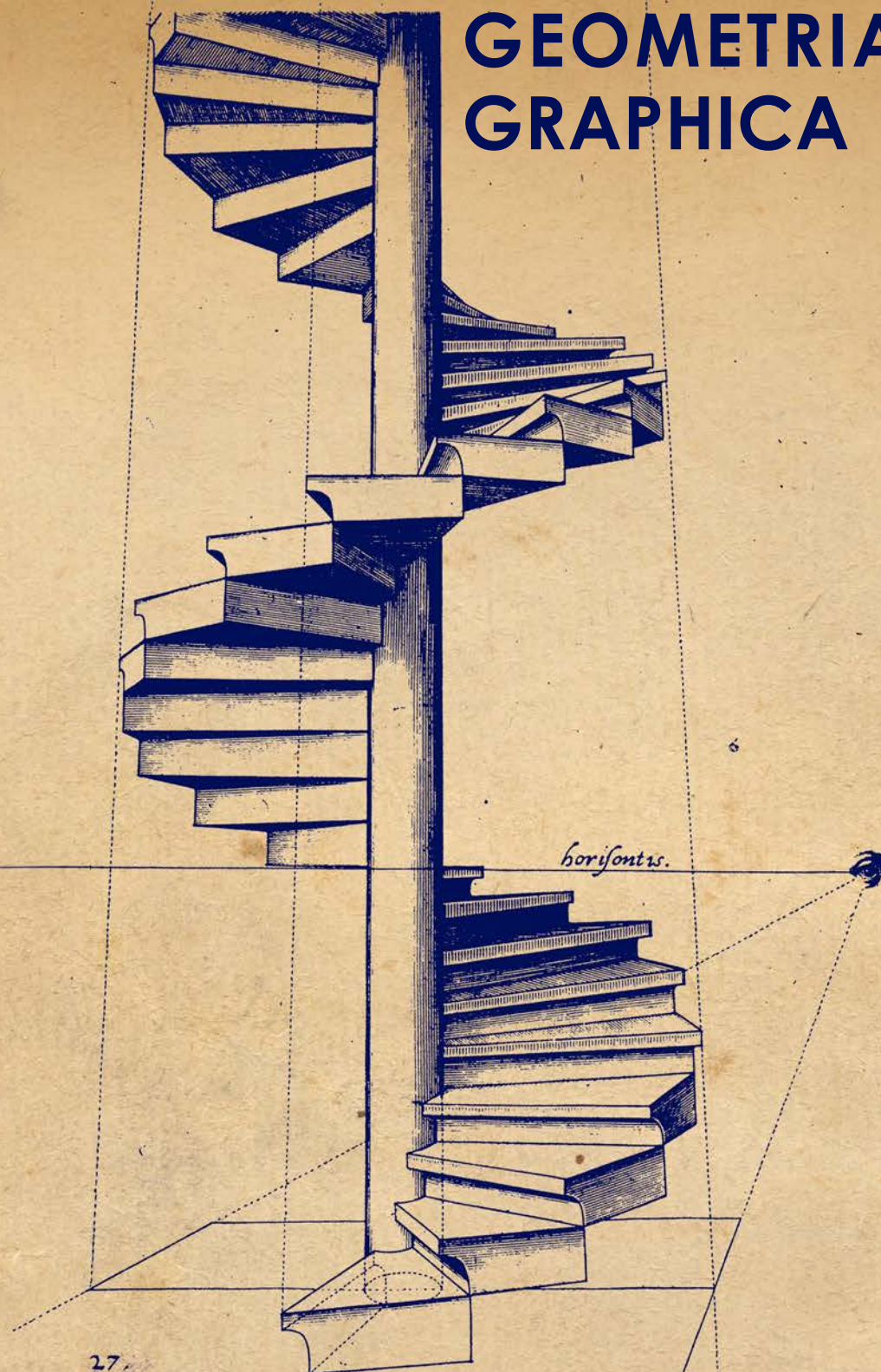


GEOMETRIAS & GRAPHICA 2015

III Conferência Internacional da Aproged
XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design



GEOMETRIAS & GRAPHICA 2015 PROCEEDINGS . VOL.2

1, 2, 3 . Outubro / October . 2015
Universidade Lusíada de Lisboa





ASSOCIAÇÃO DOS PROFESSORES DE
DESENHO E GEOMETRIA DESCRITIVA



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE EXPRESSÃO GRÁFICA

GEOMETRIAS & GRAPHICA 2015 PROCEEDINGS VOLUME 2

PROCEEDINGS OF THE
III APROGED'S INTERNATIONAL CONFERENCE
&
XI INTERNATIONAL CONFERENCE ON
GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

1,2,3 . OUTUBRO | OCTOBER. 2015
UNIVERSIDADE LUSÍADA DE LISBOA



A REPRESENTAÇÃO DE GRADIS METÁLICOS COMO ATIVIDADE DIDÁTICA: UMA CONEXÃO ENTRE PATRIMÔNIO, GEOMETRIA E TECNOLOGIAS DE FABRICAÇÃO DIGITAL

LETÍCIA DE FARIAS BORGES

Universidade Federal de Pelotas, Brasil (le_farias_borges@yahoo.com.br)

ADRIANE BORDA

Universidade Federal de Pelotas, Brasil (adribord@hotmail.com)

JANICE DE FREITAS PIRES

Universidade Federal de Pelotas, Brasil (janicefpires@hotmail.com)

LUISA FÉLIX DALLA VECCHIA

Universidade Federal de Pelotas, Brasil (luisafelixd@gmail.com)

MONICA VEIGA

Universidade Federal de Pelotas, Brasil (veiga.monica@gmail.com)

ABSTRACT

This paper has a didactic approach and describes the analysis and representation of metallic artefacts regarding elements of architectural heritage. Through digital representation techniques, this activity sought to outline a learning path for early stages of architectural training. The path includes geometric analysis, aiming to broaden the information about each artefact, detailing its formal characteristics. This information has perfected the methods of digital representations, also promoting the opportunity to learn techniques for the production of physical models with laser cutting and 3D printing. The didactic purpose advances to enable students to design models that can support dissemination initiatives and inclusive heritage education. For each artefact a set of tactile models is being produced, designed in a sequence of gradual addition of information, allowing complex forms to be comprehended through touching.

KEYWORDS: Graphic Digital Representation, Metal Railings, Architecture, Physical Models, Inclusive Heritage Education.



RESUMO

Este trabalho com enfoque didático descreve uma atividade de análise e representação de artefatos metálicos, previamente inventariados, relativos a um conjunto arquitetônico de interesse patrimonial. Mediante técnicas digitais de representação, a atividade buscou delimitar uma trajetória de aprendizagem para estágios iniciais de formação em Arquitetura. A trajetória inclui análises geométricas, as quais objetivam ampliar as informações sobre cada artefato, detalhando suas características formais. Tais informações têm aperfeiçoado o planejamento de métodos de representação digitais, promovendo também a apropriação de técnicas para a reprodução de modelos físicos, a partir de corte a *laser* e impressão tridimensional. O propósito didático avança para habilitar os estudantes ao projeto de modelos que possam apoiar iniciativas de difusão e educação patrimonial inclusivas. Está sendo produzido um conjunto de modelos táteis de cada artefato, projetados de forma que a representação de seus elementos siga uma sequência lógica, por meio da adição gradual de informação, de modo que formas complexas possam ser melhor compreendidas pelo tato.

PALAVRAS-CHAVE: Representação Gráfica Digital, Gradis Metálicos, Arquitetura, Modelos Físicos, Educação Patrimonial Inclusiva.

INTRODUÇÃO

A cidade de Pelotas, RS, Brasil, se destaca por sua Arquitetura de interesse patrimonial, especificamente a do período eclético, a qual possui uma variedade de exemplares de elementos metálicos, forjados na própria cidade ou importados da Europa, entre o final do séc. XIX e início do séc. XX. Estes exemplares foram identificados e inventariados em 16 tipologias de elementos metálicos [1]. O conjunto de elementos deste inventário, além de preservar na memória um momento histórico de apogeu da economia da cidade decorrente da produção de charque, oferece uma variedade de formas, as quais justificam a adoção de tais elementos como referencial para análises em atividades de ensino/aprendizagem de Geometria Gráfica e Digital em estágios iniciais de formação em Arquitetura. Nesse contexto, por um lado, esta mesma Arquitetura de interesse patrimonial vem sendo adotada, desde o ano de 2005, em atividades de modelagem geométrica e visual em nível de pós-graduação [2]. Por outro, a metodologia de análise de obras de Arquitetura como referencial para atividades de representação gráfica digital inicialmente foi introduzida junto a um processo de reformulação de disciplinas de Geometria Descritiva para Arquitetura e Urbanismo [3]. Em [4] esta metodologia de análise e representação gráfica de obras



foi dirigida ao estudo de elementos de interesse patrimonial, os ladrilhos hidráulicos presentes em exemplares da Arquitetura do período eclético da cidade de Pelotas, buscando reconhecer tal patrimônio e suas regras composição geométrica. O estudo foi aplicado na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

Seguindo-se esta proposta, a atividade de análise e representação de outros elementos de interesse patrimonial, os artefatos metálicos, por intermédio de técnicas de modelagem geométrica e impressão 3D, foi experimentada como trajetória de aprendizagem na referida disciplina [5]. Além do estudo analítico de um artefato metálico específico, uma grade em porta de madeira, o desenvolvimento de três experimentações de impressão 3D, correspondentes a modelos digitais com espessuras diferentes, em escala de redução de 1:10, proporcionou avaliar os parâmetros de modelagem geométrica adequados ao processo de impressão.

A avaliação levou em consideração a necessidade de o modelo ter resistência à manipulação, além das questões de economia de material, tempo de impressão e limitações tecnológicas da impressora utilizada.

Os resultados da técnica de representação por impressão 3D proporcionaram a experimentação tátil da forma, ampliando o conhecimento e oportunizando a difusão do patrimônio da cidade. No entanto, observou-se que os elementos resultantes da impressão tridimensional se mostraram pouco resistentes ao manuseio, apontando que seria necessário experimentar métodos alternativos para a sua representação, tal como o corte a *laser*. Esta tecnologia oferece um maior número de possibilidades em relação ao uso dos materiais de fabricação, além da maior rapidez na produção dos modelos físicos. Além disso, com o emprego deste procedimento, buscou-se representar o elemento em suas partes constituintes, e demonstrar concretamente aos estudantes as relações geométricas de composição destas partes em relação ao elemento inteiro. Considera-se que este tipo de ampliação sobre as análises contribui mais efetivamente para a educação patrimonial.

Este estudo busca relatar o processo de representação de artefatos metálicos da Arquitetura de interesse patrimonial a partir de procedimentos de corte a *laser*, que resulte em elementos que possibilitem o entendimento da forma e a experiência tátil.

METODOLOGIA

A investigação do método foi desenvolvida por meio de cinco etapas:

a) Seleção de um caso de estudo: com base em uma pesquisa anteriormente desenvolvida em [5], selecionaram-se dois elementos metálicos recorrentes na Arquitetura



do período eclético da cidade de Pelotas, os quais fazem parte do acervo inventariado em [1], pertencentes a uma edificação localizada a Rua Félix da Cunha nº 570. A Fig. 1 traz ao centro uma imagem que se refere à fachada da edificação e, à esquerda e direita desta imagem, dois tipos de elementos utilizados para os experimentos anteriormente citados: uma grade em janela de porão e uma grade em porta de madeira.



Fig. 1 - Prédio e elementos metálicos usados na pesquisa. Fonte: autoras, 2014.

b) Aquisição de dados para a modelagem geométrica dos elementos: esta etapa foi também relatada em [5] e consistiu em medir e fotografar os elementos sob pontos de vista apropriados, atentando para o posicionamento da câmera fotográfica em busca do paralelismo entre a lente e a face que contém o objeto a ser representado, minimizando-se os efeitos da perspectiva e aproximando-se a imagem a uma projeção paralela. As edições, para a retificação das fotografias, foram realizadas em um programa de código aberto (*open source*), o *GIMP 2.8*, por meio da ferramenta de transformação de perspectiva.

c) Análise geométrica dos elementos: a partir da imagem retificada foram realizadas análises geométricas dos elementos constituintes dos gradis, fundamentando-se em conceitos de geometria plana, tais como: entes geométricos [6], concordância [6], simetria [7], [8], proporção [9], [10].

As análises sobre a grade em porta de madeira estão descritas em [5], identificando-se como entes geométricos geradores da forma arcos de circunferência e segmentos de reta concordantes, e processos de composição geométrica dos componentes em ferro por simetrias e proporções. Destacam-se as ocorrências da simetria bilateral de eixo vertical na totalidade do elemento e a simetria bilateral de eixo horizontal em alguns de seus componentes. As proporções encontradas nos componentes metálicos da grade são a áurea, raiz de 2, raiz de 3 e raiz de 5.



As análises sobre a grade em janela de porão estão ilustradas na Fig. 2. De acordo com a análise, este elemento é configurado por segmentos de reta emoldurados por uma elipse e seus componentes são estruturados por arcos de circunferência. Quanto ao processo de composição por simetrias, identificou-se a ocorrência da simetria bilateral nos eixos vertical e horizontal, e da simetria de rotação e reflexão, as quais ocorrem a partir da rotação em 180° de um módulo mínimo em torno de um ponto e da reflexão no eixo horizontal de dois módulos da composição (Fig. 2).

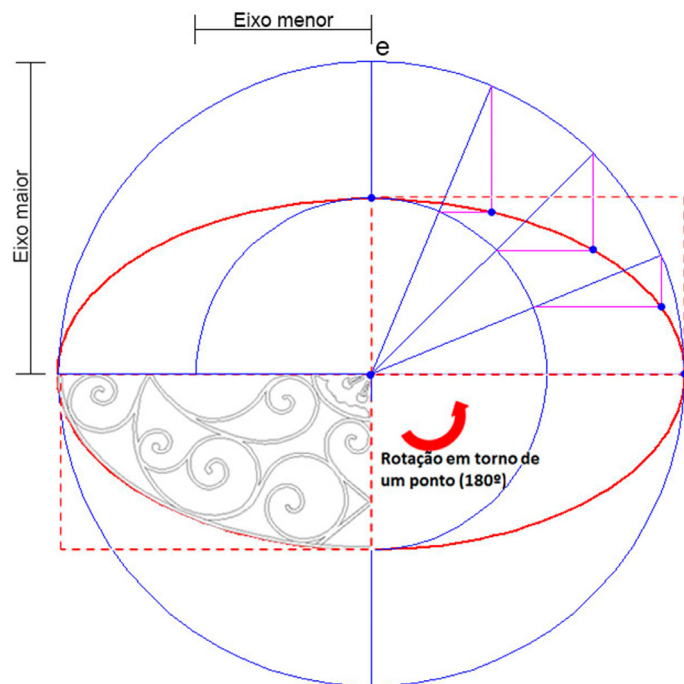


Fig. 2 - Análise da grade em janela de porão sob os conceitos de entes geométricos e simetrias. Fonte: autoras, 2014.

Em relação aos processos compositivos por proporção identificaram-se as proporções quadrada, raiz de 2, raiz de 3 e raiz de 5 na composição da grade em janela de porão, como ilustra a Fig. 3.

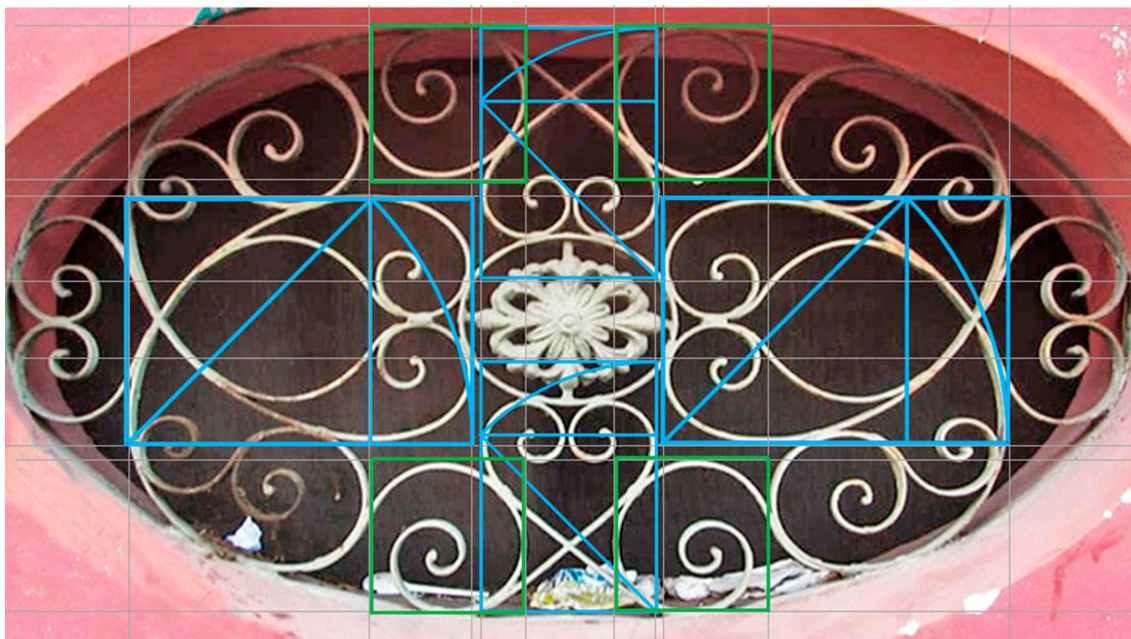


Fig. 3 - Análise de proporção. Fonte: autoras, 2014.



d) Processo de modelagem geométrica: Para gerar o modelo tridimensional apto à técnica de impressão 3D, utilizou-se o *software Google SketchUp* [3]. Para gerar o modelo bidimensional apto ao corte a *laser*, aplicaram-se técnicas de vetorização sobre os elementos, a partir da fotografia, após a realização das análises. O programa vetorial utilizado foi o *software AutoCAD*, no qual importou-se a imagem restituída do elemento, em escala, desenhando-se sobre a figura cada um dos componentes do artefato metálico, considerando-se os conceitos de concordância entre arcos e entre arco e reta. Esta mesma vetorização foi utilizada para encaminhar à cortadora.

e) Experimentação com corte a laser: Considerando as dimensões da mesa de corte da máquina que são 500x800 mm, aplicou-se a escala de redução de 1:3, assim criando modelos físicos maiores do que os gerados pela impressora 3D.

Sabendo-se as dimensões das peças em escala, realizou-se um planejamento do procedimento, decidindo o tipo de material e o modo de montagem das partes. Estas foram cortadas em papel paraná de 2 mm, para usar como um negativo para encaixe, e em placas de MDF de 3 mm, para fazer a base, a moldura e os próprios elementos metálicos, estes últimos, servem de peças de encaixe, como um quebra-cabeça. O desenho vetorial, em escala, das grades em porta de madeira e em janela de porão foi configurado no *software LaserCA* para o corte, de acordo com o tipo de material a ser empregado em cada uma de suas partes. Em seguida a moldura em MDF e as placas talhadas em papel paraná foram coladas na base de MDF, destacando-se que somente a parte do modelo que serviu de negativo foi cortado em papel paraná, sendo colado, para propiciar o encaixe das outras peças componentes das grades, incisadas em MDF.

À esquerda da Fig. 4 está ilustrado o modelo em MDF da grade em porta de madeira e, à direita da mesma figura, estão ilustradas as peças que representam os componentes metálicos, os quais se encaixam na base do modelo.

As imagens da Fig. 5 ilustram o modelo em MDF da grade em janela de porão com os seus componentes destacados e suas proporções representadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados têm incentivado a continuação e intensificação dos investimentos na produção dos modelos. Estão sendo estabelecidas parcerias com instituições públicas e museus para usar as representações produzidas até agora, ampliando o conhecimento sobre o patrimônio arquitetônico representado tanto para os indivíduos videntes, quanto para os deficientes visuais.

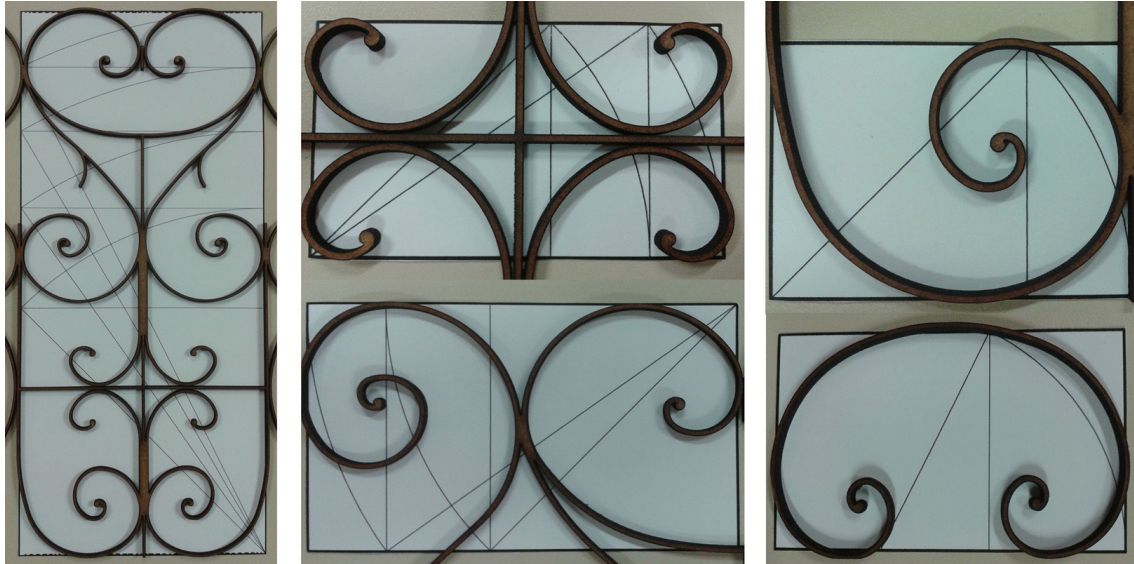


Fig. 4 - Modelo físico da grade em porta de madeira, contendo o traçado da proporção de seus componentes. Fonte: autoras, 2014.



Fig. 5 - Os modelos produzidos por corte a *laser* para explicar a forma da grade em janela de porão. Fonte: autoras, 2014.

Para a compreensão de elementos delicados, como as grades metálicas, um material mais resistente é necessário, visto que os resultados com a impressão 3D e com o corte a *laser* com MDF não foram satisfatórios devido à fragilidade ao manuseio e, portanto, levantou-se a hipótese de se manter a técnica de representação por corte a *laser*, porém utilizar outro material de maior espessura, como, por exemplo, o acrílico, para dar a esses modelos a resistência ao manuseio necessária para a experiência tátil. Além disso, a produção de tais modelos em vários pedaços, que podem ser montados em conjunto numa base ou analisados individualmente,



permite uma melhor compreensão das relações de proporção dos elementos e a sua posição relativa, destacando a importância da análise geométrica para apoiar e incrementar esse discurso.

De um ponto de vista tecnológico, para o contexto específico em que este estudo se insere, os experimentos de produção de tais modelos a partir de técnicas de fabricação digital promoveram a difusão e reconhecimento desta tecnologia, aumentando o desejo de expandir estas práticas para um contexto de graduação. Nesse sentido, o corte a *laser* mostrou-se mais adequado para a produção de modelos físicos em disciplinas de graduação, visto que, no contexto em questão, há apenas uma máquina de impressão 3D disponível, o que permite uma produção limitada, devido ao tempo necessário e o custo das impressões, viável apenas para o caso de investigação.

CONCLUSÕES

O enfoque didático deste trabalho, que parte da atividade de análise e representação de artefatos metálicos de um conjunto arquitetônico de interesse patrimonial, por meio de técnicas digitais, buscou delimitar uma trajetória de aprendizagem para estágios iniciais de formação em Arquitetura. As informações obtidas a partir da análise geométrica têm aperfeiçoado o planejamento de métodos de representação digitais, promovendo também a apropriação de técnicas para a produção de modelos físicos, a partir de corte a *laser* e impressão tridimensional.

O propósito didático avança para habilitar os estudantes para o projeto de modelos que possam apoiar iniciativas de difusão e educação patrimonial inclusivas. Capacitando-os a produzir um conjunto de modelos táteis, projetados de forma que a apresentação de seus elementos siga uma sequência lógica, por intermédio da adição gradual de informação, para que formas complexas possam ser melhor compreendidas pelo tato.

Os resultados demonstram que tanto a impressão tridimensional, quanto o corte a *laser* em MDF, para representar artefatos metálicos de pouca espessura, produzem elementos frágeis em relação ao manuseio, portanto, observa-se a necessidade de investigar a representação destes elementos, utilizando um material de maior espessura, para dar maior resistência, assim possibilitando a experiência tátil. Além disso, o método de adicionar gradualmente a informação das partes constituintes do gradil, por meio do encaixe de suas partes na base, permite uma melhor compreensão das relações de proporções do elemento e sua posição relativa na composição.



REFERÊNCIAS

- [1] Dametto, A. P. A. (2009). *Os metais no patrimônio arquitetônico urbano de Pelotas, RS - 1870 a 1931*. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural) - Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural, Universidade Federal de Pelotas.
- [2] Borda, A., Pires, J. F., Gomes, H., Escobar, A., Felix, N. M. L. R. (2012). Sistematização e disponibilização da produção de modelos tridimensionais digitais de patrimônio arquitetônico. In: *XVI SIGRADI - Congresso da Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital: Forma(in)formação*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora. v. 01. pp. 321-324.
- [3] Borda, A., Pires, J. F., Vasconcelos, T. (2012). O desenho (didático) para o Insight. In: *XVI SIGRADI - Congresso da Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital: Forma(in)formação*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora. v. 01. pp. 277-280.
- [4] Borda, A. B. A. S, Pires, J. F., Alves, C. M. (2012). A Lógica Compositiva dos Ladrilhos Hidráulicos nos Casarões de Pelotas. In: *IV Congreso Internacional de Expresión Gráfica e IX Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica. Gráfica del Diseño: tradición e innovaciones*. La Plata: Color Magenta Gráfica, v.01. pp. 41-44.
- [5] Borges, L., Dalla Vecchia, L., Dametto, A. P., Borda, A., Pires, J. (2014). Representação de um artefato metálico da Arquitetura patrimonial pelotense através da modelagem e impressão 3D. In: *XXIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas*, Pelotas: Editora e Gráfica da UFPel.
- [6] Carvalho, B. A. (1967). *Desenho Geométrico*. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio.
- [7] Celani, G. (2003). *Cad criativo*. Rio de Janeiro: Campos.
- [8] Sanz, M. A. Moratalla, A. (1999). Simetría. Serie Geometría y Arquitectura II, *Cuadernos de Apoyo a la Docencia del Instituto Juan de Herrera*. Madri: Publicaciones de la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid.
- [9] Ching, F. D. K. (1998). *Forma espaço e Ordem*. São Paulo: Martins Fontes.
- [10] Elam, K. (2001). *Geometry of design: studies in proportion and composition*. New York: Princeton Architectural Press.