

AQUISIÇÃO DE REPERTÓRIO GEOMÉTRICO A PARTIR DE PROCESSOS DE MODELAGEM DE OBRAS DE CANDELA E CALATRAVA

**PIRES, JANICE DE FREITAS. (1); NUNES, CRISTIANE DOS SANTOS. (2); SILVA,
ADRIANE BORDA ALMEIDA DA. (3)**

1. Universidade Federal de Pelotas. Departamento de Arquitetura e Urbanismo / FAURB.

Rua Lobo da Costa, 447 – Pelotas – RS

adribord@hotmail.com

2. Universidade Federal de Pelotas. FAURB.

Rua Lobo da Costa, 447 – Pelotas – RS

janice_pires@hotmail.com

3. Universidade Federal de Pelotas. Departamento de Arquitetura e Urbanismo / FAURB.

Rua Lobo da Costa, 447 – Pelotas – RS

cristiane_sn@hotmail.com

Palavras-chave: Repertório geométrico; representação gráfica; projeto de arquitetura.

RESUMO

Aprender arquitetura a partir da análise de casos de projeto é uma prática estabelecida no contexto de escolas de arquitetura. Representar graficamente obras exemplares promove ainda mais a apreensão da forma, considerando-se que o ato de representar exige a aquisição de um vocabulário e repertório geométrico (CHING, 2002). As tecnologias digitais permitem que a atividade de representação tenha maior agilidade. Porém, além de exigirem conhecimentos específicos para a sua apropriação, passam a tratar de um conhecimento mais amplo em geometria (POTMANN et al, 2007), pois abarcam diferentes níveis de complexidade formal. Este estudo parte da consideração da carência de materiais didáticos que promovam a apropriação das tecnologias digitais a partir de um propósito específico: aquisição de repertório geométrico para o projeto, através da atividade de representação gráfica, investindo assim na estruturação de materiais com este objetivo.

Palabras clave: Repertorio geométrico; representación gráfica; proyecto de arquitectura.

RESUMEN

Aprender arquitectura a partir del análisis de casos de proyecto es una práctica establecida en el contexto de las escuelas de arquitectura. Representar gráficamente obras ejemplares promueve una mayor comprensión de la forma, teniendo en cuenta que el ejercicio de la representación requiere la adquisición de un vocabulario y repertorio geométrico (CHING, 2002). Las tecnologías digitales permiten que la actividad de representación tenga mayor agilidad, pero, requieren conocimientos específicos para su apropiación. Además, pasan a tratar de un conocimiento más amplio en geometría (POTMANN et al, 2007), puesto que abarcan diferentes niveles de complejidad formal. Este estudio parte de la consideración de la falta de materiales educativos que promuevan la apropiación de las tecnologías digitales a partir de un propósito específico: la adquisición de un repertorio geométrico para el proyecto, a través de la actividad de representación gráfica, promoviendo así la estructuración de materiales para el fin aquí presentado.

Keywords: Geometric repertoire; graphic representation; architectural design.

ABSTRACT

Learn architecture from the case studies project is an established practice in the context of schools of architecture. Represent graphically works promotes further understanding of the shape, considering that the act of representing requires the acquisition of a geometric vocabulary and repertoire (Ching, 2002). Digital technologies allow the activity of representation has greater agility. But not only require specific knowledge to be appropriated, are dealing with a broader knowledge in geometry (POTMANN et al, 2007), as encompassing different levels of formal complexity. This study part of the consideration the lack of educational materials that promote the appropriation of digital technologies from one specific purpose: acquisition of geometric repertoire for the project, through the activity of graphical representation, thus investing in the structuring of materials for this purpose.

INTRODUÇÃO

Aprender arquitetura a partir da análise de casos de projeto é uma prática estabelecida no contexto de escolas de arquitetura. Esta prática investe fundamentalmente na construção de conhecimentos prévios para dar início aos exercícios de projeto, que avançam desde as etapas de análise para as etapas de representação e criação.

Representar graficamente obras exemplares promove ainda mais a apreensão da forma, considerando-se que o ato de representar exige a aquisição de um vocabulário e repertório geométrico (CHING, 2002).

Observa-se que esta prática de representação vem sendo permeada pelos meios digitais, estabelecendo-se na atividade profissional de maneira híbrida, onde as técnicas digitais convivem com as técnicas manuais complementarmente em diversos momentos de projeto. Muitas destas práticas estão sendo transpostas e até mesmo construídas e sistematizadas nos contextos educativos de arquitetura, delimitando novas trajetórias de aprendizagem (KNIGHT, 1999; PUPO et al, 2007). As tecnologias digitais permitem que a atividade de representação tenha maior agilidade. Porém, além de exigirem conhecimentos específicos para a sua apropriação, passam a tratar de um conhecimento mais amplo em geometria (POTMANN et al, 2007), pois permitem abarcar diferentes níveis de complexidade formal.

Em estágios iniciais de ensino / aprendizagem de arquitetura este tipo de atividade, focada em análises de casos de projeto e representação gráfica por meios digitais, de obras de arquitetura, contribui para a construção do vocabulário e repertório geométrico para a prática projetual (PIRES, 2010).

Este estudo parte do propósito de produzir materiais didáticos que promovam a apropriação das tecnologias de representação gráfica digital a partir de objetivos específicos: aquisição de repertório geométrico e de competências para a configuração e transformação da forma, vislumbrando a liberdade formal para a atividade projetual de arquitetura.

2 METODOLOGIA

O estudo se ocupou em estruturar situações didáticas para o desenvolvimento de processos de modelagem de obras arquitetônicas consideradas capazes de promover a ampliação de um repertório geométrico para o projeto de arquitetura, sendo desenvolvido a partir das seguintes etapas:

Etapas de Revisão: Nesta etapa reconheceu-se a proposta didática delimitada em Pottmann et al, 2007, cujos autores sistematizam um estudo da forma geométrica em diferentes níveis de complexidade a partir de exemplos de aplicações em arquitetura. Foram analisados os materiais didáticos em formato digital apresentados em Barison, 2007, que reúne conceitos e representações de superfícies geométricas a partir de diferentes sistemas de projeção. E, foram observadas as técnicas de estudo de superfícies geométricas a partir de processos tradicionais de representação, que eram utilizadas no âmbito da disciplina de Geometria Descritiva IV/IFM/DTGC/UFPel, registradas em Kremer, 2008.

Através destes autores, neste estudo, identificaram-se as categorias de classificação e tipos que envolvem especificamente o estudo de superfícies regradas. A figura 1 ilustra a proposta de Pottmann et al, 2007, que exemplifica a forma geométrica e uma obra de arquitetura representativa desta forma.



Figura 01 – Imagens apresentadas em Pottmann et al (2007) para ilustrar o discurso sobre superfícies regradas.

Neste exemplo da figura 1 os autores apresentam uma ilustração gráfica da geometria de um cilindróide, ao tratar dos conceitos que estão associados a este tipo de forma, que incluem na categoria de superfícies regradas, e logo, a obra de Santiago Calatrava, a adega Ysios, na Espanha, que tem sua cobertura configurada com este tipo de superfície.

Para sistematizar as informações encontradas, sobre os tipos de superfícies regradas consideradas e conceitos pertinentes a cada uma delas, utilizaram-se mapas conceituais (NOVACK e CAÑAS, 2006), conforme ilustrado na figura 02. A metodologia de mapas conceituais tem sido adotada com o objetivo de identificação de estruturas de saber (CHEVALLARD, 1991) envolvidas em processos de representação gráfica digital (BORDA et al, 2007).

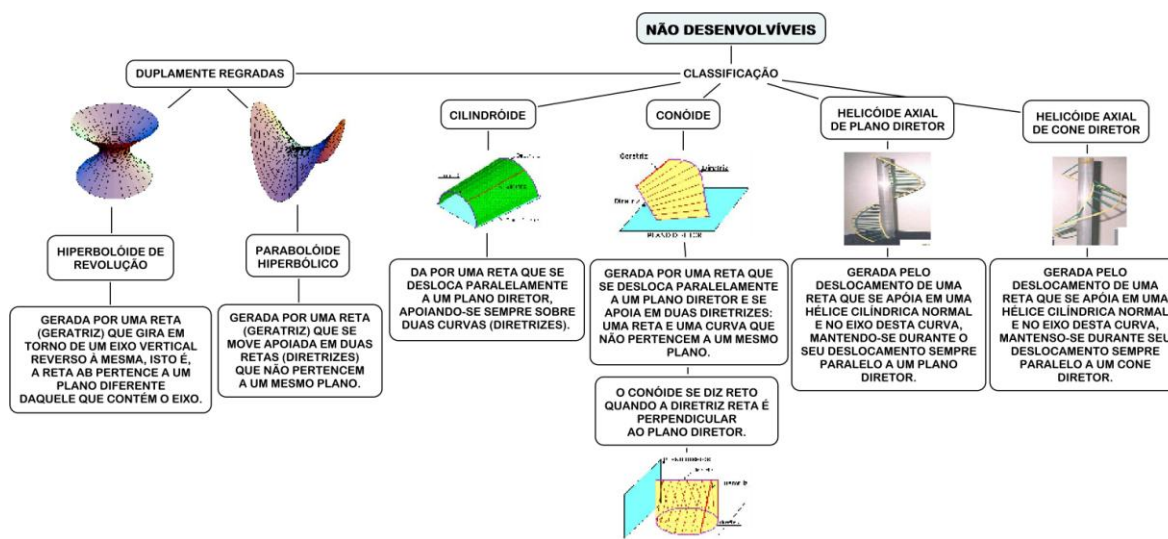


Figura 02 – Mapa conceitual da classificação das Superfícies Regradas não desenvolvíveis.

Etapas de Seleção de obras e experimentação dos processos de modelagem: Foram selecionadas obras de arquitetura consideradas exemplares, representativas das superfícies estudadas, e que tivessem disponível maior quantidade de informações, tais como representações em plantas, cortes e/ou elevações. A Figura 03 apresenta um mapa conceitual que associa tipos de superfícies regradas identificadas na etapa anterior, com obras de arquitetura que empregam tais tipos em sua configuração formal.



Figura 03 - Mapa conceitual que ilustra exemplos de aplicação para Superfícies Regradas, classificadas por Gaspar Monge e por Pottmann et al, 2007.

A partir desta seleção de obras foram sendo experimentados processos de representação tridimensionais. Neste trabalho se particulariza o estudo para duas obras, uma do engenheiro Félix Candela e outra do arquiteto Santiago Calatrava, que permitem exemplificar o uso de superfícies regradas na arquitetura. As obras selecionadas para a modelagem foram a *Capela Lomas de Cuernava* de Félix Candela e *BCE Place Gallery* de Santiago Calatrava. Os experimentos de modelagem foram desenvolvidos empregando-se a ferramenta digital SketchUp (<http://sketchup.google.com>), por ser acessível (de distribuição gratuita) e de interface intuitiva, facilitando a manipulação para os estudantes em estágios iniciais de aprendizagem.

As figuras 4 e 5 ilustram etapas de processos experimentados para gerar as obras referidas. Na figura 4, tem-se o processo de representação gráfica da obra de Candela, configurada por um parabolóide hiperbólico em sua estrutura. Neste processo o objetivo foi de transpor métodos tradicionais advindos da geometria descritiva para o espaço digital, para obtenção de informações como ângulos de inclinações de geratrizes e diretrizes, a partir das informações bidimensionais de plantas e cortes, processo ilustrado na linha superior da figura 4. Após a representação das diretrizes e geratrizes no espaço tridimensional, a superfície foi gerada. Logo, diretamente sobre o modelo tridimensional, realizaram-se seções com planos e interseções com superfícies, posicionadas de maneira a configurar a forma da Capela, como se pode observar na linha inferior da figura 4.

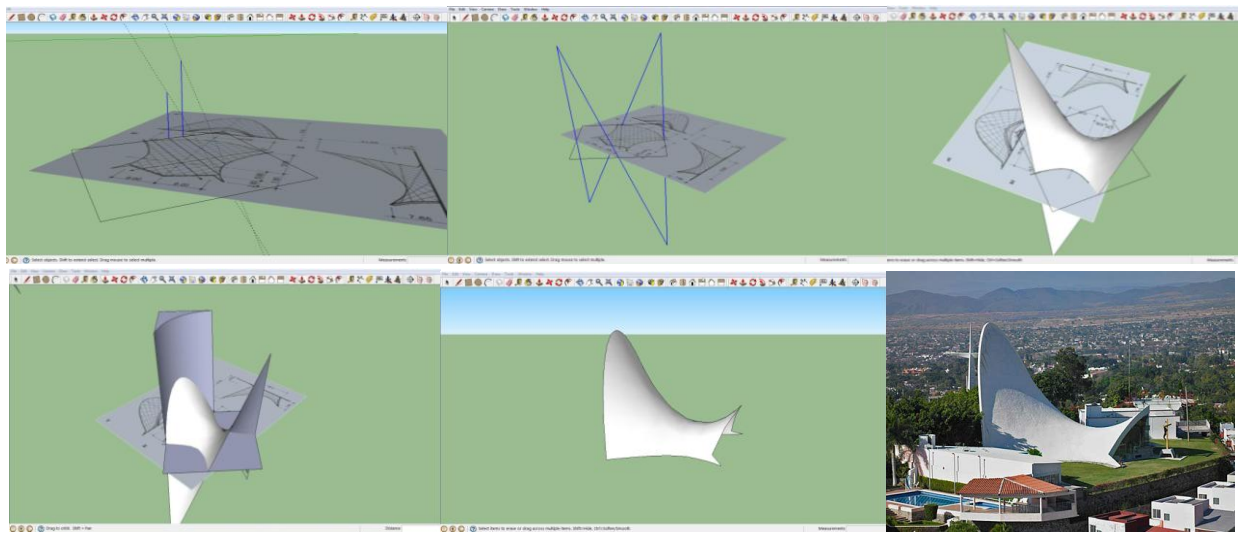


Figura 04 – Etapas de modelagem do parabolóide hiperbólico da Capela *Lomas de Cuernavaca*, de Félix Candela, o modelo digital e a fotografia da obra. Fonte da imagem:

<http://mcis2.princeton.edu/candela/cuernavaca.html#>

Na figura 5, exemplifica-se o processo de representação gráfica da obra de Calatrava, composta por uma seqüência de um tipo de superfície regrada, que se configura pelo movimento de retas reversas que deslizam sobre curvas do tipo Bézier. Esta superfície é classificada por Pottmann et al, 2007, como superfície Bézier de grau 1, configurando-se como um tipo de superfície regrada, que possui apenas as curvas Bézier como diretrizes. Na linha superior desta figura 5, o processo de representação das diretrizes e geratrizes da superfície; na linha inferior da figura, os processos de composição empregados, primeiro por simetria bilateral, e logo após, por simetria com translação, para compor um módulo da estrutura final da obra, constituído de 08 superfícies Bézier.

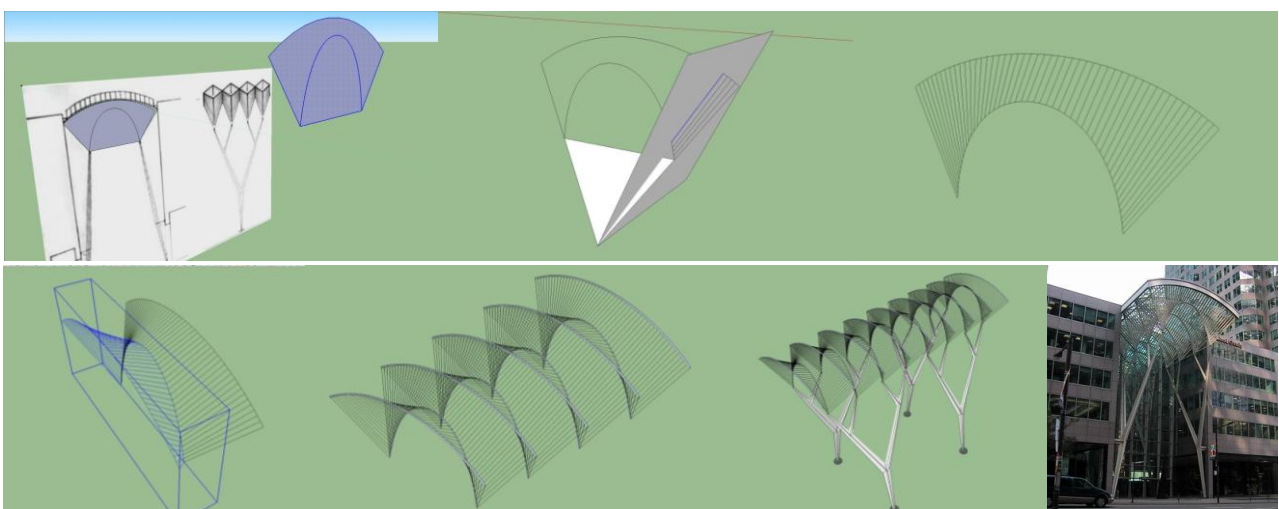


Figura 05 – À esquerda, etapa de modelagem da superfície do BCE Place Gallery, de Santiago Calatrava; ao centro superfície modelada, e à direita, fotografia da obra. Fonte da imagem:

<http://travel.webshots.com/photo/1250476669043497615ZheQkH>

Etapas de Estruturação de materiais didáticos: As técnicas experimentadas durante o desenvolvimento dos processos de representação das obras de arquitetura foram analisadas e sistematizadas, delimitando-se algumas trajetórias possíveis de ensino / aprendizagem dos processos estudados.

A figura 6 exemplifica os materiais didáticos que foram estruturados a partir da seleção das técnicas de modelagem para cada uma das obras. Estes materiais didáticos produzidos estão sendo validados através de oficinas, oferecidas para a comunidade acadêmica de arquitetura, inseridas em disciplinas de representação gráfica.

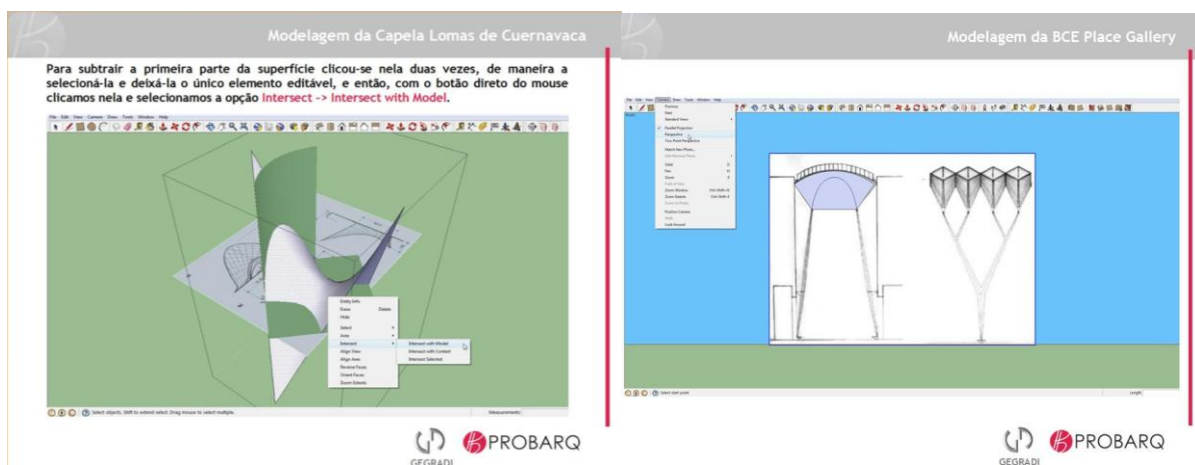


Figura 06 – Ilustração de material didático proposto para auxílio à modelagem das obras Lomas de Cuernavaca e BCE Place Gallery.

Destaca-se que outras técnicas de modelagem podem vir a ser adicionadas aos materiais, a partir da avaliação dos resultados obtidos na etapa de validação (oficinas). Deve-se considerar a possibilidade de identificar outros processos que os próprios estudantes venham a explorar através de suas trajetórias particulares de aprendizagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste trabalho referem-se ao conjunto de materiais didáticos que foram sendo estruturados, os quais permitem delimitar uma trajetória de aprendizagem de apropriação de tecnologias digitais de representação gráfica para a formação em arquitetura.

Os mapas resultantes das etapas de revisão e de seleção de obras que exemplificam a aplicação de determinadas superfícies geométricas na forma arquitetônica, se constituem como materiais dinâmicos, que podem ser ampliados e revisados a partir de processos colaborativos, através da INTERNET, tendo em vista a ferramenta utilizada para configurá-los (cmap tools).

Os materiais que registram os processos de modelagem estabelecidos para cada uma das obras se constituem como propostas de trajetórias de aprendizagem. Estas trajetórias foram validadas

no âmbito de atividades de extensão e estão sendo disponibilizadas em um repositório institucional, de objetos de aprendizagem, o REUP (<http://reup.ufpel.edu.br>), de acesso aberto através da INTERNET. Deve-se destacar que este estudo é um resultado parcial do Projeto PROBARQ, (Produção e Compartilhamento de Objetos de aprendizagem para o projeto de arquitetura) (www.ufpel.tche.br/probarq), que está constituído por um conjunto de pesquisadores de diversas instituições, promovendo assim a validação destes materiais em um contexto acadêmico mais amplo possível.

Através da realização das oficinas foi possível validar, no contexto local, o material estruturado, permitindo revisá-lo a partir de observações dos próprios estudantes sobre a compreensão e adequação dos processos de modelagem e as descrições apresentadas. Registraram-se algumas propostas que permitiram otimizar e agilizar alguns procedimentos de representação.

A experiência permitiu a apreensão efetiva da forma destas duas obras, pois as representações exigiram estudos mais específicos de geometria, de reconhecimento de regras de geração, ampliando o repertório geométrico de formas regradas. Entende-se que trajetórias de representação gráfica deste tipo, que abarquem diferentes obras, com diferentes geometrias, permitem que os estudantes se apropriem de conceitos e procedimentos que levem a liberdade formal, e que assim se sintam seguros em representar e criar a partir de formas mais complexas.

Este tipo de atividade tem demonstrado que é possível construir uma cultura arquitetônica, ao reconhecer em mais detalhes as práticas projetuais de diferentes arquitetos.

Os resultados atingidos, ainda que parciais, apontam para a apropriação do conhecimento – teoria e experimentação, e para a apropriação das técnicas de modelagem geométrica.

Observou-se que o uso da ferramenta digital promoveu a visualização dinâmica do modelo explorado, durante a aplicação das referidas técnicas de modelagem. Este processo, se realizado por técnicas tradicionais de representação, no caso de superfícies não planificáveis, exigiria a aplicação de traçados complexos, e mais tempo para realizá-los.

Além de auxiliar os estudantes a reconhecerem superfícies complexas empregadas na arquitetura, esta proposta, pela otimização do tempo para a representação gráfica, permite que os estudantes possam reconhecer um maior número de obras e superfícies.

O principal resultado do estudo foi a possibilidade de, através do uso de um software considerado de fácil manipulação para estudantes em estágios iniciais de formação para o projeto de arquitetura, e de acesso gratuito, gerarem-se formas complexas, tais como as estruturas de superfícies regradas.

Este propósito vem de encontro aos objetivos do projeto PROBARQ, que busca estruturar materiais didáticos para os estágios iniciais de formação, a serem disponibilizados de forma irrestrita às comunidades acadêmicas e profissionais de arquitetura, por meio da INTERNET, e no qual este trabalho está inserido.

4 CONCLUSÕES

Considera-se que o estudo possibilitou: a representação adequada de superfícies regradas, a partir dos processos de modelagem explorados para representar as obras de Candela e Calatrava; avaliar a validade da metodologia adotada, que permitiu integrar de maneira adequada a aplicação das teorias, técnicas e tecnologias para resolver o problema de representação na arquitetura; a aplicação no espaço digital da metodologia considerada, adotando-se ferramenta informática de uso gratuito, disponível na Internet.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARISON, Maria. **Superfícies Regradas Não Desenvolvíveis**. Disponível em:

<http://www.mat.uel.br/geometrica/php/pdf/gd_pdf/gd_superficies_regradas_nao_desenvolviveis.pdf>

Acesso em: 05/02/2010

BORDA, Adriane. PIRES, Janice de Freitas. CONILL, Elisabete. FÉLIX, Neusa. Avaliação e Auto-Avaliação de Atividades de Representação Gráfica Digital utilizando Mapas Conceituais. Educação Gráfica, v. 03, 2007.

CHEVALLARD, Yves. La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique, 1991.

CHING, Francis. **Arquitectura – Forma, Espacio y Orden**. México: Ediciones G. Gili, 2002.

KNIGHT, T. Shape grammar in education and practice: history and prospects. 1999. Disponível em: <http://www.mit.edu/~tknight/IJDC/> Acesso em: ag. 2009.

KREMER, Roberto. **Exercícios de Geometria Descritiva – Curvas e Superfícies**. Brasil: Editora e Gráfica Universitária, 2008.

NOVAK, Joseph. CAÑAS, Alberto.: 2006, The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/> Acesso em: 12 maio 2006.

PIRES, Janice de Freitas. Construção do Vocabulário e Repertório Geométrico para os estágios iniciais da prática projetual de arquitetura. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PROGRAU, UFPEL, Pelotas, 2010. 154 p.

POTTMANN, A.; ASPERL, A; HOFER, M.; KILLIAN, A. **Architectural Geometry**. Exton: Bentley Institute Press, 2007.

PUPO, R. T.; PINHEIRO, E.; MENDES, G.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; CELANI, M. G. C. A Design Teaching Method Using Shape Grammars. In: Graphica 2007, VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 2007, Curitiba.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às instituições CNPq, FAPERGS e CAPES, pelo apoio dado a esta pesquisa.