

A Construção de um Sistema de Informações Geográficas para a Lagoa da Conceição: Possibilidades e Desafios

SABOYA, Renato¹ & SANTIAGO, Alina²

¹ Arquiteto, Mestrando em Planejamento Urbano e Regional - PROPUR - UFRGS
Bolsista AAP - CNPq - Proj. 523287/96-8 em 1998 junto ao Grupo Infoarq - UFSC
e-mail: rtsaboya@vortex.ufrgs.br

² Arquiteta, Doutora pela Université Paris I Pantheon - Sorbonne, Prof. Adjunta do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina
Grupo Infoarq, e-mail: alina@arq.ufsc.br

Topic Area: Geographical Information Systems

Resumo

Este artigo¹ pretende mostrar o processo de construção de um SIG para a Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil, cujo objetivo é mapear os usos urbanos desta porção da Ilha de Santa Catarina, enfocando basicamente:

1. Os procedimentos adotados para a contornar as dificuldades impostas pela inexistência de bases cartográficas atualizadas em escalas maiores;
2. As possibilidades de análises a partir dos usos urbanos, em geral, e dos usos turísticos, em particular, assim como as possibilidades de aprofundamento destas análises à medida que novas informações forem introduzidas no sistema;
3. As novas possibilidades que se apresentam ao estudo e à utilização dos Sistemas de Informações Geográficas, principalmente no que concerne à integração de bases de dados através da Internet e a utilização efetiva de modelos espaciais em planejamento.

Abstract

This paper intends to describe the process of construction of a GIS to Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brazil. Its main objective is mapping urban activities of this portion of Santa Catarina Island, focusing basically on:

- 1. The procedures adopted to overcome the difficulties imposed by the lack of updated cartographic data at large scales;*
- 2. The possibilities of analysis generated by urban activities, in general, and tourist activities, in particular, as well as the possibilities of deepening these analyses by adding new information to the system;*
- 3. The new possibilities being introduced to the study and use of GIS, concerning mainly data integration through the Web and an effective utilization of spatial models in planning.*

1. Introdução

A cidade de Florianópolis, situada na Ilha de Santa Catarina, vem passando por um processo de urbanização intensa, como a grande maioria das capitais brasileiras. Da forma como vem acontecendo atualmente, este processo gera conflitos intensos com o meio ambiente que, numa área composta por ecossistemas frágeis como os encontrados na Ilha de Santa Catarina, podem ter conseqüências irreparáveis. Neste contexto, a Bacia da Lagoa da Conceição, recorte adotado para este estudo, destaca-se em função da complexidade de fatores urbanos, ambientais e culturais que ali coexistem.

Dessa forma, a intenção é analisar quantitativa e qualitativamente as condições nas quais a ocupação urbana se estabelece na área da Bacia da Lagoa da Conceição e propor diretrizes de intervenção que contribuam para a melhoria da qualidade do espaço urbano. Neste sentido, a construção de um Sistema de Informações Geográficas revelou-se a ferramenta ideal para a manipulação da grande diversidade e quantidade de informações necessárias à tomada de decisões em planejamento urbano.

No entanto, a escassez de dados sobre o território, tanto em forma de mapas quanto em relação aos atributos quantitativos e qualitativos dos seus diversos aspectos, impõe uma grande dificuldade a qualquer projeto que tenha a intenção de gerar novas informações com a ajuda de um SIG. Isto gerou uma intensa pesquisa sobre a forma de contornar esta dificuldade, cujos resultados estão descritos nos itens 2 e 3.

A quarta parte deste trabalho descreve as possibilidades de combinação dos dados disponíveis para a geração de novas informações, com vistas a subsidiar futuras intervenções no território, explorando formas de agregação de dados em diferentes unidades geográficas.

A última parte procura tecer alguns comentários sobre as possibilidades de desenvolvimento da pesquisa, principalmente no que concerne às novas tecnologias introduzidas pelo uso da Internet, e as possibilidades da aplicação dos Sistemas de Informações Geográficas na prática de um planejamento urbano realmente integrado e capaz de enfrentar o imenso desafio no qual as cidades contemporâneas vêm se transformando.

2. Construção da Base Cartográfica

2.1 - Categorias de Informação

A ocupação urbana reúne basicamente informações sobre as edificações, tais como usos, número de pavimentos, tipologia, estado de conservação e material. A unidade geográfica adotada para agregar estas informações foi a quadra. Este elemento, além de ser adequado para a visualização das informações em relação à escala de trabalho, possibilita a introdução de atributos morfológicos às análises realizadas. Desta forma é possível calcular densidades de utilização das quadras em relação às suas áreas e visualizar a morfologia do tecido urbano e a configuração dos espaços públicos (ruas, praças, parques, etc.).

Além das quadras e do uso de cada edificação, as outras categorias de informação necessárias para a implementação do SIG da Lagoa são:

- Edificações turísticas - identificação de cada edificação com fins turísticos localizadas nas quadras.
- Curvas de nível - definição do relevo do recorte. Além disso, a partir delas poderemos obter o mapa de isodeclividade, numa etapa posterior.

Logradouros - identificação dos componentes do sistema viário da Lagoa, onde serão agregadas diversas informações provenientes do cadastro urbano do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF), cujo levantamento está atualmente em fase de finalização. Além disso, prevê-se também a atribuição de valores de integração e segregação, provenientes da teoria da Sintaxe Espacial (Hillier & Hanson, 1990), comentada mais detalhadamente no item 4.1.

- Limites Naturais - representado pelos limites da Lagoa e pela linha da orla.
- Cadastro das edificações turísticas - Contendo nome e tipo de atividade turística, assim como informações relacionadas a todas as outras edificações, tais como gabarito, estado de conservação, etc. (ver item 3)

- Áreas de Preservação Permanente – Parques, dunas e zonas protegidas pelo Plano Diretor.
- Zoneamento do Plano Diretor – Índices de ocupação e previsão das atividades definidas pelo IPUF.

2.2 – Confecção dos Dados Espaciais

O método utilizado para a digitalização dos dados espaciais da Bacia da Lagoa da Conceição foi composto por três etapas: na primeira, utilizamos a restituição aerofotogramétrica de 1979 na escala 1:10.000 (fonte: IPUF) para as informações básicas. Por estar desatualizada, foi necessário recorrer às aerofotos de 1994, escala aproximada de 1:8.000 (fonte: IPUF / Laboratório de Ciências Geodésicas / UFSC - LABCIIG), para podermos atualizar o sistema viário e posicionar o polígono das quadras. O seu posicionamento em relação ao sistema UTM compôs a segunda etapa. A última foi a digitalização dos polígonos das quadras e das edificações turísticas a partir do levantamento cadastral (fonte: IPUF), e o seu posicionamento através do retângulo útil das aerofotos (item 2.2.2). A seguir uma explicação mais detalhada destas etapas.

2.2.1 - Mapa Base - Restituição Aerofotogramétrica de 1979 - escala 1:10.000

Escolhemos como base para a referência das informações espaciais a restituição aerofotogramétrica de 1979 na escala 1:10.000. A partir dela foram digitalizados os limites naturais, as curvas de nível de 10 em 10 metros e os eixos de logradouros do sistema viário existente

Num primeiro momento os mapas foram escaneizados a partir de uma cópia xerográfica do original pertencente ao IPUF. A imagem foi adquirida em preto e branco, com uma resolução de 300 dpi e salva em formato TIF. Esse processo gerou deformações na imagem final, introduzidas pelos dois processos (Xerox e escanerização), cujos procedimentos de retificação serão explicados mais adiante.

A segunda grande dificuldade era o volume de informações a serem depreendidas dos mapas (7 cartas em tamanho A1), visto que a topografia acidentada da Bacia da Lagoa da Conceição apresentava muitas curvas de nível. A digitalização em mesa foi descartada, por depender em grande medida da

habilidade e experiência do operador. A melhor solução seria um *software* que pudesse fazer a digitalização *on-screen*.

Adotamos então o CAD Overlay, da Autodesk. Suas principais vantagens são o fato de trabalhar integrado com o AutoCAD, software já em utilização pela pesquisa, e possibilitar ainda o trabalho supervisionado pelo usuário (semi-automático), com a finalidade de evitar erros de interpretação em cruzamentos de linhas referentes a elementos diferentes no mapa analógico. Além disso, ainda apresenta alguns outros recursos adicionais, tais como controle do tamanho dos segmentos e a possibilidade de estabelecer os parâmetros utilizados para reconhecer as linhas (tolerância a ângulos e falhas no desenho).

Com isso definido, o primeiro passo foi inserir as imagens *raster* no AutoCAD Map. O processo de posicionamento funcionou da seguinte maneira: dentro do CAD construímos uma grelha ortogonal, seguindo a mesma modulação dos mapas escanerizados. A seguir, identificamos na grelha do mapa os cruzamentos que estivessem mais afastados entre si, para serem usados como referência inicial. Através do comando *Align*, utilizamos os pontos de referência para escalonar e ao mesmo tempo posicionar o mapa em relação à grelha no sistema UTM. Neste ponto o mapa estava pronto para o início da digitalização.

As curvas de nível foram então vetorizadas semi-automáticamente. Para isto utilizamos o comando *Follow Line* do CAD Overlay. Neste processo, ao encontrar uma interseção, o computador interrompe o processo, aproxima a visão (*Zoom*) do ponto e solicita ao usuário que indique a direção a ser seguida. Este método revelou-se bastante eficiente, reduzindo consideravelmente o tempo de realização do trabalho. A precisão alcançada também atingiu os objetivos propostos, visto que pudemos assegurar que as linhas vetorizadas em nenhum ponto saíam do percurso da linha *raster*.

A seguir, vetorizamos os eixos das ruas. Este processo foi relativamente rápido, e não necessitou vetorização semi-automática, uma vez que, além de não serem tão numerosos, estes elementos são basicamente retos, sendo interessante controlar o número de vértices para não sobrecarregar o arquivo desnecessariamente.

O passo seguinte foi resolver o problema da deformação dos mapas. Ao tentarmos juntar os mapas no AutoCAD haviam erros de até 30 metros nas junções das folhas, o que era inaceitável para os objetivos do trabalho. A saída foi utilizar um recurso do AutoCAD Map: o *Rubbersheet*. Basicamente o que ele permite é reamostrar, ou distorcer, um objeto ou grupo de objetos utilizando um conjunto de pontos de referência e um conjunto de pontos de destino.

Neste caso, por ser uma restituição aerofotogramétrica, pudemos utilizar os cruzamentos da grelha do sistema de coordenadas UTM como pontos de referência e de destino. É interessante que os pontos estejam dispersos por toda a área que se deseja corrigir, condição plenamente obedecida pela grelha.

Os pontos de referência foram, portanto, os cruzamentos da imagem *raster*, distorcida, e os pontos de destino foram os cruzamentos de uma nova malha, vetorial e sem distorções, construída no CAD, seguindo o mesmo espaçamento e posicionamento daquela presente na imagem *raster*.

Na primeira tentativa utilizamos apenas os cruzamentos da grelha. Isto resultou em falhas nas junções dos mapas, principalmente em relação à continuidade dos elementos que passavam de uma carta para outra. Assim, todos os mapas foram posicionados em um mesmo desenho, de forma a guiar a criação de pontos de controle nas junções das folhas, levando em consideração as grelhas deformadas de cada mapa e a grelha única de destino. Após o *rubbersheet* em cada mapa isolado, criamos um bloco para reverter as informações novamente para um arquivo único.

2.2.2 - Levantamento Aerofotogramétrico de 1994 - escala 1:8.000

Utilizamos o levantamento aerofotogramétrico de 1994, na escala aproximada de 1:8.000 para complementar e atualizar algumas informações do mapa base, e para posicionar os polígonos das quadras obtidos a partir do cadastro. Para encontrar o retângulo útil de cada aerofoto, onde as deformações causadas pela perspectiva cônica são mínimas, suprimimos 20% da foto em cada uma das laterais e 30% em cima e em baixo.

Usando recursos do Photoshop, criamos um "*adjustment layer*", ou *layer* de ajuste, com as dimensões do retângulo útil na posição correta. Neste caso foi aplicado um *layer* de ajuste de "*levels*", ou níveis (quantidade de branco e preto na imagem). Dessa forma, a área relativa ao retângulo útil ficou ligeiramente mais escura que o resto da aerofoto.

A seguir, criamos um outro *layer* com um aumento de 1,5 cm para cada um dos quatro lados. Detectamos a necessidade deste procedimento porque, no processo posterior de montagem das aerofotos, as áreas nem sempre se sobrepunham, principalmente na direção paralela ao vôo (sentido

Norte-Sul). Utilizamos este *layer*, composto por um retângulo preto com opacidade igual a 20%, como referência para o corte da imagem (*crop*). Por fim, criamos uma cópia de cada arquivo final no formato .BMP para posterior utilização no AutoCAD Map.

A segunda etapa foi o posicionamento das aerofotos. Primeiramente elas foram introduzidas no AutoCAD Map. A seguir, detectamos nas aerofotos alguns pontos referenciais que pudessem ser identificados nos mapas. Neste caso, todos os pontos foram cruzamentos do sistema viário. Com o comando *align*, apontamos dois pontos na imagem *raster* e suas respectivas localizações no mapa, que já estava corretamente posicionado. Assim, escalonamos e posicionamos as aerofotos em um único passo, da mesma forma que o mapa de 1979.

2.2.3 - Levantamento Cadastral

Utilizamos o levantamento cadastral do IPUF para definir o polígono das quadras. Pelo fato destas estarem desenhadas em folhas separadas, sem qualquer referência geográfica, era preciso posicioná-las corretamente dentro do AutoCAD Map. Para isso utilizamos as aerofotos como base de apoio, visto que o mapa de 1979 estava muito desatualizado.

Inserimos então os arquivos *raster* das folhas do cadastro isoladamente no AutoCAD Map, escalonados e já vetorizados. Duas categorias de informação foram digitalizadas nesta fase: polígonos das quadras e edificações turísticas. A partir disso, retomamos o arquivo com as aerofotos devidamente posicionadas, e inserimos individualmente os arquivos das quadras digitalizadas, como blocos.

Realizamos então o posicionamento tomando como referência os limites das quadras identificados nas aerofotos. Para isso utilizamos o comando *Align*, da mesma forma que as aerofotos. É importante notar que optamos por não escalonar o cadastro nesta operação, mantendo as dimensões provenientes do meio analógico, por estarem numa escala muito maior que da aerofoto (1:1.000).

3. Dados não Espaciais

Os atributos não espaciais das edificações foram levantados em campo, por dois motivos principais. Primeiro, pelo problema crônico já mencionado de falta de dados. Segundo, por motivos relacionados às análises pretendidas. Para avaliar questões relativas a tendências de crescimento e impacto das diferentes tipologias na paisagem era necessário levantar informações que normalmente não constam dos cadastros da prefeitura.

Sobre cada edificação, foram levantados os seguintes aspectos:

- Uso no pavimento térreo;
- Uso nos demais pavimentos;
- Gabarito do embasamento;
- Gabarito da torre;
- Material da construção;
- Estado de conservação;
- Tipologia da edificação.

Em caso de edificação turística, deveriam ainda ser levantados:

- Nome e tipo de equipamento turístico;
- Número de vagas, em caso de pousadas e hotéis.

Sobre os logradouros:

- Nome do logradouro e tipo de pavimentação.

Sobre as edificações, as informações foram subdivididas em:

Usos: adotou-se o Anexo II - "Adequação dos Usos e Criatividades às Áreas" - do Plano Diretor de Florianópolis - Distrito Sede, do IPUF como referência para a classificação dos usos

Material: Alvenaria, Madeira ou Misto.

Estado de Conservação: Bom, Médio, Degradado, Abandonado ou em Construção.

Tipologia: Rancho de Pescadores, Casa Tradicional, Edificação Histórica ou Construção Contemporânea.

4. Cruzamentos, Informações Resultantes e Possibilidades de Análises

4.1 – Mapas Temáticos Iniciais

Este mapas procuram dar uma visão geral da ocupação da Lagoa, destacando a distribuição dos usos

- Mapa de usos por quadra – Com as edificações agregadas em quadras. Gráficos do tipo "*pie-chart*" para cada quadra mostrando a composição das atividades.

- Mapas de intensidade dos principais tipos de usos – Utilizando as atividades mais significativas na Lagoa (comércio, residência e atividade turística), estes mapas (um para cada tipo de uso) atribuem cores às quadras em função da porcentagem do número de edificações de cada uso em relação ao total de edificações da quadra.

- Mapa de intensidade dos usos comerciais por logradouros – agregando os dados sobre edificações comerciais é possível classificar os logradouros. Esta informação pode então ser cruzada com os índices de integração e segregação da sintaxe espacial² através de cálculos de correlação, para saber como a atividade comercial tende a se comportar na Lagoa da Conceição em função da sua acessibilidade.

- Mapas de densidades de usos – Funciona de forma semelhante ao anterior, com a diferença de que, neste, a atribuição de cores se refere à proporção entre o número de edificações de cada tipo de uso em relação à área da quadra. Isto permite visualizar áreas passíveis de serem adensadas.

- Mapa de usos turísticos – Mostra a distribuição das edificações com fins turísticos, atribuindo uma cor a cada tipo de uso (pousadas, hotéis, artesanato, etc.). No caso específico de hotéis e pousadas, o tamanho do símbolo é proporcional ao número de vagas. Este mapa permite a detecção de padrões de localização das atividades turísticas, como por exemplo a proximidade a elementos naturais (lagoa, dunas) ou a vias arteriais.

4.2 – Mapeamento dos conflitos com o meio-ambiente

- Mapa de áreas ocupadas x áreas de preservação permanente (APP) – mostra as áreas onde há interseção da ocupação urbana com as APP. Estas podem ser áreas de dunas e margens de cursos d'água, depreendidas dos mapas base, ou parques e áreas de preservação definidos legalmente pelo Instituto de Planejamento através do Plano Diretor. Esta análise pode ser refinada posteriormente atribuindo-se à ocupação graus de impacto ao meio ambiente através dos atributos das edificações. Neste sentido, edificações comerciais são mais impactantes que edificações residenciais. Da mesma forma, edifícios com maior número de pavimentos tendem a ser mais impactantes que aqueles com apenas um pavimento. Por último, as tipologias tradicionais da Lagoa, como por exemplo os ranchos de pescadores, tendem a se adaptar de forma mais harmônica ao ambiente natural que as edificações contemporâneas.

- Mapa de riscos geológicos – construído a partir do mapeamento de solos com maior suscetibilidade à erosão, obtido a partir do mapeamento realizado por outra frente de pesquisa deste projeto integrado, e do mapa de isodeclividades. Desta forma, o intervalo de isodeclividade entre 30-50%, dentro do qual o IPT recomenda acompanhamento técnico especializado (Cunha, 1991), e acima de 50%, considerado impróprio à ocupação, recebem valores diferenciados de risco. Estes valores, cruzados com o índices de suscetibilidade erosiva dão como resultado o mapa de áreas impróprias à ocupação. Esta informação é especialmente importante no caso da Lagoa da Conceição, devido à sua topografia peculiar, composta por um grande número de morros. Cruzando-a com a ocupação urbana é possível ainda determinar áreas sujeitas a ações de remoção e/ou relocação (Saboya & Santiago, 1998b).

4.3 – Determinação das áreas de expansão

Descarregando as informações sobre as edificações nos eixos de logradouros, principalmente aquelas relacionadas ao estado das edificações, é possível detectar áreas com maior probabilidade de renovação. Neste sentido, agregar as informações por eixos de ruas é mais vantajoso do que por quadras, porque nestes casos o que importa são os vetores de crescimento, que seguem os eixos de ruas. Com isso, as informações significativas são combinadas a partir de edificações localizadas em quadras distintas, porém conformando um único corredor urbano.

Combinando estas informações a índices de integração e segregação espacial, é possível refinar a análise, mapeando as ruas com maior índice de integração espacial que têm, ao mesmo tempo, grande número de lotes vagos e/ou edificações degradadas ou abandonadas³.

5. Possibilidades de Desdobramentos da Pesquisa

À medida que a pesquisa avançar, existem alguns elementos que merecem atenção especial. A análise em rede é um deles, pois subsidia uma série de análises espaciais, principalmente aquelas relacionadas aos transportes, aos deslocamentos ótimos e à acessibilidade dos espaços. Além disso, permite a estruturação de uma série de informações através do endereçamento, o que, até esta etapa do trabalho, parece constituir-se numa boa alternativa aos problemas de deficiência da base cartográfica em várias aplicações. Neste sentido, oferece a possibilidade de, no futuro, aproximar o SIG da comunidade da Lagoa, utilizando-o para mapear bases de dados nas quais a única referência espacial seja o

endereço, como por exemplo cadastro de acidentes, cadastro de atendimento dos postos de saúde, etc. (Drummond, 1995).

Outra tendência observada é a de formação de bases de dados na Internet, acessíveis a todos os usuários, ou a apenas alguns, em uma *Intranet*, onde os graus de acesso e edição das informações podem ser definidos individualmente. A Lagoa da Conceição, considerada uma das áreas mais estudadas da Ilha de Santa Catarina, é um caso típico de esforços desperdiçados. Se cada trabalho realizado sobre ela pudesse se apoiar nos dados já levantados anteriormente e, em contrapartida, contribuísse para a sua manutenção e atualização, todos estes esforços seriam imensamente otimizados e ganhariam um novo sentido social, à medida que estivessem disponíveis em rede, inclusive para a própria comunidade da Lagoa e seus usuários de maneira geral.

A formação de bases de dados interligadas facilitaria também a integração dos diversos setores relacionados ao Planejamento, que atualmente encontram-se desconectados. Considerando que estes setores necessitam desta comunicação que vem se tornando possível através dos *Map Servers* (Heikkila, 1998), a tendência é claramente a integração. Isto é um valioso instrumento ao planejamento urbano, no sentido de possibilitar que cada setor se apoie em informações provenientes de outros setores em seus processos de tomada de decisões.

Notas

¹ Derivado do projeto “Evolução Urbana: paisagem litorânea em transformação. O caso da Ilha de Santa Catarina”, coordenado pela professora Alina Gonçalves Santiago, inserido no projeto integrado de pesquisa do CNPq nº 523287/96-8 intitulado “Avaliação do Uso e Ocupação do Solo Urbano na Ilha de Santa Catarina”, coordenado pela professora Dora Orth – LABCIG – ECV – UFSC.

² A teoria da Sintaxe Espacial, formulada por Hillier e Hanson (1990), trata, em síntese, do modo como a configuração morfológica do traçado facilita ou dificulta a movimentação e a acessibilidade de suas partes, isoladamente e entre si, e da estrutura como um todo. Está, portanto, diretamente relacionada aos processos de localização das atividades comerciais e crescimento urbano, visto que estes têm estreita relação com a acessibilidade.

³ Para outro exemplo de estudo do crescimento utilizando medidas de acessibilidade, ver Krafta (1994).

Referências Bibliográficas

- CUNHA, Márcio A. (1991) *Ocupação de encostas*, São Paulo: Instituto de pesquisas Tecnológicas.
- DRUMMOND, William J. (1995) *Address matching – GIS technology for mapping human activity patterns*, in *Journal of the American Planning Association*, vol 61, Nº 2, p.240-251.
- HEIKKILA, Eric J. (1998) *GIS is dead; long live GIS!*, in *Journal of the American Planning Association*, vol 64, Nº 3, p.350-360.
- HILLIER, Bill & HANSON, Julienne (1990) *The social logic of space*, Cambridge: Cambridge University Press (1ª ed. 1984)
- KRAFTA, Romulo (1994) *Modelling intraurban configurational development*, in *Environment & Planning B* vol.21.
- SABOYA, Renato & SANTIAGO, Alina (1998b); *Uma nova abordagem na leitura da paisagem: o caso da Lagoa da Conceição*, in *Anais do IV ENEPEA*.