

# O “túnel de vento” – um exercício de projeto baseado em técnicas de animação

**Eduardo Marotti Corradi, Gabriela Celani**  
ducorradi@gmail.com, celani@fec.unicamp.br  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

**Abstract.** *The objective of the present research was to study the use of animation techniques as a tool for the design process. The study started with a literature review about the different possible applications of animation techniques in architectural design. Four main categories of applications were found: (1) space representation and “walk through”, (2) simulation of articulated elements and kinetic structures, (3) visualization and analysis of functional aspects of the buildings, such as circulation and fire escape, and finally (4) the generation of novel shapes. The second part of the research consisted of a design exercise in which animation techniques were used to generate a shape. For this purpose a wind simulator was used in 3DMAX. Next, Paracloud software was used to automatically generate a rib structure that allowed to produce a scale model of the shape with a laser cutter.*

**Keywords.** *Animation, design process, digital fabrication.*

## I. Introdução

As técnicas de animação têm sido intensamente utilizadas desde os anos 1980 como instrumento de representação em arquitetura. Além disso, aliadas aos efeitos especiais, essas técnicas têm sido largamente utilizadas na indústria cinematográfica. Mais recentemente, contudo, as técnicas de animação começaram a ser utilizadas também com finalidades de análise de fenômenos complexos que envolvem movimento e até mesmo para a geração de formas. Segundo Mark [1], por exemplo,

“Special effects technology can facilitate dynamic sketching in the early stage of a design project without needing time-consuming effort.” (p.219)

Esta pesquisa teve como objetivo estudar o uso das técnicas de animação como ferramenta no desenvolvimento de projetos arquitetônicos, por meio de um pequeno exercício projetual. O trabalho foi desenvolvido com bolsa de iniciação científica do CNPq por Eduardo Marotti Corradi, aluno de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo da FEC-UNICAMP, sob supervisão da professora Gabriela Celani.

## II. Materiais e Métodos

Inicialmente foi realizado um levantamento das diferentes aplicações das técnicas de animação e efeitos especiais no processo de projeto. As aplicações encontradas nos anais dos últimos congressos ECAADE e SIGRADi puderam ser agrupadas em quatro categorias principais:

- (1) Uso exclusivamente para a representação e a simulação de passeios pelo edifício (walkthrough);
- (2) Visualização de algum aspecto do funcional do edifício que envolva movimento, como a circulação de pessoas durante uma evacuação de emergência, muitas vezes com o uso de técnicas de inteligência artificial, como autômatos celulares (e.g. [2]; [3]);
- (3) Uso para a previsão de elementos articulados do edifício, como coberturas retráteis (e.g. [1]);
- (4) Uso para a geração de formas (e.g. [1]).

Após a revisão bibliográfica, decidiu-se investigar especificamente o uso das técnicas de animação na concepção da forma arquitetônica. Para isso, foi realizado um levantamento de projetos acadêmicos e profissionais gerados com o auxílio dessas técnicas. Foi realizada também uma entrevista por email com alguns dos autores dessas obras.

Em seguida, foi desenvolvido um pequeno exercício projetual com o uso da animação para a geração da forma, em quatro etapas:

- (1) Modelagem geométrica do edifício e do tecido; criação da

animação no software 3dsMax, com a utilização do plug in Reactor, e identificação do quadro (frame) 68 da animação, que melhor representava o conceito do projeto;

- (2) Importação do modelo geométrico do quadro escolhido para o software Rhino e conversão da superfície em uma malha (Fig.2);
- (3) Geração de uma estrutura de costelas sobre a malha, com o uso do software Paracloud (Fig. 3 e 4), e planificação da estrutura para corte;
- (4) Produção de uma maquete em MDF e acrílico, em escala 1:25, com o uso de uma cortadora a laser.

## III. A Animação na Concepção de Projeto

São descritos a seguir alguns dos trabalhos encontrados que narram experiências de desenvolvimento de projetos com o auxílio da animação. Os mais interessantes fazem uso de técnicas de animação em reação a forças externas, como o vento, a água, o deslocamento de pessoas, automóveis etc.

Mark [1] mostra o desenvolvimento de projetos utilizando ferramentas de efeitos especiais por alunos do último ano da Escola de Arquitetura da Universidade de Virgínia, EUA. Os projetos consistiam em tendas retráteis que se expandem ao serem ocupadas e se retraem quando não utilizadas. Foram utilizadas técnicas de animação de simulação de tecidos para o desenvolvimento da forma das membranas estruturais tensionadas. O protótipo virtual foi testado para ações físicas naturais, como a gravidade e o vento. Técnicas de prototipagem rápida também foram utilizadas para a confecção de um modelo físico, que foi testado em um túnel de vento.

Henriques [4] apresenta o uso da animação em duas situações diferentes. No Project Cyber-Eco (Figura 1) a animação é usada para o estudo da morfologia das dunas, considerando o vento atuante, o material em movimento e o tipo de solo. O software 3DMAX foi utilizado para a simulação de forças cinéticas atuantes sob as leis da física em um sistema dinâmico.

O segundo projeto descrito por Henriques [4] foi desenvolvido durante o workshop Digital Morphogenesis, ocorrido durante o evento Digital



Figura 1: Project Cyber-Eco [4].

Design Processes, sediado em Porto, Portugal. Trata-se do projeto Force Fields (Figura 2), no qual foram extraídas e quantificadas forças atuantes na região da Casa da Música, na própria cidade do Porto. Considerou-se as relações do lugar e do contexto urbano - tráfego intenso, caminhos e limites - como fatores do projeto. Esses modificadores do espaço em constante mudança ao longo do tempo geram forças contextuais que definem diferentes soluções para o espaço público.

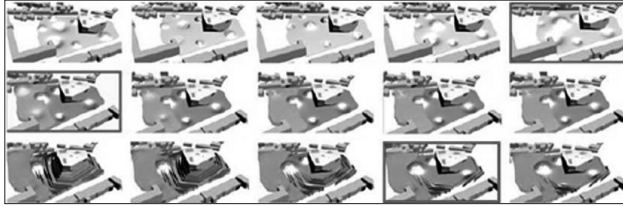


Figura 2: Projeto Force Fields [4]. No projeto para o pavilhão da BMW Dynaform, em Frankfurt [5], foram também utilizadas técnicas de animação, em espacial as forças de aceleração. O projeto teve início com a geração de uma malha quadrangular, considerando as forças repulsivas de edifícios do entorno. Em seguida, simulou-se o movimento dos carros da série 7 da BMW dentro dessa malha. A deformação da malha provocada pelo movimento dos carros deu origem à forma do projeto. Na primeira etapa do processo foi utilizado o software de modelagem 3D e animação Maya. Em uma segunda etapa foram utilizados programas como o Rhinoceros e o AutoCAD para a planificação da estrutura e sua racionalização paramétrica [5].

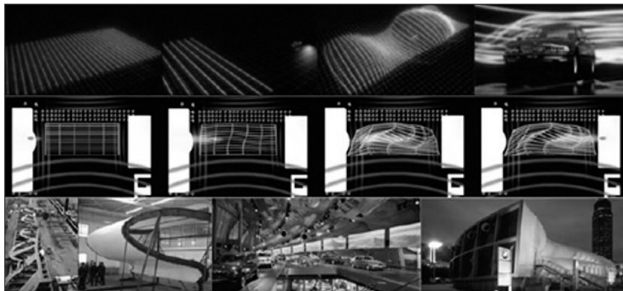


Figura 3: Projeto do pavilhão BMW Dynaform [5]. Soza e Domke [6], apresentam outro exemplo de geração de forma com o auxílio de técnicas de animação, neste caso a partir da simulação do movimento de caminhada de um ser humano (Figura 4). Para isso, durante o movimento de um boneco foram marcados os principais pontos da trajetória, selecionando seus keyframes a fim de montar uma curva NURBS.

#### IV. Entrevistas com Arquitetos

A partir da leitura de artigos, procurou-se entrar em contato com alguns de seus autores, a fim de obter informações mais detalhadas sobre suas pesquisas. Para isso, foi-lhes enviado por email um questionário sobre o uso da animação no processo de projeto. Além de comentar sobre as vantagens do uso dessa técnica, alguns dos arquitetos entrevistados descreveram com detalhe seu processo projetual.

Segundo Henriques [7], as técnicas de animação são “uma forma de expandir a capacidade de concepção do projeto”. O arquiteto português diz ter usado a animação computacional em alguns projetos seus, como o GeneticLandscape, vencedor de um concurso na Irlanda (Figura 5).

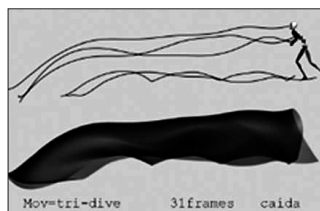


Figura 4. Estudo do movimento de um bípede [6].



Figura 5: GeneticLandscape, projeto de Henriques [7].

Berthold Scharrer [8], do escritório de Bernard Franken, diz que o ponto principal não é a geração de formas, mas “o uso das tecnologias para se aprofundar os pensamentos em complexas relações, o que resulta na forma gerada”. Scharrer comenta que Franken utilizou técnicas de animação no desenvolvimento de diversos outros projetos além do Dynaform BMW Pavillion, como o Home Couture, o BMW Bubble, o BMW Take-Off, e BMW X6 Superspace.

Segundo Narahara [9], o uso das técnicas de animação não deve se restringir apenas a aspectos superficiais do edifício, induzindo o uso de formas complexas gratuitamente:

“New tools allow us to have more complex forms in geometries and enable us to fabricate them, however they are only occurring at the superficial level of design developments. I think many new tools are yet to be used for the purpose of generating buildings with fundamentally innovative functionalities or performances” [9].

#### V. Exercício Projetual

Na segunda etapa do trabalho, foi realizado um pequeno exercício de projeto com o uso da animação como método para a geração de formas. Inicialmente, diversas técnicas de animação, foram identificadas e testadas, como a movimentação de bípeds, simulação de partículas, colisões, ações físicas naturais etc. Para isso foi utilizado o software de modelagem e animação 3DSMax 9. As técnicas testadas foram aquelas consideradas mais adequadas à geração de formas em arquitetura, porém existem diversas outras, como a simulação de líquidos, de campos de força, de colisões que geram deformações etc. Algumas dessas técnicas exigem o uso de software e plugin específicos, tais como o RealFlow e o Glu3D.

O efeito de simulação de vento foi selecionado para ser utilizado no desenvolvimento do exercício projetual. Trata-se do projeto de uma instalação desenvolvida especialmente para o edifício da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), onde será exposta.

A concepção do projeto partiu da análise do local escolhido, uma passagem no pavimento térreo do edifício da FEC que liga o pátio da cantina ao estacionamento. O local foi apelidado pelos alunos da faculdade de “túnel de vento”, uma vez que, nos dias em que há muito vento, uma forte corrente de ar percorre o corredor. Com o objetivo de acentuar essa característica do espaço, imaginou-se uma situação em que um grande lençol seria pendurado ao longo das paredes e teto do corredor, e sacudido violentamente pelo vento.

Para a simulação da distorção do lençol que cobria o corredor (com dimensões de 3m de altura, 3m de largura e 9m de comprimento) sob forte ação do vento e gravidade foram colocados planos (plane) nas superfícies das paredes e tetos, prendendo suas extremidades ao edifício. Em seguida, foram aplicados o modificador Reactor Cloth e adicionado ao CLCollection do Reactor, fazendo com que o plane tivesse características de um tecido. Para não penetrar no volume do edifício, este foi adicionado ao RBCollection do Reactor, conferindo-lhe características de um corpo rígido (Rigid Body). O vento (Wind do Reactor) foi posicionado de maneira que o vento cruzasse o corredor longitudinalmente. Dessa maneira a animação foi criada utilizando o

# SIGraDi 2009 sp

mundo Havock1 do Reactor, configurando alguns de seus parâmetros a fim de obter resultados o mais próximo possível da realidade (Figura 6). A animação foi criada com 300 quadros (10 segundos), porém notou-se que a maior variação no tecido ocorre até o quadro 150. Depois disso sua variação passa a ser cíclica. Assim, escolheu-se o quadro 68 como o mais representativo do que se buscava mostrar com este trabalho, o movimento causado pelo vento.

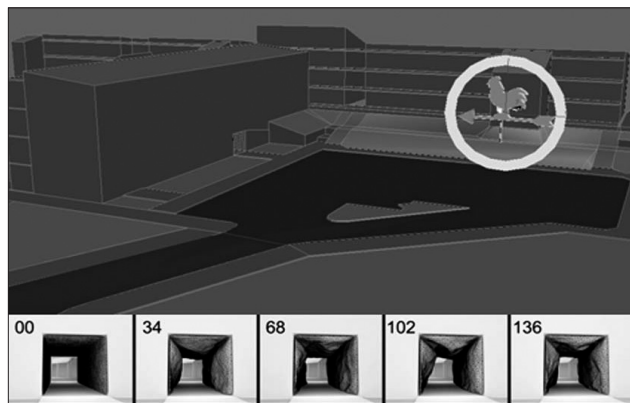


Figura 6: Ícone de vento do 3DSMax e alguns quadros da animação mostrando um grande lençol sacudido pelo vento no corredor do edifício.

Tendo em vista que seria criada uma estrutura em costelas (Rib Structure) para o projeto desenvolvido, com o auxílio do software Paracloud, foi necessário transferir a forma obtida no 3dsmax para o Rhino, uma vez que o Paracloud não interage com o 3dsmax. Assim, como o Rhino não reconhecia a forma criada no 3dsmax, foram feitas várias seções dessa forma ainda no 3dsmax, as quais tiveram de ser contornadas com curvas NURBS. Ainda assim o Rhino não reconhecia a forma como superfície (geometria necessária para ser lida pelo Paracloud), então novamente, no próprio Rhino, as NURBS originais do 3dsmax foram contornadas por NURBS do Rhino e a partir delas gerada uma superfície por meio do comando Loft. Foram feitas dezoito subdivisões da malha, em ambos os sentidos, para que cada quadrante da superfície tivesse em média 50x50cm (em escala real), pois a geração da estrutura no Paracloud se baseia nessas divisões.

Uma vez criada a superfície necessária para ser usada no Paracloud, iniciou-se o processo de criação da estrutura em costelas do projeto (Rib Structure). (Figuras 7 e 8).

Com os modelos virtuais criados, foi desenvolvido um modelo físico do projeto, em escala 1:25, utilizando chapa de MDF de 3mm de espessura para representar a estrutura, chapas de acrílico de 2mm de espessura para formar o corredor, a fim de possibilitar a visualização por completo da estrutura, e uma base de MDF de 6mm de espessura pintada de preto para dar mais destaque à estrutura.

O software Paracloud gera automaticamente a planificação da estrutura e a exporta para o Rhino, criando inclusive os sulcos para encaixe entre as peças e sua numeração. O desenho foi exportado para o AutoCAD para que pudesse ser cortado pela cortadora a laser do Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção da FEC-UNICAMP (LAPAC), uma X-660 da Universal Laser Systems. O modelo final é apresentado nas Figuras 9 e 10.

## VI. Conclusões e Desenvolvimento Futuro

A pesquisa permitiu que o aluno desenvolvesse uma visão crítica e esclarecida sobre a importância do uso das novas tecnologias na arquitetura, com opiniões de importantes especialistas da área e o desenvolvimento de um pequeno projeto que utilizou algumas técnicas estudadas. O trabalho descreve uma metodologia do uso da animação como técnica de geração de formas não apenas conceitualmente, mas com todos os seus detalhes e especificidades

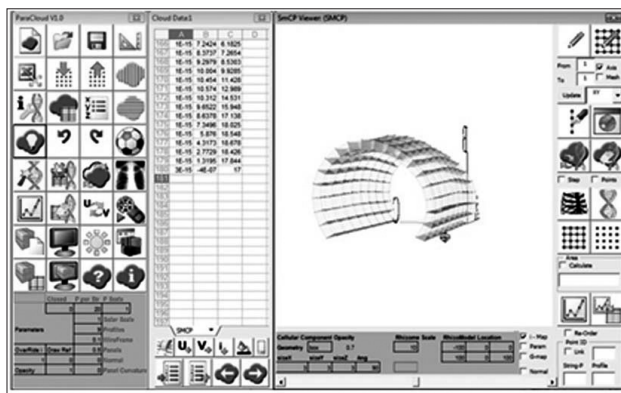


Figura 7: Geração da estrutura de costelas no software Paracloud.

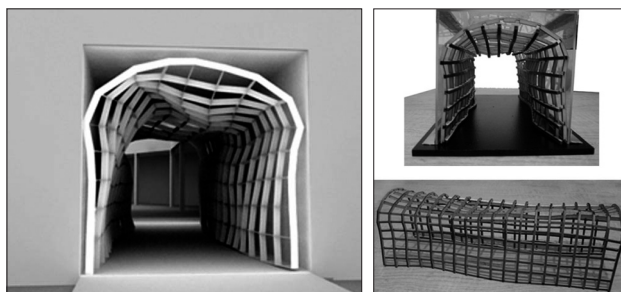


Figura 8: Estrutura de costelas gerada pelo Paracloud.

Figuras 9 e 10: Maquete produzida por meio de corte a laser.

técnicas desde a concepção até a construção. Embora se trate de um projeto bastante simples, espera-se que esta metodologia possa vir a ser utilizada por outros arquitetos em seus projetos.

Em breve o LAPAC receberá uma fresa de controle numérico de grande formato (1,80m x 2,80m), o que permitirá confeccionar a estrutura desenvolvida em escala real.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, pela bolsa concedida ao aluno, à FAPESP, pelo auxílio concedido para a montagem do Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção da FEC-UNICAMP (LAPAC), aos arquitetos entrevistados, e ao Dr. Eyal Nir, desenvolvedor do software Paracloud, por sua constante atenção e infinita paciência.

## REFERENCES

- [1] E. Mark. Simulating dynamic forces in design with special effects tools. Predicting the Future [eCAADe Conference Proceedings]. Frankfurt. Setembro 2007, pp. 219-226.
- [2] J. Espina, Francisco Rincón. Simulación como herramienta de planificación urbana: Plaza Baralt. SIGraDi 2007. La Comunicación en la Comunidad Visual - [Proceedings of the 11th Iberoamerican Congress of Digital Graphics]. Cidade do México, México, Outubro 2007, pp. 364-369.
- [3] T. Narahara. The Space Re-Actor: walking a synthetic man through architectural space. Predicting the Future [eCAADe Conference Proceedings]. Frankfurt. Setembro 2007, pp. 195-202.
- [4] G.C. Henriques. New Digital Procedures through Animation: Brief History and Developments. Predicting the Future [eCAADe Conference Proceedings]. Frankfurt. Setembro 2007, pp. 269-274.
- [5] B. Franken. For the Joy of Driving. Digital/Real. Blobmeister: first built projects. 1 ed. Birkhäuser Basel, 2001. pp. 184-197.
- [6] P. Soza, A. F. Domke. Morfologia Evolutiva: dos aproximaciones proyectuales. SIGraDi 2007. La Comunicación en la Comunidad Visual - Proceedings of the 11th Iberoamerican Congress of Digital Graphics]. Cidade do México, México, Outubro 2007, pp. 107-111.
- [7] G.C. Henriques. Mensagem recebida por <ducorradi@gmail.com>. 6 de junho de 2008.
- [8] B. Scharrer. Entrevista – escritório de Bernhard Franken. Mensagem recebida por <ducorradi@gmail.com>. 20 de junho de 2008.
- [9] T. Narahara. Mensagem recebida por <ducorradi@gmail.com>. 14 de maio de 2008.