poderia mais aceitar mapas como meras ilustrações, que desempenhem um papel decorativo, bastando para isso deixar de conceber o mapa como um código. Abandonar o domínio das convenções, onde o mais importante consiste em exaltar a relação entre o signo e o significado, e passar a conceber o mapa como um sistema semiológico monossêmico, que dispensa completamente qualquer convenção. Passa-se, assim, ao domínio do raciocínio lógico (Martinelli, 1996).

Neste raciocínio, exalta-se a relação entre os significados dos signos. Não há convenções, fazer esta Cartografia significa mostrar a diversidade pela diversidade visual; a ordem pela ordem visual e a proporção pela proporção visual; e transgredir esta regra básica significa que estaremos realizando uma comunicação enganosa (Bertin, 1973, 1977; Bonin, 1975; Martinelli, 1990, 1991, 1994). Esta corrente teórica é fundamentada no paradigma semiológico, de cunho estruturalista, que associa a Cartografia à Linguagem da Representação Gráfica destinada à vista (Martinelli, 1994).

A tarefa essencial da representação gráfica é a de transcrever as três relações fundamentais entre objetos por relações visuais de mesma natureza, sem ambigüidades. Para Bertin (1978), teórico fundador desta corrente, a representação gráfica coloca, tanto o emissor quanto o receptor, como atores diante dessas três relações fundamentais entre conceitos previamente definidos, as quais deverão ser transcritas por relações visuais de mesma natureza, conforme o esquema abaixo, onde

o ator ou seja, redator gráfico e usuário participam da mesma ação. Ambos desejam descobrir a informação contida nos dados. As variações visuais relacionadas à mancha visível serão exploradas pela variação de tamanho, valor, granulação, cor, orientação e forma (Bertin, 1986).

Ator ↔ três relações (≠ , O , Q)

similaridade

O: relações de ordem

Q: relações de proporcionalidade

≠: relações de diversidade/

Esquema da comunicação monossêmica (Fonte: Bertin, 1978)

No campo da Cartografia Temática, a Cartografia coloca à disposição das ciências que a requisitem uma série de modos de representação para mostrar aspectos qualitativos, ordenados e quantitativos de seus objetos de estudo com dimensão espacial. Podendo-se empreender uma apreciação do ponto de vista estático ou dinâmico, sendo que a manifestação dos fenômenos pode se dar em forma pontual, linear ou zonal (Martinelli, 1988 e 1991).

Nas Representações Dinâmicas, a prática mais comum para se construir a noção de dinamismo é o confronto de várias edições de um mesmo tipo de mapa, numa seqüência temporal. O tempo e o espaço são dois aspectos impossíveis de serem dissociados e fundamentais da existência humana. As representações dinâmicas devem traduzir a dinâmica social que produz o espaço geográfico ao longo do tempo. Este dinamismo dos fenômenos pode ser transcrito pelas variações quantitativas ou pelas sucessivas transformações dos estados de um fenômeno no tempo, em um mesmo espaço. Espacialmente o fenômeno se manifesta através de um movimento, deslocando determinada quantidade de elementos através de certo percurso, dotado de certo sentido e direção, num intervalo de tempo específico (Martinelli, 1991).

Conforme Martinelli (1996), uma crítica comumente feita aos mapas é a que eles não têm a capacidade de representar a fluidez do mundo atual. É um desafio mostrar a permanente mudança da realidade a qual se opera para se acomodar às novas exigências do modo de produção hegemônico. A proposta deste trabalho de se usar Mapas Animados procura superar esta desvantagem.

Conforme Joly (1990), para exprimir uma verdadeira evolução de fenômenos no tempo, uma seqüência de transformações num mesmo sentido, o melhor meio é cartografar as situações sucessivas realizadas no decorrer do tempo. Estabelecem-se mapas sinóticos do estado real das coisas, conforme um período de tempo tão breve quanto possível, dependendo da versatilidade do fenômeno. Cuidadosamente datados e montados em séries, esses mapas podem ser comparados por superposições em suportes transparentes, por justaposição, como nas histórias em quadrinhos, por chamadas simultâneas ou sucessivas no monitor de vídeo, como num desenho animado, porém com a localização geográfica concreta.

A introdução da informática e da cartografia por computador permite concretizar e ampliar essa tendência, surgindo como o meio de agrupar e tratar as informações, bem como o meio de visualizar tanto as etapas do raciocínio quanto o resultado final de uma pesquisa. "E por mais sofisticado que seja o computador, ele nada mais é do que uma ferramenta. A inteligência reside na concepção do mapa" (Joly, 1990).

3. Fatores do processo de urbanização a serem representados no modelo digital

De acordo com Le Coq (1969), tem-se que o processo de urbanização do Vale do Paraíba está intimamente ligado à dinâmica da vida econômica, distinguindo-se quatro fases históricas:

- a) devassamento, sec. XVII;
- b) ciclo do ouro, sec. XVIII;
- c) ciclo do café, sec. XIX;
- d) industrialização, sec. XX.

A rede de cidades que configura atualmente a região valeparaibana, estrutura-se a partir de condicionantes impostas por um espaço natural, muito característico: um rio correndo por um vale formado por duas serras. Uma, a Serra do Mar, situada entre o rio e o Oceano Atlântico. A outra, a Serra da Mantiqueira, entre o rio e o planalto que caracteriza o interior do continente. Numa das extremidades, a cidade de São Paulo, na outra, o Rio de Janeiro, as duas maiores áreas metropolitanas brasileiras, com mais de 25 milhões de habitantes.

Outra condicionante para o aparecimento dos núcleos urbanos são as vias de comunicação, relacionadas diretamente aos meios de transporte utilizados nas quatro (4) fases apontadas acima, (Reis Filho, 1968). Tem-se ao longo dos últimos 400 anos, a contínua re-organização da rede urbana em função da introdução de novas tecnologias, fazendo com que desapareçam ou surjam novas cidades.

Diante da impossibilidade de considerar o múltiplos aspectos presentes na estruturação urbana e regional, elegeu-se alguns fatores, minimamente necessários para a representação do processo de urbanização através de uma seqüência de mapas animados, a ser desenvolvido futuramente.

- Relevô
- Hidrografia
- Cobertura vegetal x áreas de cultivo
- Núcleos urbanos (mancha urbana)
- Divisão política-administrativa (municípios)
- População
- Vias de comunicação: navegação, trilhas, estradas, ferrovias e rodovias.

Neste trabalho, que é um estudo preliminar, enfatizar-se-á a relação entre as vias de comunicação terrestres e o desenvolvimento urbano, entre o Século XVII e a primeira metade do Século XX.

4. Uso de Modelos Digitais de Elevação e Mapas Animados

O estudo da evolução da urbanização e rede de transportes no Vale do Rio Paraíba do Sul pode ser melhor compreendido se for feito um Modelo Digital de Elevação, DEM, da região, contribuindo para a avaliação de seu desenvolvimento histórico. Inserindo-se os dados a intervalos regulares, é possível fazer uma animação, o que facilita enormemente a compreensão deste fenômeno.

A construção deste modelo com intervalos de tempo regulares, propiciará a geração de um mapa animado da região em estudo. No entanto, isto apresenta grandes dificuldades pela inexistência de dados em intervalos regulares. A solução adotada pelos autores é interpolar os dados existentes, de modo que as lacunas sejam preenchidas por dados interpolados que representem a situação vigente na época adequada, procedendo-se a seguir, sua animação.

A interpolação tem que ser feita matematicamente (Foley et al., 1992), porém garantindo que as vias de comunicação passem por pontos geograficamente viáveis e na época certa. Como não há como definir um interpolador que faça este trabalho automaticamente, os autores desenvolveram um método que minimiza a intervenção humana, porém garante que os pontos ou linhas interpolados, sejam confirmados pelo historiador, pelo geógrafo, pelo ecólogo.... além do matemático.

Devido a fato de que os dados existentes não foram colhidos com a geração de DEM's em vista, este fato representa uma dificuldade adicional. Os dados sobre os fatores de urbanização a serem considerados, não estão igualmente espaçados no tempo e não procedem de fontes homogêneas, portanto, devem sofrer um tratamento adequado para sua inserção no modelo, afinal a dinâmica urbana, é regida por aspectos naturais x sócio-culturais e não através das vias indicadas pela interpolação matemática.

Os dados acima forma interpolados matematicamente (Foley et al., 1992), após passar pela confirmação da equipe. Esta confirmação depende do conhecimento do terreno, onde o DEM desempenha papel fundamental, e da história local, que indica as rotas mais prováveis e tendências da época. Mesmo com estes cuidados não há a garantia de que os valores interpolados espelhem a realidade, porém acredita-se que com os cuidados tomados as discrepâncias sejam minimizadas.

4. Considerações finais.

Neste trabalho pretende-se mostrar o procedimento e os princípios que orientam o uso adequado de mapas animados e Modelos Digitais de Elevação acoplados aos fenômenos sócio culturais que representarão o desenvolvimento histórico da urbanização relacionada à rede de transportes terrestres no Médio Vale do Paraíba. Este fenômeno complexo e de difícil interpretação, pode ser mais facilmente compreendido por meio destes recursos.

No entanto, Martinelli (1996) adverte que deve-se ter cuidado na utilização da animação por computador, ou então, estar-se -ia saindo do domínio da Cartografia em direção ao domínio da comunicação polissêmica, domínio da representação gráfica característica dos domínios da arte. É claro também que o uso de mapas inadequados pode produzir efeitos contrários aos pretendidos inicialmente.

Para se construir bons mapas temáticos, mapas para se *ver* e não para se *ler*, deve-se estar consciente do seu poder de comunicação visual, e considerar seu valor cognitivo, para tanto, deve-se compreender como se dá o processo de comunicação e aprender a empregar corretamente esta linguagem.

O uso de técnicas de computação gráfica e da cartografia temática aplicados aos estudos históricos da urbanização, deve ser estimulado, sendo sua abordagem, necessariamente realizada por uma equipe multidisciplinar em que o papel de cada um dos especialistas é fundamental.

Bibliografia e Referências Bibliográficas

Bertin, J. *Sémiologie Graphique*. Paris, Mouton, 1973.

Bertin, J. *La Graphique et le Traitement Graphique de l'information*. Paris, Flammarion, 1977

Bertin, J. *Théorie de la Communication et Théorie de la Graphique*. Mélanges Charles Morazé: 1-6, 1978.

Bertin, J. *A Neográfica e o Tratamento da Informação*. Curitiba, Paraná, ed da UFPR, 1986.

Bonin, S. *Initiation a la Graphique*. Paris, L'Epi, 1975.

Camargo, José Francisco de - *Crescimento da população no Estado de São Paulo e seus aspectos econômicos. Ensaio sobre as relações entre demografia e economia*. SP, FFCLH, USP, Boletim do Depto de Economia Política e História das Doutrinas Econômicas, n. 153, 1952.

Foley, J. D.; van Dam, A.; Feiner, S.K.; Hughes, J. F. *Computer Graphics: Principles and Practice*. 2a. ed. Reading, MA, USA, Adison Wesley, 1992.

Joly, F. *A Cartografia*. Campinas, SP, ed. Papyrus, 1990.

Martinelli, M. As Representações Gráficas da Geografia: Reflexões Teóricas e Especulações Visuais. In: *VII Encontro Nacional de Geógrafos*. Maceió, AL, 23-29 julho de 1988.

Martinelli, M. Orientação Semiológica para as Representações da Geografia: Mapas e Diagramas. *Orientação*, N° 8, p.53-69, USP, São Paulo, 1990.

Martinelli, M. *Curso de Cartografia Temática*. São Paulo, ed. Contexto, São Paulo, 1991.

Martinelli, M. Cartografia Ambiental: Uma Cartografia Diferente? *Revista do Departamento de Geografia*, N° 7, p.61-80, USP, São Paulo, 1994.

Martinelli, M. A Cartografia do Meio Ambiente: A Cartografia do Tudo? In: *X Encontro Nacional de Geógrafos.(Mesa Redonda: Cartografia do Meio Ambiente)* Pernambuco, RE, 14-19 julho de 1996.

Reis Filho, Nestor Goulart. *Contribuição ao Estudo da Evolução Urbana do Brasil (1500 - 1720)*. São Paulo, SP, Brasil: Edusp / Pioneira, 1968.

Muller, Nice Le Coq. *O Fato Urbano na Bacia do Rio Paraíba do Sul*. Rio de Janeiro, Brasil: IBGE, 1968.