

# Modelo urbano 3D como instrumento de integração de pesquisas acadêmicas

## 3D city model as a tool for connecting academic research

**José Ripper Kós**

*Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROURB) / Universidade Federal de Santa Catarina (PGAU-Cidade), Brasil  
josekos@ufrj.br e www.prourb.fau.ufrj.br/jkos.htm*

**Thêmis da Cruz Fagundes**

*Universidade Federal de Santa Catarina (PGAU-Cidade), Brasil  
themisfa@gmail.com e www.pgau-cidade.ufsc.br*

**Almir Francisco Reis**

*Universidade Federal de Santa Catarina (PGAU-Cidade), Brasil  
almir@arq.ufsc.br misfa@gmail.com e www.pgau-cidade.ufsc.br*

**Filipe Lima Botelho**

*Universidade Federal de Santa Catarina (PGAU-Cidade), Brasil  
wakeupsoad@gmail.com e www.pgau-cidade.ufsc.br*

**Abstract.** *This paper describes the city modeling process of Florianópolis, Brazil, within an architecture graduate program. The model focuses the city urban evolution and aims to integrate different research groups that have Florianópolis as their study object. The process of interpreting historical and other analog data in order to include them into the model becomes a tool to connect research information and stimulate collaboration with researchers who have worked separately. We discuss some tools applied to the modeling process and some research projects that are starting to be embedded in the model.*

**Palavras chave.** *Modelo urbano 3D, evolução urbana, práticas colaborativas, Florianópolis.*

## Introdução

O modelo 3D da cidade do Rio de Janeiro, realizado pelo Laboratório de Análise Urbana e Representação Digital (LAURD-PROURB-UFRJ), serviu como base para a preparação do desenvolvimento do modelo da cidade de Florianópolis. A equipe do LAURD iniciou a construção do modelo do Rio em 1995, com limitações de equipamento que praticamente inviabilizavam a manipulação do modelo com toda a topografia modelada da cidade (Kós e Segre, 1997). O modelo foi desenvolvido a partir da adaptação das curvas de nível fornecidas pela Prefeitura. O primeiro modelo foi criado com polilinhas estrudadas, configurando uma topografia com patamares de 5 metros de altura. Na medida que os equipamentos e programas se desenvolveram, as montanhas da cidade passaram a ter uma aparência mais próxima da realidade. Embora a criação de modelos fotorrealistas não tenha sido um objetivo a ser alcançado, a qualidade da definição da topografia possui um impacto relevante em vários aspectos, como por exemplo, a implantação da malha viária nos morros.

A experiência do grupo do LAURD foi importante para a programação da construção do modelo e permitiu que o grupo da Universidade Federal de Santa Catarina ultrapassasse etapas longas realizadas no Rio de Janeiro. Grande parte do esforço do LAURD na realização do modelo foi direcionada para experimentações que muitas vezes não resultaram em resultados satisfatório, exigindo que fossem refeitas. O resultado destas experiências mal-sucedidas pode ser compartilhado, junto com aquelas que deram bom resultado. Frequentes discussões online entre os dois grupos e a visita do coordenador do LAURD à UFSC, permitiram significativas trocas de informação, facilitando o trabalho do grupo de Florianópolis.

Uma questão que deve ser destacada é a característica singular destes dois modelos. A maior parte de modelos tridimensionais de cidades é voltada para um objetivo específico, geralmente

contratada por um agente financiador que é também um dos seus principais usuários. Por essa razão, modelos 3D de cidades, mesmo quando realizados por grupos de pesquisa de universidades são direcionados voltados diretamente para a administração pública ou para usos comerciais específicos. Estes modelos, realizados principalmente em universidades do hemisfério norte, possuíram prazos relativamente curtos e foram desenvolvidos por equipes de pesquisadores graduados, contratados para esse fim. O sistema de financiamento de pesquisa brasileiro estimula o uso de alunos de graduação, que através de bolsas de estudo participam destes projetos de pesquisa com horário parcial. A produtividade destes bolsistas é menor do que os pesquisadores de outras universidades. Entretanto, esses projetos possuem um prazo muito mais longo e possuem equipes bem mais numerosas, permitindo experimentações que não são frequentes em universidades de outros países. Por isso, resultados alcançados por esses grupos possuem destaque internacional por sua inovação e originalidade. Um dos objetivos mais importantes destes dois modelos é o foco na história, direcionado para a compreensão da evolução urbana destas duas cidades. Esse uso para modelos 3D de cidades não é frequente porque ele não possui um retorno financeiro ou público-administrativo imediato e porque demanda uma grande quantidade de horas de trabalho de pesquisadores. Assim, o sistema de financiamento brasileiro para pesquisas permite trabalhos inovadores nesta área e que buscamos focar nas nossas pesquisas. Experimentações de técnicas de modelagem e de possibilidades de representação são enfatizadas durante o processo de pesquisa, mesmo que resultem em durações maiores dos projetos de pesquisa. Outro aspecto interessante do viés histórico é a possibilidade de integração com pesquisas direcionadas para a evolução urbana, que possui grupos fortes e estruturados tanto no PROURB (UFRJ) quanto no PGAU-Cidade (UFSC).

## O modelo 3D da Ilha de Santa Catarina

Apresentamos através deste trabalho o desenvolvimento de um modelo 3D da cidade de Florianópolis como uma síntese de várias pesquisas realizadas no Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade (PGAU-Cidade) / UFSC. O planejamento e o desenvolvimento do modelo agruparam diversos pesquisadores com estudos sobre a cidade, particularmente sobre a Ilha de Santa Catarina, visando garantir que o modelo permitisse diversas análises e aplicações. Grande parte dos programas de pós-graduação no Brasil, voltados para o estudo urbano, agrupam pesquisas que usam metodologias diferentes para alcançar objetivos também muito distintos. Seu objeto de estudo, entretanto, é geralmente a cidade onde cada um destes programas está localizado. Mesmo tendo a mesma cidade como objeto de estudo, a maior parte destas pesquisas não troca muitas informações entre si. O próprio sistema acadêmico, por um lado estimula a formação de grupos, mas por outro, premia a propriedade intelectual e valoriza a produção de cada grupo de pesquisa. O sistema é muitas vezes competitivo e induz à produção individual. A realização deste modelo, portanto, teve como principal objetivo, agrupar as diferentes pesquisas realizadas no programa para que a interação entre elas pudesse proporcionar um rico debate e contribuições mútuas. O modelo possui uma função especial de integração dos pesquisadores. A construção do modelo requer o compartilhamento de informações, e estimula um debate sobre cada etapa modelada. Dificuldades de compatibilização de dados são muitas vezes motivos para descobertas interessantes. Verificamos que essa integração é muito mais efetiva do que a alcançada por seminários ou reuniões de pesquisadores de diferentes grupos de pesquisa. Ela requer um trabalho colaborativo que contribui para a integração tanto das pessoas envolvidas no programa de pós-graduação quanto nos conhecimentos de cada grupo participante.

O processo de modelagem de uma cidade passa por diversas interpretações dos dados disponíveis para adequá-los à base digital utilizada como ponto de partida. Modelos deste tipo utilizam geralmente a base digital desenvolvida pela administração municipal, que facilita que a definição do arquivo padrão esteja integrada à base mais utilizada. O processo de modelagem foi definido em grande parte direcionado para a visualização da evolução da cidade e dos dados históricos urbanos. Este fato determinou uma definição de períodos de estudo baseados nos momentos em que os principais registros disponíveis foram realizados. Estes registros entretanto são geralmente incompletos e imprecisos e dificilmente compatíveis com a base da Prefeitura de Florianópolis utilizada como base. Por isso, eles exigem muitos ajustes para serem incorporados ao modelo tridimensional. Como quase sempre as vias originais foram ampliadas ou permaneceram no mesmo local, o processo de modelagem dos diferentes períodos históricos registrados pode ser realizada a partir das vias existentes, documentadas pela administração municipal.

Assim como na cidade do Rio de Janeiro, a ocupação atual da Ilha de Santa Catarina revela uma estreita relação com a configuração natural do território e com as peculiaridades de seu processo de colonização. A topografia acidentada, a costa, os diferentes ecossistemas, a rede de núcleos urbanos coloniais, o parcelamento agrícola da terra, os caminhos e rotas náuticas historicamente consolidados compõem, ainda hoje, na configuração urbana resultante. (Figura 1) Esta configuração determinou um modelo extremamente complexo com malhas que exigem equipamentos com grande capacidade de processamento e arquivos gráfico grande. Por outro lado, e por essas razões, o modelo mostrou-se particularmente eficaz para evidenciar questões relevantes da ocupação urbana conectadas ao ambiente natural e a modelos territoriais preexistentes, que estabeleceram as bases da cidade que hoje se desenvolve sobre a Ilha de Santa Catarina. A primeira contribuição do modelo foi a pesquisa realizada pelo Prof. Almir Reis na sua tese de doutorado sobre a ocupação da ilha (Reis, 2002).

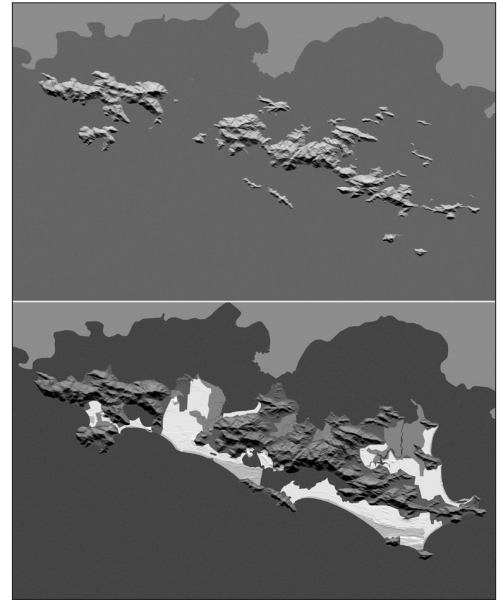


Figura 1. Evolução geológica da Ilha de Santa Catarina com delimitação de ecossistemas

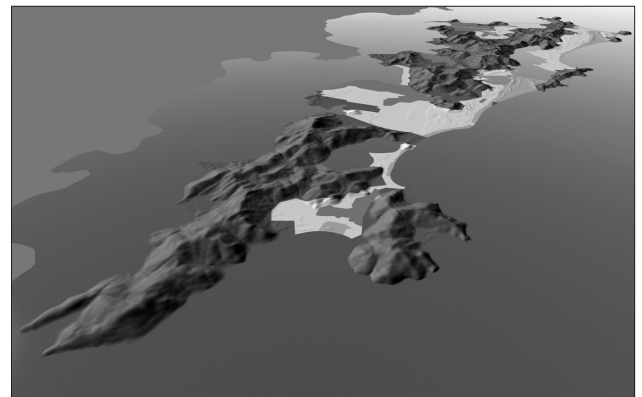


Figura 2. Vista da Ilha de Santa Catarina com delimitação de ecossistemas

O Prof. Almir Reis analisa a formação da ilha, estabelecendo relações entre a base natural, os ecossistemas costeiros, a estrutura colonial histórica e as transformações urbano-turísticas do presente. A visualização da evolução destes sistemas, com a topografia acidentada da ilha e sobrepostos à estrutura territorial colonial e à malha atual esclarecem importantes características da cidade. (Figura 2) Ela permite ainda que possamos integrar esse sistema de compreensão da evolução urbana com trabalhos de outros professores ou grupos de pesquisa, como por exemplo, o realizado pelo Prof. Milton Luz da Conceição sobre o papel da Igreja Católica na transformação do espaço urbano da ilha. (Conceição, 2002) Destacamos novamente, portanto, que o processo de modelagem destes diferentes sistemas baseados nas diversas pesquisas do programa exige uma freqüente troca de informações entre os grupos e os responsáveis pelo modelo. A modelagem de sistemas baseados em informações históricas exige constantes interpretações. Dados históricos estão geralmente sob registros analógicos e raramente possuem a precisão necessária para inseri-los no modelo 3D. Portanto, a transferência destes registros relativamente imprecisos não pode ser realizada sem que exista um acordo entre os pesquisadores envolvidos no processo sobre a forma como eles serão adaptados e também sobre as relações que serão estabelecidas com os demais sistemas.

## A elaboração do modelo 3D

Para a realização do trabalho de modelagem de Florianópolis, foram testados vários softwares até decidirmos pela melhor combinação de ferramentas para o nosso objetivo. As principais exigências foram a realização de topografias bem definidas com tamanho do arquivo e número de faces reduzidos e a facilidade de alteração e incorporação de novos elementos para análises de diferentes configurações em diferentes momentos históricos. Foram pesquisados programas tradicionais como Autocad, 3DS e Rhino e algumas engines de jogos que permitissem exportação para formatos padrão como dxf.

O arquivo base foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Florianópolis no formato dwg (AutoCAD). Por essa razão, optamos pelo uso do AutoCAD como um dos programas. Como os alunos que poderão integrar-se à equipe geralmente possuem experiência com esse software, não tivemos dúvida de mantê-lo como base para o modelo. O arquivo da prefeitura possui uma grande base geo-referenciada, com curvas de nível, cadastro imobiliário, cadastro viário e dados naturais. Entretanto, o arquivo possuía muitos defeitos que exigiram grande quantidade de horas de trabalho para a preparação da base 2D.

Para a modelagem tridimensional utilizamos o 3DS Max, que também foi utilizado pelo grupo do LAURD (UFRJ). Ele mostrou-se particularmente eficiente para a modelagem topográfica da cidade. O software possui uma função automatizada para a construção de terrenos através das curvas de nível bidimensionais. Entretanto, a malha de faces gerada pelo programa com esse comando dificulta edições posteriores, o arquivo ficava extremamente pesado e a topografia não foi gerada de forma precisa. Algumas alternativas foram estudadas para solucionar estes problemas. A primeira foi com o uso do Rhinoceros 3D, que possui comandos eficientes para a geração de formas mais "orgânicas". A malha de faces gerada possuía boa trabalhabilidade, porém não havia capacidade de processamento suficiente para gerar a topografia da ilha toda e não conseguimos soluções viáveis para contornar o problema. Outro aplicativo testado foi o AutoCAD MAP 3D, com ferramentas mais específicas para desenhos e leituras de mapas e topografias. Realizamos algumas tentativas para gerar o terreno, mas o programa nos pareceu complexo demais para as soluções que necessitávamos. Outros testes foram realizados com o software Vue, geralmente utilizado para a geração de paisagens que conta com uma arquitetura de cálculo do modelo 3D capaz de deixar o modelo bem leve, porém, sem a precisão necessária para registrar a topografia da cidade. Foi testado, ainda, o City Engine, que não ofereceu bons resultados.

Finalmente decidimos usar uma estratégia já utilizada pelo grupo do LAURD para gerar a topografia no 3DS Max, a partir de uma gradação de tons de cinza usando as curvas de nível como base e o comando Displace, que gera uma malha tridimensional a partir de uma imagem. Este comando permitiu que fosse gerada uma malha de faces facilmente editável, de leve processamento e de precisão bastante satisfatória. Para facilitar o processo de edição, de etapas futuras, a ilha foi dividida em dez partes para que o processamento pudesse se dar de forma ainda mais leve. Testes iniciais foram realizados com curvas de nível a cada cinquenta metros e o delo definitivo foi realizado com curvas a cada dez metros. A superposição da malha viária foi realizada com a ferramenta ShapeMerge, criando superfícies rebaixadas em relação ao modelo da topografia.

A modelagem do sistema viário foi iniciada pela região central da cidade com o modelo da cidade atual (baseado em registros do ano 2000) e o plano registrado em 1979. Neste período esta área possuiu grandes mudanças, como o aterro da Avenida Beira Mar Norte a construção da terceira ponte, a Pedro Ivo Campos,

ligando ilha e continente e a duplicação da Avenida Mauro Ramos, fechando o anel viário central da cidade. Outras experiências foram realizadas para o restante da ilha, com a modelagem desde a sua origem a partir de um arquipélago formado por um grande número de ilhas que ao longo dos séculos se uniram formando uma única ilha. Esta formação determinou diferentes ambientes naturais baseados na formação geológica como dunas, mangues, restingas e mata atlântica. Foram modelados ainda os primeiros caminhos pela ilha, estruturados nas bases dos morros e que definiram grande parte do sistema viário que conecta os diferentes bairros da cidade atual.

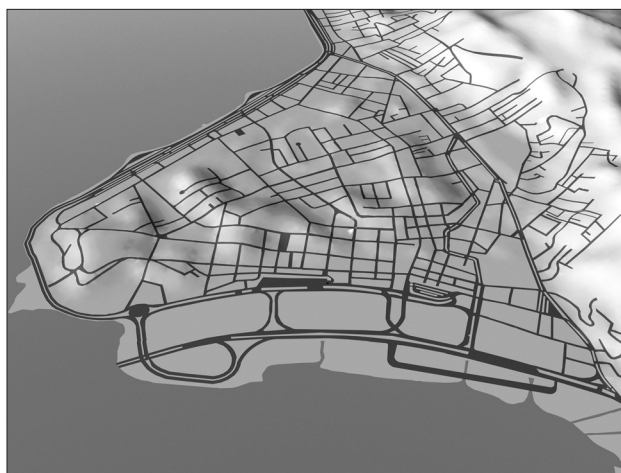


Figura 3. Vista do sistema viário da região central de Florianópolis

## Considerações finais

O rigor matemático das relações entre os componentes de um modelo tridimensional contrasta-se com o aparente caos da cidade que vivenciamos e especialmente com os imprecisos dados históricos de elementos desta cidade que muitas vezes já desapareceram. Essa oposição nos parece muito rica e abre inúmeras possibilidades. Ela é semelhante à outra oposição que procuramos através desta pesquisa e que se refere ao processo de modelagem através de uma ferramenta digital e as relações que ela facilita entre pesquisadores de diferentes áreas que possuem a cidade de Florianópolis como objeto de estudo. As dificuldades encontradas no processo de modelagem também são com frequência encontradas no relacionamento entre os grupos de pesquisa. Entretanto, verificamos que uma ferramenta que geralmente é vista como fria e rígida pode permitir a discussão de práticas mais colaborativas entre grupos de pesquisa.

## Créditos

Agradecemos o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para a realização deste projeto de pesquisa.

## Referências

- Conceição, M. L.: 2004. La Iglesia Católica, su papel en transformacion espacial y en el desarrollo urbano de la isla de "Santa Catarina" – Tese (Doutorado em Território e Sociedade) - Universidad Complutense de Madrid, U.C.M., Espanha, 2004.
- Kós, J. R., Segre, R.: 1997.. Evolución de las estructuras simbólicas en la ciudad latinoamericana: un análisis en Multimedia de La Habana y Río de Janeiro . In: 1er. Seminario Nacional de Gráfica Digital, Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, . v. 1. p. 125-131.
- Reis, A. F.: 2002. Permanências e Transformações no Espaço Costeiro: Formas e Processos de Crescimento Urbano-turístico na Ilha de Santa Catarina. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.