

Integração de dispositivos robotizados na representação em arquitetura e no design.

Stefano Mega, 3769921

Prof. Orientador Arthur Hunold Lara

Tema Justificado

Este projeto pretende investigar os potenciais da Fabricação Digital (FD), focando-se em aplicativos livres que, por comunicação em rede, oferecem soluções para Prototipagem Rápida (PR). Iniciou-se a pesquisa a partir da leitura do trabalho de TFG Pedro Guglielmo, intitulado Representações de Projeto (GUGLIELMO, 2011), com a intenção de explorar as possibilidades da PR como uma ferramenta criativa para a produção de modelos físicos a partir de modelos digitais. Nesse caso, o produto legítimo da relação entre programas de *computer-aided design and drafting* (CADD) e impressão 3D é um objeto impresso que não existe apenas como um substituto de maquetes que podem ser feitas manualmente, dando à técnica a função de idealizar, materializar formas em 3D logo nas etapas iniciais de projeto, ao contrário do sistema tradicional que materializa os conceitos em 3D na etapa final em maquetes físicas artesanais. A nova ferramenta estende a capacidade de conceber e manipular formas complexas e sua agilidade confere novas possibilidades para o ensino com significativas mudanças na metodologia de projeto.

Sobre a importância da técnica (VOLPATO, 2007), o primeiro sistema comercial de PR surgiu no fim da década de 80 - a estereolitografia, um processo aditivo que usa um laser ultravioleta para curar um fotopolímero líquido em camadas sucessivas - e desde o início esteve intimamente ligada à automatização computadorizada de seus movimentos e aos programas CAD. Apesar de os materiais empregados não serem resistentes para a produção de protótipos fiéis. Hoje já existem máquinas capazes de produzir modelos razoavelmente precisos que dispensaram o uso de ferramentas ou fôrmas para serem construídos. São modelos que fornecem uma forma de visualização que contribui para acelerar a implementação de mudanças positivas nos ciclos iniciais de um projeto, principalmente quando a tomada de decisões envolve interpretar formas complexas. As máquinas de FD já estão amplamente disponíveis para todo tipo de uso (THE 3D, 2012), inclusive para setores industriais, acadêmicos e hospitais, onde os setores de fabricação de próteses e de cirurgias emergenciais fazem amplo uso da tecnologia de PR na substituição de ossos e até articulações humanas.

A FD evoluiu com a abertura dos mercados onde os setores estratégicos - como a produção de moldes e equipamentos de precisão - que deixaram de ser protegidos em nome proteção da indústria nacional. No mundo globalizado, imprimir suas próprias soluções localmente quando houver demanda reduz parte da atual cadeia produtiva pulverizada onde há redução de custos e principalmente no encurtamento do ciclo de vida dos produtos e do custos (matéria prima, transporte e distribuição).

Após discussões com o orientador e leitura de bibliografias específicas (EPPS, 2012; GRAMAZIO, 2012; Andrew PAYNE, 2011), surgiu uma nova abordagem do tema. O foco da PR foi direcionado para FD, mas a ideia original continua ser o emprego de materiais e técnicas de fácil acesso da na arquitetura e no design, acrescido do estudo das implicações do uso de mecanismos robotizados nos processos de projeto da arquitetura e do design.

A FD com mecanismos robotizados tem algumas vantagens sobre outras técnicas: são capazes de manipular, empilhar, encaixar objetos complexos com precisão; e tem a capacidade de empregar diversos tipos de ferramentas: de remoção (ex. fresas e brocas.), de adição (ex. pistolas de tinta e extrusores de plástico.) e conformação (ex. pinos para deformação de chapas metálicas (ROBOTS IN, 2012), ferramentas para dobragem de vergalhões (MCDOWELL, 2012).).

Ajustando a pesquisa para a escala do TFG, o objetivo prático que se pretende alcançar neste trabalho será produzir - dentro do escopo de tempo, custo e conhecimento - um robô voltado para a criação de protótipos rápidos para arquitetura e design. Além disso, o trabalho desenvolvido será aberto, livre e disponível por comunicação em rede. Para controlar o mecanismo - com o objetivo de experimentar ainda mais com as possibilidades de ferramenta expressiva - um sensor de movimento e profundidade (KINECT, 2012) será empregado como forma de entrada de dados que fará os movimentos do robô refletir a vontade de um usuário em tempo real. A transmissão dos dados capturados pelo Kinect será intermediada por uma placa microcontroladora chamada Arduino.

Criação do italiano Massimo Banzi, essa placa foi desenvolvida em 2005 para que seus alunos do *Interaction Design Institute* de Ivrea pudessem começar aprender eletrônica diretamente na prática. Por ser um hardware de design aberto, de baixo custo e de grande facilidade de uso, a notoriedade do Arduino se espalhou rapidamente pela rede, permitindo que pessoas de diferentes formações e níveis técnicos pudessem, pela primeira vez, construir seus próprios dispositivos. A plataforma usa a linguagem Processing. Desenvolvida no MIT, é também aberta, amigável e já vem com uma IDE. A plataforma Arduino abre assim, um espaço inusitado para a criação de soluções tecnológicas em áreas antes dominadas exclusivamente por grandes fabricantes.

Metodologia

A metodologia se baseará na leitura e fichamento da bibliografia específica e na produção de uma monografia. Para organizar esse processo, as leituras serão feitas seguindo um cronograma, que põe em primeiro lugar o material constituidor dos alicerces teóricos da proposta – ou seja, que relacionam considerações e estudos feitos por autores que já exploraram esse tipo de ferramenta com o processo criativo da arquitetura e do design (AIGNER, 2009; BRAUMANN, 2011; LARA, 2009; KOLAREVIC, 2003;).

A bibliografia técnica (PLATT, 2009; BAIRROS, 2012; BOYLESTAD, 1998), dará os subsídios teóricos básicos necessários para a execução dos testes experimentais. O trabalho prático real será estudar os mecanismos robóticos existentes e, se possível, incluirá a construção de um protótipo.

Referências

- CULKIN, Jody. **ARDUINO!** História em quadrinhos que introduz a plataforma Arduino. New York, [s.n.] Disponível em: <<http://www.jodyculkin.com/wp-content/uploads/2011/09/arduino-comic-latest3.pdf>> Acesso em 9 set. 2012.
- DAVIDSON, Scott. Grasshopper: modelagem generativa para Rhino. Versão 0.8. Lynnwood, Washington: [s.n.], 2012. Disponível em <<http://www.grasshopper3d.com/page/download-1>> Acesso em 10 set. 2012.
- EPPS, Gregory. **Robots and Architecture**. An introduction to the emerging trend of robotics in the field of architecture. Londres: [s.n.], 2011. Disponível em: <http://www.robifold.com/download/RoboFold_RobotsAndArchitecture_v1.pdf> Acesso em 9 set. 2012.
- GRAMAZIO, F.; KOHLER M. Instalação de módulos de poliestireno. In: **Designers Saturday exhibition**. 2010. 9 fotografias. < <http://www.dfab.arch.ethz.ch/web/e/forschung/191.html>> Acesso em 9 set. 2012.
- GUGLIELMO, Pedro. **Representações de projeto**. 54 f. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo)–Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- KINECT. Equipamento de entrada de dados que inclui sensor de movimento, sensor de profundidade, câmera RGB e sistema de microfones. In: WIKIPEDIA, the free encyclopedia. Flórida: Wikimedia Foundation, 2012. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Kinect>>. Acesso em: 13 set. 2012.
- LARA, A. H. **Modelagem nD**. Projeto de pesquisa em andamento. São Paulo: USP, [S.d.].
- MCDOWELL, Parke; TOMOVA, Diana. Robots, drawing and space: wave pavilion. p. 83-86. **Thresholds**, Cambridge, Massachussetts, v. 39, 2011. Disponível em <http://thresholds.mit.edu/issue/39/MacDowell_Thresholds_FINAL.pdf> Acesso em 11 dez. 2012.
- PAYNE, Andrew. A five-axis robotic motion controller for designers. In: CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTER AIDED DESIGN IN ARCHITECTURE, 31., 2011, Calgary. **Anais...** Stoughton: The Printing House, 2011. p. 162-169.
- PAYNE, Andy; Johnson, J. K. Firefly: Sistema de componentes para Grasshopper com protocolo de comunicação em tempo real para comunicar-se com o Arduino. Versão 1.0067. Cambridge, Massachussetts: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://fireflyexperiments.com/download/>> Acesso em 10 set. 2012.
- ROBOTS IN architecture at KUKA CEE opening. Produção: Internacional association for robots in architecture. England: [s.n.], 2012. Viena: [s.n.], 2012. Disponível em: < <http://vimeo.com/38925727>> Acesso em 11 dez. 2012.

THE 3D printing revolution. Produção: Christopher Barnatt. Nottingham, England: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=CP1oBwccARY>> Acesso em 11 set. 2012.

VOLPATO, Neri. (Ed.) **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 2007.

YANAZE, Leandro. **Plataforma de Realidade Aumentada como aplicação da tecno-pedagogia para professores e alunos do ensino fundamental**. Tese em andamento. São Paulo: USP, [S.d.]. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). USP, São Paulo, [S.d.].

Bibliografia justificada

A bibliografia foi selecionada com base na identificação de mecanismos robotizados que possam ser empregados na arquitetura e design. A bibliografia técnica aborda temas fundamentais para sua execução: eletrônica básica, recursos sobre o uso do Arduino, informações sobre motores elétricos e a referência de projetos de outros mecanismos robóticos semelhantes.

AIGNER, A.; BRELL-COKCAN, S. Surface structures and robot milling: the impact of curvilinear structured architectural scale models on architectural design and production. In: INNOVATIVE DESIGN AND CONSTRUCTION TECHNOLOGIES CONGRESS, 2009, Milano. **Anais...** Milano: Maggioli Editore, 2009. p. 433-445.

BARBOSA, Wilson; CELANI, Gabriela. How to go from file to the factory. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL COMMITTEE FOR DESIGN HISTORY AND DESIGN STUDIES, 8., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Blücher, 2012. p. 446-449.

BAIRROS, Jonas T. **Armbot**. Projeto aberto de braço robótico simples para iniciantes. [S.l.: S.n.], [s.d.] Disponível em: <<http://www.jonasbairros.xpg.com.br/robotica%20armbot.pdf>> Acesso em 10 set. 2012.

BORENSTEIN, Greg. **Making things see: 3d vision with Kinect, processing, Arduino, and makerbot**. Sebastopol, California: O'Reilly media, 2012.

BOYLESTAD, R. L. **Introdução à análise de circuitos**. Rio de Janeiro: Editora Prentice-Hall do Brasil, 1998.

BRAUMANN, J.; BRELL-COKCAN, S. Parametric Robot Control: Integrated CAD/CAM for Architectural Design. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTER AIDED DESIGN IN ARCHITECTURE, 31., 2011, Banff, Alberta. **Anais...** Stoughton, Wisconsin: Printing house, 2011. p. 242-251.

FLUSSER, Vilém. **A filosofia da caixa preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia**. São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

GARCÍA, M. G. R (Ed.); HALCÓN, J. P. L. (Ed.); CARRETERO, N. V. (Ed.); NEYRA, P. D. (Ed.); **Fabworks: Diseño y fabricación digital para la arquitectura: docencia, investigación y transferencia**. Sevilla: Arunda Comunicaciones, 2011.

FLORIO, W. **O Uso de Ferramentas de Modelagem Vetorial na Concepção de uma Arquitetura de Formas Complexas**. São Paulo, 2005. 477p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAUUSP, Universidade de São Paulo.

IWAMOTO, Lisa. **Digital fabrications: architectural and material techniques**. New York: Princeton Architectural Press, 2009.

LARA, A. H.; GIACAGLIA, M. E. ; MOURA, N. S. Implicações da Fábrica Digital nos Processos de Representação em Design. In: SEMINÁRIO DO CURSO DE DESIGN DA FAUUSP, 1., 2009. **Anais...** São Paulo: Editora FAUUSP, 2009. p. 177-184.

GLYNN, Ruairi (Ed.); SHEIL, Bob (Ed.). **Fabricate: Making digital architecture**. Cambridge, Ontario: Riverside Architectural Press, 2011.

GRAMAZIO, Fabio; KOHLER, Matthias. Towards a Digital Materiality. In: VOYATZAKI, Maria (Ed.) **Emerging Possibilities of Testing and Simulation, Methods and Techniques in Contemporary Construction Teaching**. Thessaloniki, Grécia: EAAE Transactions on Architectural Education, 2008. p. 27-45.

KOLAREVIC, Branko. **Designing and Manufacturing in the digital age**. New York: Spon Press, 2003.

NATIVIDADE, V. G. **Fraturas Metodológicas nas Arquiteturas Digitais**. 2010. 302 f. Tese (Livre-docência) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OESTERLE, Silvan. Performance as a design driver in robotic timber construction. In: CONFERENCE ON COMPUTER-AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN ASIA, 14., 2009, Yunlin, Taiwan. **Anais...** Yunlin, Taiwan: National Yunlin University of Science and Technology, 2009. p. 662-671.

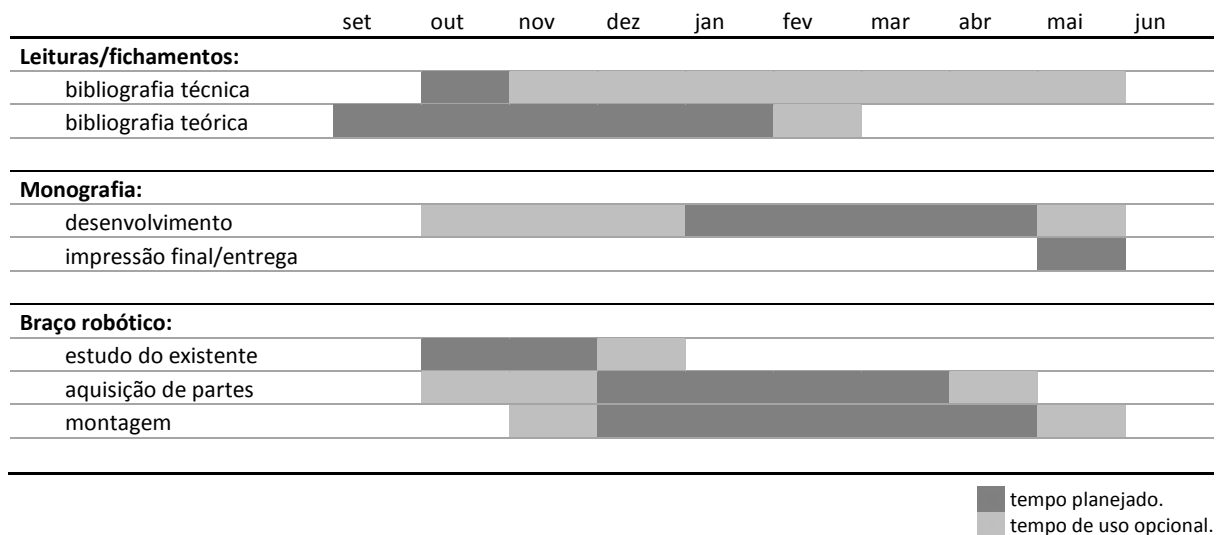
OXMAN, Rivka. Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. **Design Studies**, v. 29, n. 2, p. 99-120, mar. 2008.

PLATT, Charles. **Make: electronics: learning by discovery**. Sebastopol, California: O’Reilly, 2009.

SAKAMOTO, T.; FERRE, A.; KUBO, M. **From control to design: parametric/algorithmic architecture**. Barcelona: Actar Publishers, 2008.

TRICHEZ, C. T. S.; AFONSO, S.; GOMES, L. S. R. Idéia, método e linguagem: o processo de projeto na arquitetura. In: CONGRESSO PROJETAR, 5., 2011, Minas Gerais. **Anais eletrônicos...** Minas Gerais: UFMG, 2011.

Cronograma do trabalho



Com o material técnico já fichado, outubro será o mês de início dos estudos práticos com o mecanismo existente. Por sua natureza experimental, essa atividade deve ser começada logo no início do calendário, já que deve haver tempo suficiente para lidar com o produto prático final.

O ritmo de trabalho será mantido até o fim do segundo semestre, reservando um mês aproximadamente para executar ajustes imprevistos no robô e para finalizar e impressão da monografia.

Produtos e metas para o TFG I

Com a organização do calendário, e a estruturação lógica das leituras, espera-se ter acumulado material suficiente para organizar a base teórica do projeto para que a primeira apresentação possa trazer questões relevantes sobre o andamento do trabalho.

Certamente o mecanismo robótico demanda um tempo de aprimoramento, mas os motores deverão estar em teste antes da construção do mecanismo, com estudos de carga, velocidade e controle de giro. Algumas possibilidades de materiais para serem desbastados também deverão estar em teste. Essas investigações serão mostradas na primeira apresentação.

Parecer do orientador