

Universidade de São Paulo – USP  
Instituto de Arquitetura e Urbanismo – IAU

PIBIC – PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
EDIÇÃO 2013

Bolsa concedida para os meses de outubro de 2013 a julho de 2014

Relatório final de atividades:

**Os desenhos de Villard de Honnecourt  
e o processo projetivo na Idade Média**

Bolsista: Flávia Massaro Fonseca

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Helena Tanoue Vizioli



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Helena Tanoue Vizioli

Instituto de Arquitetura e Urbanismo

IAU – USP

São Carlos  
Julho de 2014

## Lista de figuras

Figura 1: Desenhos de uma rosácea.

Figura 2: Folha F20 r do caderno de Villard de Honnecourt com esquemas geométricos de alvenaria.

Figura 3: Desenho de Villard de Honnecourt: elevações internas e externas da catedral de Reims.

Figura 4: Desenho de Andrea Palladio: Villa *La Rotonda* – fachada e corte.

Figura 5: Imagens da exposição *Palladio Virtuel*.

Figura 6: Maquete finalizada do corte da Catedral de Reims

Figura 7: Planta e corte da catedral Notre-Dame de Reims.

Figura 8: Foto da Fachada principal da catedral Notre-Dame de Reims.

Figura 9: Desenhos a mão livre da fachada e do corte da catedral de Reims a partir do desenho do corte e da foto da fachada.

Figura 10: Desenhos da fachada da catedral de Reims em camadas feitos a mão livre.

Figura 11: Desenhos do corte da catedral de Reims em camadas feitos a mão com utilização de instrumentos.

Figuras 12: Desenho da fachada da catedral de Reims sobre foto através da mesa digitalizadora cintiq.

Figura 13: Desenhos do corte de catedral de Reims em camadas feitos no *Archicad*.

Figura 14: Desenhos da fachada da catedral de Reims em camadas feitos no *Archicad*.

Figura 15: Desenho da rosácea do vitral principal da catedral de Reims feito no *Archicad*.

Figura 16: Desenhos de rosáceas de outros vitrais da catedral de Reims feitos no *Archicad*.

Figura 17: Processo de corte a laser no laboratório de modelos e maquetes do IAU-USP.

Figura 18: Desenho com profundidade da fachada da catedral de Reims. Madeira cortada a laser.

Figura 19: Desenho com profundidade da fachada da catedral de Reims junto com o corte. Madeira cortada a laser.

Figura 20: Desenho com profundidade do corte da catedral de Reims. Madeira cortada a laser.

## Capítulos do relatório

<b>1. Apresentação do relatório.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Resumo.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Introdução.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Justificativa.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Objetivo geral.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Objetivos específicos.....</b>	<b>7</b>
<b>7. Recorte do objeto de pesquisa.....</b>	<b>8</b>
7.1. Notre-Dame de Reims.....	8
<b>8. Metodologia.....</b>	<b>9</b>
<b>9. Atividades desenvolvidas de janeiro a julho de 2014.....</b>	<b>9</b>
<b>10. Análise teórica.....</b>	<b>10</b>
10.1. Arquitetura e catedrais góticas.....	10
10.2. Geometria.....	10
10.2.1. Euclides.....	13
10.2.1.1. A geometria de Euclides e as catedrais góticas.....	14
10.2.2. Vitruvius.....	15
10.3. Villard de Honnecourt.....	16
10.4. O desenho de Perspectiva.....	18
10.5. Modelo e maquete na história da arquitetura.....	19
<b>11. Produtos e considerações finais.....</b>	<b>20</b>
<b>12. Atividades acadêmicas e científicas.....</b>	<b>28</b>
12.1. 1º Seminário de pesquisa do N.ELAC.....	28
12.2. SIGRADI.....	28
12.3. SIICUSP.....	28
<b>13. Referências bibliográficas.....</b>	<b>28</b>
<b>14. Anexos.....</b>	<b>30</b>
14.1. Fichamentos.....	30
14.1.1. ATIQUÉ, Roberta Godoi Wik. <b>Geometria</b> .....	<b>30</b>
14.1.2. CARVALHO, Gisele de. GRIZ, Cristina. PEIXOTO, Angélica. <b>Desenho de perspectiva e história da arquitetura: em busca de uma interdisciplinaridade</b> . Curitiba, 2007.....	<b>31</b>
14.1.3. EUCLIDES. <b>Os elementos</b> ; tradução e introdução de Irineu Bicudo – São Paulo; Editora UNESP, 2009.....	<b>31</b>
14.1.4. ISQUIERDO, Cínthya Maria Rodrigues Álvares. <b>A geometria enraizada na obra: concepção e resolução</b> . São Paulo, 2012.....	<b>32</b>
14.1.5. MIGUEL, Jorge Marão Carnielo. <b>Brunelleschi: o caçador de tesouros</b> . Vitruvius, 2003. Arqtextos.....	<b>34</b>
14.1.6. ROZESTRATEN, Artur Simões. <b>Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na Antiguidade: origens e características das primeiras maquetes de arquitetos</b> . São Paulo, 2003.....	35
14.1.7. SOARES, Claudio Cesar Pinto. <b>Uma abordagem histórica e científica das técnicas de representação gráfica</b> . Curitiba, 2007.....	<b>36</b>
14.1.8. VITRÚVIO, Marco Polião. <b>Tratado de Arquitetura</b> . M. Justino Maciel, tradução do latim, introdução e notas. Martins Fontes, 2008.....	<b>37</b>
14.2. Artigos e seminários.....	39

14.2.1. 1º Seminário de pesquisa do N.ELAC.....	39
14.2.2. SIGRADI.....	42
14.2.3. SIICUSP.....	45
<b>15. Avaliação do aluno sobre o programa PIC.....</b>	<b>49</b>
<b>16. Parecer do orientador sobre o relatório final.....</b>	<b>49</b>

## **1. Apresentação do relatório**

O presente relatório final refere-se às atividades realizadas pela bolsista durante os meses de janeiro a julho de 2014, no projeto de iniciação científica PIBIC: “Os desenhos de Villard de Honnecourt e o processo projetivo na Idade Média”. Ele corresponde a complementação da parte de análise teórica realizada no relatório parcial e a parte prática, que ocorreu nos últimos seis meses de pesquisa.

## **2. Resumo**

Esta pesquisa iniciou-se pelo estudo dos desenhos de arquitetura na Idade Média, entre eles, os desenhos dos cadernos de Villard de Honnecourt, mestre de obras do século XIII. Através desses desenhos analisou-se como se desenvolveram os processos de construção e de projeto de catedrais góticas no próprio canteiro de obras. Dessa forma, objetivou-se trazer à luz estas análises flagrando tanto as dificuldades encontradas na feitura das obras pela leitura dos desenhos, bem como sua própria riqueza gráfica. A pesquisa dividiu-se em duas partes, sendo a primeira, a análise teórica sobre temas como o período gótico da arquitetura, a história e o desenvolvimento da geometria e a profissão do próprio mestre de obras. A parte prática contou-se com a análise e redenhos de Honnecourt e da catedral gótica Notre-dame de Reims, bem como a execução de modelos bidimensionais com profundidade. Pode-se dizer, assim, que a investigação aqui realizada foi importante pela percepção da forma de representação arquitetônica no período medieval, época em que projeto e construção não recebiam auxílio de desenhos feitos utilizando ferramentas de alta precisão, como hoje, mas sim apenas desenhos manuais. Também foi possível observar nos desenhos de Villard de Honnecourt como o ensinamento prático no canteiro de obras eram fundamentais para as construções daquele período.

Palavras-chave: Desenho; Villard de Honnecourt; Catedrais Góticas; Representação.

## **3. Introdução**

Esta pesquisa integra os trabalhos que vem sendo realizados no N.elac (Núcleo de Apoio à Pesquisa em Estudos de Linguagem em Arquitetura e Cidade) do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, grupo do qual a pesquisadora é integrante, cujo objetivo é destacar os vínculos entre os meios de representação, artísticos ou não, e a consciência crítica e propositiva de espacialidade, seja urbana ou arquitetônica.

A discussão feita nesta pesquisa trouxe como enfoque a arquitetura nos séculos XII e XIII, por meio da percepção e do desenho como representação do processo projetivo, bem como a reflexão sobre sua importância até os dias de hoje. Permitiu também entender a ação social do papel do desenho, pois a representação da arquitetura não é somente o entendimento de um projeto, mas também um meio de comunicação com a sociedade. Por meio do desenho, o arquiteto pensa, cria e consegue se posicionar criticamente diante de uma realidade.

Existem várias maneiras diferentes de se representar um projeto de arquitetura. Observa-se nos dias de hoje, grandes mudanças nos sistemas de representação gráfica devido ao desenvolvimento de novas tecnologias e a utilização do computador, através

das interfaces digitais e de programas como CAD (*Computer Aided Design*). Essas mudanças começam a ser inseridas como formas de representação nas últimas décadas do século XX, passando também a serem utilizadas para ajudar no processo de projeto. Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pelos sistemas digitais, deve ser levada em conta a importância do desenho analógico como processo projetivo e de representação desde a Antiguidade, já que o desenvolvimento das grandes obras arquitetônicas, nessa época, passando também pelo Renascimento, era auxiliado apenas pelos desenhos manuais.

Segundo Tavares (2009), a universalidade do desenho é um elemento estruturador e de comunicação do pensamento dos cidadãos. Cada povo, cada cultura, em determinada época criou sua maneira específica de transpor a representação da realidade para uma superfície plana. Desde então, o desenho como forma de linguagem e comunicação de ideias esteve presente em diferentes períodos da história. Os egípcios utilizavam a perspectiva horizontal, os hindus a perspectiva irradiante, os chineses e japoneses a perspectiva voô de pássaro, os próprios bizantinos a perspectiva invertida (DEBRAY, 1994, p. 230 apud FLORES, 2003, p. 82). Há relatos ainda de escritores clássicos de que a representação do mundo já era conhecida como atividade na Grécia e em Roma (TAVARES 2009).

Herdaram-se dois trabalhos da História e do desenho da Antiguidade que reuniam o conhecimento da construção das estruturas, de máquinas e da natureza: o Tratado de Vitruvius (escrito em aproximadamente 27 a. C.), e o manuscrito de Villard de Honnecourt da Picardia, na França (escrito no século XIII) (BORGES FILHO, 2005).

Em seu Tratado, Vitruvius cita termos para definir os desenhos de arquitetura. Entretanto, como o texto original não possuía nenhuma ilustração, a interpretação desses termos acabou gerando muita discordância, principalmente sobre o significado da palavra *Scenographia*, que tem sua raiz etimológica no radical grego *skene* (cena). Outro termo polêmico utilizado é o *Sciographia*, originário de *Skia* (sombra, ou coisa sombreada). As versões ilustradas publicadas mais tarde, durante o século XVI, associaram esses termos a uma possível vista em perspectiva cônica da edificação, ou também como representação de uma seção ou corte perspectivado (GOUVEIA, 1998).

A coletânea de desenhos de Villard de Honnecourt, escrita cerca de 1250 anos mais tarde, é a mais importante do período medieval. Nela, há o registro de procedimentos práticos para a obtenção de elementos arquitetônicos, esquemas geométricos para facilitar o desenho de figuras e até receitas para ferimentos que possivelmente ocorressem no canteiro de obras. Nos estudos de Honnecourt, defronta-se com a Geometria prática – a Geometria Fabrorum – a qual era utilizada pelo mestre de obras para resolver os problemas diários do canteiro. Os textos que acompanham os desenhos não são claros quanto à construção e obtenção do resultado enunciado, o que, segundo Borges Filho (2005), fortalece a ideia de transmissão oral do procedimento.

Na história da arquitetura, as formas a serem construídas foram grandes desafios aos mestres de obras, projetistas e arquitetos. Na Idade Média, muitas vezes, os desenhos bidimensionais das grandes construções – pontes, fortes, igrejas – eram executados no próprio canteiro de obras, no chão ou nas paredes, como na construção da Basílica di Santa Maria del Fiore. Hoje ainda são utilizados, na prática da

representação espacial, os desenhos de plantas, cortes e fachadas, provavelmente introduzidos no século XV (REBELLO, ELOY e LEITE, 2006). No período do Renascimento, estes desenhos contribuíam para construir edificações com uma maior precisão. Através do corte detalhado, por exemplo, a construção da arquitetura era melhor controlada e provavelmente mais rápida, pelo menos no que se referia à organização do canteiro de obras. Apenas após o desenvolvimento do sistema de representação em perspectiva através de planta e fachada relacionadas, por Brunelleschi, esse tipo de desenho, em projeção (principalmente o corte) teve seu uso difundido no sul da Europa e na Itália. Sua utilização será enfatizada principalmente após Gaspar Monge (1795) ter estabelecido o método diédrico de representação plana, coordenada pelo sistema de projeções ortogonais (GOUVEIA, 1998).

#### **4. Justificativa**

Este estudo teve sua importância por identificar formas de representação da arquitetura no período medieval, como forma de comunicação e auxílio para os construtores dessa época. As grandes formas a serem construídas na Idade Média eram muito desafiadoras aos mestres de obras, projetistas e arquitetos, já que eram auxiliados apenas pelos desenhos manuais, diferente de hoje, em que existem inovações tecnológicas de alta precisão que facilitam a elaboração de projetos e obras.

A análise dos cadernos de Villard de Honnecourt mostrou o quanto era comum a atividade prática no canteiro de obras e na passagem oral de ensinamentos, percebidos, entre outras fontes, através de seus esquemas extremamente práticos apresentados em sua obra.

#### **5. Objetivo geral**

Esta pesquisa teve como objetivo principal trazer à luz a análise de alguns desenhos feitos pelo mestre de obras Villard de Honnecourt de obras arquitetônicas. Pretendeu-se compreender a interação entre a obra e o projeto, analisando-se os desenhos desenvolvidos pelo próprio mestre de obras. Objetivou-se também, flagrar tanto as dificuldades encontradas na feitura das obras pelas leituras dos desenhos como sua própria riqueza gráfica, por meio da execução de representação bidimensional feita a laser de obras de Villard de Honnecourt (ressaltando a inovação gráfica de representação conjunta do corte com a fachada). Como estudo de caso, pretendeu-se analisar desenhos de obras feitas no período de atuação de Villard, entre elas, desenhos da Catedral de Reims, Chartres e Amiens. Em função de alterações no cronograma, justificados no respectivo item, a pesquisa apresentou como estudo de caso apenas a catedral Notre-Dame de Reims.

#### **6. Objetivos específicos**

A pesquisa buscou entre seus objetivos específicos destacar a importância da representação da arquitetura no período medieval, bem como a relação com a atividade e o ensinamento prático no canteiro de obras dessa época. Outro objetivo foi estudar o histórico da matemática, particularmente da geometria, para melhor entender sua relação com as construções na Idade Média e a sua utilização pelos mestres construtores e arquitetos.

## 7. Recorte do objeto de pesquisa

Esta pesquisa teve como principais objetos de estudo os desenhos das catedrais que datam do mesmo período de atuação de Villard de Honnecourt, entre elas, a Catedral de Reims, Chartres e Amiens. Esta escolha deveu-se à importância dessas catedrais para a história da arquitetura e suas inovações estruturais para a época, bem como a sua representação feita naquele período e até hoje, a fim de analisar qual tipo de desenho melhor auxiliavam os mestres construtores. Como dito anteriormente no objetivo, o detalhamento do estudo de caso centrou-se apenas na catedral Notre-Dame de Reims.

### 7.1. Notre-Dame de Reims

A catedral de Notre-Dame de Reims localiza-se na região de Champagne, na França. Foi construída no século XIII, possuindo uma história bastante complexa, pois a obra foi interrompida em 1223, com o coro ainda não abobadado, até 1241. Ainda assim, até o século XIV, as seções superiores das torres continuavam em construção, sabe-se também que o projeto foi dirigido por quatro arquitetos em sucessão. Apesar de não saber ao certo a ordem, pode-se dizer que Jean d'Orbais, ativo entre os anos de 1211 – 1228, realizou os planos iniciais, mais tarde modificados. É possível ver as mudanças na estrutura do coral e na decoração esculpida dos portais (GRODECKI, 1978, p. 63).

Não apenas por razões arquitetônicas, a catedral de Reims é extraordinária também por seus motivos históricos, já que foi sede de uma grande diocese e parte das terras da coroa, ela era a catedral onde os monarcas franceses tradicionalmente se consagravam. Este foi um fator que sem dúvidas influenciou o esplendor do edifício, a opulência de sua decoração, seu status político e religioso elevado durante o século XIII (GRODECKI, 1978, p. 62).

Segundo Grodecki (1978, p. 62), a catedral é claramente uma imitação da catedral de Chartres, onde seus planos incluem um transepto ladeado por corredores laterais que são dobrados ao longo do coro. Seu espaço interno também é um exemplo perfeito de Chartres, possuindo o mesmo peso, força plástica, e abundância de filtragem da luz através de janelas duplas no clerestório, assim como nos corredores laterais e capelas. Entretanto, Reims se difere dela em alguns aspectos, como uma passagem na parede que corre ao longo da base das janelas das capelas e corredores laterais (GRODECKI, 1978, p. 62).

Na parte exterior, os arcobotantes e pilares, duplamente distribuídos, do cais até a parede da nave, com uma fileira dupla no coro, estão integrados no estilo e forma geral da estrutura. Além disso, os pináculos ecoavam a forma das torres e as estátuas de anjos, o que aponta novamente para a imaginação incomum com que o arquiteto de Reims transformou o modelo original (GRODECKI, 1978, p. 63). *“Architectonic and decorative elements alike contribute to the creation of this cathedral as a cosmic image: the Heavenly Church guarded by angels, its lofty western towers rising in hollow transparency.”* (GRODECKI, 1978, p. 63).



## 8. Metodologia

A pesquisa foi dividida em três momentos: o primeiro, referente a construção de repertório (revisão bibliográfica, levantamento de dados, quadros conceituais); o segundo tratou das investigações experimentais (confecção dos desenhos em laboratório); e um terceiro momento de reflexão teórica.

A parte teórica abrangeu pesquisas sobre o período de atuação de Honnecourt, realizada por meio de levantamentos bibliográficos, incluindo estudo sobre o período gótico da arquitetura, a história e o desenvolvimento da geometria com análise de obras de Euclides e Vitruvius, e a profissão do mestre de obras. Obteve-se ainda uma análise dos desenhos de Villard de Honnecourt da catedral de Reims.

A segunda parte – de experimentação prática – foi executada, principalmente, neste segundo semestre de pesquisa constituiu-se de:

- a) Interpretação e redesenho do corte e da fachada: impressão do desenho e elaboração dos redesenhos a mão livre. Nesta etapa de trabalho ocorreu o primeiro contato com os desenhos, e a primeira tentativa de entendimento de cada parte da catedral. Porém, ao longo do processo ajustes foram sendo feitos até chegar em desenhos, pode-se dizer, coerentes com a representação do corte e da fachada da catedral de Reims.
- b) Redesenhos do corte a mão utilizando instrumentos (régua e esquadro) em papel manteiga.
- c) No decorrer deste processo houve a necessidade de separar o desenho em camadas para a confecção da etapa d. Nesta etapa foi utilizada a mesa digital Cintiq, que possibilitou o desenho a mão livre digital juntamente com o *software Adobe Photoshop*. Este recurso foi necessário para a identificação de cada camada da catedral, para posterior corte a laser.
- d) Desenhos em CAD: Após as análises e redenhos feitos nos itens a, b e c, foram elaborados os desenhos finais em camadas utilizando software como Archicad e Autocad. Esses desenhos são precisos e limpos, e foram exportados para o *software* da cortadora a laser, chamado *Laserwork*.
- e) Processo de corte a laser: O *software Laserwork* recebe desenhos em formatos CAD, e 'imprime' os desenhos, nesse caso, em madeira mdf, utilizando o laser.

O terceiro momento da pesquisa consistiu na análise comparativa entre os três desenhos cortados a laser: desenho total da fachada; desenho total do corte e desenho ao modo de Villard de Honnecourt – representação do corte junto com a fachada no mesmo desenho.

## 9. Atividades desenvolvidas de janeiro a julho de 2014

No relatório parcial foram apresentados fichamentos relativos aos primeiros três meses de atividades. A partir do desenvolvimento da pesquisa houve necessidade de uma complementação da construção do repertório teórico. Para tanto, foram feitas novas leituras.

Foram feitos fichamentos dos seguintes textos:

- ATIQUE, Roberta Godoi Wik. **Geometria**. Disponível em:

<http://www.icmc.usp.br/pessoas/rwik/geometria/apostila.pdf>

- CARVALHO, Gisele de. GRIZ, Cristina. PEIXOTO, Angélica. Desenho de perspectiva e história da arquitetura: em busca de uma interdisciplinaridade. Curitiba, 2007. Disponível em:  
<[http://www.degraf.ufpr.br/artigos\\_graphica/DESENHODEPERSPECTIVAEHISTORIA.pdf](http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/DESENHODEPERSPECTIVAEHISTORIA.pdf)>
- EUCLIDES. **Os elementos**; tradução e introdução de Irineu Bicudo – São Paulo; Editora UNESP, 2009. Disponível em:  
<[http://books.google.com.br/books/about/Os\\_elementos.html?hl=pt-BR&id=um94A66MDxkC](http://books.google.com.br/books/about/Os_elementos.html?hl=pt-BR&id=um94A66MDxkC)>
- ISQUIERDO, **Cínthya Maria Rodrigues Álvares**. A geometria enraizada na obra: concepção e resolução. São Paulo, 2012.
- MIGUEL, Jorge Marão Carnielo. **Brunelleschi: o caçador de tesouros**. Vitruvius, 2003. Arqtextos. Disponível em:  
<<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/04.040/651>>
- ROZESTRATEN, Artur Simões. **Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na Antiguidade: origens e características das primeiras maquetes de arquitetos**. São Paulo, 2003.
- SOARES, Claudio Cesar Pinto. **Uma abordagem histórica e científica das técnicas de representação gráfica**. Curitiba, 2007. Disponível em:  
<[http://www.degraf.ufpr.br/artigos\\_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf](http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf)>
- VITRÚVIO, Marco Polião. **Tratado de Arquitetura**. M. Justino Maciel, tradução do latim, introdução e notas. Martins Fontes, 2008.

## 10. Análise teórica

### 10.1. Arquitetura e catedrais góticas

A arquitetura Gótica surgiu como um estilo no final da primeira metade do século XII, em *Île-de-France*, tendo a catedral de Sens (1130 – 1162) e a abadia de Saint-Denis (c. 1130 – 1140 e 1140 – 1144) como os dois exemplos mais proeminentes desta fase inicial de desenvolvimento. Outros exemplos encontram-se na Normandia e na Inglaterra, e também no oeste da França. No entanto, os acontecimentos que levaram à formação dessa arquitetura, são anteriores à sua aparência final, claramente identificável (GRODECKI, 1978, p. 23).

Os estilos românico e gótico, ao contrário dos estilos clássicos, que eram associados a Roma e com o mundo Antigo, estavam associados ao espantoso crescimento da tecnologia estrutural da Europa, com edifícios projetados originalmente para mostrar o poder da Igreja e seus ideais. Sua altura elevada, evocando efeitos espirituais, e a sua decoração descaradamente elaborada, completa com os vitrais,

ofereceu uma sensação de luxo e beleza “celeste” (MARQUARDT E JORDAN, 2009, p. 7).

Segundo alguns autores, a origem da palavra *gótico* está associada aos godos ou aos povos bárbaros do Norte, não se sabe ao certo, sendo escolhida pelos italianos do Renascimento a fim de descrever essas construções de proporções descomunais que, em sua opinião, estavam um pouco fora dos critérios bem proporcionados da arquitetura (LYRA, 2008, p. 42).

As bases da arquitetura gótica se estabeleceram nas Universidades, seguindo um severo postulado escolástico – Deus como unidade Suprema e Matemática. Abrangendo também as áreas da pintura e da escultura, o gótico, com suas formas verticais, a pureza das linhas e o recato da ornamentação na arquitetura resultavam numa renovação das formas e técnicas, com o objetivo de expressar a harmonia divina (LYRA, 2008, p. 42).

A arquitetura gótica tinha uma forte ligação com os princípios de um simbolismo teológico e com o pensamento escolástico: “As paredes eram a base espiritual da Igreja, os pilares representavam os santos, e os arcos e os nervos eram o caminho para Deus.” (LYRA, 2008, p. 43). Até mesmo nos vitrais dos edifícios, onde estavam gravados relatos e histórias contidas nas Sagradas Escrituras, o povo era ensinado, por meio da luminosidade de suas cores.

Duas das inovações mais importantes para a construção gótica, o arco ogival (responsável pela elevação vertical do edifício) e a abóbada cruzada (permite a cobertura de espaços quadrados, curvos ou irregulares), permitiram, entre outros fatores, a distribuição de luz no espaço, a desmaterialização de paredes e a elevação da catedral, características gerais de diferenciação da construção gótica (LYRA, 2008, p. 43).

Nas igrejas românicas, eram utilizados nas abóbadas os arcos de meia circunferência, o que fazia com que as paredes recebessem todo o peso da construção, fazendo com que fosse preciso uma estrutura lateral de alta resistência. Dessa forma, eram necessários pilares maciços, paredes mais espessas e poucas aberturas para fora. Esses fatores resultavam em pequenos espaços para as janelas, e consequentemente, em um escurecimento do interior da igreja.

A mudança veio com a substituição dos arcos de meia circunferência pelos arcos ogivais, que diminuía a pressão lateral exercida, permitindo uma maior articulação de forças. Dessa forma, através das nervuras estruturais desses arcos, as forças eram distribuídas para os pilares de sustentação e para os contrafortes no exterior podendo, assim, serem utilizados materiais mais leves tanto para a abóboda como para as bases de sustentação (LYRA, 2008, p. 43). Assim, pode-se dizer que os arcos ogivais permitiram a utilização de colunas mais esbeltas sem comprometer a estabilidade da estrutura (ROCHA). As paredes, que por sua vez, perdem a sua função estrutural, dão lugar aos grandes vitrais que proporcionam a distribuição de luz no interior do edifício.

Além disso, o sistema de suportes formado pelos arcobotantes e os pilares cantonados e fasciculados, pequenas colunas cilíndricas e nervos, tornou a parede ainda mais leve, fazendo com que os grandes vitrais e as rosáceas acentuarem a transparência da catedral (LYRA, 2008, p. 43).

## 10.2. Geometria

A ciência da geometria, de um modo geral, beneficiou muitas áreas de conhecimento, entre elas, a da arquitetura. Deve-se, portanto, destacar a sua importância na utilização dos sistemas geométricos de representação através do desenvolvimento de desenhos, bem como sua contribuição para a visão e raciocínio espacial, e na elaboração e construção da forma arquitetônica (ISQUIERDO, 2012, p. 7). Para Souza (p. 106), a geometria é para a arquitetura uma ferramenta indispensável na determinação e construção de volumes e espaços concebidos.

A geometria é considerada um ramo muito antigo da matemática que possui como objetos de estudo as figuras e os corpos geométricos e, segundo Isquierdo (2012, p. 17), ela proporciona a apreensão e compreensão de problemas gerais relacionados ao espaço, através do desenvolvimento do raciocínio, da capacidade de abstração e da visão espacial, o que torna-a também uma filosofia.

Em relação à sua origem, tem-se que no Egito antigo, na Babilônia e na Grécia, seus conhecimentos já eram dominados (ATIQUE, p. 1) e ligados às atividades necessárias ao dia-a-dia da população da época, como a divisão das terras férteis às margens dos rios, a construção de casas, e a previsão dos movimentos dos astros em relação à Terra. Além disso, para Isquierdo (2012, p. 25), com as enchentes do rio Nilo, as marcações de terrenos eram destruídas e, dessa forma, o conhecimento da geometria ligado à agrimensura era necessário para a devida reconstituição do espaço demarcado. A importância do saber geométrico nessa época foi também evidenciada com as construções das pirâmides.

Entretanto, para Atique (p. 1), a origem da geometria “como a conhecemos” estabeleceu-se na Grécia, no tempo de Ptolomeu I, época em que Euclides escreveu os “Elementos” (aproximadamente em 300 a.C.). São os grandes matemáticos gregos que darão forma à geometria (atribuindo-lhe características de ciência dedutiva), assim como à aritmética, à astronomia e à música. O suporte para o desenvolvimento constante da ciência é dado graças à construção de raciocínios atribuídos aos pensadores dessa época, que apresentam-se como figuras importantes por ilustrar um cenário histórico com registros da geometria e sua influência na compreensão do espaço e dos sistemas de representação (ISQUIERDO, 2012, p. 26-27). Entre eles pode-se citar Tales de Mileto, que deu origem à geometria dedutiva; Pitágoras, que relacionou os três lados de um triângulo retângulo, proporcionando o teorema que levou seu próprio nome, e que, além disso, realizou estudos com sólidos geométricos como o cubo, o tetraedro, o octaedro e a esfera; a obra “Timeu”, de Platão, que considera cinco figuras cósmicas perfeitas relacionadas com a origem do universo; e por fim, como já citado anteriormente, um dos trabalhos mais importante da matemática e geometria, os “Elementos”, de Euclides, que foi capaz de contribuir há mais de vinte séculos para o desenvolvimento da ciência (ISQUIERDO, 2012, p. 26-27). Pode-se citar também como importante protagonista do conhecimento baseado na matemática e na geometria, Vitruvius (aproximadamente 70-25 a.C.), engenheiro do Império Romano de Augusto que escreveu o Tratado de Arquitetura. No Tratado, ele expressa a organização dos saberes ligados à arquitetura e à prática do arquiteto.

Pode-se dizer, dessa forma, que o conhecimento geométrico ligado às questões filosóficas, bem como sua configuração gráfica através do desenho geométrico, são

importantes por possibilitarem reflexões sobre o espaço e a organização necessária à construção das formas nele inseridas. Estes fatores são evidenciados no decorrer dos séculos, até os dias de hoje, presente desde as atividades triviais até as que estão ligadas a áreas distintas das que a geometria está normalmente vinculada (ISQUIERDO, 2012, p. 38). A contribuição do raciocínio geométrico está presente desde a concepção de um projeto, momento em que surgem as primeiras ideias, até a representação do “espaço real”, quando o pensamento arquitetônico e a geometria estão interligados como forma de análise, é ela que faz a ligação entre o abstrato e o concreto (ISQUIERDO, 2012, p. 51-94).

### **10.2.1. Euclides**

Uma das obras de grande importância para o campo da prática construtiva durante toda Idade Média (particularmente nos séculos XII e XIII), e para o desenvolvimento e história da matemática, foi “Elementos”, de Euclides (FILHO, 2005, p. 8).

Não se sabe ao certo as datas de nascimento e morte de Euclides, mas atualmente, tem-se que ele foi intermediário entre os primeiros alunos de Platão e Arquimedes, e que viveu durante o reinado de Ptolomeu I. Dessa forma, pode-se dizer que ele nasceu em 325 a. C. e morreu em 265 a. C., e que em vida, recebeu seu treinamento em matemática em Atenas, na Academia de Platão. Fundou uma escola em Alexandria, e possuía um modo de estudo bastante teórico e investigativo, em oposição ao modo prático de trabalho (FILHO, 2005, p. 10-11).

Segundo Borges Filho (2005, p. 9), os “Elementos” de Euclides é a mais antiga obra matemática grega a chegar até nós: o trabalho de organização e sistematização foi tão memorável, que todas as obras matemáticas anteriores foram descartadas”. Sua obra está dividida em treze livros:

Livros I a IV – geometria plana elementar. São os únicos livros que comparecem com alguns ensinamentos nos desenhos e croquis dos séculos XII e XIII, em especial nos cadernos de Villard de Honnecourt.

Livro V – Teoria das Proporções de Eudoxo – forma puramente geométrica.

Livro VI – problemas de semelhança de figuras planas e retorna à secção áurea e ao Teorema de Pitágoras como teoremas referentes a razões entre grandezas.

Livros VII a IX – Teoria dos Números: divisibilidade de inteiros, adição de séries geométricas, algumas propriedades dos números primos e a prova de irracionalidade do número pi.

Livro X – classificação geométrica de irracionais quadráticos e suas raízes.

Livros XI a XIII – geometria sólida. Apresentam volumes dos paralelepípedos, do prisma e da pirâmide, à esfera, abrindo discussão sobre os cinco poliedros regulares (ou platônicos).

Euclides seguiu o que se pode chamar de “sistema axiomático”, em que a escolha das primeiras proposições, ou postulados, devia atender três exigências principais. A primeira exigência é a consistência, ou seja, a partir disso não se podem deduzir logicamente proposições contraditórias. Em segundo lugar, tem-se a

completude: entre quaisquer duas proposições contraditórias formuladas nos termos do sistema, uma pode ser corretamente demonstrada. A terceira e última exigência é a independência, em que nenhum postulado pode ser demonstrado a partir dos demais (BENJAMIN, 2010).

Vale ressaltar que os postulados que aparecem no início de sua obra são o ponto de chegada de uma importante reflexão que vai aparando o pensamento, utilizando, muitas vezes, teoremas como pontos de partida. Ou seja, a ordem de exposição do sistema, de natureza lógica, não segue a ordem que foi formulada. Além disso, Euclides escolhe partir de apenas cinco postulados para chegar em uma geometria completa, o que resulta no momento mais difícil da construção, já que as proposições utilizadas até aí resultam de outras proposições de pontos de partida desconhecidos (BENJAMIN, 2010).

Segundo Benjamin (2010), Euclides apresentou suas demonstrações de forma exhaustiva, mas que entretanto, não devem ser ignoradas, ou criticadas, deve-se entender neste ponto que a cultura helênica estava repleta de pensadores a postos para contestar as verdades mais evidentes. O resultado de tantas demonstrações foi o estabelecimento de uma rede em que todas as proposições se sustentam umas nas outras, proporcionando dessa forma, uma ciência racional, diferente das legadas pelos egípcios e babilônios. Tamanha é a importância desta obra para a história da matemática, os “Elementos” foi o único caso em que um único livro fundou uma disciplina científica (BENJAMIN, 2010).

Para Bicudo (2009, p. 13), “(...) se com Homero a língua grega alcançou a *perfeição*, atinge com Euclides a *precisão*.”; Bicudo ainda acrescenta que o conhecimento de os “Elementos” de Euclides pode ser tão importante para os estudiosos da matemática, quanto o conhecimento da arquitetura grega pode ser para um arquiteto. Com seu trabalho, Euclides desenvolve a habilidade de revelar verdades que são invisíveis “aos olhos da mente”, no caso das magnitudes irracionais e incomensuráveis, e cria modos e meios de lidar com elas. Nos “Elementos” é possível encontrar amostras da matemática que pode ser facilmente acessada e estudada por qualquer pessoa que possua um treino mínimo em matemática (BICUDO, 2009, p. 16).

Graças a Euclides, a estabilidade e a unidade da geometria permaneceram por mais de dois mil anos as mesmas, com acréscimos, mas com ausência de crises. Para Benjamin (2010), os demais ramos do conhecimento deviam inspirar-se nela.

#### **10.2.1.1. A geometria de Euclides e as catedrais góticas**

Em muitas construções góticas podem ser vistas a utilização da variação das formas de Euclides, como polígonos inscritos em um círculo. Na Idade Média, os construtores necessitavam de meios mais rápidos e práticos na construção de polígonos para, assim, poderem cortar os blocos de pedra para a construção. Assim, variações das proposições de Euclides acabavam sendo desenvolvidas (MINTO, 2009, p. 44).

É possível constatar a presença de muitos polígonos nos vitrais das catedrais góticas, como na figura abaixo: “O centro de cada círculo está ligado por linhas retas; o resultado é um quadrado inscrito em um círculo imaginário” (MINTO, 2009, p. 45).

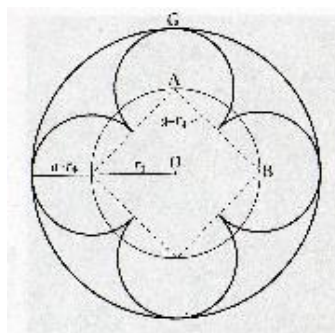


Figura 1: Desenhos de uma rosácea.

Fonte: MINTO, 2009, p. 44.

Este tipo de construção geométrica pode ser encontrado, segundo Minto (apud Heilbron), na catedral de Amiens, com oito lóbulos.

### 10.2.2. Vitruvius

Arquiteto da Roma Antiga, Marcus Vitruvius Pollio, ou Marco Vitruvius Polião nasceu e morreu por volta de 90 a. C. e 20 a. C., respectivamente (apesar de as datas de nascimento e morte serem controversas). Foi engenheiro militar, como supervisor permanente das máquinas, cargo designado pelo Imperador da época. Teve pouca prática e pouco sucesso na profissão de arquiteto (FILHO, 2005, p. 34).

Entretanto, a autoria da Basílica de Fano, sendo atribuída a Vitruvius, pode-se ter a certeza de que ele era realmente arquiteto e não construtor militar.

Seu trabalho, o livro *De Architectura Libri Decem*, ou Os Dez Livros da Arquitetura, escrito em aproximadamente em 27 a. C., foi o único trabalho da Arquitetura Antiga que sobreviveu, e por isso, tornou-se uma obra de grande importância principalmente para os italianos no Renascimento e leitura essencial para os arquitetos. Em seu tratado, discutiu a teoria e a prática da arte arquitetônica com grande precisão. O livro sempre serviu como manual técnico para uns e obra erudita para outros. (FILHO, 2005, p. 34-37).

O *De Architectura*, foi o mais famoso e importante texto do mundo ocidental, discutindo sobre arquitetura paisagística, arquitetura, engenharia civil, engenharia mecânica e planejamento urbano. Naquela época, o arquiteto era o *técnico principal*, e por isso a obra se estende por campos variados de conhecimento (FILHO, 2005, p. 78).

Segundo Filho (2005, p. 58), a obra abrange mais a área de engenharia do que de arquitetura especificamente, como a construção de portos, aquedutos, bombas, relógios e máquinas de guerra.

Mais que abordar sobre a arte de construir e a arquitetura propriamente dita, Vitruvius apresenta em sua obra os deveres do arquiteto. Para ele, o saber do arquiteto nasce da prática e da teoria, onde uma não pode se desvincular da outra, além de ser necessário que a arquitetura estabeleça uma dinâmica com 'as artes restantes' (VITRÚVIO, 2008, p. 61).

Outro conhecimento atribuído ao dever do arquiteto é o da geometria, que proporciona à arquitetura muitos recursos. Primeiro pelo uso de instrumentos –

compasso e esquadro - utilizados no desenho geométrico, que auxilia nas representações gráficas dos edifícios. Além disso, a óptica também seria importante, pois é a partir dela que se orientam corretamente os vãos de iluminação nas construções devido determinadas zonas da 'abóbada celeste'. E por fim, através dos conhecimentos sobre aritmética é possível calcular as despesas dos edifícios, definir a lógica das medidas e encontrar as soluções para problemas encontrados. (VITRÚVIO, 2008, p. 63)

Para Vitruvius, por estar relacionado a muitos saberes, o arquiteto não deve se formar de uma hora para outra, mas "(...) deveriam ser aqueles que desde meninos, subindo por esses degraus das disciplinas e alimentados pela ciência da maioria das letras e das artes atingissem o altíssimo templo da arquitetura." (VITRÚVIO, 2008, p. 73), ou seja, o arquiteto vai adquirindo experiências e conhecimentos de diversas áreas ao longo da vida. Porém, devido a amplitude de áreas a serem estudadas, o profissional da arquitetura não atinge plenitude do conhecimento desejado, mas apenas um saber mediano das várias especialidades (VITRÚVIO, 2008, p. 73).

Para Katinsky (1999, p.11), na verdade, o que se sabe sobre Vitruvius é o que ele mesmo conta em seu Tratado. Vitruvius ainda recebe, mesmo que incidentalmente, no século I, uma referência "(...) de um daqueles poderosos patrícios romanos (...)" (KATINSKY, 1999, p. 11), em que direcionava o leitor a consultar o livro do arquiteto/engenheiro militar, caso quisesse saber como se contrói um aqueduto. Tal referência é importante, segundo Katinsky (1999, p. 11) por coincidir com o ponto máximo da expansão imperial em relação a qualidade da construção da época.

Outra observação feita por Katinsky (1999, p. 23), é que apesar da importância do *De Architectura*, ele não deve ser considerado como fonte exclusiva para o estudo da Tecnologia clássica e da arte de construir, já que as grandes obras romanas são posteriores ao tratado.

### **10.3. Villard de Honnecourt**

Mestre de obras da Idade Média, Villard de Honnecourt, da Picardia no Ocidente europeu, deixou um manuscrito datado do século XIII, cerca de 1250 após outro trabalho monumental, o de Vitruvius, escrito na Antiguidade (aproximadamente em 27 a. C.). Ambos os trabalhos são importantes e ricos, no que diz respeito à qualidade do conhecimento geométrico entre os arquitetos mestres e construtores, porém, enquanto o conteúdo da obra de Vitruvius é relativamente de fácil compreensão (já que é explicitado no texto), o manuscrito de Villard, por outro lado, é mais difícil de compreender, pois ele é composto por desenhos que dificultam o entendimento para os que não tem o conhecimento da tradição oral daquela época (FILHO, 2005, p. 67-68).

Presente em seus desenhos, a Geometria Prática – Geometria Fabrorum – aparece como uma ferramenta para resolver os problemas diários no canteiro de obras, estudo que revela como fonte os excertos de *Os Elementos de Euclides* (FILHO, 2005, p. 68). Segundo Minto (2009, p. 13-14), o arquiteto sempre esteve ligado a esta prática de construir, como nessa época, em que se formava e se aprendia no próprio canteiro de obras. A comprovação das capacidades dessa figura importante que era o mestre de obras, e então arquiteto, era feita através da constatação do que era capaz de produzir no canteiro, ou seja, se ele o que ele projetava e construía era, de fato, bom. Pode-se



dizer que, nos dias de hoje, o ensinamento prático nos canteiros encontra-se, de certa forma, defasado, nas muitas escolas de arquitetura existentes (MINTO, 2009, p. 13-14).

Os cadernos de Honnecourt encontram-se hoje na Biblioteca Nacional de Paris, e estão infelizmente incompletos. Eles possuem uma característica de um caderno de anotações, contendo croquis rápidos, croquis mais elaborados, ideias, invenções e até receitas utilizadas pelo próprio Villard. No texto de abertura do trabalho pode-se verificar que o autor dedica a obra aos seus sucessores, que ao lerem, encontrarão conselhos sobre alvenaria e carpintaria, ajuda para desenhar figuras de acordo com a geometria.

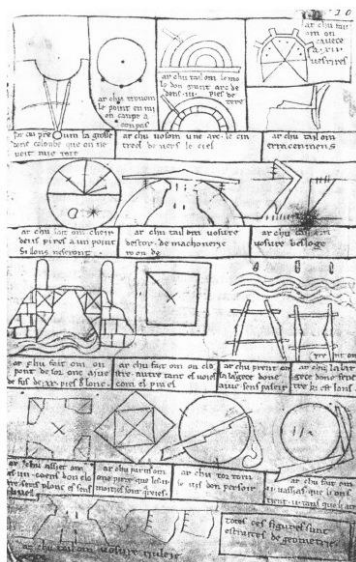


Figura 2: Folha F20 r do caderno de Villard de Honnecourt com esquemas geométricos de alvenaria.

Fonte: FILHO, 2005, p. 103

Honnecourt utilizava em sua obra a língua nacional, prática que se afirmava rapidamente em sua época nos documentos públicos, na literatura e nos escritos científicos, tomando o lugar do latim de norma culta (FILHO, 2005, p. 72).

O conteúdo dos cadernos está dividido em duas partes:

[...] numa parte, numerosos desenhos de figuras, homens, animais, motivos decorativos imaginados ou reproduzidos e noutra, projetos e levantamentos de máquinas e engenhos de canteiro de obras ou guerra, automação primitiva e acessórios móveis, figuras de geometria elementar e por fim plantas, elevações, cortes de edifícios e esquemas de construção ou detalhes técnicos (FILHO, 2005, p. 73).

Os desenhos técnicos presentes nos cadernos dividem-se em procedimentos práticos do canteiro, processos de traçado ou corte de pedras e que parecem ser das experiências do próprio autor. Outra parte abrange os mecanismos, que são desenhados ao natural ou de memória. Alguns dos desenhos ainda apresentam *recursos mneumônicos ou de visualização e recordação de propriedades geométricas*, que, segundo especialistas, são de reconhecimento do Ofício a que pertence o trabalhador, devendo ficar em segredo profissional, imposto pela Corporação. A figura abaixo é um exemplo desse recurso que deveria ficar oculto, chamado também *figuras*

*de memória*. Pode-se dizer que ele apresenta uma contribuição do quanto à geometria Euclidiana era conhecida e dominada na prática, já que o estudo da teoria era feito apenas nas Escolas Episcopais e Universidades (FILHO, 2005, p.74).

Segundo ainda Borges Filho (2005, p. 74), os cadernos de Villard foram encadernados e costurados a fim de que os desenhos e notas pudessem ser manuseados facilmente, enfatizando a sua utilização prática.

#### **10.4. O desenho de perspectiva**

O desenho é um instrumento fundamental para o arquiteto. Seja no processo projetual, em que ele é utilizado para a tradução de soluções, seja na representação visual da forma e na construção de modelos. Em geral, independente de como ele se manifesta, o seu objetivo é o da comunicação, pois possui um caráter de linguagem universal. É ele que faz a ligação entre o pensamento e o que se deseja projetar, entre o criador, o projetista, e aquele a quem a criação se destina (CARVALHO, GRIZ E PEIXOTO, 2007, p. 3).

Dessa forma, é necessário que se tenha o conhecimento e domínio das técnicas de representação, uma vez que a expressão gráfica através do desenho é de grande importância para o desenvolvimento do pensamento arquitetônico e que acompanha o criador desde o momento de concepção do projeto, até a sua execução final.

Entre as diversas maneiras de representar e conceber a arquitetura foi o desenho de perspectiva, técnica essencial que foi demonstrada pela primeira vez por Filippo Brunelleschi, no início do século XV, e descrita formalmente por Leon Battista Alberti. Foi graças a perspectiva e à utilização dos princípios matemáticos, que a representação do espaço tridimensional a partir de uma superfície plana foi possível (MIGUEL, 2003). Outros artistas foram aprimorando este estudo a partir de então, como Leonardo Da Vinci. Antes do Renascimento, as perspectivas medievais eram pouco precisas e não revelavam a aplicação de regras (SOARES, 2007, p. 5).

Ao descobrir a perspectiva linear, Brunelleschi será pioneiro na concepção da arquitetura como espaço, e irá constituir uma base nova para novas artes – pintura, escultura, arquitetura e cenografia teatral – que tem o desenho como princípio. Para ele “(...) a perspectiva consiste em dar com exatidão e racionalidade a diminuição e o aumento das coisas, que resulta para o olho humano o afastamento ou a proximidade das casas, planos, montanhas, paisagens de todas as espécies.” (MIGUEL, 2003). Segundo Miguel (2003), essa nova técnica, chamada de “perspectiva artificialis”, possui rigorosa exatidão matemática e pressupõe um mecanismo de visão com um ponto único e imóvel, respeitando as condições naturais da visão, o que não ocorria na Antiguidade, época em que a curvatura do campo visual era ignorada.

Pode-se dizer que Brunelleschi é o arquiteto do Renascimento que domina a técnica e traz a inovação do procedimento, integrando o fazer e o pensar. Sua descoberta, juntamente com o seu projeto da cúpula da Santa Maria Del Fiore, foram um marco para a arquitetura, bem como para o pensamento criativo, crítico e científico, que se diferenciavam do pensamento dogmático daquela época (ROZESTRATEN, 2003, p. 222).

## 10.5. Modelo e Maquete na história da arquitetura

Segundo Rozestraten (2003, p. 1), em geral pouco se sabe sobre a história dos modelos tridimensionais na arquitetura, principalmente quando relacionados à Antiguidade e à Idade Média. As grandes obras desse período são, na opinião de arquitetos contemporâneos, inconcebíveis sem a fase de experimentação com o uso de maquetes e desenhos de estudo.

Em geral, os objetos tridimensionais com formas arquitetônicas da Antiguidade, tem origem na relação com as atividades como agricultura, cerâmica, e com a construção de arquiteturas perenes com materiais como terra e pedras, o que torna essa produção de modelos arquitetônicos como uma manifestação artística comum a diferentes civilizações (ROZESTRATEN, 2003, p. 6).

Quando se trata desses objetos na Antiguidade, as informações obtidas são, frequentemente, imprecisas e especulativas. Entretanto, sua história é mais conhecida a partir do Renascimento, período em que pode ser atribuída a origem do modelo (ou maquete) conhecido nos dias de hoje. Modelo este que passou por mudanças, ganhando novas formas de execução, novas técnicas e novos materiais (ROZESTRATEN, 2003, p. 15 - 16).

Pode-se destacar o arquiteto Filippo Brunelleschi pela utilização de modelos e maquetes durante o Renascimento. Ele elaborou estudos em madeira e argila, para experimentação no processo de projeto para a solução arquitetônica e construtiva da cúpula de Santa Maria Del Fiore, em Florença (ROZESTRATEN, 2003, p. 221). O uso de maquetes e modelos tridimensionais foi integrado de forma pioneira a um processo de projeto científico por Brunelleschi, momento este que pode ser considerado um marco na história (ROZESTRATEN, 2003, p. 222).

Com o advento da industrialização, e os desenhos técnicos ganhando maior precisão para fins de produção em série, os modelos tridimensionais ganham um novo conceito, que é o de protótipo. O que significa proporcionar um modelo padrão e exemplar daquilo que se tem a intenção de produzir ou construir. Pode-se dizer, dessa forma, que a maquete não somente representa uma obra, mas antecipa o projeto em escala reduzida, e expõe pela primeira vez ao público uma prévia da realidade a ser construída. Elas podem ser utilizadas para diferentes finalidades, com diferentes tipos: avaliação das relações do lugar; estudos de simulações; maquetes em escala real; e apresentação do projeto para vendas e promoção (KOWALTOWSKI, MOREIRA e PETRECHE, 2011, p. 109).

A maquete, portanto, é uma ferramenta a ser utilizada junto com o desenho de arquitetura, pois ambos são instrumentos que se complementam e que possibilitam um melhor entendimento e representação do projeto arquitetônico. Além de permitir que o arquiteto possua um controle mais efetivo de sua obra (BASSO, 2005).

Hoje, com a introdução das novas tecnologias no campo da informática, novas ferramentas passaram a ser introduzidas no processo de projetar, são as chamadas maquetes eletrônicas ou modelos virtuais. A adoção desse método possibilitou também o surgimento de novas formas arquitetônicas, mais complexas, e de organização do espaço. Ou seja, essa mudança transformou não só a forma de projetar, mas também

a visão dos arquitetos, que passam a propor uma nova arquitetura (MCGRATH e GARDNER, 2007).

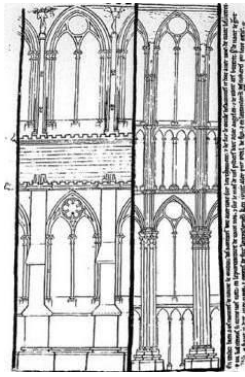
A utilização de ferramentas como CAD, facilitou a representação bidimensional e tridimensional, proporcionando uma visualização imediata do objeto no espaço. Softwares como Sketchup e Revit permitem a geração de modelos virtuais, assim como a obtenção de perspectivas a partir dele, do ponto de vista de um observador, ou de qualquer outro que se tenha interesse. Ou seja, as possibilidades de trabalho e visualização do projeto arquitetônico no meio informatizados são inúmeras (BASSO, 2005). Além disso, a utilização dessas mídias digitais, ao proporcionar um novo olhar ao desenho e às próprias maquetes no processo criativo, proporcionou também a inserção da melhoria no tempo de trabalho e facilidade com essas novas informações. “O que pode e deve ser associada aos croquis e às maquetes físicas, cuja manipulação resolve o problema das limitações das maquetes eletrônicas e facilita o diálogo entre as tecnologias e linguagens.” (KOWALTOWSKI, MOREIRA e PETRECHE, 2011, p. 110).

Dessa forma, pode-se dizer que é função do arquiteto escolher qual a melhor forma de representação a ser feita, seja a maquete física ou eletrônica, seja combiná-las com outras formas de representação, de modo a ser de suficiente entendimento do projeto, a fim de tornar clara a proposta a ser construída.

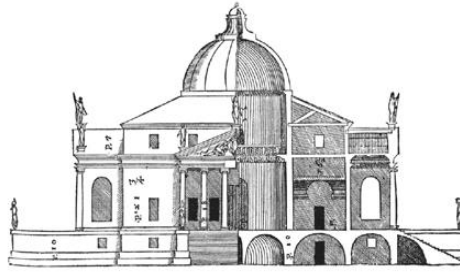
## **11. Produtos e considerações finais**

Dentre as imagens encontradas, utilizou-se como principal referência para o produto final deste trabalho a figura onde o corte-fachada (figura 3) se apresentam no mesmo desenho feito por Villard de Honnecourt. Esta e outras imagens do mestre de obras foram encontradas em seu manuscrito no site da Biblioteca Nacional da França e no trabalho de Borges Filho (2005). Imagem esta que apresenta uma inovação na maneira de representar a arquitetura e também a busca pelo entendimento de projeto elaborado por Honnecourt na Idade Média.

O desenho de corte-fachada também foi apresentado na exposição *Palladio Virtuel* elaborada pelo arquiteto Peter Eisenman, realizada na Galeria da Yale *School of Architecture*, nos Estados Unidos, em 2012. A exposição mostra as Villas de Andrea Palladio, arquiteto do século XVI, que utilizou a mesma forma de representação de Honnecourt (figura 4). As de Palladio são exibidas em três seções: “As Villas Clássicas: a crise iminente da síntese”; “Os projetos barchessa: Extensões na paisagem”; e “*The virtual Villa: A dissipação do tipo Villa*”. Entre os trabalhos exibidos, estão modelos físicos, feitos com prototipagem rápida, dispostos em quadros colocados nas paredes (figura 5). Dessa forma, Eisenman apresenta novas formas de utilização de modelos físicos, colaborando para a compreensão de edifícios históricos de referência.



(3)



(4)



(5)

Figura 3: Desenho de Villard de Honnecourt: elevações internas e externas da catedral de Reims. Fonte: FILHO, 2005, p. 114-115.

Figura 4: Desenho de Andrea Palladio: Villa *La Rotonda* – fachada e corte.

Fonte: <[http://www.palladiancenter.org/palladian\\_studies.html](http://www.palladiancenter.org/palladian_studies.html)>

Figura 5: Imagens da exposição Palladio Virtual.

Fonte: <<http://www.archdaily.com/265587/palladio-virtuel-exhibition/>>

Para que fosse possível a realização dos produtos finais foi imprescindível a busca por imagens de peças gráficas da catedral, como planta, cortes e fachadas, e até mesmo fotografias, para que pudessem ser feitos os redesenhos e, ao final do processo, a execução da representação bidimensional com profundidade (Utilizou-se este termo pois o produto final é um desenho que adquiriu profundidade com a adição de camadas e, dessa forma, ele não é classificado nem como desenho e nem como maquete física, mas aproxima-se de ambos), pela pesquisadora.

Entretanto, houve uma considerável dificuldade em encontrar os materiais para o auxílio na elaboração dos produtos. Foram consultados livros da biblioteca da Escola de Engenharia de São Carlos e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de São Paulo - USP. Entrou-se em contato também com outras bibliotecas via internet, como a da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, e a Biblioteca Nacional de Paris, onde se localiza o manuscrito de Villard de Honnecourt.

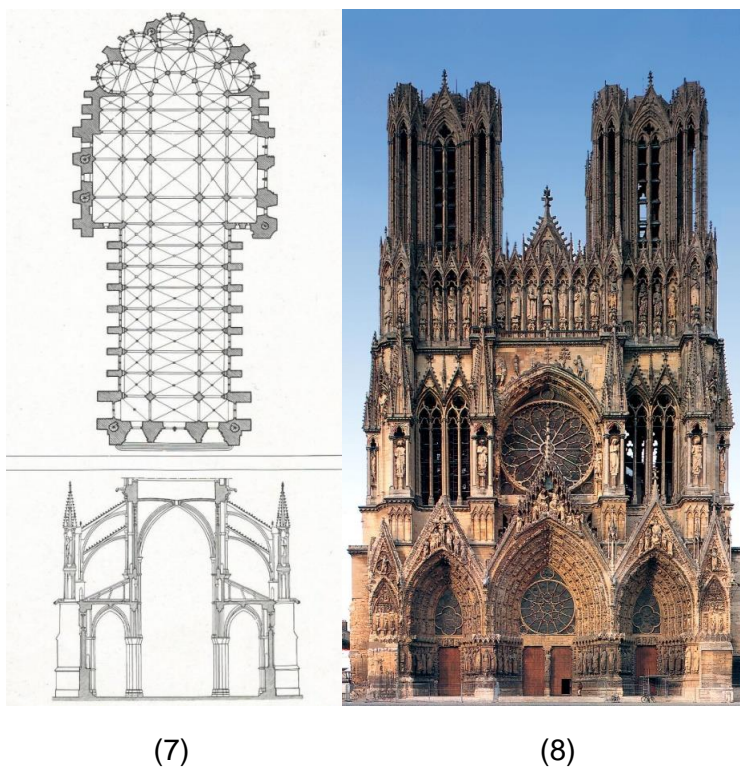
Além disso, foram feitas buscas em sites variados, onde a pesquisadora entrou em contato com estudantes de arquitetura da Espanha, os quais possuem imagens de uma maquete de partes da catedral de Reims (figura 6) publicadas em um blog. Apesar disso, os estudantes não forneceram os desenhos utilizados para a confecção da maquete.



Figura 6: Maquete finalizada do corte da Catedral de Reims

Fonte: <http://www.taringa.net/posts/imagenes/7979316/Mi-Maqueta-de-la-Catedral-de-Reims-Corte-estructural.html>

Ao final das buscas, foram encontradas uma imagem de corte e uma de planta (figura 7), retiradas do livro de Grodeki (1978, p. 56.), porém sem cotas e escalas. Já a imagem da peça gráfica da fachada não foi encontrada, sendo este produto realizado com o auxílio de fotografia (figura 8).



(7)

(8)

Figura 7: Planta e corte da catedral Notre-Dame de Reims. Fonte: GRODEKI, 1978, p. 56.

Figura 8: Foto da Fachada principal da catedral Notre-Dame de Reims. Fonte: <http://pt.dreamstime.com/imagens-de-stock-catedral-notre-dame-de-reims-image2131334>

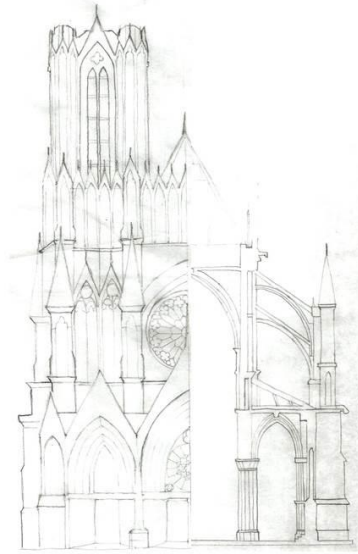


Figura 9: Desenhos a mão livre da fachada e do corte da catedral de Reims a partir do desenho do corte e da foto da fachada. Autor: Flávia Massaro Fonseca, 2014.

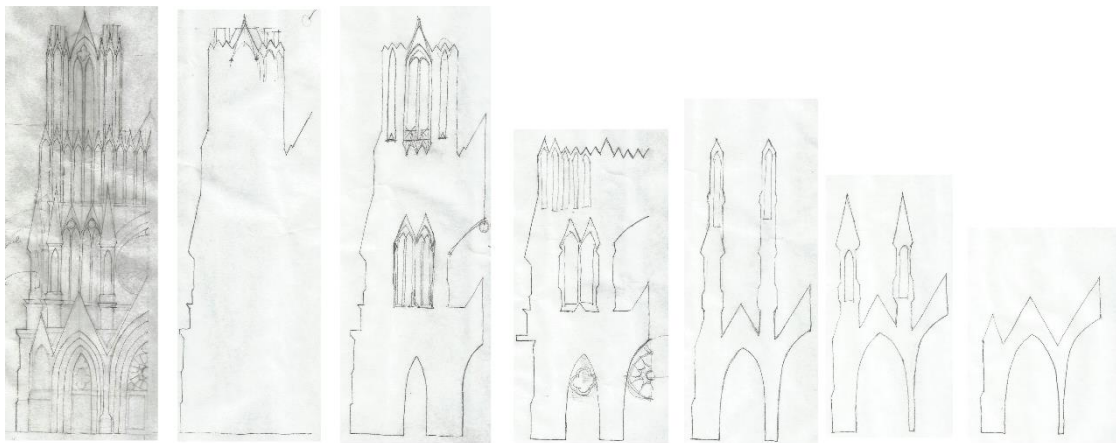


Figura 10: Desenhos da fachada da catedral de Reims em camadas feitos a mão livre. Autor: Flávia Massaro Fonseca, 2014.

As figuras 9 e 10 acima, mostram os produtos iniciais feitos a partir das imagens encontradas. Na execução destes trabalhos ocorreu o primeiro contato com os desenhos e a primeira tentativa de entendimento das partes da catedral. Vale ressaltar que nesta etapa foram colocadas as medidas reais do edifício utilizando a ferramenta *google maps*, para posterior ajuste em escala desejada por meio do *software CorelDraw*. Foram feitos uma série de desenhos, ajustando as proporções e buscando traços cada vez mais limpos, ao longo das etapas.

Feitos os desenhos à mão livre, seguiu-se redesenhando-os à mão, porém, com a utilização de instrumentos (régua e esquadro) em papel manteiga (figura 11), o que permitiu o estabelecimento de medidas um pouco mais precisas quando comparadas ao desenho livre.

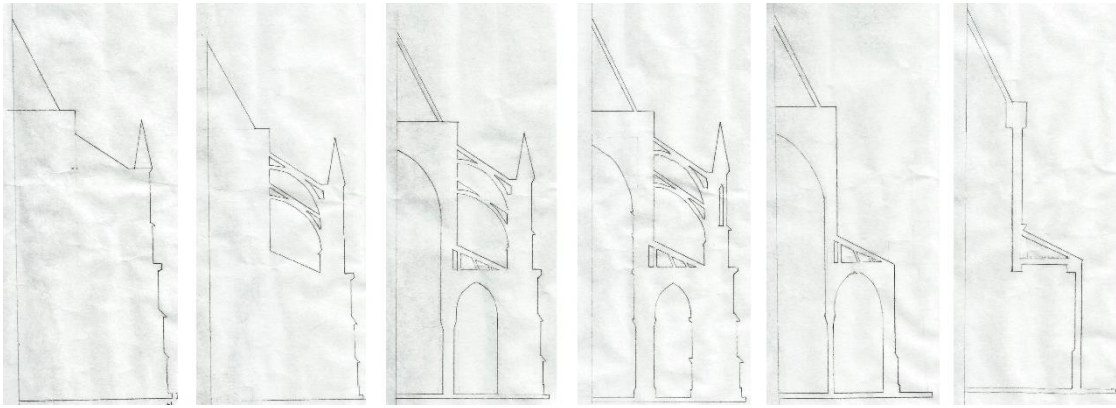


Figura 11: Desenhos do corte da catedral de Reims em camadas feitos a mão com utilização de instrumentos. Autor: Flávia Massaro Fonseca, 2014.

Para separar os desenhos em camadas para a posterior confecção com a cortadora a laser, foram feitos estudos utilizando a mesa digitalizadora cintiq o *software Adobe Photoshop* que, juntos, possibilitaram o desenho livre digital e a separação em *layers*, ou camadas (figura 12) Com estes recursos foi possível separar as camadas por cores diferentes, o que facilitou o estudo das mesmas separadamente.

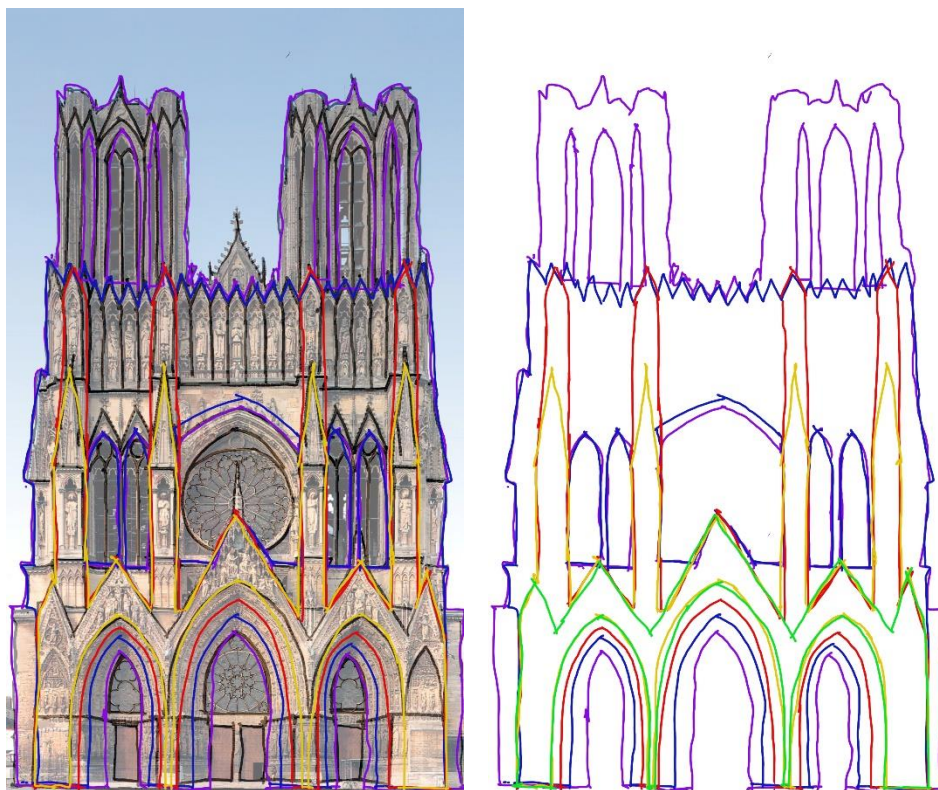


Figura 12: Desenho da fachada da catedral de Reims sobre foto através do uso de mesa digitalizadora cintiq. Autor: Flávia Massaro Fonseca, 2014

Com as análises, redesenhos e separação de camadas executadas, os desenhos foram elaborados novamente utilizando *software* como *Archicad* (figuras 13 a 16). Estes recursos permitiram desenhos precisos e limpos, sendo então, exportados para o *software* da cortadora a laser, chamado *Laserwork*. Este último recurso recebe os desenhos em formato CAD e os 'imprime', nesse caso, em madeira mdf através do laser (figura 17). É importante também constatar que, mesmo nesta etapa de 'transferir'



os desenhos feitos a mão para o computador, as representações ainda foram sendo alteradas, pois a cada processo, uma nova leitura era feita, havendo um entendimento maior sobre o que está desenhado.

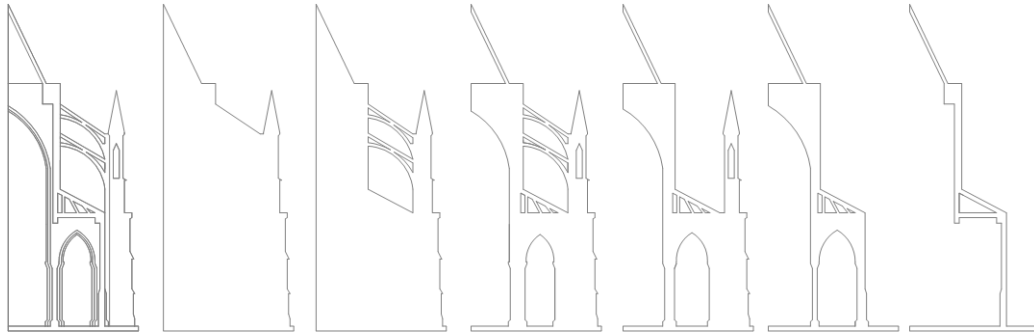


Figura 13: Desenhos do corte de catedral de Reims em camadas feitos no *Archicad*. Autor: Flávia Massaro Fonseca, 2014.

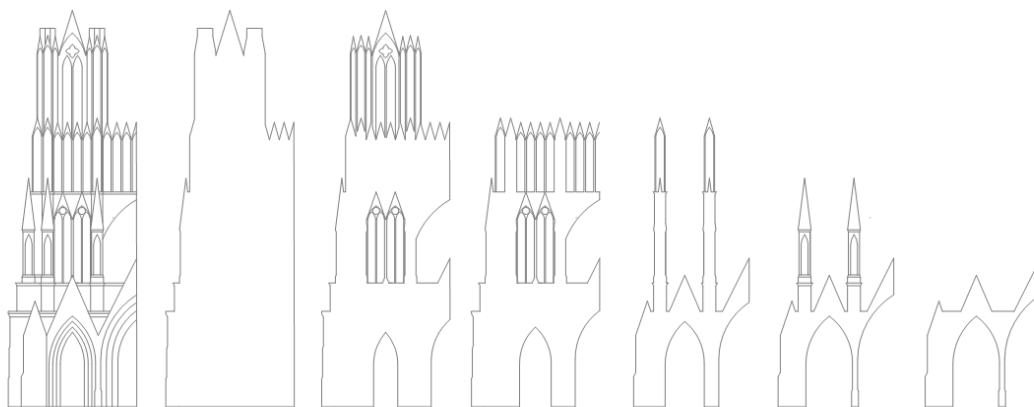


Figura 14: Desenhos da fachada da catedral de Reims em camadas feitos no *Archicad*. Autor: Flávia Massaro Fonseca, 2014.



Figura 15: Desenho da rosácea do vitral principal da catedral de Reims feito no *Archicad*. Autor: Flávia Massaro Fonseca, 2014.

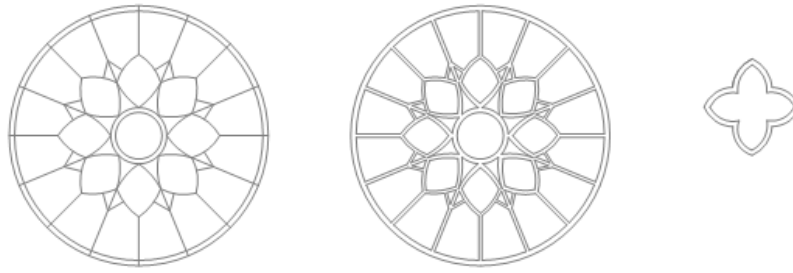


Figura 16: Desenhos de rosáceas de outros vitrais da catedral de Reims feitos no *Archicad*.  
Autor: Flávia Massaro Fonseca.

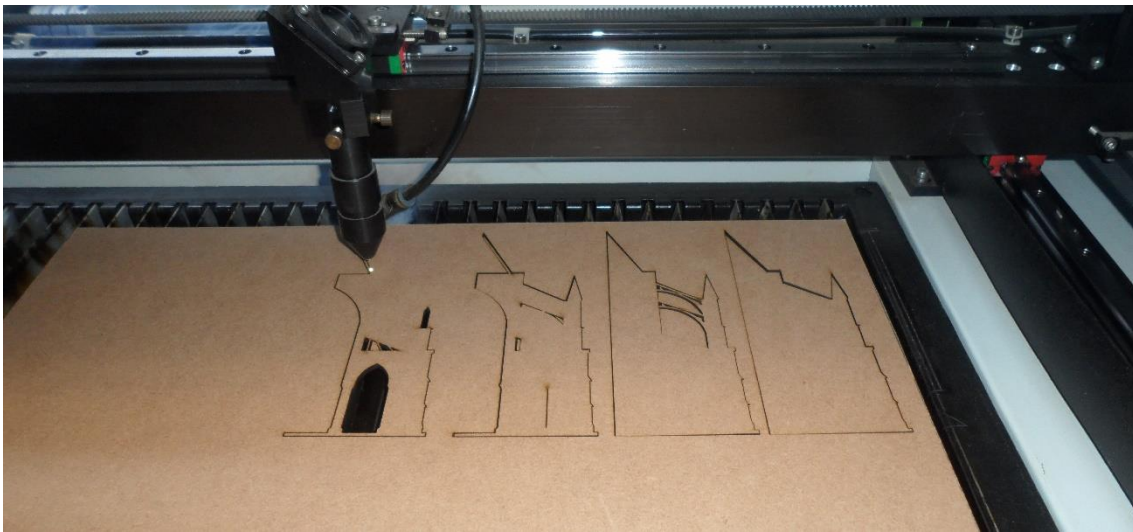


Figura 17: Processo de corte a laser no laboratório de modelos e maquetes do IAU-USP. Foto:  
Flávia Massaro Fonseca, 2014.

Como produtos finais da pesquisa, obteve-se então três desenhos cortados a laser: desenho total da fachada (figura 18); desenho total do corte (figura 20) e desenho ao modo de Villard de Honnecourt (figura 19) – representação do corte junto com a fachada no mesmo desenho. A escolha pela realização dos desenhos inteiros do corte e da fachada buscou uma apropriação de forma mais didática do objeto de estudo, resultando numa familiarização e facilidade no entendimento, já que para realizar o processo em camadas, foi preciso entender anteriormente, a catedral como um todo.



(18)

(19)

(20)

Figura 18: Desenho com profundidade da fachada da catedral de Reims. Madeira cortada a laser. Autor: Flávia Massaro Fonseca, 2014.

Figura 19: Desenho com profundidade da fachada junto com o corte da catedral de Reims. Madeira cortada a laser. Autor: Flávia Massaro Fonseca.

Figura 20: Desenho com profundidade do corte da catedral de Reims. Madeira cortada a laser. Autor: Flávia Massaro Fonseca.

Estes três desenhos, sendo acrescentados com a profundidade das camadas, dá indícios de uma representação em perspectiva, e traz consigo o processo de hibridização. Ou seja, utiliza duas formas de representar arquitetura, mas que, ao mesmo tempo, aborda um novo objeto, fazendo a ligação entre o desenho e o modelo, ferramentas tão importantes para o processo de projeto e representação da arquitetura, como foi abordado ao longo deste relatório.

Pode-se dizer, dessa forma, que este estudo realizado foi importante por trazer uma investigação sobre a forma de se representar a arquitetura no século XIII, época em que a construção de um edifício não utilizava desenhos feitos com ferramentas de alta precisão, como hoje. A elaboração de redenhos e modelos da catedral Notre-Dame de Reims possibilitou a compreensão de como a obra e a sua representação interagiam naquele período. Além disso, foi importante também por trazer à luz as possíveis dificuldades encontradas nos canteiros de obra na feitoria das obras por meio da leitura desses desenhos, bem como a riqueza gráfica ali presente, principalmente ao ressaltar a inovação de representação conjunta do corte com a fachada. É imprescindível, neste momento, ressaltar a importância da representação feita pelo mestre de obras ainda no século XIII, que sistematizou e articulou representações externa e interna de um edifício no mesmo desenho. Representação esta que será retomada apenas três séculos depois, por Palladio, no período do Renascimento.

Diferentemente da Idade Média, nos dias atuais os projetos são assessorados por novos recursos tecnológicos, tanto na área dos desenhos, como na área dos modelos. A utilização da mesa digitalizadora cintiq proporcionou também organização o

desenvolvimento de um desenho melhor detalhado através de seu *zoom*. Soma-se a isto a contribuição da cortadora a laser, que completou este processo com impressões de alta definição em escalas mínimas, o que não seria possível sem a mesma. Dessa forma, pode-se inferir que a utilização de ferramentas de alta precisão, combinadas com a análise de desenhos e redesenhos feitos à mão livre, tornou possível não apenas um maior detalhamento sobre o objeto de pesquisa, mas permitiu também a construção de um novo olhar e o entendimento sobre o que está sendo produzido, bem como ressaltar a importância deste estudo e sistematização de formas de representação para a arquitetura.

## **12. Atividades acadêmicas e científicas**

### **12.1. 1º Seminário de pesquisa do N.ELAC**

Ocorreu no dia 26 de março de 2014 o 1º Seminário de pesquisa do grupo de pesquisa do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP, N.ELAC – Núcleo de apoio à pesquisa em estudo de linguagem em arquitetura e cidade, do qual a pesquisadora faz parte. Neste seminário os integrantes do grupo apresentaram suas pesquisas à alunos e professores do IAU, promovendo, dessa forma, um maior contato do Instituto bem como do próprio grupo com as pesquisas foram concluídas, ou que ainda estão em andamento no N.ELAC.

### **12.2. SIGRADI**

Ocorrerá nos dias 12, 13 e 14 de novembro de 2014, na *Facultad de Arquitectura – Universidad de la República*, na cidade de Montevideo, no Uruguai, o 18º SIGRADI – *Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital – “Design in Freedom”*, cujo artigo elaborado pela pesquisadora foi aceito. O congresso traz uma reflexão sobre a liberdade, com o intuito de superação dos limites do design das novas ferramentas, e também a capacidade de criar ou compartilhar essas novas ferramentas com arquitetos, designers, artistas plásticos e áreas que envolvem atividades criativas, desenvolvedores, programadores e usuários.

### **12.3. SIICUSP**

Ocorrerá nos dias 15,16 e 17 de outubro de 2014 na cidade de São Paulo o 22º SIICUSP – “Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP”, do qual a pesquisadora aguarda o parecer do trabalho inscrito. O Simpósio tem como objetivo tornar público os resultados dos projetos de pesquisas realizados pelos alunos de graduação da USP e outras instituições nacionais e internacionais.

## **13. Referências bibliográficas**

ATIQUE, Roberta Godoi Wik. **Geometria**. Disponível em:

<http://www.icmc.usp.br/pessoas/rwik/geometria/apostila.pdf>

BASSO, A. C. F. **A ideia do Modelo Tridimensional em Arquitetura**. São Carlos, 2005

BENJAMIN, César. **Euclides e a geometria**. Folha de São Paulo, Ilustríssima. São Paulo. Disponível em:

<<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ilustrissima/il0108201001.htm>>

CARVALHO, Gisele de. GRIZ, Cristina. PEIXOTO, Angélica. **Desenho de perspectiva e história da arquitetura: em busca de uma interdisciplinaridade**. Curitiba, 2007.

Disponível em:

<[http://www.degraf.ufpr.br/artigos\\_graphica/DESENHODEPERSPECTIVAEHISTORIA.pdf](http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/DESENHODEPERSPECTIVAEHISTORIA.pdf)>

EUCLIDES. **Os elementos**; tradução e introdução de Irineu Bicudo – São Paulo; Editora UNESP, 2009. Disponível em:

<[http://books.google.com.br/books/about/Os\\_elementos.html?hl=pt-BR&id=um94A66MDxkC](http://books.google.com.br/books/about/Os_elementos.html?hl=pt-BR&id=um94A66MDxkC)>

FABRICIO, M. M.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. de C.; PETRECHE, J. R. D. **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FILHO, Francisco Borges. **O Desenho e o Canteiro no Renascimento Medieval (séculos XII e XIII): Indicativos da formação dos arquitetos mestres construtores**. São Paulo: FAUUSP, 2005.

FLORES, C. R. **A problemática do desenho em perspectiva: uma questão de convenção**. In.: Zetetiké, Campinas, v. 11, nº 19, 2003.

GOUVEIA, Anna Paula Silva. **O croqui do arquiteto e o ensino do desenho**. Tese apresentada à FAUUSP para obtenção do título de Doutor. FAUUSP, 1998.

GRODECKI, Louis. **Gothic Architecture**. Milão: Electa Editrice, 1978.

ISQUIERDO, **Cíntya Maria Rodrigues Álvares**. A geometria enraizada na obra: concepção e resolução. São Paulo, 2012.

LYRA, Wilton Luiz Duque. **Intercomunicação entre matemática – ciência – arte: um estudo sobre as implicações das geometrias na produção artística desde o gótico até o surrealismo**. São Paulo: USP, 2008.

MACGRATH, B.; GARDNER, J. **Cinematics, Architectural Drawing Today**. Introduction. Chichester: John Wiley & Sons, 2007.

MARQUARDT, Janet T.; JORDAN, Alyce A.. **Medieval Art and Architecture after the Middle Ages**. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing, 2009.

MIGUEL, Jorge Marão Carnielo. **Brunelleschi: o caçador de tesouros**. Vitruvius, 2003. Arqtextos. Disponível em:

<<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/04.040/651>>

MINTO, Fernando Cesar Negrini. **A experimentação prática construtiva na formação do arquiteto**. São Paulo: FAUUSP, 2009.

REBELLO, Yopanan; ELOY, Edison; LEITE, Maria Amélia D’Azevedo. **A métrica da forma**. In: **Arquitetura e Urbanismo**, out, 2006.

ROCHA, Bruno Massara. **A Arquitetura Gótica**.

Disponível em: <[http://www.territorios.org/teoria/H\\_C\\_gotica.html](http://www.territorios.org/teoria/H_C_gotica.html)>

ROZESTRATEN, Artur Simões. **Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na Antiguidade: origens e características das primeiras maquetes de arquitetos.** São Paulo, 2003.

SOARES, Claudio Cesar Pinto. **Uma abordagem histórica e científica das técnicas de representação gráfica.** Curitiba, 2007. Disponível em:

<[http://www.degraf.ufpr.br/artigos\\_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf](http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf)>

SOUZA, Edison Eloy. **Arquitetura e geometria.** Disponível em: <[http://www.usjt.br/arq.urb/numero\\_01/artigo\\_06\\_180908.pdf](http://www.usjt.br/arq.urb/numero_01/artigo_06_180908.pdf)>

TAVARES, Paula. **O desenho como ferramenta universal. O contributo do processo do desenho na metodologia projectual.** Revista de Estudos Politécnicos, 2009, Vol VII, nº12, 007-024, pág. 12. Disponível em: <<http://www.scielo.oces.mtces.pt/pdf/tek/n12/n12a02.pdf>>

VITRÚVIO, Marco Polião. **Tratado de Arquitetura.** M. Justino Maciel, tradução do latim, introdução e notas. Martins Fontes, 2008.

VITRÚVIO, Marco Polião. **Da Arquitetura.** Introdução de Julio Roberto Katinsky. Hucitec, São Paulo, 1999.

## 14. Anexos

### 14.1. Fichamentos

A elaboração de fichamentos de citação de alguns temas importantes para a pesquisa, com citações de trechos fieis das obras tem a finalidade de não alterar o pensamento do autor.

**14.1.1. ATIQUE, Roberta Godoi Wik. Geometria.** Disponível em:

<<http://www.icmc.usp.br/pessoas/rwik/geometria/apostila.pdf>>

A Geometria é uma ciência muito antiga. Conhecimentos geométricos não triviais já eram dominados no Egito antigo, na Babilônia e na Grécia. Na forma como a conhecemos, podemos estabelecer o seu ponto inicial na Grécia, no tempo de Ptolomeu I, quando Euclides escreveu os Elementos (por volta do ano 300 a.C.). Euclides e seus predecessores reconheceram o que nos dias de hoje todo estudante de Filosofia sabe: que não se pode provar tudo. Na construção de uma estrutura lógica, uma ou mais proposições devem sempre ser admitidas como axiomas a partir dos quais todas as outras são deduzidas (p. 1).

Tanto esforço despendido redundou não apenas na descoberta da nova geometria, mas num profundo entendimento das bases sobre as quais ela e a geometria euclidiana se assentam. Talvez a descoberta da nova geometria pudesse ter sido feita em época mais remota se não existissem os preconceitos de que a geometria euclidiana era a única possível e de que era a geometria do universo. Um preconceito tão forte que impediu Gauss, a fiome dominante do século XIX, de publicar os próprios achados sobre o assunto (p. 2).

Euclides propôs 5 postulados que pareceram tão claros que qualquer pessoa poderia aceitá-los sem uma prova. A partir destes postulados ele provou em torno de 500 teoremas.

Euclides apresentou seus axiomas divididos em 2 grupos: as noções comuns e os postulados. A distinção entre eles não é muito clara. As noções comuns parecem ter sido consideradas como hipóteses aceitáveis a todas as ciências ou admissíveis por qualquer pessoa, enquanto que os postulados seriam hipóteses peculiares da geometria (p. 2-3).

**14.1.2. CARVALHO, Gisele de. GRIZ, Cristina. PEIXOTO, Angélica. Desenho de perspectiva e história da arquitetura: em busca de uma interdisciplinaridade.** Curitiba, 2007. Disponível em: <[http://www.degraf.ufpr.br/artigos\\_graphica/DESENHODEPERSPECTIVAEHISTORIA.pdf](http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/DESENHODEPERSPECTIVAEHISTORIA.pdf)>

Durante o processo projetual, o projetista utiliza linguagens para representar e documentar suas intenções. A representação visual da forma tem no desenho (e na construção de modelos) seu principal meio de comunicação. A linguagem gráfica está presente tanto como instrumento auxiliar na concepção do projeto como de tradução das soluções geradas pelo projetista (p. 3).

Independente da maneira como o desenho se manifesta, sua importância em grande parte é devida ao seu objetivo de comunicar. Como já mencionamos, a expressão gráfica, através do desenho, possui o caráter de linguagem universal, fazendo com que sua comunicação seja imediata. Portanto, o desenvolvimento do conhecimento de técnicas que contribuam para a fluência dessa linguagem é de fundamental importância principalmente para aqueles que se utilizam primordialmente dele como forma de comunicação.

No campo da Arquitetura e Engenharia, o desenho desempenha o papel fundamental de servir como elo de ligação entre o criador, o projetista, e aquele a quem a criação se destina. Apenas através de uma linguagem gráfica adequada e clara que atinja os objetivos de comunicar o que esta sendo proposto é possível aos usuários interagir de forma também clara nesse processo de criação/atendimento de necessidades (p. 3).

Nesse sentido, a expressão gráfica, através do Desenho, pode ser considerada como a ciência fundamental para o desenvolvimento do pensamento arquitetônico e para a pesquisa da forma, acompanhando o criador desde a fase de concepção às fases finais de execução (p. 3-4).

A perspectiva semelhante a que nos referimos hoje em dia foi demonstrada a primeira vez em Florença, no início do século XV (1413), por Filippo Brunelleschi. Porém, o primeiro a fornecer uma descrição formal de um sistema de perspectiva foi Leon Battista Alberti (com o *Construzione Legittima*). A partir daí, vários artistas aprimoraram o estudo da perspectiva, como Leonardo da Vinci, que proporcionou os maiores avanços na área.

Mas, sem dúvida, foi a partir do Renascimento que se começou a registrar resultados de experiências e observações nas artes do Desenho. Este, então, passa de aprendizado prático para constituir uma disciplina organizada pedagogicamente. É a partir daí que surge o desenvolvimento dos fundamentos da Perspectiva e, apesar dos modelos reais (as maquetes) tomarem a frente das apresentações do projeto, os desenhos passaram a demonstrar todo o pensamento, o raciocínio do problema da forma espacial (p. 5).

Alem disso, no Renascimento, a Perspectiva foi utilizada não só como meio de representação do espaço, mas também como meio de criação do mesmo. “Brunelleschi criava seus edifícios a partir dos conceitos de perspectiva, os quais o auxiliavam no estudo sistemático das proporções entre as partes” (ORTEGA, 2006). O projetista, então, passou a dominar um conjunto de regras e proporções, de técnicas de representação, que deveria utilizar para reger a concepção do edifício (p. 5).

**14.1.3. EUCLIDES. Os elementos;** tradução e introdução de Irineu Bicudo – São Paulo; Editora UNESP, 2009. Disponível em: <[http://books.google.com.br/books/about/Os\\_elementos.html?hl=pt-BR&id=um94A66MDxkC](http://books.google.com.br/books/about/Os_elementos.html?hl=pt-BR&id=um94A66MDxkC)>

Mais: brotará disso a convicção de que, se com Homero a língua grega alcançou a *perfeição*, atinge com Euclides a *precisão*. E o *método formular*, que consiste em usar um conjunto de frases fixas que cobrem muitas idéias e situações comuns, poderoso auxílio à memória em um tempo de cultura e de ensino eminentemente orais, serve para aproximar o geômetra do poeta e então mostrar que perfeição e precisão podem ser faces da mesma medalha (p. 13).

Mesmo que o material coberto por Euclides possa ser considerado elementar na sua maior parte, o modo como ele o apresenta estabeleceu o padrão por mais de dois mil anos. Conhecer os *Elementos* de Euclides pode ser da mesma importância para o matemático hoje que o conhecimento da arquitetura grega para um arquiteto.

É claro que nenhum arquiteto contemporâneo construirá um templo dórico, muito menos organizará um local de construção como os antigos o faziam. Mas, para o treino do julgamento estético de um arquiteto, um conhecimento da herança grega é indispensável (p. 15).

Um dos poderes maiores do pensamento científico é a habilidade de desvelar verdades que são invisíveis somente “aos olhos da mente”, como diz Platão, e de desenvolver modos e meios de lidar com elas. É isso que Euclides faz no caso das magnitudes irracionais ou incomensuráveis. E, finalmente, nos *Elementos* encontramos tantas amostras de *bela* matemática que são facilmente acessíveis e que podem ser minuciosamente estudadas por qualquer um que possua um treino mínimo em matemática (p. 16).

Vendo tais fenômenos gerais do pensamento matemático que são tão válidos hoje quanto o foram no tempo dos antigos gregos, não podemos deixar de concordar com o filósofo Immanuel Kant, que escreveu em 1783, na introdução à sua filosofia sob o título “Afinal, é a metafísica possível? ”: “Não há absolutamente livro na metafísica como termos na matemática. Se quiserdes conhecer o que é a matemática, basta olhades os *Elementos* de Euclides. ” (...) A citação de Kant faz eco ao fato de, até o final do século XIX, ser Euclides sinônimo de geometria, daquela geometria de régua e compasso. Assim, a história dos *Elementos* confunde-se, em larga escala, com a história da matemática grega. Mas a história de um domínio tão relevante do pensamento humano dificilmente se desvincularia da história mesma do homem (p. 16).

Pode-se dizer, parece que sem qualquer sombra de dúvida, que o conhecimento matemático tanto egípcio quanto o babilônico – este, sabemos hoje graças ao trabalho de Otto Neugebauer, bem mais refinado do que aquele – tinha a experiência como critério de verdade.

Os gregos herdaram, assim nos diz a tradição, tal conhecimento. Mas, o que satisfazia egípcios e babilônios não bastou para contentar a exigência grega. Com os matemáticos da Grécia, a razão suplanta a *empeiria* como critério de verdade e a matemática ganha características de uma ciência dedutiva (p. 77).

**14.1.4. ISQUIERDO, Cínthya Maria Rodrigues Álvares. A geometria enraizada na obra: concepção e resolução.** São Paulo, 2012.

A Arquitetura, o Design e a Arte de um modo geral se beneficiam da ciência da geometria em seus sistemas de representação, não só através do desenvolvimento do desenho, mas também na visão e raciocínio espacial, disciplinando a elaboração e a construção da forma (p. 7).

Considerada um ramo antiquíssimo da matemática que estuda as figuras e os corpos geométricos – definição mais comum a esta ciência – mas constituindo-se, acima de tudo uma filosofia, a geometria permite a apreensão e compreensão de problemas gerais pertinentes ao espaço, por meio do desenvolvimento do raciocínio, da visão espacial, da capacidade de abstração, e da ideia de disciplina e de processo na elaboração e construção da forma (p. 17).

As origens da geometria respondem às necessidades fundamentais do cotidiano: dividir as terras férteis às margens dos rios, construir casas, prever os movimentos dos astros com relação à Terra. Pode-se dizer que há uma associação direta à agrimensura realizada no Egito antigo,



pelos conhecimentos necessários à reconstituição das marcações de terrenos destruídas pelas enchentes do Nilo e, certamente, para a construção das pirâmides (p. 25).

É na Grécia que grandes matemáticos dão a forma definitiva à geometria, à aritmética, à astronomia e à música, e a matemática ganha características de uma ciência dedutiva. Pensadores primeiros mais notáveis, nos séculos anteriores a Cristo, construíram raciocínios extraordinários que vigoram e que seguem sendo suporte para o desenvolvimento constante da ciência: Tales de Mileto com a demonstração da altura da pirâmide, dando origem à geometria dedutiva; Pitágoras e o teorema que leva seu nome e relaciona três lados de um triângulo retângulo, além dos estudos com a geometria espacial centrados no cubo, tetraedro, octaedro e esfera; Platão e o “Timeu”, obra que aborda a origem do universo considerando cinco figuras cósmicas perfeitas; Euclides e “Os elementos”, vasto trabalho reunido em treze volumes, que expõe um método consistente que apresenta postulados (axiomas), proposições (teoremas e construções), e provas matemáticas das proposições, capaz de contribuir há mais de vinte séculos para o desenvolvimento da ciência. Exemplos importantes capazes de ilustrar um cenário histórico muito mais amplo, que contém o percurso e os registros referentes à filosofia da geometria e sua influência decisiva à compreensão do espaço e aos sistemas de representação (p. 26-27).

A ordenação do conhecimento inspirada nos preceitos da matemática e da geometria já está presente no Tratado de Arquitetura (De Architectura) de Marco Vitruvio Polião (~70-25a.C.) um dos primeiros pensadores a compreender que a realidade do modelo operatório de análise é pertinente às diversas expressões do conhecimento, em particular ao exercício da arquitetura. O trabalho<sup>15</sup> que realiza, ao longo dos dez volumes do Tratado, expressa essa condição pela racionalidade com que conduz tanto a abordagem como a organização dos saberes fundamentais à arquitetura e à sua prática (p. 30).

Apesar da estreita ligação da geometria com as questões filosóficas e, portanto, possibilitando reflexões sobre o espaço e as formas inseridas no mesmo, ela está presente de maneira bastante explícita no que se referem à configuração gráfica da mesma, mais precisamente através do desenho geométrico, cujos elementos primordiais são o ponto, a linha e o plano, apresentados em Os Elementos<sup>18</sup> de Euclides (~300 a.C.), obra que está dividida em treze livros ou capítulos tratando não apenas de geometria, mas também de teoria dos números e álgebra elementar. A morfologia geométrica apresentada na obra de Euclides permite o estudo e a compreensão das formas gerais da natureza, a partir de analogias às formas classificáveis de distintos grupos, conhecidas como formas geométricas ‘padrões’ (p. 33)

É a sequência do raciocínio sistemático que estabelece a organização necessária à construção da forma, elaborada a partir de uma abordagem intelectual, processo este que pressupõe a ação (mesmo que subjetiva) da geometria (p. 34).

Na área acadêmica – em qualquer momento, mas especialmente nas etapas iniciais – o ensino de geometria corresponde a questões práticas e ao sistema de representação possibilitado pelo desenho, conteúdos pertinentes à disciplina Desenho Geométrico. Embora, em uma compreensão mais aprofundada a geometria seja entendida como ciência fundamental à formação da mente, como exposto em diversos momentos do primeiro capítulo, é mais raro, no cotidiano, que seja percebida associada a campos de atuação que não utilizem a linguagem gráfica como veículo de documentação e de comunicação.

No entanto, o raciocínio geométrico, enquanto fundamento de um sistema ordenador, está presente desde as mais corriqueiras atividades até as consideradas especiais e superiores em áreas distintas das que, normalmente, a geometria está vinculada (p. 38).

A contribuição do raciocínio geométrico é constante desde a etapa inicial da elaboração de um projeto, quando surgem as primeiras ideias ou, como costumeiramente se diz, quando há o insight<sup>30</sup>, a percepção de algo novo, inusitado (p. 51).

O que permite então a representação do 'espaço real' é a relação entre o pensamento arquitetônico e a geometria enquanto modo de análise, com a geometria exercendo um papel intermediário entre o abstrato e o concreto. Desse modo, é a necessidade de representar de maneira bidimensional qualquer objeto respeitando suas características tal qual se apresentam na tridimensionalidade, que fez com que a Geometria Descritiva tivesse fundamental importância no século XIX<sup>46</sup> (p. 94).

**14.1.5. MIGUEL, Jorge Marão Carnielo. Brunelleschi: o caçador de tesouros.** Vitruvius, 2003. Arqtextos. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/04.040/651>>

Sobre ele, Vasari irá dizer que era baixo e feio porém genial e tinha uma inteligência brilhante como ouro em terra suja. Leal, afetuoso, indulgente, humilde e tão inimigo do vício como amigo da virtude. Um modelo não somente de artista como também de homem, com um coração tão grande quanto a cúpula que ele mesmo havia projetado para a catedral de Florença.

Brunelleschi, através da escultura passa a ter domínio da técnica dos materiais, da escala humana e da qualidade expressiva, associando mente e mão como procedimento de dar forma a um modo de pensar.

Baseava-se nos princípios clássicos e defendia a construção de dupla cúpula que absorveria suas próprias tensões. Para sua execução prevê um andaime, inventado por ele, e uma grua para o traslado dos materiais. Pôs em prática um método para a sustentação da cúpula, inventou as máquinas necessárias à construção e executou o projeto sem utilizar o cimbra, armação de madeira que serve de molde e suporte aos arcos e abóbadas e retirados depois de completada a obra.

Assim, a cúpula será construída e dará fama a Brunelleschi que passará a ter seu nome associado a um grande construtor e técnico de alta capacidade e genialidade.

Os exemplos apresentados até aqui refletem como Brunelleschi desenvolve um modo pessoal de compreensão da técnica construtiva, com um olhar no seu tempo presente. Domina a técnica desde a elaboração de objetos artesanais, passando pela escultura e desembocando na grande temática construtiva. Este saber olhar o mundo à sua volta, entender as características próprias dos materiais, sua maleabilidade, mecanismo e procedimento de composição, preparam-no para um dos caminhos mais férteis que o arquiteto há de trilhar.

Brunelleschi ao descobrir a perspectiva linear, será o primeiro arquiteto a pensar e conceber a arquitetura como espaço. Esta ciência irá superar os limites da prática pictórica e irá constituir a base nova das artes que têm o desenho como princípio (a pintura, a escultura, a arquitetura e a cenografia teatral).

Assim explica o conceito da perspectiva do seguinte modo: a perspectiva consiste em dar com exatidão e racionalidade a diminuição e o aumento das coisas, que resulta para o olho humano o afastamento ou a proximidade das casas, planos, montanhas, paisagens de todas as espécies.

A perspectiva, utilizando princípios matemáticos, tornou possível a representação de um espaço tridimensional a partir de uma superfície plana. A nova técnica de representação, conhecida como "perspectiva artificialis", de rigorosa exatidão matemática, apresenta um método novo de concepção do espaço, de um espaço equivalente em todas as suas partes, homogêneo e constante. A "perspectiva artificialis" pressupõe um mecanismo da visão com um ponto único e imóvel, colocando um plano de abstração em respeito às condições naturais da visão, pois pressupõe uma visão mono-ocular e imóvel, ignorando a curvatura do campo visual, conhecida desde a antiguidade. A perspectiva linear constitui uma criação mental e abstrata, um "modo de ver" e de constituir o espaço.

Aprender a ver, aprender a dominar a técnica, apreender os aspectos sociais e culturais são requisitos indispensáveis para que o arquiteto possa dar vazão para o que há entre a razão e a ação.

Surge o Renascimento pela mente e mãos de Brunelleschi. Apresenta-se um arquiteto que integra o pensar e o fazer. Domina a técnica e com ela a inovação de procedimentos. Porém, jamais, deixa de buscar o novo, mesmo que este se ampare em procedimentos escondidos nas entranhas da história.

**14.1.6. ROZESTRATEN, Artur Simões. Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na Antigüidade: origens e características das primeiras maquetes de arquitetos. São Paulo, 2003.**

De modo geral, muito pouco se conhece sobre a história dos modelos tridimensionais na Arquitetura, especialmente na Antigüidade e na Idade Média.

Quando se trata das origens e do papel de maquetes e modelos tridimensionais na Antigüidade são comuns as imprecisões, especulações e os anacronismos – especialmente a transposição de formas modernas do trabalho de arquitetos ao passado.

Para os arquitetos contemporâneos a monumentalidade e a beleza da arquitetura antiga parecem inconcebíveis sem um processo de projeto experimental envolvendo maquetes e conjuntos de desenhos (plantas, cortes e elevações) (p. 1).

A história dos modelos e maquetes de arquitetura é um pouco mais conhecida a partir da Renascença e mesmo assim de forma pouco sistemática. Os modelos de Brunelleschi para a cúpula de Santa Maria Del Fiori, e as maquetes de Michelangelo e Antonio da Sangallo para São Pedro, por exemplo, foram bastante divulgados tornando-se relativamente familiares ao público em geral por meio de exposições e publicações recentes (p. 2)

A origem dos objetos tridimensionais com formas arquitetônicas relaciona-se às origens do domínio da agricultura, da cerâmica, e da construção de arquiteturas perenes com materiais minerais (terra e pedras) associados aos já conhecidos materiais vegetais. A partir desse domínio a produção de modelos arquitetônicos manifesta-se como um fenômeno artístico comum a diferentes civilizações (p. 6).

No estudo de culturas antigas a reconstituição da arquitetura depende das relações estabelecidas entre vestígios arqueológicos de fundações e vedos, restos dos sistemas construtivos utilizados, e as referências de forma eventualmente preservadas em representações artísticas como desenhos, pinturas e modelos tridimensionais (p. 6).

Além de auxiliar a reconstituição de arquiteturas antigas, o estudo dos modelos arquitetônicos da Antigüidade possibilita uma melhor compreensão das relações entre as representações da arquitetura, a arquitetura real e as características do trabalho dos arquitetos da época (p. 7).

Etimologicamente, o termo modelo (séc. XVI) tem origem no italiano *modello*, derivado do latim *modellus*, variação de *modulus*, que é diminutivo de *modus*. *Modus* ou *modo* significa: maneira, método, disposição, forma (DA CUNHA, 1997). Já o termo *maquete*, ou *maqueta*, vem do francês *maquette* derivado do italiano *macchietta*, diminutivo de *macchia*, originário do latim *mácula* (pequena mancha). *Mancha* pode ser entendida como uma forma de limites pouco precisos, uma forma bruta ainda pouco elaborada (DA CUNHA, 1997) (p. 10).

A partir das incertezas de Vitrúvio sobre os modelos poderíamos supor que a modelagem, ou a construção de maquetes e modelos tridimensionais, ainda não havia sido assimilada pela sociedade romana e portanto não constituía um conhecimento instrumental auxiliar à prática do projeto (p. 219).

A conquista histórica desse pensamento científico e de um processo de projeto que se valesse da modelagem como instrumento entre a teoria e prática levaria cerca de 1.400 anos. O papel das maquetes no processo de projeto da Antigüidade romana pode ser evidenciado por meio de uma comparação didática, composta dentro de uma perspectiva da história do projeto de arquitetura, entre a maquete de Cálías e os modelos tridimensionais de Filippo Brunelleschi (1377-1446) para o Domo de Santa Maria Del Fiore em Florença (p. 220).

O projeto de Brunelleschi foi um marco não apenas para a arquitetura mas para a conquista de um pensamento criativo, crítico e científico contrário ao pensamento dogmático, que naquele momento se fazia representar pelo modo hermético e conservador com que as Corporações de Ofício florentinas tratavam o conhecimento. Naquele momento do Quattrocento registra-se não só a conquista da perspectiva como instrumento para o conhecimento do mundo, mas também a conquista da modelagem tridimensional como instrumento para o conhecimento do mundo de forma nitidamente diferente de como era usada na Antigüidade e mesmo na Idade Média. A conquista da modelagem tridimensional integra-se portanto às diversas conquistas renascentistas que deram suporte ao conhecimento científico do mundo a partir do séc. XV (p. 222).

**14.1.7. SOARES, Claudio Cesar Pinto. Uma abordagem histórica e científica das técnicas de representação gráfica.** Curitiba, 2007. Disponível em:

<[http://www.degraf.ufpr.br/artigos\\_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf](http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf)>

Para diversos autores como THUILLIER (1994), WERTHEIM (2001) e KOYRÉ (1982), a aplicação de métodos científicos na expressão gráfico-visual só começou próximo ao Renascimento, quando se fortaleceu a demanda por expressões realistas que, baseadas em métodos universais, agregassem credibilidade à representação. A partir da Antigüidade Clássica, entretanto, já se nota uma clara tensão entre a realidade e a sua representação, onde esta se mostra cada vez mais comprometida com a busca pela maior verossimilhança possível para com o real. Com isso, apesar da impossibilidade da representação atingir a expressão plena e absoluta da realidade, as bases da busca pelo aprimoramento e pela maior eficácia dos métodos de representação gráfica estavam lançadas (p. 2-3).

Em suma, ao invocar o pensamento clássico na construção de métodos para representação gráfica, busca-se destacar o quão profícua pode ser a interação entre os modos de pensar “artístico” e “científico”. Os fundamentos da geometria, apesar de consolidados desde a cultura grega, não haviam ainda sido aplicados sistematicamente à representação gráfica. Assim, entretanto a produção e a difusão do conhecimento, persistia a ausência de um meio de comunicação visual eficiente e de fácil compreensão. As imagens até então produzidas pelo desenho e pela pintura revelam a falta de conhecimentos mais profundos tanto sobre a fisiologia do olhar quanto sobre a aplicação da geometria. Seria possível representar graficamente, e de forma fiel à imagem percebida pelo olhar, os objetos e o mundo à nossa volta usando um método científico baseado na geometria? Precisariamos esperar mais de um milênio pela resposta, pois somente a partir da alta Idade Média é que se inicia o processo de substituição do conhecimento transmitido e inquestionável por uma atitude mais investigativa quanto à capacidade de conhecer e interferir na natureza (p. 4).

Ao longo do século XIII emerge na Europa um interesse pelo funcionamento do mundo físico e uma mudança de postura em favor do realismo ao invés do simbolismo já se insinuava na pintura, embora na arquitetura a maioria das construções ainda não usasse sistematicamente o desenho como ferramenta de análise. Analisando desenhos de engenheiros e artistas do século XIII, verificamos que a representação gráfica de objetos ou construções ainda não oferecia credibilidade visual, pois a falta de integração entre os princípios da geometria e da percepção

visual que fazia com que formato, proporções e dimensões dos objetos na tela não correspondessem à realidade. O desenho de Villard de Honnecourt para uma serra hidráulica (figura 05), oferece apenas uma pálida idéia do projeto e dificilmente serviria a terceiros que pretendessem usá-lo como recurso construtivo, pela ausência de dimensionamentos, proporções e hierarquia entre os elementos (p. 4-5).

Segundo Artz (1966, p.131), “A geometria prática do canteiro, o homem que faz a obra de cantaria e que tira da pedra algo que nela já existia, mas só ele antevê, parece ter dado origem à geometria descritiva”. Coube a Gaspard Monge (1746-1818) definir a G. D. como a ciência que permitia representar sobre um plano as formas do espaço, de modo a poder resolver, com o auxílio da geometria plana, os problemas em que se consideram as três dimensões (ULBRICHT, 1998, p.19) (p. 6).

Por último, ao final do século XX surge a C. G. que, mais do que um simples meio de representação, é na verdade, uma mudança radical nos processos de expressão da forma, constituindo-se numa segunda quebra de paradigmas. Qualquer forma modelada virtualmente pode ser rebatida ou projetada sobre qualquer plano ou sob qualquer tipo de projeção que desejarmos. Esta nova possibilidade desvia as preocupações tradicionais de “representar” um objeto, para a atividade de “construir” este objeto segundo a sua geometria espacial real e não a geometria da sua projeção (p. 8).

**14.1.8. VITRÚVIO, Marco Polião. Tratado de Arquitetura.** M. Justino Maciel, tradução do latim, introdução e notas. Martins Fontes, 2008.

A ciência do arquiteto é ornada de muitas disciplinas e de vários saberes, estando a sua dinâmica presente em todas as obras oriundas das restantes artes. Nasce da prática e da teoria. A prática consiste na preparação contínua e exercitada da experiência, a qual se consegue manualmente a partir da matéria, qualquer que seja a obra de estilo cuja execução se pretende. Por sua vez, a teoria é aquilo que pode demonstrar e explicar as coisas trabalhadas proporcionalmente ao engenho e à racionalidade (p. 61).

A geometria, por sua vez, proporciona à arquitetura muitos recursos. Em primeiro lugar, logo a seguir às linhas retas, ensina o uso do compasso, com o qual se efetuam muito mais facilmente as representações gráficas dos edifícios nos seus próprios locais, juntamente com a ajuda dos esquadros, dos níveis e dos direcionamentos de linhas. Em segundo lugar, porque, através da óptica, se orientam corretamente os vãos de iluminação nas construções, a partir de determinadas zonas da abóbada celeste. E, por último, porque, através da aritmética, se calculam as despesas dos edifícios, se define a lógica das medidas e se encontram soluções para as difíceis questões das comensurabilidades através da lógica e de métodos geométricos (p. 63).

Como, pois, essa tão importante disciplina é ornada e enriquecida de variadas e numerosas erudições, julgo que, de um modo justo, os arquitetos não deveriam poder formar-se como tal de um momento para o outro; antes só o deveriam ser aqueles que desde meninos, subindo por esses degraus das disciplinas e alimentados pela ciência da maioria das letras e das artes, atingissem o altíssimo templo da arquitetura.

Passam além do ofício de arquiteto, tornando-se matemáticos, aqueles a quem a natureza atribuiu inteligência, agudeza de espírito e memória, de modo a poderem ter um conhecimento profundo de geometria, astronomia, música e outras ciências. Eles poderão facilmente argumentar acerca daquelas disciplinas, porque estão armados com os dardos de muitos saberes (p.73)

Como, por conseguinte, não é possível que, por inata inteligência, toda a gente, indistintamente, possa se beneficiar de tais conhecimentos, acessíveis apenas a alguns, e como o ofício de arquiteto deve ser exercido tendo em conta todos os saberes, pois a razão, devido à sua amplitude, não permite atingir a plenitude do conhecimento desejado, mas apenas um saber mediano das várias especialidades, peço, ó César, a tua compreensão e a daqueles que hão de ler estes livros, de modo que eu venha a ser desculpado se algo do que é explicado estiver pouco de acordo com as regras da arte da gramática. Com efeito, não foi como sumo filósofo, nem como retórico eloqüente, nem como gramático exercitado nos mais profundos meandros da arte, mas como arquiteto imbuído destes conhecimentos, que me esforcei por escrever estas coisas. Mas eu comprometo-me, com estes livros, como espero, a disponibilizar, não só aos que edificam como também a todos os eruditos, sem qualquer dúvida e com máxima autoridade, os conhecimentos acerca das potencialidades da arte e dos raciocínios que lhe são inerentes (p. 73).

Na realidade, a arquitetura consta de: ordenação, que em grego se diz *taxis*; disposição, à qual os gregos chamam *diathesis*; euritmia; comensurabilidade; decoro e distribuição, esta em grego dita *oeconomia* (p. 74).

As partes da própria arquitetura são três: edificação, gnomônica e mecânica. A edificação, por seu turno, é dividida em duas partes, uma das quais consiste na instauração dos recintos fortificados e das obras comuns nos lugares públicos; a outra diz respeito ao levantamento dos edifícios privados. Por sua vez, as obras comuns públicas dividem-se em três classes, sendo a primeira a defesa, a segunda a religião e a terceira a utilidade pública. É próprio da defesa a disposição das muralhas, das torres e das portas, tendo em vista repelir continuamente o ataque dos inimigos. Pertence à religião o levantamento dos santuários e dos templos sagrados dos deuses imortais. E à utilidade pública a disposição dos lugares comuns para uso público, como os portos, os foros, os pórticos, os banhos, os teatros, os espaços de circulação e todas as outras coisas que se ordenam nos espaços públicos, de acordo com estas teorias (p. 82).

Por outro lado, essas coisas deverão ser realizadas de modo a que se tenham presentes os princípios da solidez, da funcionalidade e da beleza. O princípio da solidez estará presente quando for feita a escavação dos fundamentos até o chão firme e se escolherem diligentemente e sem avareza as necessárias quantidades de materiais. O da funcionalidade, por sua vez, será conseguido se for bem realizada e sem qualquer impedimento a adequação do uso dos solos, assim como uma repetição apropriada e adaptada ao tipo de exposição solar de cada um dos gêneros. Finalmente, o princípio da beleza será atingido quando o aspecto da obra for agradável e elegante e as medidas das partes corresponderem a uma equilibrada lógica de comensurabilidade (p. 82).

## 14.2. Artigos e seminários

### 14.2.1. 1º Seminário de pesquisa do N.ELAC

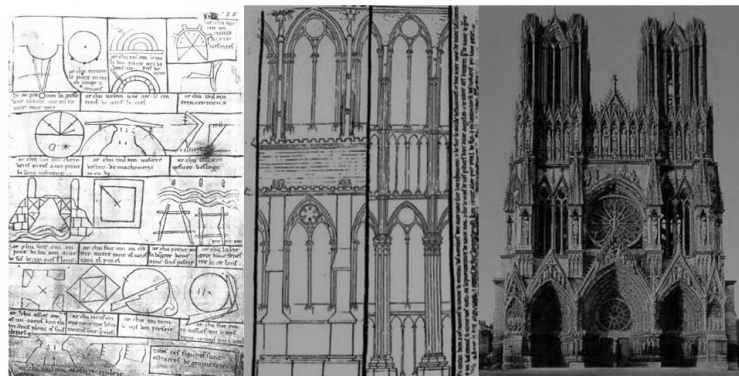


#### OS DESENHOS DE VILLARD DE HONNECOURT E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA



USP - Universidade de São Paulo  
IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo  
NELAC

#### OS DESENHOS DE VILLARD DE HONNECOURT E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA



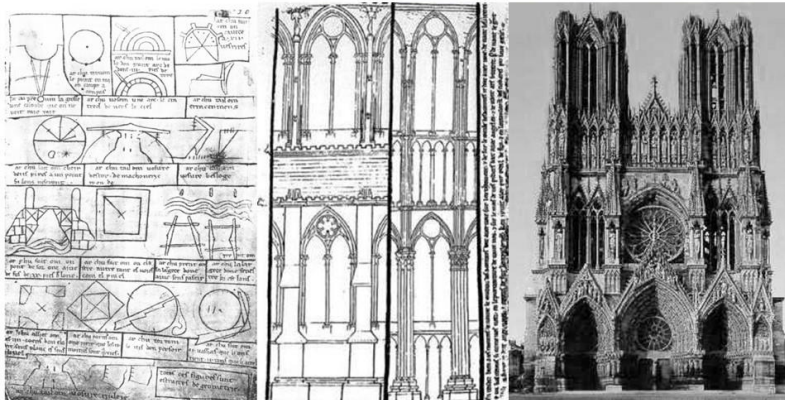
USP - Universidade de São Paulo  
IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo  
NELAC

OS DESENHOS DE  
VILLARD DE HONNECOURT  
E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA



USP - Universidade de São Paulo  
IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo  
NELAC

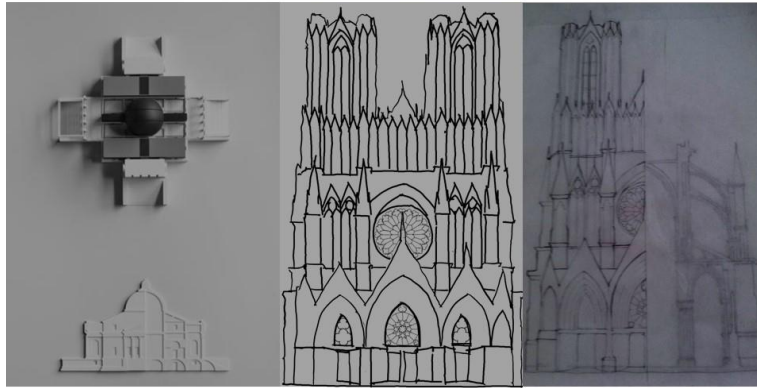
OS DESENHOS DE  
VILLARD DE HONNECOURT  
E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA



USP - Universidade de São Paulo  
IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo  
NELAC

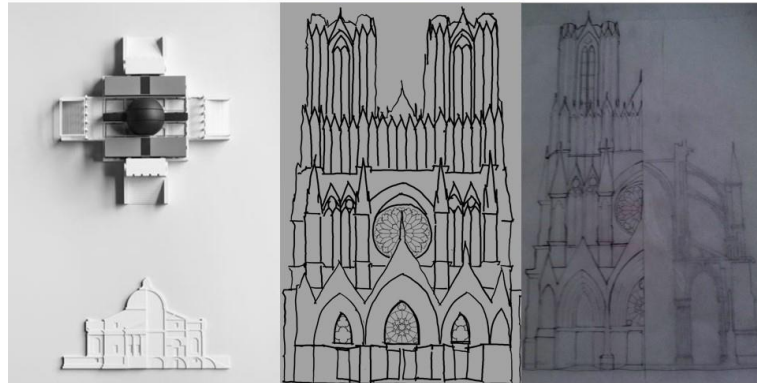


OS DESENHOS DE  
VILLARD DE HONNECOURT  
E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA



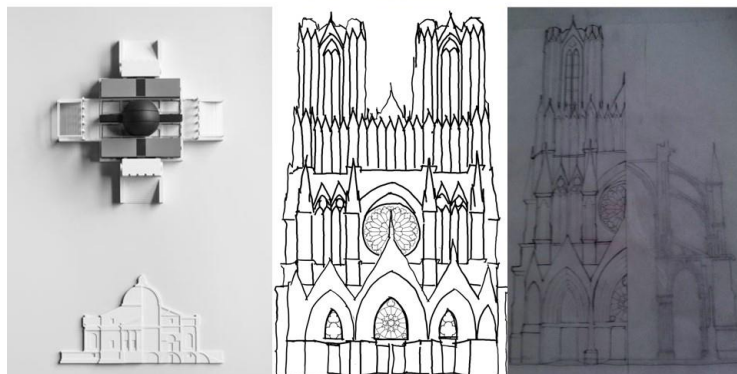
USP - Universidade de São Paulo  
IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo  
N.ELAC

OS DESENHOS DE  
VILLARD DE HONNECOURT  
E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA



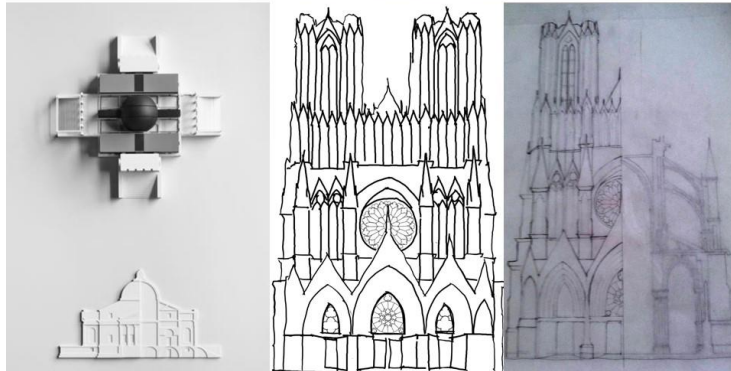
USP - Universidade de São Paulo  
IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo  
N.ELAC

OS DESENHOS DE  
VILLARD DE HONNECOURT  
E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA



USP - Universidade de São Paulo  
IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo  
N.ELAC

OS DESENHOS DE  
VILLARD DE HONNECOURT  
E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA



USP - Universidade de São Paulo  
IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo  
N.ELAC



AGRADECIMENTOS

Agradeço à Pró-reitoria de pesquisa da USP,  
pela bolsa PIC concedida, ao Núcleo de Apoio à  
pesquisa em Estudos de Linguagem em  
Arquitetura e Cidade [N.ELAC] e ao Instituto de  
Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São  
Paulo [IAU.USP].

Flávia Fonseca flavia.fonseca@usp.br | Simone Vizioli simonehtv@sc.usp.br IAU.USP

14.2.2. SIGRADI



SIGRADI 2014  
DESIGN IN FREEDOM

XVIII Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital  
12, 13 y 14 de Noviembre | Facultad de Arquitectura UDELAR  
Montevideo - Uruguay

**Título**

Os desenhos de Villard de Honnecourt e o processo projetivo na Idade Média

**Palavras-chave**

Representação; Villard de Honnecourt; Cintiq; Cortadora a laser.

## **Introdução**

Este artigo integra os trabalhos que vem sendo realizados no (OMITIDO PARA REVISÃO CEGA) do (OMITIDO), cujo objetivo é destacar os vínculos entre os meios de representação, artísticos ou não, e a consciência crítica e propositiva de espacialidade, seja urbana ou arquitetônica.

A discussão feita neste trabalho traz como enfoque a arquitetura no século XIII, e o seu entendimento através da utilização de novos meios digitais e novas ferramentas para reprodução dos desenhos dessa época, bem como a reflexão sobre sua importância para os dias de hoje. Dessa forma, objetivou-se trazer a luz a investigação da potencialidade desses novos recursos para representação de desenhos do século XIII e como eles auxiliam para a melhor compreensão da obra.

Existem várias maneiras diferentes de se representar um projeto de arquitetura. O desenho analógico como processo projetivo e de representação está presente desde a Antiguidade, época em que o desenvolvimento de grandes obras arquitetônicas era auxiliado apenas pelos desenhos manuais. Podem ser citados trabalhos de Castral e Vizioli (2011), Tavares (2009) e Gouveia (1998) que discorrem sobre o papel do desenho no processo projetivo.

Herdaram-se dois trabalhos da História e do desenho da Antiguidade que reuniam o conhecimento da construção das estruturas, de máquinas e da natureza: o Tratado de Vitruvius (escrito em aproximadamente 27 a. C.), e o manuscrito de Villard de Honnecourt da Picardia, na França (escrito no século XIII) (BORGES FILHO, 2005).

A coletânea de desenhos de Villard de Honnecourt, escrita cerca de 1250 anos mais tarde, é a mais importante do período medieval. Nela, há o registro de procedimentos práticos para a obtenção de elementos arquitetônicos, esquemas geométricos para facilitar o desenho de figuras e até receitas para ferimentos que possivelmente ocorressem no canteiro de obras. Nos estudos de Honnecourt, defronta-se com a Geometria prática, a qual era utilizada pelo mestre de obras para resolver os problemas diários do canteiro. Os textos que acompanham os desenhos não são claros quanto à construção e obtenção do resultado enunciado, o que, segundo Borges Filho (2005), fortalece a ideia de transmissão oral do procedimento.

Entretanto, diferentemente dessa época, cujo conhecimento era obtido através de desenhos manuais e de forma oral, observa-se nos dias de hoje grandes mudanças nos sistemas de representação gráfica. O desenvolvimento de novas tecnologias e a utilização do computador, através das interfaces digitais e de programas como CAD (Computer Aided Design), proporcionaram melhor entendimento e facilidade de execução de projetos arquitetônicos. Essas mudanças começam a ser inseridas como formas de representação nas últimas décadas do século XX, passando também a serem utilizadas para ajudar no processo de projeto. Autores como, Celani (2007) e Mcgrath e Gardner (2007) analisam a utilização de ferramentas digitais no processo projetivo e na representação da arquitetura.

## **Métodos e materiais**

Para a elaboração deste trabalho foi realizado um levantamento iconográfico dos desenhos de Villard de Honnecourt. Parte deles foi encontrada em seu manuscrito no site da Biblioteca Nacional da França e no trabalho de Borges Filho (2005). Dentre as imagens encontradas, utilizou-se como referência para o produto final deste trabalho a figura da Catedral de Reims onde o corte-fachada se apresentam no mesmo desenho. Imagem esta que apresenta uma inovação na maneira de representar a arquitetura e também a busca pelo entendimento de projeto elaborado por Honnecourt na Idade Média.

A partir dessas referências, foram elaborados redesenhos das peças gráficas da catedral de Reims através de técnicas tradicionais à mão livre e com o auxílio de instrumentos. Foi utilizada também a mesa digitalizadora cintiq para um esboço dos diferentes níveis de camadas presentes no corte e na fachada. Em ambos os casos, o uso de recursos de alta precisão possibilitou maior compreensão dos elementos da catedral proporcionando seu entendimento mais aprofundado.

Pela não existência de desenhos técnicos da fachada da catedral de Reims, de acesso público no Brasil, o estudo das camadas para a confecção do produto final foi feito sobre foto, uma vez que a cintiq, dentre seus vários recursos, funciona como mesa de luz. Outro recurso propiciado pelo uso da cintiq foi a possibilidade de desenhos com maior riqueza de detalhes e pelo grau de zoom do equipamento.

Outro elemento importante para o desenvolvimento deste trabalho foi a utilização da cortadora a laser para a elaboração do produto final, ainda em execução. A cortadora permite a impressão em camadas com corte e gravação de alta precisão em diversos tipos de materiais, no caso o mdf.

## **Resultados**

Este trabalho consistiu no estudo dos desenhos de obras arquitetônicas feitos pelo mestre de obras Villard de Honnecourt, através da utilização de novos meios digitais. A elaboração de redenhos e modelos da Catedral de Reims possibilitou entender de que forma essas novas ferramentas proporcionam uma leitura com maior detalhamento e riqueza gráfica. Além disso, foi importante também por trazer à luz as possíveis dificuldades encontradas nos canteiros de obra na feitoria das obras por meio da leitura desses desenhos manuais.

Diferentemente da Idade Média, nos dias atuais os projetos são assessorados por novos recursos tecnológicos, tanto na área dos desenhos, como na área dos modelos. Entre eles, tem-se a mesa digitalizadora cintiq, cujo uso proporcionou a organização das partes da catedral em camadas e também o desenvolvimento de um desenho melhor detalhado através de seu zoom. Soma-se a isto a contribuição da cortadora a laser, que completou este processo com impressões de alta definição em escalas mínimas, o que não seria possível sem a mesma. Dessa forma, pode-se inferir que a utilização de ferramentas de alta precisão, combinadas com o desenho feito à mão livre tornou possível não apenas um maior detalhamento sobre o objeto de pesquisa, mas permitiu também a construção de um novo olhar e o entendimento sobre o que está sendo representado a partir do redesenho e da produção do modelo reduzido.

## **Referências**

CASTRAL, P. C. ; VIZIOLI, S. H. T. . **O desenho à mão-livre mediado pela tablet**. In: Sigradi: cultura aumentada 2011 - XV Congreso de la sociedad iberoamericana de gráfica digital, 2011, Santa Fé. Anais do Sigradi: cultura aumentada 2011 - XV Congreso de la sociedad iberoamericana de gráfica digital. Santa Fé, Argentina: FADU.UNL, 2011. p. 64-68.

CELANI, G.; GODOY, G.; RODRIGUES, G. **O processo de projeto arquitetônico mediado por computador: um estudo de caso com o architectural desktop**. In.: GRAPHICA, XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO. Curitiba, 2007, p. 3.

FILHO, F. B. **O Desenho e o Canteiro no Renascimento Medieval (séculos XII e XIII): Indicativos da formação dos arquitetos mestres construtores**. São Paulo: FAUUSP, 2005.

GOUVEIA, A. P. S. **O croqui do arquiteto e o ensino do desenho**. São Paulo: FAUUSP, 1998.

MACGRATH, B.; GARDNER, J. **Cinematics, Architectural Drawing Today**. Introduction. Chichester: John Wiley & Sons, 2007.

TAVARES, P. **O desenho como ferramenta universal. O contributo do processo do desenho na metodologia projectual**. Revista de estudos politécnicos, 2009, v. 7, nº 12, p. 7 – 16.

### 14.2.3. SIICUSP

## OS DESENHOS DE VILLARD DE HONNECOURT E O PROCESSO PROJETIVO NA IDADE MÉDIA

**Orientador: Simone Helena Tanoue Vizioli**

*Universidade de São Paulo/Instituto de Arquitetura e Urbanismo*

*simonehtv@sc.usp.br*

**Autor: Flávia Massaro Fonseca**

*Universidade de São Paulo/Instituto de Arquitetura e Urbanismo*

*flavia.fonseca@usp.br*

### Resumo

Esta pesquisa iniciou-se pelo estudo dos desenhos de arquitetura na Idade Média, entre eles, os desenhos dos cadernos de Villard de Honnecourt, mestre de obras do século XIII. Através desses desenhos pode-se analisar como se desenvolveram os processos de construção e de projeto de catedrais góticas no próprio canteiro de obras. Dessa forma, objetivou-se trazer à luz estas análises flagrando tanto as dificuldades encontradas na feitura das obras pela leitura dos desenhos, bem como sua própria riqueza gráfica. Este artigo apresenta análise e redenhos de Honnecourt e de catedrais góticas, bem como a execução de modelos físicos reduzidos. Por meio deste estudo, além de observar nos desenhos de Honnecourt como o ensinamento prático no canteiro de obras era fundamental para as construções daquele período, a investigação realizada foi importante pela percepção da forma de representação arquitetônica no período medieval, época em que projeto e construção não recebiam auxílio de desenhos feitos utilizando ferramentas de alta precisão, como hoje, mas sim apenas desenhos manuais.

**Palavras Chaves:** representação, Villard de Honnecourt, catedrais góticas.

### Abstract

This research began by architectural drawings' study in the Middle Ages, among them, the drawings of the Villard de Honnecourt's sketchbook, foreman of the thirteenth century. Through these drawings we could analyzed how the construction and design process of Gothic cathedrals was developed in the construction site. This paper aimed to analyze the difficulties in the construction process by reading the drawings, as well as its own richness graphic. The project presents the redesign and the analysis of the Honnecourt and Gothic cathedrals as well as the execution of reduced physical models. Through this study, besides observing the Villard de Honnecourt drawings how practical teaching in the construction site were fundamental to the Middle Ages buildings, this investigation was important by the understanding how the architectural representation was done in the medieval period. This was a time when project and construction did not receive assistance from drawings made using high precision tools, like today, but only manuals drawings.

**Key words:** representation, Villard de Honnecourt, gothic cathedrals

## Introdução

Esta pesquisa integra os trabalhos que vem sendo realizados no N.elac (Núcleo de Apoio à Pesquisa em Estudos de Linguagem em Arquitetura e Cidade) do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, grupo do qual a pesquisadora é integrante, cujo objetivo é destacar os vínculos entre os meios de representação, artísticos ou não, e a consciência crítica e propositiva de espacialidade, seja urbana ou arquitetônica.

A discussão feita nesta pesquisa trouxe como enfoque a arquitetura nos séculos XII e XIII, por meio da percepção e do desenho como representação do processo projetivo, bem como a reflexão sobre sua importância até os dias de hoje. Permitiu também entender a ação social do papel do desenho, pois a representação da arquitetura não é somente o entendimento de um projeto, mas também um meio de comunicação com a sociedade. Por meio do desenho, o arquiteto pensa, cria e consegue se posicionar criticamente diante de uma realidade.

Existem várias maneiras diferentes de se representar um projeto de arquitetura. Observa-se nos dias de hoje, grandes mudanças nos sistemas de representação gráfica devido ao desenvolvimento de novas tecnologias e a utilização do computador, através das interfaces digitais e de programas como CAD (*Computer Aided Design*). Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pelos sistemas digitais, deve ser levada em conta a importância do desenho analógico como processo projetivo e de representação desde a Antiguidade, já que o desenvolvimento das grandes obras arquitetônicas, nessa época, passando também pelo Renascimento, era auxiliado apenas pelos desenhos manuais.

A coletânea de desenhos de Villard de Honnecourt, é o mais importante trabalho da história e do desenho do período medieval. Nela, há o registro de procedimentos práticos para a obtenção de elementos arquitetônicos, esquemas geométricos para facilitar o desenho de figuras e até receitas para ferimentos que possivelmente ocorressem no canteiro de obras. Nos estudos de Honnecourt, defronta-se com a Geometria prática – a Geometria Fabrorum – a qual era utilizada pelo mestre de obras para resolver os problemas diários do canteiro. Os textos que acompanham os desenhos não são claros quanto à construção e obtenção do resultado enunciado, o que, segundo Borges Filho (2005), fortalece a ideia de transmissão oral do procedimento.

Na história da arquitetura, as formas a serem construídas foram grandes desafios aos mestres de obras, projetistas e arquitetos. Na Idade Média, muitas vezes, os desenhos bidimensionais das grandes construções – pontes, fortes, igrejas – eram executados no próprio canteiro de obras, no chão ou nas paredes, como na construção da Basílica di Santa Maria del Fiore. Hoje ainda são utilizados, na prática da representação espacial, os desenhos de plantas, cortes e fachadas, provavelmente introduzidos no século XV (REBELLO, ELOY e LEITE, 2006). No período do Renascimento, estes desenhos contribuíam para construir edificações com uma maior precisão. Através do corte detalhado, por exemplo, a construção da arquitetura era melhor controlada e provavelmente mais rápida, pelo menos no que se referia à organização do canteiro de obras. Apenas após o desenvolvimento do sistema de representação em perspectiva através de planta e fachada relacionadas, por Brunelleschi, esse tipo de desenho, em projeção (principalmente o corte) teve seu uso difundido no sul da Europa e na Itália. Sua utilização será enfatizada principalmente após Gaspar Monge (1795) ter estabelecido o método diédrico de representação plana, coordenada pelo sistema de projeções ortogonais (GOUVEIA, 1998).

## Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivo principal trazer à luz a análise de alguns desenhos feitos pelo mestre de obras Villard de Honnecourt de obras arquitetônicas. Pretendeu-se compreender a interação entre a obra e o projeto, analisando-se os desenhos desenvolvidos pelo próprio mestre de obras. Objetivou-se também, flagrar tanto as dificuldades encontradas na feitura das obras pelas leituras dos desenhos como sua própria riqueza gráfica, por meio da execução de representação bidimensional feita a laser de obras de Villard de Honnecourt (ressaltando a inovação gráfica de representação conjunta do corte com a fachada). Como

estudo de caso, pretendeu-se analisar desenhos de uma obra feita no período de atuação de Honnecourt, entre elas, desenhos da Catedral de Notre-Dame de Reims.

## **Materiais e Métodos**

A pesquisa foi dividida em três momentos: o primeiro, referente a construção de repertório (revisão bibliográfica, levantamento de dados, quadros conceituais); o segundo tratou das investigações experimentais (confeção dos desenhos em laboratório); e um terceiro momento de reflexão teórica.

A parte teórica abrangeu pesquisas sobre o período de atuação de Honnecourt, realizada por meio de levantamentos bibliográficos, incluindo estudo sobre o período gótico da arquitetura, a história e o desenvolvimento da geometria com análise de obras de Euclides e Vitruvius, e a profissão do mestre de obras. Obteve-se ainda uma análise dos desenhos de Villard de Honnecourt da catedral de Reims.

A segunda parte – de experimentação prática – constitui-se na interpretação do corte e da fachada da catedral de Reims através da impressão do desenho e da elaboração de redenhos a mão livre. Nesta etapa ocorreu o primeiro contato com os desenhos, e a primeira tentativa de entendimento de cada parte da catedral. Porém, ao longo do processo ajustes foram sendo feitos até chegar em desenhos, pode-se dizer, coerentes com a representação do corte e da fachada da catedral de Reims. Os desenhos foram feitos também a mão com a utilização de instrumentos (régua e esquadro) em papel manteiga.

No decorrer do trabalho, houve a necessidade de separar o desenho em camadas para que fosse possível o corte a laser. Dessa forma, Nesta etapa foi utilizada a mesa digital Cintiq, que possibilitou o desenho a mão livre digital juntamente com o *software Adobe Photoshop*. Este recurso foi necessário para a identificação de cada camada da catedral, para posterior corte a laser. Após todas essas análises foram elaborados os desenhos finais em camadas utilizando software como Archicad e Autocad. Esses desenhos são precisos e limpos, e foram exportados para o *software* da cortadora a laser, chamado *Laserwork*. Este software recebe desenhos em formatos CAD, e ‘imprime’ os desenhos, nesse caso, em madeira mdf, utilizando o laser.

O terceiro momento da pesquisa consistiu na análise comparativa entre os três desenhos cortados a laser: desenho total da fachada; desenho total do corte e desenho ao modo de Villard de Honnecourt – representação do corte junto com a fachada no mesmo desenho.

## **Resultados**

Como produtos finais da pesquisa, obteve-se três representações bidimensionais com profundidade cortados a laser (figura 2), (lembrando que essa representação não chega a ser um desenho, possui profundidade com a adição de camadas e tampouco uma maquete física): desenho total da fachada (figura 17); desenho total do corte (figura 19) e desenho ao modo de Villard de Honnecourt (figura 18) – representação do corte junto com a fachada no mesmo desenho. A escolha pela realização dos desenhos inteiros do corte e da fachada buscou uma apropriação de forma mais didática do objeto de estudo, resultando numa familiarização e facilidade no entendimento, já que para realizar o processo em camadas, foi preciso entender anteriormente, a catedral como um todo. Estes três desenhos, sendo acrescentados com a profundidade das camadas, dá indícios de uma representação em perspectiva, e traz consigo o processo de hibridização dos meios de representação. Ou seja, utiliza duas formas de representar arquitetura, mas que, ao mesmo tempo, aborda um novo objeto, fazendo a ligação entre o desenho e o modelo, ferramentas tão importantes para o processo de projeto e representação da arquitetura.



Figura 1: desenhos com profundidade feitos em camadas e cortados a laser. Material: madeira.

## Conclusões

Pode-se dizer, dessa forma, que este estudo realizado foi importante por trazer uma investigação sobre a forma de se representar a arquitetura no século XIII, época em que a construção de um edifício não utilizava desenhos feitos com ferramentas de alta precisão, como hoje. A elaboração de redenhos e modelos da catedral Notre-Dame de Reims possibilitou a compreensão de como a obra e a sua representação interagiam naquele período. Além disso, foi importante também por trazer à luz as possíveis dificuldades encontradas nos canteiros de obra na feitura das obras por meio da leitura desses desenhos, bem como a riqueza gráfica ali presente, principalmente ao ressaltar a inovação de representação conjunta do corte com a fachada. É imprescindível, neste momento, ressaltar a importância da representação feita pelo mestre de obras ainda no século XIII, que sistematizou e articulou representações externa e interna de um edifício no mesmo desenho. Representação esta que será retomada apenas três séculos depois, por Palladio, no período do Renascimento.

Diferentemente da Idade Média, nos dias atuais os projetos são assessorados por novos recursos tecnológicos, tanto na área dos desenhos, como na área dos modelos. A utilização da mesa digitalizadora cintiq proporcionou também organização o desenvolvimento de um desenho melhor detalhado através de seu *zoom*. Soma-se a isto a contribuição da cortadora a laser, que completou este processo com impressões de alta definição em escalas mínimas, o que não seria possível sem a mesma. Dessa forma, pode-se inferir que a utilização de ferramentas de alta precisão, combinadas com a análise de desenhos e redenhos feitos à mão livre, tornou possível não apenas um maior detalhamento sobre o objeto de pesquisa, mas permitiu também a construção de um novo olhar e o entendimento sobre o que está sendo produzido, bem como ressaltar a importância deste estudo e sistematização de formas de representação para a arquitetura.

## Referências Bibliográficas

FILHO, Francisco Borges. **O Desenho e o Canteiro no Renascimento Medieval (séculos XII e XIII): Indicativos da formação dos arquitetos mestres construtores**. São Paulo: FAUUSP, 2005.

GOUVEIA, Anna Paula Silva. **O croqui do arquiteto e o ensino do desenho**. Tese apresentada à FAUUSP para obtenção do título de Doutor. FAUUSP, 1998.

REBELLO, Yopanan; ELOY, Edison; LEITE, Maria Amélia D'Azevedo. **A métrica da forma**. In: **Arquitetura e Urbanismo**, out, 2006.



## **15. Avaliação do aluno sobre o programa PIC**

Pode-se dizer que o desenvolvimento de uma pesquisa de Iniciação Científica é importante pelo estudo e aprofundamento da arquitetura, o que contribui para a minha formação como arquiteta e urbanista, bem como para a disseminação do conhecimento para sociedade em geral. Através deste trabalho, é possível também fazer uma ligação com o aprendizado no curso de arquitetura e urbanismo, utilizando as análises adquiridas nas matérias abordadas ao longo da graduação. Além disso, a pesquisa proporciona o desenvolvimento de uma iniciativa de investigação, leitura e análise crítica de informações.

A participação do grupo de pesquisas N.Elac trouxe a oportunidade compartilhar o conhecimento adquirido por pesquisadores de áreas variadas da arquitetura e urbanismo, contribuindo para a formação profissional de cada um, obtendo também um aumento no repertório neste campo. Além disso, através da participação em eventos científicos, foi possível uma maior troca de saberes entre os próprios integrantes do grupo N.Elac, importante por estimular o desenvolvimento de pesquisas e de estudos em diferentes áreas de linguagens, contribuindo para a divulgação e disseminação do conhecimento e dos resultados gerados pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos.

Nesta segunda etapa de trabalho pode-se dizer que a pesquisa instigou ainda mais o desenvolvimento de uma investigação e análise crítica das informações adquiridas devido às inúmeras dificuldades encontradas na busca por materiais. Além disso, houve também um aprofundamento das ferramentas de representação da arquitetura, que são utilizadas desde o desenho a mão livre, até a busca pelo aprendizado de tecnologias mais recentes no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP, como a cortadora a laser.

## **16. Parecer sobre o relatório final**

O relatório final apresentado pela bolsista Flavia Massaro, traz um resumo das atividades desenvolvidas na primeira parte da pesquisa – de outubro a dezembro de 2013 – e descreve as atividades executadas na segunda parte – de janeiro a julho de 2014. Cabe ressaltar que a pesquisa foi desenvolvida em dez meses, em função da redistribuição das bolsas PIBIC. O relatório está bem estruturado e atende plenamente aos três momentos da pesquisa: o primeiro - a construção de um repertório teórico, o segundo – experimentação prática e o terceiro – reflexões sobre o tema. A bolsista desempenhou com seriedade todo o percurso do trabalho, realizando pesquisas bibliográficas sobre as quais foram feitos fichamentos de citação; investigou fontes onde pudesse obter desenhos de seu objeto de pesquisa – Catedral Notre-Dame de Reims e principalmente, dedicou-se com determinação à execução dos desenhos em diversos meios de representação. Entre as dificuldades apresentadas no relatório, a bolsista não obteve cópias de desenhos originais da fachada da Catedral, que encontra-se na Biblioteca Municipal de Paris. Ela teve a iniciativa de entrar em contato com um grupo de estudantes de arquitetura da Espanha que desenvolveu uma maquete da Catedral, porém, eles não os disponibilizaram. Assim, os produtos apresentados no relatório demonstram que a bolsista soube

contornar as dificuldades com eficiência. Outra adversidade superada foi o fato de que a maquetaria do IAU.USP esteve fechada durante os meses de junho e julho, quando ela precisaria finalizar seus produtos. Obteve permissão junto ao Professor responsável pela cortadora laser e conseguiu terminar dentro do prazo estabelecido. A pesquisa desenvolvida por Flávia demonstra que a análise de representações, neste caso - os desenhos de Villard de Honnecourt - permite várias abordagens, desde o entendimento da obra em si, a compreensão do significado do desenho no contexto histórico, a evolução dos meios até os dias atuais onde a hibridização se faz presente. Não obstante as novas tecnologias digitais, a representação do corte-fachada de Honnecourt continua sendo uma ferramenta importante no processo projetivo e executivo da obra. A assiduidade às reuniões com este orientador e o atendimento às solicitações feitas pelo mesmo, bem como este relatório final, atestam que a bolsista cumpriu com excelência as expectativas do projeto.

**Avaliação do relatório:** ótimo.