

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**



Dissertação

**As disciplinas de geometria do curso de  
Arquitetura e Urbanismo da UFPel: uma análise de exercícios  
didáticos de 1972 a 2015**

**Cristiane dos Santos Nunes**

Pelotas, 2017

**CRISTIANE DOS SANTOS NUNES**

**As disciplinas de geometria do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel: uma  
análise de exercícios didáticos de 1972 a 2015**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Profa. Dra. Adriane Borda Almeida da Silva

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

N972d Nunes, Cristiane dos Santos

As disciplinas de geometria do curso de arquitetura e urbanismo da UFPel : uma análise de exercícios didáticos de 1972 a 2015 / Cristiane dos Santos Nunes ; Adriane Borda Almeida da Silva, orientador. — Pelotas, 2017.

136 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Geometria. 2. Exercícios didáticos. 3. Ensino/aprendizagem. 4. Estruturas de saber. I. Silva, Adriane Borda Almeida da, orient. II. Título.

CDD : 711.1

Elaborada por Leda Cristina Peres Lopes CRB: 10/2064

**CRISTIANE DOS SANTOS NUNES**

**As disciplinas de geometria do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel: uma  
análise de exercícios didáticos de 1972 a 2015**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 28/04/2017

Banca examinadora:

---

Profa. Dra. Adriane Borda Almeida da Silva (Orientadora)  
Universidade Federal de Pelotas

---

Prof. Dr. Wilson Florio  
Universidade Presbiteriana Mackenzie

---

Profa. Dra. Eliane Panisson  
Universidade de Passo Fundo

---

Profa. Dra. Célia Helena Castro Gonsales  
Universidade Federal de Pelotas

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Isabel Cristina e Sérgio Luiz, pelo incentivo aos estudos.

À Adriane, minha orientadora, que sempre me guiou em minha formação como pesquisadora.

Ao Prof. Ricardo Pintado pela atenção disponibilizada todas as vezes que o procurei em busca de materiais e informações para esta pesquisa.

À Profa. Ana Lúcia Oliveira pelos materiais cedidos para este trabalho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo financiamento dessa pesquisa.

*“ A arquitetura e a geometria são mutuamente implicadas na sua concepção e desenvolvimento. Ambas têm o poder de expressar e organizar o espaço (...). A distinção fundamental reside em seus níveis de abstração e padrões. A geometria busca padrões, e uma vez estabelecidos, provados ou demonstrados, os oferece para uso. A arquitetura emprega estes padrões de relacionamento construtivamente para sustentar e criar relacionamentos espaciais específicos. ”*

(BURRY e BURRY, 2010, p.9)

## Resumo

NUNES, Cristiane dos Santos. **As disciplinas de geometria do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel: uma análise de exercícios didáticos de 1972 a 2015**. 2016. 151f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

O Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas teve início no ano de 1972 e desde então foram implementados 21 currículos. As disciplinas de geometria, sob uma abordagem gráfica, ao longo deste período, foram sendo reformuladas. Com o intuito de compreender as mudanças ocorridas nestas disciplinas, no período de 1972 a 2015, este trabalho analisou propostas de exercícios didáticos, relativas a cada currículo, de maneira a identificar e comparar as estruturas de saber envolvidas: quais os problemas tratados, se aplicados de maneira explícita ou não à arquitetura; quais as técnicas apresentadas, quais as tecnologias mencionadas e as teorias estudadas. Desta maneira, utilizou-se a noção estruturada do saber, advinda do campo da Didática Fundamental, sistematizada por Yves Chevallard. Os resultados mostram que as mudanças mais significativas ocorreram com as reformas curriculares de 1975 e 2011. A primeira quando suprimiu conteúdos e cargas horárias de geometria e a segunda por ter resgatado alguns conteúdos e carga horária, mas especialmente por demonstrar, por meio dos exercícios, um direcionamento explícito ao contexto específico de formação em arquitetura. Junto ao currículo de 2011 os exercícios ficam caracterizados principalmente pela problematização em torno das geometrias implícitas em obras de arquitetura. Para investigar e representar estas geometrias foram incrementadas/resgatadas técnicas, tecnologias e teorias. Fica evidenciado o estabelecimento de um processo contínuo de investimento na apropriação de variadas tecnologias digitais de representação e visualização para a configuração de técnicas de resolução dos problemas propostos. A teoria, que antes parecia estar focada essencialmente nas técnicas projetivas, pelas facilidades da automatização das mesmas por meios digitais, passa a abarcar o estudo da forma geométrica propriamente dita como estruturadora das formas arquitetônicas.

Palavras-chave: geometria, exercícios didáticos, ensino/aprendizagem, estruturas de saber.

## Abstract

NUNES, Cristiane dos Santos. **The subjects of geometry course of Architecture and Urbanism UFPel: an analysis of didactic exercises 1972-2015.** 2016. 151f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

The Architecture and Urbanism Course of the Federal University of Pelotas began in 1972 and since then, 21 curricula have been implemented. The geometry disciplines were used to reshape. In order to see if there are evasive changes in these disciplines, from 1972 to 2015, this work analyzed proposals for didactic essays, related to each curriculum, in order to identify and compare the structures of wisdom involved: what problems were treated, Whether applied explicitly or not to the architecture; What techniques are presented, which are the mentioned technologies and the studied theories. In this way, use the structured notion of saber, coming from the field of Fundamental Didactics, systematized by Yves Chevallard. The most recent results are the curricular reforms of 1975 and 2011. The first time that the content monitoring and geometric loads and the second one for having rescued some contents and workload, especially for demonstrating, through the exercises, an explicit Direction To the specific context of training in architecture. Along with the curriculum of 2011 the exercises are characterized mainly by the problematization around the geometries implicit in works of architecture. To investigate and represent these geometries techniques, technologies and theories have been increased / rescued. It is evidenced the establishment of a continuous process of investment in the appropriation of diverse digital technologies of representation and visualization for a configuration of techniques of resolution of the proposed problems. The theory, which anticipates the one focused essentially on the projective techniques, by the facilities of the automation of its parts by digital means, passes a cover or study of the geometric form properly said as structurer of the architectural forms.

Keywords: geometry, teaching exercises, teaching / learning, knowledge structures.

## Lista de Figuras

Figura 1 – Relação de áreas do conhecimento pelo projeto pedagógico de 2011, destacando a área de Desenho e Meios de Representação e Expressão. Fonte: Autora, 2016.....	13
Figura 2 - Fotografias de exposição de trabalhos produzidos em 1997 na disciplina de Perspectiva e Sombras. A e B) Representação de telhados em maquetes físicas de papel. C) Representação gráfica de interiores em perspectiva. Fonte: Adriane Borda, 1997.....	15
Figura 3 – Modelo de quadro para sistematização das análises das estruturas de saber contidas nos exercícios didáticos. Fonte: Autora, 2017. ....	28
Figura 4 – Imagens digitalizadas da apostila utilizada na disciplina de Construções Geométricas I de 1972/1. A. Página que demonstra a parte teórica da apostila. B. Página que demonstra os tipos de exercícios propostos aos estudantes. C. Exercício resolvido pelo autor. Página Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972.....	35
Figura 5 – Imagem digitalizada do bloco de resoluções de exercícios de estudante da disciplina de Construções Geométricas I de 1972/1. Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972. ....	35
Figura 6 – Imagens digitalizadas do caderno de estudante da disciplina de Construções Geométricas I de 1972/1. Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972...	36
Figura 7 – Imagens digitalizadas da apostila de Construções Geométricas II de 1972/2. A. Página que demonstra a parte teórica da apostila. B. Página que demonstra os tipos de exercícios propostos aos estudantes. C. Exercício resolvido pelo autor. Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972. ....	37
Figura 8 – Imagem digitalizada de caderno de estudante da disciplina de Geometria Descritiva III de 1972/2. Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972. ....	38
Figura 9 – Exercício desenvolvido em 1996 por estudante da disciplina de Geometria Descritiva III para construção de maquete de um telhado para uma exposição. A imagem possui um texto com a explicação do processo de composição do telhado, seguido de um esquema gráfico da obtenção do mesmo. Fonte: Adriane Borda, 1996. ....	40

Figura 10 – Fotos de exposição de trabalhos da disciplina de Geometria Descritiva III realizada em 1997. Fonte: Adriane Borda, 1997. ....	41
Figura 11 – Imagens de exercícios didáticos da disciplina de Geometria Descritiva III (2008/1). A. Exercício para colorir os objetos e suas respectivas vistas ortográficas. B. Exercício para representar as três vistas ortográficas principais de cada objeto. Fonte: Autora, 2008.....	41
Figura 12 – Exercícios da disciplina de Geometria Descritiva IV em 1979. Fonte: Adriane Borda, 1979. ....	43
Figura 13 – Imagens de avaliação aplicada na disciplina de Geometria Descritiva IV em 1994. Fonte: Acervo do Curso de Especialização em Gráfica Digital da FAUrb/UFPel.....	44
Figura 14 – Exercício do livro utilizado na disciplina de Geometria Descritiva IV em 2008. Fonte: Kremer (2007). ....	45
Figura 15 – Imagens das folhas de exercícios anexadas ao caderno de estudante da disciplina de Perspectiva e Sombras de 1980. Fonte: Adriane Borda (1980).....	47
Figura 16 – Foto de exposição de trabalhos da disciplina de Perspectiva e Sombras em 1997. Fonte: Adriane Borda, 1997. ....	48
Figura 17 – Imagens de exercícios desenvolvidos por estudante na disciplina de Perspectiva e Sombras em 2009/1. Fonte Autora, 2009.....	48
Figura 18 – Imagem de material didático da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 que demonstra a construção de várias geometrias planas. Nessa figura ilustra-se o processo de construção de um triângulo isósceles com animação. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422</a> . Acesso em 2016.....	50
Figura 19 – Imagem de material didático da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 que demonstra aplicações de geometrias planas na arquitetura. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422</a> . Acesso em 2016.....	51
Figura 20 – Imagem de material didático da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 que tem como objetivo instrumentalizar os estudantes para a representação de geometrias planas no software AutoCAD. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422</a> . Acesso em 2016.....	51
Figura 21 – A e B: Imagens de exercício desenvolvido por estudantes na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 em 2015/1. Fonte:	

<a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422</a> . C: Fotografia da Caixa d'água de Pelotas. Fonte: <a href="http://cache-assets.flogao.com.br/photos/full/142075129.jpg">http://cache-assets.flogao.com.br/photos/full/142075129.jpg</a> .....	52
Figura 22 – Análises de proporções em obras de arquitetura com o uso de realidade aumentada. Fonte: Tássia Vasconcelos, 2014.....	53
Figura 23 – Imagens de exercícios desenvolvidos por estudante na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422</a> . ....	53
Figura 24 – Trabalho final da disciplina, com análises de concordância e recursão sobre imagens do Museu Solomon R. Guggenheim, de Frank Lloyd Wright . Fonte Autora, 2009.....	54
Figura 25 - Ilustração de materiais didáticos desenvolvidos para as aulas de Geometria Gráfica e Digital I. Fonte: Autora, 2014.....	55
Figura 26 – Imagens de exercício didático postado no AVA da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2012/2. A. Apresentação da obra. B. Posições das arestas em relação ao diedro. C. Hipótese de geração da forma a parti de operação de adição. D. Hipótese de geração da forma a partir de operação de subtração. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338</a> . Acesso em 2015. ....	57
Figura 27 – Imagens de exercício didático postado no AVA da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2014/2. As imagens correspondem ao mesmo exercício, desenvolvidos por diferentes estudantes. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338</a> . Acesso em 2015.....	58
Figura 28 – Imagens de exercício didático postado no AVA da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2014/2. Duas coberturas geradas a partir de um mesmo esquema paramétrico. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338</a> . Acesso em 2015.....	59
Figura 29 – Imagens de exercício didático postado no AVA da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2014/2. As imagens correspondem ao mesmo exercício, desenvolvidos por diferentes estudantes. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338</a> . Acesso em 2015.....	59
Figura 30 – Fotografias de modelos de poliedros produzidos na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2015/1. À esquerda, modelo feito com palitos e bolas de isopor. Ao centro, modelo feito a partir de planificação sobre papel. À	

direita, modelo produzido por impressora 3D. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338</a> . Acesso em 2015.....	60
Figura 31 – Exercício desenvolvido por estudante na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3, realizando a concordância de superfícies no software SketchUp. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423</a> . Acesso em 2015.....	61
Figura 32 – Exercício desenvolvido por estudante na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3, realizando a concordância de superfícies com o plug-in de parametrização Grasshopper no software Rhinoceros. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423</a> . Acesso em 2015.....	61
Figura 33 – Imagens de trabalho final desenvolvido por estudante na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3. A. Análise das curvas (parábola e elipse). B. Demonstração das curvas sobre a obra. C. Identificação dos elementos geométricos em é pura com as vistas de modelo da obra. D. Hipótese de geração: concordância de superfícies. E. Hipótese de geração: revolução de curvas. F. Hipótese de geração: extrusão de circunferência com variação de raio. G. Planificação do modelo da obra. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423</a> . Acesso em 2015. ....	62
Figura 34 - Exercício desenvolvido na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 4. Fonte: <a href="https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=339">https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=339</a> . Acesso em 2015. ....	64

## Lista de Quadros

Quadro 1 – Disciplinas de representação que abordam conteúdos de geometria nos currículos do CAU/UFPel ao longo de sua história, conforme Pintado (1999). Fonte: Autora, 2016.....	13
Quadro 2 – Disciplinas de representação que abordam conteúdos de geometria nos currículos do CAU/UFPel, segundo o levantamento de Pintado (1999). Fonte: Autora, 2016.....	31
Quadro 3 – Sistematização dos resultados obtidos nas análises dos exercícios didáticos quanto as estruturas de saber. Fonte: Autora, 2016. ....	71

## Lista de Abreviaturas e Siglas

CAU	Curso de Arquitetura e Urbanismo
CES	Câmara de Educação Superior
CG	Construções Geométricas
CNE	Conselho Nacional de Educação
DG	Desenho Geométrico
FAUrb	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas
GD	Geometria Descritiva
GEGRADI	Grupo de Estudos para o ensino/aprendizagem de Gráfica Digital
GGD	Geometria Gráfica e Digital
GP	Geometria Projetiva
IFM	Instituto de Física e Matemática
MEC	Ministério da Educação
PS	Perspectiva e Sombras
UFPel	Universidade Federal de Pelotas

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>5</b>
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
1.1. A geometria na formação em Arquitetura e Urbanismo .....	6
1.2. O ensino/aprendizagem da geometria gráfica em contextos de Arquitetura e Urbanismo na atualidade.....	8
1.3. O ensino/aprendizagem da geometria gráfica na história do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel.....	11
1.4. A reforma curricular de 2011 e as disciplinas de geometria no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel.....	17
1.5. A identificação de um marco teórico e metodológico no campo da didática: a visão estruturada de um saber.....	19
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>23</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
2.1. Delimitação do estudo .....	24
2.2. Sobre os dados disponíveis para a pesquisa .....	25
2.3. Identificação e sistematização dos conteúdos das disciplinas .....	26
2.4. Análise e sistematização das estruturas de saber contidas nos exercícios didáticos das disciplinas.....	27
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>29</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>30</b>
3.1. Sobre os dados acessados.....	31
3.1.1. <i>Exercícios propostos em disciplinas curriculares de 1972 a 1974: grupo A.....</i>	<i>31</i>
3.1.2. <i>Exercícios propostos em disciplinas curriculares de 1975 a 2011: grupo B.....</i>	<i>32</i>
3.1.3. <i>Exercícios propostos em disciplinas curriculares de 2012 a 2015: grupo C .....</i>	<i>33</i>
3.2. Sobre os dados acessados.....	33

3.2.1.	<i>Grupo A: disciplinas curriculares de 1972 a 1974</i> .....	33
3.2.1.1.	Construções Geométricas I .....	33
3.2.1.2.	Construções Geométricas II .....	36
3.2.1.3.	Geometria Descritiva III .....	38
3.2.2.	<i>Grupo B: disciplinas curriculares de 1975 a 2011</i> .....	38
3.2.2.1.	Geometria Descritiva III .....	39
3.2.2.2.	Geometria Descritiva IV .....	42
3.2.2.3.	Perspectiva e Sombras .....	46
3.2.3.	<i>Grupo C: disciplinas curriculares de 2012 a 2015</i> .....	49
3.2.3.1.	Geometria Gráfica e Digital 1 .....	49
3.2.3.1.1.	Acompanhamento da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 durante o semestre 2014/1 .....	54
3.2.3.2.	Geometria Gráfica e Digital 2 .....	56
3.2.3.3.	Geometria Gráfica e Digital 3 .....	60
3.2.3.3.1.	Acompanhamento da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3 durante o semestre 2014/2 .....	63
3.2.3.4.	Geometria Gráfica e Digital 4 .....	63
3.3.	Identificação e sistematização dos conteúdos das disciplinas dos grupos A, B e C .....	64
3.4.	Análise e sistematização das estruturas de saber contidas nos exercícios didáticos das disciplinas dos grupos A, B e C .....	65
<b>CAPÍTULO 4</b> .....		<b>66</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....		<b>67</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....		<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....		<b>77</b>
<b>Apêndices</b> .....		<b>81</b>
Apêndice A – Quadros com os conteúdos identificados nos materiais didáticos das disciplinas do grupo A .....		82
Apêndice B – Quadros com os conteúdos identificados nos materiais didáticos das disciplinas do grupo B .....		86
Apêndice C – Quadros com os conteúdos identificados nos materiais didáticos das disciplinas do grupo C .....		90
Apêndice D - Análise dos exercícios didáticos das disciplinas do grupo B .....		93

Apêndice E - Análise dos exercícios didáticos das disciplinas do grupo B .....	97
Apêndice F - Análise dos exercícios didáticos das disciplinas do grupo C .....	107
<b>Anexos .....</b>	<b>121</b>
Anexo A – Amostras de materiais didáticos digitalizados .....	122
Anexo B – Plano de ensino da disciplina de Geometria Descritiva III em 2005.....	123
Anexo C – Plano de ensino da disciplina de Geometria Descritiva IV em 2005 .....	125
Anexo D – Plano de ensino da disciplina de Perspectiva e Sombras em 2005.....	127
Anexo E – Plano de ensino da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 .....	129
Anexo F – Plano de ensino da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 .....	131
Anexo G – Plano de ensino da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3 .....	133
Anexo H – Plano de ensino da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 4.....	135

## INTRODUÇÃO

---

Enquanto estudante do Curso de Arquitetura e Urbanismo (CAU) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no período de 2008 a 2013, acompanhei o processo de reforma curricular ocorrido no ano de 2011. Como bolsista de iniciação científica no grupo GEGRADI – Grupo de Estudos para o ensino/aprendizagem de Gráfica Digital –, no período de 2009 a 2013, também pude participar de algumas modificações ocorridas nas disciplinas de Geometria Descritiva (GD) III e IV e Perspectiva e Sombras (PS), agora reformuladas e renomeadas de Geometria Gráfica e Digital 1, 2, 3 e 4.

Minha formação como acadêmica do CAU/UFPel não recebeu nenhuma interferência desta reforma, tendo completado todas as disciplinas, integralmente, pelo currículo de 1997 (último currículo implementado antes da reforma de 2011). O ensino de geometria que recebi foi através das antigas disciplinas de GD III e IV e Perspectiva e Sombras, respectivamente, no primeiro, segundo e terceiro semestres do curso.

Entretanto, minha formação como pesquisadora de iniciação científica foi diretamente influenciada por esta reforma, especificamente no âmbito das referidas disciplinas de Geometria. Isto porque, ao fim do terceiro semestre da graduação, ingressei no GEGRADI, grupo de pesquisa vinculado ao CAU/UFPel, cadastrado junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), diretamente envolvido com o desenvolvimento de estudos para o ensino/aprendizagem de geometria direcionado ao contexto de arquitetura e

urbanismo. Dessa maneira, pude participar de vários desses estudos, os quais, gradativamente, do campo da pesquisa passaram a ser aplicados no ensino, junto às antigas disciplinas de Geometria Descritiva e Perspectiva e Sombras.

Um fator que influenciou nessas mudanças foi a extinção do Departamento de Desenho Técnico e Gráfica Computacional (DTGC) no ano de 2011, o qual era composto por docentes responsáveis por ministrar todas as disciplinas de representação da Universidade. Este Departamento estava vinculado ao Instituto de Física e Matemática (IFM). Desde sua origem, junto à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, os docentes do Departamento de Desenho eram oriundos de diversas formações, como arquitetos e urbanistas, engenheiros de várias áreas (civis, eletricitas, agrônomos, etc.), artistas, ou qualquer outra formação que os habilitassem a ministrar tais conteúdos, caracterizados no âmbito da formação básica dos cursos. Com a justificativa de pertencerem a uma formação básica comum, uma determinada disciplina era ministrada da mesma maneira para diversos cursos da Universidade, normalmente, sem buscar adequação à especificidade da formação. Exemplificando, um engenheiro agrônomo podia ministrar uma mesma disciplina para os cursos de Agronomia, Meteorologia e Arquitetura e Urbanismo. Ou seja, não havia um direcionamento dos conteúdos para os contextos específicos de cada formação docente ou discente.

Com a extinção do DTGC, os docentes puderam optar por se vincular a uma unidade acadêmica em específico (Centro de Artes, Centro de Engenharias, Centro de Tecnologia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Meteorologia ou ainda permanecer junto ao Instituto de Física e Matemática). Vincularam-se à FAUrb somente professores arquitetos e urbanistas, os quais eram integrantes do GEGRADI, assumindo assim a responsabilidade de todas as disciplinas de geometria oferecidas para a FAUrb.

Coincidindo esse período com o ano da elaboração do novo currículo, estes novos professores, para o contexto da FAUrb, responsáveis pelas disciplinas de geometria, participaram das discussões para a reforma das mesmas. O GEGRADI apresentou a proposta de alterar as ementas a fim de redistribuir os conteúdos

existentes e incluir novos. Também apontou para a premência da inclusão de tecnologias digitais de representação e visualização, formalizada em seus planos de ensino, com a finalidade de auxiliar no processo de apreensão formal, principalmente no caso de geometrias complexas. Deve-se destacar que gradativamente estas tecnologias vinham permeando as práticas didáticas, entretanto de acordo com a iniciativa própria de cada docente. Assim, foram criadas as novas disciplinas de Geometria Gráfica e Digital (GGD) 1, 2, 3 e 4.

Com essa mudança, os estudos desenvolvidos no GEGRADI, que até então eram aplicados, de maneira sistemática, em disciplinas de pós-graduação, e, no âmbito da graduação, por meio de oficinas extracurriculares, passaram a ser aplicados diretamente nas disciplinas de geometria.

O corpo docente envolvido com tais disciplinas passou a reestruturar o discurso didático que vinha sendo empregado até então, com o propósito de intensificar as aplicações da geometria na prática projetual de Arquitetura e Urbanismo. As novas disciplinas passaram a explicitar em seus objetivos a análise e representação de obras que exemplificassem os conteúdos trabalhados, demonstrando aos estudantes as suas diversas possibilidades de aplicações na área.

A reforma de 2011 nas disciplinas de Geometria do CAU/UFPel, frente ao quadro exposto, se configurou como um reflexo da trajetória de pesquisa de um grupo (GEGRADI) sobre os avanços tecnológicos na área da representação gráfica e suas influências no processo de ensino e aprendizagem em contextos de Arquitetura e Urbanismo. Mais do que isto, obviamente, decorreu de toda a história do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da evolução na construção de seus currículos e do esforço em compreender o papel das disciplinas de representação no âmbito desta formação profissional. E, principalmente, decorreu, do processo de reforma administrativa ocorrida na Universidade, que aprovou o Regulamento de Ensino de Graduação na UFPel, o qual exigia a atualização dos currículos de todos os cursos.

A investigação e sistematização de todos estes fatores, que influenciaram no processo de reforma destas disciplinas, são de fundamental importância para a

compreensão da atual situação do ensino/aprendizagem de geometria no CAU/UFPeI. A partir de um registro detalhado do contexto e do processo de reforma destas disciplinas, desde a criação do curso, considera-se possível delimitar a questão que norteia essa pesquisa:

- Quais as mudanças ocorridas na abordagem prática dos conteúdos das disciplinas de geometria gráfica do CAU/UFPeI desde a sua criação até o período imediatamente posterior a última reforma curricular de 2011?

Dessa maneira, esta pesquisa tem como objetivo geral:

- Compreender as mudanças ocorridas nas práticas didáticas das disciplinas de geometria gráfica do CAU/UFPeI no período de 1972 a 2015.

A pesquisa também possui os seguintes objetivos específicos:

- Reunir documentação sobre a história das disciplinas de geometria gráfica ministradas no CAU/UFPeI.
- Documentar a história do processo de ensino e aprendizagem de Geometria no CAU/UFPeI;
- Compreender o contexto das mudanças realizadas nas disciplinas de Geometria do CAU/UFPeI;
- Avançar na compreensão do processo de ensino e aprendizagem de geometria gráfica ao longo da história do CAU/UFPeI;
- Refletir e registrar percepções identificadas e/ou vividas junto ao processo estudado;
- Contribuir para o processo de avaliação permanente de reformas curriculares, seja com a delimitação de um método ou com a explicitação de posturas consideradas, no âmbito deste estudo, como positivas ou negativas junto ao processo de ensino/aprendizagem aqui particularizado.

## **CAPÍTULO 1**

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. A geometria na formação em Arquitetura e Urbanismo

Burly e Burly (2010) destacam a importância da relação existente entre a arquitetura e a geometria. Mostram que, a partir da apropriação dos padrões fornecidos pela geometria, estudantes e profissionais da área podem desenvolver seus projetos a partir de processos lógicos, que permitem compreender processos atribuídos muitas vezes exclusivamente à intuição.

“A arquitetura e a geometria são mutuamente implicadas na sua concepção e desenvolvimento. Ambas têm o poder de expressar e organizar o espaço, utilizando conceitos fora das restrições de um mapeamento direto para uma representação física. A distinção fundamental reside em seus níveis de abstração e padrões. A geometria busca padrões, e uma vez estabelecidos, provados ou demonstrados, os oferece para uso. A arquitetura emprega estes padrões de relacionamento construtivamente para sustentar e criar relacionamentos espaciais específicos.”<sup>1</sup> (BURRY e BURRY, 2010, p.9)

A importância da geometria para os processos projetuais de arquitetura também é abordada em Mitchell (2008). O autor observa que desde a Grécia antiga, onde havia um grande interesse nas questões relativas à forma, já eram realizados estudos sobre como regular e ordenar composições a partir do uso da geometria. Para o autor, as formas utilizadas na arquitetura podem modificar-se em diferentes tempos

---

<sup>1</sup> “In this sense, architecture and geometry are mutually implicated in their conception and development. Both have the power to express and organize spaces using concepts outside the constraints of a direct mapping to a physical representation. The principal distinction lies in their levels of abstraction and generality. Geometry looks for generalities and, once established (demonstrated or proved), offers them up for use; architecture employs these general relationships constructively to underpin and create specific spatial relationships.”

ou culturas, entretanto, as obras reconhecidas ao longo da história sempre são compostas a partir de conceitos reguladores e organizadores, pois, segundo ele, são estes que trazem os predicados de graciosidade, beleza e harmonia, fazendo com que as pessoas em geral se agradem por sua estética.

Consigliere (1999), ao falar sobre essas mudanças morfológicas ocorridas ao longo da história da arquitetura, enfatiza os princípios geométricos utilizados em cada momento. Fala, por exemplo, de uma das leis da Gestalt, a “lei da boa forma”, a qual diz que uma obra deve ser compreendida com facilidade e, para isso, o arquiteto deve criar “composições simples, regulares, simétricas, fechadas e equilibradas”. O autor demonstra como determinadas formas planas (círculo, quadrado e triângulo equilátero) e tridimensionais (esfera, cubo, tetraedro e icosaedro) foram utilizadas para a obtenção de tal efeito.

O referido autor também caracteriza o período Topológico, considerando àquele quando a matemática clássica é substituída pela topologia e a geometria euclidiana pela não euclidiana. Observa que para este período a arquitetura deixa de ser enquadrada nas formas regulares, passando a utilizar-se de formas moldáveis, com o uso de curvas contínuas. Assim, em lugar das formas rígidas e ortogonais, a produção de arquitetura intensifica o uso de geometrias como o parabolóide hiperbólico, conoide, cilindroide e hiperboloide.

Através das referidas aplicações na história da arquitetura, Consigliere (1999) enfatiza a importância dos conhecimentos geométricos para a atividade projetual. Nesta direção também, Elam (2010) particulariza esta importância da geometria para o processo criativo no campo do Design Gráfico:

“Muitas vezes como profissional do design e como educadora, vi excelentes ideias conceituais acabarem prejudicadas durante o processo de realização, em grande parte, devido a uma falta de entendimento por parte do designer, dos princípios visuais da composição geométrica.” (ELAM, 2010, p.5)

O mesmo também ocorre nas práticas projetuais de Arquitetura e Urbanismo, principalmente no contexto acadêmico, quando os estudantes estão começando a

desenvolver o seu próprio processo projetual. Sem ter um embasamento geométrico suficiente, muitas vezes não conseguem desenvolver uma “boa forma” de um projeto que, conceitualmente e funcionalmente, estava bem resolvido.

## **1.2. O ensino/aprendizagem da geometria gráfica em contextos de Arquitetura e Urbanismo na atualidade**

Para solucionar o problema da falta de embasamento geométrico na formação de Arquitetura e Urbanismo, Pottmann et al (2007) defende a utilização de tecnologias digitais de representação no apoio ao processo de ensino/aprendizagem. Mas não apenas para a representação de formas geométricas puras, e sim para a análise e representação de obras de arquitetura, as quais sejam compostas pelas formas que se deseja estudar.

Segundo o autor, isso potencializa o processo de ensino/aprendizagem, uma vez que se agrega ao estudo da geometria problematizações concretas, onde se percebe a aplicação da geometria na arquitetura. Além disso, para o autor, as tecnologias digitais tornam muito mais ágil e dinâmico o processo de representação de geometrias, principalmente das mais complexas. Tais tecnologias permitem uma melhor manipulação e visualização das formas, o que facilita a apreensão formal por parte dos estudantes.

O estudo de Oliveira (2009), que trabalha com o ensino de Geometria para Arquitetura e Urbanismo, reforça esse pensamento. O autor comenta sobre a necessidade de que o ensino de Geometria acompanhe as mudanças da linguagem projetual, a qual tem se apresentado cada vez mais complexa. Esta complexidade é demonstrada por Burry e Burry (2010), por meio da análise de um conjunto de obras arquitetônicas produzidas a partir de 1990, as quais foram concebidas sob uma forte estruturação geométrica com o apoio da computação no processo de projeto. Esta análise enfatiza as grandes diferenças formais destas obras em relação às outras produzidas no mesmo período sem tal apoio computacional. Os referidos autores

consideram que isto ocorre em função da união de tecnologias digitais e conceitos geométricos para a concepção dos projetos, uma vez que estes permitem que se obtenham resultados diferenciados.

Segundo Oliveira (2009), essa diferenciação vem ocorrendo em função da evolução dos softwares de representação, os quais possibilitam a representação de formas cada vez mais complexas. A partir dessa observação, inicialmente, Oliveira (2009) chega a questionar a necessidade da continuidade do ensino de geometria. Porém, ao fim do estudo, conclui que o melhor é aproveitar todo o potencial dessas novas ferramentas de representação e modificar a abordagem do ensino de geometria, direcionando-a para esta nova linguagem projetual.

Corroborando com essa ideia, Soares (2007) fala sobre os problemas da representação gráfica tradicional para a representação de geometrias complexas:

“(...) apesar da sua importância, o desenho técnico – assim como outras disciplinas de representação gráfica -, apresenta limitações práticas quando usado para representar formas complexas. Mesmo que seus métodos permitam representar estas formas, a árdua execução artesanal de diversas planificações e rebatimentos revela o esgotamento do seu potencial já a partir da década de 1950.” (SOARES, 2007)

Em Steele (2001) também se encontra uma citação de Robert Timme, que defende a utilização das ferramentas digitais para auxiliar o ensino/aprendizagem de arquitetura no âmbito de disciplinas de representação, como a geometria:

“Antes do computador, era muito difícil explicar os conceitos relacionados ao processo de representação. Agora, combinando diferentes programas ou softwares, podemos explicar temas complexos em um formato visual claro, descritivo e animado.”<sup>2</sup> (ROBERT TIMME, apud STEELE, 2001)

---

<sup>2</sup> “Antes de que apareciera el ordenador, era muy difícil explicar los conceptos relacionados com el proceso de diseño. Ahora, combinando distintos programas o software, podemos explicar temas complejos em um formato visual claro, descriptivo y animado.”

Nesta direção, hoje também se identificam abordagens como a gramática da forma, processos generativos e processos paramétricos, conforme discutido em Celani (2003) e Mitchell (2008). Estas exigem a compreensão de relações formais, muitas vezes complexas, que geram sistemas os quais explicam projetos arquitetônicos e urbanísticos. Também são maneiras lógicas e matemáticas de analisar projetos, decodificando informações dos mesmos para o desenvolvimento de processos eficientes para novas concepções, a partir da mesma lógica compositiva. Como exemplo, tem-se o trabalho de Mayer (2003), que realizou a análise e identificação de elementos pertencentes à linguagem arquitetônica de Oscar Niemeyer.

Embora não seja necessário o uso de computadores para criar e analisar esses processos, Celani (2003) e Mitchell (2008) enfatizam que o conhecimento geométrico aliado aos meios digitais pode potencializar as atividades projetuais. Pensamento compartilhado por Mayer (2003) no referido estudo, a qual diz que as análises de gramática da forma realizadas por ela, sem o uso de computador, para o estudo de apenas algumas das obras de Niemeyer, poderiam abranger a obra completa do arquiteto caso fosse utilizado um processo generativo automatizado, com o uso de computadores.

Os processos paramétricos permitem que se definam relações entre elementos ou grupos de elementos relativos à composição de um objeto (Dunn, 2012). Segundo este autor, a parametrização é extremamente útil para situações de modelos que apresentem uma maior complexidade, ou seja, que envolvam vários parâmetros. Também enfatiza a vantagem de que através deste tipo de processo de modelagem podem-se alterar a qualquer momento os parâmetros estabelecidos e estas modificações refletirão na alteração automática do modelo geométrico.

Wilson Florio (2011) comenta sobre o Grasshopper, um dos plug-ins utilizados para desenvolver parametrizações, para o estudo de geometrias complexas:

“Sua facilidade de operação tem incentivado a produção de componentes de grande complexidade, com parâmetros claramente definidos. Consequentemente, nota-se que tais recursos tecnológicos

têm contribuído para avanços significativos sobre o domínio de formas de grande complexidade, sobretudo para novos estudos sobre a geometria topológica.” (FLORIO, 2011, p.3)

### **1.3. O ensino/aprendizagem da geometria gráfica na história do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel**

O ensino/aprendizagem de geometria no CAU/UFPel avança no mesmo sentido dos trabalhos anteriormente referidos. Entretanto, as mudanças ocorridas no curso ainda são recentes. Para compreendê-las e identificar o momento em que começaram a acontecer, entende-se que é necessário conhecer a história do processo de ensino/aprendizagem de geometria no curso.

O CAU/UFPel é marcado por uma série de reformas curriculares e atualmente se encontra no vigésimo primeiro currículo, de acordo com as informações obtidas no trabalho de Pintado (1999), docente do Curso em questão e que desenvolveu uma dissertação sobre os currículos já implementados no CAU/UFPel.

Conforme consta como relato da história do CAU/UFPel, junto ao documento do atual Projeto Pedagógico, de 1972 até 1974 foi implementado um novo currículo a cada ano. Estes três primeiros anos de curso ainda não contemplavam disciplinas referentes aos *conhecimentos profissionais*<sup>3</sup>, sendo assim ainda não haviam sido configuradas disciplinas que estariam direcionadas especificamente para a formação em Arquitetura e Urbanismo. Estes primeiros currículos contemplavam somente as

---

<sup>3</sup> Os *conhecimentos profissionais* referem-se às disciplinas profissionalizantes e obrigatórias de um currículo. São àquelas voltadas para a formação específica do Curso. Atualmente, segundo a CNE/CES nº 2/2010, estas são compostas pelas seguintes áreas: Teoria e História da Arquitetura, do Urbanismo e do Paisagismo; Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo; Planejamento Urbano e Regional; Tecnologia da Construção; Sistemas Estruturais; Conforto Ambiental; Técnicas Retrospectivas; Informática Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo; e Topografia.

disciplinas de *conhecimento de fundamentação*<sup>4</sup>, que consistiam em disciplinas já existentes na Universidade.

Segundo Pintado (1999), os dois primeiros currículos continham as seguintes disciplinas de geometria gráfica: Construções Geométricas I e II, Geometria Descritiva III e IV, Desenho Geométrico, e Perspectiva e Sombras. Em 1974 foram extintas as disciplinas de Construções Geométricas I e II e incluiu-se a disciplina de Geometria Projetiva. Consta no documento do Projeto pedagógico de 2011, o registro de que em 1975, quando se implantou o primeiro *currículo integral*<sup>5</sup> do curso, permaneceram somente as disciplinas de Geometria Descritiva III e IV e Perspectiva e Sombras, oferecidas, respectivamente, no primeiro, segundo e terceiro semestres. Estas disciplinas foram ofertadas nos próximos dezesseis currículos, somente sendo alteradas na última reforma curricular, ocorrida em 2011. Nesse momento, elas foram reformadas e transformadas nas disciplinas de Geometria Gráfica e Digital 1, 2, 3 e 4, conforme ilustra o Quadro 1. A relação de áreas do conhecimento do currículo vigente, com o destaque de onde se insere a área de Desenho e Meios de Representação e Expressão, área de interesse deste estudo, é representada na Figura 1.

---

<sup>4</sup> Os *conhecimentos de fundamentação* referem-se às disciplinas básicas e obrigatórias de um currículo, as quais visam preparar os estudantes para o ingresso nas disciplinas de conhecimento profissionalizante. Atualmente, nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, os conhecimentos de fundamentação são compostos pelas seguintes áreas: Estética e História das Artes; Estudos Sociais e Econômicos; Estudos Ambientais; e Desenho e Meios de Representação e Expressão. Essa determinação foi feita pelo CNE/CES nº 2/2010.

<sup>5</sup> O *currículo integral* contempla os Conhecimentos de Fundamentação e Profissionais.

DISCIPLINAS DE REPRESENTAÇÃO QUE ABORDAM CONTEÚDOS DE GEOMETRIA NOS CURRÍCULOS DO CAU/UFPEL																					
Disciplinas	Currículos em que foram oferecidas																				
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1981	1984	1985	1987	1988	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1996	1997	2011
Construções Geométricas I																					
Construções Geométricas II																					
Desenho Geométrico																					
Geometria Projetiva																					
Geometria Descritiva III																					
Geometria Descritiva IV																					
Perspectiva e Sombras																					
Geometria Gráfica e Digital 1																					
Geometria Gráfica e Digital 2																					
Geometria Gráfica e Digital 3																					
Geometria Gráfica e Digital 4																					

Quadro 1 – Disciplinas de representação que abordam conteúdos de geometria nos currículos do CAU/UFPEl ao longo de sua história, conforme Pintado (1999). Fonte: Autora, 2016.



Figura 1 – Relação de áreas do conhecimento pelo projeto pedagógico de 2011, destacando a área de Desenho e Meios de Representação e Expressão. Fonte: Autora, 2016.

No ano de criação do currículo imediatamente anterior ao de 2011, portanto, em 1997, Vasconcelos (1997) desenvolveu uma pesquisa sobre o ensino/aprendizagem de geometria no contexto do CAU/UFPeL. A autora, que havia sido docente responsável pelas disciplinas de GD III e IV ministradas para o CAU/UFPeL e para outros cursos, explica que sua motivação em fazer o estudo veio da dificuldade que os estudantes tinham em compreender os conteúdos e da falta de interesse pelos mesmos, por ela detectadas. Através de entrevistas com discentes, docentes e profissionais formados pelo CAU/UFPeL, a autora identificou os seguintes problemas no ensino/aprendizagem de geometria no curso: falta de relacionamento com as demais disciplinas; falta de aprofundamento no conteúdo; falta de desenvolvimento da visão espacial; falta de relação com a realidade concreta/profissional; falta de compreensão dos conceitos que envolvem a configuração das formas tridimensionais e da própria forma tridimensional.

A autora identificou a estrutura curricular estabelecida pelo pensamento moderno como a origem destes problemas. Neste modelo, conforme Cunha (1992, apud Vasconcelos, 1997), as disciplinas de conteúdos básicos, que seriam as de conhecimento de fundamentação, deveriam ser cursadas nos estágios iniciais de formação de maneira genérica. Ou seja, os conteúdos de geometria poderiam ser ministrados da mesma maneira para qualquer curso, cabendo aos estudantes, ao ingressar nas disciplinas dirigidas para a sua formação específica (de Conhecimentos Profissionalizantes) resgatar àqueles conteúdos e aplicá-los em seus trabalhos. Porém, a autora utilizou-se das reflexões de Cunha (1992, apud Vasconcelos, 1997) destacando que esse sistema é falho, já que os conteúdos não são abordados de maneira contextualizada com suas futuras aplicações, dessa maneira, dificultando a compreensão pelos estudantes. Isso, como também demonstrou a pesquisa de Vasconcelos (1997), dificulta o processo de ensino/aprendizagem.

Durante a busca por registros sobre as práticas didáticas das antigas disciplinas de geometria envolvidas neste estudo foram encontradas fotografias de duas exposições realizadas neste mesmo ano da publicação da dissertação de Vasconcelos (1997). As exposições eram de trabalhos de estudantes das disciplinas

de Geometria Descritiva III e Perspectiva e Sombras (Figura 2). Através destas pôde-se perceber que houve uma proposta de direcionamento dos conteúdos ao contexto de arquitetura e urbanismo, já que mostram a relação feita entre os conteúdos de superfícies poliédricas e telhados e perspectivas e representação de espaços de interiores.

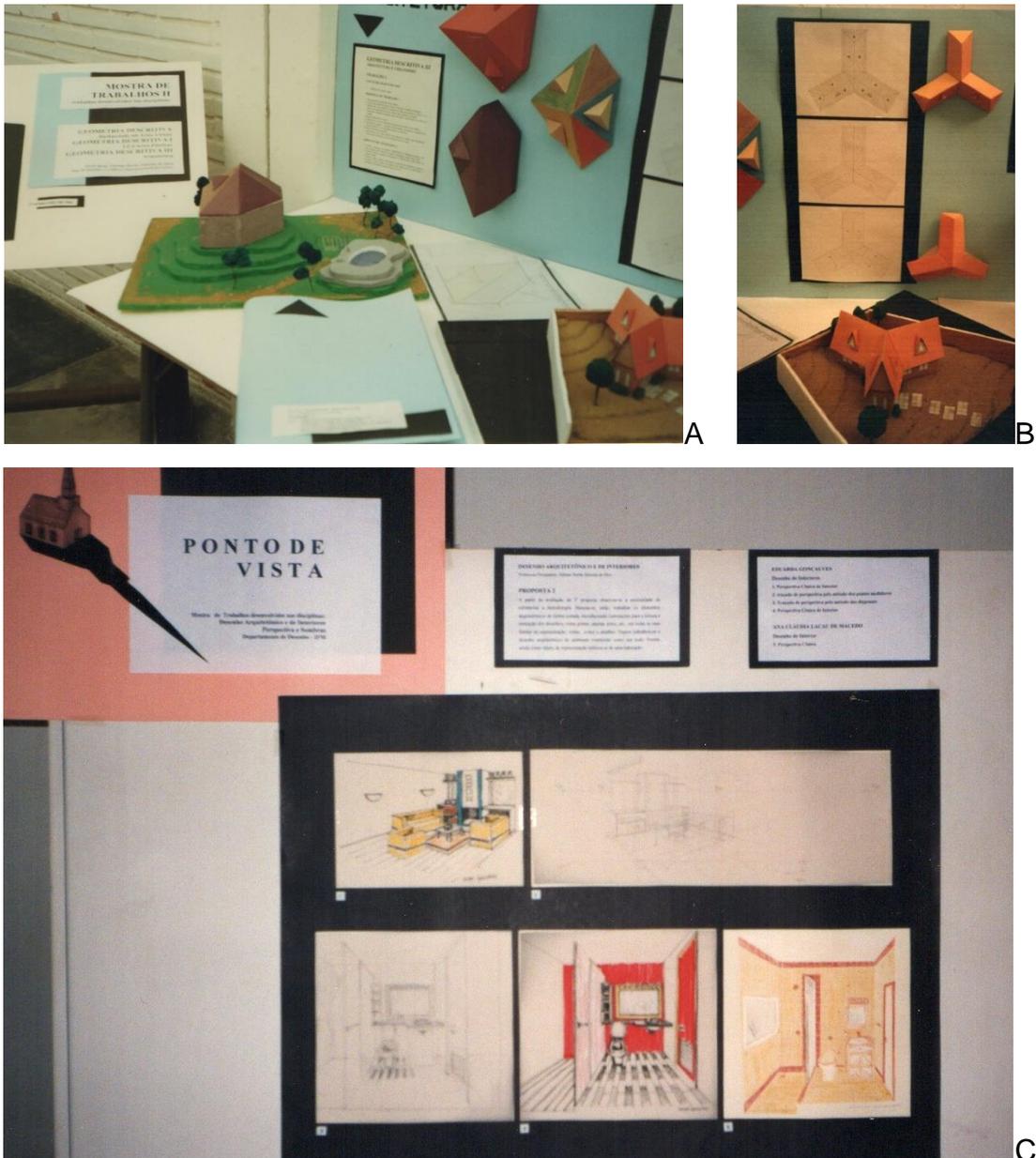


Figura 2 - Fotografias de exposição de trabalhos produzidos em 1997 na disciplina de Perspectiva e Sombras. A e B) Representação de telhados em maquetes físicas de papel. C) Representação gráfica de interiores em perspectiva. Fonte: Adriane Borda, 1997.

Também foram encontrados no Guaiaca (<http://guaiaca.ufpel.edu.br>) – Repositório Institucional da UFPel – vários artigos produzidos no âmbito do GEGRADI e do Curso de Especialização em Gráfica Digital da UFPel, no período de 2004 a 2010. Estes apresentam alguns estudos relativos ao ensino e aprendizagem de geometria aliada a representação gráfica digital para arquitetura, comentados a seguir.

Em Borda, Silveira e Torrezan (2004) se encontra o relato de como se deu o processo de inserção de meios digitais de representação junto à disciplina de Perspectiva e Sombras. É destacada como a abordagem da disciplina passou a priorizar o desenho à mão livre, para o desenvolvimento do croqui em perspectiva. Tradicionalmente, como afirmam as autoras, a abordagem estava dirigida para o uso de instrumentos de desenho, buscando a precisão de traçado. Já as atividades que exigiam precisão e controle do sistema de visualização passaram a ser trabalhadas no espaço digital. Ainda segundo as autoras, as práticas didáticas passaram a se utilizar de ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs), para a realização de atividades à distância, ampliando o espaço de sala de aula. Como resultado, teve-se o início da mudança dos materiais didáticos da disciplina de Perspectiva e Sombras que passaram a ser elaborados em meios digitais para serem disponibilizados no AVA da disciplina.

Neste mesmo sentido, têm-se também o estudo de Brum, Borda e Félix (2007), que relata o processo de estruturação e experimentação de um AVA para o ensino/aprendizagem de gráfica digital, de maneira a potencializar as atividades de representação através do uso de tais tecnologias.

Também foram encontrados trabalhos relativos à produção de objetos de ensino/aprendizagem de geometria para arquitetura. No trabalho de Barros e Borda (2007), foram estudadas maneiras de integrar o conteúdo de proporção com a gráfica digital, no contexto de arquitetura. Em Brod et al (2010) foi abordada a utilização do espaço digital para criação de objetos de ensino/aprendizagem de anamorfose para arquitetura, artes e design. No estudo de Herrmann, Borda e Piedras (2010), identifica-se um estudo não específico para arquitetura, mas trata que da estruturação de objetos para o ensino/aprendizagem de simetria, utilizando meios digitais.

Todos estes trabalhos, entre outros, contribuíram para gerar infraestrutura de apoio docente, por meio de estruturação das atividades e produção de material didático, para gradativas mudanças nas disciplinas de geometria do CAU/UFPeI. Em Vasconcelos et al (2010) encontra-se o relato da experiência de uma atividade de anamorfose realizada na disciplina de Perspectiva e Sombras, onde a partir da representação gráfica digital compreendeu-se o conteúdo de anamorfose para que então os alunos as reproduzissem no espaço físico. Nos trabalhos de Nunes, Pires e Borda (2010), Nunes, Vasconcelos e Borda (2011) e Vasconcelos, Nunes e Borda (2011), são destacadas as produções de materiais didáticos para o ensino/aprendizagem de geometria para arquitetura, a partir da representação gráfica digital de obras exemplares de arquitetura, visando promover a ampliação de vocabulário e repertório geométrico dos estudantes. Estes materiais foram sendo estruturados e utilizados dentro das disciplinas de Geometria Descritiva III e IV, a partir de 2008.

#### **1.4. A reforma curricular de 2011 e as disciplinas de geometria no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPeI**

Segundo consta na Resolução nº 14 de 28 de outubro de 2010 da UFPeI, devido ao contexto de expansão da Universidade, com o aumento de vagas para os cursos existentes e a criação de vários novos cursos e às práticas acadêmicas e ações pedagógicas não mais compatíveis aos mecanismos reguladores surgiu a necessidade de criar um novo documento regulatório para os cursos de graduação da UFPeI. Este foi denominado Regulamento do Ensino de Graduação e determinou a atualização dos currículos didáticos de todos os Cursos da Universidade em um prazo máximo de cento e vinte dias a partir de sua publicação.

Como o currículo vigente no CAU/UFPeI não contemplava as diretrizes curriculares nacionais vigentes, determinadas pelo Ministério da Educação (MEC) para todos os Cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, através da

Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010 (CNE/CES nº 2/2010), houve a necessidade de implementá-las neste novo projeto pedagógico.

Entre as habilidades determinadas pela CNE/CES nº 2/2010 para o profissional arquiteto e urbanista consta: “as habilidades de desenho e o domínio da geometria, de suas aplicações e de outros meios de expressão e representação, tais como perspectiva, modelagem, maquetes, modelos e imagens virtuais” (CNE/CES nº 2/2010, p. 3).

Conforme relatado anteriormente, o processo de ensino e aprendizagem no âmbito da geometria, junto ao contexto que se refere este estudo, já vinha sendo modificado. Entretanto, com a reforma curricular de 2011 no CAU/UFPel estas foram consolidadas com a extinção das antigas disciplinas de Geometria Descritiva III e IV e Perspectiva e Sombras e criação de um grupo de disciplinas com a mesma denominação, variando apenas pela numeração associada à especificidade e/ou ao grau de complexidade: Geometria Gráfica e Digital (GGD) 1, 2, 3 e 4.

Foi definido que a disciplina de GGD1 abordaria os conteúdos de geometria plana. As disciplinas de GGD2 e GGD3 tratariam da geometria espacial, sendo a primeira centrada no estudo de formas poliédricas e a segunda, incluindo formas quádricas e livres. E a GGD4 abordaria os conteúdos de perspectiva e sombras. O termo “digital” na nomenclatura resultou na inserção obrigatória das tecnologias computacionais de representação.

De acordo com Borda, Pires e Vasconcelos (2012), os conteúdos programáticos das novas disciplinas buscaram sintonia com outras iniciativas centradas na identificação de novos métodos projetuais potencializados pelas tecnologias digitais.

A infraestrutura científica e tecnológica para a estruturação da proposta de mudança para tais disciplinas, de acordo com Borda et al (2012), foi sendo construída junto ao Curso de Especialização em Gráfica Digital. As autoras destacam que, especialmente, a partir de Chevallard (1991), Celani (2003) e Pottmann et al (2007),

foram sendo delineadas as estruturas de saber consideradas pertinentes ao contexto de ensino/aprendizagem para o projeto de arquitetura. Comentam que os momentos didáticos propriamente ditos foram estruturados no âmbito de atividades de extensão denominadas como “oficinas de ensino/aprendizagem de Gráfica Digital”. Estas oficinas eram ministradas por bolsistas do grupo GEGRADI e foram relatadas em trabalhos como Nunes, Pires e Borda (2010), Nunes, Vasconcelos e Borda (2011) e Vasconcelos, Nunes e Borda (2011).

Junto a estes relatos sobre a estruturação deste conjunto de disciplinas, as autoras envolvidas destacam que, com a mudança de currículo do curso, os conteúdos teriam passado a buscar a interdisciplinaridade, unindo geometria, projeto e informática. Alegam que hoje estas disciplinas teriam como principais estratégias de ensino a representação gráfica digital de obras de arquitetura exemplares e identificação de conceitos aplicados.

Também, de acordo com Borda et al (2012), estas estratégias teriam sido elaboradas baseando-se especialmente nos trabalhos de Sainz (2005) e Valderrama (2001), os quais reforçam que a representação de obras de arquitetura promove maior apreensão formal fazendo com que o aprendizado seja mais efetivo.

### **1.5. A identificação de um marco teórico e metodológico no campo da didática: a visão estruturada de um saber**

Em Borda (2001) identificou-se o emprego de uma teoria no campo da didática que deu suporte para um estudo analítico de conteúdos relativos à representação gráfica digital aplicados à arquitetura.

No referido estudo os critérios utilizados foram estabelecidos a partir da *teoria da transposição didática*, de Yves Chevallard (1999). De acordo com a interpretação registrada em Borda (2001) desta teoria, existem dois tipos de saber: o *saber sábio* e o *saber ensinado*. O primeiro seria o saber científico, que é próprio dos especialistas sobre um determinado conhecimento. O segundo seria o que chega ao nível

acadêmico, que sofre uma transformação para que possa ser compreendido mais facilmente pelos estudantes. Esta ação de transpor um conhecimento científico para o ensino acadêmico, explicada por Yves Chevallard, é realizada pelos docentes da seguinte maneira:

“Um conteúdo de saber que tenha sido designado como um saber a ensinar sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os *objetos de ensino*. O trabalho que transforma um "objeto de saber a ensinar" em um "objeto de ensino" é denominado transposição didática.”<sup>6</sup> (CHEVALLARD, Yves. 2005. p. 45).

Chevallard (1999) também se refere à chamada *praxiologia*, utilizada por ele em seu estudo sobre o ensino/aprendizagem de matemática, considerando que pode ser aplicada em qualquer outra área do conhecimento. A palavra *praxiologia* refere-se ao estudo das ações humanas (MICHAELIS, 2016). No âmbito da teoria da transposição didática, uma praxiologia, seria o estudo da ação de estruturar um determinado saber para ser utilizado em um determinado contexto. Refere-se à obtenção de uma estrutura formal, a qual contempla uma estrutura integral de saber, constituída pelo *saber* (caráter teórico) e o *saber fazer* (caráter prático).

Dessa maneira, Yves Chevallard (1999) divide uma estrutura integral de saber em quatro elementos fundamentais, considerando um agrupamento em dois blocos: o do *saber*, identificando os elementos *teoria* e *tecnologia* e o do *saber fazer*, com os elementos *técnica* e *problema*.

Em uma estrutura de saber que sustenta um exercício didático, a teoria seria aquela que se refere ao conhecimento que consegue gerar, explicar e justificar todos os elementos envolvidos: tecnologia, técnica e problema.

---

<sup>6</sup> Un contenido de saber que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para ocupar un lugar entre los *objetos de enseñanza*. El «trabajo» que transforma un "objeto de saber a enseñar" en un "objeto de enseñanza", es denominado la *transposición didáctica* (CHEVALLARD, Yves. 2005. p. 45).

“La capacidad de una teoría de generar diversas tecnologías que, a su vez, generan diversas técnicas... va inevitablemente acompañada de un “crescendo” metadiscursivo que está en la base de la abstracción creciente de estos objetos y de la gran “generalidad” (por gran “generatividad”) de las teorías. Pero como se observa en este modo de organización praxeológica el discurso “teórico” no se contrapone a la “actividad práctica” (la tarea) como dos actividades independientes, contrapuestas y que derivan de su “propia lógica” (como tantas veces parece ocurrir al analizar las prácticas docentes en las instituciones educativas). Por el contrario, la organización praxeológica pone de manifiesto la filiación (dinámica) entre teoría y práctica.” (BORDA, 2001, p. 28)

Segundo Borda (2001), as tecnologias são responsáveis por gerar, explicar e justificar as técnicas utilizadas para a resolução de determinados problemas.

Por exemplo, tecnologias tradicionais de representação geram, explicam e justificam as técnicas de representação a partir de instrumentos de desenho (lapiseira, esquadros, compassos, etc) para a resolução de um determinado problema.

De acordo com Borda (2001), a técnica é a maneira prática de resolver um determinado problema.

“Una praxeología relativa a un tipo de tareas requiere una manera de realizar las tareas. A una determinada “manera de hacer” se le da, aquí, el nombre de *técnica* (del griego *tekhnê*, saber hacer). (BORDA, 2001, p. 27)

Conforme a interpretação de Borda (2001), um problema, no contexto da teoria da transposição didática, corresponde a um objeto didático, o qual possui um gênero e um tipo:

“Una tarea, elemento primitivo de la teoría, se representa habitualmente por un verbo y corresponde a un concepto antropológico más amplio que el que el lenguaje corriente atribuye a una *acción* humana.

*Ordenar* un armario, *subir* una escalera son tareas, pero también lo son el *leer* un manual, *dividir* un entero entre otro, *dibujar* un cuadrado, *representar* un edificio mediante una maqueta, ...

La noción de “tipo de tareas” corresponde a un objeto que, aunque parametrizable, debe ser relativamente preciso en su formulación, Así, dibujar un cuadrado de 20 cm de lado (en la pizarra de la clase...) es una tarea; dibujar un cuadrado (L) es un tipo de tareas, pero dibujar no

lo es. Dibujar, calcular, representar geoméricamente son géneros de tareas, que piden uno o varios determinativos para convertirse en tipos de tareas.

Recordemos, finalmente, que tareas, tipos de tareas, géneros de tareas no son datos a priori de la naturaleza, sino que son “obras, artefactos institucionales cuya reconstrucción en una institución determinada, por ejemplo en un aula es un problema completo, que es el objeto mismo de la *didáctica*”. (BORDA, 2001, p. 27)

## **CAPÍTULO 2**

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A revisão preliminar, registrada no capítulo anterior, permitiu reunir referenciais para delimitação do objeto de estudo e das disciplinas e período de tempo a ser abarcado, a partir do reconhecimento da história do CAU/UFPel.

Ao buscar alternativas para resolver o problema de estudo partiu-se para a identificação dos elementos objetivos que se teria para compreender as transformações ocorridas nas disciplinas de geometria, de maneira a viabilizar a análise no âmbito desta dissertação de mestrado.

### **2.1. Delimitação do estudo**

Conforme delimitado pelo objetivo geral, a proposta desta pesquisa foi de compreender as transformações ocorridas nas disciplinas que envolvem o estudo de geometria a partir de recursos de representação gráfica. Desta maneira, disciplinas que abordassem especificamente a geometria em sua linguagem algébrica ficaram fora do escopo desta pesquisa, como por exemplo a de Geometria Analítica, que esteve na grade curricular de 1972 a 1974, ou as de matemática, que estavam presentes no curso até o currículo de 1997, conforme consta em Pintado (1999).

Além disso, delimitou-se estudar somente disciplinas que abordassem a geometria gráfica de maneira exclusiva. Isto porque em cursos de graduação em

Arquitetura e Urbanismo, várias disciplinas podem abordar estes conteúdos, já que são fundamentais tanto sob os aspectos organizacionais, por ampliarem um repertório de soluções formais, como estéticos, por instrumentalizar com conceitos de composição, conforme registrado no Capítulo 1.

Junto a minha experiência enquanto estudante do CAU/UFPel de 2008 a 2013, por exemplo, conteúdos de geometria gráfica foram abordados nas disciplinas de Projeto Arquitetônico e Urbanístico e Estética e História das Artes. Junto às disciplinas de projeto que cursei, os repertórios formais foram apresentados através de atividades como as descritas em Pires (2010). A autora analisa exercícios da disciplina de Projeto Arquitetônico e Urbanístico II (segundo semestre de 2008) os quais tinham a posposta de que os estudantes desenvolvessem composições formais a partir de operações geométricas em planos seriados. Já na disciplina de Estética, a abordagem era direcionada à análise de obras de arquitetura exemplares por suas composições estéticas. Nesta, o principal conteúdo abordado era o de proporção, o qual era estudado a partir da análise de fachadas de obras arquitetônicas com o uso de um proporcionômetro, como relatado no trabalho de Vasconcelos (2014).

Estudar todas as disciplinas de todos os currículos para identificar aquelas que trazem abordagens como estas, identificar quais os conteúdos estudados e ainda identificar mudanças ocorridas ao longo do tempo seria inviável para esta pesquisa em função do tempo disponível.

## **2.2. Sobre os dados disponíveis para a pesquisa**

Tendo presenciado parte da história do CAU/UFPel, de 2008 até o presente momento, como estudante, bolsista, estagiária e pesquisadora, identifiquei a possibilidade de acessar alguns registros de atividades didáticas para servirem de elementos objetivos para as análises.

Desde o ano de 2012, todas as disciplinas que envolveram o estudo da geometria, no contexto da representação gráfica, se utilizaram do AVA. Sendo assim,

existe o registro de grande parte do material didático veiculado junto ao processo de ensino/aprendizagem estabelecido.

Também, identificou-se a possibilidade de acessar integralmente cadernos que registram as trajetórias didáticas, com todos os exercícios propostos, em dois períodos anteriores à utilização dos AVAs: o período de 1972 a 1974, fase inicial do CAU/UFPel em que os currículos só contemplavam as disciplinas referentes aos conhecimentos de fundamentação; e o período de 1975 a 2011, composto somente por currículos integrais que não tiveram nenhuma mudança com relação às disciplinas de geometria em questão.

De posse deste tipo de informação e considerando-se o objetivo geral deste estudo, de compreender as mudanças ocorridas nas disciplinas de geometria do CAU/UFPel, delimitou-se o método que passou a se configurar como uma análise de exercícios didáticos, sob a ótica da visão estruturada de saber, formulada por Chevallard (1991). Sendo assim, o estudo se caracterizou pela identificação e análise dos elementos que compõem as estruturas de saber implícitas aos exercícios em questão: teorias, tecnologias, técnicas e problemas.

### **2.3. Identificação e sistematização dos conteúdos das disciplinas**

Esta etapa objetiva identificar e registrar os tipos de conteúdos abordados nos exercícios didáticos propostos no âmbito das disciplinas envolvidas, a fim de sistematizar a incidência e frequência destes ao longo dos currículos do CAU/UFPel.

#### **2.4. Análise e sistematização das estruturas de saber contidas nos exercícios didáticos das disciplinas**

Para Yves Chevallard (1991), é necessário compreender a esfera de observação do fenômeno de estruturação de saberes no âmbito de uma instituição educativa. Ele diferencia o saber, propriamente dito, ao saber a ser ensinado.

Neste estudo definiu-se trabalhar somente com o *saber a ser ensinado*, a partir da identificação das estruturas de saber contidas nos exercícios. Desta maneira, estuda-se o resultado do fenômeno da transposição didática, ou seja, após os docentes responsáveis por estas disciplinas elegerem o *saber* e o configurarem como *saber a ser ensinado*. Com isto, são abordadas questões objetivas, extraídas dos próprios registros dos exercícios, sem considerar questões perceptivas de docentes e/ou estudantes.

Sendo assim, essa etapa tem como objetivo identificar os quatro elementos fundamentais das estruturas de saber (teoria, tecnologia, técnica e problema) envolvidas nos exercícios didáticos de cada semestre letivo de cada disciplina.

Para sistematizar os dados obtidos na análise das estruturas de saber foi elaborado um quadro, no qual deveriam ser registradas as seguintes informações: nome da disciplina, ano e semestre letivo que foi ministrada; imagens ilustrativas dos exercícios didáticos da disciplina; e as análises das estruturas de saber. O modelo estruturado é apresentado na Figura 3.

Análise de exercícios didáticos	
GRUPO <b>A, B ou C</b>	
DADOS	Disciplina: <b>Nome da disciplina conforme consta no currículo (todos os currículos encontram-se nos Anexos A e B).</b>
	Ano/semestre letivo: <b>Data da amostra</b>
IMAGENS ILUSTRATIVAS	<p>Imagens ilustrativas de um ou mais exercícios didáticos de cada amostra. Esse campo busca exemplificar visualmente as atividades desenvolvidas nas disciplinas, sem que o leitor tenha que revisar toda a amostragem, que encontra-se no Anexo C. Os dados informados nos campos seguintes correspondem ao conjunto de todos os exercícios didáticos e não somente aos aqui ilustrados. Entretanto estas imagens devem ser exemplares do conjunto da amostra, de maneira que o leitor possa ser capaz de visualizar as informações aqui sintetizadas nas mesmas.</p>
<b>Estruturas de Saber</b>	
PROBLEMA	Descrição dos quatro elementos das estruturas de saber (teoria, tecnologia, técnica e problema) identificados nos exercícios didáticos.
TÉCNICA	
TECNOLOGIA	
TEORIA	<p>A coluna esquerda possui a cor do seu respectivo grupo para facilitar a leitura (verde para o grupo A, azul para o grupo B e vermelho para o grupo C)</p> 

Figura 3 – Modelo de quadro para sistematização das análises das estruturas de saber contidas nos exercícios didáticos. Fonte: Autora, 2017.

## **CAPÍTULO 3**

### 3. DESENVOLVIMENTO

A partir de Pintado (1999), acessou-se a listagem de todos os currículos já implementados no CAU/UFPel e de suas respectivas disciplinas. Com isto, constituiu-se a lista de todas as disciplinas de geometria gráfica que já existiram no curso, elaborando-se o Quadro 2.

Visualmente, por meio da própria diferença do número e/ou nomenclatura das disciplinas de geometria gráfica, percebe-se a existência de dois momentos importantes, nos quais ocorreram significativas mudanças, conforme demonstrado no Quadro 2.

O primeiro momento é marcado pela reforma curricular de 1975, quando foi implementado o primeiro currículo integral. Este eliminou as antigas disciplinas de Construções Geométricas I e II, oferecida nos currículos de 1972 e 1973, Desenho Geométrico, oferecida nos três currículos anteriores, e Geometria Projetiva, oferecida somente no currículo de 1974.

O segundo momento é marcado pela reforma curricular de 2011 (que entrou em vigência no primeiro semestre letivo de 2012), a última efetivada junto ao CAU/UFPel até 2015 (período considerado neste estudo). Esta reforma reformulou e/ou renomeou as disciplinas de Geometria Descritiva III e IV e Perspectiva e Sombras, existentes desde a fundação do curso, ou seja, há quarenta e quatro anos.

A partir da identificação destes dois momentos, como estratégia de sistematização do estudo, foram caracterizados três grupos: A, B e C.

DIVISÃO DOS CURRÍCULOS DO CAU/UFPEL EM TRÊS GRUPOS																					
Disciplinas	Currículos																				
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1981	1984	1985	1987	1988	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1996	1997	2011
Construções Geométricas I	█	█																			
Construções Geométricas II	█	█																			
Desenho Geométrico	█	█	█																		
Geometria Projetiva	█	█	█																		
Geometria Descritiva III				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Geometria Descritiva IV				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Perspectiva e Sombras				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Geometria Gráfica e Digital 1																					█
Geometria Gráfica e Digital 2																					█
Geometria Gráfica e Digital 3																					█
Geometria Gráfica e Digital 4																					█

GRUPO A
GRUPO B
GRUPO C

Quadro 2 – Disciplinas de representação que abordam conteúdos de geometria nos currículos do CAU/UFPEl, segundo o levantamento de Pintado (1999). Fonte: Autora, 2016.

O Grupo A corresponde ao período de 1972 a 1974, abrangendo sete disciplinas: Construções Geométricas I e II, Desenho Geométrico, Geometria Projetiva, Geometria Descritiva III e IV, e Perspectiva e Sombras. O Grupo B corresponde ao período de 1975 a 2011, abrangendo três disciplinas: Geometria Descritiva III e IV, e Perspectiva e Sombras. E o Grupo C corresponde ao período de 2012 até 2015, abrangendo quatro disciplinas: Geometria Gráfica e Digital 1, 2, 3 e 4. Para diferenciar os grupos foi atribuída uma cor para cada um: azul para o grupo A, verde para o grupo B, e vermelho para o grupo C.

### 3.1. Sobre os dados acessados

Nesta etapa buscou-se por exercícios didáticos referentes a todas as disciplinas dos grupos A, B e C.

#### 3.1.1. Exercícios propostos em disciplinas curriculares de 1972 a 1974: grupo A

Para a coleta de exercícios didáticos das disciplinas do grupo A foram utilizadas as seguintes estratégias: a) realizou-se uma busca nos acervos junto à

secretaria da FAUrb e junto ao Instituto de Física e Matemática (local do extinto Departamento de Desenho). Sobre este período obteve-se a informação de que não haveria as informações digitalizadas. Teve-se conhecimento da preservação destas informações a partir de um acervo físico de posse de professores que pertenceram ao departamento. Entretanto, até o momento não foi possível acessá-las. b) tentativa de obter os documentos por meio de quem cursou as disciplinas em questão como estudantes de arquitetura da época. Para isto, partiu-se da relação de todas as turmas de alunos formados no CAU/UFPel, na expectativa de que eventualmente poderiam ter guardado algum registro das disciplinas. A Profa. Dra. Ana Lúcia Costa de Oliveira, atual docente da FAUrb, fez parte da relação da primeira turma de formandos. A professora informou ter ingressado no curso na primeira turma de 1972 e possuía toda a documentação dos materiais e exercícios didáticos utilizados por ela nas disciplinas de Construções Geométricas I e II e Geometria Descritiva III. Todo o material obtido consta no Anexo A.

Não foi possível obter exercícios referentes às demais disciplinas de Desenho Geométrico, Geometria Descritiva IV e Perspectiva e Sombras.

### **3.1.2. Exercícios propostos em disciplinas curriculares de 1975 a 2011: grupo B**

Para a coleta de materiais referentes às disciplinas do período de 1975 a 2011 utilizou-se a estratégia de busca nos acervos junto à secretaria da FAUrb e junto ao GEGRADI.

Além disto, foi possível contar com o registro das trajetórias pessoais das envolvidas neste estudo (autora e orientadora), utilizando-se dos materiais que as mesmas possuíam, referentes aos períodos em que foram estudantes do CAU/UFPel.

Foram reunidos os exercícios referentes às três disciplinas do grupo: Geometria Descritiva III e IV e Perspectiva e Sombras, disponibilizados no Anexo A.

### **3.1.3. Exercícios propostos em disciplinas curriculares de 2012 a 2015: grupo C**

Os exercícios das disciplinas do grupo C puderam ser obtidos mais facilmente pelo fato de existir um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) (<https://moodle.ufpel.edu.br/sysead/>) onde constam registros sobre o desenvolvimento de cada uma destas disciplinas.

Em cada um dos ambientes encontra-se uma página inicial com os conteúdos e seus respectivos materiais didáticos postados. Estes ambientes são dinâmicos, de maneira que podem ser atualizados a cada semestre ou a qualquer momento, conforme a necessidade dos professores. Na página inicial encontraram-se também os fóruns correspondentes a cada semestre letivo, onde estão postados os exercícios realizados pelos estudantes. Destaca-se que alguns destes fóruns encontram-se vazios ou com pouca quantidade de exercícios postados.

Os exercícios obtidos estão disponíveis no Anexo A.

## **3.2. Sobre os dados acessados**

A partir do processo de organização dos exercícios didáticos das disciplinas foi feito o reconhecimento das suas respectivas abordagens didáticas.

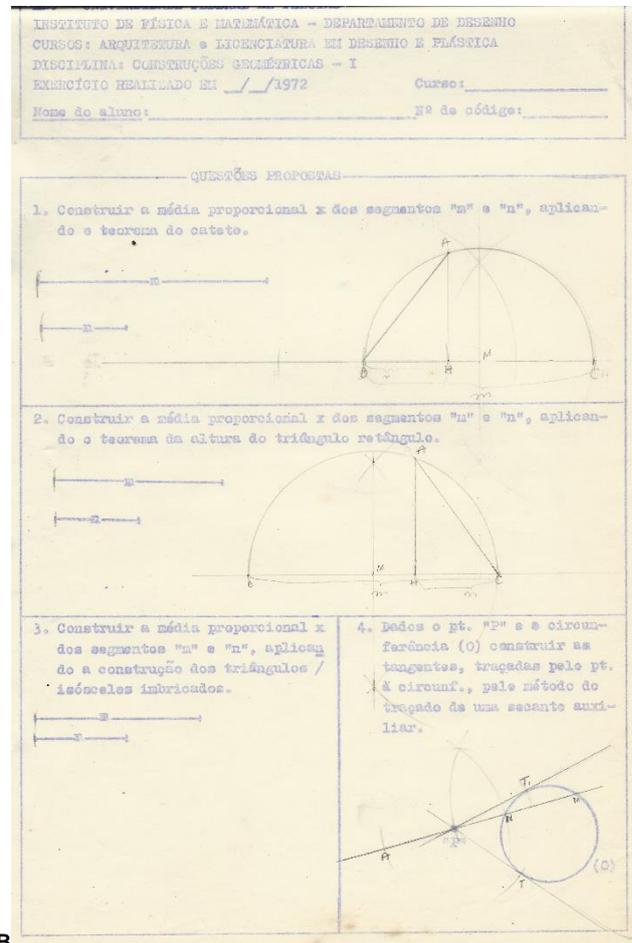
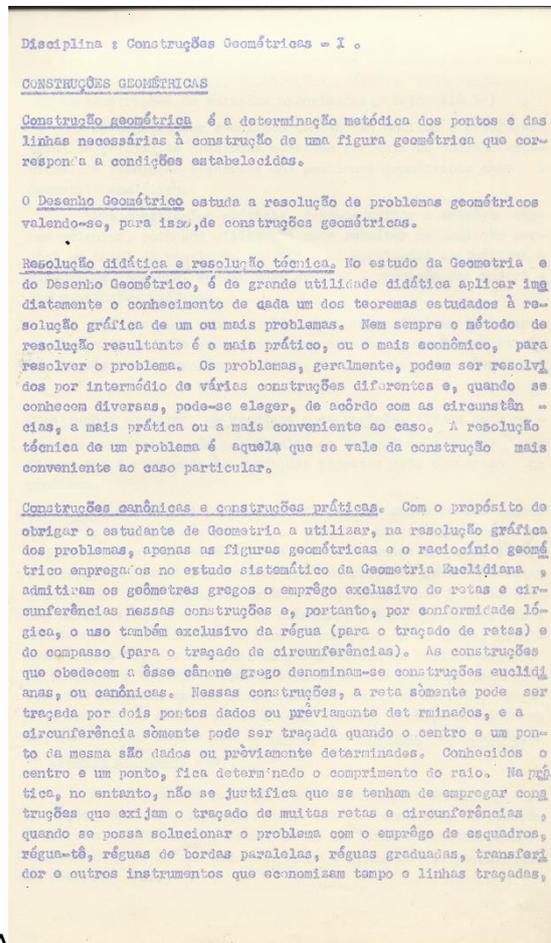
### **3.2.1. Grupo A: disciplinas curriculares de 1972 a 1974**

#### **3.2.1.1. Construções Geométricas I**

O material de Construções Geométricas I, de 1972/1, consiste em uma apostila que contém todo o conteúdo da disciplina. Esta possui conteúdos teóricos seguidos de exercícios didáticos resolvidos pelo autor para exemplificar a aplicação do conteúdo, seguidos de exercícios propostos aos estudantes (Figura 4). Estes

exercícios apresentam-se com o enunciado e desenhos geométricos já estruturados pelo autor, de maneira que a sua resolução seja feita sobre os mesmos. Os exercícios resolvidos pelo autor também foram refeitos em um bloco pela estudante que forneceu o material (Figura 5). Também foi obtido o caderno da estudante com cópias de conteúdos passados pelo professor (Figura 6).

A partir destes identificou-se que a disciplina abordava conteúdos de fundamentação para a construção gráfica de geometrias planas sem qualquer relação explícita com a arquitetura.



P) 3 - Construir a mediatriz de um segmento.  
 Dado : Segmento  $\overline{P_1P_2}$  .  
 Denominemos  $s$  o comprimento do segmento  $\overline{P_1P_2}$  ; ou seja, a distância entre  $P_1$  e  $P_2$  .  
 Observe que para a construção da mediatriz não é necessário ser dado nem traçado o segmento, basta que sejam dados seus pontos extremos  $P_1$  e  $P_2$  .

1a(C) - Compasso e régua.

- 1 - Tome um raio qualquer, maior que a metade do comprimento do segmento ( $r > \frac{s}{2}$ ).
- 2 - Trace  $(o)P_1/r$  e  $(o')P_2/r$ ;  $(o)P_1/r \cong (o')P_2/r$ .  $(o)P_1/r$  é o l.g. dos pontos que ficam a uma distância  $r$  de  $P_1$  e  $(o')P_2/r$  é o l.g. dos pontos a uma distância  $r$  de  $P_2$ .

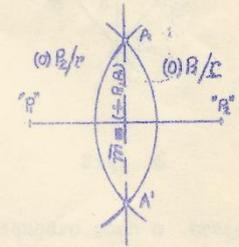


Fig. 4

C

Figura 4 – Imagens digitalizadas da apostila utilizada na disciplina de Construções Geométricas I de 1972/1. A. Página que demonstra a parte teórica da apostila. B. Página que demonstra os tipos de exercícios propostos aos estudantes. C. Exercício resolvido pelo autor. Página Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972.

Construir polígonos de 6 a 12 lados. Concordância.  
 Dado o lado.

1. Concordar 1 segmento de reta com 1 arco

[99]

2. Concordar 1 segmento de reta dado com 1 arco, passando por 1 ponto dado

[100]

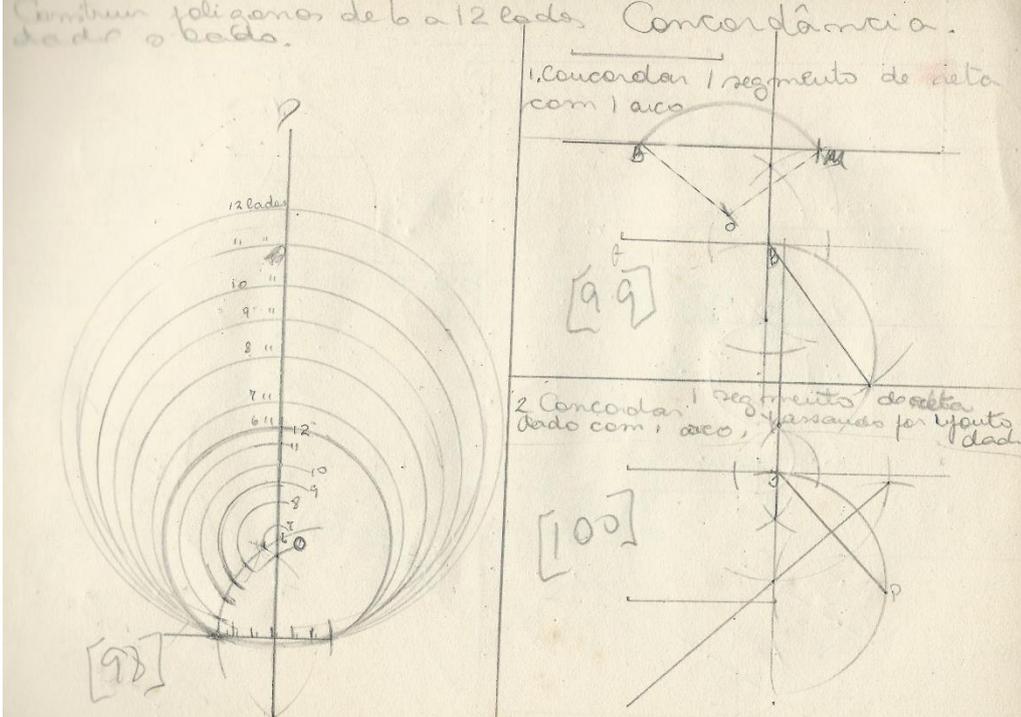


Figura 5 – Imagem digitalizada do bloco de resoluções de exercícios de estudante da disciplina de Construções Geométricas I de 1972/1. Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972.

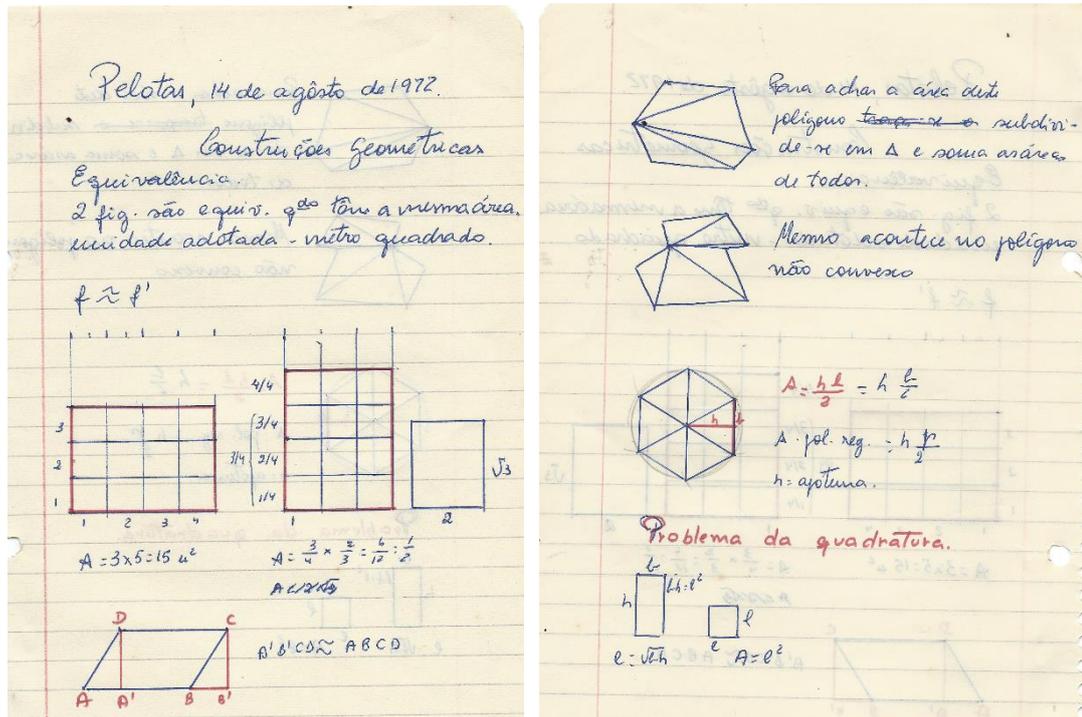


Figura 6 – Imagens digitalizadas do caderno de estudante da disciplina de Construções Geométricas I de 1972/1. Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972.

### 3.2.1.2. Construções Geométricas II

Sobre a disciplina de Construções Geométricas II, de 1972/2, obteve-se uma apostila semelhante à de Construções Geométricas I, com o conteúdo teórico, exercícios resolvidos e exercícios propostos aos estudantes (Figura 7).

Disciplina: Construções Geométricas II

SEGMENTOS PROPORCIONAIS

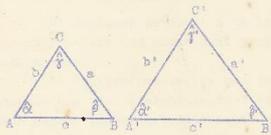


Fig. 1

(T) Quando dois triângulos, ABC e A'B'C', têm seus ângulos homólogos respectivamente iguais ( $\hat{\alpha} = \hat{\alpha}'$ ;  $\hat{\beta} = \hat{\beta}'$ ;  $\hat{\gamma} = \hat{\gamma}'$ ), os referidos triângulos são semelhantes e seus lados homólogos são proporcionais.

$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$  (Fig. 1).

(P)1 - Construção do quarto segmento proporcional a outros três.

Dados três segmentos, é possível determinar o quarto, que se denomina quarto proporcional, por intermédio da construção de triângulos semelhantes. Assim, dados "a", "a'" e "b", poderemos determinar b'; ou, dados "a", "a'" e "c", determinar c'; etc.

1ª(C) - Sejam dados "a", "a'" e "b", (Fig. 1).

Sobre duas semi-retas com origem em O, formando entre elas um ângulo  $\hat{\alpha}$  qualquer, demarque  $OE = a$  e  $OE' = b$ . Complete o triângulo, traçando  $EA$ . Trace outras duas semi-retas com origem em O', distinto de O, formando um ângulo  $\hat{\alpha}' = \hat{\alpha}$ . Sobre uma delas, demarque  $O'E' = a'$ . Construa o ângulo  $\hat{\beta}' = \hat{\beta}$  em O'B'A' igual ao ângulo  $\hat{\beta} = \hat{\beta}$  em OBA. O lado B'A' interceptará o outro, determinando, assim, o quarto lado proporcional O'A' = b'.

2ª(C) - A construção torna-se mais econômica se fizermos coincidir os vértices O e O' e demarcarmos os lados homólogos sobre uma mesma reta, dispoñdo-os consecutivamente (Fig. 2), ou superpostos (Figs. 3 e 4).

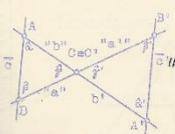


Fig. 2

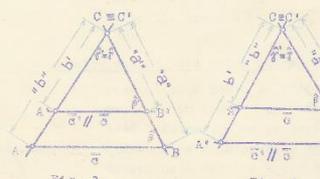


Fig. 3

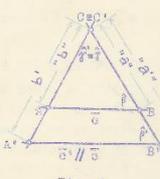


Fig. 4

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
INSTITUTO DE FÍSICA E MATEMÁTICA - DEPARTAMENTO DE DESENHO  
Cursos: "LICENCIATURA EM DESENHO E PLÁSTICA" e "ARQUITETURA"  
Disciplina: CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS - II  
EXERCÍCIO

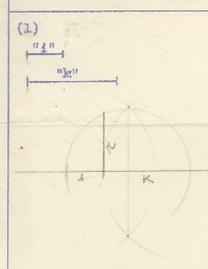
Data: 25/09/72  
Curso de: ARQ  
Nº de código: 674

Nome do aluno: Ana Lúcia

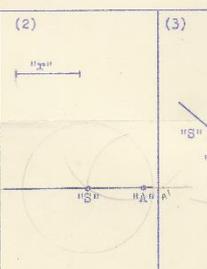
QUESTÕES PROPOSTAS:

- Dados a potência de inversão (k) e o segmento unitário (1), determinar o raio da inversão (r).
- Dados "S", "r" e o ponto A, determinar o ponto inverso A'.
- Dados "S", "A A'", determinar o raio da inversão r.
- Dados os pares de pontos inversos "A A'" e "B B'", determinar o centro de inversão S.
- Dados o par de pontos inversos "A A'" e o raio da inversão "r", determinar o centro S.

(1)



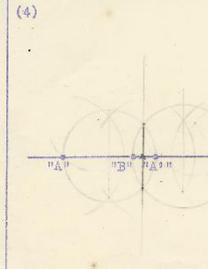
(2)



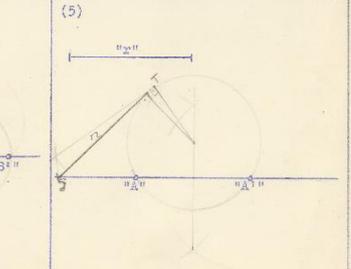
(3)



(4)



(5)



A

B

(P)1 - Dados o segmento  $\overline{AB}$  e  $\left| \frac{x}{x'} \right| = \left| \frac{m}{n} \right|$ , determinar X e Y. (Fig. 2).

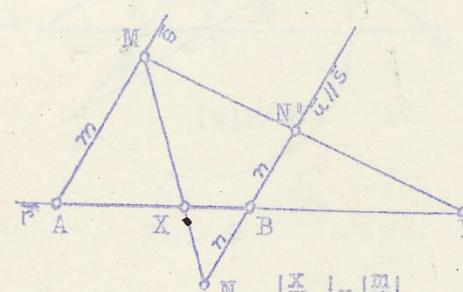


Fig. 2

(C) - Divide-se  $\overline{AB}$  proporcionalmente a  $m \wedge n$ . Por A e por B traçam-se duas retas paralelas quaisquer  $\overline{s} // \overline{u}$ . Sobre  $\overline{s}$  determina-se  $\overline{AM} = m$  e sobre  $\overline{u}$  marcam-se em sentidos opostos,  $\overline{BN} = \overline{BN'} = n$ .

(S:1) -  $MN \cap \overline{AB} = X$ ;  $MN' \cap \overline{AB} = Y$ .

C

Figura 7 – Imagens digitalizadas da apostila de Construções Geométricas II de 1972/2. A. Página que demonstra a parte teórica da apostila. B. Página que demonstra os tipos de exercícios propostos aos estudantes. C. Exercício resolvido pelo autor. Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972.

### 3.2.1.3. Geometria Descritiva III

Foi obtido apenas um caderno da disciplina de Geometria Descritiva III (1972/2) com conteúdos e exercícios resolvidos (Figura 8). Esta disciplina tratava dos métodos de representação gráfica de geometrias tridimensionais no espaço bidimensional, abordando especificamente as geometrias poliédricas.

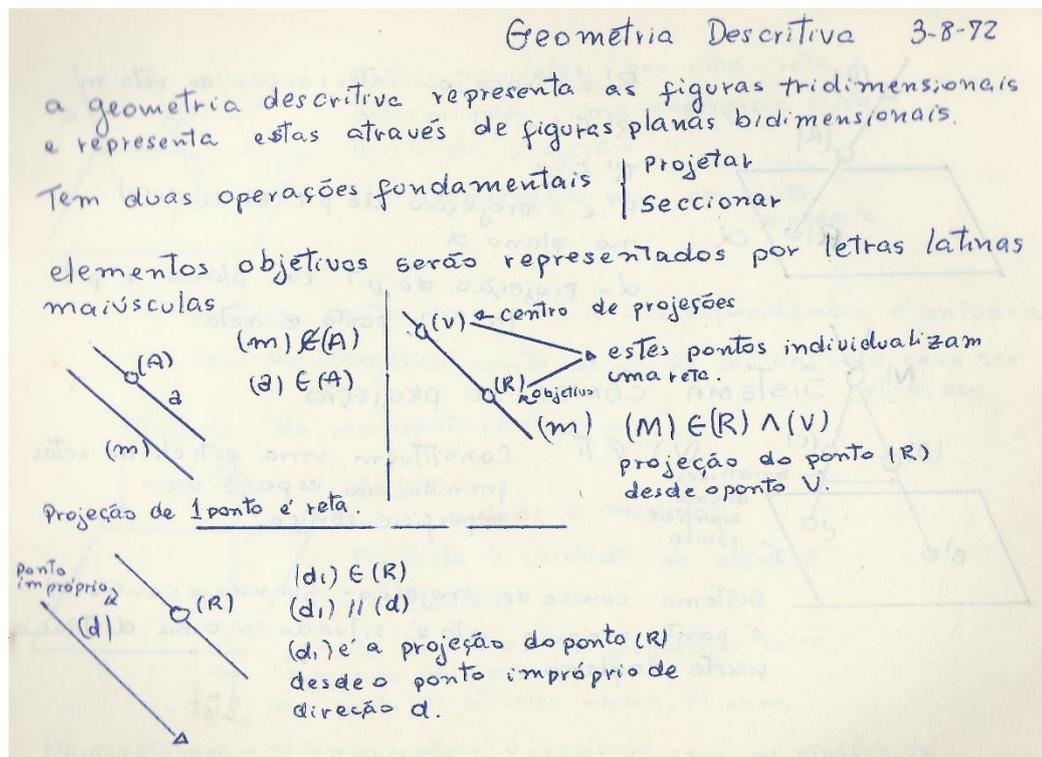


Figura 8 – Imagem digitalizada de caderno de estudante da disciplina de Geometria Descritiva III de 1972/2. Fonte: Ana Lúcia Costa de Oliveira, 1972.

### 3.2.2. Grupo B: disciplinas curriculares de 1975 a 2011

Em meio aos materiais obtidos relativos às disciplinas do grupo B, além de exercícios, encontraram-se planos de ensino das mesmas, os quais ajudaram na compreensão das mesmas. Estes estão disponíveis nos Anexos B, C e D.

### **3.2.2.1. Geometria Descritiva III**

A ementa encontrada em um plano de ensino da disciplina (Anexo B) descreve a proposta da disciplina como:

“Desenvolver o raciocínio espacial e a representação cilíndrico-ortogonal, através do estudo dos conhecimentos fundamentais da Geometria Descritiva e a aplicação destes conhecimentos na Arquitetura. Cultivar a ordem e clareza na representação gráfica utilizando os materiais e instrumentos de desenho técnicos.”

As propostas observadas e os materiais encontrados estavam em concordância com a proposta da ementa, referindo-se estes aos conhecimentos básicos de representação técnica: representação de geometrias tridimensionais no espaço bidimensional, especificamente de superfícies poliédricas.

Os materiais de 1996 e 1997 correspondem a exercícios de criação e representação de telhados (Figura 9) e fotos dos modelos resultantes destes em uma exposição da disciplina (Figura 10), demonstrando possibilidades de aplicação dos conteúdos na arquitetura.

Já os materiais de 2008 correspondem a folhas com conteúdos teóricos, os quais concentram-se em projeções de superfícies poliédricas no sistema projetivo ortogonal, e com exercícios didáticos. Todos os exercícios possuem um enunciado e um ou mais desenhos para que o estudante resolva a partir dos mesmos (Figura 11). Nesta amostra não se identificou a relação do conteúdo com situações específicas de arquitetura.

O TELHADO TIPO SEIS ÁGUAS FOI FEITO A PARTIR DE UMA SUPERFÍCIE HEXAGONAL. ESSE CONSISTIA NUM PRISMA HEXAGONAL RETO. VARIANDO DE COTA CINCO ATÉ COTA DEZ. SECCIONOU-SE, NESSE SÓLIDO, SEIS PLANOS GENÉRICOS, AMBOS COM A MESMA DECLIVIDADE ATRAVÉS DESSAS SECÇÕES FOI OBTIDA UMA PIRÂMIDE DE BASE HEXAGONAL. AS SEIS BISSETRIZES SÃO INTERSECÇÕES DOS PLANOS CHAMADAS ~~ESPIGÕES~~ ESPIGÕES. O PONTO "V" DO TELHADO É O PONTO DE INTERSECÇÃO DOS PLANOS GENÉRICOS. ALÉM DOS SEIS PLANOS GENÉRICOS HA UM PLANO HORIZONTAL, DA BASE DO TELHADO, DE COTA CINCO.

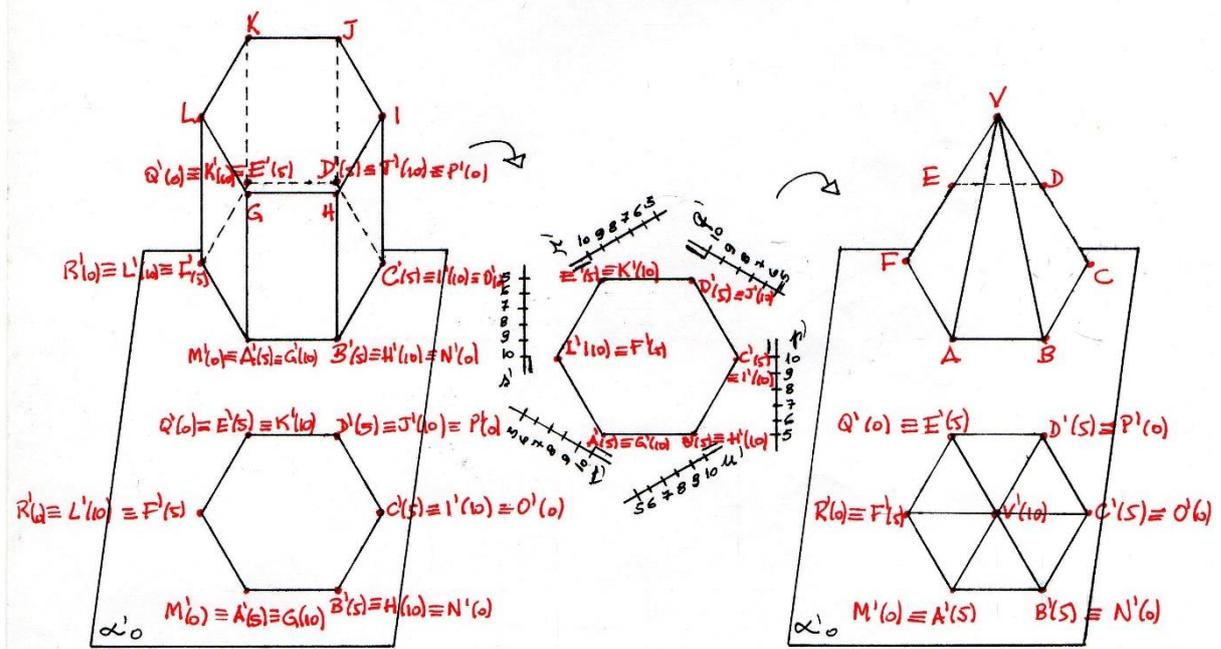


Figura 9 – Exercício desenvolvido em 1996 por estudante da disciplina de Geometria Descritiva III para construção de maquete de um telhado para uma exposição. A imagem possui um texto com a explicação do processo de composição do telhado, seguido de um esquema gráfico da obtenção do mesmo. Fonte: Adriane Borda, 1996.



Figura 10 – Fotos de exposição de trabalhos da disciplina de Geometria Descritiva III realizada em 1997. Fonte: Adriane Borda, 1997.

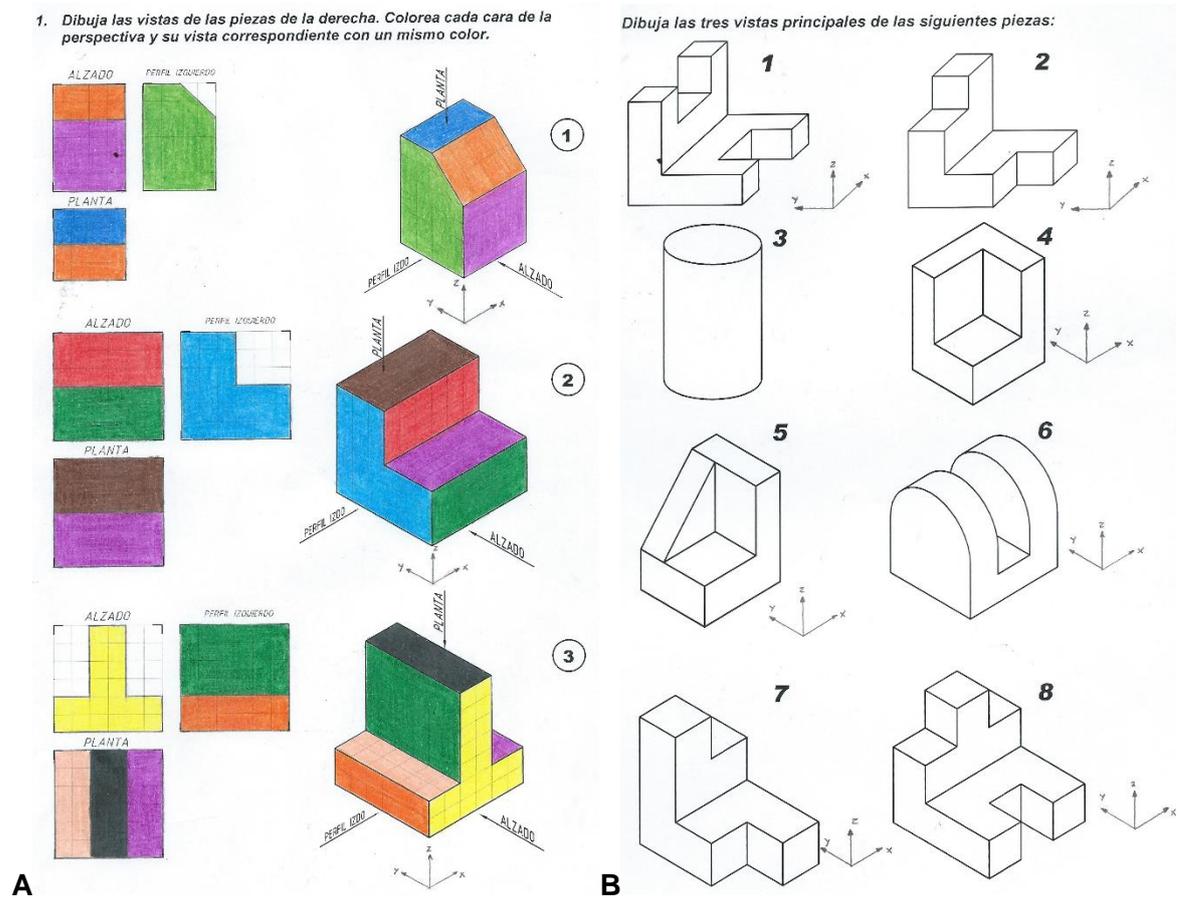


Figura 11 – Imagens de exercícios didáticos da disciplina de Geometria Descritiva III (2008/1). A. Exercício para colorir os objetos e suas respectivas vistas ortográficas. B. Exercício para representar as três vistas ortográficas principais de cada objeto. Fonte: Autora, 2008.

### **3.2.2.2. Geometria Descritiva IV**

A ementa da disciplina de Geometria Descritiva IV encontrada no plano de ensino referia-se aos conhecimentos sobre superfícies geométricas e sua importância para o profissional arquiteto e urbanista:

“A disciplina visa oferecer ao aluno conhecimentos sobre as superfícies, seu estudo e representação pelo método Bi-Projetivo Mongeano, suas classificações, propriedades fundamentais e aplicações, elementos essenciais para o vocabulário formal geométrico do profissional Arquiteto Urbanista.”

Através da revisão dos materiais identificou-se que a disciplina abordava somente as superfícies curvas.

Obtiveram-se materiais de 1979 (caderno de estudante com conteúdos, exercícios e folhas de exercícios anexadas), 1994 (avaliações da disciplina) e 2008 (caderno de estudante e livro com conteúdos e exercícios desenvolvidos pelo professor da disciplina). Estes materiais são ilustrados, respectivamente, nas Figuras 12, 13 e 14.

Percebeu-se que a abordagem destes conteúdos foi muito semelhante nestas três amostragens, em nenhuma dessas trabalhando-se com o estudo dos conteúdos voltados para o contexto de arquitetura.

2- Responde:

Em toda superfície de revolução:

- 2.1- A normal está contida no PLANO MERIDIONAL.
- 2.2- As tangentes aos meridianos, cujos pontos de contato pertencem a mesmo paralelo, concorrem NO MESMO PONTO DO EIXO.
- 2.3- O plano tangente é perpendicular AO PLANO DO MERIDIANO.
- 2.4- Os planos tangentes, cujos pontos de contato pertencem a mesmo paralelo, pertencem a mesmo ponto do EIXO.

3- Define:

- 3.1- Contorno Aparente Vertical de uma superfície:  
PROJEÇÃO DO CONTORNO APARENTE DE ETV  
VO SOBRE O PLANO VERTICAL (T'')
- 3.2- Contorno Aparente Horizontal de uma superfície:  
PROJEÇÃO DO CONTORNO APARENTE DE ETV  
VO SOBRE O PLANO HORIZONTAL (T')

4- Na épura nº1, dada superfície cônica  $\Sigma$ , determinar as projeções verticais de (A) dado.

5- Na épura nº2, dados superfície cônica de revolução  $\Sigma$ , (E)  $\in \Sigma$ , e (E)  $\notin \Sigma$ , realizar as seguintes operações:

- a) Representar por seus traços,  $\alpha$ , sabendo-se que  $\alpha$  é tangente à  $\Sigma$  e (D)  $\in \alpha$ .
- b) Representar plano  $\beta$ , tangente à  $\Sigma$ , sabendo-se que (E)  $\in \beta$ .

6- Na épura nº3, dados superfície  $\Sigma$  e (s)  $\notin \Sigma$ , representar  $\gamma$  tangente à  $\Sigma$  pelos seus traços, sabendo-se que (s)  $\parallel \gamma$ .

Épura nº1

Épura nº2

$\alpha = pl(p, q)$   
 $\beta = pl(r, s)$

Figura 12 – Exercícios da disciplina de Geometria Descritiva IV em 1979. Fonte: Adriane Borda, 1979.

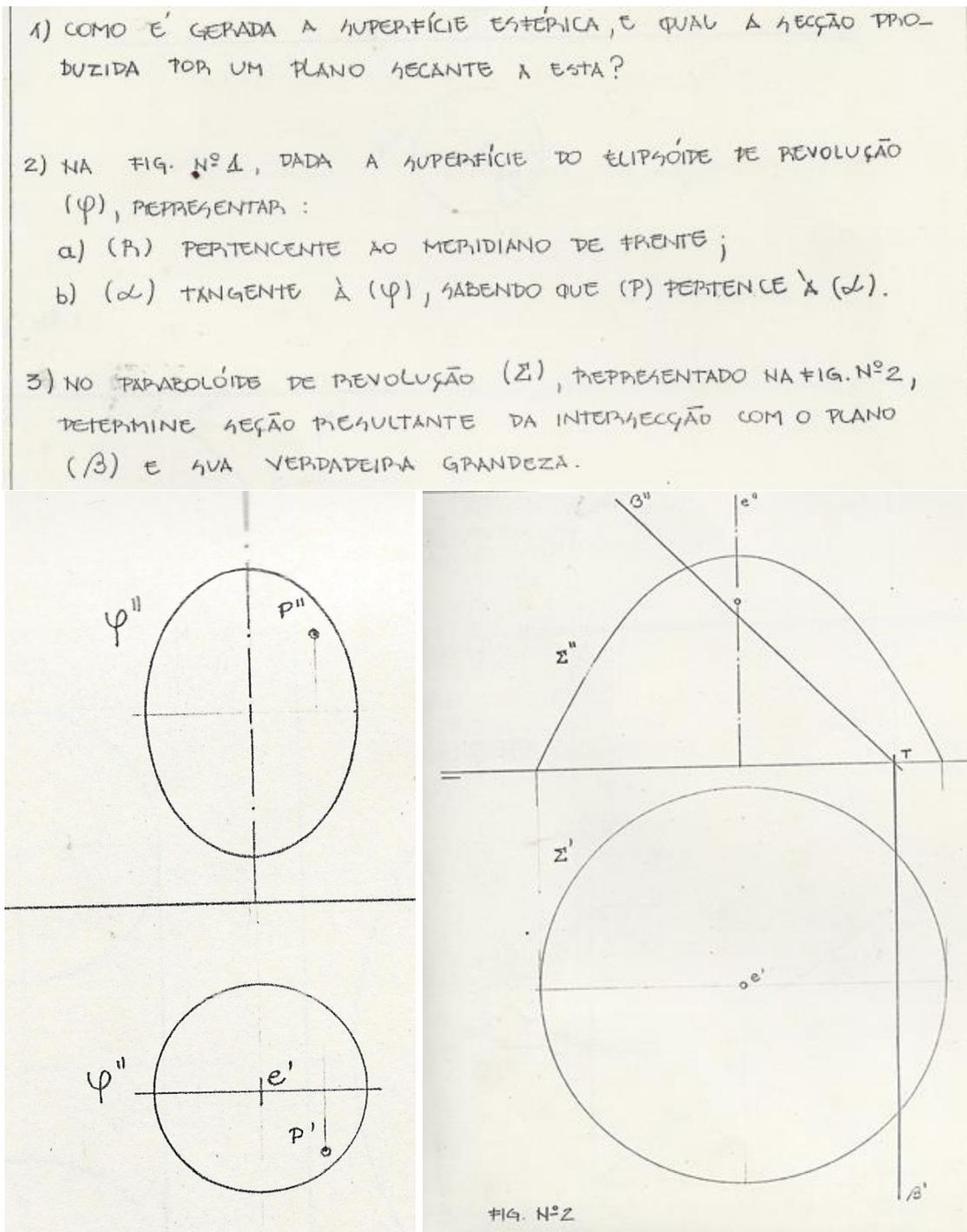
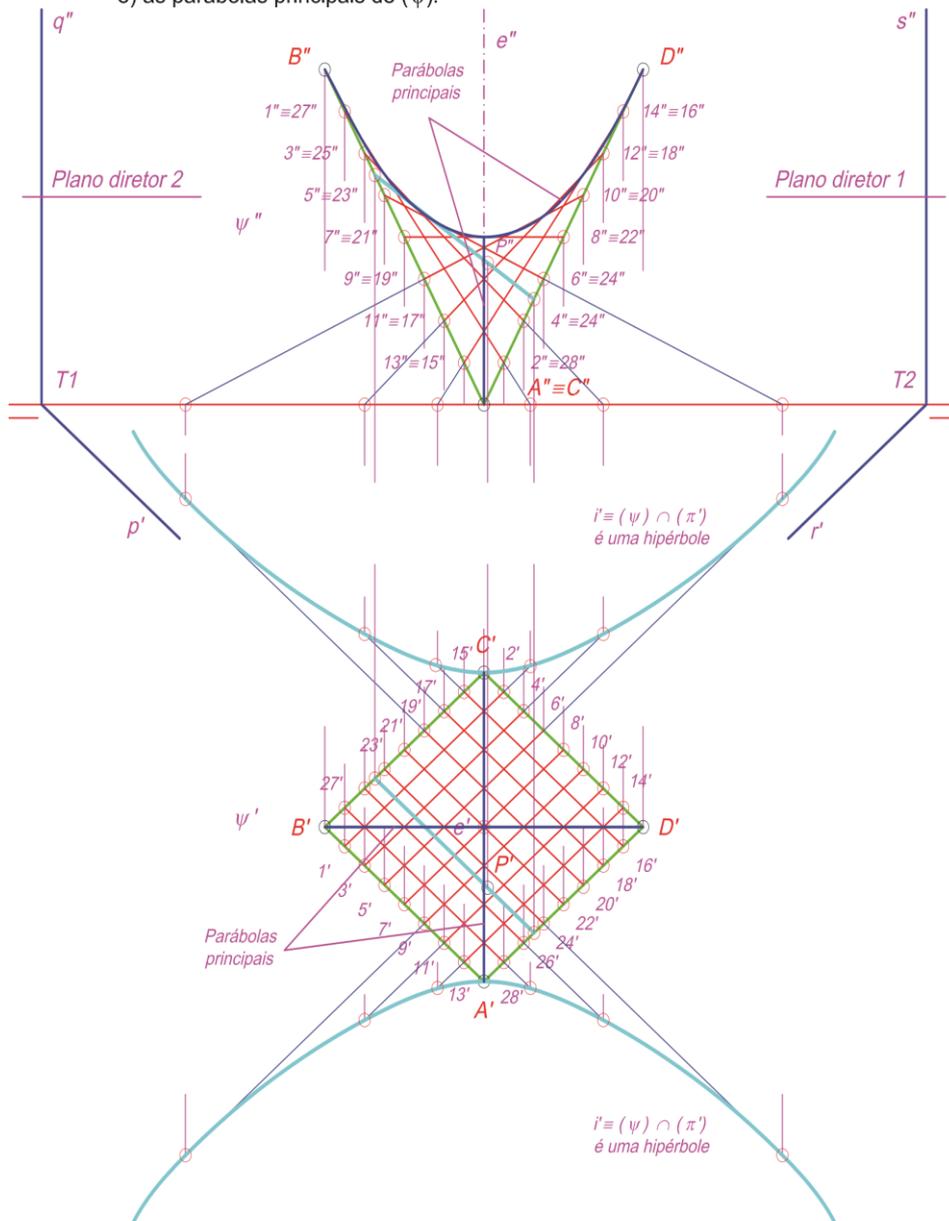


Figura 13 – Imagens de avaliação aplicada na disciplina de Geometria Descritiva IV em 1994. Fonte: Acervo do Curso de Especialização em Gráfica Digital da FAUrb/UFPel.

**UNIDADE II - SUPERFÍCIES**  
**Parabolóide Hiperbólico**

87) Na épora nº 66, dadas as projeções do quadrilátero empenado (A), (B), (C) e (D) que apóia o Parabolóide Hiperbólico ( $\psi$ ), determine:

- a) as projeções de ( $\psi$ ), dividindo as diretrizes em oito partes iguais e determinando as geratrizes horizontais e genéricas dos dois sistemas;
- b) o eixo ( $e$ ) de ( $\psi$ );
- c) o traço horizontal de ( $\psi$ );
- d) os planos diretores de ( $\psi$ ), sabendo que são verticais e paralelos aos lados do quadrilátero empenado.
- e) as parábolas principais de ( $\psi$ ).



Épora nº 66 - escala: 1:100

Figura 14 –Exercício do livro utilizado na disciplina de Geometria Descritiva IV em 2008. Fonte: Kremer (2007).

### **3.2.2.3. *Perspectiva e Sombras***

O objetivo da disciplina, conforme sua ementa, era:

“Promover o estudo relativo aos métodos e processos perspectivos, com seus principais elementos e aplicações, estimulando a atividade reflexiva na representação perspectiva de objetos.”

Obtiveram-se materiais de três semestres letivos. O de 1980/1, corresponde a um caderno com anotações de conteúdos e folhas com exercícios e conteúdos anexadas. Os exercícios seguem o mesmo padrão dos demais vistos até aqui, tendo um enunciado e uma figura base para o seu desenvolvimento (Figura 15). Do semestre de 1997/1 obteve-se somente uma fotografia de uma exposição de atividades da disciplina (Figura 16). O material de 2009/1, consiste em um caderno e folhas com conteúdos e exercícios didáticos (Figura 17).

A partir dos referidos materiais percebeu-se que esta disciplina abordava os conhecimentos dos processos de representação em perspectiva e sombras de geometrias poliédricas e curvas, estudadas nas disciplinas anteriores (Geometria Gráfica e Digital III e IV).

QUESTÕES PROPOSTAS

QUESTÃO Nº1

Traçar, na escala de 2/1, a perspectiva cavaleira do sólido cuja representação ortográfica (vistas superior, de frente e lateral direita - 1º diedro) é dada pela figura nº1. Dados:

Módulo = 1/2

Ângulo de direção = 225 graus

QUESTÃO Nº2

Empregando a perspectiva cavaleira, representar a peça que na escala de 1/1, é dada por suas vistas ortográficas (vistas de frente, superior e lateral direita - 1º diedro) na figura nº2, sabendo-se que:

2.1- o ângulo de direção = 225 graus

2.2- o ângulo eixo regulador - quadro é igual ao ângulo representado pela figura nº3.

QUESTÃO Nº3

Traçar, na escala de 1/1, a perspectiva cavaleira (módulo = 1/2; ângulo de direção = 225 graus), do sólido cuja perspectiva axonométrica ortogonal isométrica é dada pela figura nº4.

QUESTÃO Nº4

Traçar a perspectiva axonométrica ortogonal isométrica da peça cujas vistas ortogonais principais (vista de frente, vista superior e vista lateral direita - 1º diedro) são dadas pela figura nº5.

QUESTÃO Nº1

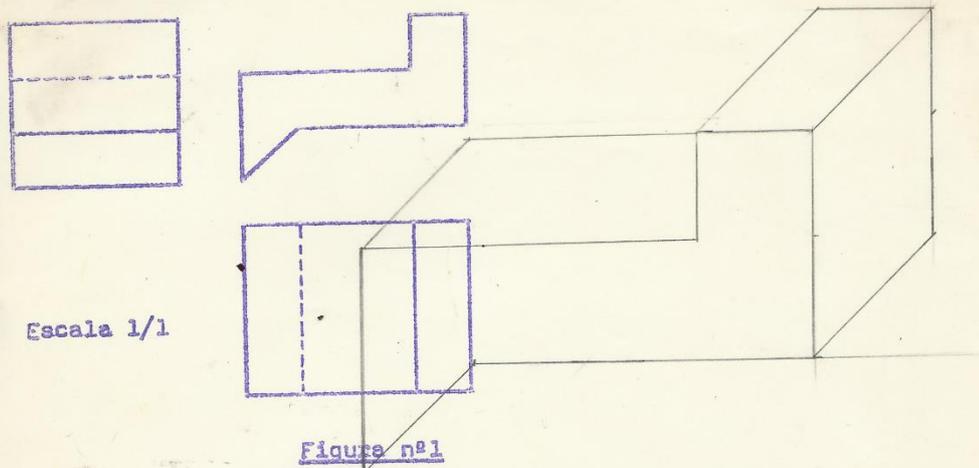


Figura 15 – Imagens das folhas de exercícios anexadas ao caderno de estudante da disciplina de Perspectiva e Sombras de 1980. Fonte: Adriane Borda (1980).



### **3.2.3. Grupo C: disciplinas curriculares de 2012 a 2015**

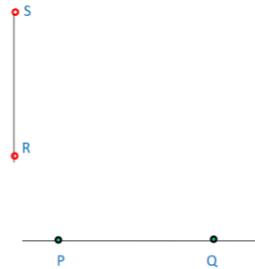
Junto aos materiais do grupo C também foram encontrados os planos de ensino das disciplinas, os quais auxiliaram na compreensão da abordagem das mesmas. Estes estão disponíveis nos Anexos E, F, G e H.

#### **3.2.3.1. Geometria Gráfica e Digital 1**

A ementa da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 delimita a sua abordagem ao conteúdo de geometria plana:

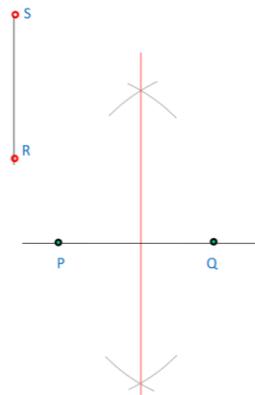
“Geometria plana. Estudo da forma geométrica no espaço bidimensional: figuras planas e métodos construtivos representados através dos meios tradicionais e digitais, a partir de casos concretos aplicados na arquitetura. Processos de geração, transformação e visualização das figuras geométricas planas. Processos compositivos por parametrização, simetrias, proporção e recursão. Habilitação dos estudantes para o desenho com precisão (meios digitais) e para o croqui (a mão livre).”

Foram obtidos materiais didáticos encontrados no AVA da disciplina, os quais demonstram o passo a passo da construção das geometrias estudadas a partir de recursos digitais de animação. A Figura 18 mostra o processo de construção de um triângulo isósceles em um arquivo de apresentação, onde um estudante pode controlar os passos da construção da geometria, podendo avançar e voltar a qualquer momento.

Obtenção de **triângulo isósceles** a partir da base e da altura

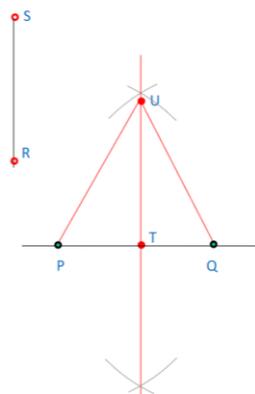
1. Dada a base PQ e a altura RS de um triângulo isósceles.

Representação Gráfica Digital I

Obtenção de **triângulo isósceles** a partir da base e da altura

1. Dada a base PQ e a altura RS de um triângulo isósceles.
2. Traça-se a mediatriz do segmento PQ. A interseção da mediatriz com a base determina o ponto T. A partir de T, sobre a mediatriz, determina-se a altura (abertura do compasso RS), definindo-se o outro vértice do triângulo em U.

Representação Gráfica Digital I

Obtenção de **triângulo isósceles** a partir da base e da altura

1. Dada a base PQ e a altura RS de um triângulo isósceles.
2. Traça-se a mediatriz do segmento PQ. A interseção da mediatriz com a base determina o ponto T. A partir de T, sobre a mediatriz, determina-se a altura (abertura do compasso RS), definindo-se o outro vértice do triângulo em U.

Representação Gráfica Digital I



Figura 18 – Imagem de material didático da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 que demonstra a construção de várias geometrias planas. Nessa figura ilustra-se o processo de construção de um triângulo isósceles com animação. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422>. Acesso em 2016.

Alguns materiais ainda apresentam aplicações dessas geometrias na arquitetura (Figura 19), e outros demonstram como utilizar softwares para a representação destas formas (Figura 20).



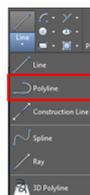
Figura 19 – Imagem de material didático da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 que demonstra aplicações de geometrias planas na arquitetura. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422>. Acesso em 2016.

#### COMANDOS BÁSICOS



##### **LINHA (LINE)**

Este comando cria segmentos de retas, que podem ser ativados através do ícone na Barra de Menu ou pelo atalho "L" na Barra de Comandos.



##### **POLYLINE (PLINE)**

Cria uma série segmentos conectados formando um objeto só, que podem ser ativados através do ícone na Barra de Menu ou pelo atalho "PL" na Barra de Comandos.

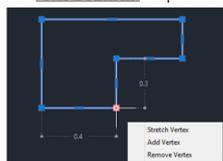


Figura 20 – Imagem de material didático da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 que tem como objetivo instrumentalizar os estudantes para a representação de geometrias planas no software AutoCAD. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422>. Acesso em 2016.

A partir do AVA também foram obtidos exercícios didáticos produzidos pelos estudantes nos semestres de 2014/1, 2014/2 e 2015/1.

Na Figura 21 encontra-se a produção de simetrias de friso, desenvolvidas por estudantes com o uso de elementos da Caixa d'água da cidade de Pelotas, os quais foram fabricados em uma cortadora a laser. Neste exercício os alunos criam novas composições a partir de elementos de um objeto arquitetônico.

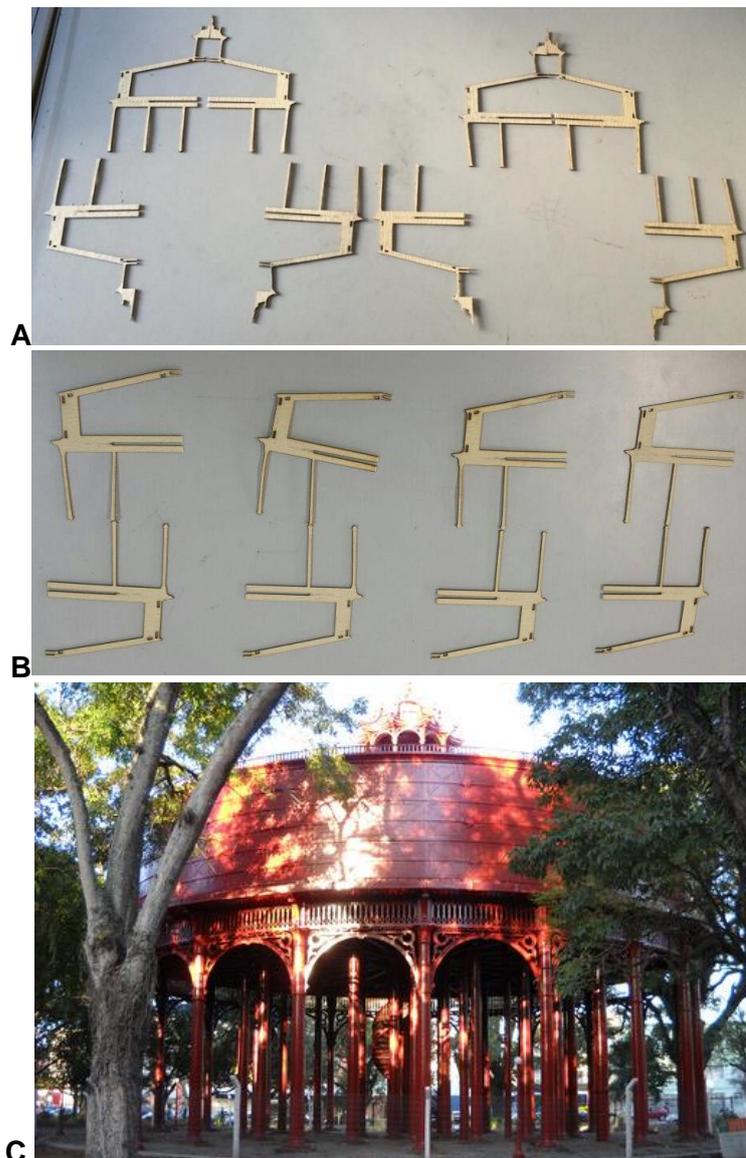


Figura 21 – A e B: Imagens de exercício desenvolvido por estudantes na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 em 2015/1. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422>. C: Fotografia da Caixa d'água de Pelotas. Fonte: <http://cache-assets.flogao.com.br/photos/full/142075129.jpg>.

A Figura 22 mostra um exercício de análise de proporção em obras de arquitetura, desenvolvido da disciplina com a utilização de um proporcionômetro digital. A ferramenta utiliza a tecnologia de realidade aumentada, a qual permite a visualização de objetos virtuais no ambiente real.

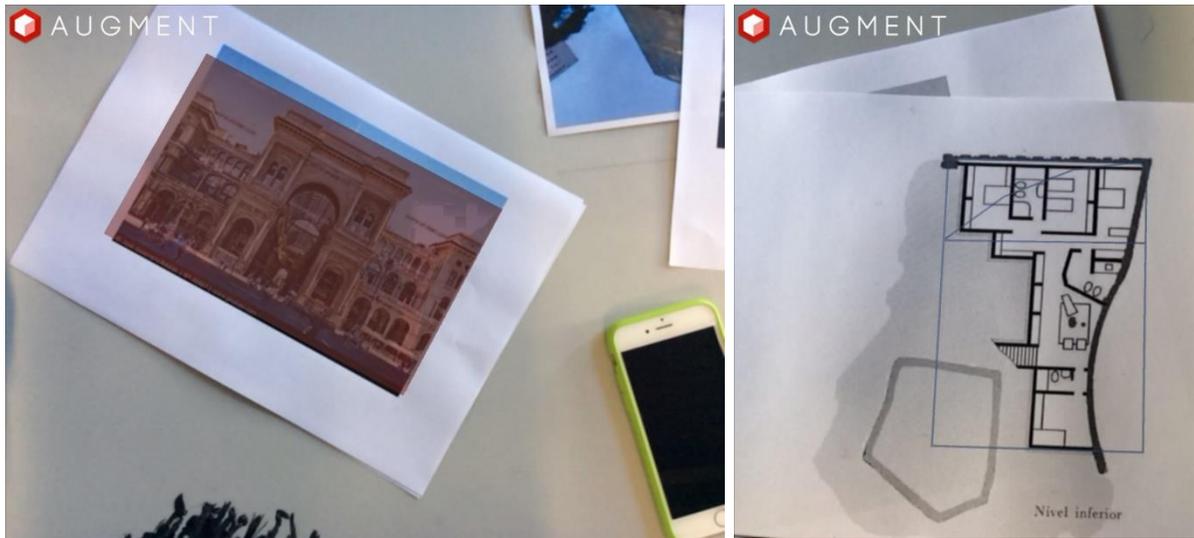
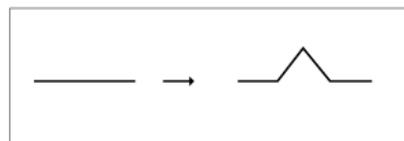


Figura 22 – Análises de proporções em obras de arquitetura com o uso de realidade aumentada.  
Fonte: Tássia Vasconcelos, 2014.

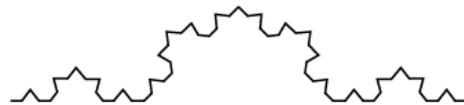
A Figura 23 mostra um exercício de construção de geometrias recursivas, onde os estudantes utilizaram ferramentas de CAD para sua elaboração.

#### Recursão com Substituição



iniciador

algoritmo



#### Recursão concêntrica



iniciador

algoritmo

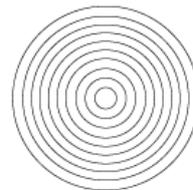
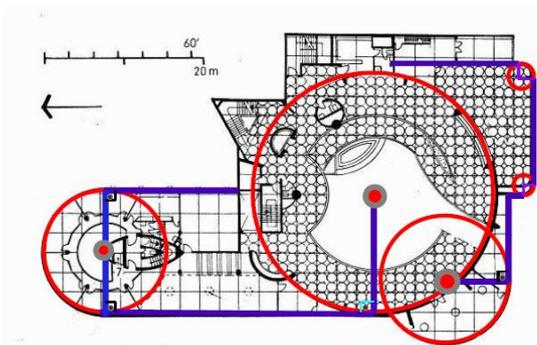


Figura 23 – Imagens de exercícios desenvolvidos por estudante na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=422>.

A Figura 24 ilustra parte do trabalho final da disciplina, onde cada estudante escolhia uma obra de arquitetura para analisar, de maneira a identificar as geometrias estudadas ao longo do semestre.

### Concordância entre arcos e retas



### Recursão

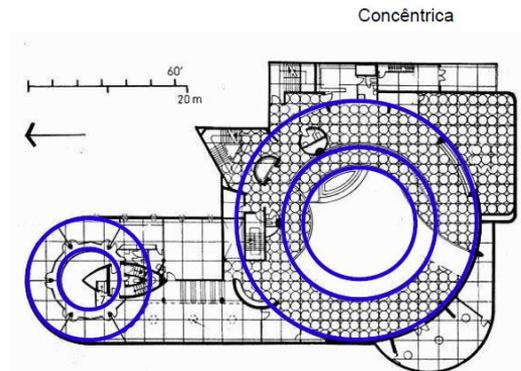


Figura 24 – Trabalho final da disciplina, com análises de concordância e recursão sobre imagens do Museu Solomon R. Guggenheim, de Frank Lloyd Wright . Fonte Autora, 2009.

#### **3.2.3.1.1. Acompanhamento da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 durante o semestre 2014/1**

Realizou-se o acompanhamento da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 durante todo o semestre letivo de 2014/1. Neste período fez-se a identificação dos conteúdos abordados e dos respectivos exercícios didáticos. Esse processo foi realizado através do acompanhamento das aulas e de orientação dada aos estudantes durante os momentos de realização dos exercícios didáticos. Além disso, também foram produzidos materiais didáticos para a disciplina, os quais demonstrassem a aplicação dos conteúdos na arquitetura, conforme ilustrado pela Figura 25.



O acompanhamento da disciplina foi de extrema importância, pois, através deste, pode-se complementar as informações obtidas na etapa anterior, já que se percebeu que nem todos os exercícios didáticos desenvolvidos em sala de aula eram postados no AVA da disciplina. Os exercícios desenvolvidos à mão livre somente eram entregues às professoras responsáveis, que os corrigiam e devolviam na aula seguinte. Entretanto este tipo de atividade era realizado em todas as aulas.

### **3.2.3.2. Geometria Gráfica e Digital 2**

A ementa da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 define a abordagem da representação por meios digitais e a mão livre a partir do método de projeção cilíndrico ortogonal.

“Representação cilíndrico-ortogonal através dos meios tradicionais e digitais, apoiando-se nos conhecimentos fundamentais da Projeção Cotada e da Geometria Descritiva e aplicação na Arquitetura. Habilitação dos estudantes para o desenho com precisão (meios digitais) e para o croqui (a mão livre).”

Foram obtidos materiais referentes aos semestres de 2012/1, 2012/2, 2013/1, 2013/2, 2014/1, 2014/2 e 2015/1 (currículo de 2011).

Em todas essas amostras foi mantida a proposta de análise de obras de arquitetura compostas a partir de superfícies poliédricas para o trabalho final, no qual os estudantes aplicavam o conhecimento adquirido ao longo do semestre. Na Figura 26 tem-se um exemplo de análise de obra, onde são estudadas as posições de cada elemento de sua geometria e após são formuladas hipóteses para a geração da volumetria.

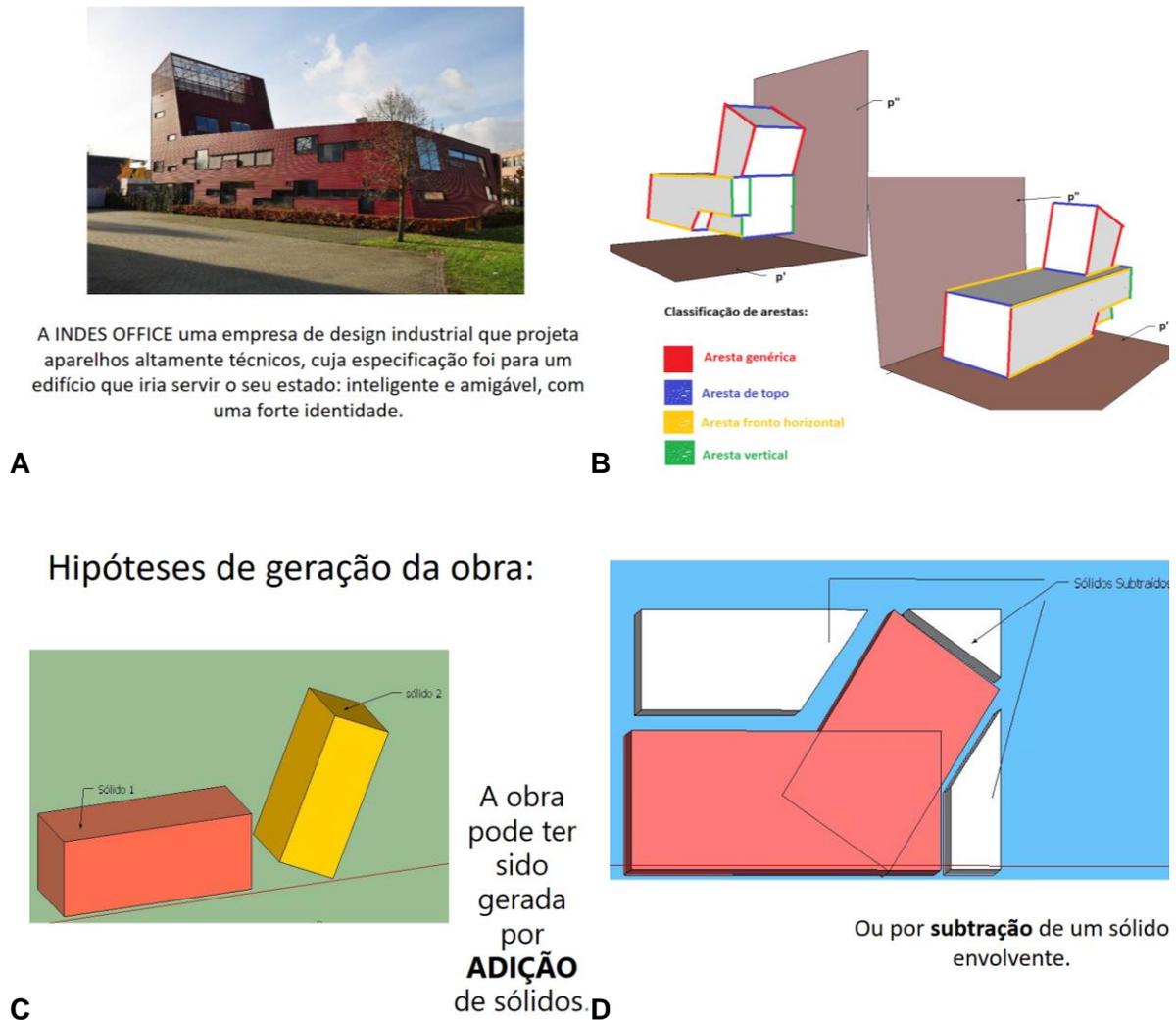


Figura 26 – Imagens de exercício didático postado no AVA da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2012/2. A. Apresentação da obra. B. Posições das arestas em relação ao diedro. C. Hipótese de geração da forma a partir de operação de adição. D. Hipótese de geração da forma a partir de operação de subtração. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338>. Acesso em 2015.

Nas amostras relativas aos semestres de 2014/2 e 2015/1 foram encontradas atividades diferentes das que haviam sido vistas até então.

Para o estudo de telhados identificou-se uma atividade cuja proposta era criar uma cobertura e então representá-la tridimensionalmente no software SketchUp e, no modo de visualização de projeção paralela, obter variadas vistas ortográficas de

maneira automatizada. Após, em outro software eram estruturadas as épuras, conforme seria se a atividade fosse realizada à mão livre (Figura 27).

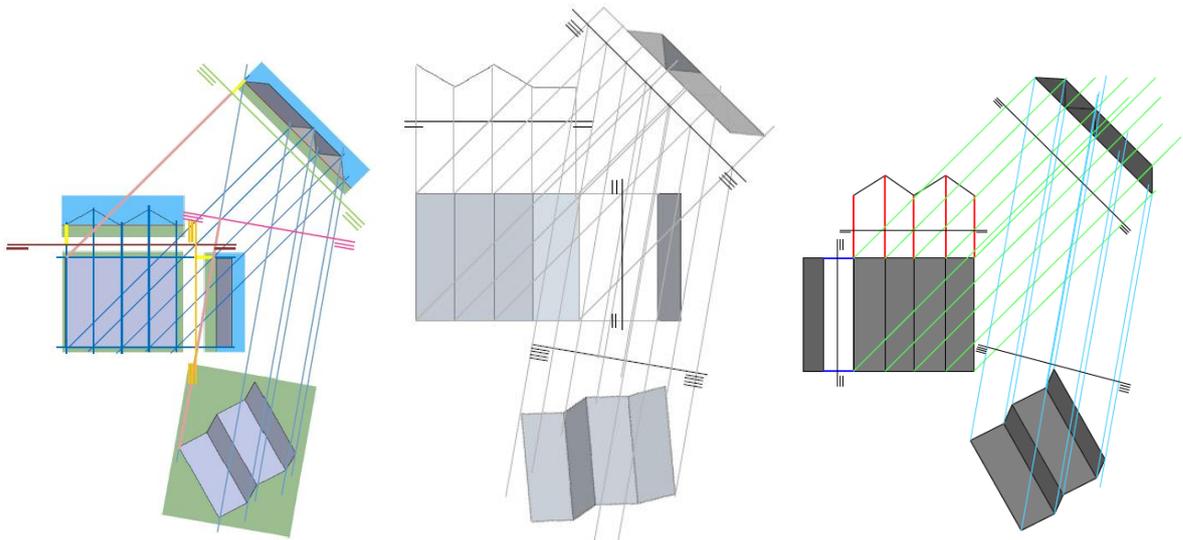


Figura 27 – Imagens de exercício didático postado no AVA da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2014/2. As imagens correspondem ao mesmo exercício, desenvolvidos por diferentes estudantes. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338>. Acesso em 2015.

Com a mesma proposta de estudar as formas poliédricas para compor telhados, também se identificou outra atividade, agora desenvolvida a partir do plugin de parametrização Grasshopper, utilizado junto ao software Rhinoceros. Nesta, era dada ao estudante duas regras: na primeira a cobertura deveria ser organizada a partir da proporção quadrada e de simetria cíclica (Figura 28); na segunda a cobertura deveria ser criada partindo de uma proporção raiz de 2 (Figuras 29). Em ambas propostas o estudante deveria obter mais de uma cobertura a partir da alteração de parâmetros e deveriam ser construídas maquetes físicas em papel a partir da técnica de origami.

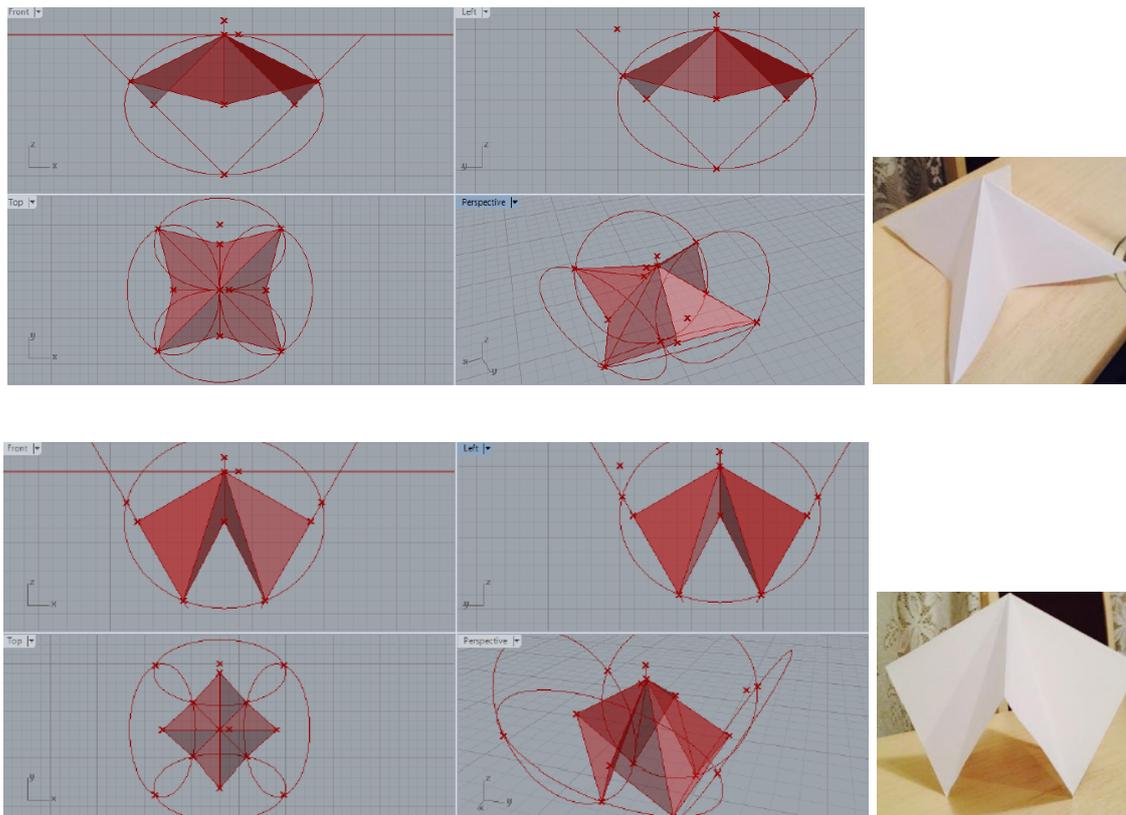


Figura 28 – Imagens de exercício didático postado no AVA da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2014/2. Duas coberturas geradas a partir de um mesmo esquema paramétrico. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338>. Acesso em 2015.

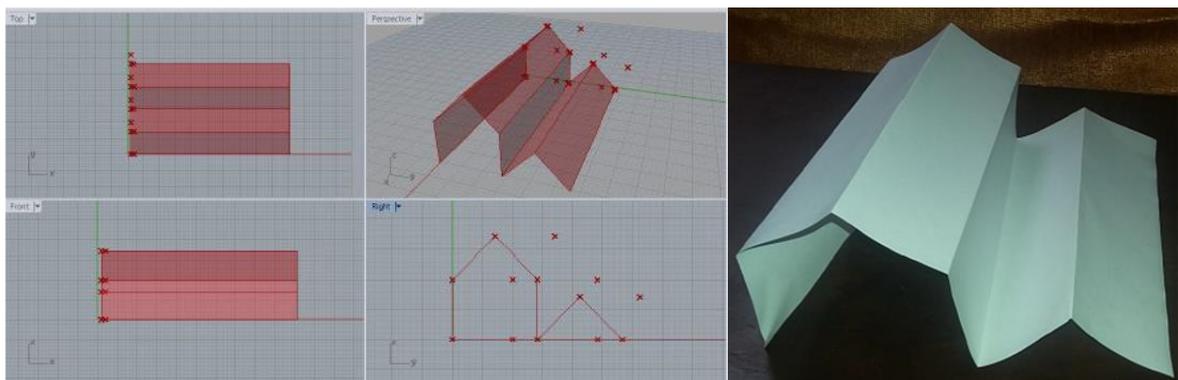


Figura 29 – Imagens de exercício didático postado no AVA da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2014/2. As imagens correspondem ao mesmo exercício, desenvolvidos por diferentes estudantes. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338>. Acesso em 2015.

Também foram encontradas no AVA, no fórum da turma de 2015/1, fotografias de modelos físicos de poliedros, desenvolvidos como exercício da disciplina. Alguns construídos com palitos e bolas de isopor, outros a partir da planificação das geometrias em papel, e alguns a partir de impressão 3D, conforme demonstrado na Figura 30.

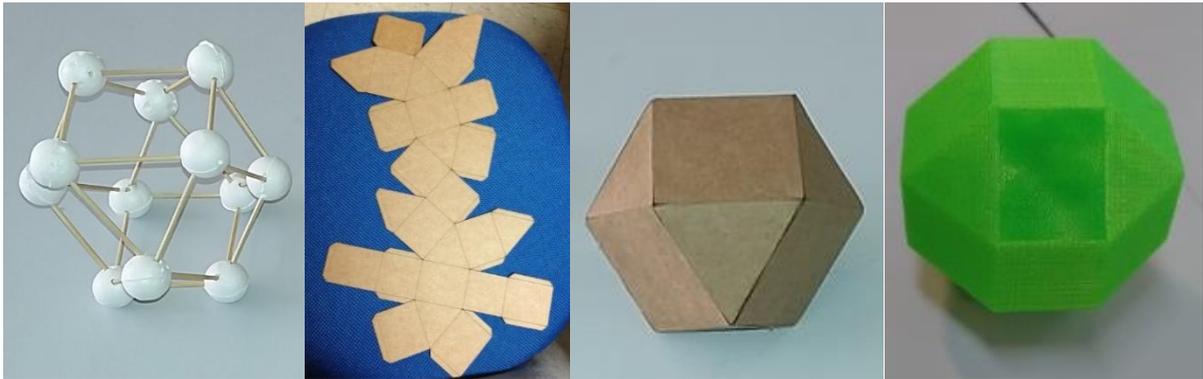


Figura 30 – Fotografias de modelos de poliedros produzidos na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 em 2015/1. À esquerda, modelo feito com palitos e bolas de isopor. Ao centro, modelo feito a partir de planificação sobre papel. À direita, modelo produzido por impressora 3D. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=338>. Acesso em 2015.

### 3.2.3.3. Geometria Gráfica e Digital 3

Segundo a ementa da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3 esta trata do estudo das curvas e superfícies curvas no espaço tridimensional.

“Estudo das curvas e das superfícies curvas no espaço tridimensional através dos meios tradicionais e digitais, a partir de casos concretos aplicados na arquitetura. Estudo das formas quádricas (superfícies de revolução, superfícies de circunvolução, superfícies regradas e outras superfícies de aplicação na arquitetura). Interseção e concordância de superfícies. Habilitação dos estudantes para o desenho com precisão (meios digitais) e para o croqui (a mão livre).”

Foram obtidos materiais referentes aos semestres de 2014/1, 2014/2, 2015/1 e 2015/2 (currículo de 2011), encontrando-se os seguintes tipos de exercícios: modelagem de superfícies, utilizando o software SketchUp (Figura 31); modelagem paramétrica de superfícies, utilizando o Grasshopper junto ao Rhinoceros (Figura 32);

análise geométrica de obras de arquitetura compostas por superfícies curvas (Figura 33); modelagem de obras de arquitetura; e construção de maquete física de obras de arquitetura, a partir da planificação de superfícies por plug-in no SketchUp.

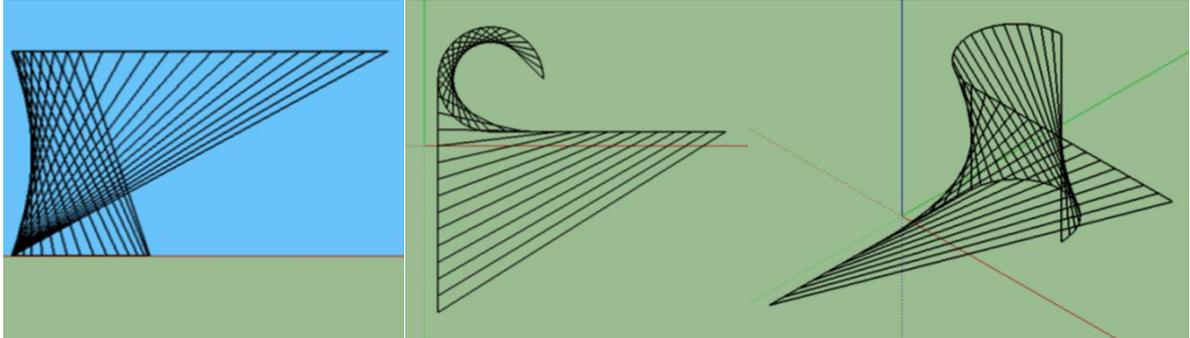


Figura 31 – Exercício desenvolvido por estudante na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3, realizando a concordância de superfícies no software SketchUp. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423>. Acesso em 2015.

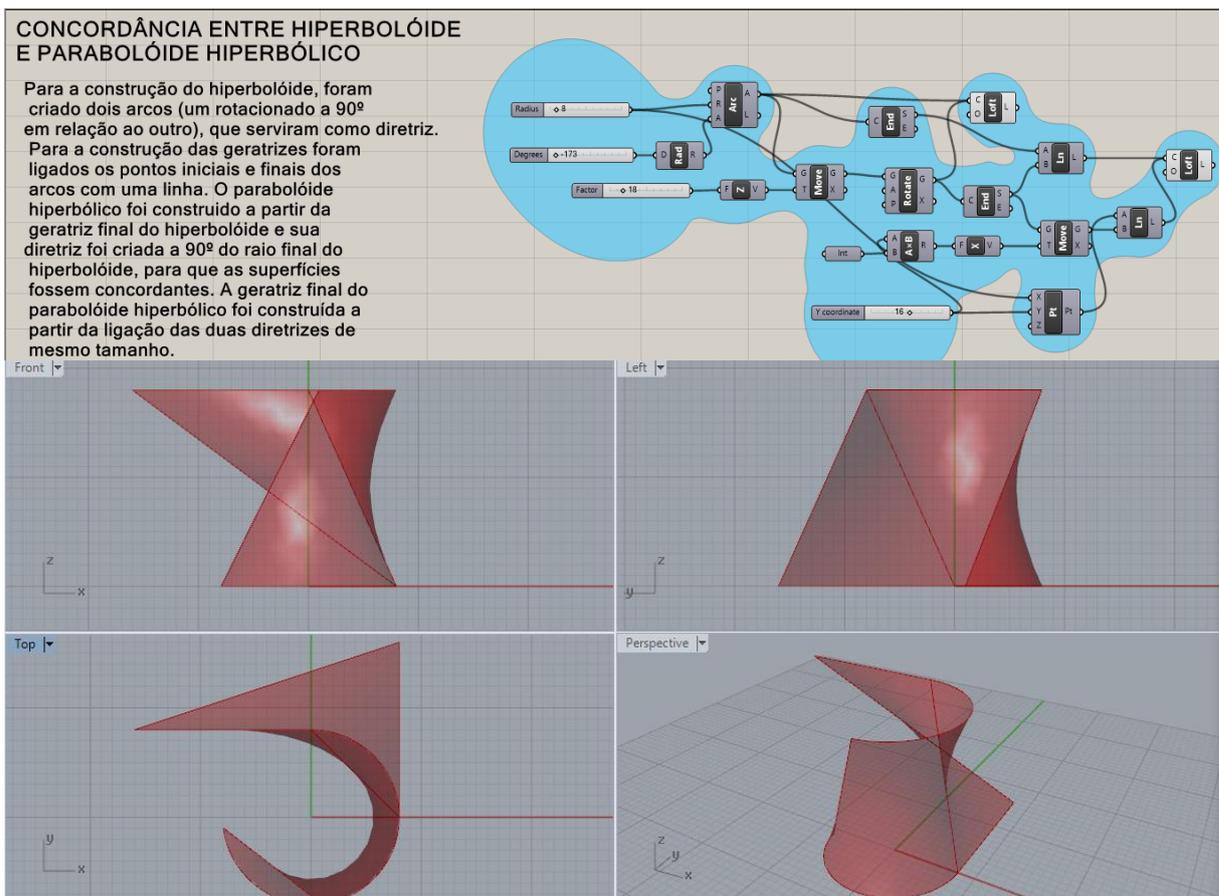


Figura 32 – Exercício desenvolvido por estudante na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3, realizando a concordância de superfícies com o plug-in de parametrização Grasshopper no software Rhinoceros. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423>. Acesso em 2015.

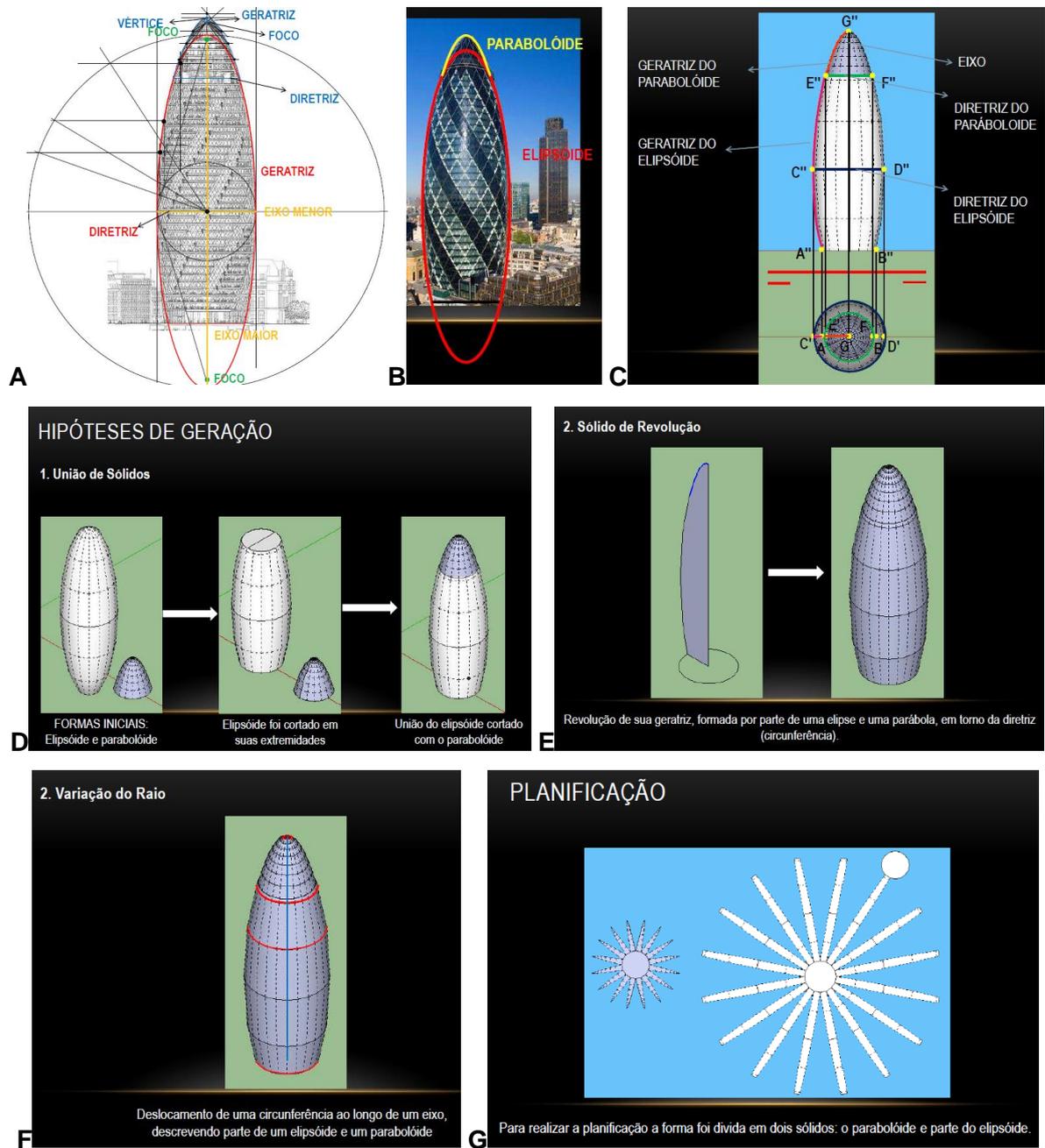


Figura 33 – Imagens de trabalho final desenvolvido por estudante na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3. A. Análise das curvas (parábola e elipse). B. Demonstração das curvas sobre a obra. C. Identificação dos elementos geométricos em épura com as vistas de modelo da obra. D. Hipótese de geração: concordância de superfícies. E. Hipótese de geração: revolução de curvas. F. Hipótese de geração: extrusão de circunferência com variação de raio. G. Planificação do modelo da obra. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=423>. Acesso em 2015.

### **3.2.3.3.1. Acompanhamento da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3 durante o semestre 2014/2**

Realizou-se o acompanhamento da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3 durante todo o semestre letivo de 2014/2. Neste período realizou-se a identificação dos conteúdos abordados e da realização de seus respectivos exercícios didáticos. Esse processo foi realizado através do acompanhamento das aulas, da elaboração de materiais didáticos e de orientação dada aos estudantes durante os momentos de realização dos exercícios didáticos.

Através desse acompanhamento, assim como na disciplina de GGD1, percebeu-se que eram realizados vários exercícios de representação de superfícies curvas à mão livre, os quais não estavam postados no AVA.

### **3.2.3.4. Geometria Gráfica e Digital 4**

A disciplina de Geometria Gráfica e Digital 4 possui uma ementa que definia o estudo de perspectivas e sombras a partir dos sistemas de projeção paralela e central.

“Estudo dos sistemas de projeção: paralelo ou cilíndrico; oblíquo e ortogonal; central ou cônico. Sombras por luz pontual e paralela em projeção cilíndrica e cônica. Processos de representação em perspectiva a mão livre, por instrumentos tradicionais de desenho e por métodos gráficos digitais. Controle do sistema de visualização de modelos tridimensionais digitais. Habilitação dos estudantes para o desenho com precisão (meios digitais) e para o croqui (a mão livre).”

Foram obtidos materiais de 2014/2, 2015/1 e 2015/2 (currículo de 2011).

Embora a disciplina, assim como as demais do grupo, seja voltada para a representação gráfica e digital, não foram encontrados exercícios desenvolvidos no meio digital. Entretanto, identificou-se a aplicação dos conteúdos para a representação de objetos arquitetônicos (Figura 34).

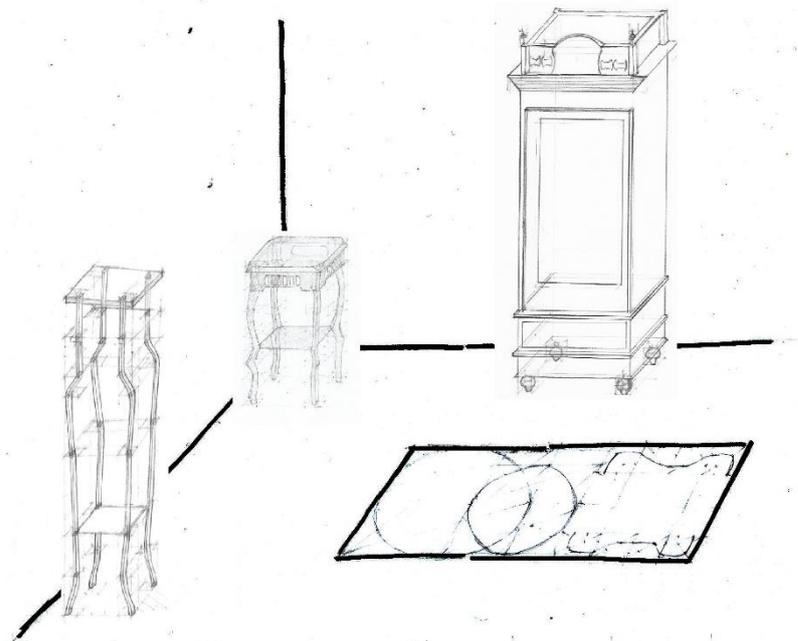


Figura 34 - Exercício desenvolvido na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 4. Fonte: <https://ava.ufpel.edu.br/pre/course/view.php?id=339>. Acesso em 2015.

### 3.3. Identificação e sistematização dos conteúdos das disciplinas dos grupos A, B e C

Em um primeiro momento, fez-se o registro de todos conteúdos identificados em quadros individuais para cada disciplina, destacando o ano e o semestre letivo a que pertenciam (Apêndices A, B e C). Em um segundo momento, organizou-se todos os conteúdos encontrados em ordem alfabética e então marcou-se suas frequências nas disciplinas dos grupos A, B e C.

Destaca-se que no grupo B não foi possível realizar a identificação dos conteúdos trabalhados nas disciplinas de GDIV de 1994/2, GDIII de 1996/1 e 1997/1, e PS de 1997/2 em função dos materiais disponíveis estarem incompletos. No grupo C percebeu-se que não havia divergências entre os semestres letivos com relação aos conteúdos abordados, apenas identificando que uns estavam mais completos, assim estes foram escolhidos para a listagem dos conteúdos.

### **3.4. Análise e sistematização das estruturas de saber contidas nos exercícios didáticos das disciplinas dos grupos A, B e C**

Nessa etapa foram identificados os quatro elementos fundamentais das estruturas de saber (teoria, tecnologia, técnica e problema) contidas nos exercícios didáticos. Foi realizada a análise do conjunto total de exercícios didáticos de cada semestre letivo de cada disciplina. Se em um conjunto fossem identificados, por exemplo, o uso de três tecnologias, todas estas deveriam ser consideradas.

As sistematizações estão disponíveis nos Apêndices D, E e F.

## **CAPÍTULO 4**

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considera-se que a metodologia utilizada foi pertinente para o estudo, pois viabilizou a análise dos exercícios didáticos, que eram os únicos materiais disponíveis para compreender as mudanças ocorridas nas disciplinas ao longo de tantos anos. A metodologia permitiu que todas as amostras de exercícios relativas ao período de 1972 até 2015 fossem analisadas sob os mesmos parâmetros: as suas estruturas de saber.

As análises referentes aos exercícios do grupo A (Apêndice D) demonstraram que os problemas eram totalmente direcionados à construção das geometrias abordadas nas disciplinas. Para a resolução destes problemas, as técnicas utilizadas eram duas: a construtiva, que consistia em fazer com que os estudantes construíssem graficamente as geometrias estudadas a partir da teoria dada; e, eventualmente, a dissertativa, que fazia com que os estudantes tivessem que escrever respostas objetivas quanto aos elementos e propriedades das geometrias estudadas. A tecnologia utilizada era a gráfica tradicional, então os estudantes trabalhavam somente com papel e instrumentos de desenho e, para construir as geometrias, seguiam tutoriais. Dessa maneira a teoria era a do estudo da geometria, sem qualquer relação com a formação daqueles estudantes.

Essa falta de direcionamento para a prática projetual de arquitetura se justificava pelo fato, levantado na etapa de revisão, de que estas disciplinas eram de caráter básico para várias formações e ministradas por docentes também oriundos de diversas formações. A FAUrb ainda estava se estruturando e foi inicialmente

constituída por um conjunto de disciplinas já existentes para outras formações, e na época não possuía um currículo integral.

As análises referentes ao grupo B, disponibilizadas no Apêndice E, mostram que houve algumas mudanças nas estruturas de saber em relação ao grupo anterior. Os problemas, por muito tempo, continuaram sendo sobre como construir geometrias, mas no fim do período relativo a esse grupo surgiram outros dois: como representar geometrias, consistindo não mais na construção de uma geometria somente a partir da teoria, mas reproduzindo uma geometria previamente construída pelo professor ou autor do material utilizado na disciplina; e a representação de objetos arquitetônicos, já propondo um direcionamento ao contexto específico do curso. Nesse período, as técnicas utilizadas para resolver estes problemas foram variadas, encontrando-se: construtivas, dissertativas, representativas e analíticas. As tecnologias, também variadas, englobaram: a gráfica tradicional, para a construção e representação de geometrias e objetos arquitetônicos; maquetes, construídas para a representação de geometrias; e a escrita, para o registro de análises de formas geométricas. Mesmo com essas mudanças, a teoria manteve-se sendo relativa ao estudo da geometria sem nenhuma aplicação prática.

A partir das análises dos exercícios didáticos do grupo C (Apêndice F), perceberam-se mudanças significativas em relação aos grupos anteriores. Os problemas passaram a ser direcionados ao contexto de formação em arquitetura em todas as disciplinas e em todos os semestres letivos analisados. A problematização passou a ser investigar quais conhecimentos geométricos estão sendo utilizados para a composição formal de obras, projetos ou objetos de arquitetura. Para solucionar este novo problema, foram acrescentadas às técnicas construtivas e representativas as analíticas. Mas não as analíticas anteriormente citadas, relativas à análise de elementos de geometrias, mas as analíticas relativas a objetos arquitetônicos (obras, projetos, elementos de fachadas, mobiliários, etc.). As tecnologias foram ampliadas. Foram somadas várias tecnologias digitais de representação e visualização: representação digital bidimensional, modelagem digital, modelagem paramétrica, prototipagem rápida, corte a laser e realidade aumentada. Além destas, identificadas

nos exercícios didáticos que estavam disponíveis nos AVAs das disciplinas, a partir do acompanhamento das disciplinas de GGD 1 e 3, identificou-se também a continuidade do uso da gráfica tradicional a partir de instrumentos e, principalmente, à mão livre. Com a nova problematização, a teoria passou a ser direcionada ao contexto de formação específico em arquitetura, tornando-se o estudo da geometria como estruturadora da forma arquitetônica.

Esse resultado é confirmado pela experiência no referido estágio docente, realizado nas disciplinas de GGD 1 e 3 nos semestres letivos de 2014/1 e 2014/2, uma vez que todos os materiais didáticos desenvolvidos eram elaborados para ressaltar o discurso de aplicação dos conteúdos trabalhados nas práticas projetuais. Estes tinham o objetivo de deixar claro aos estudantes a importância e as possibilidades de aplicações do repertório e vocabulário geométrico adquirido naquelas disciplinas nas futuras práticas projetuais dos estudantes.

Os resultados das análises dos exercícios didáticos, registradas nos Apêndices D, E e F foram sistematizadas no Quadro 4.

<b>Sistematização das análises dos exercícios didáticos</b>						
<b>Dados das amostras</b>			<b>Elementos de uma estrutura de saber</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Ano/sem</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Problema</b>	<b>Técnica</b>	<b>Tecnologia</b>	<b>Teoria</b>
<b>GRUPO A</b>	1972/1	CG I	Construir geometrias	Construtiva e dissertativa	Gráfica tradicional	Estudo da geometria
	1972/2	CG II		Construtiva		
	1972/2	PS				
<b>GRUPO B</b>	1979/2	GD IV		Construtiva e dissertativa		
	1980/1	PS				
	1994/2	GD IV				

GRUPO C	1996/1	GD III				
	1997/2	GD III		Construtiva		
	1997/2	PS				
	2008/1	GD III	Representar geometrias	Representativa, construtiva e analítica	Gráfica tradicional, maquetes e escrita	
	2008/2	GD IV	Construir geometrias	Construtiva	Gráfica tradicional e maquetes	
	2009/1	PS	Construir geometrias e objetos arquitetônicos		Gráfica tradicional	
	2012/1	GGD 2	Identificar e representar geometrias implícitas em obras de arquitetura	Analítica e representativa	Gráfica digital	Estudo da geometria como estruturadora da forma arquitetônica
	2012/2	GGD 2				
	2013/1	GGD 2				
	2013/2	GGD 2				
	2014/1	GGD 1		Analítica		
	2014/1	GGD 2		Analítica e representativa		
2014/1	GGD 3	Analítica				
2014/2	GGD 1	Analítica e representativa		Gráfica digital e maquetes		
2014/2	GGD 2					
2014/2	GGD 3					
2015/1	GGD 1	Analítica		Gráfica digital, fabricação digital por corte a laser e realidade aumentada		

	2015/1	GGD 2		Construtiva, analítica e representativa	Gráfica digital, maquetes e fabricação digital por impressão 3D	
	2015/2	GGD 4		Construtiva e representativa	Gráfica tradicional	

Quadro 3 – Sistematização dos resultados obtidos nas análises dos exercícios didáticos quanto as estruturas de saber. Fonte: Autora, 2016.

Destaca-se que através da etapa de revisão bibliográfica foram obtidas informações que demonstram que no período entre a última amostra de exercícios do grupo B (2009/1) até o início do período do grupo C (2012/1) já havia ocorrido algumas mudanças. Trabalhos como os de Nunes, Pires e Borda (2010), Nunes, Vasconcelos e Borda (2011), Vasconcelos, Nunes e Borda (2012) e Borda et al. (2012) descrevem propostas didáticas que foram aplicadas nas disciplinas de GD III e IV. Nestas teriam sido utilizadas a representação gráfica digital de obras exemplares de arquitetura para promover uma maior apreensão formal e aquisição de vocabulário e repertório geométrico por parte dos estudantes.

Dessa maneira, pode-se afirmar que no grupo B, nos semestres letivos de 2010 e 2011, já eram trabalhadas outras estruturas de saber. A partir do relato das referidas autoras evidencia-se que a teoria, nestas atividades específicas, passa a ser direcionada ao contexto de formação em arquitetura. Os problemas passam a ser identificar geometrias em projetos e obras arquitetônicas e representá-las a partir de determinados conhecimentos geométricos. As técnicas tornam-se análises destas obras de arquitetura, buscando compreendê-las formalmente a partir dos conceitos de geometria. As tecnologias passam a ser as de gráfica digital, a partir de softwares de modelagem. E, dessa maneira, a teoria não se refere mais à representação gráfica de uma determinada geometria, mas à teoria de uma geometria que serve para estruturar e compor obras arquitetônicas.

A relação dos conteúdos, registrada nos Apêndices A, B e C permite fazer algumas discussões a respeito das mudanças ocorridas no âmbito do ensino/aprendizagem da geometria gráfica no CAU/UFPel. Ainda na etapa inicial de delimitação do estudo, quando foi realizada a divisão dos três grupos, havia sido detectada uma significativa redução no número de disciplinas de geometria gráfica e, conseqüentemente, da carga horária total deste conjunto de disciplinas. Redução que foi resgatada em parte pela reforma curricular de 2011, com a criação de uma quarta disciplina. A partir da sistematização dos conteúdos identificados nas disciplinas dos três grupos, pôde-se perceber que vários conteúdos que existiam nas disciplinas de Construções Geométricas I e II do grupo A voltaram a ser ministrados na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 do grupo C.

As disciplinas de GGD 2, 3 e 4 passaram a dar continuidade, respectivamente, as de Geometria Descritiva III, Geometria Descritiva IV e Perspectiva e Sombras.

Com essa pesquisa foram identificadas várias mudanças, mas considera-se que as mais significativas delas ocorreram com a reforma curricular de 2011: o direcionamento dos conteúdos para o contexto específico de formação em arquitetura; e a inserção das tecnologias digitais nas disciplinas.

Percebeu-se que até 2011 o processo de ensino/aprendizagem de geometria manteve-se estagnado em um mesmo modelo, o modelo modernista que de acordo com Cunha (1992 apud Vasconcelos, 1997) defendia que as disciplinas deveriam abranger o maior número de cursos possível, levando a uma generalidade dos conteúdos e fazendo com que os próprios estudantes buscassem a aplicação destes para as suas respectivas áreas de atuação. Isso é evidenciado pelas análises das estruturas de saber contidas nos exercícios didáticos que foram utilizados como amostras dessas abordagens ao longo dos anos.

Estas análises demonstraram que as mudanças ocorridas na reforma de 2011 consistiram em um direcionamento do ensino/aprendizagem de geometria para o contexto específico de formação de arquitetura e urbanismo. Os quatro elementos das estruturas de saber (teoria, tecnologia, técnica e problema) implícitos nos exercícios

didáticos analisados passaram, a partir desta reforma, a ser específicos para este curso. Isso vai ao encontro ao pensamento de Cunha (1992, apud Vasconcelos, 1997), que defende que o ensino na contemporaneidade deve ser direcionado à área de formação do estudante, de modo a garantir o seu interesse pelos conteúdos.

Além disso, essa reforma contemplou a inserção das tecnologias digitais de representação no desenvolvimento dos exercícios didáticos, as quais tem uma grande importância para a apreensão formal das geometrias, principalmente das mais complexas, conforme registrado na etapa de revisão.

Não houve uma substituição, mas uma ampliação das tecnologias. O croqui continuou sendo utilizado, mas após a reforma passou a ser uma das várias tecnologias disponíveis para o desenvolvimento dos exercícios.

Dentre as novas tecnologias identificadas está a paramétrica, que exige um raciocínio lógico e detalhado acerca das geometrias a serem representadas, o que promove ainda mais apreensão formal. Porém, por exigí-lo de forma mais complexa, o estudante necessita de um embasamento geométrico maior acerca de conteúdos básicos das construções geométricas.

Dessa forma, o resgate dos conteúdos das antigas disciplinas de Construções Geométricas I e II, do currículo de 1972, através da nova disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 foi fundamental para a implementação dessa nova tecnologia.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considera-se que esta pesquisa alcançou seu objetivo geral de compreender as mudanças ocorridas nas práticas didáticas das disciplinas de geometria gráfica do CAU/UFPel no período de 1972 a 2015.

Além disso atingiu todos os objetivos específicos a que se comprometeu: foi possível reunir um conjunto satisfatório de documentações das disciplinas de geometria já ministradas no CAU/UFPel, embora não se tenha conseguido obter amostras de algumas disciplinas do grupo A; através da metodologia utilizada foi possível compreender as mudanças ocorridas no processo de ensino e aprendizagem de geometria ao longo da história do curso; também foi possível compreender o contexto das mudanças realizadas nestas disciplinas a partir da etapa de revisão bibliográfica; com essa pesquisa pôde-se documentar a história do processo de ensino e aprendizagem da geometria gráfica no CAU/UFPel; esse registro permitiu gerar dados sobre o ensino/aprendizagem de geometria no curso, sistematizados e disponibilizados nos apêndices desse trabalho, os quais podem contribuir para a continuidade do aperfeiçoamento do currículo do curso, principalmente, considerando-se que este já se encontra em um novo processo de reforma curricular que deverá modificar novamente tais disciplinas; por fim, os dados desta pesquisa podem subsidiar discussões mais amplas, a partir da geração de dados sobre o ensino/aprendizagem de Geometria no CAU/UFPel, permitindo uma confrontação com outros contextos de cursos de Arquitetura e Urbanismo.

Considera-se que a utilização da metodologia de Borda (2001), replicada e adaptada ao contexto desta pesquisa, foi pertinente para a compreensão dessas mudanças, fornecendo dados fundamentados em uma teoria reconhecida.

Entretanto, para resultados mais precisos teria sido interessante a utilização de outros instrumentos complementares, como entrevistas e/ou questionários com os estudantes e professores que cursaram as disciplinas. A metodologia utilizada permitiu que fossem analisados somente os exercícios didáticos que foram encontrados, porém, estes poderiam estar incompletos. Isso de fato ocorreu com relação aos exercícios do grupo C. Nos AVAs das disciplinas só estavam postados os exercícios didáticos desenvolvidos por meios digitais. Entretanto, através do acompanhamento realizado em duas das quatro disciplinas identificou-se que em cada aula eram desenvolvidos muitos exercícios didáticos a mão livre, os quais eram entregues para correção e depois devolvidos aos estudantes, não havendo então registro dos mesmos.

Em função de o CAU/UFPel encontrar-se em meio a elaboração de uma nova reforma curricular, que deve ser implementada já no próximo ano, indica-se a continuidade deste estudo. Acredita-se que seja importante registrar mais esse processo e investigar as novas mudanças que devem ocorrer com as disciplinas de geometria gráfica, bem como de seus reflexos na formação dos estudantes.

Indica-se também o desenvolvimento de uma pesquisa sobre os reflexos das mudanças ocorridas no ensino/aprendizagem de geometria do CAU/UFPel a partir da reforma curricular de 2011 nas práticas projetuais dos estudantes. Com esta pesquisa ficou evidente que além de uma reforma no currículo, a partir de 2011 houve uma reforma no ensino de geometria, no momento que as estruturas de saber foram significativamente modificadas em relação a todos os currículos anteriores.

“O estudo da evolução dos currículos do CAU/UFPel, demonstrou que reforma curricular é diferente de reforma do ensino; que a primeira pode ocorrer sem a segunda. A reforma curricular opera a partir dos elementos constitutivos da grade curricular para redistribuir conteúdos, implantar novas disciplinas, alternar a distribuição de carga horária, mudar pré-requisitos. Tudo isso determina uma nova trajetória para o

aluno, porém, somente este aspecto não é suficiente para caracterizar uma reforma do ensino. Esta, necessariamente, implicará em novas práticas de ensino, em novas abordagens do objeto de conhecimento próprio a cada formação, com ou sem reforma de currículo.” (PINTADO, 1999, p.122)

Dessa maneira, acredita-se que seria válido analisar exercícios projetuais de estudantes do CAU/UFPel nos períodos anterior e posterior a esta reforma de 2011, a fim de verificar se houve impactos no processo projetual destes e identificá-los.

## REFERÊNCIAS

---

- BARROS, Carolina e Adriane BORDA. “**Objetos de aprendizagem que integram proporção, arquitetura e meios digitais.**” *GRAPHICA 2007. VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design . XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico.* Curitiba, 2007.
- BORDA, Adriane. “**Los saberes constitutivos del Modelado Geométrico y Visual, desde las instituciones científicas y profesionales a las escuelas de arquitectura. Un análisis de Transposición Didáctica.**” *Tese.* Zaragoza: Universidad de Zaragoza, UNIZAR, 2001.
- BORDA, Adriane, et al. “**Trajetórias de aprendizagem em representação gráfica digital.**” *Revista Educação Gráfica* 2012 v.16: 5-22.
- BORDA, Adriane, Janice PIRES e Tássia VASCONSELOS. “**O Desenho (Didático) da o insight.**” *XVI SIGRADI - Congresso da Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital.* Fortaleza, 2012.
- BORDA, Adriane, Paula SILVEIRA e Cristina TORREZAN. “**Materiais didáticos para o ensino presencial e não presencial de perspectiva.**” *SIGRADI 2004, VIII Congresso Internacional promovido pela Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital, 2004, Porto Alegre.* Porto Alegre: UNISINOS, 2004. 81-83.
- BROD, Gustavo, et al. “**Espaço digital para experimentos de anamorfose: um estímulo ao processo criativo em arquitetura, artes e design.**” *XIX*

*Congreso de Iniciação Científica e XII Encontro de Pós-graduação da UFPEL, 2010.* Pelotas: UFPel, 2010.

BRUM, Izabel, Adriane BORDA e Neusa FÉLIX. “**Ensino/aprendizagem de gráfica digital para arquitetura, na modalidade a distância.**” *GRAPHICA 2007. VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design . XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico.* Curitiba, s.d.

BURRY, Jane e Mark Burry. ***The New Mathematics of Architecture.*** New York: Thames & Hudson, 2010.

CELANI, Gabriela. ***CAD Criativo.*** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2003.

Chevallard, Yves. ***La Transposición Didáctica: del saber sábio al saber enseñado.*** Buenos Aires: Editorial Aique, 1991.

***CNE/CES Nº2/2010. 2010.***

CONSIGLIERI, Victor. ***A Morfologia da Arquitetura 2.*** Lisboa: Estampa, 1999.

DUNN, Nick. ***Proyecto y construcción digital en arquitetura.*** Barcelona: Blume, 2012.

ELAM, Kimberly. ***Geometria do Design.*** São Paulo: Cosac Naif, 2010.

FLORIO, Wilson. “**Modelagem paramétrica, criatividade e projeto: duas experiências com estudantes de arquitetura.**” (2011).

HERRMANN, Ana Cláudia, Adriane BORDA e Estela PIEDRAS. “**Estruturação de objetos de ensino/aprendizagem sobre os métodos de construção das composições de simetrias a partir dos meios digitais.**” *XIX Congreso de Iniciação Científica e XII Encontro de Pós-graduação da UFPEL, 2010, Pelotas. XIX CIC e XII ENPOS UFPEL.* Pelotas: UFPel, 2010.

- MAYER, Rosirene. ***A linguagem de Oscar Niemeyer***. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- MICHAELIS. ***Michaelis - Dicionário brasileiro da língua portuguesa***. 2016. 12 de fevereiro de 2016.
- MITCHELL, William. ***A Lógica da Arquitetura: projeto, computação e cognição***. Campinas: Editora UNICAMP, 2008.
- NUNES, Cristiane, et al. “**Superfícies poliedricas na arquitetura: uma abordagem didática.**” *XIX Congresso de Iniciação Científica da UFPel*. Pelotas: UFPel, 2011.
- NUNES, Cristiane, Janice PIRES e Adriane BORDA. “**Aquisição de repertório geométrico a partir de processos de modelagem de obras de Candela.**” *XVIII Congresso de Iniciação Científica da UFPel*. Pelotas: UFPel, 2010.
- OLIVEIRA, Mariel. “**Ensino da Geometria Projetiva nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo em tempos de CAD/BIM.**” São Paulo: SIGRADI - Congresso da Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital, 2009.
- PINTADO, Ricardo Luís. “**Currículo e Ensino de Arquitetura e Urbanismo no CAU/UFPel.**” *Dissertação*. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1999.
- POTTMANN, A, et al. ***Architectural Geometry***. Exton: Bentley Institute Press, 2007.
- “**Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo.**” *Projeto Pedagógico*. Pelotas, 2011.
- SAINZ, Jorge. ***El dibujo de arquitectura: teoría e historia de un lenguaje gráfico***. Bracelona: Reverté, 2005.

SOARES, Cláudio. “**Uma abordagem histórica e científica das técnicas de representação gráfica.**” SIGRADI - Congresso da Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital, 2007.

VALDERRAMA, Fernando. ***Tutoriales de informatica para arquitectura.*** Madrid: Celeste Ediciones SA, 2001.

VASCONCELOS, Ângela. “**O Saber do Desenho e o Ensino de Arquitetura: Relações, Perspectivas e Desafios.**” *Dissertação.* Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1997.

VASCONSELOS, Tássia. “**Recursos gráficos e digitais para a compreensão do uso do conceito de proporção junto à produção arquitetônica: uma abordagem didática.**” *Dissertação.* Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2014.

VASCONSELOS, Tássia, et al. “**Proporção, simetria e fractal na arquitetura: uma abordagem didática.**” *XXI Congresso de Iniciação Científica da UFPel.* Pelotas: UFPel, 2011.

—. “**Representação de sombras e aplicações de anamorfose.**” *XIX Congresso de Iniciação Científica da UFPel.* Pelotas: UFPel, 2010.

## **Apêndices**

**Apêndice A – Quadros com os conteúdos identificados nos materiais didáticos  
das disciplinas do grupo A**

<b>Construções Geométricas I 1972/1</b>	
<b>Conteúdos identificados nos exercícios didáticos</b>	
1.	Construções geométricas
1.1.	Construções geométricas
1.1.1.	Construção geométrica
1.1.2.	Desenho geométrico
1.1.3.	Resolução didática e resolução técnica
1.1.4.	Construções canônicas e construções práticas
1.1.5.	Construções em forma, em grandeza e em posição
1.1.6.	Problema determinado, indeterminado e impossível
1.1.7.	Possibilidade e impossibilidade de construção euclidiana.
1.1.8.	Soluções exatas e soluções aproximadas: construções e traçados
1.1.8.1.	Soluções exatas
1.1.8.2.	Precisão do traçado
1.1.8.3.	Erro acumulado
1.1.8.4.	Distribuição e minoração de erros
1.2.	Métodos de resolução
1.2.1.	Métodos de resolução
1.2.2.	Método das substituições sucessivas (ou método reductivo)
1.2.2.1.	Método da substituição pelo problema recíproco
1.2.3.	Método das substituições sucessivas
1.3.	Método da interseção de lugares geométricos
1.4.	Problemas e construções
1.4.1.	Problemas fundamentais
1.4.1.1.	Transportes
1.4.1.1.1.	Transporte de um segmento retilíneo
1.4.1.1.1.1.	Com auxílio de compasso
1.4.1.1.1.2.	Com régua graduada
1.4.1.1.2.	Transporte de um ângulo
1.4.1.1.2.1.	Com compasso e régua
1.4.1.1.2.2.	Com transferidor
1.4.1.1.2.3.	Com régua e esquadro
1.4.1.2.	Mediatriz.
1.4.1.2.1.	Com compasso e régua
1.4.1.2.2.	Com régua e esquadro
1.4.1.3.	Perpendiculares
1.4.1.3.1.	Com compasso e régua
1.4.1.3.2.	Com régua e esquadro
1.4.1.4.	Paralelas
1.4.1.4.1.	Com compasso e régua
1.4.1.4.2.	Com régua e esquadro
1.4.1.5.	Curvas equidistantes.

1.4.1.6. Bissetriz
1.4.1.6.1. Com compasso e régua
1.4.1.6.2. Com régua, esquadro e compasso
1.4.1.7. Segmento capaz e arco capaz
1.4.1.7.1. Segmento circular
1.4.1.7.2. Ângulos inscritos
1.4.1.7.3. Ângulos semi-inscritos
1.4.1.7.4. Ângulos inscritos
1.4.1.7.5. Segmento capaz
1.4.1.7.6. Arco capaz
1.4.1.7.7. Duplo segmento capaz
1.4.1.7.8. Duplo arco capaz
1.4.2. Triângulos
1.4.2.1. Convenções
1.4.2.2. Construção de triângulos
1.4.2.3. Cevianas
1.4.3. Quadriláteros
1.4.3.1. Construção de trapézio
1.4.3.2. Construção de paralelogramo
1.4.3.3. Construção de losango
1.4.3.4. Construção de quadrado
1.5. Problemas – Resolução pela interseção de lugares geométricos
1.5.1. Construção de circunferências
1.5.2. Tangências as circunferências
1.5.3. Antiparalelas
1.5.3.1. Construção da média proporcional
1.5.4. Potência de um ponto com relação a uma circunferência
1.5.5. Circunferências tangentes a retas (método dos lugares geométricos)
1.5.6. Circunferências tangentes a retas ou outras circunferências
1.5.6.1. Método redutivo
1.5.6.2. Eixo radical
1.6. Translação
1.6.1. Translação
1.6.2. Aplicações (friso e painel)
1.7. Rotação
1.7.1. Movimento de rotação
1.7.2. Rotação de figuras
1.7.3. Aplicações da rotação
1.8. Rebatimento raso
1.8.1. Rebatimento e rebatimento raso
1.8.2. Problemas fundamentais
1.9. Homotetia
1.9.1. Homotetia
1.9.2. Teoremas fundamentais da homotetia
1.9.3. Características segundo o valor de $(h)$
1.9.4. Determinação de pontos homotéticos

1.9.5. Determinação de retas homotéticas
1.9.6. Determinação de segmentos de retas homotéticos
1.9.7. Determinação de ângulos homotéticos
1.9.8. Determinação de polígonos homotéticos
1.9.9. Determinação de circunferências homotéticas
1.9.10. Circunferências homotéticas
1.9.10.1. Centro de homotetia direta e centro de homotetia inversa
1.9.10.2. Pontos anti-homólogos
1.9.10.3. Problemas fundamentais

## **Construções Geométricas II**

### **1972/2**

#### **Conteúdos identificados nos exercícios didáticos**

1. Segmentos proporcionais
1.1. Projeção central dos segmentos de uma reta sobre outra paralela
1.2. Resolução gráfica de operações aritméticas
1.2.1. Multiplicação
1.2.2. Divisão
1.2.3. Raiz quadrada
2. Equivalências
2.1. Unidade planimétricas
2.2. Figuras equivalentes
2.3. Área do retângulo
2.4. Área do paralelogramo
2.5. Área do triângulo
2.6. Área de polígonos
2.7. Área do círculo
2.8. Quadratura de polígonos
2.9. Quadratura do retângulo
2.10. Quadratura do paralelogramo
2.11. Quadratura do triângulo
2.12. Quadratura de polígonos regulares
2.13. Problemas fundamentais
2.14. Área e perímetro de diversas figuras
2.15. Área e perímetro de diversas figuras combinadas
2.16. Áreas de polígonos semelhantes
2.17. Divisão de polígonos em partes proporcionais
2.18. Retificação da circunferência e quadratura do círculo
2.19. Construção de Kochanski
3. Divisão harmônica
4. Inversão de pontos na reta
5. Inversão de pontos no plano
5.1. Figuras inversas
5.2. Retas inversas
5.3. Circunferências inversas

5.4.	Outras propriedades de figuras inversas
5.5.	Propriedades das circunferências inversas afastadas do centro de inversão
5.6.	Retas isogonais a duas circunferências
5.7.	Circunferências tangentes a outras duas
5.8.	Circunferências isogonais a outras duas
5.9.	Aplicações da inversão
6.	Problemas de tangência

<b>Geometria Descritiva III</b>	
<b>1972/2</b>	
<b>Conteúdos identificados nos exercícios didáticos</b>	
1.	Projeção e seção
2.	Épura
3.	Diedros
4.	Ponto
5.	Reta
5.1.	Tipos de retas
5.2.	Posições relativas de duas retas no espaço
5.1.1.	Retas paralelas
5.1.2.	Retas concorrentes
5.1.3.	Retas reversas ou cruzadas
5.2.	Reta perpendicular a um plano
5.3.	Reta paralela a um plano
6.	Plano
6.1.	Posições relativas de dois planos no espaço
6.1.1.	Planos paralelos
6.1.2.	Planos perpendiculares
6.2.	Tipos de planos
7.	Convenções de representação
8.	Sistema cônico de projeção
8.1.	Representação da figura plana
8.2.	Representação de sólidos
8.3.	Seção plana em um sólido qualquer
9.	Método de projeção cotada
9.1.	Paralelismo
9.2.	Perpendicularismo
9.3.	Intersecção de planos
9.4.	Intersecção de reta e plano
9.5.	Rebatimento
9.6.	Representação de figuras poligonais planas
9.7.	Representação de prismas
9.8.	Homotetia

**Apêndice B – Quadros com os conteúdos identificados nos materiais didáticos das disciplinas do grupo B**

<b>Geometria Descritiva IV 1979/2</b>	
<b>Conteúdos identificados nos exercícios didáticos</b>	
<b>1. Curvas</b>	
1.1.	Generalidades
1.2.	Tangentes
1.3.	Pontos singulares
1.4.	Curvas de erro
1.5.	Determinação de tangentes e normais
<b>2. Superfícies</b>	
2.1.	Classificação
2.2.	Planos tangentes
2.3.	Contornos aparentes
<b>3. Superfícies circulares de revolução</b>	
3.1.	Cone de revolução
3.2.	Cilindro de revolução
3.3.	Esfera
3.4.	Elipsoide de revolução
3.5.	Paraboloide de revolução
3.6.	Hiperboloide de revolução
<b>4. Superfícies circulares de circunvolução</b>	
4.1.	Toro
4.2.	Serpentina
<b>5. Superfícies retilíneas reversas</b>	
5.1.	Paraboloide hiperbólico
5.2.	Cilindroide
5.3.	Conoide
5.4.	Conoide reto
5.5.	Cunha de Wallis
5.6.	Passagem enviesada e capialçados
5.7.	Helicoide axial de plano diretor
5.8.	Helicoide axial de cone diretor
<b>6. Intersecções</b>	
6.1.	Intersecções de superfícies
6.2.	Intersecções de superfícies de uso corrente na arquitetura

<b>Perspectiva e Sombras</b>	
<b>1980/1</b>	
<b>Conteúdos identificados nos exercícios didáticos</b>	
1.	Sistemas de projeções
1.1.	Sistema cônico
1.2.	Sistema cilíndrico
2.	Perspectiva cavaleira
2.1.	Definição
2.2.	Eixo regulador
2.3.	Módulo
2.4.	Ângulo de direção
2.5.	Princípios
3.	Perspectiva axonométrica ortogonal
3.1.	Isometria
3.2.	Escalas isométricas
3.3.	Sistema isométrico
3.4.	Sistema dimétrico
3.5.	Escala axonométrica
3.6.	Representação da circunferência
3.7.	Processo de Stevens (mais precisão da elipse)
4.	Perspectiva linear cônica
4.1.	Pontos de fuga
4.2.	Perspectiva linear cônica da circunferência
4.3.	Circunferência contida em plano de topo
4.4.	Perspectiva linear cônica de sólidos
4.5.	Método do quadro de perfil ou de Gaspar Monge
4.6.	Pontos medidores
5.	Representação perspectiva das sombras

<b>Geometria Descritiva III</b>	
<b>2008/1</b>	
<b>Conteúdos identificados nos exercícios didáticos</b>	
1.	Método bi projetivo
2.	Método das projeções cotadas
3.	Ponto, reta e plano
4.	Inclinação e declividade
5.	Vistas ortográficas
6.	Tipos de retas
7.	Tipos de planos
8.	Planificação de poliedros
9.	Seções
10.	Formatos e dobragem de folhas
11.	Layout de pranchas

12. Legenda de pranchas
13. Letras e números em representação técnica

<b>Geometria Descritiva IV</b>
<b>2008/2</b>
<b>Conteúdos identificados nos exercícios didáticos</b>
1. Curvas
1.1. Generalidades
1.2. Curvas de erro
1.3. Determinação de tangentes e normais
2. Superfícies
2.1. Classificação
2.2. Representação
2.3. Determinação de pontos na superfície
2.4. Determinação de planos tangentes
2.5. Secções planas
2.6. Desenvolvimento
3. Superfícies circulares de revolução
3.1. Cônica
3.2. Cilíndrica
3.3. Esférica
3.4. Elipsoide de revolução
3.5. Parabolóide de revolução
3.6. Hiperbolóide de revolução
4. Superfícies circulares de circunvolução
4.1. Tórica
4.2. Serpentina
5. Superfícies retilíneas reversas
5.1. Parabolóide hiperbólico
5.2. Cilindroide
5.3. Conoide
5.4. Passagem enviesada
5.5. Helicoide axial de plano diretor
5.6. Helicoide axial de cone diretor
6. Intersecções

<b>Perspectiva e Sombras</b>
<b>2009/1</b>
<b>Conteúdos identificados nos exercícios didáticos</b>
1. Introdução
1.1. Representação gráfica de figuras planas e espaciais
1.2. Projeção e seção
1.3. Sistemas de projeções

1.4.	Sistema cônico de projeções
1.5.	Sistema cilíndrico de projeções
1.6.	Reversibilidade
1.7.	Método de representação
1.8.	Desenho projetivo
1.9.	Desenho perspectivo
1.10.	Classificação de projeções
1.11.	Visão panorâmica dos métodos de representação gráfica
2.	Perspectiva linear cônica
3.	Perspectiva cavaleira
4.	Axonometria ortogonal
5.	Perspectiva linear cônica

**Apêndice C – Quadros com os conteúdos identificados nos materiais didáticos das disciplinas do grupo C**

<b>Conteúdos identificados na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 de 2014/1</b>	<b>Exercícios didáticos encontrados no AVA da disciplina</b>	<b>Exercícios didáticos realizados durante estágio docente</b>
Tecnologias de representação		
Escalas		
Caligrafia técnica: letras e algarismos		
Entes geométricos		
Figuras planas (poligonais, curvas, livres e paramétricas)		
Figuras poligonais		
Linhas		
Ângulos		
Paralelismo		
Concorrência		
Perpendicularidade		
Bissetriz		
Mediatriz		
Circunferências		
Arco capaz		
Tangência		
Curvas cônicas: elipse, parábola e hipérbole		
Concordância		
Ovais, arcos e espirais		
Lógica		
Gramática da forma		
Parametrização		
Proporção		
Simetria		
Recursão		

<b>Conteúdos identificados na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2 de 2014/1</b>
Entes geométricos
Poliedros
Sistemas de projeção
Método de projeção cotada
Projeção e seção
Representação de ponto
Representação de reta
Representação de retas em posições relativas
Representação de plano

Inclusão de reta em plano
Paralelismo
Perpendicularidade
Intersecções
Rebatimento
Ângulos
Distâncias
Polígonos
Poliedros
Seções em poliedros
Método bi-projetivo Mongeano
Aplicações de poliedros na arquitetura
Representação de ponto
Representação de reta
Representação de retas em posições relativas
Representação de plano
Inclusão de reta em plano
Paralelismo
Perpendicularidade
Intersecções
Rebatimento
Ângulos
Distâncias
Polígonos
Poliedros
Seções em poliedros
Planificação de poliedros
Interseções de poliedros

<b>Conteúdos identificados na disciplina de Geometria Gráfica e Digital de 2014/2</b>	<b>Exercícios didáticos encontrados no AVA da disciplina</b>	<b>Exercícios didáticos realizados durante estágio docente</b>
Superfícies curvas		
Entes geométricos		
Sistema de classificação (eixo, geratriz, diretriz e leis de geração)		
Curvas no espaço tridimensional		
Propriedades fundamentais		
Representação por meios tradicionais		
Representação por meios digitais		
Formas quádricas		
Elementos principais		
Pontos da superfície		

Seções planas		
Planificação		
Superfícies de revolução (cônica, cilíndrica, esférica, elipsoide de revolução, parabolóide de revolução, hiperbolóide de revolução, outras formas de revolução com aplicação na arquitetura e urbanismo)		
Superfícies de circunvolução (tórica e serpentina)		
Superfícies regradadas (helicoides, parabolóide hiperbólico, cilindroide e conoide)		
Interseção e concordância de superfícies		
Interseção e concordância de superfícies em obras de arquitetura		

Conteúdos identificados na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 4 em 2015/1	
Introdução aos sistemas de projeção	
Sistemas de projeção utilizados para a representação de objetos arquitetônicos	
Estruturas de desenhos em função dos sistemas de projeções	
História da sistematização do conhecimento dos sistemas projetivos no âmbito da arquitetura	
Sistema de projeção paralelo oblíquo	
Perspectiva cavaleira	
Perspectiva militar	
Sistema de projeção paralelo ortogonal	
Perspectiva isométrica	
Sistema cônico de projeção	
Método das visuais e dominantes (método dos arquitetos)	
Sólido envolvente	
Pontos de fuga	
Método dos pontos medidores	
Fotogrametria	
Sombras	
Representação de efeitos de luz sobre objetos	
Sombras em perspectiva paralela	
Sombras em perspectiva cônica	

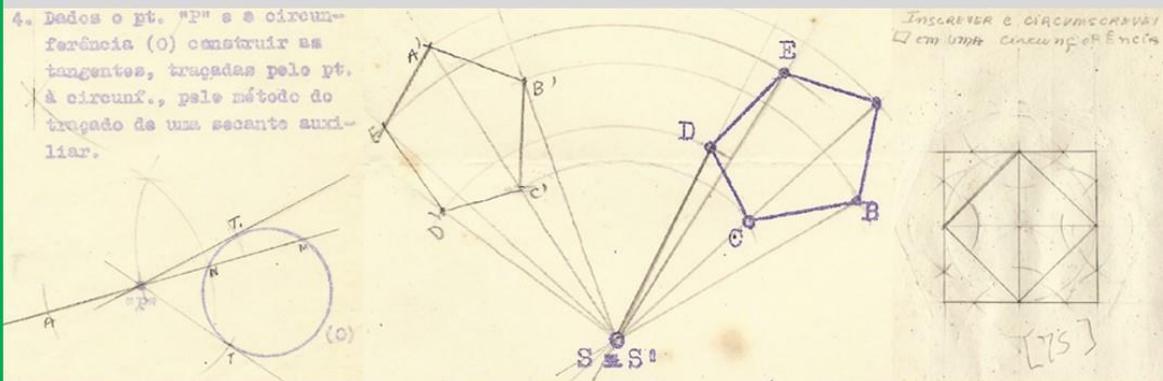
## **Apêndice D - Análise dos exercícios didáticos das disciplinas do grupo B**

## Análise de exercícios didáticos GRUPO A

Disciplina:  
**Construções Geométricas I**

Ano/semestre letivo:  
**1972/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Construir geometrias planas

Em todos os exercícios o problema concentra-se na construção de determinadas geometrias bidimensionais, imediatamente após o estudo teórico dos seus respectivos conteúdos.

TÉCNICA

#### Construtiva e dissertativa

A maioria dos problemas são estruturados para serem resolvidos de maneira construtiva, ou seja, os estudantes devem construir determinadas geometrias. Embora seja um número pequeno, alguns problemas são estruturados de maneira que o estudante tenha que escrever uma resposta direta.

TECNOLOGIA

#### Gráfica tradicional

A tecnologia utilizada para a resolução de todos os problemas é a gráfica tradicional. Os estudantes constroem graficamente as geometrias com instrumentos de desenho (lápiz, régua, esquadros, compasso, transferidor, etc.) sobre papel, ou respondem questões escrevendo sobre papel.

TEORIA

#### Estudo da geometria plana

Estudo da morfologia geométrica e das construções geométricas.

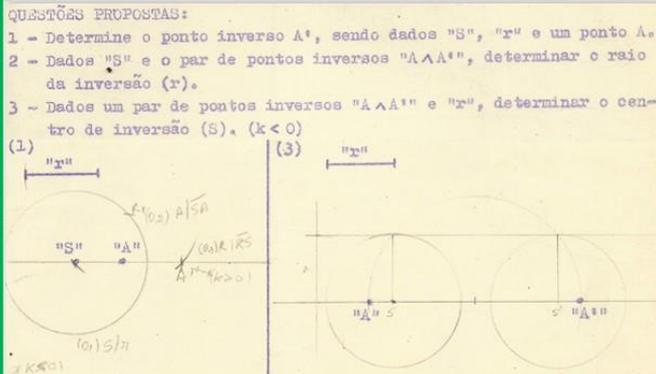
## Análise de exercícios didáticos

### GRUPO A

Disciplina:  
**Construções Geométricas II**

Ano/semestre letivo:  
**1972/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Construir geometrias planas

Em todos os exercícios, assim como na disciplina de Construções Geométricas I, o problema concentra-se em como construir geometrias bidimensionais, imediatamente após o estudo teórico dos seus respectivos conteúdos.

TÉCNICA

#### Construtiva

A técnica solicitada pela totalidade dos exercícios é a construtiva: construir graficamente as geometrias solicitadas pelos problemas.

TECNOLOGIA

#### Gráfica tradicional

A tecnologia é a gráfica tradicional, a partir de instrumentos de desenho (lápiz, régua, esquadros, compasso, transferidor, etc.) sobre papel.

TEORIA

#### Estudo da geometria plana

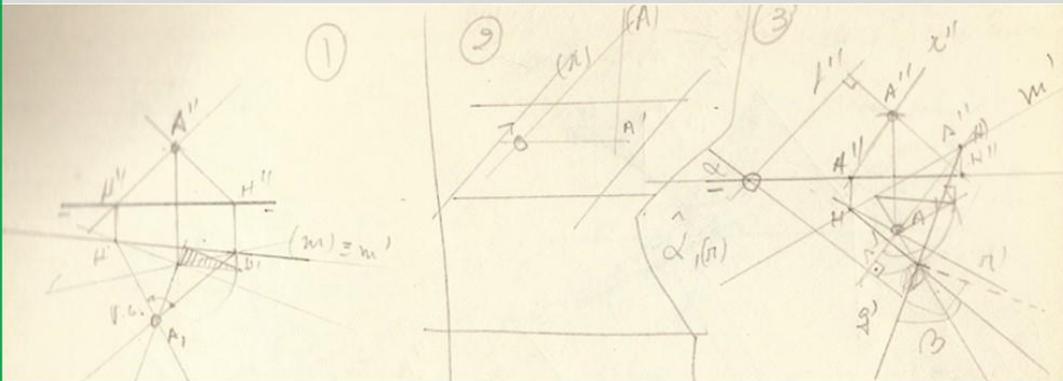
Estudo das construções geométricas.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO A

Disciplina:  
**Geometria Descritiva III**

Ano/semestre letivo:  
**1972/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

#### Construir polígonos e superfícies poliédricas

Os exercícios problematizam a construção de geometrias poligonais e poliédricas no espaço bidimensional.

#### Construtiva

A técnica exigida pelos exercícios é a construtiva: construir graficamente as geometrias poligonais e poliédricas no espaço bidimensional.

#### Gráfica tradicional

A tecnologia utilizada é a gráfica tradicional, a partir de instrumentos de desenho (lápiz, régua, esquadros, compasso, transferidor, etc.) e papel. As geometrias são representadas a partir do método bi projetivo mongeano, utilizando suas simbologias e convenções de representações.

#### Estudo de polígonos e superfícies poliédricas

Estudo das geometrias poligonais e poliédricas a partir de sua representação no espaço bidimensional.

PROBLEMA

TÉCNICA

TECNOLOGIA

TEORIA

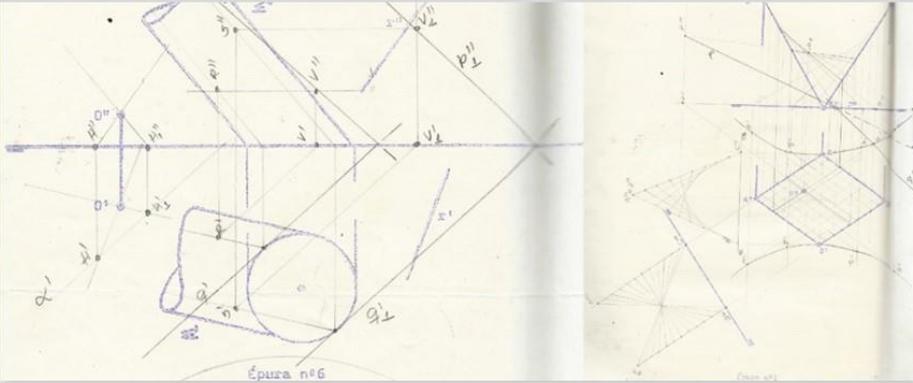
**Apêndice E - Análise dos exercícios didáticos das disciplinas do grupo B**

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Geometria Descritiva IV**

Ano/semestre letivo:  
**1979/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

#### Construir curvas e superfícies curvas

A problematização dos exercícios envolve a construção de curvas e superfícies curvas no espaço bidimensional.

#### Construtiva e dissertativa

A técnica exigida pela maioria dos exercícios é a de representação gráfica: construir graficamente as geometrias bi e tridimensionais no espaço bidimensional. Em poucos exercícios é exigida a escrita para nomear ou explicar geometrias e/ou seus elementos.

#### Gráfica tradicional

A tecnologia utilizada é a tradicional, a partir de instrumentos de desenho manuais (lápiz, régua, esquadros, compasso, transferidor, etc.). As geometrias são representadas a partir do método bi projetivo mongeano, utilizando suas simbologias e convenções de representações.

#### Estudo de curvas e superfícies curvas

Estudo das curvas e superfícies curvas a partir de sua representação no espaço bidimensional.

PROBLEMA

TÉCNICA

TECNOLOGIA

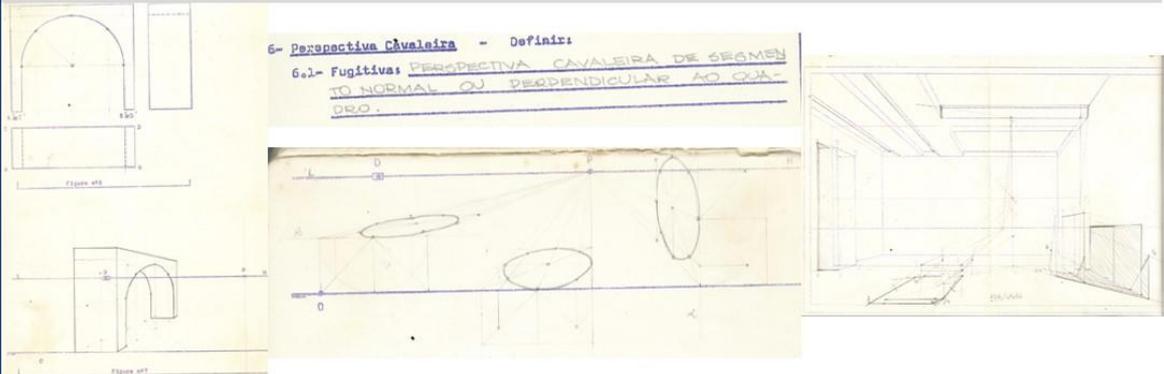
TEORIA

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Perspectiva e Sombras**

Ano/semestre letivo:  
**1980/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

#### **Construir polígonos, superfícies poliédricas, curvas e superfícies curvas em perspectiva e sombras**

A problematização dos exercícios envolve a construção de geometrias planas (poligonais e curvas) e espaciais (superfícies poliédricas e superfícies curvas) no espaço bidimensional.

#### **Construtiva e dissertativa**

A técnica exigida pela maioria dos exercícios é a de representação gráfica: construir graficamente as geometrias bi e tridimensionais, em perspectiva e sombras, no espaço bidimensional. Em alguns exercícios é exigida a escrita para nomear ou explicar geometrias e/ou seus elementos.

#### **Gráfica tradicional**

A tecnologia utilizada é a tradicional, a partir de instrumentos de desenho (lápiz, régua, esquadros, compasso, transferidor, etc.) e papel. As geometrias são representadas a partir dos sistemas de projeção ortogonal e oblíquo.

#### **Estudo dos sistemas de projeção para representar geometrias planas (poligonais e curvas) e espaciais (superfícies poliédricas e curvas)**

Estudo dos sistemas de projeção para representação de geometrias no espaço bidimensional.

PROBLEMA

TÉCNICA

TECNOLOGIA

TEORIA

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Geometria Descritiva IV**

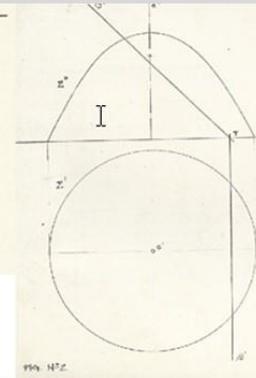
Ano/semestre letivo:  
**1994/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS

1) COMO É GERADA A SUPERFÍCIE ESFÉRICA, E QUAL A SECÇÃO PRODUZIDA POR UM PLANO SECANTE A ESTA?

2) NA FIG. Nº 1, DADA A SUPERFÍCIE DO ELIPSOIDE DE REVOLUÇÃO  $(\varphi)$ , REPRESENTAR:

- $(P)$  PERTENCENTE AO MERIDIANO DE FRENTE;
- $(\alpha)$  TANGENTE À  $(\varphi)$ , SABENDO QUE  $(P)$  PERTENCE A  $(\alpha)$ .



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Construir curvas e superfícies curvas

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TÉCNICA

#### Construtiva e dissertativa

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TECNOLOGIA

#### Gráfica tradicional

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TEORIA

#### Estudo de curvas e superfícies curvas

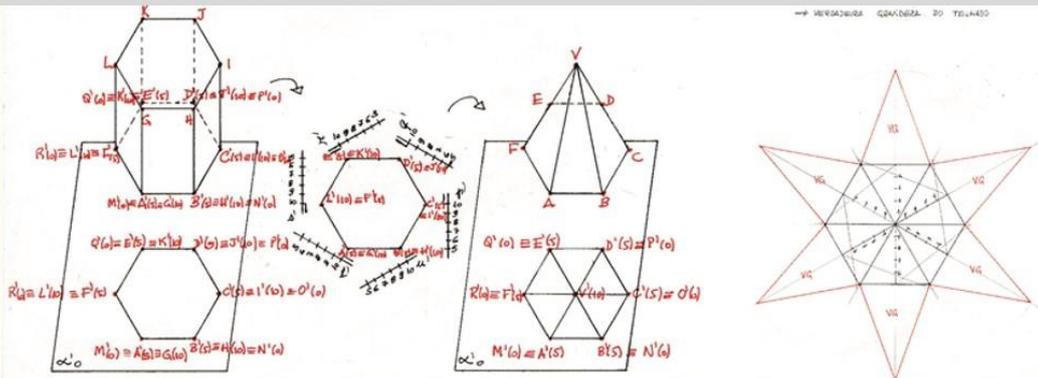
Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Geometria Descritiva III**

Ano/semestre letivo:  
**1996/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Construir polígonos e superfícies poliédricas

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TÉCNICA

#### Construtiva

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TECNOLOGIA

#### Gráfica tradicional

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TEORIA

#### Estudo de polígonos e superfícies poliédricas

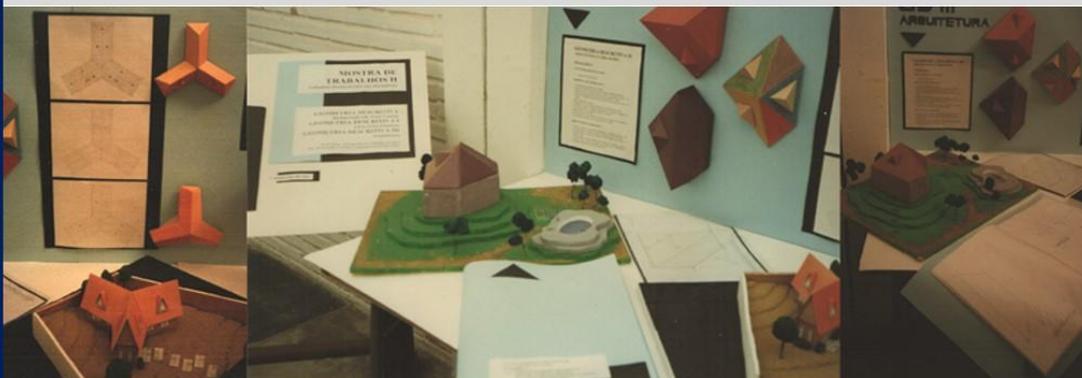
Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Geometria Descritiva III**

Ano/semestre letivo:  
**1997/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

**Construir polígonos e superfícies poliédricas**  
Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TÉCNICA

**Construtiva**  
Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TECNOLOGIA

**Gráfica tradicional e modelagem física**  
Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TEORIA

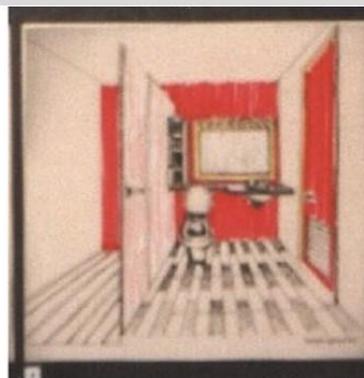
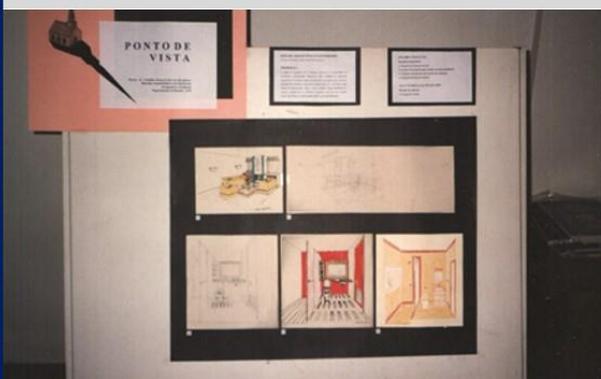
**Estudo de polígonos e superfícies poliédricas**  
Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Perspectiva e Sombras**

Ano/semestre letivo:  
**1997/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

**Construir polígonos, superfícies poliédricas, curvas e superfícies curvas em perspectiva e sombras**

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TÉCNICA

**Construtiva**

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TECNOLOGIA

**Gráfica tradicional**

Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

TEORIA

**Estudo dos sistemas de projeção para representar geometrias planas (poligonais e curvas) e espaciais (superfícies poliédricas e curvas)**

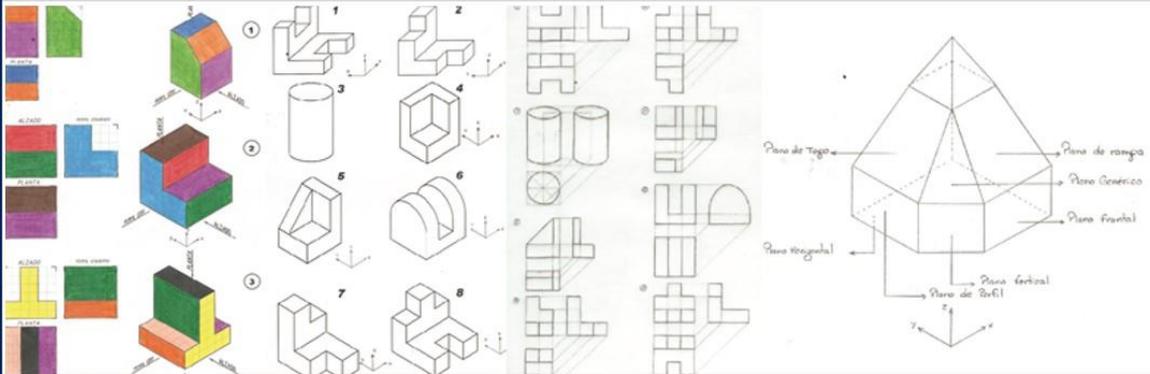
Material insuficiente para uma análise mais aprofundada.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Geometria Descritiva III**

Ano/semestre letivo:  
**2008/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Representar geometrias espaciais poliédricas e curvas

Os problemas tratam da representação de superfícies poliédricas e curvas no espaço bidimensional.

TÉCNICA

#### Representativa, construtiva e analítica

Para abordar a representação destas geometrias, identificou-se a utilização de três técnicas: a representativa, em casos que foram solicitadas as representações de objetos em suas vistas ortográficas; a construtiva, em casos que foram solicitadas a construção de alguns destes objetos; e a analítica, quando foi solicitado que se analisassem os elementos geométricos destes objetos, como os tipos de retas e planos.

TECNOLOGIA

#### Gráfica tradicional, maquetes físicas e escrita

A tecnologia utilizada para as representações é a gráfica tradicional, a partir de instrumentos de desenho (lápiz, régua, esquadros, compasso, transferidor, etc.) e papel: as geometrias são representadas a partir do sistema de projeção paralelo ortogonal, utilizando as convenções de representação do desenho técnico. As construções de objetos geométricos são feitas a partir de de modelos físicos tridimensionais, feitas a partir de planificações dos objetos, desenhadas em papel. As análises são registradas de maneira escrita e/ou através de simbologias.

TEORIA

#### Estudo de geometrias espaciais poliédricas e curvas

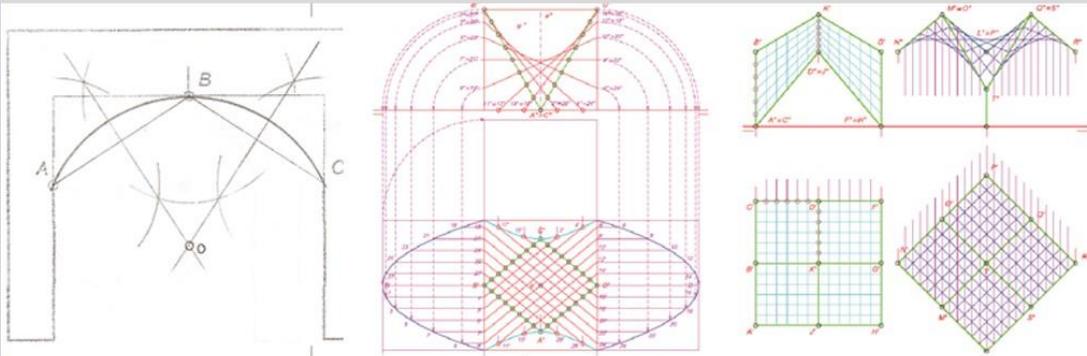
Estudo das geometrias espaciais poliédricas e curvas a partir de sua representação no espaço bidimensional em vistas ortográficas, construção de modelos físicos e análise de seus elementos.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Geometria Descritiva IV**

Ano/semestre letivo:  
**2008/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

#### Construir curvas e superfícies curvas

Os problemas tratam da construção de curvas e superfícies curvas no espaço bidimensional.

#### Construtiva

A técnica exigida pelos exercícios é a de representação gráfica: construir graficamente as geometrias bi e tridimensionais no espaço bidimensional.

#### Gráfica tradicional e maquetes físicas

A tecnologia utilizada para as construções é a gráfica tradicional, a partir de instrumentos de desenho (lápiz, régua, esquadros, compasso, transferidor, etc.) e papel: as superfícies são construídas no sistema bi-projetivo mongeano. As construções de modelos físicos foram feitas a partir de planificações das geometrias, desenhadas em papel com o uso de instrumentos.

PROBLEMA

TÉCNICA

TECNOLOGIA

TEORIA

#### Estudo de curvas e superfícies curvas

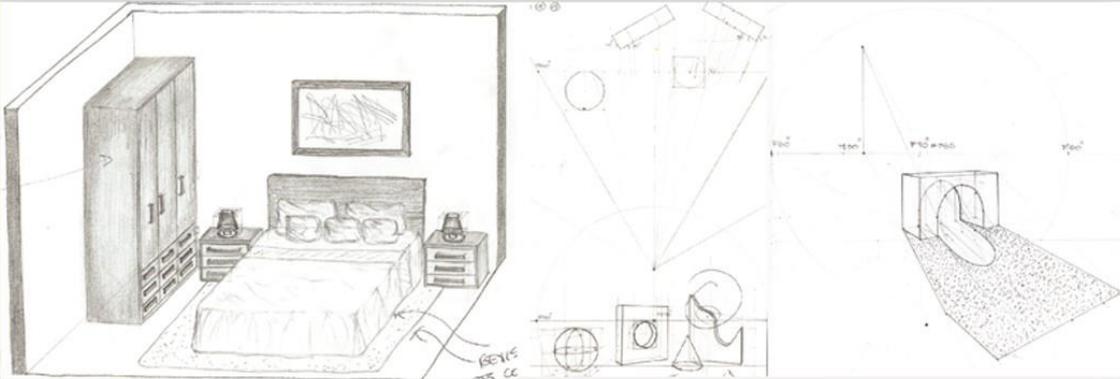
Estudo das curvas e superfícies curvas a partir de sua construção no espaço bi e tridimensional.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO B

Disciplina:  
**Perspectiva e Sombras**

Ano/semestre letivo:  
**2009/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

**Construir geometrias (polígonos, superfícies poliédricas, curvas e superfícies curvas) e objetos de arquitetura em perspectiva e sombras**

A problematização dos exercícios envolve a construção de geometrias planas (poligonais e curvas) e espaciais (superfícies poliédricas e superfícies curvas) no espaço bidimensional.

#### Construtiva

A técnica exigida nos exercícios é a de representação gráfica: construir graficamente as geometrias bi e tridimensionais, em perspectiva e sombras, no espaço bidimensional.

#### Gráfica tradicional

A tecnologia utilizada é a tradicional, a partir de instrumentos de desenho (lápiz, esquadros, compasso, transferidor, etc.) e à mão livre. As geometrias são representadas a partir dos sistemas de projeção ortogonal e oblíquo.

**Estudo dos sistemas de projeção para representar geometrias planas (poligonais e curvas) e espaciais (superfícies poliédricas e superfícies curvas)**

Estudo dos sistemas de projeção para representação de geometrias no espaço bidimensional.

PROBLEMA

TÉCNICA

TECNOLOGIA

TEORIA

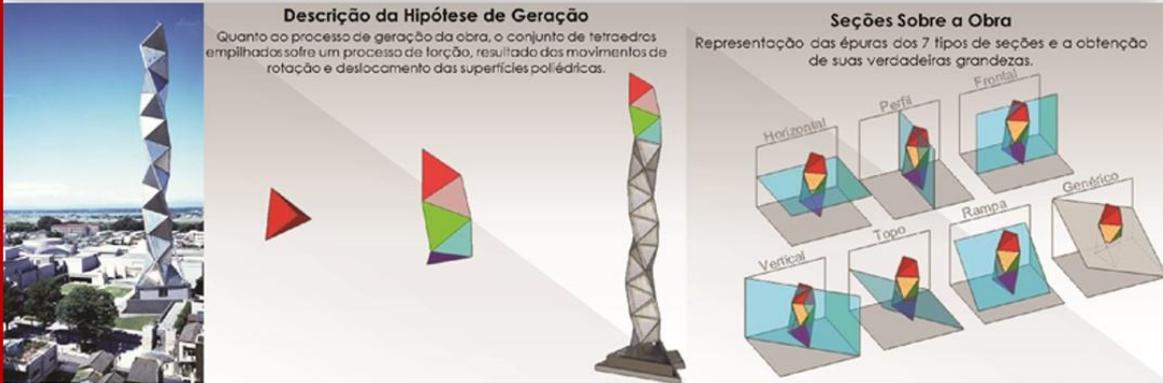
**Apêndice F - Análise dos exercícios didáticos das disciplinas do grupo C**

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 2**

Ano/semestre letivo:  
**2012/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

#### Identificar as superfícies poliédricas implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies poliédricas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

#### Análítica e representativa

Análise de obras e projetos de arquitetura e representação das mesmas.

#### Gráfica digital

As análises são feitas digitalmente sobre fotografias, desenhos técnicos, e imagens de modelos tridimensionais de obras construídas ou projetos. As representações tridimensionais são feitas através de modelagem digital no software SketchUp e as bidimensionais através da construção de épuras (método bi projetivo mongeano), utilizando as mesmas imagens digitais utilizadas nas análises.

#### Estudo das superfícies poliédricas como estruturadoras das formas arquitetônicas

Estudo das superfícies poliédricas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

PROBLEMA

TÉCNICA

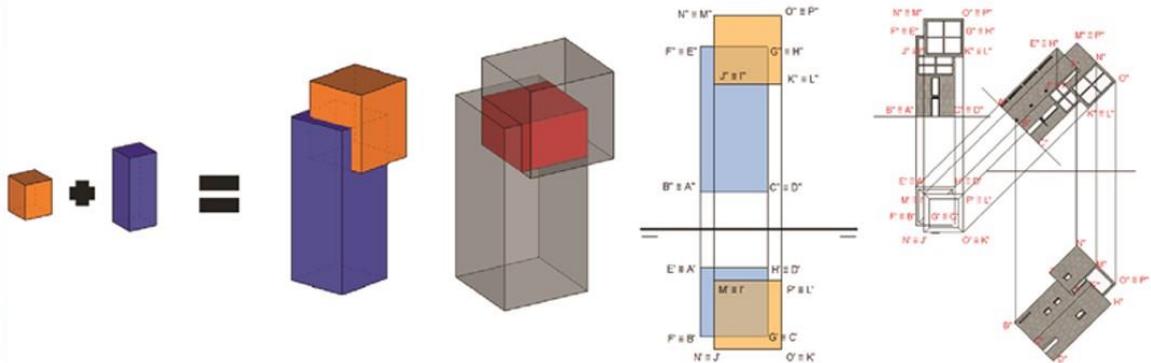
TECNOLOGIA

TEORIA

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 2**

Ano/semestre letivo:  
**2012/2**



**Estruturas de Saber** (Idênticas às do quadro anterior)

### Identificar as superfícies poliédricas implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies poliédricas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

### Analítica e representativa

Análise de obras e projetos de arquitetura e representação das mesmas.

### Gráfica digital

As análises são feitas digitalmente sobre fotografias, desenhos técnicos, e imagens de modelos tridimensionais de obras construídas ou projetos. As representações tridimensionais são feitas através de modelagem digital no software SketchUp e as bidimensionais através da construção de épuras (método bi projetivo mongeano), utilizando as mesmas imagens digitais utilizadas nas análises.

### Estudo das superfícies poliédricas como estruturadoras das formas arquitetônicas

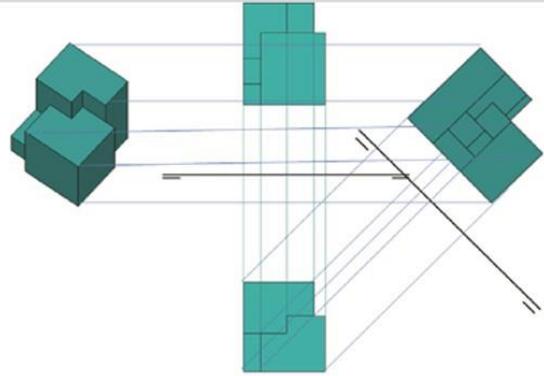
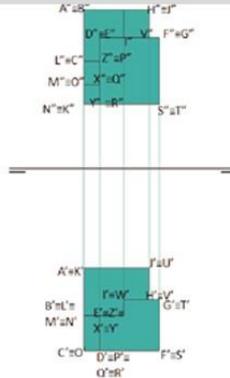
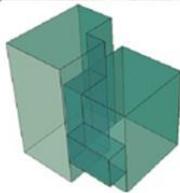
Estudo das superfícies poliédricas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 2**

Ano/semestre letivo:  
**2013/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



PROBLEMA

**Estruturas de Saber** (Idênticas às do quadro anterior)

### Identificar as superfícies poliédricas implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies poliédricas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

TÉCNICA

### Analítica e representativa

Análise de obras e projetos de arquitetura e representação das mesmas.

TECNOLOGIA

### Gráfica digital

As análises são feitas digitalmente sobre fotografias, desenhos técnicos, e imagens de modelos tridimensionais de obras construídas ou projetos. As representações tridimensionais são feitas através de modelagem digital no software SketchUp e as bidimensionais através da construção de épuras (método bi projetivo mongeano), utilizando as mesmas imagens digitais utilizadas nas análises.

TEORIA

### Estudo das superfícies poliédricas como estruturadoras das formas arquitetônicas

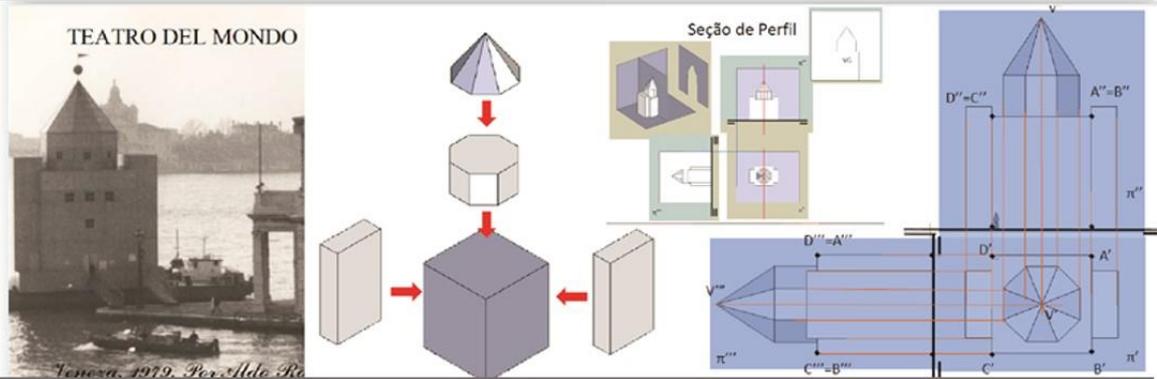
Estudo das superfícies poliédricas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 2**

Ano/semestre letivo:  
**2013/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



**Estruturas de Saber** (Idênticas às do quadro anterior)

PROBLEMA

### Identificar as superfícies poliédricas implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies poliédricas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

TÉCNICA

### Analítica e representativa

Análise de obras e projetos de arquitetura e representação das mesmas.

TECNOLOGIA

### Gráfica digital

As análises são feitas digitalmente sobre fotografias, desenhos técnicos, e imagens de modelos tridimensionais de obras construídas ou projetos. As representações tridimensionais são feitas através de modelagem digital no software SketchUp e as bidimensionais através da construção de épuras (método bi projetivo mongeano), utilizando as mesmas imagens digitais utilizadas nas análises.

TEORIA

### Estudo das superfícies poliédricas como estruturadoras das formas arquitetônicas

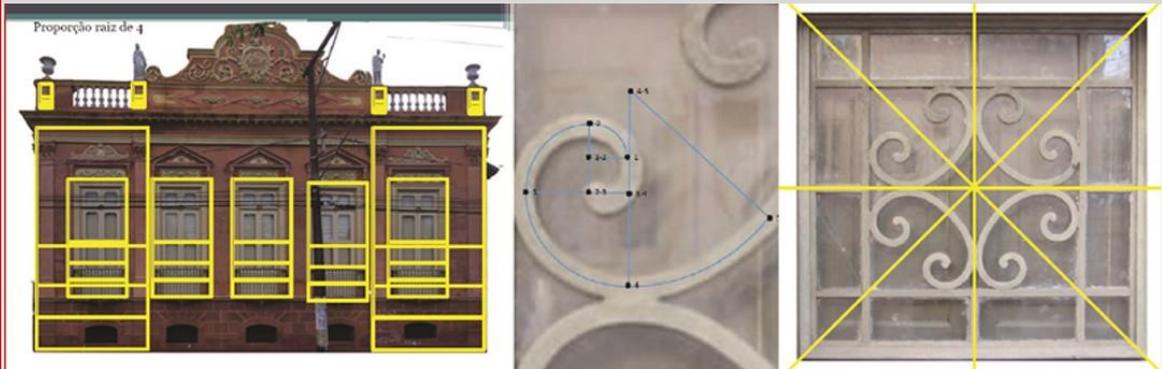
Estudo das superfícies poliédricas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 1**

Ano/semestre letivo:  
**2014/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Identificar as geometrias implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes selecionem obras de arquitetura e identifiquem as geometrias estudadas.

TÉCNICA

#### Analítica

Análise de obras construídas e projetos de arquitetura.

TECNOLOGIA

#### Gráfica digital

As análises são feitas digitalmente sobre imagens (fotografias, desenhos técnicos, e/ou imagens de modelos tridimensionais) das obras selecionadas.

TEORIA

#### Estudo da geometria como estruturadora da forma arquitetônica

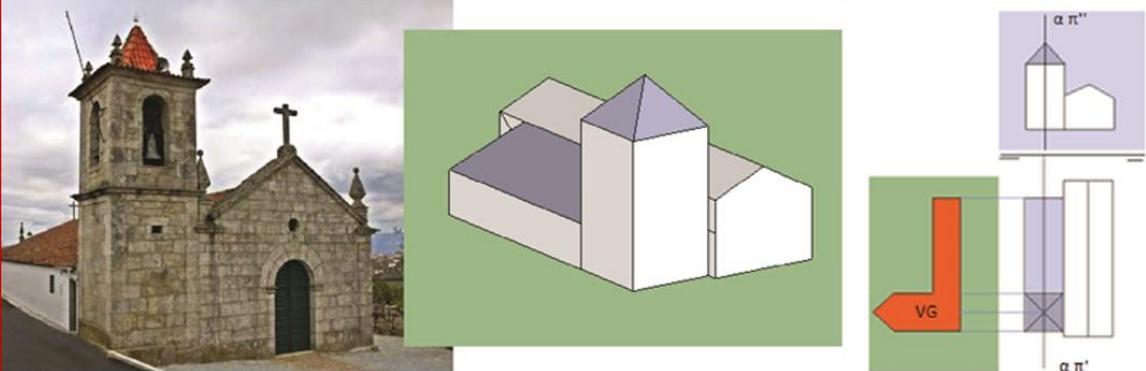
Estudo da geometria voltada para o contexto específico de formação em arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 2**

Ano/semestre letivo:  
**2014/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Identificar as superfícies poliédricas implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies poliédricas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

TÉCNICA

#### Análítica e representativa

Análise de obras e projetos de arquitetura e representação das mesmas.

TECNOLOGIA

#### Gráfica digital

As análises são feitas digitalmente sobre fotografias, desenhos técnicos, e imagens de modelos tridimensionais de obras construídas ou projetos. As representações tridimensionais são feitas através de modelagem digital no software SketchUp e as bidimensionais através da construção de épuras (método bi projetivo mongeano), utilizando as mesmas imagens digitais utilizadas nas análises.

TEORIA

#### Estudo das superfícies poliédricas como estruturadoras das formas arquitetônicas

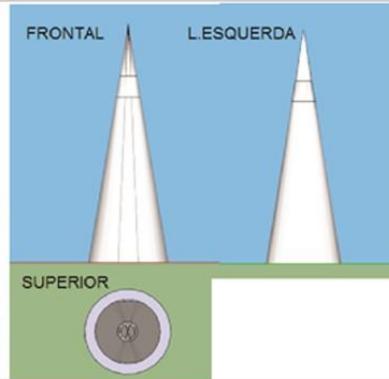
Estudo das superfícies poliédricas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

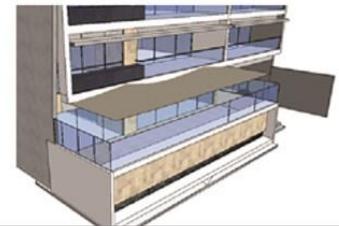
Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 3**

Ano/semestre letivo:  
**2014/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



ELEMENTO ARQUITETÔNICO - marquise  
ESPELHAMENTO DA FORMA



Aplicado em fachada, duas formas que serviram de

### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Identificar as superfícies curvas implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies curvas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

TÉCNICA

#### Analítica e representativa

Análise de obras e projetos de arquitetura e representação das mesmas.

TECNOLOGIA

#### Gráfica digital

As análises são feitas digitalmente sobre fotografias, desenhos técnicos, e imagens de modelos tridimensionais de obras construídas ou projetos. As representações tridimensionais são feitas através de modelagem digital no software SketchUp e as bidimensionais através da construção de épuras (método bi projetivo mongeano), utilizando as mesmas imagens digitais utilizadas nas análises.

TEORIA

#### Estudo das superfícies curvas como estruturadoras das formas arquitetônicas

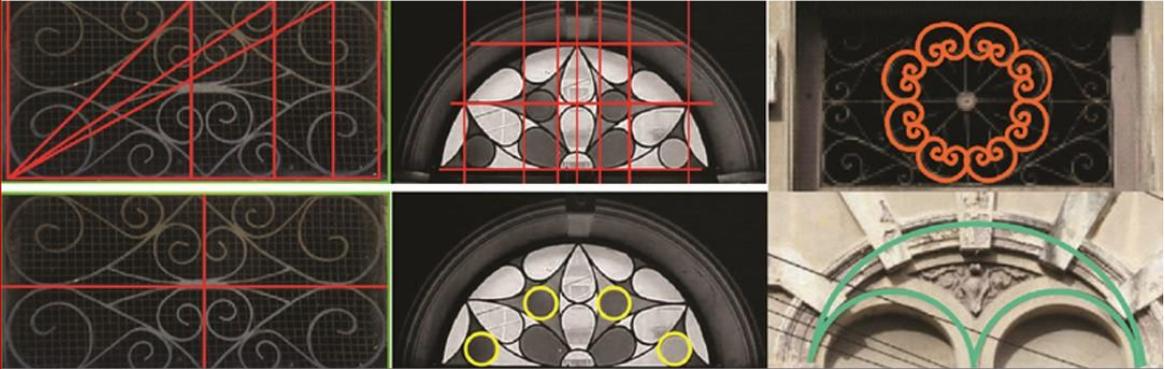
Estudo das superfícies curvas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 1**

Ano/semestre letivo:  
**2014/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Identificar as geometrias implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes selecionem obras de arquitetura e identifiquem as geometrias estudadas.

TÉCNICA

#### Analítica

Análise de obras construídas e projetos de arquitetura.

TECNOLOGIA

#### Gráfica digital

As análises são feitas digitalmente sobre imagens (fotografias, desenhos técnicos, e/ou imagens de modelos tridimensionais) das obras selecionadas.

TEORIA

#### Estudo da geometria como estruturadora da forma arquitetônica

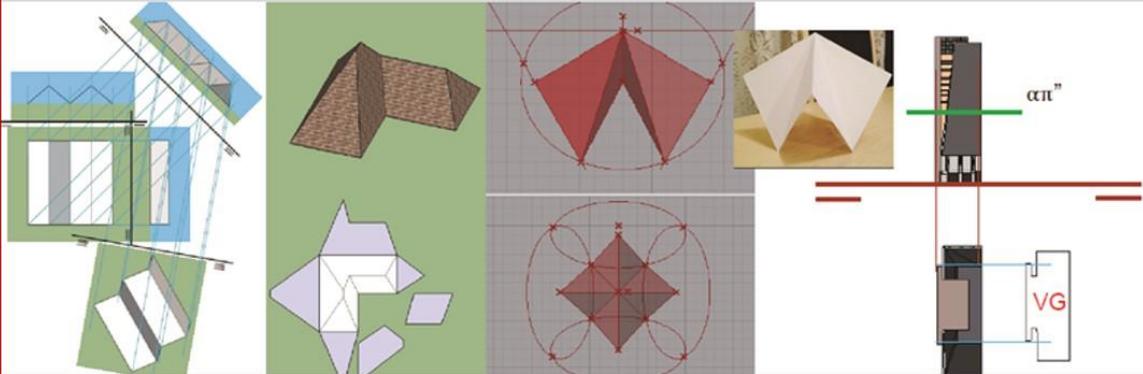
Estudo da geometria voltada para o contexto específico de formação em arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 2**

Ano/semestre letivo:  
**2014/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Identificar as superfícies curvas implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies curvas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

TÉCNICA

#### Análítica e representativa

Análise de obras construídas e/ou projetos de arquitetura e representações das mesmas.

TECNOLOGIA

#### Gráfica digital e maquetes físicas

As análises são feitas sobre imagens digitais das obras (fotografias, desenhos técnicos e/ou imagens de modelos tridimensionais). As representações tridimensionais são realizadas a partir do software de modelagem SketchUp e do plug-in de parametrização Grasshopper, utilizado no software Rhinoceros. Também são realizadas maquetes físicas em papel. Já as representações bidimensionais são realizadas digitalmente sobre as imagens destes modelos, construindo épuras com as mesmas (método bi projetivo mongeno).

TEORIA

#### Estudo das superfícies curvas como estruturadoras das formas arquitetônicas

Estudo das superfícies curvas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

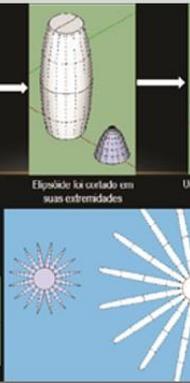
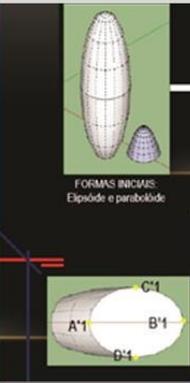
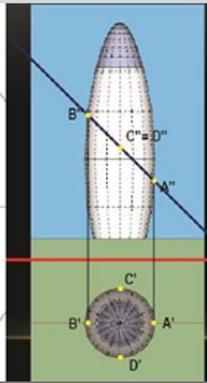
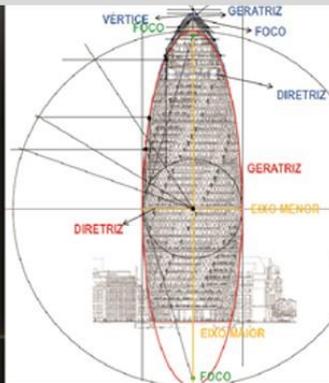
Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 3**

Ano/semestre letivo:  
**2014/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS

### ANÁLISE GEOMÉTRICA

A obra é um **ELIPSOIDE ALONGADO**, cortado em sua parte inferior, com adição de um **PARABOLOIDE** na parte superior.



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

#### Identificar as superfícies curvas implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies curvas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

TÉCNICA

#### Analítica e representativa

Análise de obras construídas e/ou projetos de arquitetura e representações das mesmas.

TECNOLOGIA

#### Gráfica digital e maquetes físicas

As análises são feitas sobre imagens digitais das obras (fotografias, desenhos técnicos e/ou imagens de modelos tridimensionais). As representações tridimensionais são realizadas a partir do software de modelagem SketchUp. Os modelos físicos são obtidos a partir da planificação das superfícies no próprio SketchUp, com o uso de um plug-in. Já as representações bidimensionais são realizadas digitalmente sobre as imagens destes modelos, através da construção de épuras.

TEORIA

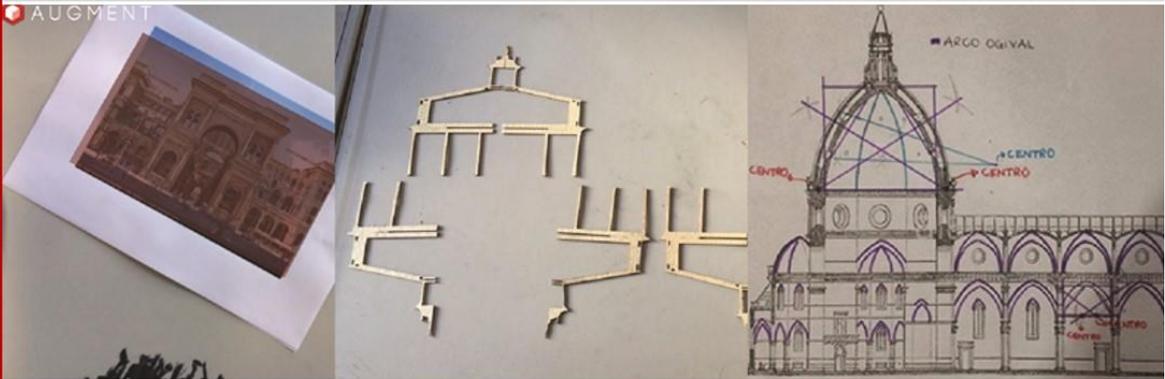
#### Estudo das superfícies curvas como estruturadoras das formas arquitetônicas

Estudo das superfícies curvas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 1**

Ano/semestre letivo:  
**2015/1**



### Estruturas de Saber

#### Identificar as geometrias implícitas em obras de arquitetura

Os exercícios propõem que os estudantes selecionem obras de arquitetura e identifiquem as geometrias estudadas.

#### Analítica

Análise de obras e projetos de arquitetura.

#### Gráfica digital, corte a laser e realidade aumentada

As análises são feitas sobre imagens das obras selecionadas (fotografias, desenhos técnicos, e imagens de modelos tridimensionais). A realidade aumentada é utilizada para analisar as proporções das obras. Para um exercício de simetria de frisos são utilizados objetos (elementos de obras de arquitetura) elaborados em uma cortadora a laser.

#### Estudo da geometria como estruturadora da forma arquitetônica

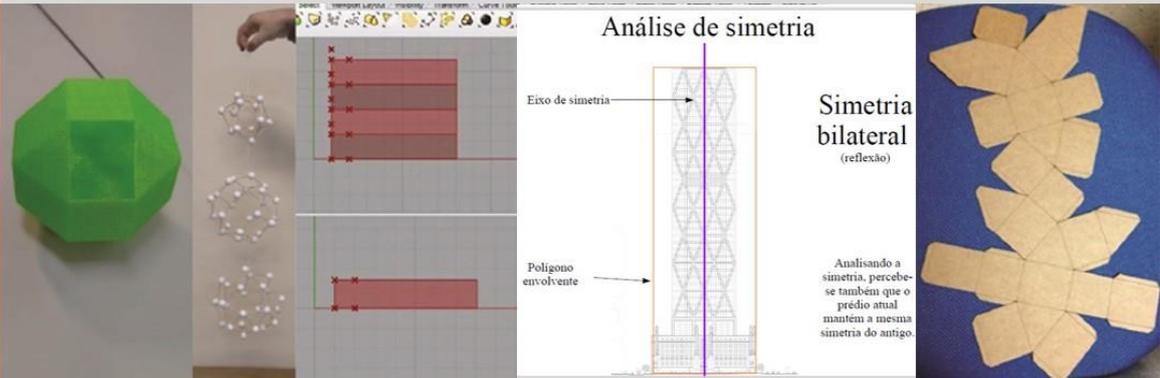
Estudo da geometria voltada para o contexto específico de formação em arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 2**

Ano/semestre letivo:  
**2015/1**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

**Construir superfícies poliédricas e identificar as superfícies poliédricas implícitas em obras de arquitetura**

Os exercícios propõem que os estudantes pesquisem obras compostas por superfícies poliédricas e identifiquem que tipos de superfícies são estas.

TÉCNICA

**Construtiva, analítica e representativa**

Construção de superfícies poliédricas. Análise de obras e projetos de arquitetura e representação das mesmas.

TECNOLOGIA

**Gráfica digital, maquetes físicas e impressão 3D**

As construções das formas geométricas são feitas em maquetes físicas, utilizando papel ou bolas de isopor e palitos. Algumas foram modeladas digitalmente e construídas a partir da tecnologia de impressão 3D. As análises das obras de arquitetura foram realizadas sobre imagens digitais, como fotografias, desenhos técnicos e/ou imagens de modelos tridimensionais. As representações tridimensionais de algumas geometrias de telhados foram desenvolvidas parametricamente através do plug-in Grasshopper junto ao software Rhinoceros. Já as representações bidimensionais das obras de arquitetura analisadas foram feitas através da construção de épuras (método bi projetivo mongeano).

TEORIA

**Estudo das superfícies poliédricas como estruturadoras das formas arquitetônicas**

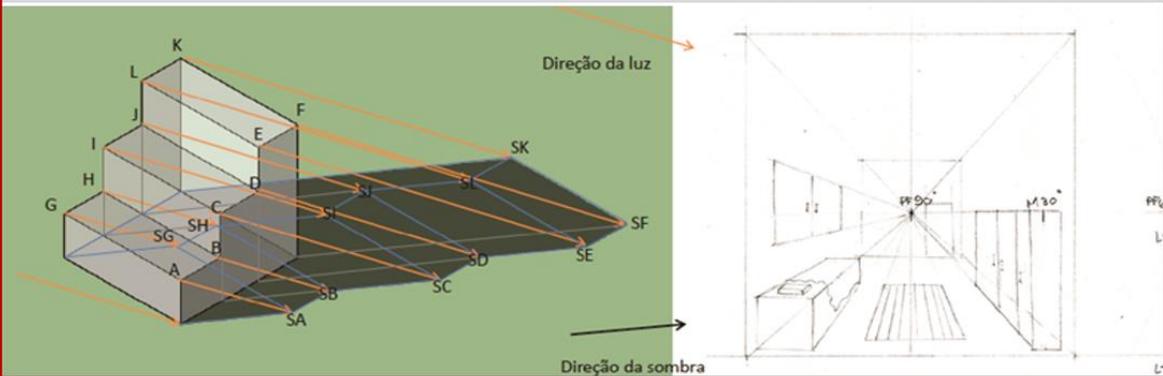
Estudo das superfícies poliédricas voltadas para o contexto específico de arquitetura.

## Análise de exercícios didáticos GRUPO C

Disciplina:  
**Geometria Gráfica e Digital 4**

Ano/semestre letivo:  
**2015/2**

IMAGENS ILUSTRATIVAS



### Estruturas de Saber

PROBLEMA

**Construir e representar elementos e espaços arquitetônicos em perspectiva e sombras**

Utilizar os sistemas projetivos para construir e representar elementos e espaços arquitetônicos em perspectiva e sombras.

TÉCNICA

**Construtiva e representativa**

Construção de perspectivas e sombras e representação de elementos e/ou espaços de arquitetura em perspectiva e sombras.

TECNOLOGIA

**Gráfica tradicional e anamorfose**

Para a construção e representação de perspectivas e sombras são utilizados o desenho à mão livre e anamorfose, construídas pelos estudantes em espaços arquitetônicos com o uso de fitas adesivas e/ou giz.

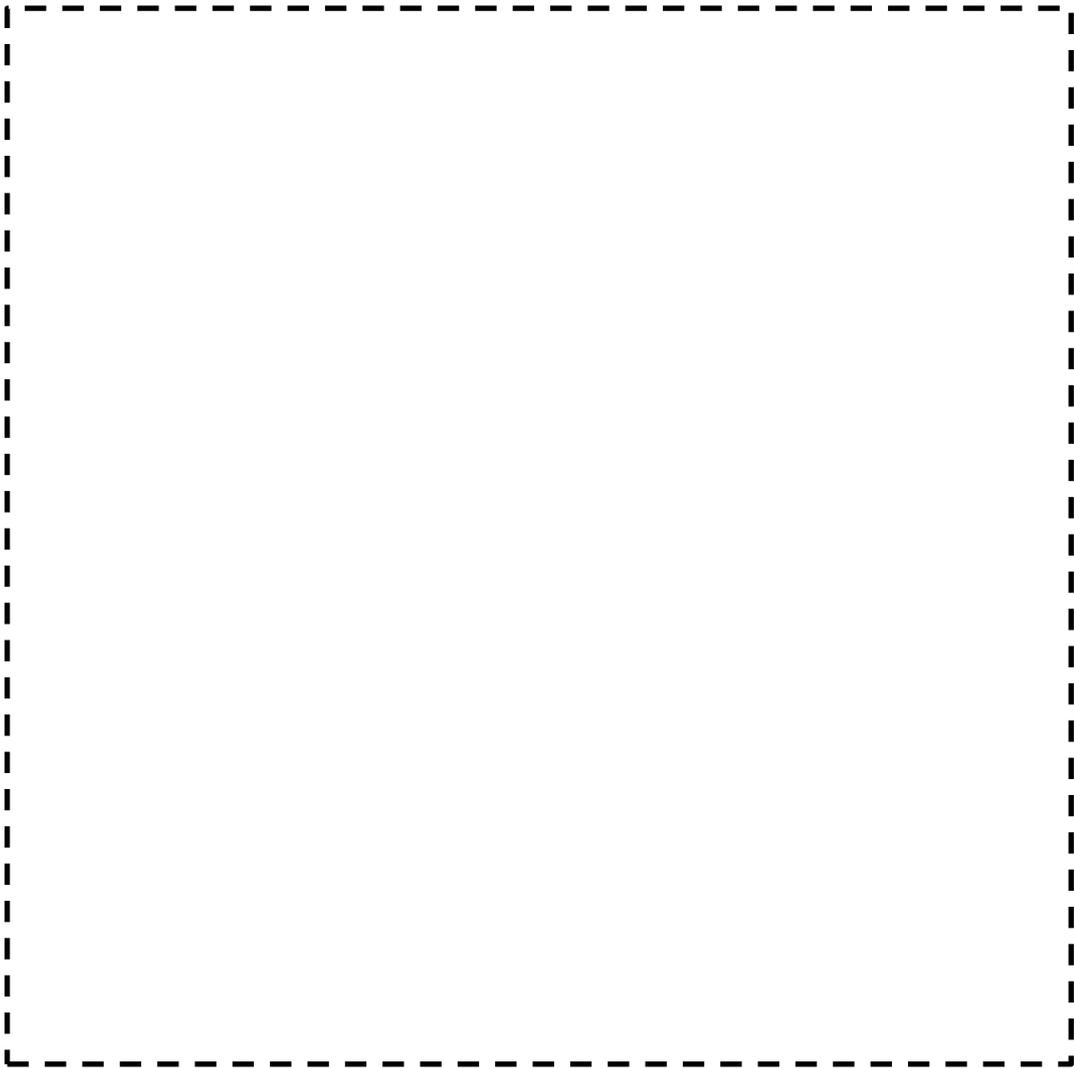
TEORIA

**Estudo de perspectiva e sombras para representações de arquitetura**

Estudo de perspectiva e sombras voltado para o contexto específico de arquitetura.

## **Anexos**

## **Anexo A – Amostras de materiais didáticos digitalizados**



Material disponível somente na versão impressa.

## Anexo B – Plano de ensino da disciplina de Geometria Descritiva III em 2005

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

PLANO DE ENSINO

### GEOMETRIA DESCRITIVA III (800005) ARQUITETURA E URBANISMO

#### 1. IDENTIFICAÇÃO

Professor: Ângela Petrucci Vasconcelos  
Unidade: Instituto de Física e Matemática/ Código 03  
Departamento: Desenho Técnico e Gráfica Computacional/ Código 08  
Disciplina: Geometria Descritiva III  
Código: 080005  
Créditos: 03  
Ano: 2005  
Carga horária semanal:

Teóricas	03
Exercícios	02
Total	05

Carga horária semestral:

Teóricas	45
Exercícios	30
Total	75

Semestre letivo: 1º  
Pré-requisitos: Nenhum  
Período: 1º e 2º semestre  
Oferecido para o curso: Arquitetura e Urbanismo

#### 2. EMENTA

Desenvolver o raciocínio espacial e a representação cilíndrico- ortogonal, através do estudo dos conhecimentos fundamentais da Geometria Descritiva e a aplicação destes conhecimentos na Arquitetura. Cultivar a ordem e clareza na representação gráfica utilizando os materiais e instrumentos de desenho técnicos.

#### 3. OBJETIVOS

##### 3.1 Objetivos gerais

- Desenvolver o raciocínio espacial, no que diz respeito à compreensão das formas tridimensionais, da sua interação e da representação das mesmas através de projeções cilíndrico-ortogonais.
- Promover o estudo dos conceitos básicos de projeção e da representação ortográfica ortogonal

##### 3.2 Objetivos específicos

- Relacionar o estudo das formas tridimensionais a objetos de trabalho do profissional Arquiteto Urbanista, tais como prédios e mobiliário.
- Promover o estudo relativo a métodos da Geometria Descritiva, utilizando-os na representação de corpos tridimensionais, cultivando a ordem, a exatidão, a clareza, a conformidade lógica e a unidade na representação de trabalhos gráficos.
- Cultivar a ordem, a exatidão, a clareza, a conformidade lógica e a unidade na representação de trabalhos gráficos.
- Desenvolver nos estudantes a maneira conveniente de utilização de materiais e instrumentos de desenho, bem como utilizar os mesmos, cultivando suas habilidades específicas.

Aprovado em Reunião Departamental em 01/03/2006

Página 1 de 3

Chefe de Departamento: \_\_\_\_\_

#### 4. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

##### Unidade 1- Método de Projeção Cotada.

- 1.1- Projeção e secção. Sistemas de projeções. Métodos de representação plana. Generalidades.
- 1.2- Representação de ponto. Unidade gráfica. Distância horizontal, vertical e objetiva de dois pontos.
- 1.3- Representação de reta. Pertinência de ponto à reta. Inclinação, declividade e intervalo de reta.
- 1.4- Representação de retas em suas posições relativas.
- 1.5- Representação de plano. Pertinência de ponto e plano.
- 1.6- Inclusão de reta em plano.
- 1.7- Paralelismo. Reta paralela a plano. Planos paralelos.
- 1.8- Perpendicularidade. Reta perpendicular a plano. Planos perpendiculares. Retas perpendiculares.
- 1.9- Intersecções. Intersecções de planos. Traço de reta em plano.
- 1.10- Rebatimento.
- 1.11- Ângulos e distâncias.
- 1.12- Representação de figuras poligonais planas.
- 1.13- Representação de poliedros.
- 1.14- Secções planas nos poliedros.

##### Unidade 2- Método Bi-Projetivo Mongeano.

- 2.1- Generalidades. Representação de ponto. Coordenadas descritivas de ponto.
- 2.2- Representação de reta. Pertinência de ponto a reta. Traço de reta nos planos de projeção.
- 2.3- Representação de retas em suas posições relativas.
- 2.4- Representação de plano.
- 2.5- Inclusão de retas em plano. Retas principais. Pertinência de ponto a plano.
- 2.6- Métodos Descritivos. Generalidades. Rebatimento. Rotação. Mudança de planos de projeção.
- 2.7- Paralelismo. Reta paralela a plano. Planos paralelos.
- 2.8- Perpendicularidade. Reta perpendicular a plano. Planos perpendiculares. Retas perpendiculares.
- 2.9- Intersecções. Intersecções de planos. Traço de reta em plano.
- 2.10- Ângulos e distâncias.
- 2.11- Representação de figuras poligonais planas. Representação de circunferência.
- 2.12- Representação de poliedros.
- 2.13- Secção plana nos poliedros.
- 2.14- Traço de reta em poliedros.
- 2.15- Planificação de poliedros.
- 2.16- Intersecções de poliedros.

#### 5. METODOLOGIA

- Exposição oral do conteúdo com apoio gráfico seja por meio de desenhos no quadro, ou apresentação de slides, por meios tradicionais ou computacionais;
- Realização de exercícios interativamente entre alunos e professor, em sala de aula;
- Realização de exercícios, pelo aluno, em horário extraclasse.

#### 6. CRONOGRAMA

Mês	Unidade do programa
1	I e II
2	III
3	III
4	IV

Aprovado em Reunião Departamental em 01/03/2006  
 Chefe de Departamento: \_\_\_\_\_

Página 2 de 3

## Anexo C – Plano de ensino da disciplina de Geometria Descritiva IV em 2005

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

### PLANO DE ENSINO

#### GEOMETRIA DESCRITIVA IV (080011) ARQUITETURA E URBANISMO

##### 1. IDENTIFICAÇÃO

Professor: Roberto Teixeira Kremer  
Unidade: Instituto de Física e Matemática/ Código 03  
Departamento: Desenho Técnico e Gráfica Computacional/ Código 08  
Disciplina: Geometria Descritiva IV  
Código: 080011  
Créditos: 04  
Ano: 2005  
Carga horária semanal:  
Teóricas 03  
Exercícios 02  
Total 05  
Carga horária semestral:  
Teóricas 51  
Exercícios 34  
Total 85  
Semestre letivo: 2º  
Pré-requisitos: Nenhum  
Período: 1º e 2º semestre  
Oferecido para o curso: Arquitetura e Urbanismo

##### 2. EMENTA

A disciplina visa oferecer ao aluno conhecimentos sobre as superfícies, seu estudo e representação pelo Método Bi-Projetivo Mongeano, suas classificações, propriedades fundamentais e aplicações na Arquitetura, elementos essenciais para o vocabulário formal geométrico do profissional Arquiteto Urbanista.

##### 3. OBJETIVOS

###### 3.1 Objetivos gerais

- Cultivar hábitos de análise e raciocínio, opondo-se ao simples empirismo e casuismo.
- Formar hábitos de ordem, limpeza e exatidão na realização de trabalhos gráficos.
- Aquisição de habilidade e destreza no manejo e utilização de instrumentos de desenho geométrico.
- Procurar desenvolver no aluno sua capacidade de visão espacial.
- Propiciar, através de exemplos práticos e exercícios, as condições necessárias para que os alunos façam um inter-relacionamento entre os conteúdos abordados na disciplina, e as suas futuras aplicações profissionais, deixando claro para os futuros arquitetos que as formas geométricas e suas propriedades, constituem conhecimentos fundamentais para o exercício da Arquitetura.

###### 3.2 Objetivos específicos

- Ministrar conhecimentos essenciais de Geometria Descritiva, voltados à visualização dos elementos arquitetônicos.
- Despertar no aluno o gosto pela pesquisa e aplicações práticas da Geometria Descritiva, mostrando ao aluno que os conteúdos apresentados na disciplina são parte

Aprovado em Reunião Departamental em 17/05/2006

Chefe de Departamento: Ângela Petrucci Vasconcelos *Angela Vasconcelos*

Professor Regente: Roberto Teixeira Kremer *Roberto Kremer*

Página 1 de 3

integrante de um todo, a formação do Arquiteto, e que constituem uma parte do cabedal de conhecimentos sobre o vocabulário formal, nos quais os Arquitetos interferem dentro da sua *praxi* cotidiana.

#### 4. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

##### UNIDADE 1- CURVAS

- 1.1. Generalidades. Tangentes, normais e pontos singulares.
- 1.2. Curvas de erro. Determinação de tangentes e normais.

##### UNIDADE 2 - SUPERFÍCIES

- 2.1. Classificação de superfícies. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas. Desenvolvimento.

##### UNIDADE 3 – SUPERFÍCIES CIRCULARES DE REVOLUÇÃO

- 3.1. Superfície cônica. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas. Desenvolvimento.
- 3.2. Superfície cilíndrica. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas. Desenvolvimento.
- 3.3. Superfície esférica. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas. Desenvolvimento aproximado.
- 3.4. Elipsóide de revolução. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas. Desenvolvimento aproximado.
- 3.5. Parabolóide de revolução. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas. Desenvolvimento aproximado.
- 3.6. Hiperbolóide de revolução. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas. Desenvolvimento aproximado.

##### UNIDADE IV – SUPERFÍCIES CIRCULARES DE CIRCUNVOLUÇÃO

- 4.1. Superfície tórica de revolução. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas. Desenvolvimento aproximado.
- 4.2. Serpentina. Representação. Determinação de pontos da superfície. Secções planas.

##### UNIDADE V – SUPERFÍCIES RETILÍNEAS REVERSAS

- 5.1. Parabolóide hiperbólico. Representação. Determinação de pontos da superfície. Determinação de planos tangentes. Secções planas.
- 5.2. Cilindróides. Representação. Determinação de pontos da superfície.
- 5.3. Conóides. Representação. Determinação de pontos da superfície. Conóide reto. Cunha de Wallis.
- 5.4. Passagem enviesada. Capialçados. Representação. Determinação de pontos da superfície.
- 5.5. Helicóides axiais de plano e de cone diretor. Representação. Determinação de pontos da superfície.

##### UNIDADE VI – INTERSECÇÕES

- 6.1. Intersecções de superfícies (superfície cilíndrica, cônica e esférica).
- 6.2. Intersecções de superfícies de uso corrente em Arquitetura.

#### 5. METODOLOGIA

- Exposição oral dialogada.
- Realização de trabalhos práticos em sala de aula.
- Realização de exercícios em casa, para análise e discussão futura em sala de aula.

Aprovado em Reunião Departamental em 17/05/2006

Chefe de Departamento: Angela Petrucci Vasconcelos *Angela Vasconcelos*

Professor Regente: Roberto Teixeira Kremer *Roberto Kremer*

Página 2 de 3 *AV*

## Anexo D – Plano de ensino da disciplina de Perspectiva e Sombras em 2005

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

### PLANO DE ENSINO

#### PERSPECTIVA E SOMBRAS (080004) ARQUITETURA E URBANISMO

##### 1. IDENTIFICAÇÃO

Professor: Adriane Borda Almeida da Silva.

Unidade: Instituto de Física e Matemática/ Código 03  
Departamento: Desenho Técnico e Gráfica Computacional/ Código 08  
Disciplina: Perspectiva e Sombras  
Código: 080004  
Créditos: 03  
Ano: 2005

Carga horária semanal:

Teóricas	02
Exercícios	02
Total	04

Carga horária semestral:

Teóricas	34
Exercícios	34
Total	68

Semestre letivo: 3º  
Pré-requisitos: Desenho Arquitetônico I  
Período: 1º e 2º semestre  
Oferecido para o curso: Arquitetura e Urbanismo

##### 2. EMENTA

Promover o estudo relativo aos métodos e processos perspectivos, com seus principais elementos e aplicações, estimulando a atividade reflexiva na representação perspectiva de objetos.

##### 3. OBJETIVOS

###### 3.1 Objetivos gerais

- Promover o estudo relativo aos métodos e processos perspectivos, oportunizando o desenvolvimento da imaginação e da sensibilidade criativa.
- Estimular e desenvolver a atividade reflexiva pela aplicação de conhecimentos de Perspectiva e Sombras, utilizando-os na representação de objetos, cultivando a ordem, a exatidão, a clareza e esmero, equilíbrio, a conformidade lógica e a unidade na representação de trabalhos gráficos.

###### 3.2 Objetivos específicos

- Dar aos alunos conhecimentos dos métodos e processos perspectivos, com seus principais elementos, aplicando-os em problemas selecionados, que sirvam para sua melhor assimilação.
- Ministrando conhecimentos fundamentais sobre a Perspectiva e Sombras, possibilitando aos alunos compreender e desenvolver suas capacidades de representação, exercitando-os através da resolução de problemas adequados.
- Mostrar aos alunos a maneira conveniente de utilização de materiais e instrumentos de desenho, bem como utilizar os mesmos, cultivando suas habilidades específicas.

Aprovado em Reunião Departamental em 01/03/2006  
Chefe de Departamento: \_\_\_\_\_

Página 1 de 3

#### 4. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

##### UNIDADE 1 – INTRODUÇÃO

- 1.1. Representação gráfica de figuras planas e espaciais. Projeção e secção. Sistemas de projeções. Sistema cônico de projeções. Sistema cilíndrico de projeções. Reversibilidade. Método de representação. Desenho projetivo. Desenho perspectivo. Classificação das projeções.
- 1.2. Visão panorâmica dos métodos de representação gráfica.

##### UNIDADE 2 - PERSPECTIVA LINEAR CÔNICA

- 2.1. Noções fundamentais sobre a anatomia e fisiologia do órgão da visão binocular. Imagem retínica.
- 2.2. Plano geometral. Quadro. Quadro inclinado. Linha de terra. Objeto perspectivo. Ponto de vista. Raio visual principal. Perspectiva linear cônica do ponto. Plano de horizonte. Linha de horizonte. Plano de esvaziamento. Linha neutra. Plano principal. Vertical do quadro. Ponto principal de visão. Pontos de distância. Distância principal.
- 2.3. Perspectiva linear cônica de ponto. Emprego do método bi-projetivo mongeano e suas variantes.
- 2.4. Processo das duas escalas. Perspectivas de figuras geométricas. Perspectivas de circunferências.
- 2.5. Processo das três escalas. Perspectivas de sólidos. Perspectivas de circunferências e de arcos de circunferências.
- 2.6. Processo dos Arquitectos ou das visuais e dominantes. Processo dos pontos medidores.

##### UNIDADE III - PERSPECTIVA CAVALEIRA

- 3.1. Generalidades. Quadro. Triedro fundamental de referência e sua posição em relação ao quadro. Eixo regulador. Linha de referência. Fugitiva. Ângulo de direção. Módulo.
- 3.2. Representação de sólidos. Representação de circunferências.

##### UNIDADE IV - AXONOMETRIA ORTOGONAL

- 4.1. Perspectiva axonométrica ortogonal. Generalidades. Quadro. Triedro fundamental de referência e suas posições em relação ao quadro. Isometria. Dimetria. Trimetria. Eixos Axonométricos. Unidade objetiva. Unidade axonométrica. Coeficientes de redução. Coeficientes axonométricos.
- 4.2. Representação de sólidos. Representação de circunferências.

##### UNIDADE V – PERSPECTIVA CÔNICA DAS SOMBRAS

- 5.1 Propagação da luz. Luz natural e luz artificial. Iluminação dos corpos. Raio de luz. Raio de sombra. Separatriz de luz e sombra. Sombra própria, projetada e autoprotetada. Penumbra.
- 5.2. Sombra ao archote. Sombra projetada por ponto. Sombra própria e projetada por figura plana. Sombra própria e projetada por sólido. Sombra de interiores.
- 5.3. Sombra ao sol. Posições do sol em relação ao quadro. Sombra projetada por ponto. Sombra própria e projetada por figura plana. Sombra própria e projetada por sólido. Sombra de interiores.

#### 5. METODOLOGIA

- Exposição oral dialogada.
- Análise com discussão e crítica dos trabalhos gráficos executados.
- Realização de trabalhos práticos em sala de aula.
- Análise e discussão de problemas, relativos a técnica para a obtenção de Perspectivas, relacionando-os sempre que possível com as técnicas tradicionais e atuais.
- Realização de exercícios em casa ou no laboratório, para análise e discussão futura em sala de aula.

Aprovado em Reunião Departamental em 01/03/2006

Página 2 de 3

Chefe de Departamento: \_\_\_\_\_

## Anexo E – Plano de ensino da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1

	<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS</b> <b>FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO</b> <b>CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO</b>
---	--

DEPARTAMENTO: <b>ARQUITETURA E URBANISMO</b>					
DISCIPLINA: <b>GEOMETRIA GRÁFICA E DIGITAL 1</b>					
CÓDIGO	NATUREZA	C. H. (T. E. P.)	C. H. TOTAL	CRÉDITOS	SEMESTRE
D000516	Obrigatória	1-0-2	51 horas	3 cr.	1º
RESPONSÁVEL: Prof. Felipe Heidrich			PRÉ-REQUISITOS: sem pré-requisito.		
SEQUÊNCIA: <b>ÁREA DE DESENHO E MEIOS DE REPRESENTAÇÃO E EXPRESSÃO E INFORMÁTICA APLICADA A ARQUITETURA</b>					

**EMENTA:** Geometria Plana. Estudo da forma geométrica no espaço bidimensional: figuras planas e métodos construtivos representados através dos meios tradicionais e digitais, a partir de casos concretos aplicados na arquitetura. Processos de geração, transformação e visualização das figuras geométricas planas. Processos compositivos por parametrização, simetrias, proporção e recursão. Habilitação dos estudantes para o desenho com precisão (meios digitais) e para o croqui (a mão livre).

### DETALHAMENTO DAS UNIDADES DE ESTUDO

Unidade 1 – Introdução.

- 1.1. Tecnologias de representação, escalas de Representação, caligrafia técnica: letras e algarismos.
- 1.2. Contextualização do estudo da forma geométrica no espaço bidimensional frente ao conceito e Classificação de entes geométricos (geometria Euclidiana e não euclidiana).

Unidade 2 – Identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre figuras planas.

- 2.1. Exercício de reconhecimento das formas geométricas na configuração de elementos arquitetônicos: elaboração de mapa prévio para identificação das figuras planas nos elementos arquitetônicos; conceitos geométricos.
- 2.2. Contextualização do estudo da forma geométrica no espaço bidimensional frente ao conceito e classificação de entes geométricos (geometria Euclidiana e não euclidiana).
- 2.3. Detalhamento das figuras planas poligonais, curvas e de formas livres (ou paramétricas).
- 2.4. Revisão do mapa prévio frente ao sistema de classificação.

Unidade 3 – Morfologia geométrica.

- 3.1. Noções fundamentais: espaço, corpo geométrico, superfície, plano geométrico.
- 3.2. Linhas e ângulos.
- 3.3. Figuras poligonais: fundamentação e propriedades.

Unidade 4 – Construções geométricas.

- 4.1. Lugares geométricos: paralelismo, concorrência, perpendicularidade, bissetriz, mediatriz, circunferências, arco capaz. Construções fundamentais.
- 4.2. Tangência. Problemas fundamentais.
- 4.3. Curvas cônicas: elipse, parábola e hipérbole.
- 4.4. Concordâncias: ovais, arcos, espirais.

Unidade 5 – Composição geométrica.

- 5.1. Conceitos de lógica e gramática da forma.
- 5.2. Parametrização.

5.3. Simetrias.

5.4. Proporção.

5.5. Recursão.

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

CARVALHO, Benjamim A. **Desenho Geométrico**. 3 ed. 32ª reimpressão. Rio de Janeiro: Editora Imperial Novo Milênio, 2005.

CELANI, Gabriela. **Cad Criativo**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2003.

ELAM, Kimberly. **Geometria do design**. 1 ed. Tradução Claudio Alves Marcondes. São Paulo: CosacNaify, 2010.

POTTMANN, H.; ASPERL, A. HOFER; KILIAN, A. M. 1 ed. **Architectural Geometry**. Exton, Pennsylvania: Bentley Institute Press, 2007.

RIVERA, F. O.; NEVES, J. C.; GONÇALVES, D. N. 1 ed. **Traçados em desenho geométrico**. Rio Grande: Editora da FURG, 1986.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

BALDIN, Y. Y; VILLAGRA, G. A. L. **Atividades com CABRI-GÉOMÈTRE II**. São Carlos: EdFSCar, 2010.

BOVILL, C. **Fractal geometry in architecture and design**. Boston: Birkhauser, 1996.

DOCZ, G. **O poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura**. São Paulo: Mercuryo Novo Tempo, 2012.

MITCHELL, Willian J. **A lógica da arquitetura: projeto, computação e cognição**. Campinas: Editora da UNICAMP; 2008.

ROCHA JR., A. M. **Divina Proporção – Aspectos filosóficos, geométricos e sagrados da seção áurea**. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora, 2011.

SANZ, M. A. Y MORATALLA, A. **Simetria. Serie Geometría y Arquitectura II, Cuadernos de Apoyo a la Docencia del Instituto Juan de Herrera**. Madri: Publicaciones de la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid, 1999.

WUCIUS, W. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Martins Fontes; 2007.

## Anexo F – Plano de ensino da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2

	<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS</b> <b>FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO</b> <b>CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO</b>
---	--

DEPARTAMENTO:		<b>ARQUITETURA E URBANISMO</b>			
DISCIPLINA:		<b>GEOMETRIA GRÁFICA E DIGITAL 2</b>			
CÓDIGO	NATUREZA	C. H. (T. E. P.)	C. H. TOTAL	CRÉDITOS	SEMESTRE
D000517	Obrigatória	2-0-2	68 horas	4 cr.	1º
RESPONSÁVEL: Profª. Janice Freitas Pires			PRÉ-REQUISITOS: sem pré-requisito.		
SEQÜÊNCIA:		ÁREA DE DESENHO E MEIOS DE REPRESENTAÇÃO E EXPRESSÃO E INFORMÁTICA APLICADA A ARQUITETURA			

**EMENTA:** Representação cilíndrico-ortogonal através dos meios tradicionais e digitais, apoiando-se nos conhecimentos fundamentais da Projeção Cotada e da Geometria Descritiva e aplicação na Arquitetura. Habilitação dos estudantes para o desenho com precisão (meios digitais) e para o croqui (a mão livre).

<b>DETALHAMENTO DAS UNIDADES DE ESTUDO</b>
<p>Unidade 1 – Introdução.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Contextualização do estudo da forma geométrica no espaço tridimensional frente ao conceito e classificação de entes geométricos.</li> <li>1.2. Formas Poliédricas: identificação das propriedades geométricas. Sólidos platônicos e arquimedianos.</li> <li>1.3. Introdução aos sistemas de projeção: conceituação e classificação.</li> </ol> <p>Unidade 2- Método de Projeção Cotada.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Projeção e secção. Métodos de representação plana. Generalidades. Aplicações em Coberturas.</li> <li>2.2. Representação de ponto. Unidade gráfica. Distância horizontal, vertical e objetiva de dois pontos.</li> <li>2.3. Representação de reta. Pertinência de ponto à reta. Inclinação, declividade e intervalo de reta.</li> <li>2.4. Representação de retas em suas posições relativas.</li> <li>2.5. Representação de plano. Pertinência de ponto e plano.</li> <li>2.6. Inclusão de reta em plano.</li> <li>2.7. Paralelismo. Reta paralela a plano. Planos paralelos.</li> <li>2.8. Perpendicularidade. Reta perpendicular a plano. Planos perpendiculares. Retas perpendiculares.</li> <li>2.9. Intersecções. Intersecções de planos. Traço de reta em plano.</li> <li>2.10. Rebatimento.</li> <li>2.11. Ângulos e distâncias.</li> <li>2.12. Representação de figuras poligonais planas.</li> <li>2.13. Representação de poliedros.</li> <li>2.14. Secções planas nos poliedros.</li> </ol> <p>Unidade 3- Método Bi-Projetivo Mongeano.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Generalidades. Aplicações em Formas poliédricas associadas à forma arquitetônica. Representação de ponto. Coordenadas descritivas de ponto.</li> <li>3.2. Representação de reta. Pertinência de ponto a reta. Traço de reta nos planos de projeção.</li> <li>3.3. Representação de retas em suas posições relativas.</li> </ol>

- 3.4. Representação de plano.
- 3.5. Inclusão de retas em plano. Retas principais. Pertinência de ponto a plano.
- 3.6. Métodos Descritivos. Generalidades. Rebatimento. Rotação. Mudança de planos de projeção.
- 3.7. Paralelismo. Reta paralela a plano. Planos paralelos.
- 3.8. Perpendicularidade. Reta perpendicular a plano. Planos perpendiculares. Retas perpendiculares.
- 3.9. Intersecções. Intersecções de planos. Traço de reta em plano.
- 3.10. Ângulos e distâncias.
- 3.11. Representação de figuras poligonais planas. Representação de circunferência.
- 3.12. Representação de poliedros.
- 3.13. Secção plana nos poliedros.
- 3.14. Traço de reta em poliedros.
- 3.15. Planificação de poliedros.
- 3.16. Intersecções de poliedros.

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

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

MONTENEGRO, G. A. **Geometria Descritiva - Vol.1**. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1991.

RANGEL, A. P. **Poliedros**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1982.

RODRIGUES, A. **Geometria Descritiva:Projetividade, Curvas e Superfícies**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico Ltda, 1960.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

MITCHELL, Willian J. **A lógica da arquitetura: projeto, computação e cognição**. Campinas: Editora da UNICAMP; 2008.

## Anexo G – Plano de ensino da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 3

	<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS</b> <b>FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO</b> <b>CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO</b>
---	--

DEPARTAMENTO:		<b>ARQUITETURA E URBANISMO</b>			
DISCIPLINA:		<b>GEOMETRIA GRÁFICA E DIGITAL 3</b>			
CÓDIGO	NATUREZA	C. H. (T. E. P.)	C. H. TOTAL	CRÉDITOS	SEMESTRE
D000518	Obrigatória	2-0-2	68 horas	4 cr.	2º
RESPONSÁVEL: Prof. Felipe EtchegarayHeidrich			PRÉ-REQUISITOS: 0120130		
SEQÜÊNCIA:		ÁREA DE DESENHO E MEIOS DE REPRESENTAÇÃO E EXPRESSÃO E INFORMÁTICA APLICADA A ARQUITETURA			

**EMENTA:** Estudo das curvas e das superfícies curvas no espaço tridimensional através dos meios tradicionais e digitais, a partir de casos concretos aplicados na arquitetura. Estudo das formas quádricas (superfícies de revolução, superfícies de circunvolução, superfícies regradas e outras superfícies de aplicação na arquitetura). Interseção e concordância de superfícies. Habilitação dos estudantes para o desenho com precisão (meios digitais) e para o croqui (a mão livre).

<b>DETALHAMENTO DAS UNIDADES DE ESTUDO</b>
<p>Unidade 1 – Introdução às Superfícies Curvas.</p> <p>1.1. Contextualização do estudo da forma geométrica no espaço tridimensional frente ao conceito e classificação de entes geométricos (geometria Euclidiana e não euclidiana). Exercício de reconhecimento das superfícies curvas na configuração de elementos arquitetônicos: identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema através da elaboração de mapa prévio para identificação das superfícies curvas na configuração da forma e nos elementos arquitetônicos.</p> <p>1.2. Revisão dos sistemas de classificação dos entes geométricos e dos elementos que configuram as superfícies curvas frente aos conceitos de eixo, geratriz, diretriz e leis de geração.</p> <p>1.3. Revisão do mapa prévio frente ao sistema de classificação, caracterizando as obras de arquitetura selecionadas a partir destas características geométricas.</p> <p>Unidade 2 – Curvas no espaço tridimensional.</p> <p>2.1. Propriedades fundamentais. Conceitos e procedimentos envolvidos na representação de curvas que se desenvolvem no espaço tridimensional, enfatizando as curvas cônicas e as helicoidais.</p> <p>2.2. Práticas com a representação das curvas espaciais por técnicas tradicionais de representação, no método bi-projetivo, e por técnicas digitais de geração e controle.</p> <p>Unidade 3 – Estudo das formas quádricas.</p> <p>3.1. Reconhecimento dos elementos principais, determinação de pontos da superfície, estudo de seções planas, processo de planificação. Aplicação das superfícies na configuração da forma arquitetônica.</p> <p>3.2. Superfícies de revolução (cônica, cilíndrica, esférica, elipsoide de revolução, parabolóide de revolução, hiperbolóide de revolução, outras formas de revolução com aplicação na arquitetura).</p> <p>3.3. Superfícies de circunvolução: superfície tórica e serpentina.</p> <p>3.4. Superfícies regradas: helicóides; parabolóide hiperbólico; cilindroide e conóide.</p> <p>3.5. Outras superfícies de aplicação na arquitetura.</p> <p>Unidade 4 – Interseção e concordância de superfícies.</p> <p>4.1. Conceitos Fundamentais.</p> <p>4.2. Interseção e concordância de superfícies em obras de arquitetura.</p>

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

KREMER, R. **Exercícios de Geometria Descritiva – Curvas e Superfícies**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária da UFPel, 2008.

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

RODRIGUES, A. **Geometria Descritiva: Projetividade, Curvas e Superfícies**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico Ltda, 1960.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

BARRIOS, C. R. Symmetry, Rules and Recursion. How to design like Santiago Calatrava. In: **23rd eCAADe Conference Proceedings**, Lisbon (Portugal) 21-24 September 2005, pp. 537-543. ISBN 0-9541183-3-2. Disponível em: [http://cumincad.scix.net/data/works/att/2005\\_537.content.pdf](http://cumincad.scix.net/data/works/att/2005_537.content.pdf) Acesso em: agosto de 2008.

CHING, F. D. K. **Forma espaço e Ordem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

CLARK, Roger H, and PAUSE, Michael. **Arquitectura: temas de composición**, México, Gustavo Gili, 1997.

GIRALT-MIRACLE, Daniel; CLOS, Joan; ELORZA, Juan Carlos; MASCARELL, Ferran; ALSINA, Claudi; GÓMEZ-SERRANO, Josep; BUXADÉ, Carles; MARGARIT, Joan; GONZÁLEZ, Josep-Lluís; CASALS, Albert; ARMENGOL, Jordi Bonet i; BARJAU, Santi. **Gaudí. La Búsqueda de la Forma**. Barcelona: Lunwerg, 2002.

FERNANDEZ, José Luis Ruiz. (2010). **Superfícies Regladas y Minimales**. Disponível em: <http://masquemates.blogspot.com.br/2010/06/superfícies-regladas-y-minimales.html>. Acesso em: julho de 2012.

MATEUS, Luís Miguel Cotrim. (2006). **Estudo das Superfícies**. Disponível em: <http://home.fa.utl.pt/~correia/00%20Estudo%20Superfícies-1-LMateus.pdf>. Acesso em: julho 2012.

MATEUS, Luís Miguel Cotrim. (2010-11). **Estudo das Superfícies**. Disponível em: [http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/1011\\_1\\_sem/1011\\_Cenografia\\_teorica\\_12.pdf](http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/1011_1_sem/1011_Cenografia_teorica_12.pdf). Acesso em: maio 2011.

MAYER, Rosirene. **A linguagem de Oscar Niemeyer**. 2003. 162 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, PROPAP). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

RANGEL, A. P. **Curvas**. Rio de Janeiro: Serviço Industrial Gráfico da UFRJ, 1974.

## Anexo H – Plano de ensino da disciplina de Geometria Gráfica e Digital 4

	<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS</b> <b>FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO</b> <b>CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO</b>
---	--

DEPARTAMENTO:		<b>ARQUITETURA E URBANISMO</b>			
DISCIPLINA:		<b>GEOMETRIA GRÁFICA E DIGITAL 4</b>			
CÓDIGO	NATUREZA	C. H. (T. E. P.)	C. H. TOTAL	CRÉDITOS	SEMESTRE
D000519	Obrigatória	2-0-2	68 horas	4 cr.	2º
RESPONSÁVEL: Profª. Adriane Borda da Silva			PRÉ-REQUISITOS: 0120130		
SEQÜÊNCIA:		ÁREA DE DESENHO E MEIOS DE REPRESENTAÇÃO E EXPRESSÃO E INFORMÁTICA APLICADA A ARQUITETURA			

<p><b>EMENTA:</b> Estudo dos sistemas de projeção: paralelo ou cilíndrico; oblíquo e ortogonal; central ou cônico. Sombras por luz pontual e paralela em projeção cilíndrica e cônica. Processos de representação em perspectiva a mão livre, por instrumentos tradicionais de desenho e por métodos gráficos digitais. Controle do sistema de visualização de modelos tridimensionais digitais. Habilitação dos estudantes para o desenho com precisão (meios digitais) e para o croqui (a mão livre).</p>
---

DETALHAMENTO DAS UNIDADES DE ESTUDO
<p>Unidade 1 – Introdução aos Sistemas de Projeção: avaliação do conhecimento prévio dos estudantes sobre sistemas de projeção.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Exercício de reconhecimento dos sistemas de projeção utilizados na representação dos objetos arquitetônicos.</li> <li>1.2. Análise das estruturas de desenho decorrentes do emprego dos diferentes sistemas de projeção a partir do conceito de sólido envolvente. Análise de croquis dos próprios estudantes e análise de croquis de arquitetos.</li> <li>1.3. História do processo de sistematização do conhecimento dos sistemas projetivos no âmbito da arquitetura, observando tipos de estruturas adotados no desenho de arquitetura ao longo tempo.</li> </ol> <p>Unidade 2 – Sistema de Projeção Paralelo Oblíquo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Conceitos e procedimentos envolvidos no sistema paralelo oblíquo.</li> <li>2.2. Representação em perspectiva cavaleira e militar: figuras poliédricas, quádricas e formas livres; objetos de arquitetura de interiores, do espaço arquitetônico e urbano.</li> </ol> <p>Unidade 3 – Sistema de Projeção Paralelo Ortogonal.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Conceitos e procedimentos envolvidos no sistema paralelo ortogonal.</li> <li>3.2. Representação em perspectiva isométrica: figuras poliédricas, quádricas e formas livres; objetos de arquitetura de interiores, do espaço arquitetônico e urbano.</li> </ol> <p>Unidade 4 – Sistema Cônico de Projeção.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Conceitos e procedimentos envolvidos no sistema cônico de projeção.</li> <li>4.2. Método das visuais e dominantes ou método dos arquitetos.</li> <li>4.3. Práticas com o método dos arquitetos a partir do conceito de sólido envolvente para perspectiva com um, dois e três pontos de fuga.</li> <li>4.4. Método dos pontos medidores.</li> <li>4.5. Práticas com o método dos pontos medidores e das diagonais.</li> <li>4.6. Introdução às técnicas de fotogrametria.</li> </ol>

Unidade 5 – Sombras.

- 5.1. Conceitos e procedimentos envolvidos na representação geométrica dos efeitos de luz sobre os objetos. Luz paralela (sistema aparente da luz do Sol) e luz central (ou pontual).
- 5.2. Representação de sombras em perspectiva paralela (cavaleira e isométrica).
- 5.3. Representação de sombras em perspectiva cônica.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

- FORSETH, Kevin. 1982. **Gráficos para arquitectos**. Editorial Gustavo Gili, 1992.
- GILL, Robert. **Desenho de perspectiva**. Editorial Presença, 1974.
- MONTENEGRO, G. **A Perspectiva dos profissionais**. Editora Edgard BlücherLtda, 1983.
- PORTER, T. Goodman S. **Diseño: técnicas gráficas para arquitectos, diseñadores gráficos y artistas**. Editorial Gustavo Gili, 1992.
- PORTER, T. Goodman, S. **Manual de diseño para arquitectos, diseñadores y artistas**. Editorial Gustavo Gili, 1990.
- WHITE, Gwen. **Perspectiva para artistas, arquitectos e desenhadores**. Editorial Presença, 1987.
- YEE, Rendow. **Desenho Arquitetônico: um compêndio visual de tipos e métodos**. Rio de Janeiro: Editora LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2009.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- BLAU, E., et al (ed) 1989. **Architecture and its image**. MIT Press.
- EISSEN, K. 1990. **Presenting architectural design**. Architecture Design and Technology Press.
- KEMP, Martin. **La ciencia del arte. La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat**. Ediciones Akal, 2000.
- POTTMANN, A.; ASPERL, A; HOFER, M.; KILLIAN, A. **Architectural Geometry**. Exton: BentleyInstitute Press, 2007.
- VILLANUEVA, Lluís B. **Perspectiva lineal. Su relación con la fotografía**. EdicionsUPC,1996.

