

Ramon Paes Guimarães

**RACIOCÍNIO CONSTRUTIVO, CRIATIVIDADE  
E ENSINO-APRENDIZADO EM PROJETO DE ARQUITETURA**

Belo Horizonte

2019

**Ramon Paes Guimarães**

**RACIOCÍNIO CONSTRUTIVO, CRIATIVIDADE  
E ENSINO-APRENDIZADO EM PROJETO DE ARQUITETURA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em arquitetura.

Área de concentração: Teoria, produção e experiência do espaço.

Orientadora: Doutora Maria Lúcia Malard.

Belo Horizonte

2019

### FICHA CATALOGRÁFICA

G963r Guimarães, Ramon Paes.  
Raciocínio construtivo, criatividade e ensino-aprendizado em projeto de arquitetura [manuscrito] / Ramon Paes Guimarães. - 2019.  
338 f. f. : il.

Orientadora: Maria Lúcia Malard.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.


1. Arquitetura – Teses. 2. Projeto arquitetônico – Teses. 3. Construção civil – Teses. 4. Criatividade – Teses. 5. Arquitetura – Estudo e ensino – Teses. I. Malard, Maria Lúcia. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 729.0711

Ficha catalográfica: Biblioteca Raffaello Berti, Escola de Arquitetura/UFMG

Tese defendida junto ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo/ NPGAU da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, e aprovada em 30 de julho de 2019 pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Maria Lucia Malard (Orientadora-EA-UFMG) 

Prof. Dr. Carlos Alberto Batista Maciel (EA-UFMG) 

Prof. Dr. Maurício José Laguardia Campomori (EA-UFMG) 

Profa. Dra. Roxane Sidney Resende de Mendonça (IFMG) 

Profa. Dra. Maria Cristina Ramos de Carvalho (CEFET-MG) 



Dedicado à Polyana e aos meus pais.

## Agradecimentos

Agradeço à Polyana, pelo amor, carinho parceria e apoio constantes, tanto na vida pessoal quanto nas ricas conversas sobre educação e o universo da construção que não raramente nos deparamos.

Aos meus pais, Cosmes e Elza, meus primeiros mestres e educadores, com os quais tenho profunda admiração e gratidão, tanto pelo amor e apoio quanto por todo o ambiente e condições que sempre proporcionaram, fundamentais para minhas conquistas.

Aos amigos e a todos que participaram de maneira mais próxima da minha trajetória, com destaque à importância do meu irmão Marcelo na minha formação.

À Professora Maria Lúcia Malard, pelas conversas prazerosas, ricas e que sempre instigam a busca pelo conhecimento e ao pensamento crítico.

Aos Professores Roxane Sidney Resende de Mendonça e Carlos Alberto Batista Maciel pelas contribuições na banca de qualificação, fundamentais para a conclusão deste trabalho. Ao Professor Carlos Alberto, em específico, uma das mais importantes referências como arquiteto e professor que pude conhecer, também agradeço pelas conversas sobre arquitetura e pela oportunidade de acompanhar um processo de ensino-aprendizado sério e de alto nível.

A todos os Professores do NPGAU/UFMG com os quais tive a oportunidade de cursar disciplinas e discutir sobre educação e arquitetura.

Aos Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG Campus Santa Luzia por todo o acolhimento e apoio, além de oferecer as condições para a dedicação exclusiva a esta tese durante um período precioso.

Aos Professores e Técnicos Administrativos do IFMG Campus Santa Luzia, com os quais aprendo a cada dia sobre os bastidores administrativos de uma instituição de ensino pública de alto nível. Um agradecimento especial ao Professor Breno Luiz Thadeu da Silva pelas prazerosas e ricas conversas sobre educação e ensino-aprendizado.

Ao Professor Alexandre Menezes pelas conversas sobre as questões da formação em arquitetura envolvendo o conhecimento sobre construção e os de representação.

À Professora Silke Kapp, tanto pela disciplina que tive a oportunidade de cursar e, principalmente, pelas sugestões dadas para esta pesquisa.

Ao Professor Peter Russell, da Universidade de Delft, e aos Professores David Yeomans e James Campbell da Building History Society no Reino Unido, tanto pela cordialidade para me atenderem e receberem quanto pelas sugestões que influenciaram significativamente certos entendimentos neste trabalho.

Aos colegas arquitetos e engenheiros da Assessoria de Projetos e da Superintendência de Infraestrutura do CEFET-MG, com os quais tive a oportunidade de trabalhar e discutir de maneira integrada todo o processo de projeto e construção. Em especial, Cristina Carvalho, Breno, Edmar, Dayse, Fernando, Ana, Cristina Resende, Willer, Sérgio e Wanderley. Também agradeço aos Professores Flávio dos Santos e Márcio Basílio pelo apoio. Parte significativa da experiência acumulada e das reflexões que inspiraram o presente trabalho surgiram no período em que tive a oportunidade de participar dessa extraordinária equipe.

A todos que participaram e contribuíram com o a aplicação da Técnica de Avaliação Consensual. O tempo que vocês dedicaram ao processo foi fundamental para este trabalho.

Por fim, e não menos importante, a todos os estudantes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da UFMG e dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Design de Interiores do IFMG, com os quais sempre permaneço em constante processo de ensino-aprendizado mútuo. Especialmente aos que participaram das disciplinas abordadas na presente tese.

## Resumo

A partir do entendimento de que os objetos arquitetônicos surgem para solucionar problemas em termos de necessidades, desejos e demandas em relação ao uso, ocupação e percepção do espaço e que forma e construção são dois aspectos indissociáveis nessas soluções, a fragmentação e o distanciamento na abordagem desses dois aspectos na elaboração do projeto, o momento de planejamento das soluções, são tratados aqui como relevantes problemas para o campo, com implicações em termos de coerência, consistência e criatividade de soluções. Também entendendo que as abordagens de projeto perpassam por modos de pensar, a investigação é direcionada às práticas didáticas de ensino-aprendizado, em especial aos exercícios de projeto, os momentos de desenvolvimento da capacidade crítica e das habilidades para a prática de solução de problemas em arquitetura. A presente tese, assim, apresenta uma investigação sobre as relações e a influência do estímulo ao raciocínio construtivo na criatividade de estudantes em seis exercícios de projeto de arquitetura, acompanhando o processo de desenvolvimento verificável dos projetos pelos estudantes. Os projetos desenvolvidos foram postos à avaliação quanto à criatividade conforme o ponto de vista de profissionais do campo por meio da aplicação da Técnica de Avaliação Consensual – CAT junto a arquitetos profissionais. O processo de desenvolvimento, principalmente em termos de tipo de raciocínio construtivo, nível de empenho e tempo foram confrontados com os resultados de criatividade. Além dos produtos desenvolvidos – os projetos –, foram também buscadas evidências no desenvolvimento de manifestações criativas consideradas como diretamente relacionadas ao raciocínio construtivo. Dentre os resultados constatados, destacam-se os significativos indícios de relação entre o aprofundamento das abordagens construtivas e o aumento do nível de criatividade identificável pelo campo, além das manifestações de criatividade derivadas do raciocínio construtivo para ajustes e aperfeiçoamento de formas preestabelecidas.

Palavras-Chave: arquitetura, projeto, construção, criatividade, ensino-aprendizado.

## **Abstract**

*Based on the understanding that architectural objects arise to solve problems in terms of needs, desires and demands in relation to the use, occupation and perception of space and that shape and construction are two inseparable aspects in these solutions, fragmentation and distance in the approach of these two aspects in the development of the project, the moment for planning the solutions, are understood here as relevant problems for the field, with implications in terms of coherence, consistency and creativity of solutions. Also considering that the project approaches are based on the way of thinking, the research is directed to didactic teaching-learning practices, especially to the project exercises, moments of development of the critical capacity and the skills to practice problem solving in architecture. The present thesis thus presents an investigation on the relations and the influence of the stimulus to the constructive reasoning in the creativity of students in six exercises of architecture project, following the whole process of verifiable development of the projects by the students. The projects developed were put to the evaluation of the level of creativity according to the opinion of the field, through the application of the Consensual Assessment Technique - CAT with professional architects. The development process, mainly in terms of the type of constructive reasoning, level of commitment and time were confronted with the results of creativity. In addition to the products developed - the projects -, evidences were also sought in the development of creative manifestations treated as directly related to constructive reasoning. Among the verified results, it is highlighted the significant evidence of a relationship between the deepening of the constructive approaches and the increase of the level of creativity identifiable by the field, besides the manifestations of creativity derived from the constructive reasoning for adjustments and improvement of pre-established shapes.*

*Keywords: architecture, design, construction, creativity, teaching-learning.*

## Lista de Figuras

Figura 1 – Fluxograma da pesquisa .....	35
Figura 2 – Maneiras de modificação e transformação das formas.....	40
Figura 3 – Representação da abordagem múltipla da criatividade.....	51
Figura 4 – Modelo popular em cinco estágios do processo criativo.....	53
Figura 5 – Representação do modelo de propulsão.....	59
Figura 6 – Maquete da Unidade de Habitação de Le Corbusier.....	64
Figura 7 – ‘Turning Torso’ de Santiago Calatrava e croqui com inspiração.....	65
Figura 8 – Planta de projeto arquitetônico para aprovação em prefeitura municipal.....	66
Figura 9 – Maquete de projeto arquitetônico.....	67
Figura 10 – Desenhos de detalhamento de brise.....	68
Figura 11 – Desenhos de detalhamento de banheiro.....	68
Figura 12 – Momentos decisivos representados em projeto de arquitetura.....	69
Figura 13 – Alguns momentos decisivos na construção de alvenarias de blocos de concreto.....	70
Figura 14 – Perspectiva explodida de edificação.....	71
Figura 15 – Exemplo de representação de processo construtivo no Projeto do MARH.....	72
Figura 16 – Ilustração sobre o processo de impressão em letras da Enciclopédia de Diderot e D’Amblert.....	76
Figura 17 – Interior da oficina de Gaudí no canteiro de obras da Catedral de Sagrada Família, com modelos em várias escalas de partes da igreja.....	77
Figura 18 – Kit mola estrutural.....	80
Figura 19 – Concurso “A Ponte”.....	80
Figura 20 – Montagem de casa da Toyota Home.....	86
Figura 21 – Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases.....	88
Figura 22 – Seção de uma viga de pedra usada para sustentar um teto de mármore com caixotões, da Samotrácia, fim do século IV a.C.....	89
Figura 23 – Templo Branco e Zigate em Uruk (Warka), 3200 -3000 a.C.....	90
Figura 24 – Templo de Luxor, construído no século 14 a.C.....	90
Figura 25 – Templo de Afaia, Egina, Grécia, construído por volta de 500 a.C. Corte perspectivado mostrando detalhes construtivos.....	91
Figura 26 – Exemplo de estrutura de madeira para construção de arco de pedra romano.....	93
Figura 27 – Groma.....	94
Figura 28 – Chorobates.....	94
Figura 29 – Ilustração de guindaste romano e réplica moderna.....	95
Figura 30 – Cena do documentário “Ancient Secrets”, com detalhe ao modelo de arco gótico.....	96
Figura 31 – Cena do documentário “Going Medieval”, com detalhe à réplica de guindaste medieval suspendendo caixa de pedras.....	97
Figura 32 – Cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore, em Florença.....	98
Figura 33 – Desenho dos arcos de alvenaria de tijolo em espinhas de peixe de Santa Maria del Fiore.....	99

Figura 34 – Gruas usadas na construção da Catedral de Santa Maria del Fiore.....	100
Figura 35 – Cena do documentário “ <i>Great Cathedral Mystery</i> ”, com detalhe à construção em escala reduzida da cúpula.....	100
Figura 36 – Desenho de um dos arcos da Ponte de Westminster, em Londres, com a representação da estrutura de madeira de suporte utilizada na construção.....	101
Figura 37 – Ponte Matemática em Cambridge, Reino Unido.....	102
Figura 38 – Torre Eiffel em Paris, França.....	103
Figura 39 – Construção da Torre Eiffel.....	104
Figura 40 – Viaduto de Garabit em Cantal, França.....	104
Figura 41 – Igreja da Estação Atlantida (1958), de Eladio Dieste.....	105
Figura 42 – Técnica de construção de paredes curvas utilizada por Eladio Dieste.....	105
Figura 43 – Construção de edifício com pilares e vigas retilíneas em concreto armado.....	107
Figura 44 – Fôrmas para construção da Igreja da Pampulha, em Belo Horizonte, em 1943.....	108
Figura 45 – Abrigo construído com tecidos misturado com concreto.....	108
Figura 46 – Estádio Nacional de Pequim, do escritório Herzog & de Meuron.....	110
Figura 47 – Construção do Estádio Nacional de Pequim.....	110
Figura 48 – Cidade do Vinho em Elciego, de Frank Gehry.....	111
Figura 49 – Construção da Cidade do Vinho em Elciego.....	111
Figura 50 – Serpentine Pavilion 2016 projetado pelo Bjarke Ingels Group (BIG).....	112
Figura 51 – Vigas de madeira encaixadas.....	113
Figura 52 – Bambu utilizado como estrutura e tecido de cobertura em cabana na Etiópia.....	113
Figura 53 – Sharma Springs Residence, projetada pelo grupo IBUKU.....	114
Figura 54 – Conexões metálicas em estruturas de bambu.....	115
Figura 55 – Prateleira inglesa dos anos 1800 confeccionada com técnicas japonesas de trabalho com o bambu.....	116
Figura 56 – Templo na Caverna em Bhâjâ, Índia.....	117
Figura 57 – Casa escavada em Santorini, Grécia, projetada por Kapsimalis Architects.....	118
Figura 58 – Vista externa do Projeto do Estudante 95.....	234
Figura 59 – Imagens do Projeto do Estudante 95, demonstrando etapas da construção do piso e da impermeabilização.....	234
Figura 60 – Versões dos Projetos 42 e 43, respectivamente, apresentados na terceira semana de desenvolvimento.....	235
Figura 61 – Corte transversal da estrutura do edifício do Projeto 17.....	250
Figura 62 – Corte transversal da estrutura do edifício do Projeto 12.....	251
Figura 63 – Estrutura do edifício do Projeto 26.....	252
Figura 64 – Perspectiva das estruturas do projeto do Grupo 07.....	253
Figura 65 – Edifício projetado por Mayumi Watanabe de Souza Lima e Sérgio de Souza Lima para funcionários da Universidade de Brasília – UNB.....	253
Figura 66 – Perspectiva do Projeto 18.....	254
Figura 67 – Detalhe da união de elementos estruturais do Projeto 18.....	255
Figura 68 – Vista geral da estrutura do Projeto 42.....	255

Figura 69 – Detalhe da união de elementos estruturais do Projeto 42. ....	256
Figura 70 – Vista geral do Projeto 10. ....	256
Figura 71 – Vista geral do Projeto 11. ....	257
Figura 72 – Parte do manual de construção do Projeto 11. ....	257
Figura 73 – Vista geral do Projeto 20. ....	258
Figura 74 – Detalhes construtivos do Projeto 20. ....	258
Figura 75 – Vista geral do Projeto 22. ....	260
Figura 76 – Vista geral do Projeto 40. ....	261
Figura 77 – Planta do Projeto 05. ....	262
Figura 78 – Plantas dos pavimentos do Projeto 04. ....	262
Figura 79 – Planta do pavimento-tipo do Projeto 28. ....	262
Figura 80 – Projeto 35. ....	263
Figura 81 – Partes do Projeto 32. ....	264
Figura 82 – Partes do Projeto 33. ....	264
Figura 83 – Modelo virtual e objeto construído final, respectivamente, do Projeto 34. ....	271
Figura 84 – Sequência de desenho de uma planta arquitetônica de uma edificação. ....	278
Figura 85 – Planta do Projeto 37. ....	279
Figura 86 – Planta do Projeto 05. ....	280
Figura 87 – Planta do Projeto 03. ....	280
Figura 88 – Planta e perspectiva explodida do Projeto 06. ....	281
Figura 89 – Vista geral do Projeto 09. ....	282
Figura 90 – Estudo sobre os montantes do sistema <i>light steel framing</i> do Projeto 20. ....	282
Figura 91 – Projeto 43, com destaque às paredes de alvenaria. ....	286
Figura 92 – Corte longitudinal de versão intermediária do Projeto 18. ....	287
Figura 93 – Perspectiva das estruturas e esquadrias da versão final do Projeto 18. ....	287
Figura 94 – Projeto 19, com destaque às esquadrias. ....	288
Figura 95 – Perspectiva da estrutura do Projeto 41. ....	289
Figura 96 – Vista da estrutura do telhado em versão intermediária do Projeto 21. ....	290
Figura 97 – Vista da estrutura do telhado na versão final do Projeto 21. ....	290
Figura 98 – Vista de pavimento do Projeto 21, com destaque à região de encontro de paredes transversais. ....	291



## Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Evolução do ensino superior no Brasil : professores e alunos.....	136
Gráfico 2 – Percentual da Carga Horária Média de Tecnologia em cursos de arquitetura paulistas.....	138
Gráfico 3 – Prazo (em dias) para o desenvolvimento dos projetos. ....	232

## Lista de Quadros

Quadro 1 – Conteúdos mínimos a serem observados na organização dos cursos de arquitetura (1962) .....	135
Quadro 2 – Conteúdos mínimos a serem observados na organização dos cursos de arquitetura (1969) .....	136
Quadro 3 – Conteúdos curriculares do curso de graduação em arquitetura e urbanismo em 1994 e 2006 .....	140
Quadro 4 – Comparação entre as disciplinas da ENBA de 1931 com os currículos mínimos de 1962 e 1969 e as diretrizes curriculares de 1994 e 2006 .....	142
Quadro 5 – Estratégias gerais de ensino. Conceitos de ensino-aprendizagem de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo .....	165
Quadro 6 – Turmas de Projeto analisadas e informações básicas .....	179
Quadro 7 – Grupos temáticos para discussão nas aulas de Projeto e Raciocínio Construtivo II .....	199
Quadro 8 – Modelo de padrão de registro de anotações em sala de aula .....	201
Quadro 9 – Exemplo de planilha de critérios de avaliação de desenvolvimento de projeto .....	247
Quadro 10 – Exemplo de planilha de critérios de avaliação encaminhado a um estudante em disciplina de Desenho Arquitetônico. ....	248

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Classificação da confiabilidade a partir do Coeficiente Alfa de Cronbach.....	173
Tabela 2 – Projetos e estudantes por disciplina.....	180
Tabela 3 – Nível de Desenvolvimento Geral – NDG dos projetos avaliados.....	207
Tabela 4 – Tipo de Raciocínio Construtivo – TRC dos projetos avaliados.....	208
Tabela 5 – Nível de Tempo entre Apresentações – NTA dos projetos avaliados.....	209
Tabela 6 – Respostas dos avaliadores na CAT e cálculo do Alfa de Cronbach.....	213
Tabela 7 – Proporção de projetos segundo o nível de criatividade conforme avaliadores especialistas.....	217
Tabela 8 – Proporção de projetos segundo predominância de TRC. ....	218
Tabela 9 – Proporção de projetos segundo predominância de TRC dentre aqueles considerados de criatividade baixa ou média. ....	219
Tabela 10 – Proporção de apresentações de desenvolvimento de projetos de acordo com o TRC e por etapas da disciplina. ....	222
Tabela 11 – Proporção de projetos segundo predominância de NDG. ....	224
Tabela 12 – Proporção de projetos mais e menos criativos segundo o NDG.....	225
Tabela 13 – Proporção de projetos mais e menos dedicados segundo o TRC. ....	226
Tabela 14 – Proporção de projetos mais e menos criativos segundo o NTA.....	228
Tabela 15 – Proporção de projetos apresentados com abordagem apenas às formas e de processos construtivos segundo o NTA.....	229
Tabela 16 – Proporção de projetos apresentados com abordagem apenas às formas e de processos construtivos segundo o NTA.....	230
Tabela 17 – Resumo das características didáticas das disciplinas.....	245
Tabela 18 – Proporção de projetos de edificações segundo a utilização de tecnologias predominantes .....	249

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS E METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
2.1	Objetivos .....	33
2.2	Abordagem metodológica .....	33
<b>3</b>	<b>ARQUITETURA, CONSTRUÇÃO, CRIATIVIDADE E RACIOCÍNIO CONSTRUTIVO .....</b>	<b>37</b>
3.1	Arquitetura como objetos construídos para soluções de problemas .....	39
3.2	Criatividade .....	50
3.3	Raciocínio construtivo .....	60
3.3.1	Tipos de abordagem construtiva de projeto .....	63
3.3.2	Ênfases do raciocínio construtivo .....	81
3.3.3	Artesanato, manufatura, indústria e raciocínio construtivo .....	84
3.4	Evidências históricas .....	88
<b>4</b>	<b>FORMAÇÃO PROFISSIONAL .....</b>	<b>119</b>
4.1	Antecedentes: breve histórico .....	125
4.2	Desafios didáticos .....	144
4.2.1	Conhecimentos prévios .....	148
4.2.2	Regulamentações e infraestrutura da instituição de ensino .....	152
4.2.3	Abstração e representação .....	154
4.2.4	Práticas didáticas .....	157
<b>5</b>	<b>INVESTIGAÇÃO DE PRÁTICAS DIDÁTICAS .....</b>	<b>169</b>
5.1	Avaliação da criatividade e a CAT .....	171
5.2	Parâmetros e critérios de escolha das disciplinas a serem analisadas .....	174
5.3	Descrição geral das disciplinas .....	177
5.3.1	Projeto Casa Econômica - AU-UFMG/D 2017/1 .....	181
5.3.2	Projeto Edifício de Apartamentos - AU-UFMG/D 2017/1 .....	184
5.3.3	Projeto Edifício Residencial e Comercial - AU-UFMG/V 2017/1 .....	185
5.3.4	Projeto Modelagem de Mobiliário - DI-UFMG/N 2017/1 .....	189
5.3.5	Projeto e Raciocínio Construtivo I - AU-UFMG/N 2017/2 .....	193
5.3.6	Projeto e Raciocínio Construtivo II - AU-UFMG/N 2017/2 .....	197
5.4	Padrões de anotação e registro .....	201
5.5	Compilação e tratamento de dados dos registros de sala de aula .....	202
5.6	Aplicação da Técnica de Avaliação Consensual (CAT) .....	210
<b>6</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO .....</b>	<b>215</b>
6.1	A CAT e os indicadores NDG, TRC e NTA .....	217
6.1.1	Criatividade e raciocínio construtivo .....	217

6.1.2	Dedicação ao projeto .....	223
6.1.3	Prazo para desenvolvimento .....	227
6.2	A CAT como um instrumento de avaliação em disciplinas de projeto .....	235
6.3	Além da CAT e dos indicadores.....	237
6.3.1	Reflexão-na-ação e aprimoramentos de práticas didáticas .....	237
6.3.2	Exercícios e direcionamentos para tecnologias construtivas .....	249
6.3.3	Modelagem virtual e modelagem física .....	265
6.3.4	Abordagens construtivas e o papel do professor .....	271
6.3.5	Da forma à construção e da construção à forma.....	275
6.3.6	Raciocínio construtivo e criatividade no aprimoramento das formas .....	284
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>293</b>
7.1	Conclusões .....	295
7.2	Sugestões para trabalhos futuros .....	300
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>303</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>319</b>

## Lista de abreviaturas e siglas

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
3D	Três Dimensões
4D	Quatro Dimensões
5D	Cinco Dimensões
ABEA	Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modeling</i> (Modelo de Informações da Construção)
DI-IFMG/N	Design de Interiores do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Turno Noturno
AU-IFMG/V	Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Turno Vespertino
AU-UFMG/D	Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, Turno Diurno
AU-UFMG/N	Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, Turno Noturno
BBC	<i>British Broadcasting Corporation</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
CAT	<i>Consensual Assessment Technique</i> (Técnica de Avaliação Consensual)
CAU/BR	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil
CCA	Córtex Cingulado Anterior
CNC	<i>Computer Numeric Control</i> (Comando Numérico Computadorizado)
CNE	Conselho Nacional de Educação

CIRIA	<i>Construction Industry Research and Information Association</i> (Associação de Pesquisa e Informação da Indústria da Construção)
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (até 31/12/2010) ou Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (a partir de 31/12/2010)
CREA	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (até 31/12/2010) ou Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (a partir de 31/12/2010)
CUB/m <sup>2</sup>	Custo Unitário Básico por metro quadrado
EAUFMG	Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais
ENBA	Escola Nacional de Belas Artes
EPS	<i>Expanded Polystyrene</i> (Poliestireno Expandido)
Fab lab	<i>Fabrication laboratory</i> (Laboratório de Fabricação)
FAU/USP	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
FIHP	<i>Federación Iberoamericana de Hormigón Premezclado</i> (Federação Ibero-americana de Concreto Usinado)
FNA	Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas
FNA/RJ	Faculdade Nacional de Arquitetura do Rio de Janeiro
IFMG	Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
NBR	Norma Brasileira
NDG	Nível de Desenvolvimento Geral
NTA	Nível de Tempo entre Apresentações
PBL	<i>Project/Problem Based Learning</i> (Ensino Baseado em Projetos/Problemas)

PDF	<i>Portable Document Format</i> (Formato de Documento Portátil)
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
QI	Coefficiente de Inteligência
QR	<i>Quick Response Code</i> (Código de Reposta Rápida)
TRC	Tipo de Raciocínio Construtivo
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
ZC	Zona Central de Belo Horizonte



# **1 INTRODUÇÃO**



A criação de qualquer objeto é sempre um arranjo de elementos pré-existentes de maneira que a disposição resultante seja outra coisa, um novo elemento. O processo que ocorre para a constituição do novo elemento e o respectivo tempo são sempre necessários. Isso é válido tanto para objetos simples quanto para os complexos. Em arquitetura isso não é diferente. O modo de criar um objeto considerando seus aspectos construtivos é aqui tratado como raciocínio construtivo, sendo que a falta – ou a superficialidade – desse tipo de pensamento é considerada um problema relevante. Tudo que será argumentado nesta tese parte disso.

Desde já, é preciso esclarecer que este trabalho compreende arquitetura como qualquer construção feita para abrigar as diversas atividades humanas, independente de julgamentos sobre valores estéticos, artísticos, culturais e intelectuais. Estes são atributos, isto é, valores relativos, que mudam no tempo e no espaço. Isso se alinha com a abordagem de Frampton (2001, p. 2), que afirma que o objeto construído é, “[...] antes de mais nada, uma construção e somente mais tarde um discurso abstrato baseado na superfície, volume e plano [...]”. Assim, construções primitivas e modernas, independentemente se foram projetadas e/ou construídas por pessoas comuns ou arquitetos – ou outras nomenclaturas profissionais equivalentes – são todos exemplos de objetos arquitetônicos<sup>1</sup>.

Esses objetos não surgem espontaneamente. Eles são arranjos complexos de materiais e componentes com formas, propriedades físicas e localização configurados para solucionar problemas relativos a uso, ocupação e percepção do espaço e outros valores derivados desses, como o de troca.

A história das construções, quando abordada levando-se em consideração aspectos tecnológicos e sociais dos diferentes momentos e locais, revela que as formas arquitetônicas não são criações totalmente livres, mas sim resultado da combinação do conhecimento acumulado com o incremento de novas ideias, contudo sempre dentro do universo do que é possível de ser realizado<sup>2</sup>. Nesse sentido, retirando-se todas as restrições financeiras e culturais, em toda a história somente foram – e são

---

<sup>1</sup> O uso da expressão ‘objeto arquitetônico’ é feito aqui para reforçar o caráter material da arquitetura e sua relação com a percepção e interação com as pessoas. ‘Objeto’, do latim, significa ‘posto adiante’ (HOUAISS, 2009), o que, do ponto de vista filosófico, pressupõe uma relação com alguém (DE VRIES, 1969). Contudo, se concentra na noção de materialidade, e não na de objetos imateriais (programas de computador, redes de comunicação etc.), como tratado por Flusser (2007).

<sup>2</sup> Por exemplo, as abordagens de Frampton (2001), Ferro (2006), Addis (2009), dentre outros, demonstram a importância dos avanços técnicos e tecnológicos ao longo da história da arquitetura e das construções.

– criadas as formas possíveis de acordo com as capacidades e limitações dos materiais conhecidos e das técnicas e tecnologias necessárias para moldá-los e dispô-los da maneira desejada. Não há como ser diferente.

Para que os objetos arquitetônicos existam, é necessário que haja motivação, algo que desperte a intenção de construí-los. Considera-se aqui que isso surge de necessidades (carências, faltas, aquilo que é imprescindível), desejos (aspirações, vontades, expectativas associadas ao querer) ou demandas (necessidades ou desejos procurados por grupos maiores, algo associado à noção de mercado), tratados resumidamente como problemas. Dessa maneira, a criação de objetos arquitetônicos é resultado da busca de solução de uma determinada categoria de problemas (principalmente os relativos a uso, ocupação e percepção do espaço), o que pressupõe abordagens semelhantes e análogas ao pensamento científico, como abordado por Malard (2000) e Lawson (2011).

Quanto mais simples e menor a quantidade de problemas a serem resolvidos, maior a probabilidade de mais pessoas serem capazes de construir algo que resolva a questão. Com o avanço tecnológico, o conjunto de necessidades básicas e essenciais que objetos arquitetônicos são capazes de atender tende a aumentar, de maneira que na contemporaneidade os problemas envolvidos na motivação e na construção de uma residência podem ser significativamente complexos. Nesse sentido, esse trabalho se direciona principalmente para arquitetos, profissionais formados para resolver esse tipo de problema, embora também seja válido, direta ou indiretamente, para outras áreas que tratam com a construção de objetos.

A caracterização dos problemas ligados à arquitetura envolvem avaliações objetivas (localização, resistência, estabilidade, custos, consumo de energia etc.) e subjetivas (gostos, preferências, cultura, sentimentos, pontos de vista, hierarquia de valores, etc., tanto individuais quanto de grupos maiores), além de questões de caráter legal e normativo (de certo modo, objetividades variáveis no tempo e no contexto social). Para cada objeto arquitetônico, a localização e as avaliações subjetivas sempre serão diferentes. O primeiro pelo princípio físico de que dois objetos não podem ocupar um mesmo local no espaço ao mesmo tempo e o segundo pelo fato de que os indivíduos não pensam de maneira totalmente igual. Os elementos aos quais são feitas as avaliações objetivas e de ordem legal e normativa, por sua vez, também podem variar

conforme cada contexto (disponibilidade financeira, de materiais, de energia etc.). Desse modo, exceto nos casos em que determinados problemas sejam ignorados, reavaliados ou no caso de adaptação das pessoas (nesse caso, fazendo com que o problema deixe de existir em parte ou no todo, o que também se enquadra no rol de pontos de vista subjetivos), o conjunto resultante de problemas sempre será específico e, por consequência, tende a exigir objetos arquitetônicos diferentes em algum aspecto, seja acerca do objeto finalizado (produto), seja sobre seu modo de construir (processo). E, para ser diferente, é necessário que haja criatividade.

A criatividade é compreendida aqui como pré-requisito fundamental para a resolução desse tipo de problema na medida em que é o recurso mental que orienta ideias e raciocínios para dispor materiais e componentes construtivos de maneira a configurar um novo objeto arquitetônico capaz de solucionar, de maneira adequada e coerente, os problemas que motivaram seu surgimento. Embora o tema criatividade seja complexo, estudado em diversos campos e ainda com muitos aspectos não esclarecidos, é abordado de duas maneiras gerais: do ponto de vista do indivíduo, aquele que tem a ideia; e da coletividade, aqueles que recebem e julgam a ideia<sup>3</sup>. Os estudos sobre o indivíduo, em síntese, buscam identificar e caracterizar a criatividade como fenômeno biológico, químico e físico no cérebro e suas correspondências comportamentais, enquanto que do ponto de vista da coletividade o mais importante é compreender como um grupo de pessoas recebe, identifica e julga novas ideias, o que depende de contextos e valores culturais, mutáveis no tempo e no espaço. Para a verificação da criatividade do ponto de vista do indivíduo, psicólogos utilizam testes, como os de pensamento divergente (LUBART, 2007). Já para o entendimento de criatividade para a coletividade, Amabile (1982), por exemplo, publicou sobre o método *CAT – Consensual Assignment Technique* (Técnica de Avaliação Consensual) que, em resumo, reúne julgamentos de especialistas sobre o tema em questão (arte, arquitetura, música etc.). Segundo Baer e Mckool (2009), por ser baseada essencialmente no entendimento coletivo de especialistas, a CAT não depende de outras teorias, como a do pensamento divergente, considerada como uma inferência indireta da criatividade. Conforme Kaufman e Sternberg (2010), a CAT é uma das principais e mais poderosas ferramentas de avaliação da criatividade e vem sendo

---

<sup>3</sup> Conforme Boden (1990, *apud* Lawson, 2011, p. 142), esses dois tipos de criatividade são tratados como criatividade P (inédito para o indivíduo) e H (inédito na história do mundo). Este último, como tratado por Lubart (2007), pode não ser necessariamente inédito no mundo como um todo, mas para o grupo que recebe a ideia ou objeto criativo.

utilizada em vários estudos desde os anos 1980. As duas abordagens (do indivíduo e da coletividade) demonstram ser importantes para a compreensão do tema e são comentadas nesta tese. Contudo, as análises da pesquisa tendem a se concentrar no da coletividade<sup>4</sup>.

Diante dos avanços tecnológicos, do modo de produção capitalista e das preocupações ambientais e sociais vigentes, os objetos arquitetônicos se tornaram complexos o suficiente para exigirem projetos e planejamentos igualmente complexos. Mais do que um documento ou uma coleção de desenhos, o projeto é aqui tratado como o registro de um conjunto organizado de ideias que visa esclarecer sobre como o objeto pretendido será (produto) e orientar a sua construção (processo). Embora os meios de representação gráfica tendam ter papel de destaque, é preciso salientar que o projeto não se resume exclusivamente a eles.

Pensar em uma forma para o mundo real pressupõe a necessidade de pensar em como construí-la, assim como pensar em construção pressupõe a intenção de configurar uma forma resultante, algo derivado, mesmo que esse resultado não seja rigorosamente planejado (por exemplo, no caso de modificações, ampliações e adaptações realizadas ao longo do tempo e que não foram imaginadas na configuração inicial). Forma e construção são, pois, dois aspectos intimamente ligados e interdependentes e, por isso, sempre são considerados de alguma maneira e em algum momento antes do objeto se materializar de fato. Por isso, o presente trabalho parte do pressuposto de que no processo de projeção de um objeto arquitetônico, o raciocínio interativo e sistêmico sobre forma e construção, ao invés de sequencial e separado, além de ser favorável ao surgimento de ideias criativas, oferece condições para análises mais integrais acerca dos problemas envolvidos e das implicações decorrentes das decisões de projeto. Tal abordagem é chamada aqui de raciocínio construtivo, sendo que esse pressuposto é um dos aspectos centrais de investigação desta tese.

Estudos como os de Lawson (2011) e Andrade *et al.* (2011) demonstram que existem diversas maneiras ou métodos de projetar que, por sua vez, são fontes de inspiração para novos métodos. Isso sugere que existe uma tendência para o surgimento

---

<sup>4</sup> O tema criatividade é tratado aqui principalmente conforme os estudos e abordagens de Lawson (2011), Lubart (2007), Gabora (2010), Kaufman e Sternberg (2010) e Mallgrave (2010), e serão melhor tratados no item 3.2 desta tese.

contínuo de variações e adaptações ao longo do tempo, de maneira que não há como definir métodos de projetar válidos para toda e qualquer situação. Na contemporaneidade, cada método é, de certo modo, a aplicação mútua, mas com diferentes intensidades, das quatro abordagens caracterizadas por Broadbent (1976), a pragmática, a icônica, a analógica e a canônica. A primeira, a pragmática, demonstra ser a mais antiga pois baseia-se na utilização dos materiais disponíveis, buscando dar-lhes usos. A segunda, a icônica, é baseada na repetição de acertos, daquilo que reconhecidamente funciona para solucionar problemas do mesmo tipo. A terceira, a analógica, busca variações nas soluções conhecidas, aplicando-se princípios conhecidos de outras maneiras, seja no uso dos materiais disponíveis ou no de variações formais. A canônica, por fim, é o estabelecimento de regras e princípios estabelecidos como fundamentais, como sobre geometria e proporções. Embora cada pessoa possa desenvolver sua própria maneira ou método de projetar, existe sempre um ponto de partida, uma referência inicial. Uma vez que o ensino de arquitetura se tornou institucionalizado em vários países principalmente a partir do século XIX<sup>5</sup>, as práticas didáticas, incluindo os métodos e ênfases para pensar e resolver os problemas, acabam exercendo significativa influência sobre os modos de pensar e agir dos futuros arquitetos<sup>6</sup>.

Se o conhecimento e o entendimento sobre construção demonstram ser importantes devido a questões fundamentais da própria profissão (no sentido de que projetar uma coisa sobre a qual não se tem clareza sobre como ela é produzida, e vice-versa, pode ser um limitador da potencial capacidade de solucionar os problemas), essa questão se revela como uma preocupação crescente de uma parcela dos arquitetos atualmente<sup>7</sup>. Ao mesmo tempo, normas como NBR 6492/1994 (ABNT, 1994) e 13.531

---

<sup>5</sup> Informações do *Architects' Council of Europe* (ACE, 2014) e da enciclopédia virtual colaborativa Wikipedia sobre requerimentos necessários para o exercício profissional da arquitetura (WIKIPEDIA, 2019) sugerem que a formação e a prática de arquitetura não são institucionalizadas e regulamentadas em todos os países. Contudo, não foram identificados os locais onde seja permitido oficialmente a prática da arquitetura sem os devidos diplomas e regulamentações. Isso não impede, contudo, a prática informal, isto é, a exercida por aqueles não autorizados oficialmente. No Brasil, por exemplo, segundo pesquisa do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil – CAU/BR (CAU/BR, 2015), cerca de 85% das construções são realizadas sem a supervisão de arquitetos, engenheiros ou técnicos regulamentados.

<sup>6</sup> Stevens (2003) apresenta diversos aspectos das escolas e faculdades de arquitetura sobre o *habitus* dos estudantes, isto é, sobre seus pontos de vista, suas maneiras de pensar e agir. O termo *habitus* é utilizado aqui conforme a abordagem de Bourdieu, de sistema das disposições socialmente constituídas que, enquanto estruturas estruturantes, constituem o princípio gerador e unificador do conjunto das práticas e das ideologias características de um grupo de agentes (BOURDIEU, 2005).

<sup>7</sup> Para a presente pesquisa, as evidências sobre isso se restringiram principalmente a pesquisas e publicações sobre o Brasil. Por exemplo, Ferro (2006), ainda nos anos 1960, apontava que eram raros os desenhos dos arquitetos que realmente eram da produção, do fazer. Zanettini (1980) destaca que, nos anos 1970, os cursos de arquitetura em São Paulo tinham pouco contato com o universo da construção, situação incômoda inclusive para os estudantes. Dados do CAU/BR comentados em publicação na revista Projeto Design (MELENDEZ, 2013) apontam que em 2012 apenas 11% dos arquitetos afirmaram realizar projetos executivos. Masiero (2013) argumenta que as atividades durante os cursos de arquitetura raramente atingem níveis adequados com as práticas das obras, sendo demasiadamente conceituais. Somado a isso, existe um entendimento difundido, tanto na

(ABNT, 1995), ao sugerirem a divisão de etapas do projeto, podem conduzir à ideia de que forma e processo construtivo são duas etapas distintas e em sequência, dando a entender que processos construtivos devam ser tratados após a concepção formal. Questões como sustentabilidade (ambiental, social e financeira), racionalidade, flexibilidade, ética na produção do espaço construído, dentre outras, tendem a ser abordadas insuficientemente caso forma e construção estejam separadas, uma vez que grande parte das respostas para essas questões, que se configuram como importantes problemas contemporâneos, se encontram nos processos construtivos.

Nesse contexto, existe uma percepção de que os arquitetos estão em um processo contínuo de afastamento do universo da construção, processo esse cujas origens remontam à Renascença na Europa, passa pelo período de industrialização e valorização da engenharia – e, de certo modo, de subestimação ou diminuição do alcance da arquitetura – nos séculos XIX e início do XX e que atualmente é algo reconhecido como um importante problema na profissão, com reflexos diretos na qualidade das edificações e das cidades de um modo geral. Tal afastamento se manifesta não apenas na ausência física dos arquitetos em relação ao canteiro de obras, mas também no próprio conteúdo de suas ideias e projetos.

É importante destacar que a questão aqui posta não sugere que arquitetos devam ser os únicos responsáveis por todas as disciplinas envolvidas no objeto arquitetônico (estruturas, instalações, gestão de obras etc.), mas sim que todas as questões técnicas e tecnológicas estão intimamente conectadas com a concepção do objeto construído e de seus respectivos espaços, de modo que compreendê-las satisfatoriamente – mesmo que não seja de maneira aprofundada – demonstra ser favorável para o objeto como um todo e para sua capacidade para solucionar os problemas que motivaram seu surgimento e outras implicações decorrentes. Maciel (2015), por exemplo, destaca a importância dos elementos estruturais e infraestruturais na qualidade dos espaços arquitetônicos, além de exercerem papel fundamental na capacidade de flexibilização de uso dos espaços, algo diretamente relacionado com aspectos ambientais e econômicos, dentre outras implicações. É importante, contudo, não generalizar, uma vez que existe também um número expressivo de arquitetos atuando de maneira próxima à construção. Por exemplo,

---

sociedade quanto no próprio campo da arquitetura e da engenharia, de que a construção é uma etapa posterior ao projeto e de responsabilidade do engenheiro, como tratado por Nakamura (2014).



dados do CAU/BR dos últimos anos apontam crescimento, ainda que sutil, de registros de responsabilidade por execução de obras, que em 2017 chegaram a cerca de um terço do total de registros<sup>8</sup>. Existem também os casos de equipes de trabalho, incluindo arquitetos, engenheiros e outros técnicos e colaboradores que atuam de maneira organizada, realizando compatibilizações de projetos e aplicando princípios do que é conhecido como Engenharia Simultânea<sup>9</sup>.

A preocupação com a falta – ou necessidade de incremento – de abordagens construtivas na arquitetura, embora já seja discutida desde o século XIX em decorrência da Revolução Industrial, ganha certo incremento no século XX<sup>10</sup>. Por exemplo, a arquitetura moderna possui características que possuem implicações diretas sobre o modo de construir, embora com abordagens atreladas à lógica da produção industrial (por exemplo, a supressão dos ornamentos e analogias como da casa como a “máquina de morar”). Na segunda metade do século XX, a discussão sobre construção e arquitetura é abordada de diferentes maneiras. Nos anos 1960, Ferro (2006) já chamava a atenção para distanciamento dos arquitetos em relação ao canteiro de obras no Brasil, identificando sérias consequências não apenas no canteiro e no ambiente de construção, mas na sociedade como um todo. Piñon (2006) afirma que “é necessário recuperar o projeto como processo construtivo e [...] recuperar a competência construtiva como atributo fundamental da atividade do arquiteto”. Segundo essa abordagem, o processo construtivo deve ser um instrumento fundamental para conceber, não como uma mera técnica para materializar formas determinadas arbitrariamente, de tal modo que sua importância para a arquitetura pode ser medida, segundo Piñon (2006), pela afirmação de que “não há concepção sem consciência construtiva”. Outras abordagens, como o Brutalismo, Teoria dos Suportes, Desconstrutivismo, dentre outras, também consideram de algum modo as influências de questões construtivas. O Brutalismo, como tratado por Sanvitto (1994), por partir do princípio da exposição completa de elementos estruturais de concreto armado (ou seja, sem qualquer elemento ou ornamento que o oculte), com enfoque na demonstração da técnica construtiva, exigia significativo conhecimento construtivo.

---

<sup>8</sup> Conforme censos e anuários elaborados pelo CAU/BR (CAU/BR, 2012; 2017a; b; 2018).

<sup>9</sup> Conforme Peralta (2002), o princípio da Engenharia Simultânea surgiu nas indústrias automobilística e eletroeletrônica norte-americanas, sendo um modo sistemático que integra diferentes recursos e especialidades internos e externos de uma organização, no sentido de reduzir o tempo de desenvolvimento, o custo e aumentar a qualidade do produto.

<sup>10</sup> Ficher (2005) apresenta diversos documentos sobre discussões sobre o assunto no contexto de São Paulo desde o século XIX.

O Desconstrutivismo, como tratado por Brito (2018), se baseia principalmente no uso de formas complexas, não convencionais e imprevisíveis e, por isso, exige elevado conhecimento construtivo para propor formas incomuns. A Teoria dos Suportes de N. John Habraken (HABRAKEN, 1979), conforme tratado por Maciel (2011), tem como fundamento a diferenciação de, por um lado, elementos estruturais e infraestruturais definidos no projeto e, por outro, elementos leves a serem providenciados pelos usuários finais. Para conceber algo dessa maneira, também é necessário um significativo conhecimento construtivo. Por volta dos anos 1960, o assunto também passa a ser discutido, tanto por engenheiros quanto por arquitetos, por meio de conceitos como *buildability* e *constructability*, embora com ênfases principalmente em eficiência e produtividade<sup>11</sup>.

Os fatores que influenciam os modos de pensar e de agir são diversos. No caso da separação de arquitetos com o universo da construção, pode-se citar, por exemplo, as implicações de fatos e acontecimentos no mundo, como Revolução Industrial, pensamento iluminista, guerras mundiais etc. Paralelamente existem as ênfases e abordagens no processo de ensino-aprendizado. Ficher (2005) destaca que os cursos de arquitetura nasceram no Brasil como especializações do curso de Belas Artes ou do de Engenharia Civil. Até o final do século XIX, existiam poucos arquitetos, enquanto os engenheiros já existiam em número significativamente maior, o que sugere que a engenharia era uma profissão, de certo modo, vista como mais necessária, cujos conhecimentos e capacidades poderiam resolver mais problemas e, ao mesmo tempo – talvez como consequência desse contexto –, uma profissão mais almejada, já que ofereceria também maiores possibilidades de trabalho e dinheiro<sup>12</sup>.

Analisando-se os conteúdos e matrizes curriculares dos cursos de arquitetura no Brasil, de uma maneira geral, nota-se que construção e assuntos correlatos sempre foram estudados<sup>13</sup>. Se em outros momentos os contextos socioeconômicos e

---

<sup>11</sup> Por exemplo, o Relatório de Harold Emmerson (EMMERSON, 1962), as pesquisas da *Construction Industry Research and Information Association – CIRIA* (Associação de Pesquisa e Informação da Indústria da Construção) (CIRIA, 1983 *apud* HILEY e YAGCI, 2001) e, mais recentemente, os trabalhos de Chalita (2010) e Amancio (2010) no Brasil, Mbamali *et al.* (2005) na Nigéria, Lam *et al.* (2006) em Hong Kong, Ying e Pheng (2007) na China e em Singapura, Lewis (2001) no Reino Unido, Hyde (1995) e Bayl-Smith (2015) na Austrália, dentre outros.

<sup>12</sup> O contexto social e do campo profissional da arquitetura não será discutido nesta tese. Contudo, trabalhos como os de Ficher (2005), Ferro (2006) e Santos (2008) podem auxiliar no entendimento do tema.

<sup>13</sup> Sobre os currículos dos cursos de arquitetura no Brasil, ver Brasil (2010c) e, mais especificamente, as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, como a de 2006 (BRASIL, 2006) e de 2010 (BRASIL, 2010b). Já Ficher (2005) analisa de maneira mais aprofundada a história da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, FAU/USP, derivada da especialização em arquitetura existente no curso de Engenharia da Escola Politécnica de São Paulo que, juntamente

entendimentos sobre a profissão, perpassados em grande parte durante a formação, induziram o afastamento do universo da construção, existe atualmente também uma linha de pensamento (incluindo a desta tese) que defende que isso merece ser revertido, com o pressuposto de ser favorável para a formação de profissionais melhor capacitados para solucionar os problemas contemporâneos. Por isso, assim como é importante existirem conteúdos sobre construção, a maneira que eles são estudados – o que inclui os processos didáticos – pode ter papel decisivo na formação. Nesse contexto, os exercícios de Projeto Arquitetônico, a espinha dorsal dos cursos de arquitetura e urbanismo, são centrais na análise e discussão desse assunto.

A pergunta que se faz, então, não é “o que?” ou “quanto?” se estuda sobre construção na formação em arquitetura, mas sim “como?” se estuda. Para tanto, observa-se que as informações contidas em documentos, como matrizes curriculares, Projetos Pedagógicos de Curso – PPC, ementas e planos de ensino (o chamado currículo formal) fornecem apenas respostas superficiais sobre isso. Por isso, é necessário buscar compreender aspectos didático e pedagógicos, posturas, condutas e ênfases, tanto do currículo formal e, principalmente no currículo oculto<sup>14</sup>. Assim, a maneira que um estudante exercita a prática de resolução de problemas nas disciplinas de projeto arquitetônico podem conduzir a diferentes modos de abordar os problemas, o que inclui o raciocínio construtivo<sup>15</sup>.

Como tratado por Malard e Monteiro (2016), as ênfases e tipos de exercício tendem a induzir diferentes resultados criativos, o que pressupõe diferentes maneiras de pensar, abordar e resolver os problemas. Paralelamente, aspectos como avaliação escolar, motivação, tempo, matriz curricular, dentre outros, podem ser determinantes nos exercícios, visto que se relacionam com a logística do processo, os fatores que podem viabilizar ou não ideias e princípios pedagógicos<sup>16</sup>.

---

com a Academia Imperial de Belas Artes no Rio de Janeiro, era uma das primeiras formações em arquitetura no Brasil no século XIX.

<sup>14</sup> A noção de currículo formal e currículo real (ou oculto) é apresentada por Perrenoud (2002, p. 74), sendo eles partes da cadeia de transposição didática, uma vez que é indispensável que os saberes, para serem transmitidos, tenham operações de corte, simplificação, estilo e codificação. Como apresentado por Arcipreste (2012), o currículo real se relaciona a transposições didáticas, leituras e interpretações que os professores realizam com base nos documentos oficiais e conteúdos propostos e o currículo oculto trata de atitudes e valores subliminares nas relações sociais, como rituais, práticas, relações hierárquicas, procedimentos, regras, modos de organização do tempo e do espaço na escola e mensagens implícitas nas falas.

<sup>15</sup> Neste trabalho é utilizado o termo ‘estudante’, e não ‘aluno(a)’. Estudante é aquele que estuda, que adquire habilidades e conhecimentos e que busca compreendê-los por meio da reflexão. Já aluno é aquele que é educado por alguém, algo ligado à relação mestre-aprendiz (HOUAISS, 2009).

<sup>16</sup> Por exemplo, análises e reflexões de Guimarães (2018; 2019), os estudos de Luckesi (2014), a tese de Arcipreste (2012), além de princípios como o do PBL – *Project/Problem Based Learning* (Ensino Baseado em Projetos/Problemas) e da formação

Assim, a presente tese busca contribuir para o conhecimento em três instâncias: a criatividade, o raciocínio construtivo e o ensino-aprendizado em arquitetura. Os estudos sobre a criatividade, conforme Lubart (2007), aumentaram principalmente a partir da década de 1980, sendo que os que correlacionam diretamente com a arquitetura são mais recentes<sup>17</sup>. Os estudos sobre raciocínio construtivo, como comentado anteriormente, são mais encontrados por meio de conceitos como *buildability* e *constructability*, mas principalmente ligados à noção de produtividade. Já sobre ensino-aprendizado em arquitetura, existem diversos estudos<sup>18</sup>, porém, dentre aqueles analisados, foram encontrados poucos que abordam acerca do conhecimento sobre construção na formação dos arquitetos<sup>19</sup>. Nesse contexto, a presente tese é uma busca para incrementar o conhecimento desses três temas, estudados principalmente nos últimos anos, mas raramente abordados conjuntamente.

---

baseada na autonomia, como tratado por Freire (1996). De um modo geral, eles convergem ao entendimento das metodologias ativas de ensino-aprendizado, como tratado por Araujo (2015).

<sup>17</sup> Pioneiros, como Lawson (2011), iniciaram seus estudos nos anos 1970 e 1980. Já as demais publicações sobre o tema são relativamente recentes. Por exemplo, Kiatake (2004), Bianchi (2008), Fuão (2008), Zarzar e Guney (2008), Mallgrave (2010) e Malard e Monteiro (2016).

<sup>18</sup> Por exemplo, as publicações da ABEA – Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (disponível em [www.abea.org.br](http://www.abea.org.br), acesso em 14 jan. 2019), ANPARQ – Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (disponível em <https://www.anparq.org.br>, acesso em 14 jan. 2019), dentre outras.

<sup>19</sup> Talvez o estudo mais notável seja a tese de Leite (2006) sobre o ensino de tecnologia em cursos de arquitetura. Outros exemplos, como o estudo de Neves (2014) sobre experiências em canteiro de obras, consistem mais em relato de experiência e sem maiores evidências das implicações derivadas disso na formação dos estudantes.

## **2 OBJETIVOS E METODOLOGIA**



## **2.1 Objetivos**

O objetivo principal desta tese é identificar as relações e a influência do estímulo ao raciocínio construtivo na criatividade de estudantes em exercícios de projetos de arquitetura. De maneira específica, tem-se como objetivos também:

- Verificar a aplicabilidade e a utilidade da Técnica de Avaliação Consensual – CAT para avaliação do nível de criatividade de projetos desenvolvidos por estudantes de arquitetura e urbanismo;
- Encontrar correlações entre as manifestações criativas e o grau de desenvolvimento dos exercícios projetos, principalmente em termos de raciocínio construtivo;
- Encontrar indícios ou evidências sobre a influência de recursos didáticos que favorecem a criatividade por meio do estímulo ao raciocínio construtivo.

## **2.2 Abordagem metodológica**

Diante dos objetivos mencionados, a abordagem metodológica é conduzida de maneira a responder as seguintes perguntas:

1. Existe alguma relação entre o nível de abordagem construtiva e a criatividade do resultado alcançado nos exercícios de projeto de arquitetura e urbanismo?
2. Os recursos e práticas didáticas que buscam favorecer o entendimento construtivo no projeto demonstram favorecer a criatividade?

Dessa maneira, os seguintes passos foram elaborados:

1. Preparação da pesquisa: Identificar e selecionar disciplinas de Projeto Arquitetônico cujas ementas e abordagens demonstrem estimular o raciocínio construtivo.
2. Coleta de dados: Acompanhar todas as aulas e realizar o máximo de registros pertinentes (anotações, desenhos e fotos) sobre práticas didáticas durante o desenvolvimento dos projetos.

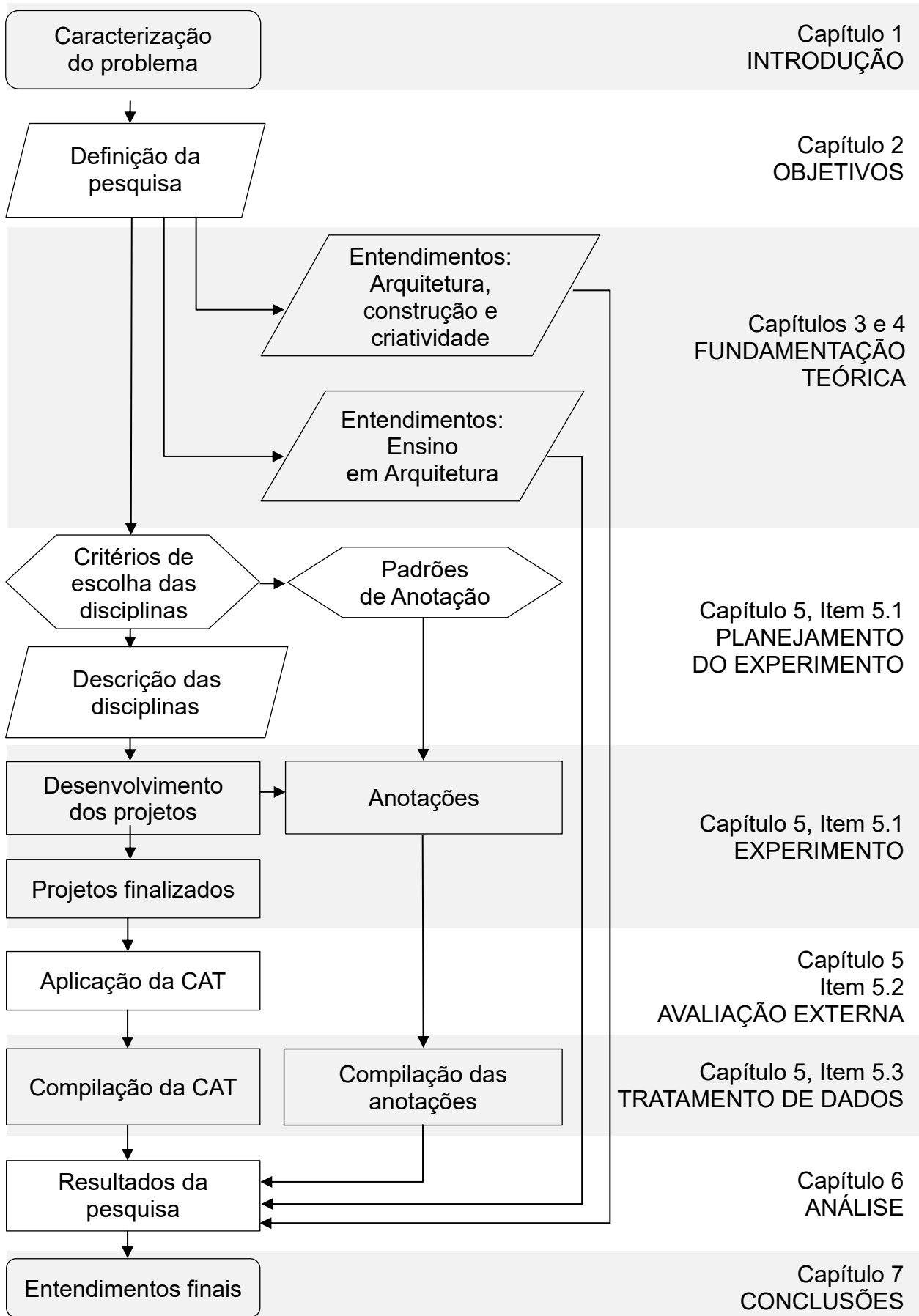
3. Coleta de dados: Aplicar a *CAT – Consensual Assessment Technique* (Técnica de Avaliação Consensual) com arquitetos a partir das versões finais dos projetos desenvolvidos pelos estudantes.
4. Tratamento dos dados: Compilar as informações das anotações em dados resumidos, sintéticos e organizados e aplicar os cálculos de verificação de consistência das informações da CAT.
5. Análise de dados: Confrontar os dados da CAT com os dados e informações do desenvolvimento dos projetos e investigar qualitativamente as práticas didáticas em termos de raciocínio construtivo e criatividade.
6. Elaborar as conclusões cabíveis.

O cerne da pesquisa se caracteriza pela análise do processo de ensino-aprendizado, buscando identificar principalmente as implicações e correlações do estímulo ao raciocínio construtivo com manifestações criativas produzidas. Ou seja, é buscado compreender melhor os produtos a partir da leitura dos processos dentro de um recorte analítico definido (criatividade e raciocínio construtivo).

De uma maneira resumida, a pesquisa está organizada conforme demonstrado na Figura 1. A partir da caracterização do problema exposto na introdução (Capítulo 1) e da definição da pesquisa por meio dos objetivos (Capítulo 2), a pesquisa teve prosseguimento com duas frentes paralelas: uma, de fundamentação teórica (Capítulos 3 e 4), e outra de realização de experimentos didáticos (descritos no Capítulo 5). A partir das informações do experimento e da fundamentação teórica, são apresentadas análises e discussões (Capítulo 6) e, por fim, as conclusões (Capítulo 7).



Figura 1 – Fluxograma da pesquisa



A seguir, no Capítulo 3, são apresentados argumentos sobre arquitetura, construção, criatividade e raciocínio construtivo. Partindo do pressuposto da relação direta existente na concepção de forma e construção de objetos arquitetônicos, busca-se evidenciar o vínculo disso com a criatividade, esclarecida segundo abordagens contemporâneas.

Partindo-se do pressuposto de que o ambiente de ensino-aprendizado possui significativo potencial na influência sobre o modo de pensar e abordar os problemas, são buscados fundamentos sobre o ensino em arquitetura no Capítulo 4. É trazido um breve histórico da formação brasileira acerca de disciplinas e conteúdos relativos ao conhecimento construtivo e, em seguida, são apresentados entendimentos sobre recursos didáticos em disciplinas de projeto que demonstram se relacionar diretamente com a formação construtiva e, por consequência, possuem potencial estimulador à criatividade.

No Capítulo 5, o experimento é descrito detalhadamente em termos de abordagem metodológica, com informações sobre a quantidade de disciplinas analisadas e os meios e métodos de registro. Também são descritos detalhes da aplicação da CAT.

No Capítulo 6 são apresentadas as análises da investigação da tese, isto é, dos dados levantados nos registros em sala de aula e da aplicação da CAT alinhados aos fundamentos apresentados nos capítulos 3 e 4. Por fim, no Capítulo 7, são apresentadas considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

### **3 ARQUITETURA, CONSTRUÇÃO, CRIATIVIDADE E RACIOCÍNIO CONSTRUTIVO**

Neste capítulo são apresentados conceitos e entendimentos sobre arquitetura, construção, criatividade e raciocínio construtivo. Este último é uma expressão aqui utilizada para tratar sobre um modo de pensar para a criação de objetos. O objetivo é demonstrar a relação existente entre raciocínio construtivo e criatividade e suas implicações na construção dos objetos arquitetônicos.



### 3.1 Arquitetura como objetos construídos para soluções de problemas

Como mencionado inicialmente, esta tese trata a arquitetura como todo tipo de construção feita para abrigar as diversas atividades humanas, independente de julgamentos sobre valores estéticos, artísticos, culturais e intelectuais. Uma característica intrínseca desses objetos é que eles possuem forma, isto é, contornos, superfícies e volumes. O termo forma remete à configuração característica dos seres e das coisas, como decorrência da estruturação das suas partes<sup>20</sup>. Percebe-se que a noção de forma e estrutura se aplica tanto à união quanto à desunião das partes, como na arte da escultura, em que a forma é resultado da supressão de partes previamente estruturadas. Embora isso seja válido para qualquer tipo de forma, as do mundo material somente existem quando há o equilíbrio das forças físicas atuantes sobre a matéria que as compõem. Nem todas as formas abstratas são possíveis no mundo real e, para aquelas que são, somente são dentro de limites das propriedades dos materiais, dimensões e técnicas específicas para modificar seus contornos. Nota-se que forma e construção são aspectos inexoráveis a qualquer objeto arquitetônico, sendo a primeira dependente das condições da segunda.

A compreensão da arquitetura como objeto do mundo real é compartilhada por uma parcela dos arquitetos. Por exemplo, o suíço Peter Zumthor, prêmio Pritzker de 2009, expressou que:

“A arquitetura é sempre uma matéria concreta. A arquitetura não é abstrata, mas sim real. Um esboço, um projeto, desenhado em papel, não é arquitetura, mas apenas uma representação mais ou menos imperfeita de arquitetura”. (ZUMTHOR, 2009, p. 66 *apud* CASTILHO, 2014, p. 69).

Para existirem, todas as partes que compõem o objeto arquitetônico precisam ser transformadas<sup>21</sup> e dispostas de maneira organizada e estruturada, o que pode ser feito por meio de técnicas que permitem deslocar, unir, desunir, retificar, curvar, torcer, comprimir, tracionar, expandir, encolher e modelar (dar a forma segundo algum contorno específico). Para ser construído, é necessário que exista trabalho organizado e especializado realizado em determinadas etapas e sequências. Em outras palavras,

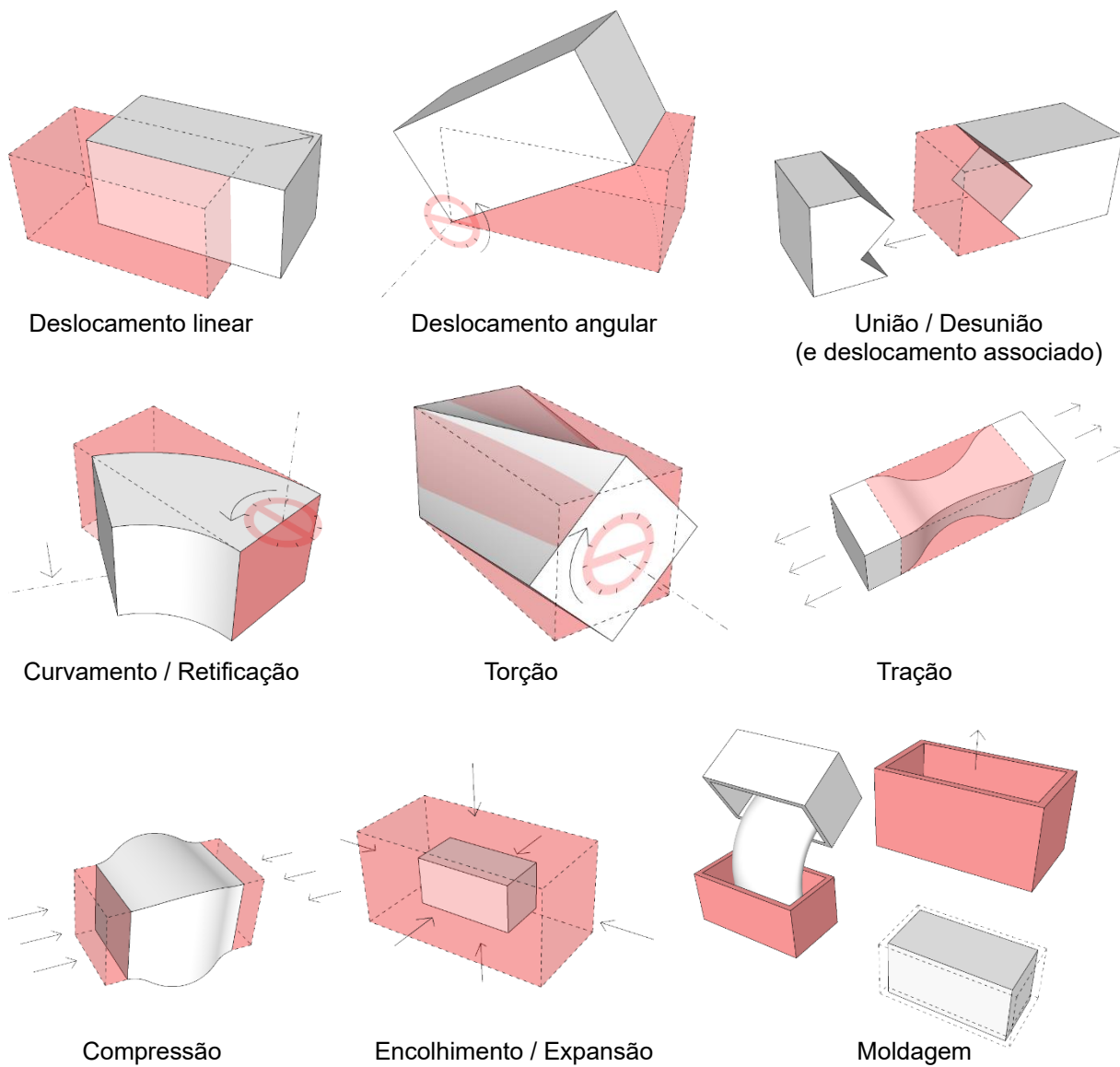
---

<sup>20</sup> O termo ‘forma’ também é utilizado para tratar de noções abstratas, como no platonismo e em linguagens metafóricas, mas sempre com a ideia de partes organizadas e estruturadas dentro de princípios, regras e leis. Estrutura, por sua vez, advém do latim *structure*, que significa organização, disposição, arranjo. Nota-se que *stru-* está presente em outras palavras, cujos significados também remontam à construção, como *instrução* (empilhamento ou acúmulo de conhecimentos), *obstrução* (*ob-*, “à frente de”, que trata do empilhamento de objetos na frente de algo) e *destruir* (*des-*, “oposição”, que trata do desempilhamento) (HOUAISS, 2009).

<sup>21</sup> O prefixo ‘trans-’ significa ‘situação ou ação além de, depois de. Logo, transformar significa converter a forma em algo além do que era anteriormente.

é preciso que seja feito o uso de técnicas e/ou tecnologias, que podem ter diferentes níveis de complexidade, dificuldade e disponibilidade de acordo com cada contexto<sup>22</sup>. A Figura 2 ilustra as maneiras de modificar e transformar as formas.

Figura 2 – Maneiras de modificação e transformação das formas.



Fonte: elaborado pelo autor.

<sup>22</sup> 'Técnica' entendida aqui como o conjunto de procedimentos ligados a uma arte ou ciência, incluindo ações, maneiras, movimentos, destreza e habilidades; e 'tecnologia' como qualquer técnica complexa, geralmente associada à utilização de cálculos, instrumentos, ferramentas e equipamentos complexos operados por pessoas ou dispositivos automáticos, como máquinas, computadores, robôs etc.

O deslocamento linear é a transposição do objeto de uma posição para outra e sem o envolvimento de rotações. Para que ele ocorra, é necessário que exista uma força capaz de alterar o seu estado de inércia. Por exemplo, algo que agarre o objeto e provoque o deslocamento ou algo que o empurre ou o puxe na direção e sentido até a posição desejada.

O deslocamento angular é semelhante ao linear, mas com a diferença de que necessita da criação ou disposição de algo que proporcione um eixo de rotação, um ponto ou aresta fixa que impede o deslocamento linear em alguma direção no sentido desse eixo. A ação de puxar ou empurrar é realizada fora desse ponto fixo e, com isso, o objeto gira em torno desse eixo. Esse ponto fixo também pode ser posicionado em local distante ao objeto com o auxílio de um objeto auxiliar provisório unido ao ponto fixo (um prego e uma corda, por exemplo). Contudo, essa união faz com que o conjunto passe a funcionar como um todo devido ao processo de união (comentado a seguir). Após o deslocamento, as partes provisórias são retiradas, isto é, desunidas do objeto em questão.

A união é o processo que envolve deslocamentos somados à inclusão de elementos ou situações de fixação das partes a serem unidas, podendo envolver a restrição parcial ou total dos deslocamentos das partes iniciais em relação umas às outras. O objetivo principal é que as partes passem a funcionar e serem consideradas como um novo objeto derivado. A união pode ocorrer com outros objetos que impedem certos deslocamentos, como encaixes, pregos e parafusos (travamento físico), com elementos colantes, como colas, adesivos e soldas (travamento químico). O empilhamento também é uma maneira de unir, sendo que o peso das partes acima associadas ao atrito de suas superfícies gera outro exemplo de travamento físico. A desunião é o processo inverso, que consiste na remoção daquilo que mantém as partes unidas. A quebra também é um exemplo de desunião, com remoção das fixações existentes nas ligações químicas entre as moléculas, algo que pode ser alcançado por meio de ações de impacto ou de corte, por exemplo. Algo semelhante ocorre para esculpir (pequenas ações de impacto) e para lixar (remoção de pequenas partes irregulares da superfície). Assim como na união, a desunião está associada a deslocamentos lineares ou angulares das partes.

Enquanto no deslocamento angular o objeto gira em torno do eixo, no curvamento esse giro é impedido em uma parte do objeto, fazendo com que a força aplicada ao objeto deforme a geometria inicial, curvando-o a partir da região travada até a de aplicação da força. Dependendo das propriedades físicas e químicas do objeto, a ação, mesmo com curvamentos mínimos e imperceptíveis, pode causar sua ruptura (desunião das moléculas). O processo inverso ao curvamento é a retificação, situação a princípio alcançada pela aplicação de forças em sentido oposto no objeto submetido às mesmas condições de restrição de deslocamento (dependendo da composição molecular, das irregularidades e do modo de aplicação da força, nem sempre uma retificação plena é alcançada). A retificação também pode ser obtida por esticamento que, em suma, é a aplicação do processo de tração (tratado a seguir) a um objeto curvado.

A torção também é semelhante ao deslocamento angular e, assim como no curvamento, existe o impedimento de giro em uma parte do objeto. A diferença é o sentido de aplicação da força que, no curvamento é transversal ao eixo e na torção é em torno do eixo. Como resultado, o objeto também sofre deformação em relação à sua geometria inicial. Da mesma maneira, dependendo das propriedades do objeto, a ação pode provocar rupturas.

A tração é o resultado de duas forças exercidas em sentidos opostos em relação a um mesmo eixo do objeto. Ela pode ser o resultado de duas forças independentes ou do impedimento de deslocamento linear do objeto no sentido do eixo, ocasionando o surgimento de uma força de reação igual e de sentido oposto. A partir de uma determinada quantidade de força, o objeto pode sofrer deformações de esticamento no eixo até um momento que as ligações químicas não resistem a força e ocorre um rompimento, uma desunião com o deslocamento linear de pelo menos uma parte resultante. A diminuição da força de tração pode inverter o processo de deformação, não sendo, contudo, uma compressão, uma vez que o limite disso seria o retorno à geometria inicial (tensões dentro do que é chamado de limite elástico do material, ou limite de escoamento).

A compressão é o resultado de uma força realizada em condições semelhantes à de tração, isto é, com força em um eixo que possui uma parte impedida de se deslocar linearmente nesse eixo. A diferença é o sentido. Enquanto na tração as forças são



divergentes, na compressão elas são convergentes, apertando-se o objeto. Dependendo das propriedades do material, a partir de uma determinada quantidade de força o objeto pode se deformar transversalmente ao eixo de compressão ou se romper (desunião). A diminuição da força de compressão também pode inverter o processo de deformação, não sendo uma tração, já que o limite seria o retorno à geometria inicial.

Quando as deformações no objeto geram diminuição do volume – e aumento da densidade –, o resultando é um processo de encolhimento ou expansão, sendo um o inverso do outro. Isso pode acontecer como derivação de forças de compressão ou tração que envolvem restrições em dois ou três eixos transversais, e não apenas lineares (por exemplo, ação atuante no eixo da altura e restrições no eixo da largura e do comprimento). Também podem ocorrer por outros efeitos, como por variação de pressão, temperatura (dilatação), umidade (inchamento) e densidade (composição química).

Por fim, uma forma pode ser obtida por meio da moldagem, um processo que envolve o deslocamento do material primário em estado líquido, pastoso ou mole para um molde com posterior alteração das propriedades físicas e químicas desse material, solidificando-o ou deixando-o em uma condição mais estável. Todo esse processo envolve várias etapas. Inicialmente é necessária a construção do molde que, por si só, é outro objeto construído com algumas etapas, seja pela combinação dos meios acima descritos ou outras moldagens (deslocamentos, uniões, desuniões etc.). Em seguida, é preciso reunir as matérias-primas do material primário em estado líquido ou mole, exigindo-se processos de mistura (deslocamentos das pequenas partes componentes de maneira a uniformizar suas distribuições no volume total). Depois essa mistura deve ser transportada (deslocamento) até o molde. Uma vez no molde, devem ser proporcionadas as condições para que as reações químicas ocorram, como no controle de temperatura, pressão e umidade. Também deve ser dado o devido tempo para isso, sendo que em alguns casos o excesso de tempo pode ser prejudicial ao processo (excesso de calor, de umidade etc.). Uma vez com o objeto final alcançado, é preciso separá-lo do molde (desunião), o que pode ser feito pelo deslocamento do objeto ou do molde ou pela desmontagem ou quebra do molde (desunião). Dependendo da liquidez e da estabilidade da mistura a ser moldada, a construção do molde pode ser dispensada, como nos elementos de barro. Situação

semelhante ocorre no caso das impressoras 3D, que também dispensam a construção de moldes reais. Nesse caso, eles são virtuais. Ao mesmo tempo, todo o processo computacional é altamente complexo, exigindo-se computadores, *softwares*, impressoras e material moldante específicos, o que também evidencia que, para construir um objeto – ou parte – com esses processos, é necessário conhecer e compreender sobre várias capacidades e características de todos esses elementos, técnicas e tecnologias envolvidos.

Em cada uma dessas maneiras de modificação das formas existe a aplicação de forças, geração de trabalho organizado e planejado, isto é, de uso de técnica e/ou tecnologias. Dependendo das dimensões, do peso e das propriedades físicas e químicas das partes envolvidas (temperatura, polidez da superfície, capacidade de reações químicas com o objeto que gera a força etc.), as modificações podem ser feitas pelo trabalho humano direto, às vezes com as próprias mãos. Já outras somente são possíveis com o auxílio de máquinas ou dispositivos.

Além do conhecimento de técnicas, a modificação das formas também exige conhecimento sobre as propriedades dos materiais, uma vez que determinados materiais ou determinadas condições não viabilizam algumas modificações. Os deslocamentos lineares ou angulares, por exemplo, se envolverem diminuição dos pontos de apoio, podem implicar em rupturas indesejadas quando o material for frágil. A desunião por impacto tende envolver a utilização de outro material mais duro para isso (como uma ferramenta ou uma rocha), de modo que aquilo que seja rompido seja o objeto em questão, e não a ferramenta ou o entorno. No caso de curvamento, torção, tração e expansão, é necessário que o material resista aos esforços de tração que esticam suas partes. Caso contrário, as ligações químicas não serão fortes o suficiente e a força aplicada gerará ruptura indesejada (desunião). O mesmo pode ocorrer no caso de compressões ou encolhimentos, mas aqui envolvendo a resistência à compressão. Por fim, para os elementos moldados, como todo o processo possui várias etapas, os conhecimentos sobre as resistências do molde e da forma primária (líquida ou mole) são tão importantes quanto os da forma final (endurecida e estável). Ressalta-se, por fim, que rupturas ou deformações pelo excesso de forças aplicadas também podem ser um recurso proposital para provocar desuniões.

Tudo isso evidencia que a proposição de criação de qualquer objeto implica necessariamente no uso de técnicas e tecnologias em modificações das partes componentes da forma final resultante.

Isso destaca que os objetos arquitetônicos não surgem espontaneamente. Existe sempre um esforço mental, de trabalho e dispêndio de energia, o que não ocorre naturalmente, mas sim como resultado de uma motivação, algo que, de certo modo, desperta seu surgimento. Como tratado por Lawson (2011), essa motivação é o problema, sintetizado aqui como o conjunto de necessidades, desejos e demandas relativos a uso, ocupação e percepção do espaço. Necessidade é tudo aquilo que é uma carência, uma falta ou aquilo que é entendido como imprescindível. Os desejos são as aspirações, as vontades e as expectativas associadas ao querer. Já as demandas são necessidades ou desejos de grupos maiores captados, o que também se relaciona à noção de mercado. Por exemplo, os problemas podem se relacionar a proteção (em relação a pessoas, animais, clima externo etc.), questões econômicas (construir para gerar dinheiro dentro de uma lógica capitalista, construir a baixo custo etc.), conforto ambiental (proporcionar condições agradáveis em termos de clima, nível de ruídos etc.), valor estético (atender aos critérios de beleza, daquilo que proporciona prazer e deleite ao se ver), valor simbólico (atender critérios de representatividade, significado e significância de formas e materiais em relação a crenças, distinção social etc.), localização (proximidade ou afastamento em relação a outros locais de interesse ou não) contexto geográfico (clima, altitude, insolação etc.), uso (oferecer condições de uso e ocupação, como para trabalhar, estudar, alimentar, praticar esportes, descansar etc.) e sociocultural (organização social, hierarquias, noções de privado e público etc.), além das intrínsecas do objeto (estabilidade, resistência, durabilidade etc.) e de atendimento às exigências legais e normativas. Se existe a caracterização de que algum desses aspectos não existe, existe de maneira insatisfatória ou que poderia ser melhor do que a maneira existente, é caracterizado o problema – ou conjunto de problemas –, cuja solução se encontra no objeto arquitetônico e, principalmente, na maneira que é feita a interação com ele por meio do uso, da ocupação, da percepção do espaço construído e das atividades derivadas de sua existência (por exemplo, comercialização).

Os desejos também podem ser induzidos, como por meio de propagandas. Dependendo do contexto, eles também podem se transformar em necessidades com

o tempo. Por exemplo, recursos de saneamento, tidos como necessidades básicas na contemporaneidade, eram disponíveis a poucos grupos em tempos antigos, sendo que, para aqueles que não tinham acesso, isso seria um desejo. De modo semelhante, a disponibilidade de serviços de dados e internet, em princípio desejos associados a níveis de comunicação e conforto, já podem ser considerados em diversas situações como altamente imprescindíveis e necessários.

Os problemas não são caracterizações exclusivamente daqueles que farão uso do objeto segundo suas necessidades e desejos – os usuários ou clientes dos arquitetos. O arquiteto também pode incrementar o rol de problemas a serem resolvidos, principalmente a partir de seus conhecimentos, experiências, sensibilidade e leitura de demandas maiores quando determinadas questões não forem vislumbradas e levantadas, assumindo, assim, uma postura ativa e propositiva, sugerindo possibilidades e, até, mesmo, exprimindo seus próprios desejos. Por exemplo, valores estéticos, simbólicos, dentre outros, que em diversas situações seriam pouco importantes e desejados pelos próprios clientes. Isso tende a ser menos provável com necessidades exatamente pelo fato de elas serem a expressão de carências e faltas daquilo que é imprescindível. De todo modo, manifestados por clientes ou pelo arquiteto, todo o conjunto de necessidades e desejos configura-se como problemas a serem resolvidos por meio do arranjo de materiais e componentes construtivos dispostos de maneira que se caracterizam como objetos arquitetônicos capazes de solucioná-los.

Os problemas que motivam o surgimento desses objetos têm caracterização relativa, variável conforme cada contexto individual e social no tempo e no espaço. Exceto no caso das necessidades básicas, das ligadas à sobrevivência e das fisiológicas, a caracterização dos problemas é significativamente dependente de pontos de vista. Algo considerado barato, belo, pequeno, útil, perto, confortável etc. pode não ser por outra pessoa ou em outro contexto.

Os problemas, por si só, não são suficientes para o surgimento de um novo objeto arquitetônico. Eles podem ser resolvidos, por exemplo, por meio de um objeto existente. Também existe a possibilidade de adaptação, uma característica humana subjetiva que depende dos problemas envolvidos, do grau de flexibilidade para adaptação e da priorização das demandas (sabe-se também que determinados

contextos podem forçar a flexibilização às possibilidades existentes, como aspectos econômicos, necessidades básicas, urgência etc.). Nesse sentido, na adaptação pode existir, inclusive, a descaracterização de problemas, isto é, problemas que deixam de existir. Já quando não ocorre adaptação, flexibilização e os problemas continuam existindo conforme a avaliação do sujeito – ou do grupo –, isso pode derivar à caracterização de que o problema somente é solucionável por meio de um novo objeto arquitetônico ou da reconfiguração de um existente – que, em última análise, passa a ser um novo objeto também.

A caracterização dos problemas, por si só, é apenas a motivação, aquilo que desperta a intenção de solucioná-los, mas não a solução propriamente dita. Para isso, é necessário o dispêndio de energia para construir a solução. Por ser um trabalho de construção e envolver materiais e trabalho, há a necessidade de planejamento, um pensamento prévio à construção para organizar e orientar os esforços e recursos. Se a solução for simples, sem problemas relativos a tempo ou disponibilidade de recursos, o planejamento pode ser feito mentalmente e paralelamente a experimentações, de maneira que cada teste ou versão seria verificada até que todo o conjunto de problemas fosse solucionado. No entanto, para uma grande parte de problemas relativos à arquitetura, experimentar pode não ser conveniente ou adequado, visto que demandam significativo dispêndio de energia e esforço que, na sociedade contemporânea, se relacionam diretamente com recursos econômicos, materiais e humanos. Por isso, em várias situações é necessário um planejamento mais sofisticado, o projeto.

O projeto é o conjunto de ideias organizadas, geralmente com representações e descrições, que informam o quê, com o quê e como construir<sup>23</sup>. Ele é resultado de abstrações e simulações baseadas em todo o conhecimento disponível sobre princípios matemáticos e físicos e propriedades dos materiais, assim como valores sociais e culturais, com o objetivo de fornecer uma solução ao problema dado. De certo modo, o projeto é uma espécie de construção virtual, imaginária e representada, que busca antever a construção antes de ela ocorrer de fato.

---

<sup>23</sup> O próprio termo 'projeto' deriva do latim *projectus*, que significa a ação de lançar para a frente, de se estender, planejar, o desejo ou a intenção de fazer ou realizar algo no futuro.

O processo de projeto, devido a seus objetivos, é uma tarefa complexa, fazendo com que métodos sejam úteis para conduzir linhas de pensamento. De um modo geral, Malard (2000) e Lawson (2011) argumentam que os métodos de projetar se relacionam a modos de organização das ideias em processos de análise, síntese, avaliação e decisão, de modo semelhante ao do pensamento científico.

Conforme estudado por Bianchi (2008) e Andrade *et al.* (2011), atualmente existem diversas maneiras ou métodos de projetar. Contudo, segundo Broadbent (1976), todos eles se derivam de quatro abordagens fundamentais: pragmática, icônica, canônica e analógica. A pragmática é aquela baseada na utilização dos recursos materiais, técnicos e tecnológicos disponíveis, mas sem ter uma forma idealizada *a priori*. A forma resultante, a solução do problema, é o que se consegue fazer com o que se tem de recursos e conhecimento disponíveis. Segundo Broadbent (1976), é a mais antiga maneira de projetar na história humana.

A abordagem icônica é uma variação ou o resultado de conhecimento acumulado da primeira. A partir de tudo o que foi construído de maneira pragmática, a experiência acumulada (no sentido do indivíduo e da coletividade) cria uma espécie de repertório, um conjunto de soluções para problemas conhecidos. Conforme Lawson (2011), essa abordagem consiste, efetivamente, na cópia de soluções existentes.

A canônica é uma derivação da pragmática e da icônica, mas com a utilização de regras predefinidas, como módulos de planejamento, sistemas de proporção e outros princípios análogos. Segundo Lawson (2011), os tratados de Vitruvius, Alberti, o “modulor” de Corbusier e o princípio da coordenação modular são exemplos de regras para uma abordagem canônica.

Já a analógica é o resultado do uso de analogias com outros contextos ou campos para criar uma nova maneira de estruturar o problema que, conforme tratado por Broadbent (1976) e Lawson (2011), é a que mais favorece à criatividade, embora as abordagens pragmática e canônica também possam favorecer.

Forma e construção são aspectos sempre pensados antes do objeto existir, isto é, no planejamento. Na abordagem pragmática, embora os processos construtivos sejam o centro do processo, os materiais são dispostos para constituírem determinadas formas vislumbradas como possíveis a partir do que se tem disponível e do que se

sabe fazer. Por exemplo, se existe a intenção de fazer um telhado, os materiais não serão dispostos aleatoriamente, mas sim em configurações formais tais que permitam a existência de um telhado. Da mesma maneira, por princípios de estabilidade, resistência e os efeitos da gravidade, existem certas predisposições formais que são consideradas viáveis ou adequadas – e vice-versa –, mesmo que, para chegar a essa conclusão sejam necessárias experimentações. Nas abordagens canônica e analítica, por envolverem princípios, conceitos e abstrações, o pensamento sobre forma é ainda mais evidente.

O pensamento sobre forma e construção, contudo, não precisa ser necessariamente paralelo. É possível, por exemplo, numa abordagem canônica, estabelecer formas gerais geométricas dos espaços e contornos pretendidos e, em seguida, pensar sobre maneiras de construí-la, o que pode ser feito pela mesma pessoa ou por outros. De maneira análoga, é possível determinar todos os materiais e métodos construtivos e, em função deles, pensar nas formas.

Partindo-se do pressuposto de que todos os objetos arquitetônicos são constituídos de materialidade e que o projeto é uma espécie de construção abstrata (no sentido de considerar como a construção será feita e como ficará depois de construída), é defendido aqui o pressuposto de que, ao invés de projetar considerando forma e construção de maneira sequencial, o mais adequado para solucionar os problemas que motivam o surgimento dos objetos arquitetônicos é considera-los de modo paralelo e interativo, o que é tratado aqui como raciocínio construtivo. Isso se explica primeiramente pelo argumento de que esses objetos possuem materialidade, isto é, forma e construção são interdependentes, assim como o trajeto e o meio de deslocamento em uma viagem, os ingredientes e o modo de preparo de uma receita culinária, e assim por diante. Em segundo lugar, mesmo que o objeto surja e resolva os problemas que motivaram seu surgimento, os modos de construir podem ser problemáticos (por exemplo, nível de dificuldade, tempo, custos, segurança de trabalho, consumo energético, logística, desperdício e outros temas relevantes). Em terceiro lugar, a própria existência do objeto resultante, mesmo que resolva os problemas postos, pode criar novos problemas, como dificuldades ou impossibilidades de modificação, expansão etc. Embora isso seja tratado por Flusser (2007) como

inexorável, existem soluções que criam menos problemas que outras<sup>24</sup>. Nesse sentido, o raciocínio construtivo é um modo de pensar no projeto que tende contribuir para soluções coerentes e responsáveis em termos de sustentabilidade (ambiental, social e financeira), racionalidade e ética. Ferro (2006), por exemplo, apresenta a construção de objetos arquitetônicos dentro do universo de relações sociais e dos modos de produção da sociedade, evidenciando relações de dominação e poder, com fortes implicações sociais e éticas. Isso ocorre porque é possível que os problemas que a arquitetura pode resolver se encontrem em esferas muito maiores que a do próprio objeto, como em termos de alterações futuras, e não apenas sobre o resultado da forma, o produto. O que se destaca nesse contexto é que a arquitetura somente existe no sentido tratado aqui quando se materializa, quando é construída. E construir não é algo trivial, como se qualquer forma imaginada pudesse ser construída em qualquer contexto.

Se por um lado o raciocínio construtivo demonstra ser favorável para soluções mais coerentes e responsáveis, por outro ele pode ser um importante recurso para a criatividade, um dos aspectos centrais desta tese e que será tratado adiante.

### **3.2 Criatividade**

A palavra criatividade provem do latim *creatus*, que significa criar, inventividade, inteligência e talento, natos ou adquiridos, para inventar, inovar, quer no campo artístico, quer no científico, esportivo etc. É um assunto complexo e que ainda possui muitos aspectos não esclarecidos. Conforme Fleith e Alencar (1992), várias definições têm sido propostas por vários autores, sendo que alguns sugerem, inclusive, que ela não pode ser conceituada. Algumas pesquisas associam a habilidades cognitivas, enquanto outras a traços de personalidade ou, ainda, ao produto criativo.

Lubart (2007) trata sobre o tema sob o ponto de vista da psicologia ocidental, ressaltando que no oriente alguns aspectos podem ser diferentes. Segundo ele, a compreensão desse termo nem sempre foi a mesma, sendo por vezes ligado a genialidade mística inata e inspiração divina. Segundo ele, uma produção nova é

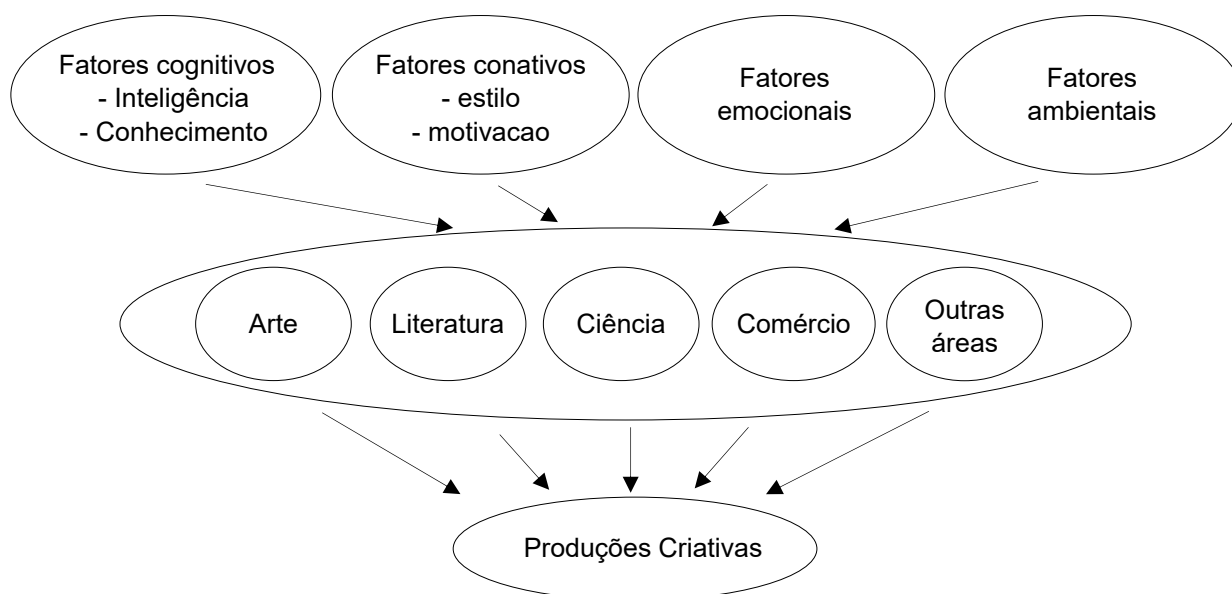
---

<sup>24</sup> A partir da definição de objeto como algo que está no meio, lançado no meio do caminho (em latim, *objectum*; em grego, problema), Flusser (2007) argumenta que a criação de objetos é o paradoxo da resolução de problemas por meio de novos problemas. Contudo, ele argumenta que é possível estabelecer uma cultura em que “os objetos de uso significariam cada vez menos obstáculos e cada vez mais veículos de comunicação entre os homens. Uma cultura, em suma, com um pouco mais de liberdade” (FLUSSER, 2007).



original e imprevista quando se distingue pelo assunto ou pelo fato de outras pessoas não a terem realizado (LUBART, 2007, p. 16). Ao mesmo tempo, ela deve ser adaptada ao contexto e é submetida a juízos e consensos sociais. Alguns campos geralmente valorizam mais o aspecto de novidade, como nas belas artes, do que o de adaptação, como nas engenharias. As concepções podem variar conforme a cultura e a época, sendo que pode haver maior valorização da utilização inovadora de elementos tradicionais ou no rompimento das tradições. Principalmente depois da década de 1980, Lubart (2007) aponta que houve o desenvolvimento da chamada abordagem múltipla, com a consideração de fatores cognitivos (conhecimento, percepção, memória, raciocínio etc.), conativos (personalidade, motivação, persistência etc.) emocionais e ambientais (FIGURA 3).

Figura 3 – Representação da abordagem múltipla da criatividade.



Fonte: LUBART, 2007, p. 19.

Lubart (2007) destaca a importância das capacidades intelectuais para a criatividade na resolução de problemas, listando uma sequência típica:

1. Identificar, definir e redefinir o problema (ou a tarefa);
2. Revelar dentro do ambiente as informações relativas ao problema (codificação seletiva);
3. Observar as semelhanças entre as diferentes áreas que clareiam o problema (analogia, metáfora, comparação seletiva);

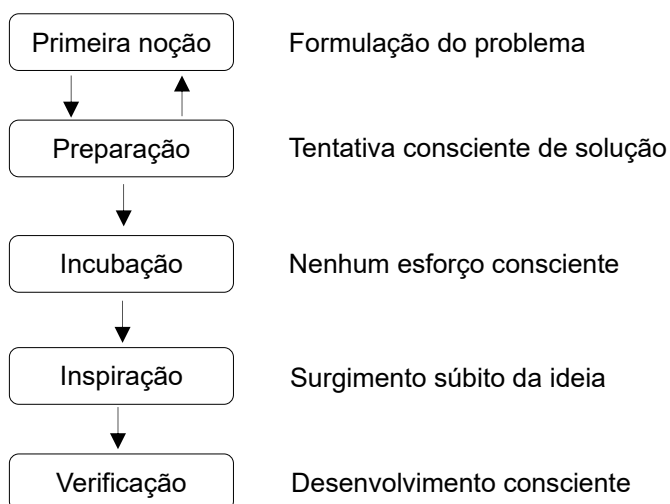
4. Reagrupar os elementos diversos da informação que, reunidos, vão formar uma nova ideia (combinação seletiva);
5. Gerar várias possibilidades (pensamento divergente);
6. Auto avaliar sua evolução para a solução do problema;
7. Libertar-se de uma ideia inicial para explorar novas pistas (flexibilidade).

A criatividade pode se manifestar em todas essas etapas. Na identificação do problema [1], por exemplo, visualizar antigas questões sob outro ponto de vista já demanda uma imaginação criativa. Nesse momento, Lubart chama a atenção para a importância da representação mental, de modo que a aparência visual facilita a compreensão e a resolução criativa do problema. Conforme Kim (1990 *apud* Lubart, 2007, p. 23), “a ‘visualização’ do pensamento pode ser particularmente útil à criatividade pois as imagens são facilmente alteráveis, podendo representar os múltiplos aspectos de um problema, ser manipuladas rapidamente e não representar os limites bem definidos das representações verbais”. Nesse sentido, a representação gráfica por meio de desenhos, gráficos, organogramas, pode funcionar como um catalisador desse processo. A importância da identificação do problema é destacada na frase atribuída ao filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey (1859-1952), em que “um problema quando exposto com clareza já está meio resolvido”.

Na sequência, a codificação seletiva [2] é a possibilidade de observar no ambiente uma informação em relação ao problema a resolver, no sentido de tentar ver o que outras pessoas não viram. A comparação seletiva [3] é a capacidade de observar semelhanças entre áreas distintas, fazendo-se uso de analogias e metáforas. A combinação seletiva [4] é a capacidade de juntar elementos diferentes para formar uma nova ideia. Nesse momento, quanto maior o conhecimento acumulado, maiores as chances de realização de combinações, desde que esses conhecimentos sejam acessados mentalmente. O pensamento divergente [5] é um modo de raciocinar de maneira pluridirecional diversas ideias e respostas a partir de um ponto de partida. A avaliação das ideias [6] é a capacidade de avaliar as ideias e escolher as que devem ser levadas adiante e as que devem ser descartadas. Por fim, a flexibilidade é a disposição para assimilar uma mesma ideia sob pontos de vista distintos, incluindo a possibilidade de se libertar da ideia inicial para pesquisar outros caminhos.

O arquiteto, psicólogo e professor britânico Bryan Lawson estuda a maneira de pensar de arquitetos e designers desde os anos 1970. Conforme Lawson (2011), é possível identificar até cinco fases no processo criativo (FIGURA 4).

Figura 4 – Modelo popular em cinco estágios do processo criativo.



Fonte: LAWSON, 2011, p. 144.

O modelo de Lawson (2011) alinha-se ao de Lubart (2007), mas aplicado a criação de objetos. Na primeira noção ocorre o reconhecimento do problema e o comprometimento para resolvê-lo. Embora normalmente seja um período curto, em algumas situações pode durar anos. Projetistas experientes declaram a necessidade de existir um problema para que consigam trabalhar criativamente<sup>25</sup>. Na fase de preparação, existe um significativo esforço consciente para buscar a solução do problema. Na atividade de projetar, é possível que existam retornos frequentes à fase anterior, de modo que o problema pode ser reformulado de acordo com as possíveis soluções. De um modo geral, é uma fase de trabalho intenso e deliberado. A fase de incubação é um momento de maior relaxamento, geralmente potencializado se a mente se ocupa com outra atividade distinta<sup>26</sup>. A fase seguinte, a inspiração, é

<sup>25</sup> Para o arquiteto e engenheiro espanhol Santiago Calatrava (1951-), criatividade “é a resposta a um problema específico que forma o trabalho do engenheiro [...] Não consigo mais projetar apenas um pilar ou um arco, preciso de um problema bem definido, preciso de um lugar”. De modo semelhante, o cientista, engenheiro e inventor inglês Barnes Wallis declarou que “primeiro, sempre houve um problema. Nunca tive uma ideia inédita na vida. As minhas realizações foram soluções de problemas” (Lawson, 2011, p. 145).

<sup>26</sup> Para o engenheiro e inventor inglês Alexander Moulton (1920-2012), “é importante ter uma ou duas linhas de pensamentos diferentes para seguir. Não muitas, mas só para a gente poder descansar uma delas na cabeça e trabalhar na outra” (LAWSON, 2011, p. 145).

espontânea e a compreensão desse fenômeno não é clara. Para Castelo Filho (2015), que estuda a criatividade sob o ponto de vista da psicanálise, o fenômeno da inspiração, ou *insight*, seria o momento de clareza súbita mental, comumente chamados de luz ou estalo. Para ele, esses momentos, aparentemente sem intermediários ou raciocínios, podem ser influenciados por aspectos emocionais do indivíduo, que seria capaz de organiza-los em um contexto. São comuns os relatos de profissionais ou estudantes que atuam com algum nível de exigência criativa (artistas, arquitetos e outras áreas que se deparam frequentemente com diferentes problemas) de que ideias importantes surgem espontaneamente em momentos em que não se está trabalhando diretamente sobre o problema, geralmente em momentos de relaxamento mental (durante o banho, antes ou depois de dormir etc.), ou seja, durante ou após momentos de incubação. Do mesmo modo, quando se experimenta uma situação de grande pressão mental, podem existir bloqueios<sup>27</sup>. Por fim, o momento de verificação é quando a ideia é testada, elaborada e desenvolvida, que pode revelar, inclusive, a inadequação de algumas partes e exigir que se retorne à reformulação do problema e às etapas seguintes a esta. Lawson (2011) ressalta, contudo, que em atividades como a de projetar, essas fases não são tão separadas como a análise pode sugerir.

Especificamente sobre os *insights*, Gabora e Kaufman (2010), no campo da neurociência, demonstram que essa capacidade é associada a configurações do cérebro humano associadas aos mecanismos bioquímicos ligados à capacidade para alterar o nível de foco, como se fosse uma lente capaz de aproximar (convergir) ou afastar (divergir) o olhar sobre algo. Conforme Mallgrave (2010), pesquisas realizadas na Northwestern University, Estados Unidos, em 2006, indicam que uma das primeiras áreas do cérebro envolvidas no fenômeno do *insight*, ou momento “eureka!”, é o Córtex Cingulado Anterior – CCA, considerado um dos centros executivos responsáveis pelo foco e atenção ao suprimir pensamentos irrelevantes ou atividades perceptivas secundárias. Outra área ativada é a de processamento de linguagem do lobo temporal esquerdo, numa espécie de batalha com um problema semântico, que às vezes é resolvida rapidamente, mas em outras vezes atinge um impasse. O momento “eureka!” chega quando esse impasse é repentinamente quebrado com uma

---

<sup>27</sup> A seguinte citação atribuída a Albert Einstein exemplifica isso: “Pensava, pensava, pensava. Pensava 99 vezes e não via nada; não pensava nada e então via tudo!” (CASTELO FILHO, 2015, p. 31).

atividade oscilatória em outra região do cérebro, no giro temporal superior direito, acima da orelha direita. Tal fenômeno fez com que os pesquisadores conjecturassem que o CCA, consciente do fracasso da área de linguagem e semântica, transforma o assunto no hemisfério direito do cérebro, onde uma codificação mais grosseira permite uma solução criativa por meio da capacidade do cérebro de gerar padrões associativos maiores ou reconhecer novas conexões através do conhecimento existente. Em outra publicação, Gabora (2010) propõe que a mudança do modo de pensamento associativo seja realizada pelo recrutamento de neurônios específicos em determinadas regiões do cérebro. Por se tratar de uma capacidade do cérebro para funcionar de determinado modo, isso também conduz à ideia de que ele pode ser exercitado de modo que tais processos no cérebro possam ocorrer de maneira mais aprimorada e eficiente. Mallgrave (2010) também afirma, a partir de estudos do neurologista Vilayanur S. Ramachandran (1951-), que realizar metáforas e sinestésias, uma habilidade que liga conceitos aparentemente não relacionados no cérebro, é sete vezes mais comum entre artistas, poetas e romancistas do que entre a população não artista. Segundo o arquiteto italiano Marco Frascari (1945-2013), a partir de estudos sobre o trabalho do arquiteto italiano Carlo Scarpa (1906-1978), sobre o qual entendia ser totalmente baseado em processos sinestésicos, afirmou que “desenhos arquitetônicos são metáforas em transição, que mudam as informações sensoriais de uma modalidade para outra, [...] o que seria a essência do pensamento arquitetônico” (MALLGRAVE, 2010, p. 175).

Para que todos os processos mentais ocorram, é necessário que exista dedicação e concentração para isso. Para algumas ideias, é possível elaborá-las enquanto se realiza outra tarefa, como tarefas repetitivas ou mecânicas (por exemplo, pensar em algo enquanto caminha, realiza tarefas manuais etc.). Porém, para outras, principalmente as complexas, maior dedicação mental se faz necessária, às vezes exigindo recursos de representação para organização da ideia (por exemplo, realizar um cálculo matemático extenso, projetar um objeto complexo etc.). Nesses casos, esse tempo de dedicação exclusiva ao raciocínio é tratado por De Masi (2000) como ócio criativo.

É importante destacar também o papel do conhecimento, o conjunto de informações armazenadas na memória resultante da educação formal ou informal e de experiências vividas. Conforme estudos de Lubart (2007) e de outros pesquisadores

estudados por ele, a criatividade não pode ser exercida sem um determinado nível de conhecimento. Inicialmente, ele permite a compreensão das situações, mas não reinventar o que já existe. Em contrapartida, existe a possibilidade de níveis elevados de conhecimento reduzirem a flexibilidade de pensamento, provocando uma certa rigidez mental com possível efeito negativo sobre a criatividade. Exemplo disso é notado em algumas pessoas mais experientes que, seguras de seus métodos e pontos de vista, são resistentes para variações. Além disso, a estrutura do conhecimento varia para cada indivíduo, sendo que para alguns, cada elemento é distintamente separado, enquanto para outros os elementos são mais ligados por associações.

Lubart (2007) também apresenta que os aspectos da criatividade são diversos, como fatores conativos, relacionados às maneiras preferenciais ou habituais de se comportar, como traços de personalidade, estilos cognitivos, perseverança, tolerância à ambiguidade, abertura a novas experiências, independência, exposição ao risco e motivação. Fatores emocionais também são importantes, sendo que julgamentos sociais e a maneira que o indivíduo os interpreta pode colocá-lo em um estado mental mais ou menos propício à criatividade (LUBART, 2007, p. 54). Algumas emoções podem servir como informação, bem como influenciar o nível de atenção. Ao mesmo tempo, o ambiente também pode influenciar a capacidade criativa, como o ambiente familiar, os meios escolares e profissionais, meio cultural e social e instrumentos tecnológicos, abordagem que se aproxima da de Pierre Bourdieu (1930-2002) sobre capital social, capital cultural e *habitus*, o que não quer dizer que pessoas de diferentes classes sociais terão maiores ou menores níveis de criatividade, mas sim que os diferentes ambientes e culturas acessados tendem a exercer diferentes estímulos à criatividade.

De um modo geral, Sawyer (2012) sintetiza as pesquisas sobre criatividade em dois grupos: o da abordagem individualista e o da abordagem sociocultural. Esses dois tipos de criatividade foram tratados por Boden (1990, *apud* Lawson, 2011, p. 142) como criatividade H (inédito na história do mundo) e P (inédito para o indivíduo), ressaltando que identificá-las é algo difícil. Isso também evidencia o caráter de expressividade e relevância da nova ideia, ou seja, de que existirá uma avaliação e um julgamento da suposta criação numa perspectiva intercultural (AMABILE, 1996, *apud* LUBART, 2007, p. 83). Se feito por pessoas reconhecidas como especialistas,

maior será a importância desse julgamento. Segundo Ribot (1900, p. 129-130 *apud* Lubart, p. 127),

“Todo homem normal cria pouco ou muito. Pode, em sua ignorância, inventar o que já existe mil vezes; se não é mais uma criação para espécie, continua a ser tal para o indivíduo. Diz-se sem razão que a invenção “é uma ideia nova e importante”; somente a novidade é essencial, é a marca psicológica... Restringe-se, por conseguinte, injustamente, a invenção apenas atribuindo-a aos grandes inventores”. (RIBOT, 1900, p. 129-130, *apud* Lubart, p. 127).

Na abordagem individualista, a criatividade é uma nova combinação mental que é expressa no mundo, tendo como pré-requisito básico um pensamento ou ação original (criatividade é algo novo). Assim, todos pensamentos e conceitos são combinações de pensamentos e conceitos preexistentes. Recordar da memória não é criativo, uma vez que a criatividade envolve uma combinação de dois ou mais pensamentos ou conceitos que nunca foram combinados pelo indivíduo (criatividade é uma combinação). Como pesquisadores não conseguem estudar o que não podem ver, pesquisas nesse sentido precisam excluir ideias que permanecem na cabeça de um indivíduo e nunca são expressas e ideias que ninguém pode ver ou compreender (criatividade é expressa no mundo). De um modo geral, a abordagem individualista, como tratado por Sawyer (2012), baseia-se no princípio teórico do associacionismo, que pode se manifestar em diversos momentos cotidianos (evitando congestionamentos de trânsito, modificando e adaptando utensílios domésticos, uma criança construindo uma torre de blocos etc.). Assim, não importa se outras pessoas já solucionaram o mesmo problema, contanto que seja inédito para o indivíduo. E, para saber se uma ideia expressa realmente foi nova para o indivíduo, pesquisadores utilizam diversos testes que cruzam informações e inferem sobre o pensamento do indivíduo.

Já na abordagem sociocultural, a criatividade é a geração de um produto que pode ser julgado como novo, podendo também estar associado à noção de apropriado, útil ou valioso por um grupo social adequadamente informado. Para satisfazer à definição sociocultural, apenas novidade sob o ponto de vista do criador não é suficiente. Isso se aproxima da definição de inovação utilizada em organizações, como tratado por Alencar (1995), que é a criatividade avaliada e julgada dentro da organização de acordo com os problemas que a ideia é capaz de resolver.

As abordagens pragmática, canônica e analógica de Broadbent (1976) são exemplos de criatividade individual, na medida que o indivíduo organiza materiais e técnicas de uma nova maneira (pragmática), utiliza regras de proporções para novas soluções (canônica) ou associa ideias de campos diferentes (analógica). Elas também podem ser manifestações criativas socioculturais, mas, para isso, é preciso que o grupo identifique e reconheça isso. Já a abordagem icônica, por se basear na cópia de soluções conhecidas, não envolve criatividade individual. Contudo, caso a solução copiada seja proveniente de um contexto desconhecido ou esquecido para o grupo que recebe e julga, ela também pode ser reconhecida como criativa sob o ponto de vista sociocultural.

Questões de aparência às vezes podem distorcer a relevância de certos aspectos das criações, principalmente na contemporaneidade, cujos apelos comerciais e de caráter surpreendente podem ser fortemente aclamados, inclusive por especialistas do campo. O arquiteto e professor holandês Herman Hertzberger (1932-) chama a atenção para o cuidado necessário ao distinguir originalidade, criatividade e falsa criatividade<sup>28</sup>. Para o desenhista industrial britânico Richard Seymour (1953-), o bom projeto resulta da “solução inesperadamente pertinente, não de maluquices que se fingem de originalidade”. Para o arquiteto norte-americano Robert Venturi (1925-), preocupado com a criatividade apenas visual, diz que “é melhor ser bom do que ser original” (LAWSON, 2011, p. 149).

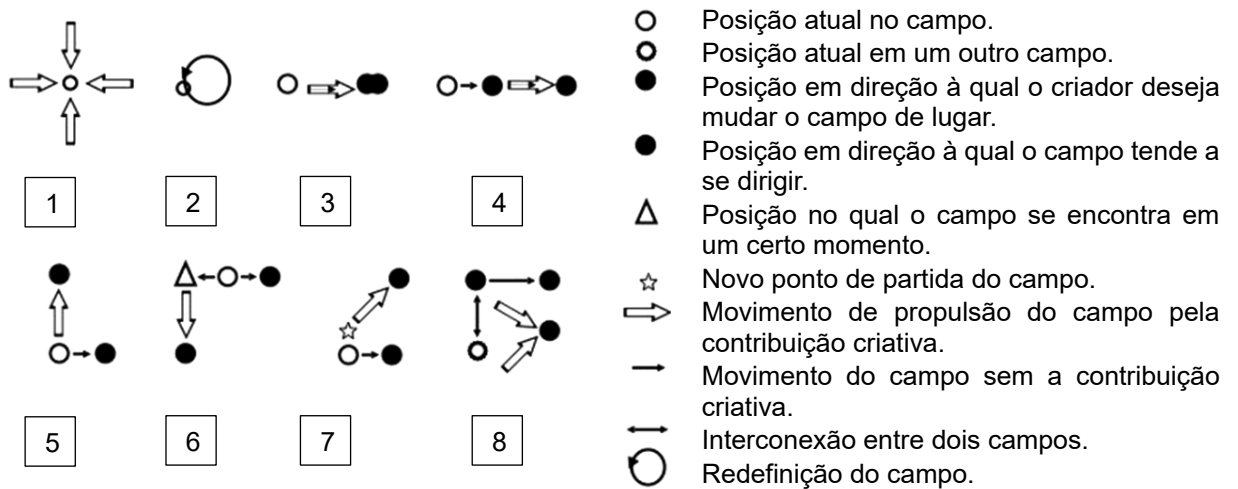
Embora esse debate exista até a contemporaneidade, o modelo de propulsão da criatividade de Sternberg (STERNBERG *et al.*, 2002, *apud* LUBART, 2007, p. 129) busca esclarecer isso. De acordo com esse modelo, a criatividade é definida conforme o movimento que vai imprimir em seu campo de expressão sendo que podem ser distinguidas oito formas de contribuições criativas (FIGURA 5). Se elas aceitam o paradigma atual do campo, ocorre replicação [1], redefinição [2], incrementação [3] ou incrementação avançada [4]; se rejeitam-no, ocorre redireção [5], reconstrução/redireção [6] ou reiniciação [7]; se sintetizam vários paradigmas provenientes de campos diferentes, ocorre integração [8].

---

<sup>28</sup> Ao discutir o problema de projetar a escada de entrada de uma escola, Hertzberger comenta que “criatividade é achar soluções para todas essas coisas que são contrárias, e o tipo errado de criatividade é que a gente esquece o fato de que às vezes chove, esquece que às vezes tem gente demais, e só fazemos escadas bonitas a partir daquela ideia que temos na cabeça. Isso não é criatividade, é falsa criatividade” (Lawson, 2011, p. 149).



Figura 5 – Representação do modelo de propulsão.



Fonte: STERNBERG *et al.*, 2002, *apud* Lubart, 2007, p. 129.

Outra questão importante é sobre a possibilidade de aprender a ser criativo, no sentido de existir uma educação para a criatividade. Conforme Lawson (2011), não há uma resposta clara sobre sua origem, se é inata, aprendida ou as duas coisas, mas existem indícios de que é possível aprimorá-la. Nas escolas, existem basicamente duas linhas de pensamento, uma que defende que os alunos devem ter um regime livre aberto, e outra que os projetistas devem resolver problemas do mundo real, dando-se atenção à aquisição de conhecimento e experiência. Da mesma maneira, não existe clareza sobre uma linha ser melhor do que a outra, mas sim de que ambas são capazes de contribuir de alguma maneira. O modo que cada uma é desenvolvida parece ser mais decisivo, principalmente quando o estudante aprende tentando resolver os problemas, como na típica formação de projetistas em diversos países baseada em estúdios, e não adquirindo teoria e depois aplicando-a. O processo de tentar revela-se positivo pois aprender com os próprios erros e acertos – quando compreendidos – parece ser mais eficaz do que confiar na experiência adquirida pelos outros, embora essa também seja útil em diversas situações. No caso de projetistas, Lawson menciona que suas formações são constituídas por “um delicado equilíbrio entre dirigir o aluno para que adquira conhecimento e experiência, mas sem mecanizar os seus processos de pensamento a ponto de impedir o surgimento de ideias originais” (LAWSON, 2011, p. 152).

Diante do exposto, embora Fleith e Alencar (1992) identifiquem que criatividade é uma questão com muitas perguntas não respondidas, na presente tese é assimilada a ideia alinhada aos argumentos e estudos apresentados acima, principalmente à noção de resolução de problemas tratada por Lubart (2007), Malard (2000) e Lawson (2011), algo associado à abordagem sociocultural da criatividade, como tratado por Sawyer (2012). A criatividade arquitetônica pode ser resumida aqui como: a inteligência utilizada para dispor e moldar materiais e componentes construtivos de maneira a configurar um objeto capaz de solucionar, de acordo com entendimentos, princípios e conceitos do campo arquitetônico, todo o conjunto de demandas, necessidades e desejos caracterizados como problemas a serem resolvidos e que motivaram o surgimento desse objeto.

### **3.3 Raciocínio construtivo**

O raciocínio construtivo é uma expressão apresentada aqui para tratar sobre uma maneira de pensar na criação de objetos considerando aspectos construtivos. A seguir são apresentados argumentos e considerações sobre esse modo de pensar, assim como sua relação com a criatividade.

Raciocínio é o exercício da razão pelo qual se procura alcançar o entendimento de atos e fatos, se formulam ideias, se elaboram juízos, se deduz algo a partir de uma ou mais premissas. Racionalidade é a conformidade com a razão, àquilo que detém plausibilidade lógica. O raciocínio é algo além do acesso à memória e ao conhecimento, que são informações acumuladas. É algo relacionado ao exercício mental crítico e coerente fundamentado em convenções e regras lógicas, que podem ser explicadas e verificadas.

Conforme Lawson (2011), raciocínio e imaginação são dois processos mentais fundamentais no processo de projeto. Enquanto a imaginação é completamente livre, o raciocínio é a avaliação da aplicabilidade da ideia no mundo real segundo suas regras e restrições. Para um projetista, os dois processos acontecem de maneira alternada, sendo difícil até mesmo exemplificar uma situação em que isso não ocorra. Quando qualquer alternativa é buscada, trata-se de imaginação, uma tentativa de visualizar algo que não existe. Para isso não existe restrição. Imediatamente depois,

a imagem ou situação imaginada é colocada em um processo de raciocínio, de julgamento crítico, de modo semelhante à caracterização do problema.

A diferença entre imaginação e raciocínio pode ser exemplificada no modelo das cinco fases do processo criativo tratado por Lawson (2011, p. 144): primeira noção, preparação, incubação, inspiração e verificação. A primeira noção trata diretamente de fazer uso do raciocínio crítico sobre uma situação existente. A preparação é o raciocínio na tentativa de aplicação direta de informações e conhecimentos prévios de situações análogas ou semelhantes. A incubação é uma espécie de preparação psicológica para a inspiração, que pode não ser um raciocínio, mas sim algo imaginado subitamente. Nesse momento, a ideia ainda é livre e irrestrita. Logo em seguida ela é julgada pelo raciocínio, que verifica a possibilidade de migrar para o mundo real. Caso o julgamento a impeça disso (por impossibilidade, inviabilidade ou inadequação), o processo é retornado para a segunda ou para a primeira fase até que na etapa de verificação uma nova ideia seja aprovada. Em resumo, são ciclos de raciocínio-imaginação-raciocínio. Assim, o raciocínio funciona como uma espécie de filtro e catalizador desses ciclos, induzindo novos ciclos aprimorados. Em suma, é um estimulador criativo.

A técnica do *brainstorming* (tempestade de ideias) também exemplifica a diferença entre imaginação e raciocínio. Como tratado por Daychouw (2007), ela é baseada em dois princípios: 1) atraso do julgamento e; 2) criatividade em quantidade e qualidade. Na primeira, é dada a hipótese de se gerarem muitas ideias antes de se decidir por uma. O segundo momento parte do princípio de que quanto mais ideias forem geradas, maior será a chance de encontrar uma boa ideia. Nesse momento, todas as ideias são iguais. Em outros termos, são apenas ideias imaginadas. Somente após serem levantadas várias ideias é que elas são avaliadas e julgadas. É nesse momento que ocorre o raciocínio sobre elas.

Os julgamentos podem ser feitos com diferentes focos. Por exemplo, sobre formas, proporções e estética; financeiro; organizacional e de fluxos; dentre outros. O raciocínio construtivo é um desses focos, cujos critérios são principalmente lógicos e éticos sobre a capacidade e a viabilidade construtiva da ideia para um objeto novo ou um existente a ser modificado. Esse raciocínio inclui, por exemplo, a crítica sobre a disponibilidade de materiais, além dos conhecimentos, habilidades, técnicas e

tecnologias necessárias para transformá-los segundo a forma final desejada, sequências e etapas, níveis de dificuldade, segurança, precisão, condição psicológica e emocional do executor, dentre outros. Contudo, o raciocínio construtivo se encontra em uma outra instância em relação aos demais, já que questões construtivas são inexoráveis aos objetos.

Em outros termos, o raciocínio construtivo corresponde à avaliação crítica das ideias acerca dos processos construtivos. É considerado aqui que ele ocorre por meio da busca pela resposta das seguintes perguntas para cada possibilidade de forma imaginada e colocada como hipótese: 1) *Por que essa forma?* 2) *como a forma é feita?* 3) *Esse modo de fazer é adequado?* e 4) *Existem alternativas?*

A partir do problema posto, uma forma – ou uma primeira parte – é imaginada para solução. Essa forma pode ser genérica (por exemplo, contornos dos ambientes e seus limites), numa abordagem analógica ou canônica, ou a partir da combinação de elementos e materiais existentes (por exemplo, imaginar elementos verticais como pilares e outros horizontais como vigas), numa abordagem pragmática. Nesse momento, a ideia é imaginada enquanto construída, finalizada. Dessa maneira, o primeiro julgamento é realizado: *'por que essa forma?'*. Essa pergunta busca responder a adequação lógica da forma imaginada em relação ao conjunto de problemas que o objeto construído pode resolver.

A segunda pergunta, *'como a forma é feita?'*, corresponde a uma abstração mais complexa que busca interligar o que acontece no espaço de tempo entre o momento atual e o momento em que a forma estiver construída. Se relaciona à maneira que as partes (elementos e componentes construtivos envolvidos) devem ser dispostos para conformar a forma pretendida, ou seja, quais são as etapas e os meios (técnicas, tecnologias, equipamentos, dispositivos, ferramentas etc.). Trata-se da identificação e caracterização de um modo de construir possível. As respostas podem ser relacionadas a: quais materiais, como eles chegam até o local de construção, como eles serão dispostos nas posições desejadas, quem fará isso, quais as técnicas, quais as tecnologias e equipamentos, qual será a sequência de construção, e assim por diante. De certo modo, as respostas para essa pergunta podem ser consideradas como ideias imaginadas, assim como as formas, que precisam ser julgadas posteriormente. Esse julgamento é feito pela pergunta seguinte.

A terceira pergunta, '*esse modo de fazer é adequado?*', é uma reflexão e autocrítica sobre implicações que a forma provoca em termos construtivos, como dificuldade, segurança de trabalho, disponibilidade de recursos, nível técnico e tecnologias necessárias, manutenções, modificações futuras etc. Quando as respostas a essa questão não se mostram adequadas ou satisfatórias, a quarta pergunta se faz necessária.

A quarta pergunta, '*existem alternativas?*' é, de certo modo, um retorno do processo às questões anteriores, inclusive à forma. Assim, a forma imaginada pode ser mantida, buscando-se adequar questões relativas ao modo de construí-la, ou pode ser reelaborada, seja como uma variação da anterior ou não. Da mesma maneira, tanto forma quanto modo de construir podem ser alterados, exigindo-se novo processo de julgamento. Quando a resposta à terceira questão é tomada como adequada ou satisfatória, essa quarta também pode ser feita no sentido de tentar buscar alguma alternativa que seja ainda melhor. Embora o que seja almejado sejam as respostas adequadas e satisfatórias, elas nem sempre são alcançadas plenamente. Assim, mais do que isso, o fundamental é o esclarecimento, a consciência e a responsabilização pelas implicações construtivas proporcionadas pelas decisões sobre a forma.

Nota-se que essas quatro perguntas correspondem também a processos de imaginação-raciocínio, no sentido de que a imaginação fornece ideias e o raciocínio as julga. Ressalta-se que essas perguntas podem ocorrer de maneira sistêmica e interativa, sendo que a sequência apresentada aqui é uma busca de esclarecimento do processo.

### **3.3.1 Tipos de abordagem construtiva de projeto**

Por mais simples que seja a ideia, sempre haverá algum nível de abordagem construtiva no projeto, mas nem sempre com raciocínio. Buscando demonstrar isso, foram estabelecidos aqui cinco tipos de abordagem construtiva, que podem ser aplicados tanto em arquitetura quanto na criação de qualquer outro tipo de objeto de *design*<sup>29</sup>. Destaca-se, desde já, eles podem ocorrer de maneira paralela e sistêmica

---

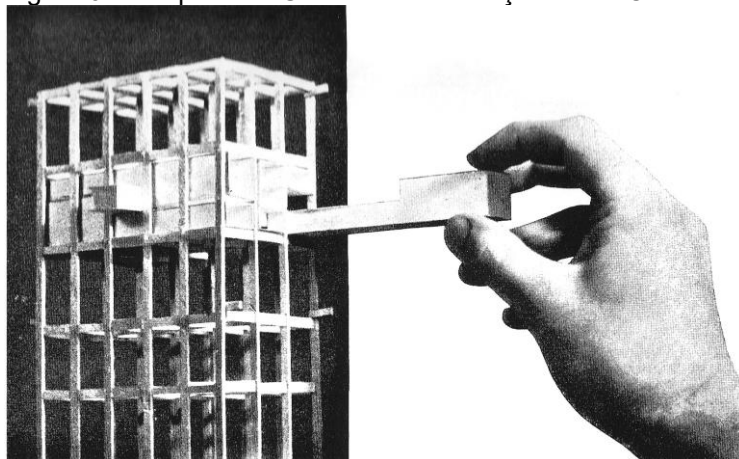
<sup>29</sup> Entendendo *design* no mais amplo sentido do termo, proveniente do latim *designare* e *signum*, que significa designar, caracterizar, traçar, conceber. A palavra desenho também tem a mesma raiz etimológica. O sentido aqui pretendido, assim, é o de arte e técnica para conceber produtos, sejam eles máquinas, utensílios, mobiliário, edificações, espaços públicos, cidades etc.

durante o processo de projeção, sendo que a sequência aqui apresentada é apenas um recurso para organizar e explicar essa abordagem.

1. Volumetria;
2. Materialidade geral;
3. Materialidade específica;
4. Processos construtivos – analítico;
5. Processos construtivos – tácito.

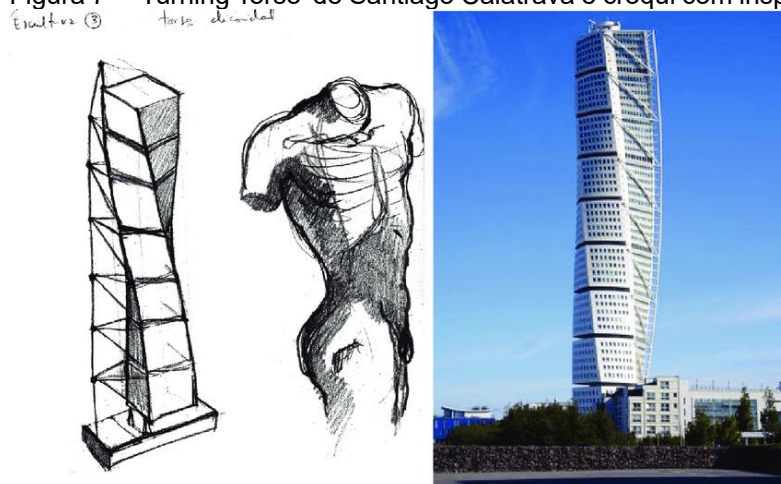
No primeiro tipo, o da volumetria, são consideradas apenas formas e contornos gerais, não importando com materiais ou maneiras de construir. Pode ser expressado por meio de estudos ou croquis preliminares com algum nível de lógica estrutural, como equilíbrio estático, apoios, embora alguns elementos possam “levar”, por exemplo. Esse nível de abordagem é útil em analogias e para o estabelecimento de linhas mestras de raciocínio volumétrico e de organização espacial. Ele também pode ser utilizado na concepção de uma forma cujo processo construtivo já esteja totalmente estabelecido ou que não é uma preocupação no momento da ideia. Por tratar de formas genéricas, esse tipo de abordagem construtiva é utilizado em estudos gerais e preliminares, sendo algo associado a abordagens analógicas. Por exemplo, Corbusier, ao dispor os pavimentos com as mãos, expressa uma analogia, que poderia representar pavimentos transportados por guias e guindastes, assim como feito pela mão na maquete (FIGURA 6). De maneira semelhante, Santiago Calatrava propõe efeito visual volumétrico análogo ao que é possível no corpo humano, o que não necessariamente pressupõe a construção alinhada e, posteriormente, torcida (FIGURA 7).

Figura 6 – Maquete da Unidade de Habitação de Le Corbusier.



Fonte: CORBUSIER (1995, *apud* MACIEL, 2015, p. 193).

Figura 7 – ‘Turning Torso’ de Santiago Calatrava e croqui com inspiração.

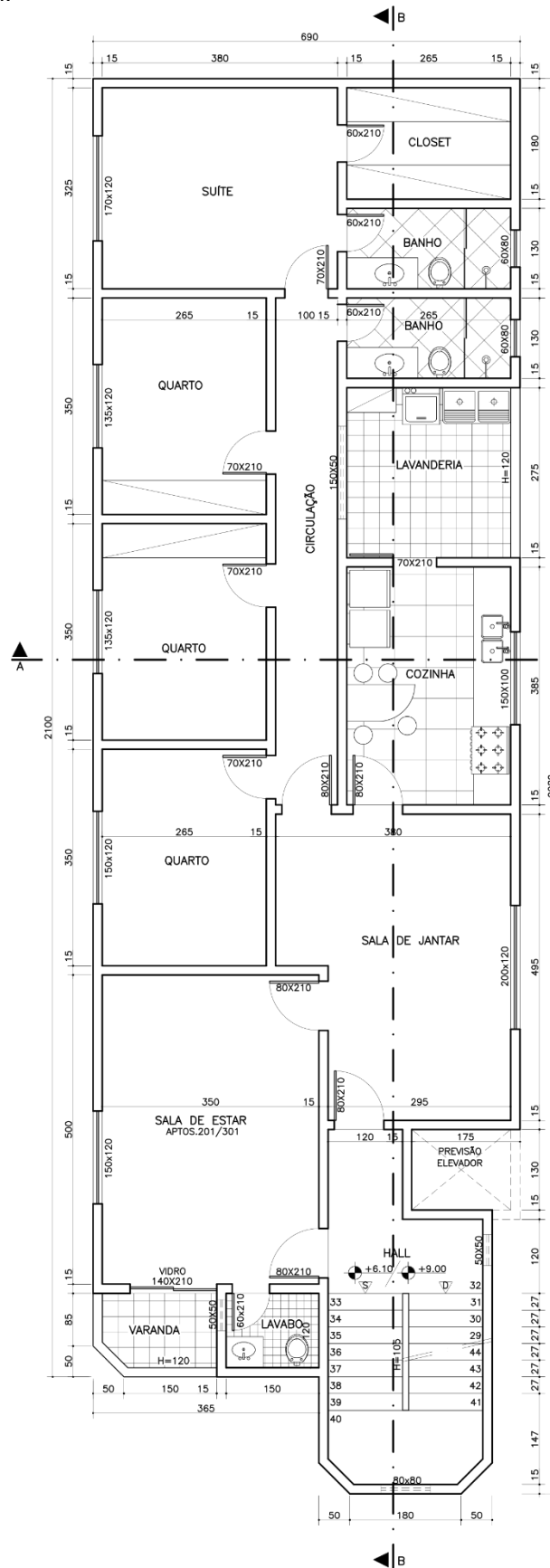


Fonte: disponível na internet em < <https://bit.ly/2DHQaOo> >. Acesso em 28 jan. 2019.

No segundo tipo, o da materialidade geral, os volumes são associados a categorias típicas dos objetos. No caso de arquitetura, parede, porta, janela, cobertura, escada, rampa, dentre outros, são exemplos de categorias (para objetos não arquitetônicos, poderia ser, por exemplo, casca, tampa, furo etc.). Ressalta-se que apenas os contornos são considerados, não se importando de fato com os materiais e componentes envolvidos. Os chamados anteprojetos e projetos legais (ou cadastrais) (FIGURA 8), maquetes de apresentação (FIGURA 9) quando considerados isoladamente, são exemplos dessa abordagem, que é útil para a organização espacial e volumétrica com proporções ligadas aos componentes construtivos previamente conhecidos<sup>30</sup>. Por exemplo, uma parede que é pensada apenas como uma parede genérica, pode ser compreendida apenas como um elemento a ser construído na posição vertical e em segmentos retilíneos. Embutidos na ideia da parede estão princípios de estabilidade estrutural, bem como conhecimento sobre a viabilidade construtiva da mesma, mesmo que ela não seja colocada em discussão e questionamento. Também tende estar embutida a percepção de utilização de técnicas e tecnologias construtivas existentes, mesmo que não sejam de fato plenamente conhecidas por quem propõe a forma.

<sup>30</sup> O termo anteprojeto é utilizado aqui conforme a divisão de fases estabelecida nas normas NBR 6492/1994 (ABNT, 1994) e NBR 13.531/1995 (ABNT, 1995): a inicial, Anteprojeto, contendo representações gerais formais; a segunda, Projeto Básico, contendo especificações de materiais; e a terceira, Projeto Executivo, contendo, além das especificações, desenhos ampliados.

Figura 8 – Planta de projeto arquitetônico para aprovação em prefeitura municipal.



Fonte: acervo do autor.



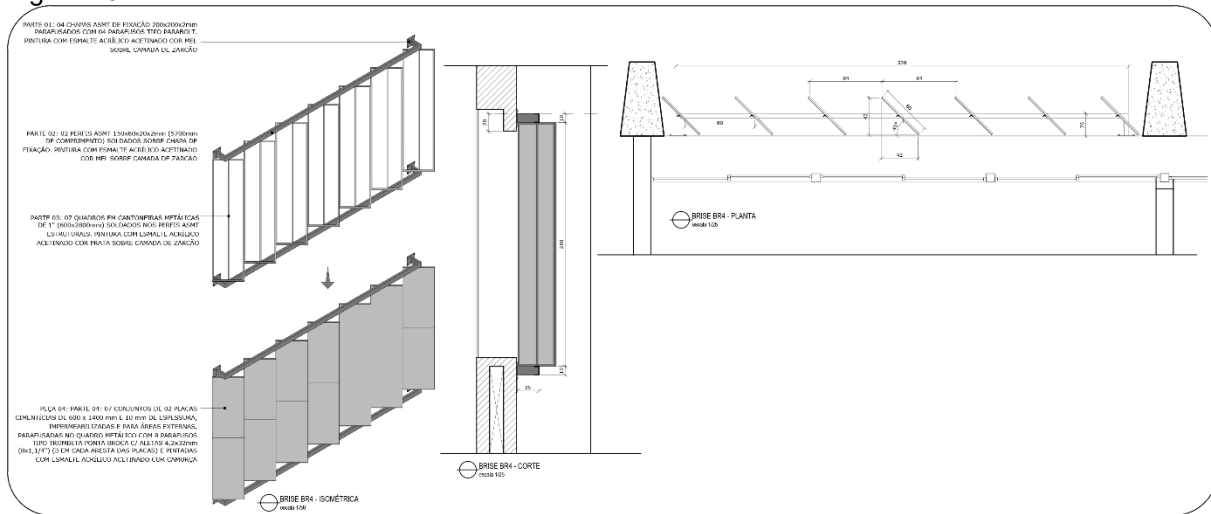
Figura 9 – Maquete de projeto arquitetônico



Fonte: Imagem disponível na internet em < <https://bit.ly/2IPvk2F> >. Acesso em 19 ago. 2018.

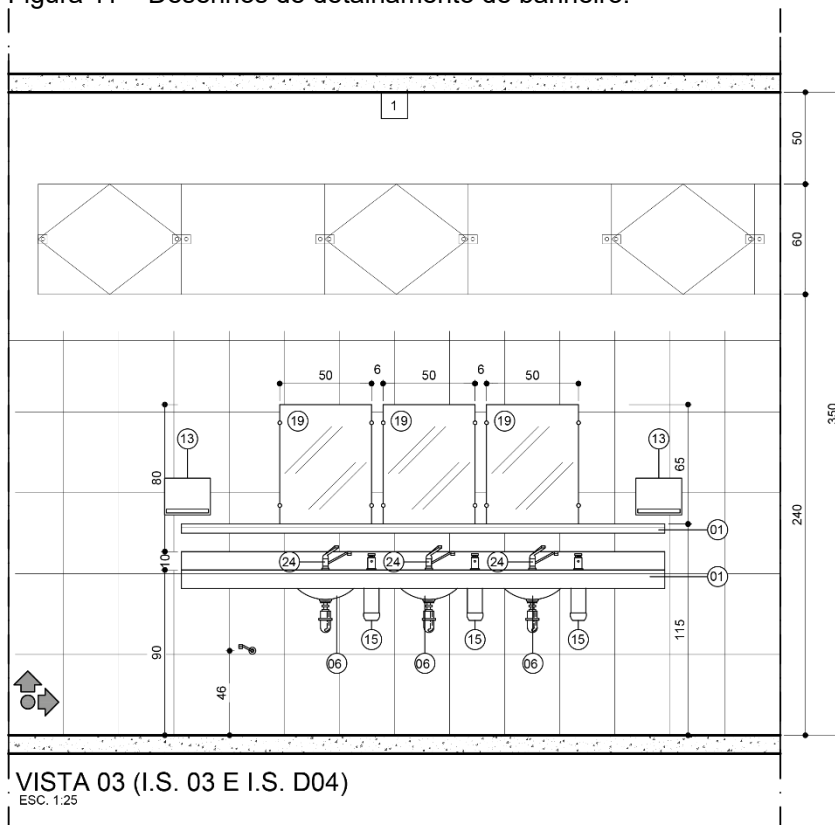
No terceiro tipo, o da materialidade específica, as categorias, como paredes, pisos etc. não são mais genéricos, e sim considerados com descrições ou representações pormenorizadas. Por exemplo, uma parede passa a ter descritos seus materiais, componentes em todas as suas camadas. Uma esquadria tem a descrição das partes e dos elementos de fixação (FIGURA 10). Os desenhos do chamado projeto executivo (conforme NBR 6492/1994 (ABNT, 1994) e NBR 13.531/1995 (ABNT, 1995)), quando considerados isoladamente, são exemplos dessa abordagem, embora descrições detalhadas associadas a representações genéricas também sejam maneiras de identificá-lo (FIGURA 11). Essa abordagem pode ser derivada das anteriormente descritas, como uma espécie de evolução e aprimoramento da ideia a partir de formas genéricas (primeiro a volumetria e depois a descrição da materialidade) ou, em uma abordagem pragmática, o momento específico que a pessoa imagina uma forma que pretende alcançar em função dos materiais que tem disponível. Contudo, ainda sem realizar questionamentos sobre modos de construir.

Figura 10 – Desenhos de detalhamento de brise.



Fonte: acervo do autor.

Figura 11 – Desenhos de detalhamento de banheiro.



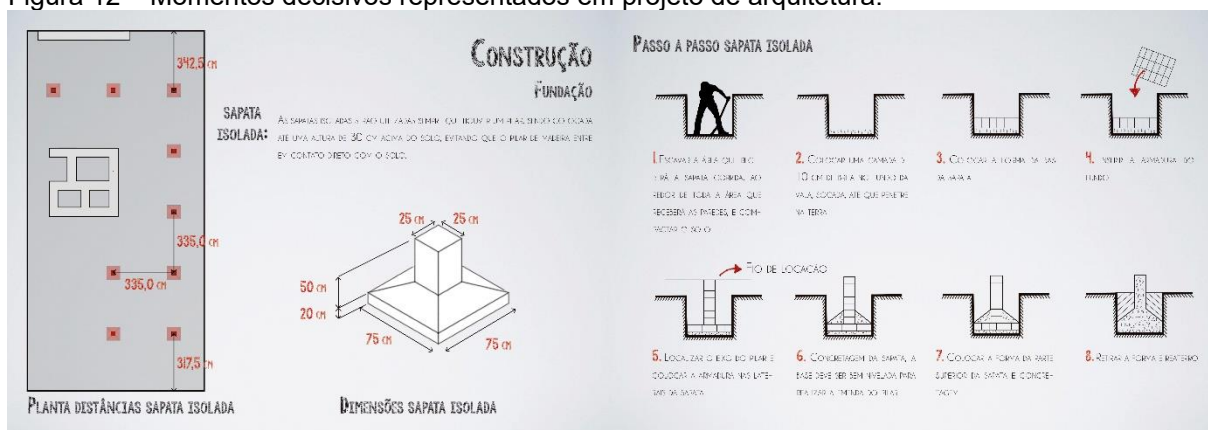
Fonte: acervo do autor.

No quarto tipo, o dos processos construtivos em nível analítico, passa a existir a consideração das técnicas e tecnologias envolvidas para a disposição dos materiais e componentes, o que muitas vezes pressupõe também o uso de máquinas, equipamentos, dispositivos etc. Existe, assim, a consideração direta do trabalho em

68

um período de tempo. Em uma abordagem pragmática, é o raciocínio que avalia possíveis maneiras de dispor os materiais para alcançar a forma desejada ou, de maneira inversa, as possíveis formas alcançáveis de acordo com os materiais e modos de construir conhecidos e disponíveis. Caso o projeto seja desenvolvido segundo abordagens não pragmáticas (canônicas e analógicas) e evolua a partir de formas genéricas abstratas, a abordagem construtiva a nível analítico pressupõe a necessidade de consideração prévia de formas, materiais e componentes construtivos, que julga essa forma previamente considerada ou imaginada. A diferença em relação a uma abordagem pragmática é que, por analogia, por exemplo, é possível propor variações em qualquer aspecto, como nas formas, materiais e no modo de construir. Por envolver a noção de etapas ao longo de um período de tempo, tende a exigir maior dificuldade de representação. Contudo, em determinadas situações é possível descrever as etapas principais, ou momentos decisivos, como na Enciclopédia de Diderot e D’Amblert, escrita no século XVIII e tratada por Sennet (2009, p. 112). Esse tipo de representação pode ser utilizado no próprio projeto (FIGURA 12). Os manuais de construção também utilizam esse princípio de representação dos momentos decisivos (FIGURA 13).

Figura 12 – Momentos decisivos representados em projeto de arquitetura.



Fonte: Projeto desenvolvido por estudante na disciplina Casa Econômica, ofertada no curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMG em 2017.

Figura 13 – Alguns momentos decisivos na construção de alvenarias de blocos de concreto.

PASSO 1



1

Sem usar argamassa, posicione os blocos no início e no fim da parede ao lado dos escantilhões. Nesse caso, como a parede abrigará uma porta, foi colocado um bloco para demarcação do vão.

PASSO 2



2

Para verificar o alinhamento horizontal dos blocos, amarre uma linha nos escantilhões. A linha deverá estar bem-esticada e posicionada na marca da 1ª fiada.

PASSO 7



7

Confira os prumos dos blocos.

PASSO 19



19

Aplique a argamassa em outro bloco da primeira fiada.

PASSO 20



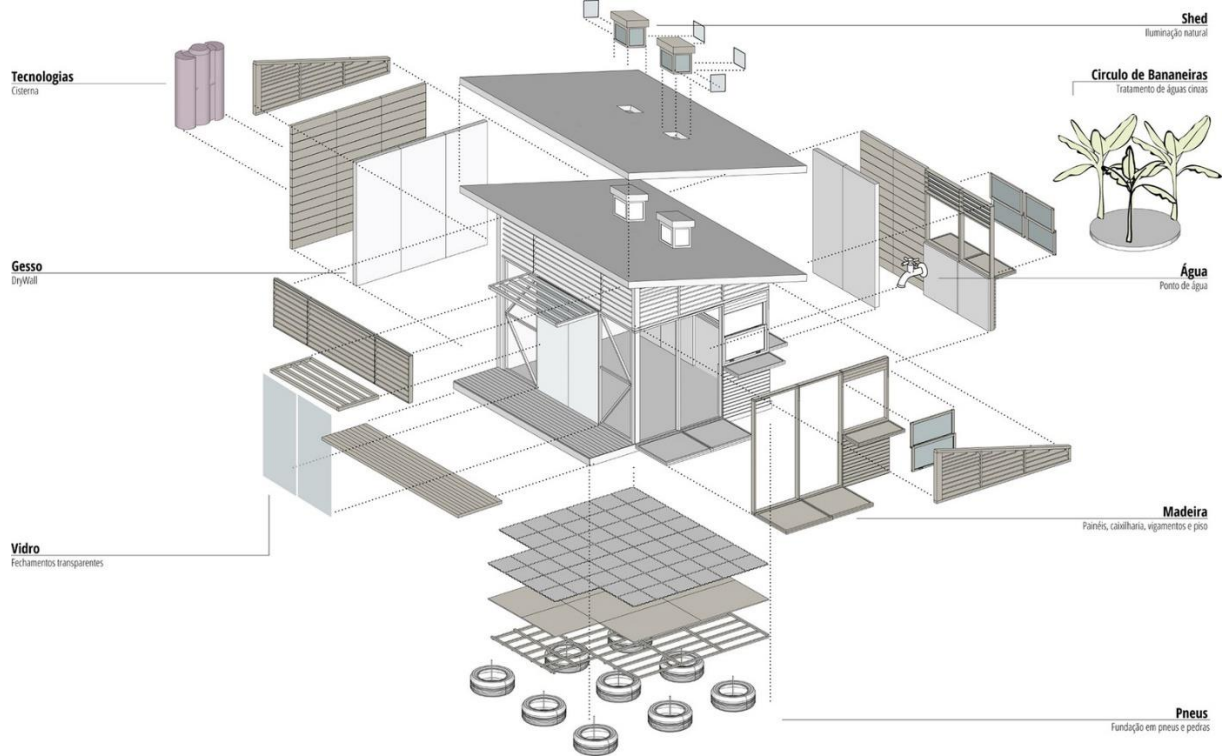
20

Faça o cordão de argamassa do bloco a ser aplicado e assente-o. Os procedimentos deverão ser repetidos até o levantamento completo da parede.

Fonte: PINI, 2009, p. 29-35.

As perspectivas explodidas também podem ser recursos que abordam os processos construtivos em nível analítico (FIGURA 14). Esse tipo de desenho, por si só, já pode esclarecer etapas e sequências construtivas. Informações complementares podem incrementar isso.

Figura 14 – Perspectiva explodida de edificação.



Fonte: BARATTO, 2018.

Os momentos decisivos também podem ser representados por meio de ilustrações que demonstram, inclusive, parte do trabalho e do esforço necessário. O projeto do Método de Autoconstrução Racional de Habitações (MARH), desenvolvido pelo arquiteto Edmar Ferreira Junior exemplifica isso (FIGURA 15).

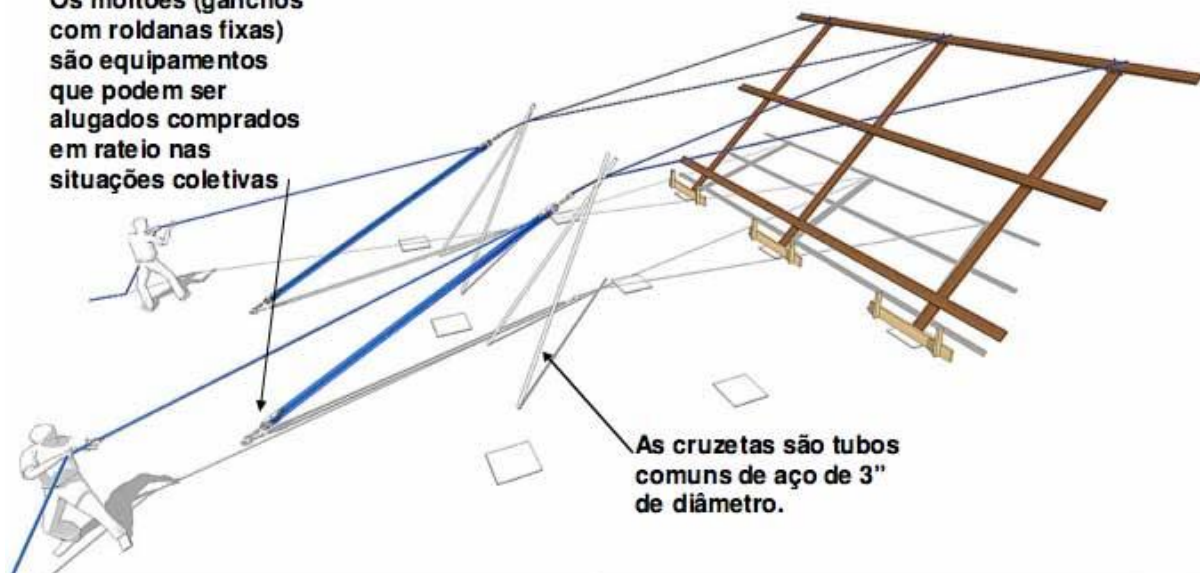


Figura 15 – Exemplo de representação de processo construtivo no Projeto do MARH.

**Em edificações de 02 pavimentos os pórticos estruturais tornam-se bem mais pesados. No entanto, poderemos ergue-los com muita facilidade por meio de cordas, moitões e cruzetas associados.**

**É uma técnica muito comum empregada na montagem de velas de embarcações e também na montagem de estruturas circenses e de tensoestruturas em geral.**

**Os moitões (ganchos com roldanas fixas) são equipamentos que podem ser alugados comprados em rateio nas situações coletivas**



Fonte: MOM/UFMG. Disponível na internet em < <https://bit.ly/2XliFm3> >. Acesso em 24 abr. 2019.

As abordagens construtivas do terceiro e quarto tipo (materialidade específica e dos processos construtivos em nível analítico) podem ser confundidas no que se refere ao detalhamento, expressão tipicamente utilizada em projetos arquitetônicos e de outros objetos. Entretanto, existe uma diferença entre “detalhamento de componente construtivo” e “detalhamento construtivo”. O primeiro é a descrição e/ou representação pormenorizada e minuciosa de elementos como paredes, portas, janelas etc., um desenho ampliado que evidencia melhor o objeto pretendido em suas partes e camadas, associado ao raciocínio da materialidade específica. O outro, embora também possa envolver desenhos detalhados, consiste na consciência e no esclarecimento das técnicas e tecnologias necessárias, cuja finalidade fundamental é esclarecer o quê, como e em quais circunstâncias cada uma das partes serão dispostas até o objeto pretendido ser construído, algo associado ao raciocínio dos processos construtivos. Aumentar o nível de detalhe construtivo costuma exigir aumento do nível de descrição de componentes, mas não necessariamente de representação gráfica e visual, um dos principais responsáveis pelo dispêndio de

tempo num projeto. Nota-se que esses dois tipos de detalhamento são, por vezes, tratados equivocadamente como sinônimos, no sentido de que um conjunto de desenhos ampliados e detalhados são, por si só, suficientes para a execução. Ressalta-se que as normas NBR 6.492:1994 e NBR 13.531:1995, importantes referências balizadoras do desenvolvimento de projetos arquitetônicos no Brasil, caracterizam Projeto Executivo como um conjunto de informações que vão além da descrição dos componentes construtivos, isto é, algo no sentido de detalhamento construtivo. Conforme a NBR 6.492:1994,

“[O] Projeto Executivo apresenta, de forma clara e organizada, todas as informações necessárias à execução da obra e todos os serviços inerentes”. (ABNT, 1994).

Já conforme a NBR 13.531:1995,

“Projeto para Execução (PE) é a etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à licitação (contratação) e à execução dos serviços de obras correspondentes”. (ABNT, 1995).

O quinto tipo de abordagem, o dos processos construtivos em nível tácito, corresponde ao julgamento dos modos de construir levando-se em consideração a experiência construtiva vivida, envolvendo aspectos como dificuldade, habilidade, destreza, manha (no sentido de segredos e habilidades decorrentes da prática e da experiência), ergonomia, segurança, precisão etc., mas algo no sentido de sensações, daquilo que só é percebido e aprendido por quem realmente desempenha a técnica. Ressalta-se que isso depende de crítica sobre a mesma, buscando identificar os motivos, razões e implicações de cada etapa.

Em se tratando de objetos menores, como móveis, instrumentos musicais etc., é possível que a mesma pessoa que projeta também construa, aproximando da ideia de artífice apresentada por Sennet (2009), em contraposição ao técnico que, embora também detenha conhecimento tácito construtivo, apenas repete formas, materiais e processos ou segue ordens. Essa diferenciação entre técnico e artífice parte da ideia apresentada por Sennet (2009) sobre o *Animal laborens*, que toma o trabalho como um fim em si mesmo, e o *Homo faber*, que é o juiz do labor e da prática. Enquanto o *Animal laborens* fixa-se na pergunta “como?”, o *Homo faber* se fixa na pergunta “Por

quê?” (SENNET, 2009, p. 16-17). Assim, um técnico seria considerado um *Animal laborens*, aquele que conhece e é capaz de realizar uma técnica conhecida, pressupondo de que não existe o esclarecimento sobre a própria técnica e principalmente sobre as finalidades daquilo que se está produzindo. Já o artífice é um *Homo faber*, que, ao compreender a técnica e o que se produz, é capaz de aprimorar ou criar em relação a esses dois aspectos, processo e produto. Nota-se que na relação do técnico, o raciocínio (sobre a técnica e o produto) não é intrínseco pois o mesmo já ocorreu por meio de outro sujeito, sendo que ele aplica esse conhecimento em diferentes situações. Já o artífice, quando não é o criador da técnica ou do produto, é capaz de aprimorá-los constantemente. A distinção entre técnico e artífice nem sempre é clara, de modo que um técnico pode ser artífice em algum nível e um artífice pode lidar com algumas questões como um técnico. Trata-se, assim, da maneira que o sujeito lida com a técnica, com o projeto e com o que se produz. A abordagem construtiva a nível tácito é a equivalente à do artífice, e não à do técnico. Porém, no caso de objetos maiores e complexos, como os arquitetônicos, isso se torna mais difícil – ou até mesmo impossível em várias situações –, fazendo com que quem raciocina sobre formas, materiais e processos não é quem executa. Além disso, são raras as pessoas que detêm habilidades de projeto de arquitetura e, ao mesmo tempo, das técnicas construtivas, até mesmo porque são atividades econômicas distintas na contemporaneidade. O que mais se aproxima disso são as construções de menor complexidade e escala, como as de caráter efêmero e em situações de emergência. No caso da autoconstrução ou autoprodução, muitas vezes vinculadas a níveis socioeconômicos menos favorecidos, a pessoa que constrói detém conhecimentos tácitos, mas sua atuação tende a ser muito mais próxima da de um técnico, que repete soluções conhecidas, do que de um artífice, que conhece, compreende e aprimora tanto o objeto construído quanto o seu modo de construir. Ressalta-se, contudo, que também existem situações mais próximas ao artífice, cujas soluções são tratadas às vezes como gambiarras<sup>31</sup>.

Os raciocínios dos processos construtivos (o quarto e o quinto tipos) podem ser verificados nos conceitos de *DiY – Do It Yourself* (Faça Você Mesmo) e o *How-to* (“Como fazer” ou “Como conseguir”). O *DiY*, como tratado por Kuznetsov e Paulos

---

<sup>31</sup> Bouffleur (2006) analisa as chamadas gambiarras entendendo-as como técnicas ou procedimentos alternativos, notando que diversas soluções improvisadas demonstram relevantes níveis de criatividade com contribuições socioeconômicas e ambientais.



(2010), é a criação, modificação ou reparo de objetos sem o auxílio de profissionais por meio de instruções claras. Embora relacionado a objetos amadores e geralmente de baixo nível de complexidade (as primeiras comunidades DiY dedicavam-se à construção de rádios amadores nos anos 1920), nesse princípio os objetos são criados para serem construídos por outras pessoas, o que exige que os processos construtivos sejam considerados durante a fase de concepção do mesmo e que sejam claramente descritos nos manuais de construção ou montagem, o passo-a-passo. Essa maneira informal de descrever a realização de procedimentos, tarefas ou técnicas também se associa à ideia de *How-to*, com livros publicados há séculos<sup>32</sup>. A Enciclopédia de Diderot e D'Amblert (FIGURA 16), escrita no século XVIII, é outro exemplo no sentido de tentar explicar como era a prática de diversos ofícios da época a partir de ilustrações dos momentos decisivos (SENNET, 2009, p. 112).

---

<sup>32</sup> Com o advento da internet e seu alto nível de disponibilização, uma maneira de expressiva divulgação de técnicas baseadas no *How-to* é o site *wikiHow* (WIKIHOW, 2018), atualmente com mais de 40 mil artigos. Segundo a enciclopédia colaborativa online Wikipedia, o *How-to* é uma ideia existente há vários séculos e um dos livros mais antigos de *How-to* publicados é o *A Booke of the Arte and maner how to Plant and Graffe all sorts of Trees, how to set Stones & sow Pepins, to make wyld trees to graffe on, as also remedies and medicines. With divers other newe practises, by one of the Abbey of Saint Vincent in Fraunce* (Um livro da arte e do manuseio, como plantar e fixar todo tipo de árvores: Com vários outros novos treinos, por um da Abadias de São Vicente na França. Tradução do autor), do inglês Leonard Mascall, em 1569 (WIKIPEDIA, 2018).

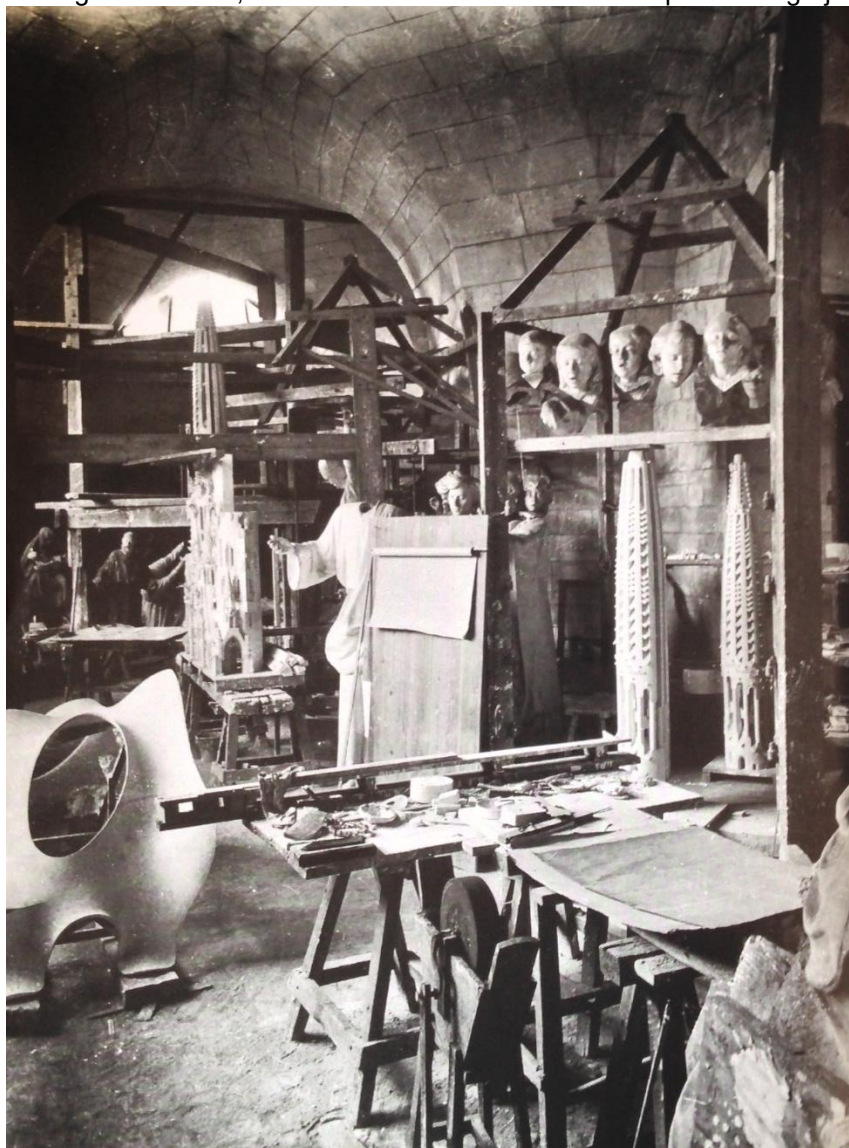
Figura 16 – Ilustração sobre o processo de impressão em letras da Enciclopédia de Diderot e D’Ambliert



Fonte: Imagem disponível na internet em < <https://bit.ly/2XBYjuG> >, acesso em 22 abr. 2019.

O raciocínio dos processos construtivos a nível tácito não pode ser expressado apenas pela representação gráfica. Ele pode ser detectado pelo discurso e, preferencialmente, pela demonstração de conhecimento e habilidade sobre o uso de técnicas e tecnologias construtivas. Exemplo disso pode ser verificado nos registros sobre Antoni Gaudí (1852-1926), que executava vários detalhes de ofícios que ele dominava em suas obras, como nos trabalhos com cerâmica, vitral, ferro forjado e marcenaria, muitos deles realizados em oficinas estabelecidas nos canteiros de obras (FIGURA 17) (CRIPPA, 2003).

Figura 17 – Interior da oficina de Gaudí no canteiro de obras da Catedral de Sagrada Família, com modelos em várias escalas de partes da igreja.



Fonte: CRIPPA, 2003.

Segundo os argumentos expostos sobre os cinco tipos de abordagem, o raciocínio construtivo ocorre fundamentalmente nos dois últimos, os dos processos construtivos a nível analítico ou tácito. É nesses dois que ocorrem os julgamentos e críticas para que pelo menos as duas primeiras perguntas do raciocínio construtivo sejam feitas (*'por que essa forma?'*; *'como a forma é feita?'*; *'esse modo de fazer é adequado'*; e *'existem alternativas?'*). Em contrapartida, as três primeiras abordagens construtivas de projeto (da volumetria, da materialidade genérica e da materialidade específica) consideram apenas o objeto pronto, finalizado, de maneira que os processos construtivos não são uma preocupação, pelo menos no momento de projeto em questão, seja porque as formas estão sendo baseadas em processos construtivos sabidamente conhecidas ou porque esses serão definidos em função das formas estabelecidas inicialmente. Em última análise, as três primeiras abordagens não são suficientes para construir o objeto, mas apenas descrever o resultado pretendido e, no máximo, alguma noção ou princípio de construção, muitas vezes analógico. Isso não significa também que a ideia seja inexecutável, mas sim que, para construí-la de fato, pelo menos a segunda pergunta (*'como a forma é feita?'*) deverá ser respondida, o que já corresponde ao raciocínio construtivo, seja em nível analítico ou tácito.

Vale ressaltar que a representação não é uma expressão direta do raciocínio construtivo do projeto, embora possa ser um indicador. Assim, em um estudo preliminar com desenhos genéricos, por exemplo, é possível que o arquiteto já tenha em sua mente diversas ideias e informações sobre os processos construtivos, mas apenas não as expressou ou não as representou.

A questão que se coloca a partir disso é que, uma vez que o projeto pode ser elaborado sem raciocínio construtivo ou com análises e críticas apenas superficiais acerca disso, em algum momento elas precisam ser feitas e as análises construtivas podem ocorrer de maneira sequencial em relação à forma. No entanto, isso possibilita que os processos construtivos sejam colocados em função das formas, diminuindo-se ou eliminando-se a possibilidade de potencializar a solução do problema por meio de ajustes na própria forma em função de questões construtivas. Por isso, entende-se aqui que o raciocínio construtivo, quando aplicado desde as etapas iniciais do projeto, é favorável à ampliação do potencial criativo do arquiteto e, portanto, favorável à ampliação da potencial capacidade de solução de problemas e ao surgimento de inovações.



Não é sugerido aqui que o arquiteto deva ser o especialista e detentor de todos os conhecimentos de projeto e construção, até mesmo porque, na contemporaneidade, isso pode ser extremamente difícil, talvez impossível. Todo o processo de projeto pode ser realizado em equipes multidisciplinares, como na aplicação dos princípios da engenharia simultânea, que integra diferentes recursos e especialidades internos e externos de uma organização, no sentido de reduzir o tempo de desenvolvimento, o custo e aumentar a qualidade do produto. Contudo, mesmo não sendo especialista, é defendida aqui a necessidade de esclarecimento mínimo dos diversos assuntos, tanto para o arquiteto conversar com os especialistas quanto para realizar outros raciocínios paralelos segundo outros focos importantes (estética, conforto etc.). Todavia, para que isso ocorra de fato desde etapas iniciais do projeto, é necessário que o projeto seja tratado como um processo sistêmico e interativo, com várias ideias e julgamentos paralelos segundo vários focos, e não linear, como em uma linha de produção em que, a cada momento um critério é solucionado como se nenhum outro anterior fosse afetado.

Os conhecimentos analíticos tendem a ser mais prioritários do que os numéricos para o arquiteto, embora os numéricos também possam ser úteis para aprofundamento sobre determinados assuntos. Por exemplo, a noção de análise estrutural em relação à de cálculo estrutural. Como tratado por Kripka (2011), a análise estrutural é a análise dos efeitos de um sistema de forças sobre a estrutura, como ela reage às ações que incidem nela, tanto com relação a esforços como a deformações. Rebello (2000) apresenta a abordagem da estrutura como caminho de forças, no qual os elementos são caminhos pelos quais as forças que atuam sobre a estrutura devem transitar até chegar no destino final, geralmente o solo (ou a água, como em navios, plataformas petrolíferas no mar etc.). Os sistemas estruturais também podem ser analisados por meio de modelos físicos analíticos, como maquetes, protótipos ou com sistemas criados para essa finalidade, como o Kit Mola (FIGURA 18)<sup>33</sup>. O concurso “A Ponte”, geralmente parte da feira Minascon, exemplifica a utilização de modelos físicos (FIGURA 19)<sup>34</sup>. Já o cálculo estrutural é o conjunto de operações matemáticas

---

<sup>33</sup> O Kit Mola é um conjunto de molas com ímãs, esferas de aço e outras peças criado pelo arquiteto Márcio Sequeira de Oliveira após análises sistemáticas realizadas durante sua pesquisa de mestrado (OLIVEIRA, 2008). Como descrito no site do produto na internet, o modelo físico interativo simula o comportamento de estruturas arquitetônicas e permite visualizar as deformações de seus elementos e ter uma experiência sensorial do comportamento das estruturas utilizando as próprias mãos (disponível na internet em < <https://bit.ly/2N9VVLr> >, acessado em 28 mai. 2019).

<sup>34</sup> Esse concurso propõe a construção de um protótipo de uma ponte de palitos de madeira e cola branca que deve resistir a crescentes cargas para a análise do desempenho da estrutura. O Minascon é um evento unificado da construção civil e ponto

(geralmente complexos, extensos e com significativo dispêndio de tempo) que simulam com significativa precisão os esforços atuantes na estrutura com a finalidade de dimensionar os elementos estruturais. Em diversas situações, para o desenvolvimento de uma ideia, apenas o conhecimento analítico e pré-dimensionamentos (cálculos simplificados de menor precisão, mas rápidos e práticos de serem realizados) são suficientes para que análises e críticas importantes possam ser feitas.

Figura 18 – Kit mola estrutural.



Fonte: Mola Model. Disponível em < <https://molamodel.com/> >. Acesso em 28 mai. 2019.

Figura 19 – Concurso “A Ponte”



Fonte: ARCOWEB, 2015.

---

de encontro entre todos os envolvidos na cadeia produtiva do segmento (site do evento disponível na internet em < <https://bit.ly/2XvtCuP> >, acessado em 18 fev. 2018). Diversos vídeos na internet sobre o concurso podem ser encontrados, como os disponíveis em < <https://bit.ly/2KuaQ0L> >, < <https://bit.ly/31lnQFr> >, < <https://bit.ly/2x1WSq> >, dentre outros (acessados em 28 fev. 2018).

Nesse contexto, os modelos virtuais possuem significativo e crescente potencial (principalmente a partir dos anos 2000). No entanto, as simulações ainda são majoritariamente realizadas para a representação do objeto finalizado, sendo que os processos construtivos ainda precisam ser abstraídos. Avanços nesse sentido são verificados nos chamados *softwares* 4D ou 5D (tempo e custo além das três dimensões espaciais), em que é possível projetar considerando fases, movimentos de máquinas e equipamentos e o avanço dos cronogramas físico-financeiros, como nos *softwares* BIM – *Building Information Modeling* (Modelo de Informações da Construção). Contudo, sobre a simulação de técnicas construtivas de fato, não existem ferramentas computacionais que façam isso<sup>35</sup>.

### 3.3.2 Ênfases do raciocínio construtivo

O raciocínio construtivo, como comentado, é o pensamento que julga a capacidade construtiva de uma ideia de um objeto durante sua idealização, o projeto. Por ser um julgamento, depende dos pontos de vista e dos princípios defendidos de quem julga. Quando a possibilidade técnica é vencida, outros julgamentos derivados podem surgir, proporcionando ênfases. Por exemplo, a busca por maneiras de construir mais rápidas, mais baratas, mais eficientes, mais fáceis, mais seguras, e assim por diante.

Os termos *buildability*, *constructability*, *practicality* e facilidade são exemplos de ênfases do raciocínio construtivo. O termo *buildability*, ou capacidade de construção, é utilizado geralmente para se referir às ideias e soluções de projeto que permitem construções eficazes em termos de utilização de recursos humanos, ambientais, financeiros, dentre outros, o que o aproxima do conceito de sustentabilidade, cuja discussão se tornou crescente no século XXI. A capacidade de construção, como tratado por Bayl-Smith (2015), implica reconhecer quais aspectos estéticos, funcionais e de sustentabilidade dependem de conhecimentos individuais e coletivos sobre tecnologias construtivas e suas formas de implementação. Mbamali *et al.* (2005), ao investigar as práticas construtivas na Nigéria, associa a expressão “capacidade de

---

<sup>35</sup> Até o momento de elaboração da presente pesquisa, nenhuma ferramenta computacional nesse sentido foi identificada. De todo modo, caso existam, não são difundidas na prática profissional de arquitetos, pelo menos no Brasil. Por exemplo, o *Autodesk Revit Architecture* (<https://www.autodesk.com/products/revit/architecture>, acesso em 30 jan. 2019) possui o recurso de representação de fases da construção, isto é, de momentos decisivos. O *Autodesk Navisworks* (<https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview>, acesso em 30 jan. 2019) permite a simulação de movimentos, como de máquinas, equipamentos e elementos construtivos, além da verificação de conflitos de geometria. Ele também representa os momentos construtivos, com a diferença de ser de uma maneira mais sofisticada. Contudo, a construção de fato, que inclui o trabalho necessário de homens e máquinas, ainda não é simulada.

construção” a facilidade e eficiência construtiva incorporadas aos projetos em soluções baseadas em padronização e simplicidade.

O termo *constructability*, ou construtibilidade, é pesquisado por Hiley e Yagci (2001). Conforme definido pela *Construction Industry Research and Information Association – CIRIA* (Associação de Pesquisa e Informação da Indústria da Construção) (CIRIA, 1983 *apud* HILEY e YAGCI, 2001), é o nível que o projeto de um edifício possui para facilitar sua construção quando sujeito a todos os requisitos necessários para construí-lo. Illingworth (1984, *apud* Hiley e Yagci, 2001) sugere que "por construtibilidade se entende projeto e detalhamento que reconhecem os problemas do processo de montagem para alcançar o resultado desejado de forma segura e, pelo menos, o custo para o cliente". A integração do conhecimento da construção na fase de projeto é aceita como sendo a atividade mais importante para promover a implementação da construtividade (O'CONNOR *et al.*, 1987, *apud* HILEY e YAGCI, 2001). Hiley e Yagci (2001) salientam que a separação entre projeto e construção teve início no Renascimento e foi reforçada na Revolução Industrial com a incorporação de técnicas de engenharia para contribuir na complexidade dos projetos e na fragmentação de tarefas (FELIX e GEORGINA, 1998, *apud* HILEY e YAGCI, 2001). Ainda conforme Hiley e Yagci (2001), Emmerson (1962, *apud* Hiley e Yagci, 2001), em seu relatório preparado para o Ministro das Obras do Reino Unido em 1962, foi um dos primeiros a examinar a construtibilidade em termos da falta de estreitas relações entre arquitetos e construtores. Segundo Hiley e Yagci (2001), as décadas de 1960 e 1970 foram períodos em que a construção no mundo apresentou falhas em termos de fornecimento de projetos eficientemente, custo e qualidade satisfatória. Enquanto no passado profissionais experientes geralmente eram capazes de resolver problemas de construtibilidade no local, a complexidade dos projetos conduziu a maiores especializações e, paralelamente, a legislação fomentou a fragmentação e o isolamento das etapas de projeto e construção. Ainda segundo Hiley e Yagci (2001), diversas pesquisas apontam que os fatores que afetam a construtibilidade incluem eficiência de projeto, educação, sistemas de *feedback*, consciência da importância das decisões iniciais de projeto e do estabelecimento de condições adequadas para promover a integração entre projeto e construção. Aspectos contratuais também são considerados, como a comunicação entre projetistas e empreiteiros e a escolha de métodos construtivos e de aquisições. O tema geralmente é associado à ideia de



busca por padronizações – que também favorecem aprimoramentos –, redução de componentes e uso de elementos pré-fabricados para reduzir o tempo de construção, adversidades do clima e erros de construção no local. Nota-se significativa associação do termo à busca por produtividade, eficiência, qualidade e menor tempo de construção.

É importante destacar a diferença de ênfase desses conceitos. Primeiramente, facilidade e simplicidade são coisas distintas. Facilidade é a característica do que se faz sem ou com poucas dificuldades ou obstáculos, o que necessariamente depende de aptidões, habilidades e conhecimentos. É algo relativo para cada indivíduo ou grupo. Embora simplicidade também seja associado à noção de pouca complicação, é fundamentalmente a qualidade do que não é composto ou complexo. Dependendo da pessoa, algo simples pode ser considerado difícil e vice-versa. Construir de maneira mais simples, visando reduzir o tempo, não necessariamente implica em algo mais fácil, o que pode ter implicações qualitativas no processo e no resultado. Velocidade de construção e qualidade do objeto construído não correspondem a fatores necessariamente interdependentes. Hyde (1995) chama a atenção para isso e identifica que as pressões sobre arquitetos e construtores em relação a prazo desenvolve complicações e distorções sobre a noção de praticidade que, ao invés de remeter à qualidade, é modificada pela ideia de velocidade de construção. Nesse sentido, ele identifica o desejo por alguns pesquisadores sobre o assunto em não usar o termo *practicality* (praticidade), mas sim *buildability* (capacidade de construção), já que esta última enfatiza a facilidade de construção, e não o tempo.

Em primeira análise, o termo *buildability* se aproxima da ideia de raciocínio construtivo aqui tratada. Mas eles não são sinônimos. O raciocínio construtivo se refere ao esclarecimento sobre as questões construtivas envolvidas, que não necessariamente devem implicar em facilidade. De acordo com o contexto, a construção mais complexa pode ser a desejada, como tratado por Arantes (2010) sobre a construção de edifícios contemporâneos de caráter monumental e espetacular. Segundo o autor, edifícios como os criados por Rem Koolhaas, Frank Ghery, Zaha Hadid entre outros arquitetos reconhecidos internacionalmente, são projetados como mercadorias complexas com expansão da estética das aparências, cada vez mais sofisticadas e chamativas, em que a provocação da imagem desmancha qualquer propósito construtivo. Arantes (2010) destaca que nesse tipo de edificação existe a busca pela renda da forma, que

significa “a utilização da arquitetura para obtenção de ganhos monopolistas derivados da atração proporcionada por suas formas únicas e impactantes” (ARANTES, 2010, p. 93). Como seus objetivos envolvem questões econômicas e financeiras que vão além do próprio edifício (de certa forma o edifício é uma espécie de isca para atrair investimentos, turistas etc.), questões como a busca pelo menor custo, menor tempo de construção ou simplicidade técnica podem se tornar secundárias ou, pelo menos, algo em função da forma. Embora possa existir diminuição do nível de capacidade de construção (pois o edifício pode se tornar mais difícil e complexo de ser construído), o raciocínio construtivo durante toda a concepção formal para viabilizar sua realização pode ser significativamente mais elevado do que em edifícios ordinários. Nesses casos complexos, não são procuradas soluções formais que permitam maneiras mais simples de se construir, mas, pelo contrário, formas e volumetrias diferenciadas dentro do universo de possibilidades oferecido pelas técnicas e tecnologias construtivas existentes e criadas nesse processo. Isso demonstra que a capacidade de construção vinculada a aspectos como velocidade, facilidade e racionalidade construtiva é apenas uma das maneiras de se ter o raciocínio construtivo. São aspectos conjunturais compreendidos como relevantes após o raciocínio construtivo em determinado contexto.

Já o termo exequibilidade refere-se à busca por uma maneira de materializar a ideia, independentemente da dificuldade. O termo também não sugere a noção de avaliação das implicações e consequências de uma solução exequível, de modo que basta que se encontre uma solução executável que a exequibilidade será alcançada.

Outras ênfases podem ser feitas, como na logística do canteiro de obras, sequências construtivas, condições de trabalho, níveis de segurança, perigo, dentre outras. Assim, várias ênfases podem ser buscadas, de acordo com os princípios e pontos de vista de quem julga, quem realiza o raciocínio construtivo.

### **3.3.3 Artesanato, manufatura, indústria e raciocínio construtivo**

Por se relacionar com o modo de fazer, é apresentado aqui breve entendimento sobre a relação do raciocínio construtivo com os modos produtivos que, de um modo geral, podem ser divididos em três: artesanato, manufatura e indústria que, na história das

sociedades, foram desenvolvidos nessa sequência, o que indica que são, de certo modo, evoluções e aprimoramentos dos processos produtivos.

Dentro da noção apresentada sobre as abordagens construtivas de projeto, o artesanato, o modelo mais antigo, se caracteriza fundamentalmente pela abordagem construtiva em nível tácito, aquela em que a pessoa é ao mesmo tempo projetista e construtora. As técnicas e tecnologias envolvidas no artesanato são fundamentalmente manuais, podendo implicar, em relação às demais, em limitações de precisão, produtividade, resistência etc.

A manufatura é um modo de produção em que a técnica, embora ainda seja artesanal, possui organização e divisão do trabalho mais complexa, algo não identificado no modo artesanal. O que era feito por uma única pessoa passa a ser feito por dois grupos, um que elabora, projeta, planeja e organiza, e outro que executa, que constrói. O que executa, por não participar do projeto, não atua mais como um artífice, e sim como um técnico que, em última análise, pode ser substituído por máquinas ou, em determinadas situações, até mesmo por animais. No extremo dessa compreensão, essa pessoa – ou máquina, ou animal – não precisa raciocinar, mas apenas executar. Nos termos de Sennet (2009), é um *Animal laborens*<sup>36</sup>. Já o grupo que projeta, por não executar, não possui conhecimento tácito e, como consequência, trata de questões construtivas em nível analítico. Na indústria, ocorre basicamente o mesmo, com a diferença que operários são substituídos em vários locais e momentos por máquinas, além dos processos se tornarem mais complexos e melhor controlados pelo grupo que planeja.

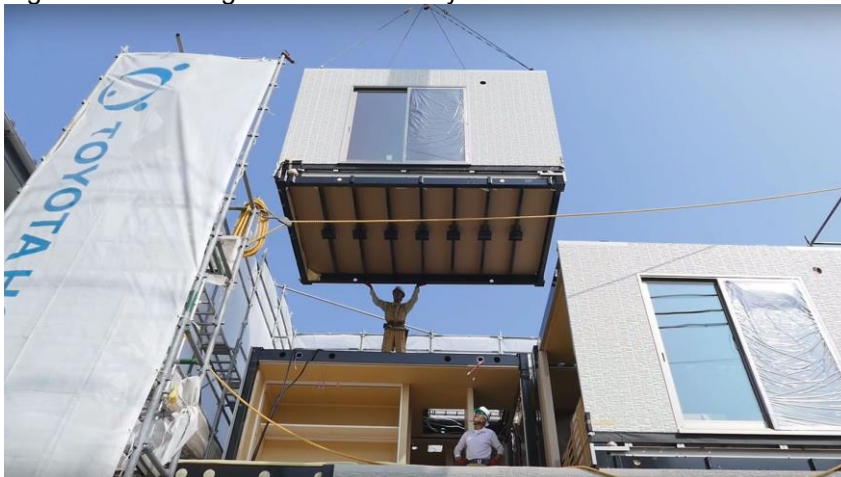
A produção de objetos arquitetônicos e a construção civil, de um modo geral, ainda é muito mais ligada à manufatura do que à indústria, como tratado por Ferro (2006), inclusive nos países melhor estruturados econômica e socialmente – o chamado mundo desenvolvido. Embora alguns componentes construtivos sejam produzidos industrialmente (metais, louças, revestimentos etc.), não é comum existir linha de produção no canteiro de obras e a construção ocorre fundamentalmente de maneira artesanal, sendo necessários vários operários para moldar e dispor cada elemento em seu respectivo local. Além disso, existem muitos ajustes feitos pelos operários,

---

<sup>36</sup> Lembrando que, como colocado anteriormente, nos termos de Sennet (2009), em diversos momentos o *Homo faber* atua como *Animal laborens*, e vice-versa.

aproximando ainda mais de produções artesanais (em algumas questões isoladas, os operários atuam como artífices). Ressalta-se que isso é uma análise geral, sendo que em cada caso existem variações de proximidade ou afastamento dos processos artesanais. Exemplos, como a Toyota Home e Sekisui Heim<sup>37</sup> tratadas por Linner e Bock (2012), podem ser compreendidas como processos predominantemente industriais, apesar de serem ainda casos isolados e raros. Essas empresas fabricam residências em linhas de produção, assim como carros e outros bens de consumo. Basicamente são fabricados módulos em fábricas com dimensões adequadas ao transporte por caminhões, que podem ser personalizados segundo uma vasta lista de opções, todas devidamente ajustadas na linha de produção. Após isso, os módulos são levados ao local de construção e assentados em uma fundação construída no local, geralmente de concreto armado (FIGURA 20). Por fim, operários realizam as conexões e arremates entre os módulos. Com exceção dessas duas etapas descritas por último (fundações e arremates), que ainda correspondem à lógica manufatureira, todos os demais processos ocorrem segundo uma lógica industrial.

Figura 20 – Montagem de casa da Toyota Home.



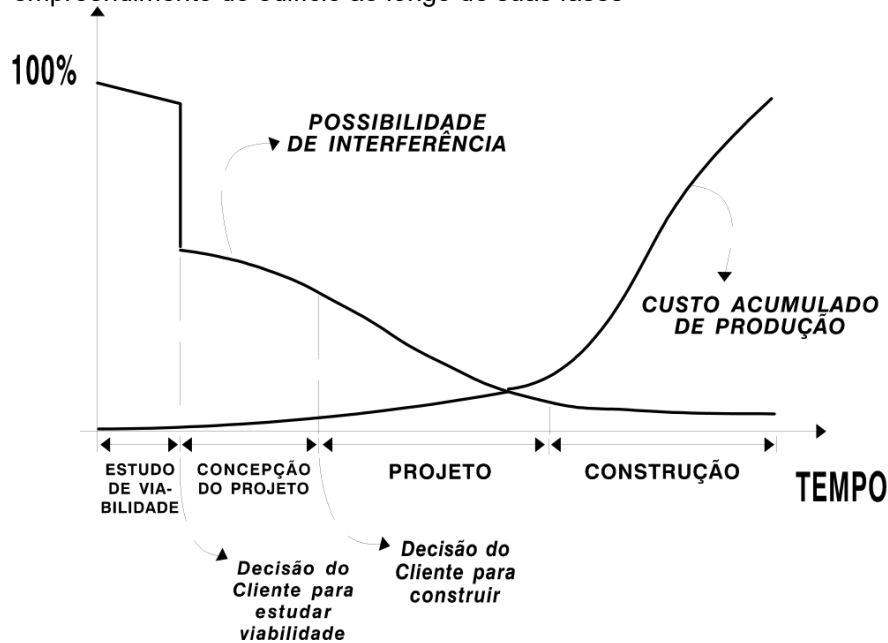
Fonte: ADOLPHUS, 2016.

A separação entre aqueles que projetam e os que constroem não é, por si só, problemática. Uma breve análise sobre a produção arquitetônica dos últimos duzentos anos é capaz de demonstrar diversos e intensos avanços e aspectos positivos nesse

<sup>37</sup> Os sites na internet da Toyota Home e Sekisui Heim estão disponíveis respectivamente em < <https://bit.ly/2xd0ABB> > e < <https://bit.ly/2xf4qdm> >, ambos acessados em 06 jun. 2018.

modo de produção. O que é considerado aqui como problemático é a fragmentação do processo que faz com que forma e construção não sejam consideradas paralela e sistemicamente, diminuindo o potencial criativo de soluções dos problemas e aumentando o potencial gerado de incoerências e inconsistências nos processos construtivos e no objeto construído resultante. Nesse processo fragmentado, observa-se uma tendência ao seguinte: arquitetos planejam as formas gerais; as formas, uma vez aprovadas por clientes e instâncias legais, são encaminhadas para outros arquitetos e engenheiros detalharem os componentes construtivos, mas com pouca ou nenhuma autonomia para reverem aspectos das formas gerais; em seguida, os desenhos detalhados são encaminhados para outros engenheiros elaborarem o planejamento e o cronograma de obras, novamente com pouca ou nenhuma autonomia para reverem aspectos das etapas anteriores. Em seguida, esse conjunto de projetos e documentos é encaminhado para um engenheiro (que não participou dos projetos) fiscalizar e supervisionar a execução, além de determinar detalhes do uso das técnicas e tecnologias. Essa espécie de roteiro de produção de projetos às vezes é levemente aprimorada com a presença de arquitetos e engenheiros que compatibilizam os projetos, cuja tarefa consiste fundamentalmente em eliminar inconsistências graves, como diferentes elementos ocupando o mesmo lugar no espaço. No entanto, a compatibilização tende a ser feita apenas no nível de ajuste espacial e geométrico, uma espécie de acomodação dos diferentes elementos. Etapas anteriores, quando ultrapassadas, tendem a não ser revisadas, até mesmo porque podem envolver significativos custos e tempo. Como tratado por Fabricio (2002), quanto mais se desenvolve um projeto, maior é o custo acumulado de produção e menor a possibilidade de interferência, principalmente devido aos custos e ao tempo (FIGURA 21).

Figura 21 – Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases



Fonte: HAMMARLUND e JOSEPHOSON, 1992, *apud* FABRICIO, 2002, p. 72.

Se o retorno a etapas anteriores gera problemas financeiros, de tempo e de gestão do processo de projeto, desenvolver o projeto desde etapas iniciais com raciocínio construtivo demonstra ser algo que caminha no sentido de soluções coerentes e adequadas com a diminuição da necessidade de interferência em decisões anteriores.

### 3.4 Evidências históricas

Os argumentos apresentados até aqui partem do princípio de que forma e construção são dois aspectos inter-relacionados em arquitetura. Todavia, alguns casos demonstram que, mais do que para criar soluções, essa interação entre forma e construção é capaz de produzir importantes inovações, isto é, maneiras novas e relevantes de abordar o problema e solucioná-lo. São apresentados a seguir alguns exemplos na história.

Addis (2009) demonstra, por meio de diversos exemplos desde a antiguidade até a contemporaneidade, quais os principais avanços técnicos e científicos (em matemática, geometria, física, materiais, ferramentas, equipamentos, tecnologias etc.) que permitiram a construção de novas formas e modos de organização dos espaços resultantes. Conforme Addis (2009), por volta de 1.500 a.C., para construir templos e

palácios que eram encomendados pelos soberanos nas dinastias egípcias, eram buscados os mais altos níveis de tecnologia possível que, naquela época, eram principalmente de pedra e com base empírica. A influência de aspectos de peso e capacidade de deslocamento dos materiais no afastamento das colunas dos templos era um aspecto importante, mesmo quando havia o conhecimento técnico e tecnológico. Exemplo disso é uma viga na ilha de Samotrácia, ao norte do Mar Egeu, com 6 metros de comprimento e datada do século IV a.C. com seção transversal variável, de modo que é maior no centro e menor nas extremidades, como se estivesse de acordo com o diagrama de momento fletor (FIGURA 22). Esse tipo de solução, no entanto, não era comum, mesmo resultando em vigas mais leves e capazes de vencer vãos maiores, provavelmente devido a questões de dificuldade técnica e construtiva e dos custos decorrentes disso. Ou seja, trata-se de uma solução que, embora possível do ponto de vista técnico e tecnológico, provavelmente era tida como inconveniente.

Figura 22 – Seção de uma viga de pedra usada para sustentar um teto de mármore com caixotões, da Samotrácia, fim do século IV a.C.



Fonte: ADDIS, 2009, p. 19. Reprodução do autor.

As construções antigas de alturas elevadas quase não possuíam aberturas e os ambientes eram pequenos quando comparados ao espaço ocupado pelos materiais, como o Templo e Zigurate em Uruk (FIGURA 23). Templos da Mesopotâmia tinham paredes espessas, com 10 metros de espessura, como o Palácio de Naram-Sim, por volta do século XXIII a.C. A abertura de vãos maiores surge a partir do desenvolvimento de técnicas e do conhecimento sobre os materiais, de modo que uma viga de pedra poderia ser apoiada apenas nas extremidades, desde que o vão e as dimensões dessa viga permitissem. Isso significa que foram desenvolvidas técnicas de empilhamento de materiais verticalmente com resistência suficiente para suportar o que era colocado acima. A Figura 24 e a Figura 25 apresentam exemplos disso no Templo de Luxor, do século XIV a.C. e no Templo de Afaia, por volta do século VI a.C. Contudo, o vão ficaria limitado às dimensões de uma viga, cujas dimensões dependiam também de seu peso e técnicas de transporte.

Figura 23 – Templo Branco e Zigurate em Uruk (Warka), 3200 -3000 a.C.



Fonte: Disponível na internet em < <https://bit.ly/2L2eTkz> >, acessado em 30 jan. 2018.

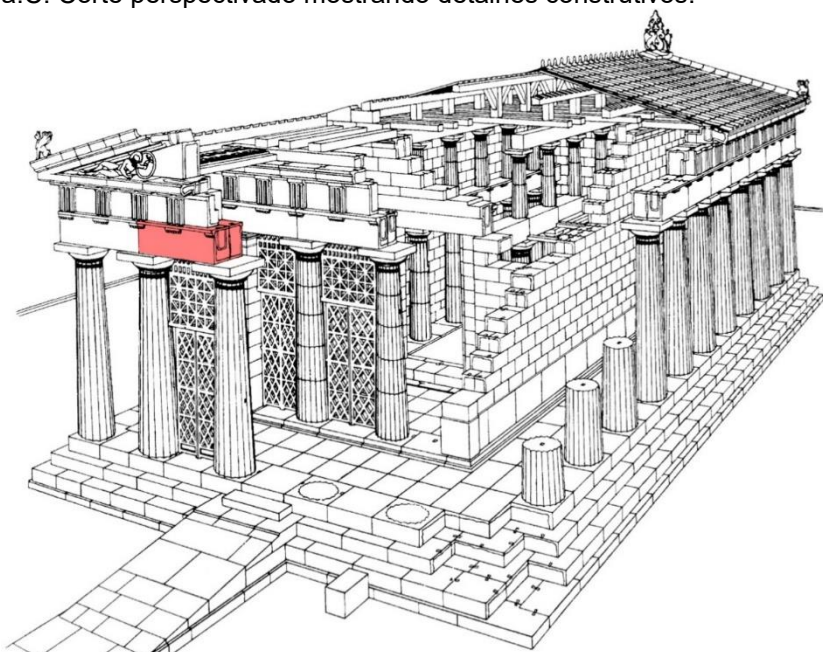
Figura 24 – Templo de Luxor, construído no século 14 a.C.



Fonte: imagem disponível na internet em < <https://bit.ly/2XXdaAt> >, acessado em 30 jan. 2018. Editado pelo autor, destacando viga apoiada em duas colunas.



Figura 25 – Templo de Afaia, Egina, Grécia, construído por volta de 500 a.C. Corte perspectivado mostrando detalhes construtivos.



Fonte: ADDIS, 2009, p. 17.

Editado pelo autor, destacando viga apoiada em duas colunas.

Conforme Addis (2009), a capacidade de planejar uma construção de modo semelhante ao que se chama atualmente de projeto pode ser verificada em registros deixados por egípcios e gregos antigos<sup>38</sup>. O modo de construir grandes edifícios na antiguidade utilizava princípios semelhantes aos modernos em termos de organização do trabalho. Era necessário considerar aspectos como disponibilidade de material – e seu deslocamento – e de mão-de-obra e organização das tarefas. Por haver um contratante e um contratado, deveriam existir explicações e justificativas com argumentos racionais sobre tempo e custos estimados, materiais e forma pretendida, fazendo-se uso de maquetes ou outras formas de representação. Nesse momento, conhecimentos matemáticos e de geometria, principalmente por meio de axiomas, eram utilizados para explicar satisfatoriamente as ideias.

Por volta de 25 a.C. em Roma, é publicado o livro sobre projeto e construção *De Architectura*, de Marcus Vitruvius Pollio, o mais antigo registro desse tipo. Acredita-se que muitas das orientações para escrever o livro remontam a pelo menos três ou quatro séculos antes. Segundo Addis (2009), as traduções de Vitruvius, principalmente

<sup>38</sup> O sentido aqui do projeto não é o da forma de representação, ligada às projeções ortogonais e ao desenho técnico, que se tornaram difundidas apenas por volta do século XVIII e XIX, mas sim sobre a abordagem, a maneira de pensar, organizar e planejar.

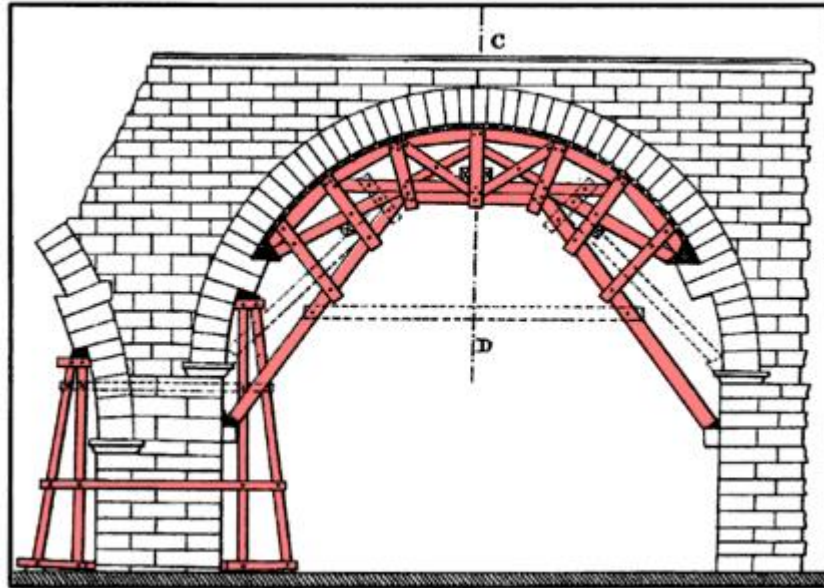
as primeiras, podiam conter distorções sobre o entendimento acerca do que vinha a ser um *architecton*. Na época de Vitrúvio, esse profissional não era exatamente um arquiteto ou um engenheiro moderno, mas literalmente um controlador e organizador da mão-de-obra, algo mais próximo de um gerente de projeto na linguagem atual. Embora a maneira com que as construções eram realmente feitas seja incerta, o livro de Vitrúvio apresenta descrições significativamente detalhadas sobre métodos de construção<sup>39</sup>. Já conforme a Professora Silke Kapp, ao traduzir trecho do *Re Aedificatoria* de Alberti, “embora ela seja de fato de origem grega, significando ‘mestre construtor’, a tradição medieval rezava que ela teria sido derivada das palavras latinas *archus* e *tectum*; o arquiteto era assim associado ao carpinteiro, ao construtor de telhados” (KAPP, 2010). De uma maneira ou de outra, o termo é associado a alguém que compreende sobre os processos construtivos, seja como um gestor ou como alguém que realmente constrói.

O avanço dos romanos por volta de 100 a.C. em termos de técnicas e tecnologia das construções foi significativo. Por exemplo, para construir os arcos de pedra, a técnica utilizada era baseada em uma estrutura provisória de peças de madeira cortadas em dimensões que permitiam o deslocamento do conjunto por meio de força humana, animais ou dos equipamentos disponíveis, técnica essa ainda utilizada na contemporaneidade em estruturas do tipo (FIGURA 26). Nota-se que isso, além de exigir apoios apenas nas bases do arco, demonstra que princípios geométricos, de equilíbrio e estabilidade das estruturas eram conhecidos e utilizados.

---

<sup>39</sup> Conforme Addis (2009) e consulta a versão traduzida para o inglês do *De Architectura* (VITRUVIUS, 1914).

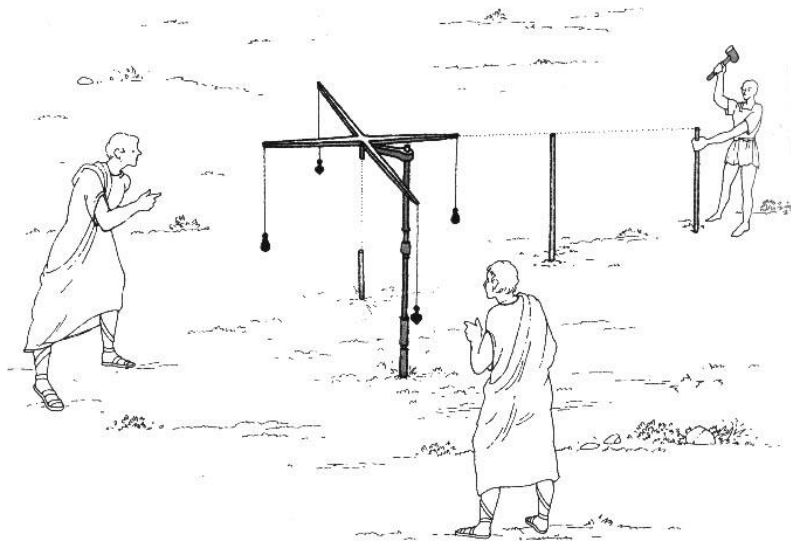
Figura 26 – Exemplo de estrutura de madeira para construção de arco de pedra romano.



Fonte: LANCASTER, 2005. Destaque do autor para a estrutura provisória de madeira.

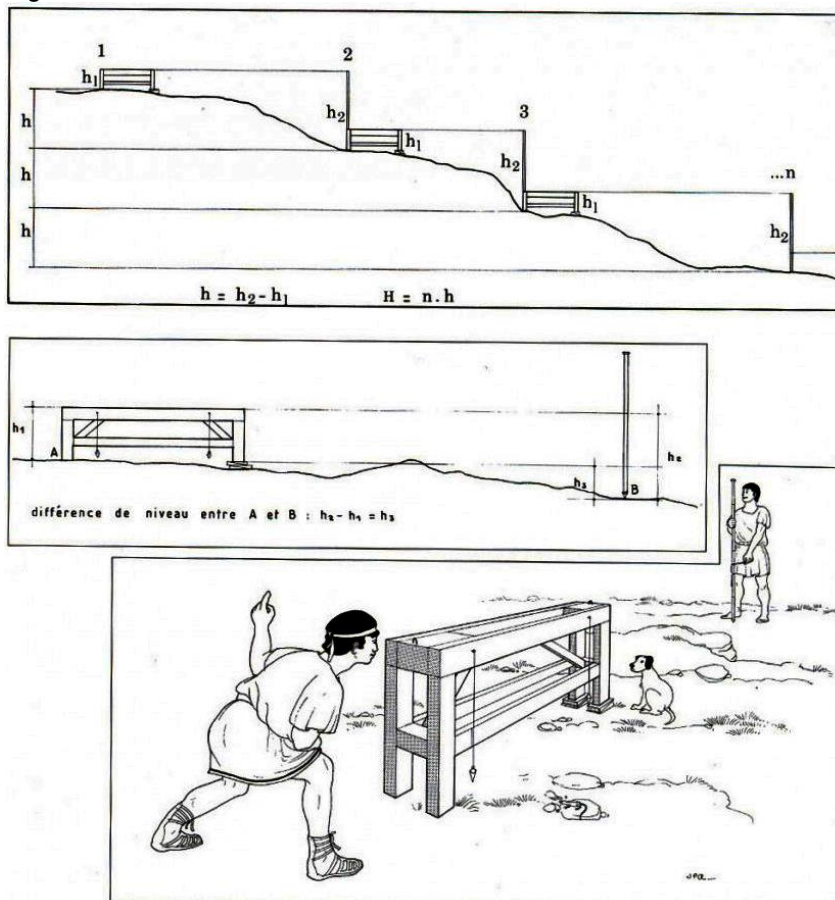
Outro exemplo romano importante é o dos aquedutos. Primeiramente, sua construção envolvia a compreensão sobre nível e inclinação, uma vez que a água devia ser deslocada de um ponto para outro de menor nível altimétrico. O princípio geométrico, por si só, é relativamente simples e pode ser assimilado por meio de relações de proporção e representado com triângulos, no sentido da variação da distância vertical, o desnível, em relação à distância no plano horizontal. Porém, para estabelecer essas relações no mundo real, a questão não é trivial, fazendo-se necessária a utilização de instrumentos, procedimentos e conhecimento técnico. Para isso, os romanos utilizavam a groma para estabelecer traçados retilíneos (FIGURA 27) e o chorobates (FIGURA 28), descrito no Livro VII de *De Architectura* como um instrumento usado para medir planos horizontais.

Figura 27 – Groma.



Fonte: Disponível na internet em < <https://bit.ly/2UtE4On> >. Acesso em 31 jan. 2019.

Figura 28 – Chorobates.

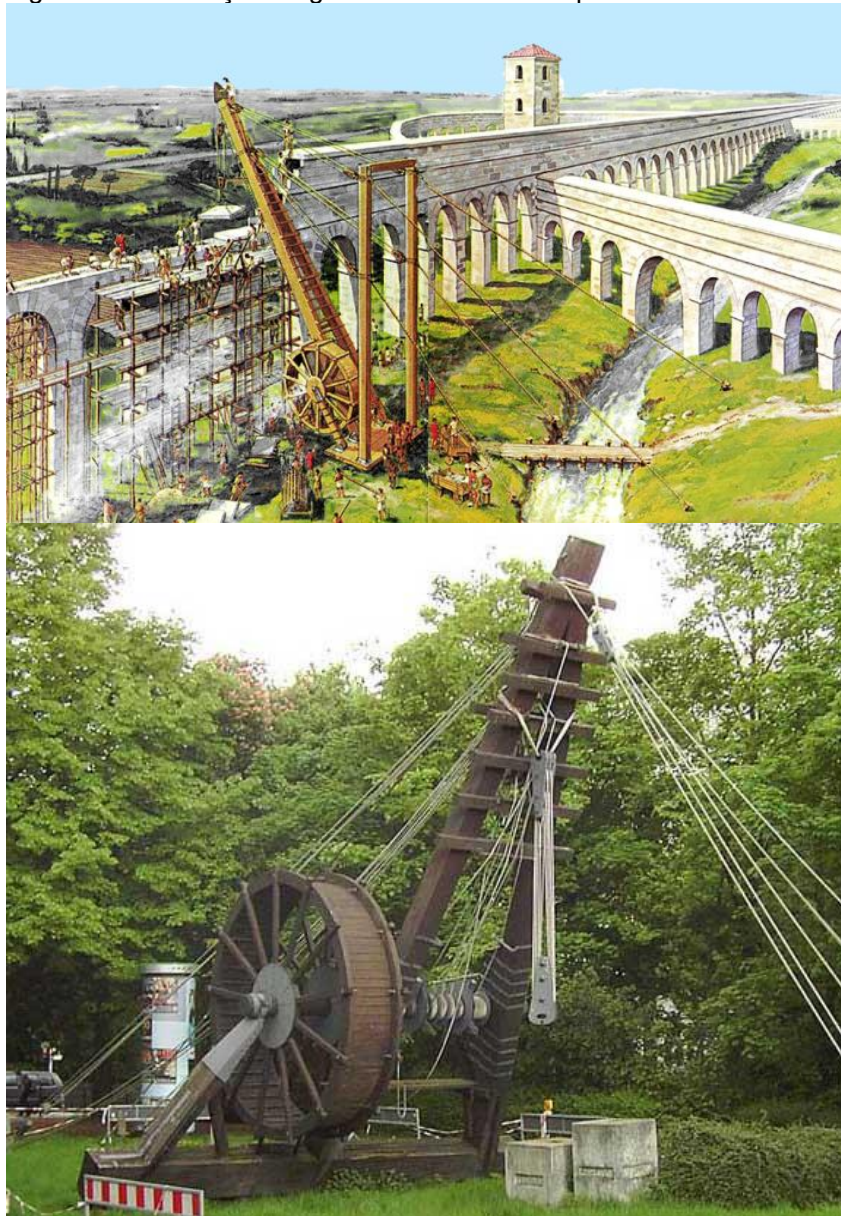


Fonte: Disponível na internet em < <https://bit.ly/2DMHQp> >. Acesso em 31 jan. 2019.



Uma vez estabelecido o traçado geométrico com o auxílio de instrumentos como esses, era necessário deslocar e transportar os materiais. Para isso, os romanos também utilizam guindastes significativamente complexos (FIGURA 29). Isso evidencia que as soluções formais dos arcos e aquedutos romanos estavam intimamente ligadas com o conhecimento dos processos construtivos necessários.

Figura 29 – Ilustração de guindaste romano e réplica moderna.



Fonte: Imagens disponíveis na internet em < <https://bit.ly/2CY4b9a> >. Acesso em 31 jan. 2019.

Conforme Borges Filho (2005), durante a idade média existia algum nível de difusão de tratados de geometria e construção, cópias de obras como “Os Elementos”, de Euclides (escrito por volta de 300 a.C.), que tratava sobre princípios geométricos e proporções, “Dez Livros sobre a Arquitetura”, de Vitruvius (escrito no século I a.C.), que tratava sobre formas, materiais e aspectos construtivos e o manuscrito de Villard de Honnecourt da Picardia (escrito por volta do século XIII), que tratava sobre a geometria prática – *Geometria Fabrorum* – para resolver problemas diários nos canteiros de obra. Borges Filho (2005) também descreve as ferramentas utilizadas nas construções medievais entre os séculos XII e XIII, chamando a atenção para o desenvolvimento das mesmas, como picaretas, pinças e serras para a extração de pedras, além de martelos, gabaritos, cinzeis e furadeiras no canteiro de obras. Cada tipo de ferramenta possuía diversas variações para trabalhos específicos. Nem sempre elas eram adequadas e resistentes, influenciando diretamente na velocidade da execução. Paralelamente aconteceram também na época avanços no uso do ferro forjado, no uso de gruas, moinhos de vento, guindastes, engenhos, elevadores de madeiras, rodas, cordas e sistema de travamento, dentre outros avanços paralelos. O documentário “Ancient Secrets” ilustra isso ao apresentar o desenvolvimento de elementos da arquitetura na época, como os arcos ogivais e os arcobotantes (FIGURA 30). O documentário “Going Medieval” também apresenta diversos aspectos sobre a vida e as técnicas de construção da época (FIGURA 31).

Figura 30 – Cena do documentário “Ancient Secrets”, com detalhe ao modelo de arco gótico.



Fonte: ANCIENT SECRETS, 2010. Documentário acessível pelo código QR acima.

Figura 31 – Cena do documentário “Going Medieval”, com detalhe à réplica de guindaste medieval suspendendo caixa de pedras.



Fonte: GOING MEDIEVAL, 2012. Documentário acessível pelo código QR acima.

A Catedral de Santa Maria del Fiore, mais especificamente sua cúpula, também contém outro exemplo relevante da importância do conhecimento e do esclarecimento construtivo para a solução de problemas. Após anos de construção e a ausência de uma cúpula no centro do edifício, a solução apresentada por Brunelleschi (1377-1446) em 1418 somente foi viabilizada pela maneira de construir (FIGURA 32)<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Addis (2009) conta que, no concurso de propostas para a cúpula, Brunelleschi foi um dos poucos que apresentou propostas sérias, mas que, por motivos de proteção de suas ideias, não as revelava claramente. Com base nos registros do biógrafo Giorgio Vasari, para explicar sua proposta, inicialmente recebida com ceticismo, Brunelleschi desafiou os presentes para colocarem um ovo em pé e aquele que conseguisse deveria construir a cúpula. Após todos falharem, ele bateu o ovo levemente achatando uma das extremidades e o colocou de pé. Todos reclamaram que poderiam ter feito o mesmo se fossem informados. Brunelleschi respondeu que eles também saberiam construir a cúpula se conhecessem seus desenhos. Com isso, conta-se que ele conseguiu o trabalho. Ao mesmo tempo, apesar do grande número de desenhos provavelmente produzidos, nenhum deles é conhecido até hoje.



Figura 32 – Cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore, em Florença.



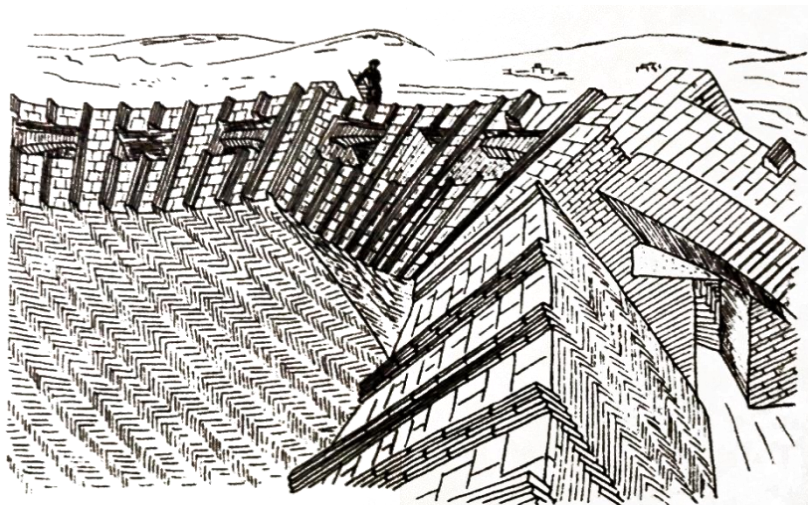
Fonte: ADDIS, 2009, p. 120.

Em termos de materiais empregados ou formas gerais, a solução da cúpula não consistia em novidades. Várias cúpulas eram feitas na época, além do Panteão em Roma construído por volta do ano 120, a mais notável e uma das maiores inspirações de Brunelleschi. Além disso, também existia o conhecimento para a construção de abóbadas de alvenaria com a utilização de escoras de madeira. No entanto, as dimensões do vão (39,5 metros) e principalmente a distância do piso (55 metros) elevavam o problema para outra categoria. Para essas dimensões, não havia madeira suficiente na Toscana para construir os andaimes e as formas. O desafio, então, não se concentrava no “o quê”, mas principalmente no “como fazer” que, por sua vez, se relaciona diretamente com “o quê” (não poderia ser qualquer cúpula). A solução adotada consistiu basicamente em construir a alvenaria com um assentamento



específico, chamado de “espinha de peixe”, sem a necessidade de escoras ou estruturas provisórias (FIGURA 33). Mais do que saber assentar tijolos, era preciso saber como dispô-los, o que incluía suas posições, inclinações e amarrações para alcançar a forma pretendida e, além disso, sem a necessidade de qualquer estrutura de apoio temporária.

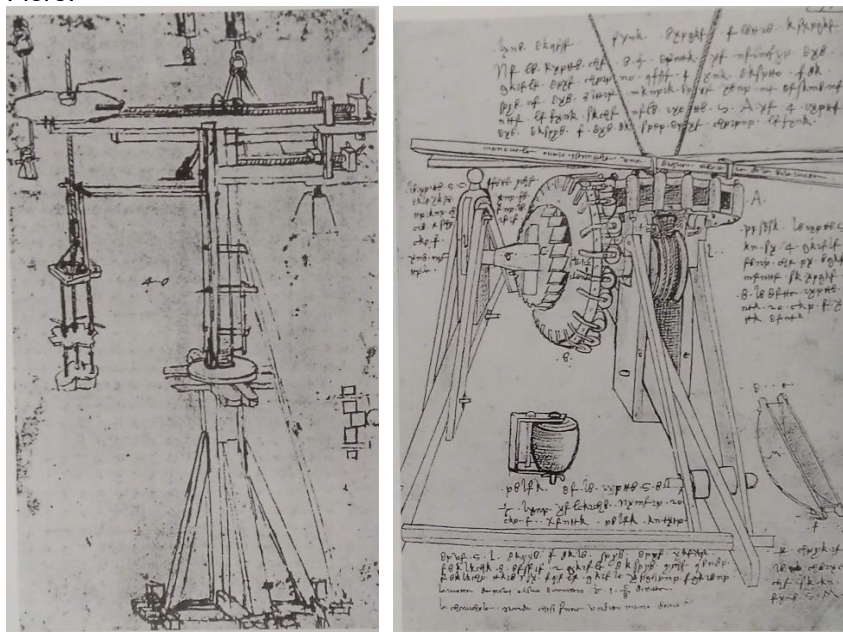
Figura 33 – Desenho dos arcos de alvenaria de tijolo em espinhas de peixe de Santa Maria del Fiore.



Fonte: ADDIS, 2009, p. 123.

Para a construção também foram desenvolvidos guindastes e outros mecanismos para transportar os tijolos, além de um rigoroso controle da técnica e da produtividade da equipe de trabalho (FIGURA 34). Embora não tenham sido deixados documentos por Brunelleschi, a técnica de construção vem sendo reproduzida em escala 1:5 desde 1989 em estudos na Universidade de Florença (JONES *et al.*, 2010). O documentário da BBC – *British Broadcasting Corporation* intitulado “Great Cathedral Mystery” apresenta detalhes desses estudos (FIGURA 35).

Figura 34 – Gruas usadas na construção da Catedral de Santa Maria del Fiore.



O primeiro desenho, de Leonardo da Vinci, representa grua de 22 metros de altura de Brunelleschi usada para erguer e manobrar grandes peças de pedra. O segundo é um desenho de Buonoccorso Ghiberti de grua de Brunelleschi usada para erguer a lanterna da cúpula da catedral. Fonte: ADDIS, 2009, p. 124.

Figura 35 – Cena do documentário “Great Cathedral Mystery”, com detalhe à construção em escala reduzida da cúpula.



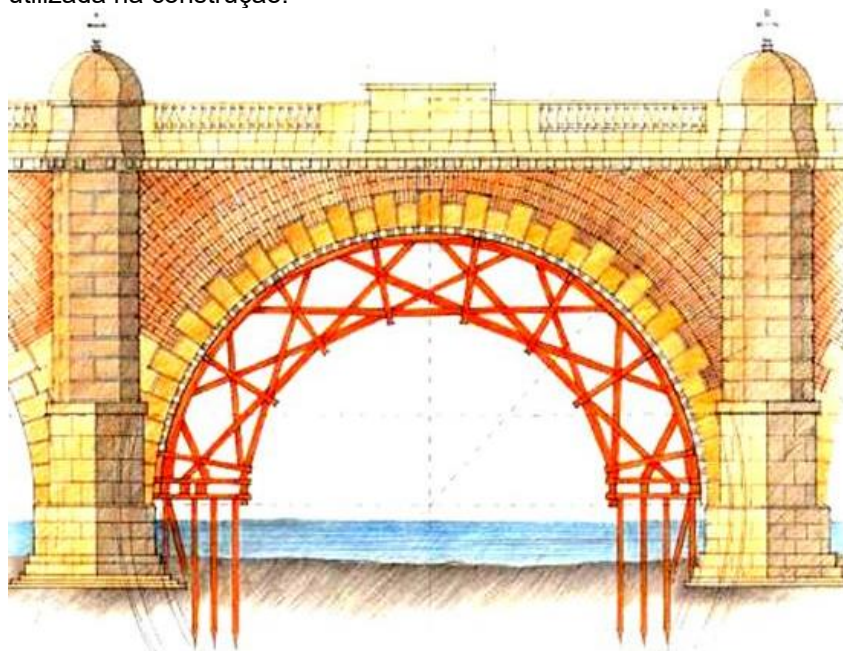
Fonte: (Great Cathedral Mystery, 2014). Documentário acessível pelo código QR acima.

No século XVIII, para a construção da Ponte de Westminster, em Londres, foi utilizada uma estrutura provisória de madeira<sup>41</sup>. Contudo, a maneira de construir essa estrutura provisória foi com o uso de peças de madeira dispostas de tal modo que todo o conjunto adquirisse maior resistência, chamada de treliça radial e tangente, significativamente diferente das demais (FIGURA 36). Nessa conformação, os principais elementos são tangentes ao arco e seu arranjo é feito para garantir que eles

<sup>41</sup> Essa ponte, cuja construção teve início em 1740, foi substituída pela atual, construída entre 1854 e 1862 devido a problemas que a estrutura antiga causava no fluxo do rio e no acúmulo de sedimentos. Para mais sobre a história da ponte, acessar a página na internet “Where Thames smooth waters glide, Westminster Bridge”, disponível em: < <https://bit.ly/2IYZGOP> >. Acesso em: 08 fev. 2018.

sejam submetidos apenas a compressão e com muito pouco momento de flexão. Além disso, as conexões entre esses membros principais transferem tensões de compressão.

Figura 36 – Desenho de um dos arcos da Ponte de Westminster, em Londres, com a representação da estrutura de madeira de suporte utilizada na construção.



Fonte: Where Thames smooth waters glide, 2018.

Conforme descrito na página da internet da *Mathematical Bridge – Queens' College*<sup>42</sup>, a mesma técnica foi posteriormente utilizada para a construção, também da mesma época, da Ponte Matemática de Cambridge (FIGURA 37), projetada por William Etheridge (1709-1776). Nota-se que, nessa conformação, a quantidade de peças é pequena, o que permite conjecturar que sua construção ocorre com menos etapas em relação a outras com segmentos independentes, como as romanas antigas.

<sup>42</sup> Disponível em < <https://bit.ly/2MYNF0H> >, acessado em 28 jan. 2018.



Figura 37 – Ponte Matemática em Cambridge, Reino Unido.



Fonte: imagem disponível na internet, em < <https://bit.ly/2RlvbWK> >, acesso em 28 jan. 2018. Destaque para as peças que compõem o conjunto, tangentes ao arco formado.

No período da Segunda Revolução Industrial no século XIX, diversos avanços, juntamente com o desenvolvimento científico e de novos materiais, favoreceram o desenvolvimento de novas soluções arquitetônicas, como para construir edifícios mais elevados. Por exemplo, o sistema de transporte por ferrovias, a energia elétrica, os equipamentos mecânicos para a elevação de trabalhadores e materiais (como elevadores e guindastes), além do uso da mão-de-obra de maneira sistematizada e organizada em processos industriais (com consequências sociais que mudaram a organização de toda a sociedade). Em torno de 1840, o ferro fundido e o ferro forjado podiam ser encontrados com facilidade na Europa e era utilizado inicialmente com o principal intuito de substituir a madeira, devido à sua resistência à tração e compressão, mas principalmente à sua resistência ao fogo (ADDIS, 2009, p. 295). O processo de fundição do ferro era ideal para a produção manufatureira com a fabricação de componentes idênticos e em grandes quantidades, encorajando projetistas a adotar uma lógica de padronização sempre que possível, reduzindo a quantidade de componentes diferentes e permitindo a construção de edifícios com menores custos e tempo. O contexto permitiu o surgimento de edifícios mais altos do que os possíveis até então, sendo a Torre Eiffel em 1887 um dos maiores símbolos (FIGURA 38).

Figura 38 – Torre Eiffel em Paris, França.



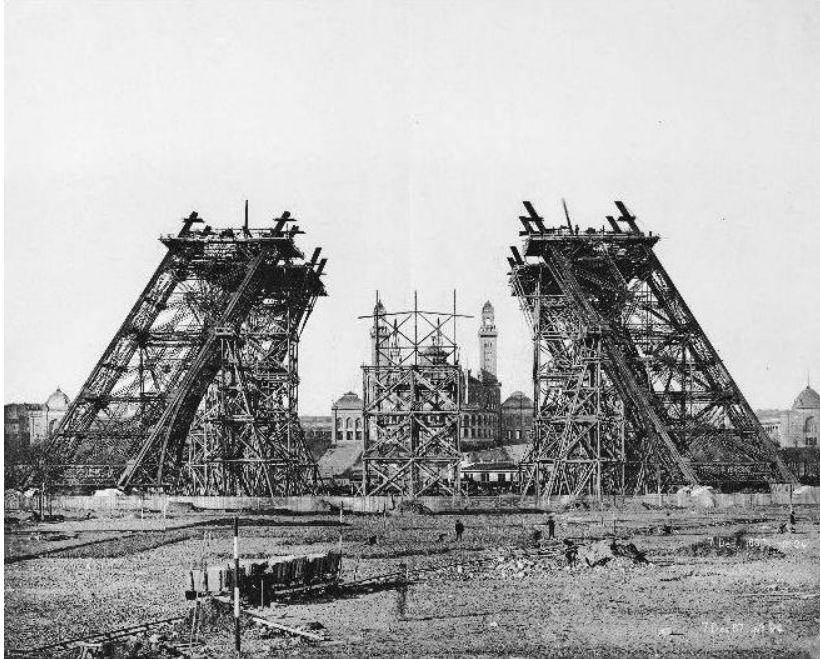
Fonte: imagem disponível na internet, em < <https://www.tou Eiffel.paris/en> >, acesso em 28 jan. 2018.

Segundo Fiederer (2016), mesmo sendo uma estrutura de altura sem precedentes, ela foi construída por 300 trabalhadores em apenas dois anos. As 18.000 peças de ferro fundido foram fabricadas na fundição de Eiffel no subúrbio de Levallois-Perret, sendo transportadas para o Champ de Mars e levantadas no local através de guindastes a vapor. Todo o processo de construção foi planejado em detalhes, como nos desenhos do projeto e nas equipes de trabalho (por exemplo, havia a distinção dos operários que deviam aquecer os rebites, segurar, formar a cabeça e para fazer o acabamento com marretadas). Para a montagem, foram utilizados andaimes de madeira e pequenos guindastes a vapor montados na própria obra<sup>43</sup> (FIGURA 39).

<sup>43</sup> O contexto social e construtivo da torre pode ser melhor visto em Fiederer (2016) (disponível em <https://bit.ly/2Pl37l5>, acesso em 18 ago. 2018), na apresentação da *Société d'Exploitation de la Tour Eiffel* (disponível em < <https://bit.ly/2x2KN8t> >, acesso em 18 ago. 2018) e no documentário "Eiffel Tower" (EIFFEL TOWER, 1994), também acessível pelo código QR abaixo.



Figura 39 – Construção da Torre Eiffel.



Fonte: FIEDERER, 2016.

Segundo Fiederer (2016), a construção da torre foi resultado da experiência acumulada por Gustave Eiffel na construção de ferro em pontes ferroviárias, sendo o Viaduto de Garabit possivelmente a mais notável (FIGURA 40).

Figura 40 – Viaduto de Garabit em Cantal, França.



Fonte: imagem disponível na internet, em < <https://bit.ly/2Ty3WJ0> >, acesso em 28 jan. 2018.

As obras do arquiteto uruguaio Eladio Dieste (1917-2000) também exemplificam a relação dos processos construtivos com as formas desejadas, principalmente com o uso da alvenaria estrutural em formas curvas, evidenciando que, para construí-las, as



técnicas necessárias são significativamente diferentes daquelas para painéis ortogonais (FIGURA 41)<sup>44</sup>. Dentre os principais recursos técnicos e tecnológicos, está o uso de linhas fixadas em pontos de referência de madeira, em um princípio semelhante ao utilizado em outras alvenarias curvas, como a cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore, comentada anteriormente. Lammers e Fritz (2016) reproduziram a técnica na Universidade Dakota Do Sul, Estados Unidos (FIGURA 42).

Figura 41 – Igreja da Estação Atlantida (1958), de Eladio Dieste.



Fonte: imagem disponível na internet em < <https://bit.ly/2nNbfhl> >. Acesso em 19 ago. 2018.

Figura 42 – Técnica de construção de paredes curvas utilizada por Eladio Dieste



Fonte: LAMMERS e FRITZ, 2016.

<sup>44</sup> Carvalho (2004) apresenta as técnicas construtivas envolvidas nas construções de Eladio Dieste. Já Fontes (2012) apresenta os princípios de cálculo estrutural envolvidos em estruturas desse tipo.

Em relação às tecnologias do concreto armado e da alvenaria, largamente utilizadas no Brasil e em diversos outros locais nos tempos atuais, Santos (2008) destaca que, no caso específico brasileiro, a difusão da tecnologia do concreto armado está atrelada a interesses socioeconômicos, como a retirada do controle e do poder que os operários detinham sobre as tecnologias (como no caso da madeira e da pedra até o século XIX), fazendo com que arquitetos e, principalmente engenheiros civis em um primeiro momento, passassem a tomar as principais decisões sobre a sua utilização. Por meio de diversos cursos práticos difundidos até mesmo em revistas no início do século XX, pedreiros passaram a conhecer a técnica do concreto armado, mas sem compreender seus fundamentos, contribuindo para uma situação em que os investimentos em treinamento da técnica passassem a ser pouco necessários, reduzindo-se o valor da mão-de-obra. Situação semelhante é notada para a técnica de construção de alvenarias e, nas últimas décadas, para a versão autoportante com blocos mais resistentes, a estrutural. Por outro lado, caso seja desejada a utilização de técnicas pouco conhecidas (o que não significa necessariamente elevados níveis de complexidade), o conhecimento da técnica pode não ser suficiente.

A tecnologia do concreto armado merece destaque aqui porque atualmente é largamente difundida no mundo e, devido às suas características construtivas, amplificou o potencial de soluções dos objetos arquitetônicos<sup>45</sup>. Ao contrário de todos os principais materiais de construção na história (em síntese, pedras, madeiras, terra e tijolos cerâmicos ou de terra), cujas utilizações estavam sempre atreladas às dimensões do elemento natural ou da capacidade técnica de corte e deslocamento até o local de utilização, com o concreto o universo de possibilidades é ampliado a outro patamar. Toda forma imaginada possível de ser enformada e escorada e que possui resistência mecânica é uma solução tecnicamente possível com o concreto. Tanto estruturas tectônicas quanto estereotômicas podem ser construídas, com significativa resistência a esforços de tração e de flexão<sup>46</sup>. Como comparação, a utilização de materiais naturais, como a pedra e a madeira, é subordinada às

---

<sup>45</sup> Até 2009, foi estimado que anualmente eram consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto, o que corresponde, conforme a *Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado* – FIHP (Federação Ibero-americana de Concreto Usinado), a um consumo médio aproximado de 1,9 tonelada de concreto por habitante por ano, valor inferior apenas ao consumo de água (PEDROSO, 2009).

<sup>46</sup> Tectônicas e estereotômicas no sentido tratado por Frampton (2001, p. 2). O primeiro diz respeito às estruturas finas e leves conformadas em matriz, ou malha, como pilares, vigas, treliças etc. cujos esforços atuantes são transferidos entre os elementos em pontos. O segundo se refere às estruturas maciças, como paredes sólidas, cascas etc., cujos esforços são transferidos em regiões maiores. O primeiro tipo resiste principalmente a esforços de tração e flexão, enquanto o segundo a esforços de compressão.



dimensões do elemento natural, da capacidade de corte, transporte e encaixe. Para o aço, a utilização é semelhante à madeira, mas com o incremento de que as dimensões não estavam mais subordinadas às disponíveis na natureza, mas sim à capacidade de produção industrial. O concreto, por sua vez, também tem as vantagens do aço em termos de produção artificial, mas com o incremento de que é menos complexo produzi-lo, ao ponto de permitir a fabricação no próprio canteiro de obras com ingredientes de fácil acesso e alta disponibilidade em vários contextos (água, areia, brita e, no caso da versão armada, armaduras de aço) e envolvendo uma técnica de produção relativamente simples (em síntese, basta reunir os ingredientes até a mistura ficar homogênea e fluida, despejá-la em fôrmas previamente construídas, aguardar a secagem e, após isso, remover as fôrmas). Com a versatilidade da técnica e da tecnologia do concreto, vários elementos podem ser moldados, desde versões do que os outros materiais permitem (elementos longilíneos como pilares e vigas ou blocos, como os de alvenaria) (FIGURA 43) até outros maciços, que somente eram possíveis com a união de vários elementos. Nesse sentido, torna-se possível construir maciços que funcionam como painéis retilíneos ou cascas curvas de alvenaria (vários blocos unidos por argamassa) (FIGURA 44); como lajes ou pisos (blocos de pedra ou madeira dispostos lado a lado) e outras formas além, como o abrigo de tecido misturado com concreto criado por Peter Brewin e Will Crawford (FIGURA 45).

Figura 43 – Construção de edifício com pilares e vigas retilíneas em concreto armado.



Fonte: disponível na internet em < <https://bit.ly/2L2Ecmo> >. Acesso em 01 fev. 2019.

Figura 44 – Fôrmas para construção da Igreja da Pampulha, em Belo Horizonte, em 1943.



Fonte: disponível na internet em < <https://bit.ly/2qQxNj1> >. Acesso em 01 fev. 2019.

Figura 45 – Abrigo construído com tecidos misturado com concreto.

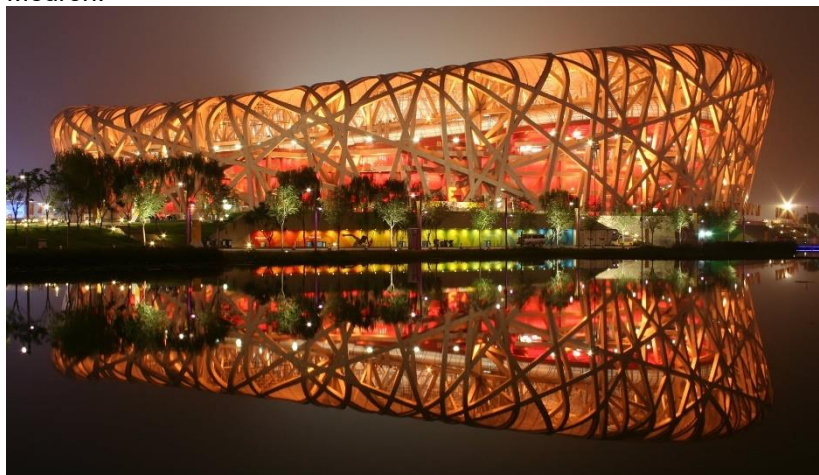


Fonte: disponível na internet em < <https://bit.ly/2WTXGw2> >. Acesso em 01 fev. 2019.

Nos últimos anos, principalmente com o avanço de ferramentas computacionais de projeto e máquinas de maior produção e precisão, surgiu um tipo de arquitetura especializada que somente é possível de ser construída com a tecnologia de ponta. Arantes (2010) argumenta que essa arquitetura, chamada de digital-financeira, é buscada para movimentar economias, seja para a construção do próprio edifício, seja por derivação dele, como nos casos em que se torna uma espécie de monumento

atrativo por sua plástica em si (o edifício como obra de arte) ou pelos serviços oferecidos. Por serem baseadas muitas vezes em elementos e componentes exclusivos, o processo de cálculo e dimensionamento das peças de aço ou concreto pode exigir processos complexos e, até mesmos, ferramentas computacionais especiais. De maneira análoga, a fabricação das peças exclusivas pode exigir processos de fabricação específicos, incluindo máquinas e equipamentos industriais especiais. Uma vez fabricadas as peças exclusivas, a disposição espacial complexa também pode exigir, além de guindastes e gruas para deslocamento das peças, aparato de instrumentos e equipamentos especiais. Isso demonstra que, para projetar edifícios como esses, não basta apenas imaginar formas complexas, mas fundamentalmente raciocinar e compreender profundamente as necessidades e implicações construtivas envolvidas. Como exemplo desse tipo de arquitetura, pode-se citar o Estádio Nacional de Pequim, do escritório Herzog & de Meuron, e a Cidade do Vinho em Elciego, de Frank Gehry (FIGURA 46 até FIGURA 49).

Figura 46 – Estádio Nacional de Pequim, do escritório Herzog & de Meuron.



Fonte: imagem disponível na internet em < <https://bit.ly/2OKB39F> >, acesso em 18 ago. 2018.

Figura 47 – Construção do Estádio Nacional de Pequim.



Fonte: disponível na internet em < <https://bit.ly/2KZKj8f> >. Acesso em 01 fev. 2019.



Figura 48 – Cidade do Vinho em Elciego, de Frank Gehry.



Fonte: imagem disponível na internet em < <https://bit.ly/2vTpshg> >, acesso em 18 ago. 2018.

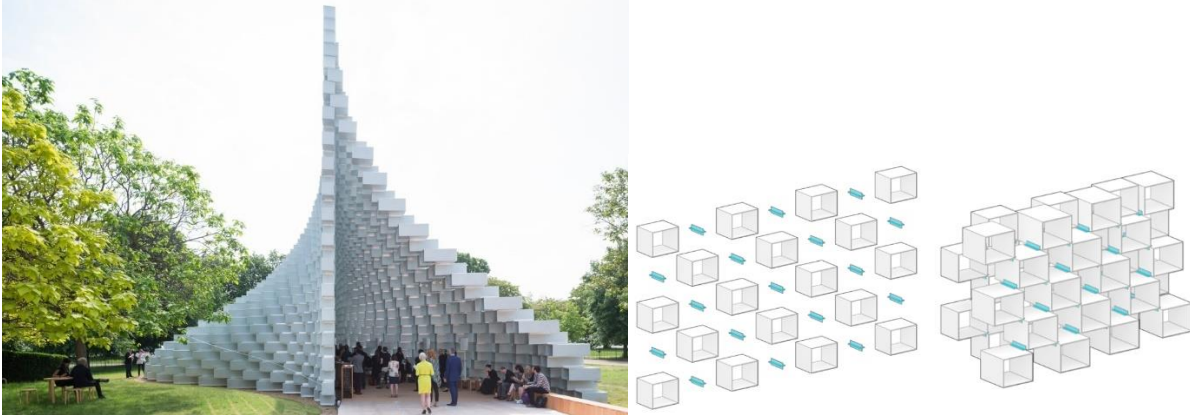
Figura 49 – Construção da Cidade do Vinho em Elciego.



Fonte: imagem disponível na internet em < <https://bit.ly/2UM67sl> >, acesso em 04 fev. 2019.

Nos últimos anos, a evolução dos computadores e o desenvolvimento das impressoras 3D permitiu o surgimento de outros tipos de construções, baseadas em partes moldadas por essas impressoras. O projeto do Bjarke Ingels Group (BIG) para o Serpentine Pavilion 2016 exemplifica isso (FIGURA 50). O projeto consiste na em caixas de fibra de vidro impressas nesse tipo de impressora e ligadas por conexões de alumínio. Todo o projeto foi previamente modelado virtualmente, de modo que o processo construtivo no local foi, em essência, de montagem.

Figura 50 – Serpentine Pavilion 2016 projetado pelo Bjarke Ingels Group (BIG).



Fonte: Serpentine Galleries website. Disponível na internet em < <https://bit.ly/2GtfCHz> >, acesso em 23 abr. 2019.

Os exemplos da cultura oriental podem evidenciar ainda mais a questão aqui tratada. A japonesa, especificamente, historicamente deu preferência ao uso de madeira e bambu em suas construções, ao contrário da tradição ocidental e até mesmo de outras culturas orientais que deram preferência por séculos ao uso de pedra e tijolos na construção de alvenarias. Como tratado por Brown (1995), isso ocorreu principalmente pela abundância natural de madeira e bambu no território japonês e às constantes atividades sísmicas, além de uma cultura de valorização e respeito a elementos naturais, que fizeram com que progressivamente os construtores dessem preferência a esses materiais (mais resistentes à tração e utilizados em lógicas construtivas tectônicas, e não estereotômicas), aprimorando as técnicas e tecnologias há séculos. Como consequência, foram desenvolvidas diversas ferramentas e técnicas, como as dos encaixes de peças de madeira sem pregos ou qualquer outro elemento colante (FIGURA 51). Para cortar as peças, são necessárias várias ferramentas específicas, como diversos tipos de cinzeis, formões e outras, trabalhados com elevado nível de precisão. Em outros termos, o que pode ser chamado de “estilo” japonês é o reflexo do conhecimento dos materiais e maneiras de utilizá-los na concepção dos objetos.

Figura 51 – Vigas de madeira encaixadas.

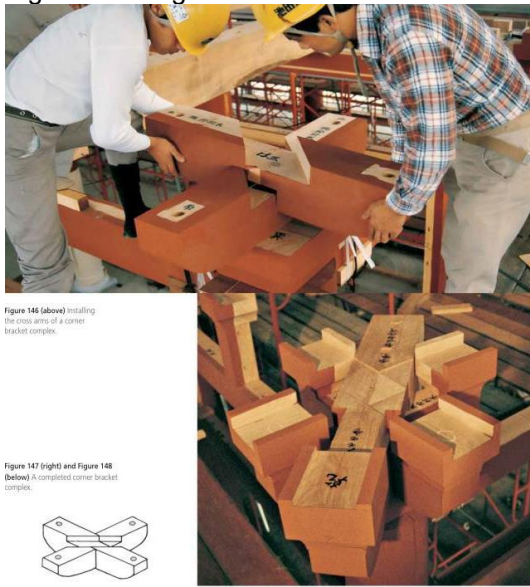
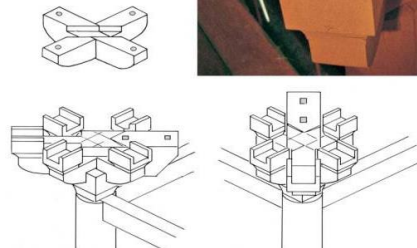


Figure 146 (above) installing the cross arms of a corner bracket complex.

Figure 147 (right) and Figure 148 (below) A completed corner bracket complex.



Fonte: BROWN, 1995, p. 109.

**BRACKET BEAMS**

For reinforcement at the gable ends, two long beams with a bracket complex at one end span the center column line (Figs. 149, 152). At the bracket end (Figs. 150, 151), a projection penetrates a specially shaped large block and rests directly on top of the column. Together with the cross arm, this projection locks the beam in place (Fig. 153).

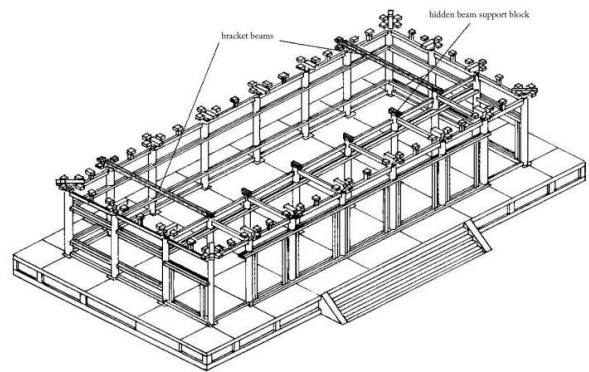


Figure 149 The Picture Hall after installation of the bracket beams.

Outra tecnologia com maior difusão no mundo oriental é a do bambu, envolvendo conhecimentos sobre amarrações, tramas, curvamentos, travamentos e outros processos construtivos. Apesar de ser correlacionada às vezes unicamente à cultura oriental, existem evidências de sua utilização há séculos na América do Sul e na África (FIGURA 52) (GOLDBERD, 2002).

Figura 52 – Bambu utilizado como estrutura e tecido de cobertura em cabana na Etiópia.



Fonte: GOLDBERD, 2002, p. 51.



A utilização do bambu envolve não apenas o conhecimento das propriedades do material em si, mas também o das espécies e do cultivo, de modo que nem todas as espécies são adequadas para determinadas finalidades. No que se refere aos processos construtivos, também envolve conhecimentos específicos sobre enrijecimento e fixação, como nos tipos de amarração, laços, nós, tensionamentos para conformação de curvas resistentes e rígidas, contraventamentos etc. (FIGURA 53). Atualmente também existe a associação do bambu com conexões metálicas, em substituição aos métodos de fixação e amarração tradicionais (FIGURA 54). Tudo isso evidencia que projetar com bambu pressupõe o conhecimento dos modos de construir com ele. Em comparação com as tecnologias do concreto armado e das alvenarias difundidas no Brasil, por exemplo, é notório que os projetos não podem ser genéricos, já que as diferenças entre as tecnologias implicam em mudanças significativas nas próprias formas.

Segundo Goldberd (2002), as mesmas populações que utilizam bambu em suas construções geralmente também utilizam para a confecção de objetos de decoração e arquitetura de interiores (FIGURA 55). Isso converge à noção apresentada por Lawson (2011) sobre a maneira que arquitetos e designers pensam, no sentido de que, em essência, trata-se dos mesmos processos mentais e criativos, alterando-se apenas as especificidades envolvidas no objeto em questão.

Figura 53 – Sharma Springs Residence, projetada pelo grupo IBUKU.



Fonte: IBUKU. Disponível na internet em < <https://bit.ly/2xnw5cp> >. Acesso em 23 abr. 2019.



Figura 54 – Conexões metálicas em estruturas de bambu.

A very simple but relatively weak solution is seen in 9.48. A more intelligent construction is the “BAM-BOOTIX” system by Waldemar Rothe, which can be installed in a few minutes with common bands that are adjusted perfectly to the circumference of the canes; see 9.49 to 9.52. A similar detail used in the joining of wooden elements is seen in 9.53. A commonly used solution is shown in 9.54 and 9.55, where the fish mouth union is strengthened by means of a spiral rod that at its end hooks onto another perpendicular rod. Instead of bending the rod to make a hook, a washer can be soldered onto its end. Figure 9.56 shows a three-dimensionally optimised solution designed by Marcelo Villegas, where the tensile elements are iron rods. Figure 9.57 demonstrates that when there is no node at the end of the cane, it must be strengthened with a galvanised wire or a band to prevent the cane from opening. The idea of using conical terminations was developed as long ago as 1941 by C.H. Duff; see 9.60. Other people have used conical endpoints with cement or resin filling; these are described in Chapter 10, “Columns”. Figure 9.63 shows a sectional view of this endpoint. To connect crossed strips, one can use a galvanised wire, rivet or screw (9.58 and 9.59). But if a rivet or screw is used, one must first drill a hole to prevent the strip from splitting. Figure 9.62 shows a simple welded sheet steel joint developed by Tönges, 9.65 a more elegant variant by the same construction engineer. A similar connection is used by the American company KOOLBamboo (9.61). Figure 9.64 shows an articulated joint, also developed by KOOLBamboo.



Fonte: MINKE, 2012 .

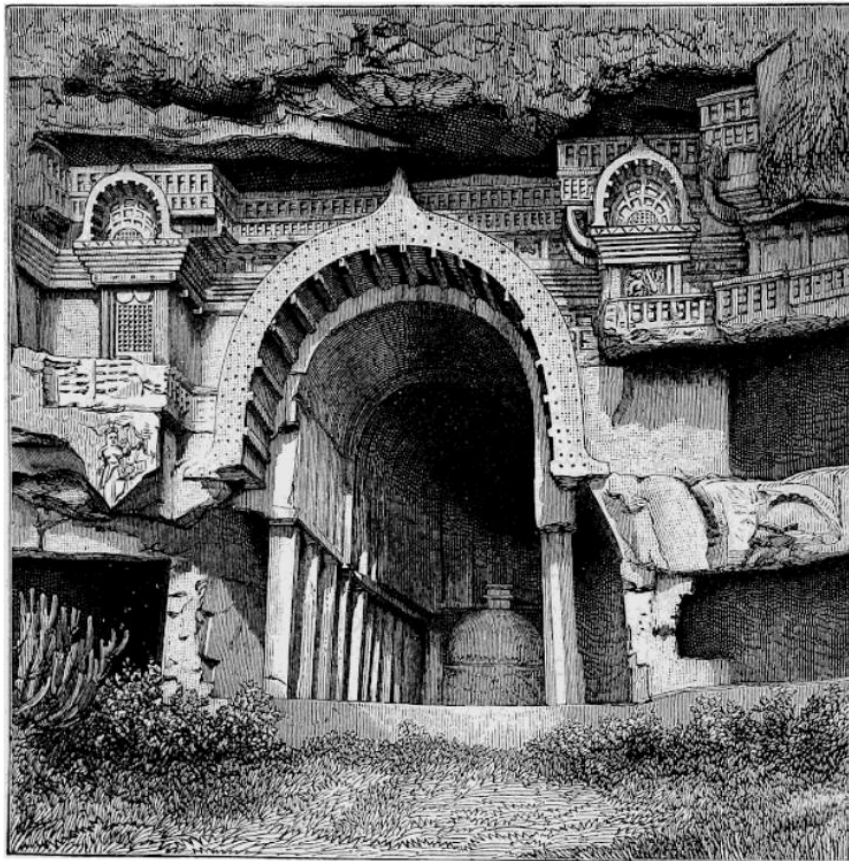
Figura 55 – Prateleira inglesa dos anos 1800 confeccionada com técnicas japonesas de trabalho com o bambu.



Fonte: GOLDBERD, 2002, p. 52.

As construções escavadas possivelmente sejam as que envolvem as lógicas construtivas mais diferentes em relação às difundidas atualmente. Enquanto os demais exemplos baseiam-se no acréscimo de elementos, essas utilizam fundamentalmente técnicas de supressão, de desunião das partes, principalmente de rochas ou do solo, o que exige ferramentas e métodos específicos. Templos antigos na Índia são exemplos de construções desse tipo (FIGURA 56).

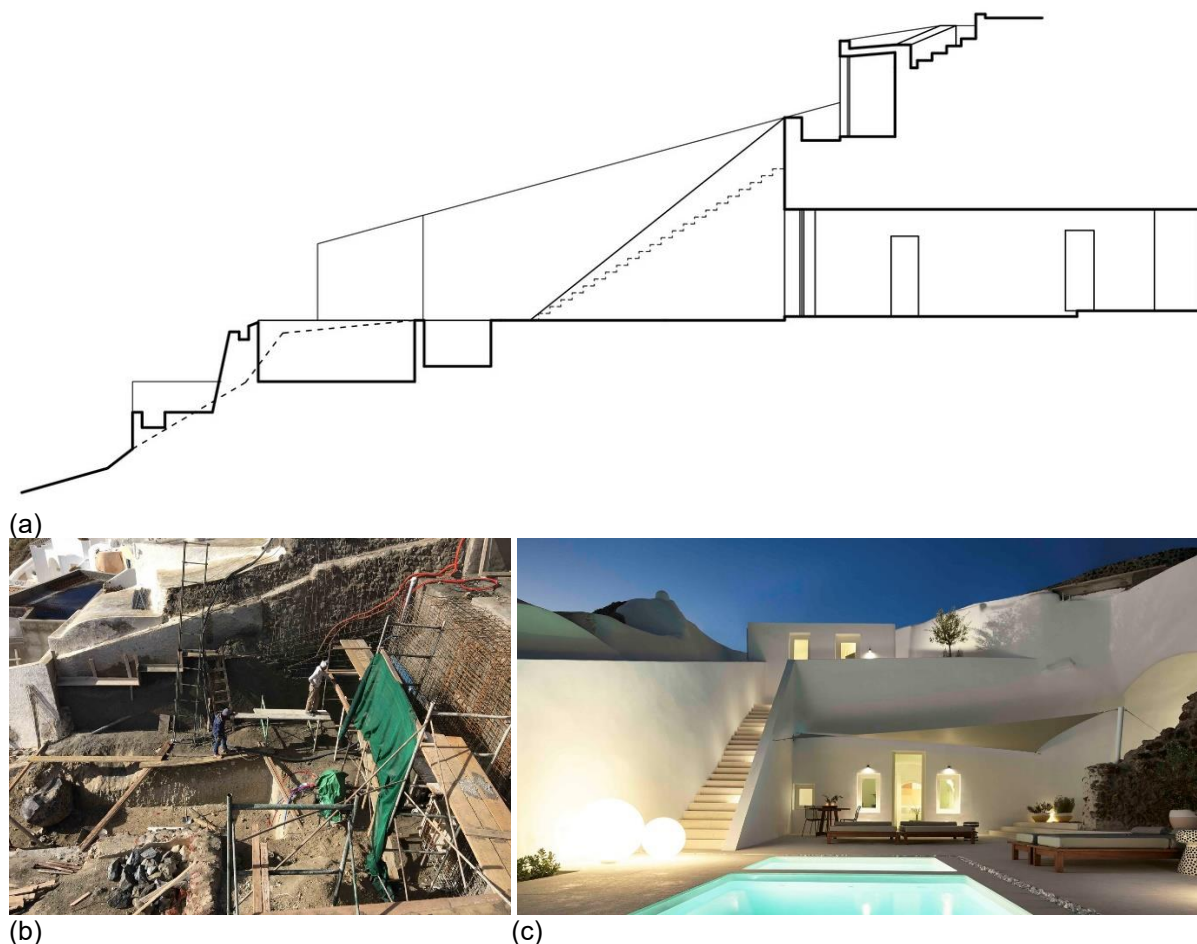
Figura 56 – Templo na Caverna em Bhâjâ, Índia.



Fonte: FERGUSSON e BURGESS, 1880, p. 30.

Conforme Fergusson e Burgess (1880), algumas possivelmente foram adaptações inspiradas em construções existentes, mas devido à ausência ou escassês de fornecimento do material em determinadas regiões, essa foi a solução desenvolvida. Mesmo assim, é provável que vários ajustes precisaram ser feitos nas formas e nos espaços construídos em função das restrições impostas pelos processos construtivos. Atualmente também existem outros exemplos, como os das casas em Santorini, na Grécia, com a utilização de técnicas modernas de escavação e contenção do solo remanescente (FIGURA 57).

Figura 57 – Casa escavada em Santorini, Grécia, projetada por Kapsimalis Architects.



(a) Corte longitudinal; (b) foto da construção; e (c) foto da casa finalizada.  
Fonte: KAPSIMALIS ARCHITECTS, 2017.

O objetivo desse item, assim, foi evidenciar a importância dos processos construtivos na conformação dos objetos arquitetônicos e no seu caráter criativo e inovador, de modo que forma e construção são dois aspectos interdependentes. Pensar em espaços e formas genéricas pode ser uma etapa importante no processo criativo de projeto para a organização e o desenvolvimento da ideia, mas isso não é suficiente para que o objeto seja construído de fato. Caso isso não seja considerado no projeto, em algum momento a abordagem sobre isso se tornará inevitável, às vezes com a necessidade de ajustes na forma.

## **4 FORMAÇÃO PROFISSIONAL**

Neste capítulo é apresentada inicialmente uma investigação na história da formação em arquitetura no Brasil no sentido de buscar compreender como ocorre o ensino-aprendizado sobre construção. Em seguida, a busca se concentra nas abordagens e entendimentos da prática didática, em especial à de projeto.





Como tratado, parte-se do pressuposto aqui de que o raciocínio construtivo é um importante fomentador da criatividade e para o surgimento de soluções inovadoras aos problemas. No entanto, é notada uma tendência por parcela significativa dos arquitetos de afastamento do universo da construção. Do ponto de vista estatístico, a única pesquisa encontrada que trata sobre esse tipo de opinião, ainda que indiretamente e com a população geral (isto é, não foram consultados os próprios arquitetos), foi a realizada pelo CAU/BR em 2015 (CAU/BR, 2015). Nessa pesquisa, 51% dos entrevistados informaram que projetar plantas de edifícios é uma atribuição do arquiteto e 41% informaram que também é uma atribuição o gerenciamento da execução de obras. Contudo, a pesquisa não entra no mérito específico e qualitativo do aspecto construtivo, mas apenas opiniões genéricas. De todo modo, isso permite inferir que uma parcela da população entende que o arquiteto soluciona os problemas considerando aspectos construtivos. Ao mesmo tempo, existe uma parcela expressiva da população que não indicou que projetar e gerenciar obras é uma atribuição do arquiteto, além daqueles que não conhecem nenhuma atribuição.

Além dessa pesquisa, não foi encontrada nenhuma outra que trate de relatos sobre o conhecimento construtivo dos arquitetos, seja pela percepção da população geral, seja pela dos próprios arquitetos. Entretanto, foram encontrados registros de manifestações sobre o assunto, como depoimentos, entrevistas e reflexões. Alegações e depoimentos informais de arquitetos e professores não serão apresentados aqui, embora seja levantada a hipótese de que é opinião compartilhada por número significativo de arquitetos.

Conforme Censo do CAU/BR em 2013, 22% dos arquitetos afirmaram realizar projetos executivos, sendo que apenas 11% declararam atuar na coordenação de projetos complementares. Já os dados dos anuários do CAU dos anos seguintes indicam que cerca de um terço dos arquitetos atuam com a execução de obras<sup>47</sup>. Isso não significa necessariamente que estudos e anteprojetos sejam elaborados sem raciocínio construtivo, como esclarecido no item 3.3.1, mas principalmente que questões construtivas importantes e posteriores às fases iniciais de projeto podem não ser consideradas como parâmetros de concepção formal. Nesse sentido, existe uma tendência de que projetos desenvolvidos por arquitetos que atuam somente com

---

<sup>47</sup> Segundo censos e anuários elaborados pelo CAU/BR (CAU/BR, 2012; 2017a; b; 2018).

anteprojetos tenham aspectos construtivos considerados em função de formas e decisões preliminares dessas fases iniciais. Isso não quer dizer que os projetos assim desenvolvidos sejam inadequados, mas que dessa maneira os aspectos construtivos tendem a ser tratados de maneira superficial na solução do problema.

O desconforto de parcela dos arquitetos em relação ao distanciamento do universo da construção já é manifestado há algumas décadas. Segundo Ficher (2005, p. 246), relatos de arquitetos que atuaram por volta de 1940 apontam que já era notável a tendência pelos arquitetos a só fazer projeto. Nos anos 1960, Ferro (2006) chamava a atenção para o distanciamento dos arquitetos em relação ao canteiro de obras no Brasil, identificando sérias consequências não apenas no canteiro e no ambiente de construção, mas na sociedade como um todo. Em conversa com estudantes da FAU/USP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo) em 2002, Sérgio Ferro afirma que:

“São raríssimos os desenhos dos arquitetos que realmente são da produção, que são o desenho dos produtores, um desenho do fazer. Quase toda a arquitetura até hoje é um travestimento, é uma decoração, encobrimento daquilo que é a verdadeira linguagem, verdadeira prática construtiva”. (NOBRE *et al.*, 2002).

Mais recentemente, em 2014, durante o “Fórum AC 21 – Arquitetura e Cidade no século XXI, a curadora do evento, Fabiana Izaga, afirma que “o distanciamento do arquiteto como coordenador do canteiro de obra foi nocivo para a profissão e que é essencial a retomada de protagonismo por parte do arquiteto” (ARCOWEB, 2014). Em 2016, durante a reunião de acolhimento e orientações dos novos profissionais do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Estado do Ceará (CAU/CE), foi salientado que um dos principais desafios da profissão é “capacitar os arquitetos com mais atribuições como: projetos complementares, execução de obras, orçamentos e empreendedorismo”, sugerindo a necessidade de incremento na compreensão dos processos construtivos (CAU/CE, 2016).

A importância do esclarecimento construtivo também é evidenciada por arquitetos que trabalham na chamada arquitetura social, isto é, em práticas diretas com populações de classes sociais baixas, visto que nessas condições a criatividade necessária é significativa, uma vez que decisões sobre formas, materiais e processos construtivos influenciam nos custos e nas condições de trabalho. Segundo o arquiteto Mário Braga, um dos fundadores da assessoria técnica Usina – Centro de Trabalhos para o



Ambiente Habitado –, em São Paulo, e que trabalha há cerca de 25 anos junto a movimentos sociais,

“Quem elabora o desenho arquitetônico não deve preocupar-se apenas com o quê fazer, mas em como fazer. Quando desenha, o arquiteto é responsável por saber se a tecnologia que está empregando no projeto será mais ou menos perigosa, mais ou menos esgotadora para o operário”. (DURAN, 2017).

Outro fator que parece exercer influência é a legislação. Por exemplo, pelo menos no que se refere às obras públicas – o que já corresponde a quantitativo expressivo de construções no Brasil – a Lei nº 8.666 de 21/6/1993 (BRASIL, 1993), conhecida como Lei das Licitações e, mais recentemente, a Lei nº 12.462 de 4/8/2011 (BRASIL, 2011), que trata do RDC – Regime Diferenciado de Contratações Públicas, permitem a realização de licitações de obras públicas por meio de projetos básicos, induzindo a fragmentação do processo em relação a etapas de maior avanço de informações, detalhamentos e compatibilizações.

Ao mesmo tempo, existe a compreensão de que o ambiente de ensino-aprendizado, o local de formação do arquiteto, também exerce importante influência no afastamento dos arquitetos em relação ao universo da construção. Por exemplo, Masiero (2013) afirma que:

“As atividades desenvolvidas durante as disciplinas de projeto de arquitetura durante a graduação raramente atingem níveis adequados com as práticas exigidas de obras civis. Valoriza-se demasiadamente a fase conceitual dos projetos de arquitetura e urbanismo durante as dinâmicas das disciplinas e questões técnicas são geralmente relegadas a um segundo plano por não haver tempo suficiente nem interesse para amadurecê-las. Nem mesmo os trabalhos de conclusão de curso chegam sequer a desenvolver os sistemas complementares e compatibilizá-los em níveis elementares. Assim, é possível que o aluno termine o curso sem nunca ter passado pela experiência de reger os diversos sistemas que compõem um espaço, como, as instalações prediais, o ar condicionado ou a estrutura no caso de um edifício ou, então, a iluminação pública, a drenagem, as massas de vegetação e o sistema de mobilidade em um projeto urbano. Quiçá, acompanhar na realidade o resultado da implantação de suas propostas.” (MASIERO, 2013).

Duran (2017), por sua vez, afirma que:

“O arquiteto como artista inspirado e o desenho arquitetônico como expressão exclusiva da sua genialidade são duas abstrações que têm efeito prático na construção civil. [...] O reforço dessas abstrações vai desde a fragmentação e precarização contemporânea do trabalho no canteiro aos currículos das faculdades de arquitetura, que nem sempre abordam o trabalho coletivo na construção civil, passando pelo elogio acrítico dos *starchitects* – “arquitetos-estrela” reconhecidos mundialmente por seus projetos autorais grandiosos, independentemente do grau de sofrimento

físico que a materialização de tais projetos tenha causado aos operários no canteiro.

[...]

As faculdades de arquitetura pouco ou nada ensinam sobre o trabalho coletivo no canteiro – muito menos sobre a violência que ali se instala – o que seria fundamental para a visualização mínima, pelo arquiteto, de onde, em quais condições e pelas mãos de quem seu desenho se materializa”. (DURAN, 2017).

Já Nakamura (2014) afirma que:

“O distanciamento dos arquitetos do canteiro começa ainda na graduação, que costuma oferecer pouco conteúdo sobre administração de obras. A ideia preconcebida de que engenheiros são mais capazes de lidar com a mão de obra e com cronogramas e planilhas de orçamento também contribui para que esse trabalho não seja melhor explorado pelos arquitetos”. (NAKAMURA, 2014).

Piñon (2006) também afirma que “é necessário recuperar o projeto como processo construtivo, sendo preciso deixar de considerar a arquitetura como um *plus* estético que 'se agrega' à construção, para entendê-la como 'um modo específico de enfrentar a construção" e "[...] recuperar a competência construtiva como atributo fundamental da atividade do arquiteto", sugerindo também que não é uma preocupação não apenas de arquitetos brasileiros. Nesse mesmo sentido, Stevens (2003, p. 196), analisando contextos de ensino de arquitetura na Grã-Bretanha, França, Alemanha, Estados Unidos e, principalmente Austrália (local onde atua), afirma que, de um modo geral, os “estudantes não aprendem sobre a indústria da construção, não são capazes de desenhar e não sabem nada sobre construções”.

Diante do exposto, é levantada aqui a hipótese de que os processos de ensino-aprendizado, embora não correspondam ao fator exclusivo, possuem importante poder de influência nesse contexto (por exemplo, sabe-se que questões políticas, culturais, econômicas, dentre outras, também são fatores importantes). Esse pressuposto é alinhado à abordagem de Stevens (2003) que trata a formação escolar como um dos principais mecanismos de transmissão de capital cultural e simbólico influenciadores de práticas profissionais. Antes, contudo, primeiramente é preciso compreender minimamente como é a formação em arquitetura e suas origens no que se refere ao conhecimento construtivo.

#### 4.1 Antecedentes: breve histórico

Leon Battista Alberti, um dos principais responsáveis pela noção moderna sobre o que vem a ser um arquiteto, publicou em 1452 o *De re aedificatoria libri decem*, ou “Dez Livros sobre Arquitetura”, o primeiro grande tratado moderno de arquitetura, embora significativamente baseado em “Os Dez Livros de Architectura” de Vitruvius, escrito no século I a.C. No início do livro, há uma apresentação do que Alberti considerava ser um arquiteto:

“Não apresentarei diante de vós um carpinteiro (...), aquele que tem certeza de que ele deixa sua mão ao arquiteto como uma ferramenta. Vou chamar o arquiteto que saberá, com certa razão maravilhosa, com a mente e com a alma para delinear, com o trabalho para trazer todas essas coisas que, por meio do movimento dos grandes pesos e da união dos corpos podem com grande dignidade para acomodar muito bem aos usos dos homens. E para ser capaz de fazer isso é necessário que ele tenha conhecimento completo das coisas mais excelentes”. (ALBERTI, 1565, p. 5. Tradução livre do autor).

Isso evidencia a distinção do arquiteto, aquele que pensa, planeja e projeta, em relação ao trabalhador que imprime sua força de trabalho com seus músculos, movimentação e técnica, como se o arquiteto fosse o cérebro e os demais trabalhadores os membros de um corpo que realiza o trabalho. Ao mesmo tempo, o arquiteto é tratado como aquele que compreende todo o processo, tanto do planejamento do que será feito quanto dos modos de fazer.

A partir da Renascença, os métodos de representação gráfica passam a sofrer gradativamente importantes avanços, como na perspectiva cônica aprimorada, desenvolvida e apresentada por Filippo Brunelleschi (1377-1446), na geometria analítica por René Descartes (1596-1650) e na geometria descritiva por Gaspard Monge (1746-1818). A geometria analítica passa a ser cada vez mais útil para análises físicas e matemáticas. Enquanto a perspectiva cônica é ideal para a representação de um objeto de maneira muito próxima à percepção humana, a geometria descritiva utiliza projeções ortogonais, que permitem representar o objeto com dimensões em escala real ou reduzida sem as distorções de profundidade da perspectiva cônica. Os dois métodos passam a ser utilizados em projetos arquitetônicos: a perspectiva cônica principalmente para representar o resultado final, algo de viés visual e estético; e a geometria descritiva para representar o todo ou as partes com suas dimensões, inclusive facilmente mensuráveis no desenho, algo de viés técnico para finalidades construtivas ou de registros quando as dimensões são importantes (documentação).

De certo modo, a evolução dos métodos de representação é reflexo dessa separação entre os que planejam e os que executam.

No Brasil, a formação em arquitetura deriva principalmente da tradição portuguesa. Conforme Pedreirinho (1994, *apud* Brasil, 2010c), as origens da formação em arquitetura podem ser divididas em três fases: ensino convencional, ensino oficial e ensino público.

A primeira fase, do ensino convencional, relaciona-se com a arquitetura eclesiástica e dependia das ordens distintas, nas quais o conhecimento sobre arquitetura era preservado e transmitido de mestre para discípulo de modo itinerante, que acompanhava a sequência e o local de grandes obras. As ordens concentravam o saber e os conhecimentos numa prática baseada no secretismo – no sentido de conservar em segredo –, importante para conservar uma complexa estrutura de poder.

A segunda fase, o ensino oficial, superou a experiência conventual e alcançou na Idade Média o mundo fora das ordens religiosas por meio de rígidas corporações de ofício, em que o conteúdo profissionalizante era passado de mestre para aprendizes de forma prática. As organizações dos *mestres*, ou confrarias<sup>48</sup>, eram hierarquizadas em mestres ou oficiais, obreiros e moços. O processo de aprendizado tinha início geralmente por volta dos 13 ou 14 anos de idade e tinha duração de quatro a seis anos. Após isso, o aprendiz deveria seguir por três anos de exercício prático da profissão juntamente com o mestre. Após esse período, os conhecimentos eram examinados por Juízes dos Ofícios, em que os obreiros apresentavam uma obra já executada ou uma maquete de um projeto não edificado (nesse caso, o trabalho era chamado de obra prima). Com a aprovação, o obreiro passava a ser considerado um mestre ou oficial e poderia abrir seu próprio negócio com até dois aprendizes<sup>49</sup>.

No Brasil, essas duas primeiras fases se confundem no período da colônia. No início, haviam poucos oficiais tanto em quantidade quanto em qualidade, uma vez que

---

<sup>48</sup> As confrarias representavam a associação ou o conjunto de pessoas do mesmo ofício, em que os confrades eram protegidos por um santo escolhido especialmente. No caso específico da construção, ficavam sob a bandeira de São José (MORENO, 1998).

<sup>49</sup> Arcipreste (2012) considera que o Trabalho de Conclusão de Curso – TCC é o equivalente contemporâneo da obra prima, já que é o trabalho que separa a pessoa entre aprendiz e profissional. De maneira semelhante ao que ocorria no ensino oficial, o TCC carrega forte simbolismo e uma certa mitificação, sendo que parte significativa dos estudantes se dedica a ele muito mais do que a qualquer outra atividade durante o curso. Essa supervalorização do último trabalho do curso também foi reforçada por meio de concursos, como o *Prix de Rome* na França, instituído para arquitetura em 1720 (já existia para pintores e escultores desde 1663) e existente até 1968, e o Opera Prima no Brasil, instituído em 1988 por iniciativa da Associação Brasileira de Ensino em Arquitetura – ABEA e existente até hoje.

diversas atividades não podiam ser exercidas. Conforme Andrade (1997, *apud* Brasil, 2010c), Luís Dias, conhecido como mestre da pedraria, foi o primeiro arquiteto que chegou no Brasil, em 1549. Aos poucos, outros mestres também chegavam e eram incorporados à congregação, preservando e difundindo o ofício de modo semelhante ao que era feito em Portugal (BRASIL, 2010c, p. 33)<sup>50</sup>.

A terceira fase, chamada de pública, nasce ainda no século XVI a partir da necessidade em Portugal pelo desenvolvimento de técnicas de guerra, navegação e da especialização da chamada arquitetura militar derivadas das conquistas territoriais. A formação oficial em arquitetura passou a ser realizada por meio de cursos teórico-práticos ministrados por profissionais considerados habilitados. No Brasil, o ensino regular da Arquitetura Militar foi instituído somente em 1699 (BRASIL, 2010c, p. 33-36).

Na Europa, a Revolução Industrial desencadeou importantes transformações socioeconômicas no final do século XVIII e início do XIX, implicando na aceleração da urbanização devido à concentração de população nos centros urbanos, pelo baixo número de moradias e pelos problemas das condições de segurança e higiene. Na França, a arquitetura era ensinada institucionalmente desde 1671 na *Académie Royale d'Architecture*, cujos objetivos eram formar profissionais para atender às demandas de projetos e obras públicas do governo absolutista<sup>51</sup>. Contudo, os novos desafios da época motivaram a criação de novos cursos, como a *École des Pontes et Chaussées* em 1747, a *École des Ingénieurs de Mézière* em 1748 e, finalmente, a *École Polytechnique* em 1794<sup>52</sup>. Com a extinção da academia em 1793, a arquitetura foi incorporada em 1795 ao ensino de pintura e escultura na *École des Beaux Arts*<sup>53</sup>. Até essa época, o arquiteto era, ao mesmo tempo o idealizador e, juntamente com engenheiros militares e civis, o técnico considerado capacitado para realizá-la<sup>54</sup>.

---

<sup>50</sup> Os mestres Antônio Francisco Lisboa, Valentin, Manuel da Cunha, entre outros, tiveram formação em corporações de ofício. Em 1790, o vereador de Mariana-MG registrou que o mestre Manoel Francisco Lisboa (pai de Antônio Francisco Lisboa) oferecia lições práticas de arquitetura nos canteiros de suas obras (TOLEDO, 1983).

<sup>51</sup> A *Académie royale d'architecture* foi inspirada por Jean-Baptiste Colbert (1619-1683) e teve como primeiro diretor François Blondel (1618-1686), conhecido pelos estudos de proporção de escadas difundido como "Fórmula de Blondel" (ARAGO, 1854).

<sup>52</sup> Gaspard Monge, o criador da geometria descritiva, se envolveu na reforma do sistema educacional francês e ajudou a fundar a *École Polytechnique de Paris* (ARAGO, 1854).

<sup>53</sup> A *Académie des Beaux-Arts* foi fundada por em 1648 por Jules Mazarin (1642-1661) para educar alunos talentosos em desenho, pintura, escultura, gravura, arquitetura e outras mídias durante o período do rei Luís XIV. É considerada a precursora do estilo *Beaux-Arts*, baseado na antiguidade clássica grega e romana e na exigência de elevados padrões de educação (ARAGO, 1854).

<sup>54</sup> O termo "engenheiro civil" surge na época de criação das Escolas Politécnicas no século XVIII para designar a formação em engenharia não militar. Até então, a construção de obras estruturais, como principalmente no período da revolução industrial, era

Nesse contexto, não fazia sentido um arquiteto fora do canteiro de obras (BRASIL, 2010c, p. 39-40).

Conforme Stevens (2003), a fundação da *École Polytechnique* marcou uma alteração pedagógica na formação em arquitetura. Até então, os conhecimentos do que é tratado hoje como arquitetura e engenharia:

“Eram lecionados por praticantes da atividade para pequenos grupos de alunos. Se alguma instrução teórica se fazia necessária, era dada por um professor ou por um aluno mais adiantado em um sistema *ad hoc*. O local central de aprendizado era o ateliê, enquanto as conferências formais permaneciam separadas e marginais ao processo principal.

A *Polytechnique* introduziu a ideia de se ter as matérias teóricas gerais, como matemática e mecânica, lecionadas por muitos anos antes de encaminhar os estudantes para os conhecimentos especializados em um ou outro ramo da engenharia. (...) As aulas expositivas eram entremeadas com atividades em laboratórios, onde subgrupos de alunos trabalhavam sob a orientação de um tutor”. (STEVENS, 2003, p. 233).

Segundo Addis (2009, p. 302), um dos princípios fundamentais da *Polytechnique* era a diminuição da distância entre teoria e prática (teoria no sentido de conhecimentos como de matemática, geometria e filosofia e prática no sentido de conhecimentos de engenharia, construção, materiais, experimentações etc.), em parte para romper as barreiras sociais e em parte para garantir que a tecnologia industrial se beneficiasse dos avanços científicos da época. Esse modelo francês se espalhou na Europa rapidamente, com escolas na Alemanha, Império Austro-Húngaro, Suíça, Itália e outros países europeus (ADDIS, p. 302). Poucos anos depois, o modelo também passou a ser adotado nos Estados Unidos, como na Military Academy em 1818.

Em Portugal, durante a segunda metade do século XVIII e início do XIX, foi criada a Aula de Desenho e Arquitetura Civil de Lisboa em 1781 e a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho de Lisboa em 1790. Esta última tinha uma estrutura dividida em dois anos de estudos de matemática (estudados em outra instituição), dois anos para fortificações ou arquitetura militar e dois anos para arquitetura civil. Essa estrutura foi adotada a partir de 1792 no Brasil com o estabelecimento da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho do Rio de Janeiro<sup>55</sup> (BRASIL, 2010c).

---

feita por engenheiros militares. Conforme Hansen e Zenobia (2011), o engenheiro inglês John Smeaton, em 1768, foi o primeiro que se autodenominou engenheiro civil para diferenciar-se dos profissionais militares.

<sup>55</sup> 1792 é considerado por Paulo Pardal (1928-2004) o ano do início formal dos cursos de engenharia no Brasil. (PARDAL, 1985, *apud* BRASIL, 2010c)

A partir de 1808, a família real portuguesa e grande parte da corte desembarca no Brasil. Até então, o ensino formal de arquitetura em Portugal centrava-se na Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho de Lisboa e, no Brasil, nas Aulas de Arquitetura Militar. Em 1816, é criada a Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios, ano em que os integrantes da Missão Francesa desembarcaram no Brasil. Após anos sem efetivo funcionamento, em 1826 ela foi reorganizada como Imperial Academia de Belas-Artes conforme o modelo *Beaux-Arts* francês (BRASIL, 2010c)<sup>56</sup>.

No período de 1816 a 1931, o curso de arquitetura da Academia de Belas-Artes teve diversas disciplinas ligadas a pintura, escultura, decoração, matemática e geometria. Como cada professor era responsável por todo o conteúdo e o ministrava livremente de acordo com seus conhecimentos e pressupostos, as disciplinas duravam enquanto o professor ministrava na instituição. Em relação às disciplinas, as que demonstram, pelo título, terem relação mais direta com materiais e construção eram “Cálculo e mecânica, materiais de construção e sua resistência” entre 1891 e 1901, “Materiais de Construção, tecnologia das profissões elementares” a partir de 1901, “Materiais de construção, estudo experimental de sua resistência e tecnologia das profissões elementares” a partir de 1911, “Física aplicada às construções, higiene das habitações” em 1931 e “Estereotomia” entre 1890 e 1911 (BRASIL, 2010c). Contudo, é possível que questões construtivas também eram tratadas em outras disciplinas, como nas relacionadas à representação e nos ateliês. Ao mesmo tempo, o nome das disciplinas apenas indica que o assunto era estudado, de maneira que o modo que era estudado pode ser decisivo na formação.

Em 1894, é fundada a Escola Politécnica de São Paulo e o curso de engenheiro-arquiteto, que passou a funcionar em 1896, inspirado no modelo da *École Polytechnique de Paris*. A estrutura didática era baseada em um curso fundamental e de cursos especiais, como engenharia civil e arquitetura. Assim,

“diferentemente de Paris ou Rio de Janeiro, onde os arquitetos eram formados em uma escola integrada ao ensino artístico, em São Paulo a arquitetura veio a ser estudada como uma das especialidades da engenharia”. (FICHER, 2005, p. 25).

---

<sup>56</sup> Em 1890, com o advento da República, ela passa a se chamar Escola Nacional de Belas Artes e, em 1971, Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, nome atual (Escola de Belas Artes da UFRJ, 2019).

Porém, o curso era pouco procurado, provavelmente devido ao contexto socioeconômico brasileiro e os clientes potenciais, assim como ao crescente processo de industrialização. Evidência disso é que entre 1899 e 1917, formaram-se apenas vinte profissionais no curso de engenheiro-arquiteto (FICHER, 2005, p. 46)<sup>57</sup>.

Dentre as cadeiras que o curso de engenheiro-arquiteto possuía até 1917, havia no primeiro ano a de 'Tecnologia das Profissões Elementares', que tratava do que atualmente é chamado de materiais de construção, e de 'Arquitetura Civil e Higiene das Habitações', que tratava, entre outros assuntos, sobre construção. No segundo, havia a cadeira de 'Estabilidade das Construções' e 'Tecnologia do Construtor Mecânico', que era "um curso geral sobre construção e sistemas construtivos, onde misturavam procedimentos empíricos tradicionais e conhecimentos científicos aplicados" (FICHER, 2005, p. 48).

Nos anos 1920, o arquiteto Christiano Stockler das Neves (1889-1982), figura importante no contexto paulista, defendia que "o arquiteto deveria projetar e o engenheiro, construir – e o prático deveria ser banido do mercado de trabalho" (FICHER, 2005, p. 242). Ao mencionar banimento, entende-se que o prático, isto é, o não diplomado ou legalmente autorizado, deveria perder sua autonomia, o que de fato ocorreu sob o ponto de vista legal, mas não do prático. Mais tarde, Stockler das Neves passou a lecionar na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Mackenzie (a qual também ajudou a fundar), a primeira instituição particular do Brasil a formar arquitetos. Diante de sua posição social no campo, é conjecturado aqui que seus pontos de vista tenham sido difundidos tanto por outros arquitetos quanto pelos estudantes. Ao mesmo tempo, havia significativo senso comum na sociedade e no campo profissional sobre o arquiteto restrito ao projeto, embora alguns também consideravam que isso o relegava a um mero desenhista de fachadas e plantas, algo secundário e prescindível (FICHER, 2005, p. 244). Por outro lado, esse contexto de afastamento do universo da construção também provocava a preocupação de alguns, como comentado pelo arquiteto Cintra do Prado: "o que se dizia na época [nos anos 1930] – e eu sofri muito essa influência – é que quem projeta sem construir, projeta coisas infundadas" (FICHER, 2005, p. 245). Embora seu comentário também contenha a ideia implícita

---

<sup>57</sup> Devido à tradição *Beaux-Arts* francesa, ligada à ideia de bom-gosto e aos padrões clássicos, o arquiteto era formado para projetar obras de caráter extraordinário, como palácios e edifícios governamentais. No caso da arquitetura residencial, para projetar grandes e belas casas, o que tende a direcioná-los a clientes de maior nível socioeconômico, restringindo significativamente o campo de atuação potencial desse profissional.



de que é possível criar bons projetos sem supervisionar obras, ele demonstra a existência desse tipo de compreensão que, de certo modo, colocava arquitetos que apenas projetavam como profissionais inferiores aos engenheiros.

Em 1931, o curso de arquitetura da Escola Nacional de Belas-Artes era dividido em 5 anos. Analisando-se os títulos de disciplinas, conforme apresentado em Brasil (2010c), observa-se que, dentre as 19 no total, as mais diretamente relacionadas a materiais e construção eram “Física aplicada às construções”, “Resistência dos materiais”, “Sistemas e detalhes de construção”, “Materiais de Construção” e “Elementos de construção”.

A divisão entre canteiro e desenho, existente desde a Renascença, se torna mais evidente no século XX, uma vez que passa a existir a ideia de que projetar e realizar a gestão da construção são atividades que devem ser realizadas por dois profissionais distintos, como tratado no artigo escrito pelo Professor Cintra do Padro, da Escola de Belas Artes de São Paulo em 1930: “Dentro de alguns anos, nós teremos aqui o que os outros grandes centros já têm: a separação entre os engenheiros arquitetos e os engenheiros construtores” (FICHER, 2005, p. 207).

Paralelamente às questões de ensino, a institucionalização e a regulamentação da profissão foram preocupações importantes no Brasil desde o século XIX. Conforme Ficher (2005, p. 177), diversos decretos foram publicados no sentido de determinar as atividades exclusivas para diplomados (engenheiros-civis, arquitetos e engenheiros-arquitetos) e não aos não diplomados, chamados de práticos. Após anos de lutas em prol da classe dos diplomados – que podem ser consideradas também como corporativistas e de reserva de mercado –, em 1933, foi criado o sistema CONFEA – CREAs, que regulamentava o exercício profissional de arquitetura, engenharia e agronomia<sup>58</sup>, seguindo uma tendência internacional após a Primeira Guerra Mundial<sup>59</sup>. Conforme o art. 30 do Decreto nº 23.569 de 11 de dezembro de 1933 (BRASIL, 1933), ao arquiteto ou engenheiro-arquiteto cabia o:

---

<sup>58</sup> Na época, o sistema CONFEA-CREAs era constituído pelo Conselho Federal e pelos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. As associações de profissionais, como o Instituto Paulista de Arquitetos e o Instituto de Engenharia, bem como pressões políticas tiveram papel importante para a consolidação de regulamentações profissionais, entendidas por esses grupos como conquistas para suas respectivas classes. Com a criação do Conselho de Arquitetura do Brasil – CAU/BR por meio da Lei 12.378, de 31 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010a), o sistema CONFEA-CREAs passou a ser constituído pelo Conselho Federal e pelos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia.

<sup>59</sup> Conforme Rios Filho (1934, *apud* Vidotto, 2014, p. 55) a profissão de arquiteto foi regulamentada na Polônia em 1921, na Itália em 1923, em Portugal em 1925, na Bélgica e na França em 1926 e na Espanha, na Inglaterra, no Chile e na Argentina em 1929.

“Estudo, projeto, direção, fiscalização e construção de edifícios, com todas as suas obras complementares, (...) das obras que tenham caráter essencialmente artístico ou monumental, (...) dos serviços de urbanismo, (...) das obras de grande decoração arquitetônica, (...) da arquitetura legal e (...) das perícias e arbitramentos relacionados”. (BRASIL, 1933).

Embora a regulamentação e os temas estudados na época apontem que a formação acadêmica preparava os profissionais para elaboração de projetos e gestão do processo construtivo, de acordo com o arquiteto João Batista Vilanova Artigas (1915-1985), a formação predominante era insuficiente acerca de construção:

“Os arquitetos e o ensino de arquitetura saíram deste processo bastante prejudicados. Não se compreendeu o papel que os arquitetos teriam que desempenhar nesse momento histórico. Na verdade, prevaleceu o conceito que o tipo de formação da antiga Academia de Belas-Artes tinha criado para o arquiteto. Uma espécie de técnico menor, um desenhador, ignorante das exigências da gravidade e do comportamento das estruturas”. (ARTIGAS, 1977, p. 32 *apud* BRASIL, 2010c).

Segundo Vidotto (2014, p. 56), a partir da regulamentação das profissões, a organização estabelecida era de que engenheiros-civis lidavam com questões técnicas e engenheiros-arquitetos com o embelezamento. Nesse momento, a associação entre construtoras e o Estado era sólida e todos os projetos eram entregues a essas empresas, administradas principalmente por engenheiros-civis. Nessa época:

“Não existiam firmas que se dedicavam apenas à feitura de projetos, uma vez que seus custos estavam incluídos no preço total da obra. Mas haviam projetistas *free-lance* no mercado, provavelmente contratados por firmas maiores para fazer desenhos ou projetos; mesmo assim, o projeto não se caracterizava como mercadoria para o proprietário de um empreendimento imobiliário, para quem ficava, aparentemente, de graça”. (FICHER, 1989, p. 408, *apud* VIDOTTO, p. 57).

Nesse mesmo período, cursos de arquitetura desvinculados das formações de Belas-Artes ou Engenharia começam a surgir, como o Curso de Arquitetura da Academia de Belas-Artes em 1928 e a Escola de Arquitetura de Belo Horizonte em 1930. Embora esses novos cursos e os anteriores tenham sofrido reformas, como os professores eram provenientes de formações ligadas a Belas-Artes ou Engenharia, a formação ainda era fortemente influenciada pelos modelos anteriores<sup>60</sup>.

Nesse contexto, a separação entre projeto e construção já era evidente. Conforme depoimento do engenheiro Archimedes de Barros Pimentel (1909-2012) à arquiteta

---

<sup>60</sup> O curso de arquitetura da UFMG, por exemplo, foi o primeiro curso autônomo no Brasil, desvinculado das Escolas de Belas Artes ou de Engenharia. No entanto, os graduados recebiam o título de engenheiro-arquiteto. Entre os 18 fundadores do curso, 3 eram arquitetos, um formado em belas artes e os 14 restantes eram engenheiros (Escola de Arquitetura da UFMG, 2017).

Sylvia Ficher (FICHER, 2005, p. 246), por volta de 1940 existia significativa tendência pelos arquitetos a só fazerem projeto. Com essa desvinculação em relação à construção, muitos arquitetos tinham dificuldades para conseguir clientes pois estes geralmente não queriam pagar ou lidar com dois profissionais (o arquiteto e o engenheiro).

Nesse momento, o conhecimento sobre concreto armado já estava significativamente difundido no Brasil, sendo que arquitetos ligados ao movimento modernista – Oscar Niemeyer como aquele de maior destaque – tiveram papel importante para isso. Conforme Santos (2008), o concreto já tinha uso normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, já estava regulado pelas atribuições profissionais do sistema CONFEA-CREAs e fazia parte dos currículos das escolas de engenharia e arquitetura<sup>61</sup>. Por ser uma tecnologia nova e baseada em lógica construtiva diferente em muitos aspectos em relação às anteriores – moldagem de elementos –, é importante reconhecer que essa tecnologia influenciou o raciocínio construtivo dos arquitetos. Ao mesmo tempo, exatamente pelo motivo de ser baseada em fôrmas, a tecnologia também pode ter influenciado o raciocínio de projeto para a ênfase dos contornos<sup>62</sup>.

Em 1948, a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU/USP é criada, baseada principalmente no curso de Arquitetura da Escola Politécnica da USP. Desde sua criação, seu currículo foi alvo de críticas por ser considerado apenas um “somatório de disciplinas” e incompatível com o modelo de arquiteto pretendido (ARTIGAS, 1993, p. 134 *apud* NARUTO, p. 39). Em 1957, incumbidos de estabelecer as diretrizes para uma reforma no ensino da instituição, os professores Abelardo Souza, Hélio Duarte, Vilanova Artigas e Rino Levi sugerem uma nova estrutura na qual o atelier passa a constituir a chamada “espinha dorsal” do curso, com as demais disciplinas convergindo para ele, embora, como apresentado

---

<sup>61</sup> A primeira norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas é a ABNT/NB 1: 1940: Cálculo e execução de obras de concreto armado. A versão atual dessa norma é a NBR 6118:2014: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (ABNT Catálogo, 2019).

<sup>62</sup> O uso da tecnologia do concreto armado no Brasil é analisado, por exemplo, por Ferro (2006) e Santos (2008) sob o ponto de vista econômico e social. No início do século XX, a técnica de se fazer o concreto armado (dosagem, construção de fôrmas e disposição das armaduras de aço) se tornou rapidamente difundida e conhecida pela classe operária principalmente nas grandes cidades brasileiras e, ao mesmo tempo, essa classe não tinha atribuições legais para se responsabilizar por obras. Com isso, a classe dominante, composta por investidores, engenheiros e arquitetos, passa a definir e projetar os novos edifícios em concreto armado, visto que a mão-de-obra detentora da técnica construtiva não precisava ser treinada, barateando-se os custos com a mesma. Ao mesmo tempo, os operários, ao construir suas próprias residências – mesmo que ilegalmente –, contribuíam para reforçar essa situação, pois nessas construções ocorria naturalmente o treinamento e a transmissão do conhecimento da técnica (sem o investimento da classe dominante). Além disso, o fato de os operários passarem a ter suas próprias casas também contribuiu para a redução de seus salários médios, uma vez que o salário não precisava mais cobrir as despesas de moradia.

por Stevens (2003, p. 233), essa ideia já existia na *École des Beaux-Arts* francesa desde que foi fundada no século XVIII. A concepção curricular resultante tinha quatro focos (comunicação visual, desenho industrial, edifício e urbanismo) e três departamentos (projeto, tecnologia e história da arquitetura e estética do projeto) (MOTTA, 1977, *apud* BRASIL, 2010c). Em comparação com o ensino politécnico e ligado à formação em engenharia que vigorava anteriormente, a carga horária dedicada para conteúdos ligados à tecnologia foi reduzida a quase a metade (LEITE, 2006, p. 43). Embora a maneira de estudar talvez seja mais determinante do que a carga horária propriamente dita (qualidade *versus* quantidade), esse tipo de alteração exerce uma influência em termos de ênfases e importância simbólica e representativa na formação.

As preocupações com as ênfases e abordagens na formação em arquitetura parecem ser constantes no Brasil. Como tratado por Naruto (2006), o ensino institucional da arquitetura no Brasil foi e continua sendo considerado constantemente como insatisfatório, tendo sido objeto de diversas reformulações ao longo de sua história. Embora a maior parte dos cursos tomassem como modelo o currículo da Faculdade Nacional de Arquitetura do Rio de Janeiro (FNA/RJ), cada curso possuía certa autonomia. Em 1962, após anos de discussões principalmente nos anos 1950, foi apresentado durante o III Encontro de Diretores, Professores e Estudantes de Arquitetura realizado em São Paulo o currículo mínimo nacional, aprovado pela Portaria Ministerial de 04 de dezembro do mesmo ano. Uma das principais preocupações era de não reproduzir o modelo sobre o qual pretendia-se superar. O currículo também pretendia apontar para uma visão de formação generalista, única do arquiteto e urbanista e, para isso, buscou impedir a fragmentação em áreas especializadas. Todos os cursos, assim, deveriam observar os conteúdos mínimos, conforme apresentado em Brasil (2010c). De todo modo, o currículo mínimo era aberto para experimentações e incorporações de tradições culturais regionais. Dentre os 15 conteúdos (QUADRO 1), “Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções”, “Materiais de Construção”, “Técnica de Construção” e “Sistemas Estruturais” eram aqueles em que questões construtivas eram discutidas diretamente.

Quadro 1 – Conteúdos mínimos a serem observados na organização dos cursos de arquitetura (1962)

<b>Matérias</b>
Cálculo
Física Aplicada
Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções
Desenho e Plástica
Geometria Descritiva
Materiais de Construção
Técnica de Construção
História da Arquitetura e da Arte
Teoria da Arquitetura
Estudos Sociais e Econômicos
Sistemas Estruturais
Legislação, Prática Profissional e Deontologia
Evolução Urbana
Composição Arquitetônica, de Interiores e de Exteriores
Planejamento

Fonte: BRASIL, 2010c.

Após a Reforma Universitária de 1968, o currículo mínimo foi reestabelecido em 1969. Os conteúdos do currículo de 1962 foram organizados em dois ciclos, o básico e o profissional (QUADRO 2). Os assuntos diretamente ligados à construção eram “Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções”, “Materiais de Construção, Detalhes e Técnicas da Construção” e “Sistemas Estruturais”, o que, a princípio, se mostrava semelhante ao currículo anterior. Contudo, conforme tratado em Brasil (2010c), as normas para sua aplicação denotavam uma visão tecnocrática e padronizadora, indiferente às dinâmicas de mudança de procedimentos didático-pedagógicos em andamento nos cursos. Destaca-se que nessa reforma, os cursos de arquitetura e urbanismo são unificados, criando o modelo que vigora até hoje<sup>63</sup>. Contudo, os títulos de alguns cursos ainda eram o de engenheiro-arquiteto<sup>64</sup>.

<sup>63</sup> O curso de urbanismo no Brasil surgiu com a Universidade do Distrito Federal em 1935 e, em 1939, como pós-graduação. A Universidade, no entanto, foi fechada por Getúlio Vargas em 1939. Depois dessa data, surgiram alguns cursos de formação rápida, no pós-guerra, em Belo Horizonte, mas o urbanismo só volta a ter destaque no ensino de arquitetura com a reforma universitária da década de 1970 (CAU/RJ, 2016).

<sup>64</sup> A Faculdade de Arquitetura Mackenzie, nascida a partir da Escola de Engenharia Mackenzie, foi a primeira a conferir títulos de arquitetos, e não engenheiros-arquitetos, em 1939. Na Escola Politécnica da USP, o curso de engenheiro-arquiteto foi mantido até 1954 (MENDES, 2017, p. 56). Conforme o sistema eletrônico do Ministério da Educação – e-MEC (MEC, 2019), todos os atuais cursos brasileiros de arquitetura formam arquitetos e urbanistas. Como não foram encontradas informações sobre a transição dos cursos e títulos de engenheiro-arquiteto para arquiteto urbanista, acredita-se que isso ocorreu de maneira gradativa em cada instituição ao longo dos anos. Na UFMG, por exemplo, isso ocorreu nos anos 1990.

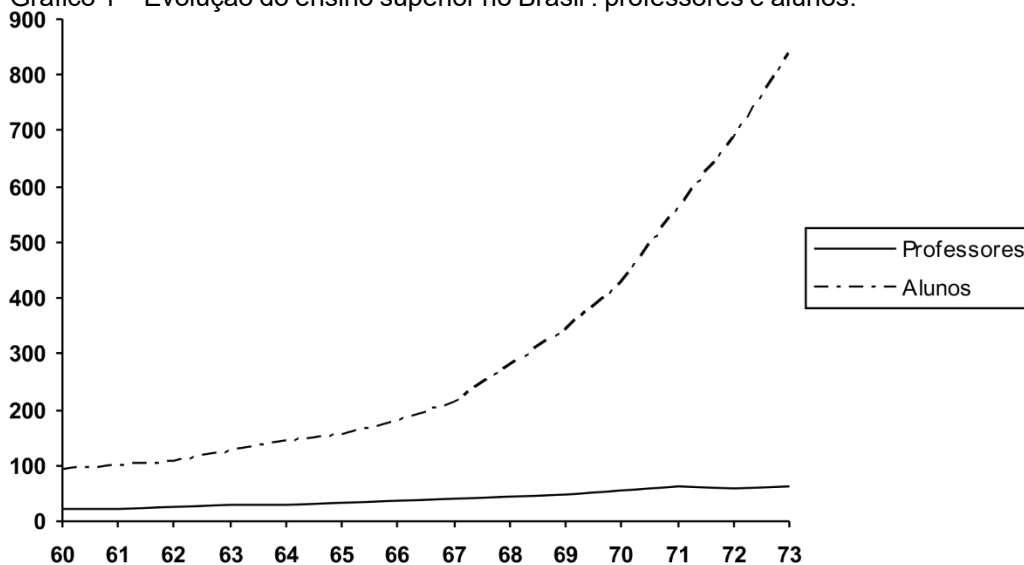
Quadro 2 – Conteúdos mínimos a serem observados na organização dos cursos de arquitetura (1969)

Matérias Básicas	Estética, História das Artes e, especialmente, da Arquitetura
	Matemática
	Física
	Estudos Sociais
	Desenho e Outros Meios de Expressão
	Plástica
Matérias Profissionais	Teoria da Arquitetura, Arquitetura Brasileira
	Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções
	Materiais de Construção, Detalhes e Técnicas da Construção
	Sistemas Estruturais
	Instalações e Equipamentos
	Higiene da Habitação
	Planejamento Arquitetônico

Fonte: BRASIL, 2010c.

Os anos 1960, principalmente a partir de 1964, marcaram uma mudança significativa nos rumos da educação superior no Brasil. Com apoio do governo americano por meio da USAID – *United States Agency for International Development*, no Brasil foi implantado após 1964 um modelo de organização do ensino superior baseado em estruturas departamentais, matrícula por disciplina, instituição dos ciclos básicos, unificação do processo seletivo por região, ingresso por classificação e adoção ampla de testes de múltipla escolha como instrumento de avaliação (LEITE, 2006, p. 50). Ao mesmo tempo, o número de cursos e estudantes aumentou significativamente e em proporção muito superior ao de professores (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 – Evolução do ensino superior no Brasil : professores e alunos.



Fonte: ABEA, 1978. p. 43 *apud* LEITE, 2006, p. 53.

Em termos do ensino relacionado a tecnologias, especificamente, a partir de então, passou a existir uma tendência reducionista na quantidade dos conteúdos por ensinar ou de simplificação dos mesmos, expressa por Siegbert Zanettini como "...aos arquitetos só se ensinam as páginas pares..." (LEITE, 2006, p. 55). Os reflexos do Currículo Mínimo de 1969 se manifestaram:

"Na inexpressiva revisão e adequação de conteúdos, na redução do tempo dedicado a este ensino, na limitação de métodos e recursos pedagógicos utilizados, e na consolidação de modelos curriculares pouco apropriados". (LEITE, 2006, p. 56).

A carga horária nessa época dedicada ao ensino de assuntos ligados às tecnologias demonstrava sinais de desprestígio desse campo em relação aos demais:

"De praticamente metade no modelo anterior, nos currículos decorrentes da aplicação da Resolução de 1969 decresce para um patamar variante de 25% a 30% da carga total do curso, dependendo de se considerar o currículo mínimo ou o ampliado". (LEITE, 2006, p. 49).

Outros aspectos também evidenciavam esse contexto:

"Conteúdos desatualizados e limitados em abrangência, em especial no tocante a materiais e técnicas construtivas. É gritante a ausência dos conhecimentos sobre processos racionalizados e industrializados de construção, bem como sistemas estruturais metálicos, ou ainda os conteúdos relacionados ao controle do ambiente, à economia da construção, à manutenção e à segurança, entre outros;

Práticas pedagógicas conservadoras, baseadas na transmissão e reprodução do conhecimento pronto e acabado. Aulas predominantemente teórico-conceituais e inexistência de experimentação construtiva como prática didática. Recursos de avaliação tradicionais, centrados em provas individuais escritas;

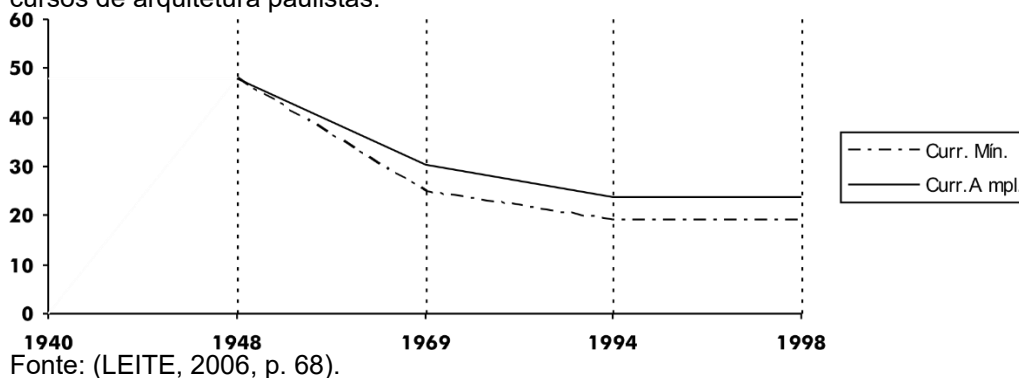
Distanciamento entre teoria e realidade, contrapondo-se à própria natureza da ação tecnológica que é o enfrentamento da materialidade. O lócus da formação tecnológica no período é a sala de aula, praticamente inexistindo outros espaços didático-pedagógicos como laboratórios, gabinetes, oficinas, canteiros, onde fosse possível a aplicação dos conhecimentos teóricos à realidade prática". (LEITE, 2006, p. 49).

Chevallard (2005) também aponta que nessa mesma época, na Grã-Bretanha, já havia a reflexão sobre a desvalorização dos saberes técnicos em relação aos teóricos na educação como um todo, o que sugere que o processo descrito anteriormente na formação em arquitetura pode ter sido uma manifestação ou reflexo de fenômenos sociais mais amplos.

Em 1977, é criada a Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura (ABEA), com o intuito de canalizar para instâncias do governo as questões do ensino do campo, bem como reunir demandas, sugestões e problemas. Embora tenha se tornado um importante canal de discussão do ensino em arquitetura, o currículo mínimo de 1969 permaneceu em vigor, orientando com poucos critérios pedagógicos a criação de diversos novos cursos de arquitetura no Brasil.

Após 25 anos, em 1994, após a Constituição de 1988 e intensa campanha da ABEA, Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas (FNA) e do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), questões curriculares foram novamente regulamentadas, desta vez por meio das diretrizes curriculares para o ensino de Arquitetura e Urbanismo que toma forma por meio da Portaria MEC nº 1.770/94 (BRASIL, 1994). No que se refere à dedicação dos cursos ao ensino de conteúdos ligados às tecnologias, as cargas horárias continuaram diminuindo, indicando novamente sinais de desprestígio do campo. Por exemplo, nas escolas paulistas, a partir de 1994, o resultado foi de um tempo curricular variante de apenas 18% a 25% da carga horária total (respectivamente, currículo mínimo e ampliado), em média, para o provimento do domínio tecnológico aos alunos (GRÁFICO 2) (LEITE, 2006, p. 67).

Gráfico 2 – Percentual da Carga Horária Média de Tecnologia em cursos de arquitetura paulistas.



A partir de 1995, é criado o Exame Nacional de Cursos (conhecido como “Provão”), sendo aplicado para os cursos de Arquitetura e Urbanismo inicialmente em 1996 (LEITE, 2006), que também aponta sinais de desvalorização dos conteúdos ligados à tecnologia das construções. Por exemplo, em 2002 e 2003, apenas 10% e 18% respectivamente das questões eram relativas a conhecimentos tecnológicos que,



além disso, eram enfocados exclusivamente de maneira qualitativa, sem a necessidade de aplicação de recursos matemáticos (LEITE, 2006, p. 75).

Doze anos mais tarde, em 3 de fevereiro de 2006, o Diário Oficial da União publicou a Resolução nº 6 do Ministério da Educação, que instituiu as diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, revogando a Portaria Ministerial nº 1.770 de 1994 (BRASIL, 2006). A partir de então, os cursos deveriam apresentar projetos pedagógicos com a descrição de competências, habilidades e perfis desejados para os futuros profissionais, assegurando:

“a formação de profissionais generalistas, capazes de compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidade, com relação à concepção, à organização e à construção do espaço interior e exterior, abrangendo o urbanismo, a edificação, o paisagismo, bem como a conservação e a valorização do patrimônio construído, a proteção do equilíbrio do ambiente natural e a utilização racional dos recursos disponíveis” (BRASIL, 2006).

Além disso, a resolução definiu quatro princípios para a elaboração dos projetos pedagógicos:

- a) “a qualidade de vida dos habitantes dos assentamentos humanos e a qualidade material do ambiente construído e sua durabilidade;
- b) o uso de tecnologia em respeito às necessidades sociais, culturais, estéticas e econômicas das comunidades;
- c) o equilíbrio ecológico e o desenvolvimento sustentável do ambiente natural e construído;
- d) a valorização e a preservação da arquitetura, do urbanismo e da paisagem como patrimônio e responsabilidade coletiva”. (BRASIL, 2006).

Em termos dos conteúdos, as diretrizes de 1994 e 2006 são semelhantes, como pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 – Conteúdos curriculares do curso de graduação em arquitetura e urbanismo em 1994 e 2006

	1994	2006 e 2010
I – Matérias de Fundamentação (1994) e Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação (2006 e 2010)	Estética e história das artes	Estética e história das artes
	Estudos Sociais e ambientais	Estudos sociais e econômicos
		Estudos ambientais
	Desenho	Desenho e meios de representação e expressão
II – Matérias Profissionais (1994) e Núcleo de Conhecimentos Profissionais (2006 e 2010)	História e teoria da arquitetura e urbanismo	Teoria e história da arquitetura, do urbanismo e do paisagismo
	Projeto de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo	Projeto de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo
	Planejamento urbano e regional	Planejamento urbano e regional
	Tecnologia da construção	Tecnologia da construção
	Sistemas estruturais	Sistemas estruturais
	Conforto ambiental	Conforto ambiental
	Técnicas retrospectivas	Técnicas retrospectivas
	Informática aplicada à arquitetura e urbanismo	Informática aplicada à arquitetura e urbanismo
Topografia	Topografia	
III	Trabalho Final de Graduação	Trabalho de Curso

Fonte: BRASIL, 2010c.

Nesses três momentos, os conteúdos mais relacionados a aspectos construtivos são “Tecnologia da construção” e “Sistemas estruturais”. Além disso, as Diretrizes de 2006 e 2010 também determinam as habilidades e competências que compõem a formação generalista do arquiteto e urbanista:

“a) o conhecimento dos aspectos antropológicos, sociológicos e econômicos relevantes e de todo o espectro de necessidades, aspirações e expectativas individuais e coletivas quanto ao ambiente construído;

b) a compreensão das questões que informam as ações de preservação da paisagem e de avaliação dos impactos no meio ambiente, com vistas ao equilíbrio ecológico e ao desenvolvimento sustentável;

c) as habilidades necessárias para conceber projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo e para realizar construções, considerando os fatores de custo, de durabilidade, de manutenção e de especificações, bem como os regulamentos legais, e de modo a satisfazer as exigências culturais, econômicas, estéticas, técnicas, ambientais e de acessibilidade dos usuários;

d) o conhecimento da história das artes e da estética, suscetível de influenciar a qualidade da concepção e da prática de arquitetura, urbanismo e paisagismo;

e) os conhecimentos de teoria e de história da arquitetura, do urbanismo e do paisagismo, considerando sua produção no contexto social, cultural, político e econômico e tendo como objetivo a reflexão crítica e a pesquisa;

f) o domínio de técnicas e metodologias de pesquisa em planejamento urbano e regional, urbanismo e desenho urbano, bem como a compreensão dos sistemas de infra-estrutura e de trânsito, necessários para a concepção de estudos, análises e planos de intervenção no espaço urbano, metropolitano e regional;

g) os conhecimentos especializados para o emprego adequado e econômico dos materiais de construção e das técnicas e sistemas construtivos, para a definição de instalações e equipamentos prediais, para a organização de obras e canteiros e para a implantação de infra-estrutura urbana;

h) a compreensão dos sistemas estruturais e o domínio da concepção e do projeto estrutural, tendo por fundamento os estudos de resistência dos materiais, estabilidade das construções e fundações;

i) o entendimento das condições climáticas, acústicas, lumínicas e energéticas e o domínio das técnicas apropriadas a elas associadas;

j) as práticas projetuais e as soluções tecnológicas para a preservação, conservação, restauração, reconstrução, reabilitação e reutilização de edificações, conjuntos e cidades;

k) 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;

l) o conhecimento dos instrumentais de informática para tratamento de informações e representação aplicada à arquitetura, ao urbanismo, ao paisagismo e ao planejamento urbano e regional;

m) a habilidade na elaboração e instrumental na feitura e interpretação de levantamentos topográficos, com a utilização de aero-fotogrametria, foto-interpretção e sensoriamento remoto, necessários na realização de projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo e no planejamento urbano e regional.” (BRASIL, 2006).

Dentre essas habilidades e competências, os aspectos construtivos podem ser verificados em diversos momentos. Na alínea “a”, por exemplo, aspectos sociais incluem as condições em que as construções serão realizadas, como aspectos de periculosidade e segurança. Na “b”, impactos ao meio ambiente podem se relacionar com aspectos de transporte, desperdício, reutilização e reciclagem que, necessariamente, implicam em conhecimento de processos. A alínea “c” trata diretamente de aspectos construtivos ao tratar de habilidades, técnicas levando-se em consideração tanto a construção quanto a manutenção. Ao mesmo tempo, menciona outros aspectos, como estética, economia, acessibilidade e ambientais, dando a entender que todos eles devem ser considerados simultaneamente. A alínea “g” talvez seja, juntamente com a “c”, a que trata de habilidades e competências mais diretamente relacionadas ao raciocínio construtivo, uma vez que menciona

diretamente que o arquiteto deve possuir conhecimentos técnicos tanto sobre os chamados projetos complementares (como estruturas, instalações prediais, dentre outros) quanto sobre obras para o adequado e econômico emprego dos materiais. A alínea “h”, por sua vez, relaciona-se diretamente aos estudos e análises estruturais, que também podem conter diversas implicações construtivas como na aplicação de elementos contraventantes, fixadores e aqueles que permitem liberdades mecânicas (deslocamentos e rotações).

Por fim, as diretrizes de 2010 (BRASIL, 2010b), em vigor até o momento de elaboração desta tese, preservaram os conteúdos curriculares, como destacado no Quadro 3, bem como as habilidades e competências. O Quadro 4 apresenta uma comparação entre as disciplinas da ENBA de 1931 com os currículos mínimos de 1962 e 1969 e as diretrizes curriculares de 1994 e 2006.

Quadro 4 – Comparação entre as disciplinas da ENBA de 1931 com os currículos mínimos de 1962 e 1969 e as diretrizes curriculares de 1994 e 2006

<b>Enba 1931</b>	<b>Currículo 1962</b>	<b>Currículo 1969</b>	<b>Diretriz 1994</b>	<b>Diretriz 2006</b>
<b>Disciplinas</b>	<b>Matérias</b>	<b>Matérias</b>	<b>Matérias</b>	<b>Conhecimentos</b>
História das Belas-Artes Arquitetura analítica Estilo	História da arquitetura e da arte	Estética, História das artes e, especialmente, da arquitetura	Estética e história das artes	Estética e história das artes
Matemática superior	Cálculo	Matemática		
Física aplicada às construções	Física aplicada	Física		
Resistência dos Materiais	Resistência dos materiais e estabilidade das construções	Resistência dos materiais e estabilidade das construções	Sistemas estruturais	Sistemas estruturais
Sistemas e Detalhes de Construção	Sistemas estruturais	Sistemas estruturais		
Modelagem	Desenho e plástica	Plástica	Desenho	Desenho e meios de representação e expressão
Desenho	Geometria Descritiva	Desenho e outros meios de expressão		
Geometria descritiva				

Quadro 4 – Comparação entre as disciplinas da ENBA de 1931 com os currículos mínimos de 1962 e 1969 e as diretrizes curriculares de 1994 e 2006 (continuação)

<b>Enba 1931</b>	<b>Currículo 1962</b>	<b>Currículo 1969</b>	<b>Diretriz 1994</b>	<b>Diretriz 2006</b>
<b>Disciplinas</b>	<b>Matérias</b>	<b>Matérias</b>	<b>Matérias</b>	<b>Conhecimentos</b>
Artes aplicadas				
Teoria da arquitetura	Teoria da arquitetura	Teoria da arquitetura, Arquitetura brasileira	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo	Teoria e história da arquitetura, do urbanismo e do paisagismo
Materiais de construção	Materiais de construção	Materiais de construção, detalhes e técnicas da construção	Tecnologia da construção	Tecnologia da construção
Elementos de construção	Técnica de construção	Instalações e Equipamentos		
Composição de arquitetura	Composição arquitetônica, de interiores e de exteriores	Planejamento arquitetônico	Projeto de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo	Projeto de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo
Urbanismo	Planejamento		Planejamento urbano e regional	Planejamento urbano e regional
	Evolução urbana			
Topografia – Arquitetura Paisagista			Topografia	Topografia
Legislação das Construções	Legislação, prática profissional e deontologia			
		Higiene da habitação	Conforto ambiental	Conforto ambiental
	Estudos sociais e econômicos	Estudos sociais e econômicos	Estudos Sociais e Ambientais	Estudos ambientais
				Estudos Sociais e Econômicos
			Técnicas retrospectivas	Técnicas retrospectivas
			Informática aplicada à arquitetura e urbanismo	Informática aplicada à arquitetura e urbanismo
			Trabalho Final de Graduação	Trabalho Final de Graduação

Fonte: BRASIL, 2010c.

De acordo com todos os modelos ou estruturas curriculares dos cursos de arquitetura analisados, observa-se que todos contêm disciplinas sobre construção ou técnicas construtivas. No entanto, o fato de existirem disciplinas relacionadas ao tema parece não ser suficiente, visto que o tema ainda tende a ser tratado de maneira secundária. Dados e informações apresentados, além dos relatos informais de estudantes e professores atualmente apontam que esse tema é geralmente estudado de maneira isolada no curso, assim como os demais temas considerados técnicos ou teóricos. Conforme Chervel (1990), pedagogia se aproxima de atividade pastoral, uma vez que não se trata de convencer, mas de implantar formas de conhecimento, raciocínio, expressão e até mesmo comportamento gestual. Para Chervel (1990), existe uma tendência de que se uma disciplina se mantém por décadas, transforma-se em *habitus*. Como consequência, ela desaparece do programa e cede lugar a outras urgentes, visto que, uma vez incorporada ao *habitus*, não existe a necessidade de ensiná-la. No entanto, não é isso que se verifica com o ensino sobre construção em arquitetura, que não parece algo incorporado ao *habitus* da profissão, muito menos da sociedade como um todo. Pelo contrário, parece ser algo que precisa ser ainda mais reforçado. O que se verificou foi um processo inverso, ao ponto de haver a incorporação ao *habitus* de parte dos arquitetos de que os conhecimentos sobre construção são secundários ou objeto de discussão de outros profissionais, como engenheiros, técnicos e operários.

Nesse contexto, cabe ao exercício de projeto de arquitetura o papel integrador e de promotor da interdisciplinaridade. Por isso, a análise de questões didáticas do ambiente desse tipo de exercício pode auxiliar na compreensão do problema posto – o distanciamento das questões construtivas –, assim como no direcionamento de eventuais possibilidades de solução.

## **4.2 Desafios didáticos**

A formação em arquitetura e urbanismo atualmente no Brasil é baseada em dois grupos de disciplinas: os conteúdos e o projeto. Os conteúdos podem ser divididos em três subgrupos gerais: história da cultura e das artes (estética, sociologia, história etc.); tecnologias de construção (estruturas, instalações prediais, conforto, materiais etc.) e expressão, representação gráfica e visual (desenho, modelagem etc.). De uma maneira geral, o primeiro subgrupo tem a finalidade de contribuir para esclarecimentos

socioculturais, o segundo para fundamentar e esclarecer sobre construção e o terceiro para tratar sobre técnicas e habilidades de organização e comunicação das informações.

O outro grupo, o projeto, possui papel centralizador e aglutinador de todos os conteúdos, sendo constituído fundamentalmente por exercícios de resolução de problemas por meio da proposição de um objeto arquitetônico em quase todos os semestres do curso, modelo incorporado em vários países (TEIXEIRA, 2006). O objetivo é desenvolver a habilidade de solução de problemas articulando os conhecimentos socioculturais e tecnológicos, assim como os de comunicação, organização e representação das ideias.

Malard (2000) e Lawson (2011) argumentam que a abordagem nos projetos arquitetônicos é fundamentalmente a mesma para a solução de problemas e no pensamento científico. O funcionamento do projeto é semelhante ao do PBL – *Project/Problem Based Learning*<sup>65</sup> –, o que auxilia na assimilação e no processo de “dar sentido” aos conteúdos, uma vez que eles são constantemente utilizados na solução de problemas, aproximando da ideia de Ensino Reflexivo tratado por Schön (2000), ao mesmo tempo que estimula a autonomia, como tratado por Freire (1996). Por serem baseados na solução de problemas cujas respostas não são conhecidas, também favorecem o pensamento divergente, fundamental à criatividade.

O princípio de exercitar a reflexão e a autonomia do estudante converge à noção sobre metodologias ativas de ensino-aprendizado. Como discutido por Araujo (2015), essas metodologias são derivadas do escolanovismo ou escola ativa, cuja característica principal é a atividade, a ação do estudante, em contraposição à postura passiva como receptor de conhecimentos. A base dessa metodologia assenta principalmente nos estudos no campo da biologia e da psicologia no século XIX, mas seus princípios podem ser identificados desde o século XVI. Por exemplo, “Montaigne (1533-1592) defendeu a atenção do preceptor à inteligência da criança, cabendo-lhe também incentivá-la a realizar escolhas e a exercitar o discernimento” (ARAUJO, 2015).

“Comênio (1592-1670), em sua Didática Magna, privilegia os sentidos como base da experiência, tendo em vista a conformação do espírito: “[...] o

---

<sup>65</sup> Conforme Graaff e Kolmos (2003), trata-se de uma abordagem em que o problema é o ponto inicial e central do processo de aprendizado, no qual quem formula e quem é responsável pelas decisões do problema é quem busca as respostas, num processo de auto aprendizado. Bridges (2007) apresenta os princípios do PBL e exemplos de experimentações mais abrangentes em cursos de arquitetura e urbanismo na Holanda e na Austrália.

verdadeiro método de formar adequadamente os espíritos consiste precisamente em que, primeiro, as coisas sejam apresentadas aos sentidos externos, aos quais impressionam imediatamente” (COMÊNIO, 1996, p. 412, *apud* ARAUJO, 2015). No campo educacional, ele compartilha da corrente empirista (CIVAROLO, 2008 *apud* ARAUJO, 2015), a qual se desenrola nos séculos XVII e XVIII em defesa da experiência como fonte do conhecimento”. (ARAUJO, 2015)

Mais tarde, John Locke (1632-1704) apresentava sua posição empirista:

“Suponhamos, pois que a mente é, como dissemos, um papel branco, desprovida de todos os caracteres, sem quaisquer idéias; como ela será suprida? [...] De onde apreende todos os materiais da razão e do conhecimento? A isso respondo, numa palavra, da experiência”. (ARAUJO, 2015)

Na mesma época, Rousseau (1712-1778) também defendia que a experiência também é central para a educação:

“Observai a natureza e segui o caminho que ela vos indica. Ela exercita continuamente as crianças; ela enrijece seu temperamento mediante experiências de toda espécie [...]” (ROUSSEAU, 1979, p. 22 *apud* ARAUJO, 2015).

Mais tarde, a partir de Johann Friedrich Herbart (1776-1841), a Pedagogia passou a ser reivindicada e estruturada como ciência e que, segundo ele, deveria se tornar experimental. Araujo (2015) afirma também que no século XIX o termo experiência passa a ser estudado e tratado em vários sentidos (apreensão imediata, experiência vivida, apreensão sensível etc.) e que é sob esse contexto que no final do século XIX e início do XX que se configurou a metodologia ativa no âmbito do movimento da Escola Nova, que surgiu na Inglaterra em 1889. Nesse período, William James (1842-1910), John Dewey (1859-1952), Adolphe Ferrière (1879-1960) e Edouard Claparède (1873-1940) realizam importantes contribuições com conceituações e entendimentos nesse sentido. No Brasil, “o movimento escolanovista é inaugurado por Sampaio Dória, em 1920, em São Paulo (em 1930, catorze estados brasileiros já haviam realizado sua reforma de caráter escolanovista)” (ARAUJO, 2015).

Outras metodologias pedagógicas foram desenvolvidas posteriormente (por exemplo, a libertadora de Paulo Freire, a tecnicista ligada à lógica das linhas de produção industrial e a histórico-crítica de Dermeval Saviani), mas como tratado por Araujo (2015), a metodologia ativa é revigorada “por estruturas e situações pedagógicas e didáticas diversas, fazendo vir à tona suas marcas”.



As disciplinas de projeto geralmente ocorrem dentro de uma estrutura de ateliê. Como tratado por Schön (2000), os ateliês, em geral, são organizados em torno de projetos gerenciáveis, mais ou menos padronizados de forma similar a projetos tirados da prática real. Como as abordagens precisam ser compreensíveis, o ateliê oferece um acesso privilegiado a reflexões sobre o processo de projeto, sendo um exemplo vivo e tradicional de ensino prático reflexivo.

Várias características fazem do processo de projeto algo passível de ser instruído, mas não ensinado. Primeiro porque o processo de projetar é um tipo de conhecimento-em-ação, com algumas regras descritíveis e outras não, ligadas a processos de experimentação – e não “tentativa e erro”, que sugere ausência de conexão pensada entre erros anteriores e tentativas subsequentes. Isso converge diretamente ao que é tratado por vários arquitetos, designers e professores de que só se aprende a projetar projetando, como tratado por Lawson (2011). Em segundo lugar porque projetar é uma habilidade holística, embora o processo possa ser fragmentado em partes ou etapas. Em terceiro lugar porque a produção de um projeto depende da habilidade de reconhecer e apreciar qualidades desejáveis e indesejáveis, o que é tratado aqui como o processo de raciocínio e julgamento crítico. Em quarto lugar porque o que é considerado verdadeiro sobre a descrição e o reconhecimento de qualidades de projeto é, de maneira mais geral, também considerado verdadeiro sobre a descrição de reconhecimento de um projeto habilidoso. Em quinto lugar porque o processo de projeto é uma atividade criativa, que proporciona novas descobertas, significados e invenções.

Segundo Schön (2000), instrutor e estudante transmitem mensagens um ao outro não apenas em palavras, mas também por meio da performance:

“Quando o diálogo funciona bem, ele toma a forma de reflexão-na-ação recíproca. O estudante reflete sobre o que escuta o instrutor dizer ou vê fazer e também reflete sobre o ato de conhecer-na-ação envolvido em sua performance. E o instrutor, por sua vez, pergunta-se o que esse estudante revela em termos de conhecimento, ignorância ou dificuldade e que tipos de respostas poderiam ajudá-lo”. (SCHÖN, 2000, p. 128).

O relacionamento entre instrutor – o professor – e estudante é baseado no pressuposto de que a aprendizagem do estudante depende da ideia que este último constrói sobre as demonstrações e descrições do instrutor. Schon (2000) destaca que também existem outros fatores, incluindo o próprio aprendizado do professor com o

estudante. Além disso, existe a autoeducação, algo que transcende o ensino prático em direção à independência, à autonomia, convergindo também à noção de aprendizado ativo.

No entanto, existem diversas dificuldades para que o projeto de fato seja a espinha dorsal aglutinadora de conteúdos nos cursos de arquitetura e urbanismo. Assim, foram levantados quatro aspectos gerais considerados aqui como desafios para que os conhecimentos sobre tecnologia e construção sejam de fato aplicados na prática de resolução de problemas, o projeto, de maneira que o raciocínio construtivo se manifeste como um estimulador de criatividade.

#### **4.2.1 Conhecimentos prévios**

Como tratado anteriormente, a criatividade se manifesta a partir da tentativa de solução de problemas (caracterizações a partir de necessidades, desejos e demandas das mais diversas naturezas), sendo que tudo o que é conhecido exerce papel fundamental, desde que acessado mentalmente. Embora ideias criativas possam surgir por analogias, é necessário que exista algum nível de conhecimento sobre o problema e sobre alternativas possíveis, que pode variar de acordo com os problemas envolvidos no projeto, assim como objetivos e nível de complexidade esperados ou exigidos. Contudo, alguns conhecimentos e habilidades são imprescindíveis em qualquer situação e serão tratados aqui como pré-requisitos fundamentais para o exercício do raciocínio construtivo: 1) estabilidade das estruturas; 2) técnicas e tecnologias construtivas; e 3) representação.

Os conhecimentos de estabilidade das estruturas são úteis para a crítica em termos das forças físicas atuantes. Os adquiridos antes do curso, como na física da educação básica, por estudos autônomos ou de maneira empírica e intuitiva podem ser úteis para a solução de problemas de maneira geral. Já para soluções mais específicas, conhecimentos estudados formalmente no curso, como de teoria das estruturas, sistemas estruturais etc., passam a ser necessários, desde pré-dimensionamentos até detalhamentos pormenorizados (o que não impede que também sejam estudados de maneira autônoma pelo estudante)<sup>66</sup>.

---

<sup>66</sup> Exemplo amplamente utilizado nesse sentido é o livro "A Concepção Estrutural e a Arquitetura", de Yopanan Rebello (REBELLO, 2000).

Os conhecimentos sobre técnicas e tecnologias são os relativos aos meios que permitem que as partes que compõem as formas sejam modificadas, o que inclui habilidades, ferramentas, dispositivos e sequências necessárias. Da mesma maneira, eles podem ser provenientes de estudos no curso ou não, sendo que em alguns casos as analogias também são úteis. De todo modo, o que parece ser mais importante é que exista conhecimento prévio sobre algumas maneiras e princípios de construção, o que constitui uma espécie de repertório básico, um ponto de partida. Formalmente existem diversas disciplinas nos cursos de arquitetura que devem ser tidas como fontes de um repertório básico. No entanto, como tratado por Leite (2006), principalmente a partir dos anos 1960, eles tendem a ser tratados de maneira teórica e conceitual, apenas em sala de aula e distante de suas aplicações para a resolução de problemas. Embora existam visitas técnicas, elas são pontuais e demonstram as questões envolvidas nos processos construtivos apenas superficialmente. De maneira semelhante, os canteiros experimentais, devido a fatores como custos, espaço físico e tempo, tendem a simular a aplicação de técnicas e tecnologias construtivas de maneira simplificada. Os estágios também podem ser fontes de conhecimento construtivo, mas geralmente as atividades desempenhadas são de representação gráfica e detalhamento de componentes construtivos, e não de detalhamento dos processos construtivos<sup>67</sup>. A experiência de estágios relatada por Neves (2014) exemplifica isso, uma vez que os estagiários realizam diversas atividades que podem ser resumidas como verificações técnicas de construção e compatibilização de projetos e organização do canteiro de obras. Embora isso seja interessante para incremento de conhecimento construtivo – ainda mais por ser visto e vivido na realidade, o que tende a ser memorizado melhor do que em outras maneiras, como na sala de aula ou em livros –, o estagiário geralmente possui pouca ou nenhuma autonomia sobre qualquer questão de projeto ou construção. Nos últimos anos, com a difusão dos meios de comunicação na internet, existem diversas pessoas, tanto profissionais da área quanto leigos, que divulgam vídeos de seus processos construtivos. Esse talvez seja um dos principais incrementos no acesso a esse tipo de informação nos últimos anos, permitindo, de certo modo, a visitas técnicas virtuais em diversos ambientes de obra.

---

<sup>67</sup> Zanettini (1980), analisando o ensino de projeto principalmente em São Paulo nos anos 1960 e 1970, já identificava como reivindicação de professores e estudantes a distância em relação ao universo da construção, inclusive em estágios, situação presente e recorrente no ensino de arquitetura no Brasil atualmente.

Os conhecimentos de representação, por sua vez, são fundamentais pois se tratam do meio de comunicação essencial para qualquer projeto arquitetônico, independentemente do receptor (avaliadores, críticos, investidores, projetistas parceiros, clientes etc.). Vale destacar, contudo, que não se trata apenas dos formalmente estudados, como geometria descritiva, desenho técnico, perspectiva, modelos, dentre outros, mas qualquer meio de expressão gráfica suficiente para a exposição clara e inequívoca, cujas exigências podem variar de acordo com as regras de cada exercício.

Já em relação a outros conhecimentos, como sobre instalações prediais, conforto ambiental, normas, leis, princípios estéticos, história, dentre outros, são necessários apenas de acordo com o contexto de cada exercício. Isso não significa que eles não sejam necessários para a formação do arquiteto, mas especificamente para o estímulo ao raciocínio construtivo eles nem sempre são necessários. Por exemplo, exercícios podem partir de pressupostos como ausência de determinadas leis, instalações prediais, etc. Já quando os problemas envolvem esse tipo de questão, esse tipo de conhecimento naturalmente passa a ser importante (por exemplo, não é possível questões resolver abastecimento de água sem compreender minimamente os princípios de funcionamento de sistemas prediais). E, como para qualquer outra parte do objeto de projeto, é necessário também a compreensão mínima dos processos construtivos necessários para que o sistema funcione adequadamente.

De certo modo, os conhecimentos vividos podem ser o reconhecimento de culturas subvalorizadas pelos cânones acadêmicos que, segundo a abordagem de Pierre Bourdieu, muitas vezes acabam funcionando como acesso aos instrumentos de (re)produção das classes médias e superior (BOURDIEU e WACQUANT, 2015)<sup>68</sup>. Um dos desafios nos cursos de arquitetura é que os estudantes, exceto em situações particulares e pontuais, geralmente ingressam nos cursos com pouco conhecimento sobre construção, tanto nas culturas de classes socioeconômicas mais favorecidas quanto nas desfavorecidas. De uma maneira geral, o conhecimento anterior ao curso se restringe a noções básicas sobre os principais materiais e componentes

---

<sup>68</sup> Segundo Bourdieu, existem três formas de capital cultural: estado incorporado, objetivado e institucionalizado. O incorporado é quando o conhecimento passa a fazer parte do *habitus*, de modo naturalizado de pensar e agir. Depende do tempo livre para a acumulação. O objetivado corresponde a máquinas, livros, obras de arte, etc., muitas vezes associado a capital incorporado prévio. O institucionalizado corresponde aos diplomas, que funcionam como certidão de competência, o que se faz reconhecer, a crença coletiva. É importante reconhecer que diferentes desempenhos podem ser reflexos de desigualdades no acesso ao capital cultural, uma vez que capital cultural dominante e capital econômico podem ter estreitas relações (BOURDIEU, 2002).

construtivos utilizados no contexto em que vive e a princípios de estabilidade e resistência, seja de ordem empírica ou segundo conhecimentos básicos de física e química oriundos da educação básica. Para organizar e representar ideias mais complexas, raros são os estudantes que ingressam nos cursos de arquitetura com conhecimentos e habilidades de representação, seja por desenho, computação gráfica ou modelagem. Assim, quase todo o conhecimento sobre construção que o futuro arquiteto adquire é após o início do curso.

Chevallard (2005) argumenta que os currículos são resultado de seleções culturais, embora exista a diferença entre currículo formal e real (os prescritos pelas autoridades e os das salas de aula, com os mecanismos e processos de transposição didática). Somado a isso, a diferença entre o que é pretendido e o que é ensinado pode ser significativa. No entanto, a exposição didática nem sempre considera suficientemente o conhecimento do estudante. Chevallard (2005) destaca que esse tipo de consideração é importante não apenas se fazer compreender, mas se fazer aprender, de incorporar ao *habitus*, sendo que a repetição pode ser um recurso importante.

Uma alternativa, de certa maneira associada ao modelo politécnico de ensino, seria estudar os diversos conteúdos antes da realização de qualquer projeto. Porém, o modelo de ensino adotado no Brasil e vigente há vários anos é o de realização de projetos desde momentos iniciais do curso, geralmente após o Ciclo Básico que dura, em média, um ano. Após o ciclo básico, o estudante adquire noções básicas de representação gráfica e estabilidade das estruturas. Todo o conhecimento sobre construção tende a ser adquirido paralelamente ao desenvolvimento dos projetos, seja em outras disciplinas, seja nas próprias pesquisas envolvidas no exercício.

Outro aspecto que merece destaque é o conhecimento sobre construção do próprio professor de projeto, no sentido de questionar se é necessário que ele compreenda de maneira mais profunda sobre construção para conduzir o exercício. O conhecimento ficar em função do repertório do professor demonstra ser algo ligado a um modelo que favorece menos a autonomia dos estudantes, como aquele que transmite ou “deposita” seus conhecimentos nos estudantes, ao contrário de participar do processo de ensino-aprendizado, inclusive o dele próprio. No entanto, é preciso admitir que o conhecimento do professor pode ser benéfico pois funciona como uma espécie de atalho para assuntos específicos, já que é dado em tempo real, poupando

tempo na busca pelas mesmas, além de poder enriquecer as discussões. O professor também exerce o papel de mediador e aquele sobre o qual são esperadas análises mais consistentes e que os estudantes tendem a confiar mais ou, pelo menos, serem mais atentos e realizarem reflexões mais profundas.

Ainda sobre os professores, o aumento de docentes no regime de dedicação exclusiva principalmente nas instituições públicas de ensino brasileiras também influencia o discurso e as ênfases<sup>69</sup>. Devido a exigências do MEC por títulos de pós-graduação e à concorrência dos processos seletivos dos concursos, o perfil desse tipo de professor tende a ser o de um pesquisador acadêmico, com mestrado ou doutorado, às vezes com pouca experiência e vivência fora da academia (como projetista, fiscal de obras etc.). e, por isso, com significativas tendências em questões teóricas e conceituais. Em função da dedicação exclusiva, quando existe a intenção de atuação como projetista ou gestor de obras, ela tende a se restringir a pesquisas e experimentações de caráter científico ou de extensão escolar, em uma escala geralmente menor do que a típica da construção civil e com dinâmicas às vezes significativamente diferentes. Isso induz ao distanciamento desses professores do mundo da construção típico, o que também pode exercer influências nos seus conhecimentos e críticas sobre construção.

#### **4.2.2 Regulamentações e infraestrutura da instituição de ensino**

São consideradas aqui como regulamentações todo o conjunto de regras que norteia os cursos, expressas por leis, resoluções, PPC's, matrizes curriculares etc. Embora as Diretrizes Curriculares Nacionais estabeleçam que os cursos devam incluir formas de realização da interdisciplinaridade e modos de integração entre teoria e prática (BRASIL, 2010b), isso ainda é um desafio. Os PPC's até estabelecem isso, mas geralmente de maneira genérica ou por meio de medidas pontuais, como na criação de disciplinas e trabalhos interdisciplinares. Sem mecanismos mais efetivos, verifica-se uma significativa tendência de que as disciplinas sejam tratadas de maneira isolada. Já o projeto tende a ser tratado como uma disciplina aberta, que pode absorver conhecimentos de diversas fontes. Caso não existam regras, exigências ou estímulos claros, o estudante pode utilizar os conhecimentos das outras disciplinas

---

<sup>69</sup> Dados de 2012 do Ministério da Educação – MEC apontam que 86% dos docentes das instituições federais de ensino eram profissionais com dedicação exclusiva (disponível em < <https://bit.ly/2MYbu8Q> >, acessado em 09 mar. 2018).

livremente e, nesse caso, a tendência é que seja de maneira mais superficial. No que diz respeito aos processos construtivos, essa tendência é reforçada pelo fato de que para grande parte dos estudantes necessita de pesquisa complementar devido aos seus conhecimentos prévios, como comentado.

Dependendo da instituição de ensino, o desenvolvimento do projeto pode ser realizado em ateliês, espaços exclusivamente dedicados para o desenvolvimento dos projetos com computadores, mesas de trabalho, equipamentos para a confecção de maquetes, dentre outros. Conforme a organização do curso e da instituição, o desenvolvimento em ateliês pode ocorrer tanto em horários extraclasse quanto no momento das aulas. Caso o ateliê disponha apenas de mesas de desenho e computadores (ou pontos de energia e acesso à internet), ele é praticamente igual a qualquer sala de aula ou escritório, de modo que o trabalho poderia ser desenvolvido em vários outros locais. A diferença é que o contato com outros estudantes pode ser maior, o que não implica em favorecimento ao raciocínio construtivo, já que podem tratar de assuntos diversos. Já se o ateliê dispuser de infraestrutura para a confecção de maquetes e modelos, existe o incremento de possibilidades que o computador não oferece e, por isso, pressupõe-se que esse tipo de ambiente aumente em algum nível o estímulo ao raciocínio construtivo, principalmente por oferecer vários recursos de fácil acesso e resposta rápida. Se for disponibilizado um profissional técnico de apoio (o técnico de laboratório, por exemplo), isso pode se tornar ainda maior.

Em relação à infraestrutura da instituição de ensino, principalmente a partir de 1964, as condições se tornaram mais limitadas e, progressivamente, os conteúdos ligados à tecnologia e construção passaram a ser tratados quase que exclusivamente de maneira teórica e abstrata (LEITE, 2006). O que foge a essa condição são os canteiros experimentais, as práticas de extensão e os estágios, apesar de ocorrerem em contextos pontuais e às vezes descontínuos.

“Verifica-se a consolidação do modelo denominado por Maria Elisa Meira nos relatórios da CEAU/SESu - MEC de “cuspe e giz”, isto é, de escolas cuja prática pedagógica se baseava na forma tradicional de transmissão de conhecimento através de aulas expositivas, sem quaisquer outros recursos voltados às atividades de experimentação, documentação e produção de conhecimento específico”. (LEITE, 2006, p. 54).

É importante destacar que a disponibilidade de recursos de infraestrutura não é, por si só, garantia de aprendizado, uma vez que a maneira como são utilizados pode ser determinante.

### 4.2.3 Abstração e representação

Os desafios de conhecimentos prévios, de regulamentação e infraestrutura da instituição expostos culminam em um outro desafio, relativo à abstração para a representação das ideias de projeto, o registro das intenções de solução dos problemas de arquitetura dados.

Como tratado, a maior parte dos estudantes ingressa no curso com repertório limitado sobre construção e esse tipo de conhecimento é abordado nos cursos de maneira teórica, superficial e, acima de tudo, quase que totalmente abstrata. Nas aulas de conteúdos ligados à construção em sala de aula (as tratadas como a “cuspe e giz”), a construção não é feita pelos estudantes e não é vista sendo feita. Nessas aulas, é comum a representação pelo próprio professor por meio de esquemas, representações, abstrações e simulações. Com o auxílio de recursos audiovisuais nas salas de aula, nos últimos anos tornou-se mais fácil a exposição de fotos (também de vídeos, mas com o tempo limitado das aulas, caso isso seja uma estratégia didática do professor, ela tende a ser repassada para momentos extraclasse). Mas fotos são, no máximo, momentos decisivos, e não o processo construtivo como um todo. De maneira geral, esse é o contexto das aulas teóricas sobre construção e tecnologias.

Já no ponto de vista do estudante, ao desenvolver seus projetos, a situação é semelhante. Os projetos são predominantemente representados por meio de desenhos 2D e 3D (feitos à mão ou no computador), maquetes ou modelos virtuais, complementados por vezes com alguns cálculos. As ferramentas de projeto e representação utilizadas geralmente se resumem a:

- Desenho à mão;
- Desenho Assistido por Computador (CAD 2D e 3D, tratamento de imagens etc.);
- Modelagem virtual (CAD, BIM, dentre outros);
- Modelagem real (maquetes e protótipos);
- Modelagem virtual/real (*Fab lab*, impressora 3D, CNC etc.).



Todas elas demandam habilidades e destreza, de modo que isso exerce impacto direto no tempo dedicado ao projeto. Em termos de esclarecimento sobre construção, as ferramentas de desenho e modelagem 3D parecem auxiliar em algum nível, principalmente se os componentes construtivos forem representados e dispostos no projeto segundo a lógica construtiva. Além disso, desenhos geométricos podem ser feitos com maior facilidade e velocidade do que os desenhos à mão.

As maquetes ainda são recursos solicitados por alguns professores em exercícios de projeto. Quando sua finalidade é visual, sua capacidade potencial tende a ser menor que a dos modelos virtuais, uma vez que estes permitem maior quantidade de detalhes, maior precisão, além da extração de inúmeras visadas e passeios virtuais do projeto. Assim, sua utilização parece mais eficaz para realizar simulações que não são possíveis de serem feitas computacionalmente, seja por indisponibilidade dos recursos computacionais ou por falta de conhecimento nos *softwares*. Por exemplo, para simular fenômenos como ventilação ou estabilidade estrutural por meio de modelos analíticos. Nesses casos, a maquete não precisa ser representada com fidelidade visual, mas apenas simular adequadamente os fenômenos envolvidos.

Ainda sobre a capacidade das maquetes, elas permitem simulações de etapas construtivas, o que pode exigir significativo tempo de confecção. Porém, por serem modelos em escala reduzida, distorcem completamente as técnicas e tecnologias construtivas, não as representam bem. Como os modelos virtuais permitem a simulação de etapas com maior facilidade, as maquetes também não se mostram vantajosas caso sejam realizadas dessa maneira.

Uma análise semelhante pode ser feita sobre a modelagem virtual/real, como nas impressoras 3D e nos *Fab lab (fabrication laboratory, ou laboratórios de fabricação)*, caso elas sejam utilizadas apenas para representar no mundo real o que já está modelado no computador. Porém, como comentado, alguns fenômenos são difíceis ou inviáveis de simular computacionalmente e, assim, extraí-los para o mundo real pode ampliar suas capacidades.

Outro aspecto importante diz respeito à capacidade de reprodução de desenhos e modelos do computador. Conforme a maneira que são utilizados, os recursos automáticos podem inibir o raciocínio construtivo exatamente por fornecerem conjuntos de informações prontas, induzindo um raciocínio apenas de *inputs*

(procedimentos simples, às vezes apenas um botão para inserir um desenho pronto) e *outputs* (a inserção do desenho de fato, isto é, o surgimento de um desenho pronto após um *input* em um botão)<sup>70</sup> sem a necessidade de compreensão do que ocorre entre o *input* e o *output*, quais são suas partes<sup>71</sup>. Ou seja, com simples apertos de botões, um desenho complexo pode surgir instantaneamente. Exemplo disso são os blocos de desenhos prontos em formato DWG, SKP e, mais recentemente, RVT. Ressalta-se que não é defendido aqui que esses desenhos prontos não devam ser utilizados, mas sim que devem ser utilizados com cautela. Por exemplo, determinados desenhos prontos representam componentes construtivos cujos conhecimentos sobre suas partes às vezes não são relevantes, como elementos produzidos industrialmente (esquadrias, metais, louças, dentre outros). Ao mesmo tempo, outros desenhos prontos são incompatíveis ou diferentes em relação contexto do projeto em questão, podendo gerar soluções de projeto inexistentes ou inexecutáveis.

Contudo, todo esse tipo de representação, simulação ou modelagem, em grande parte das situações, é sobre o objeto final pretendido. Os processos construtivos, quando tratados, geralmente o são de maneira complementar pelo discurso. Somado a isso está o fato de que todas as ideias são abstrações. Raras as exceções, não são produzidos protótipos ou modelos<sup>72</sup>. O que é chamado de modelo físico (a maquete) ou virtual geralmente é uma representação visual, que não simula – ou não modela – nada acerca de aspectos físicos, como peso, resistência, equilíbrio e muito menos os processos construtivos (equipamentos, pessoas, elementos provisórios, deslocamento de materiais etc.). É preciso ressaltar que esse contexto compreende a um cenário predominante, não necessariamente exclusivo. Por exemplo, existem casos de projetos desenvolvidos em caráter de extensão (situações reais na comunidade em torno da instituição de ensino) e de elaboração de protótipos. Esses

---

<sup>70</sup> Os desenhos prontos, que recebem diferentes nomes de acordo com o *software*, como 'bloco', 'componente' ou 'família', estão atualmente amplamente difundidos e disponíveis na internet.

<sup>71</sup> Os termos *input* e *output* são utilizados aqui a partir de entendimento análogo ao feito para a máquina fotográfica apresentado por Flusser (1985), que permite a produção de uma foto a partir do simples gesto de apertar um botão, sem a necessidade de saber como a mesma é produzida de fato, o que é tratado como "caixa-preta". Flusser argumenta no sentido de que a grande quantidade de dispositivos que funcionam assim (na contemporaneidade, computadores e *smartphones*) induzem modos de pensar superficiais.

<sup>72</sup> Conforme Murphy (1950), existem quatro tipos de modelos: (a) modelos verdadeiros, (b) modelos adequados, (c) modelos distorcidos e (d) modelos diferentes. Nos verdadeiros, todas as características significantes são fielmente reproduzidas em escala no modelo. Os adequados são aqueles em que algumas características não são necessariamente precisas. Nos modelos distorcidos, alguma característica é reproduzida de maneira diferente (escala, propriedades físicas etc.) e equações matemáticas de correção serão necessárias. Por último, os modelos diferentes são aqueles que não possuem semelhança aparente com o protótipo, mas que também podem ser precisos através de analogias. Nesse entendimento, os protótipos são exemplos de modelos reais; os modelos virtuais são geralmente modelos adequados; e as maquetes são modelos distorcidos ou, geralmente, modelos diferentes.

últimos, inclusive, correspondem a parte de investigação desta tese, conforme tratado mais adiante.

Já os protótipos em escala real, devido exatamente à escala, aos custos e ao tempo necessário para a construção de objetos arquitetônicos, são feitos apenas em situações específicas, geralmente ligadas a novas tecnologias<sup>73</sup>. De certo modo, os canteiros experimentais também são protótipos em escala real, embora geralmente se limitem à construção de componentes construtivos e edificações simplificadas.

Como comentado anteriormente, nenhuma ferramenta ainda é capaz de simular as técnicas construtivas, por mais que sejam consideradas como 4D ou 5D. Isso significa que o raciocínio construtivo, algo abstrato, não pode ser verificado nem mesmo por simulações antes da construção de fato. De toda maneira, as vantagens das ferramentas de projeto, principalmente se atreladas a respostas rápidas, podem auxiliar em algum nível no estímulo ao raciocínio construtivo dependendo da maneira que são utilizadas, uma vez que mais questões podem ser expostas à discussão, além de que também podem proporcionar minutos e horas extras para a busca por conhecimento e realização de análises críticas.

#### **4.2.4 Práticas didáticas**

Os três primeiros desafios envolvem questões que se encontram em instâncias além do ambiente de ensino-aprendizado, algo que, para o professor e os estudantes, são conjunturas. O quarto, entretanto, refere-se diretamente ao ambiente de ensino-aprendizado, algo cujas intervenções e experimentações podem ser feitas diretamente pelo professor. É nesse sentido que a presente investigação se concentra, algo como: uma vez dado o contexto, o que pode ser feito em termos de práticas didáticas?

A partir desse questionamento, serão apresentadas a seguir reflexões sobre os seguintes aspectos das práticas didáticas, buscando correlacioná-los com o estímulo ao raciocínio construtivo e, como derivação, à criatividade: tipo de exercício e ênfases; dinâmica de sala de aula; tempo e prazo; critérios de avaliação e motivação; e clareza e transparência das metas e objetivos de ensino.

---

<sup>73</sup> Por exemplo, a Wikkelhouse <https://www.wikkelhouse.com/> (acesso em 15 mar. 2018).

Como tratado por Forquin (1993), a educação conserva, mas também esquece o passado. A educação escolar não apenas seleciona os saberes, mas reorganiza, reestrutura, o que é chamado de transposição didática. Essa reorganização e reestruturação pode ser manifestada por meio das ênfases que, por sua vez, são resultado de seleções e filtragens de assuntos e abordagens que o professor considera mais relevantes. Embora Chevallard (2005) apresente que, para ser ensinado, o elemento deve sofrer deformações e adaptações – algo que pode ser considerado como normal ao processo –, isso pode ser reflexo de compreensões mais gerais, algo no sentido do *habitus* do campo profissional – no caso, o da arquitetura, representado por arquitetos e professores, dentre outros.

A definição do exercício de projeto é uma tarefa do professor, que planeja maneiras de atingir determinados objetivos em termos de aprendizado e principalmente sobre a capacidade de solução de problemas. Nessa definição, ele estabelece as informações e instruções do exercício, que podem conter diferentes níveis de prescrição. Malard e Monteiro (2016) apresentam que nos exercícios mais prescritivos, as informações relativas à caracterização das questões que envolvem o problema (analogamente, seriam as condições de contorno de problemas na física) são dadas diretamente no exercício pelo professor, como localização, sistema construtivo, finalidade, dentre outras. Já nos não prescritivos, pelo contrário, esse tipo de informação é reduzido ao máximo, induzindo que o próprio estudante identifique e caracterize problemas a serem resolvidos no mundo real ou em situações hipotéticas, o que, em princípio, tende a favorecer sua autonomia. No que se refere ao potencial criativo derivado do raciocínio construtivo, entende-se aqui que em ambos os tipos de exercício é possível estimular níveis mais profundos de raciocínio construtivo, inclusive nos casos de prescrição sobre as técnicas e tecnologias construtivas, já que possibilitariam experimentações de variações da forma segundo as restrições impostas, sejam elas dadas pelo exercício, sejam elas identificadas e caracterizadas pelo próprio estudante. Observações em sala de aula apontam que, por um lado, o excesso de restrições pode limitar a criatividade ao ponto de praticamente direcionar para soluções conhecidas em que seja necessário raciocinar ou criar pouco ou nada. Por outro lado, a ausência de restrições no exercício pode desorientar o estudante, como na caracterização do problema e nas possibilidades de solução, lembrando que, como tratado, ele geralmente não possui muito repertório sobre construção e possibilidades

de solução dos problemas. Isso conduz à ideia de que o ponto ótimo parece residir no equilíbrio do nível de restrições que permitam que o estudante utilize seus conhecimentos para raciocinar construtivamente e que isso favoreça no surgimento de ideias criativas, como sugerido por Bryan Lawson: a formação de um projetista consiste em “um delicado equilíbrio entre dirigir o aluno para que adquira conhecimento e experiência, mas sem mecanizar os seus processos de pensamento a ponto de impedir o surgimento de ideias originais” (LAWSON, 2011, p. 152).

Ainda sobre o tipo de exercício, é importante esclarecer sobre o nível de complexidade e dificuldade, algo relativo e dependente do nível de conhecimentos prévios. Exercícios excessivamente simples podem subestimar os estudantes e não favorecer a novos aprendizados, enquanto os excessivamente complexos podem dificultar ao ponto de bloquear o aprendizado. Nesse sentido, embora o exercício e o respectivo nível de complexidade sejam estabelecidos *a priori*, ajustes podem se fazer necessários ao longo do desenvolvimento pelos estudantes.

Outro aspecto importante relaciona-se à escala, que não é sinônimo de nível de complexidade. Por exemplo, projetos de objetos maiores (grandes edifícios, praças, traçados urbanos etc.) não necessariamente são mais complexos do que objetos menores, como uma residência, um ambiente ou um objeto de mobiliário. E vice-versa. O que define o nível de complexidade é a abordagem sobre o objeto. Isso sugere que para que o raciocínio construtivo ocorra, é necessário que exista adequação entre a escala, o nível de complexidade esperado e o tempo necessário (sendo este último melhor tratado adiante) para solucionar as questões envolvidas. Orientações para que os estudantes não percam o foco sobre isso também podem ser importantes.

Em termos de métodos de projeto, como analisado por Lawson (2011) e Malard (2000), os métodos se relacionam a modos de organização das ideias em processos de análise, síntese, avaliação e decisão. Bianchi (2008) e Andrade *et al.* (2011) levantam dezenas de técnicas para estímulo a ideias criativas, divididas em métodos para definição do problema, de geração de ideias, de seleção de ideias e de verificação de ideias (BIANCHI, 2008, p. 47). De uma forma geral, todos eles podem favorecer em algum nível os processos de imaginação e raciocínio. O que parece ser fundamental nisso são as ênfases. Por exemplo, um Algoritmo de Solução Inventiva

de Problemas (ARIZ), um *brainstorming* ou “Por que Por que Por que” podem ser feitos considerando questões construtivas ou não.

Em termos de dinâmica das aulas de projeto, elas podem ocorrer de diversas maneiras. De uma maneira geral, verifica-se dois modelos predominantes: as dinâmicas baseadas em orientações individuais e as coletivas.

As orientações individuais partem do princípio de que o professor é uma espécie de tutor ou consultor, sendo que, de acordo com a frequência estabelecida, o estudante deve apresentar seu desenvolvimento em um determinado período de tempo (a cada aula, semana etc.). É praticamente a mesma dinâmica típica em orientações de monografias, dissertações e teses. Por serem individuais, o estudante utiliza o tempo antes e depois da orientação para desenvolver seu projeto.

Já as orientações coletivas partem do princípio de que o tempo de aula será dedicado exclusivamente à análise crítica dos projetos desenvolvidos extraclasse. Nesse modelo, cada estudante deve apresentar para todo o grupo o que desenvolveu e, a partir disso, o professor realiza suas análises e comentários, geralmente permitindo também que os demais estudantes façam o mesmo. Além disso, em determinados momentos, caso sinta necessidade, pode realizar exposições teóricas sobre temas específicos, algo semelhante à estrutura de ensino anterior à institucionalização do ensino de arquitetura e, principalmente, às politécnicas. Alguns professores chamam esse tipo de dinâmica de “aula de projeto”, em contraposição ao outro, que é considerado como “orientações de projeto” (às vezes também chamado ironicamente pelos estudantes como “consultórios de projeto” ou “confessionários de projeto”).

Comparando esses dois modelos, pressupõem-se que o baseado em orientações coletivas tende a ser mais favorável para o compartilhamento de conhecimentos e análises críticas e, por isso, demonstra ser mais favorável para pensamentos divergentes, elaboração de raciocínios e, conseqüentemente, à criatividade. Muito do que é discutido para os trabalhos dos colegas acaba sendo útil para o projeto de cada estudante direta ou indiretamente. Existe também a possibilidade de direcionamento de soluções, no sentido de que uma solução considerada adequada passa a ser copiada. Porém, essa dinâmica faz com que todo o tempo de aula não seja dedicado ao desenvolvimento, mas unicamente para discussão, podendo contribuir para sobrecargas de trabalho extraclasse e a conflitos de tempo de prazo.

O conflito de tempo e prazo é um dos principais problemas relatados pelos estudantes e professores de arquitetura principalmente nas vésperas do final do prazo em que os estudantes se dedicam quase que exclusivamente ao projeto, inclusive nas madrugadas, embora uma parcela disso seja devido à má gestão do tempo<sup>74</sup>.

O tempo é tratado aqui como o necessário para realizar o projeto, as horas necessárias de trabalho e dedicação. Como não é o professor que desenvolve o projeto, e sim o estudante, ele estima o tempo geralmente comparando com situações passadas, partindo-se do pressuposto de que “se outros foram capazes, o tempo está adequado”, o que pode ser uma verdade, mas deve ser feito com cautela pois pode existir a desconsideração das circunstâncias nas quais os resultados foram alcançados. Esse conflito se evidencia na verificação de que tempo e prazo nem sempre são convergentes. Maior prazo às vezes implica em pouco ou nenhum acréscimo de tempo disponível para dedicação ao projeto.

Como cada contexto de ensino-aprendizado é único, talvez não seja possível calcular ou estimar o tempo necessário para um projeto por meio de cálculos ou simulações. O que parece ser mais viável e adequado é o olhar atento e crítico do professor em relação ao desenvolvimento dos estudantes, visando compreender os motivos das dificuldades porventura encontradas frente aos objetivos de aprendizado e, se necessário, realizando ajustes no exercício. Isso converge à compreensão de que carga horária reduzida não é necessariamente um problema. Como defendido pelo Professor Yopanan Rebello, “é importante insistir no fato de que a forma com que se ensina é mais importante que a quantidade do que se ensina...” (REBELLO, 1994, *apud* LEITE, 2006, p. 259).

Imaginar, raciocinar, organizar as ideias e representa-las é, via de regra, algo mais complexo do que apenas demonstrar como o objeto pretendido será. E, por consequência, é algo que tende a demandar mais tempo. Por isso, para que o raciocínio construtivo seja um recurso estimulador de criatividade nas soluções do projeto, sugere-se aqui a necessidade de compatibilidade entre conhecimentos prévios, tipo de exercício, nível de complexidade, tempo necessário de dedicação

---

<sup>74</sup> Karklins e Mendoza (2016) e diversas outras pesquisas em vários países apontam para índices significativos de estresse e tratamentos psicológicos por estudantes de arquitetura e urbanismo.

(incluindo tempo para pesquisa e representação), prazo e as exigências estabelecidas no exercício.

As exigências do exercício, por sua vez, expressas fundamentalmente pelos critérios de avaliação, podem ser consideradas também como mecanismos e estratégias de motivação, aquilo que promove motivo, incentivo, ser aquilo ou a causa que provoca ou que põe alguém em prontidão para a ação<sup>75</sup>.

Conforme Lubart (2007), existem dois tipos de motivação, a intrínseca e a extrínseca. A primeira se refere aos desejos internos do sujeito que são satisfeitos com o cumprimento da tarefa, como a curiosidade e o desejo de conhecer e compreender. A segunda é ligada às recompensas oferecidas pelo ambiente após o cumprimento da tarefa, como prêmios, reconhecimento social, sucesso público etc. A intrínseca, por ser subjetiva, é baseada em pontos de vista, princípios e vontades próprias. Nesse sentido, o projeto, sendo baseado na problematização, pode estimular esse tipo de motivação, uma vez que o estudante pode procurar resolver os problemas que ele mesmo, segundo seus pressupostos, busca maneiras para resolvê-los. Outros fatores, como o discurso e as ênfases do professor, também podem contribuir para a formação de pontos de vista que fundamentam e alimentam motivações intrínsecas.

Já a motivação extrínseca, por se referir à busca por recompensas, pode ser induzida por diversos mecanismos. Alguns funcionam de maneira quase natural, já que são muitas vezes incorporados antes mesmo do estudante ingressar no curso, como valores culturais (reconhecimento simbólico ou social etc.). Outros são reforçados implicitamente e de uma maneira não controlada pelo próprio discurso dos professores, entidades e meios de comunicação do campo<sup>76</sup> ou até mesmo por algum tipo de inspiração de postura ou abordagem que o professor – principalmente os com algum nível de reconhecimento no campo arquitetônico – gera nos estudantes<sup>77</sup>. O extremo oposto, a desmotivação total, pode ser manifestada pela desistência do estudante da disciplina em questão ou do próprio curso.

---

<sup>75</sup> A raiz etimológica de motivação provém do latim *motivus*, relativo ao movimento, aquilo que faz a pessoa agir.

<sup>76</sup> Campo é utilizado aqui no sentido dado por Bourdieu (2003), que se caracteriza por espaços sociais, mais ou menos restritos, onde as ações individuais e coletivas se dão dentro de uma normatização, criada e transformada constantemente por essas próprias ações. O campo arquitetônico, assim, envolve arquitetos, instituições de ensino, mercado imobiliário, conselho profissional, revistas, jornais, construtores, engenheiros e todos os agentes que se relacionam de alguma maneira com a produção de objetos arquitetônicos.

<sup>77</sup> Stevens (2003) apresenta como determinados valores são repassados direta e indiretamente na formação em arquitetura e urbanismo, como valores simbólicos e sociais.



No modelo de ensino baseado em notas, é inegável o potencial que o sistema de avaliação escolar possui para isso. No Brasil e em diversos países, o exercício profissional legal da arquitetura somente é autorizado mediante o cumprimento de todos os requisitos impostos pelas instituições de ensino, o que inclui, conquistar notas mínimas em todas as disciplinas cursadas. Essas notas, por sua vez, são resultado da verificação segundo os critérios estabelecidos por cada professor. Isso significa que, dentro desse sistema, o estudante é quase naturalmente induzido a se dedicar e concentrar suas energias para o cumprimento daquilo que é necessário para ser aprovado. Ou seja, a realização de cada atividade didática é recompensada com pontos que, em última instância, se acumulam de tal maneira que são convertidos em autorização para o exercício profissional. É nesse sentido que o sistema de avaliação escolar se apresenta como um importante mecanismo de motivação extrínseca.

A maneira que os critérios de avaliação são expostos e utilizados pode influenciar diferentemente a motivação. Por exemplo, caso exista clareza, justiça e coerência, é de se esperar que os critérios funcionem de maneira motivadora (exceto nos casos de exigências desproporcionais, desinteresse ou incompreensão total do tema, protesto e outras situações de desmotivação deliberada). No modelo baseado em notas, critérios de maior valor tendem a ser mais motivadores que os de notas menores, que também podem ser motivadores no sentido de serem buscados estrategicamente, como para compensar eventuais pontos perdidos em critérios que valem mais.

Alguns professores defendem que a motivação ocorre exatamente na não exposição dos valores dos critérios de avaliação, divulgando apenas em termos qualitativos (por exemplo, com a apresentação de exigências gerais, como soluções construtivas, de conforto, de inserção urbana, deve ser devidamente representado etc., mas sem indicar quanto vale cada critério). Nesse caso, a motivação é despertada na expectativa de que todo critério pode ser importante e ter um valor significativo, condição que pode também ser reforçada pelo discurso do professor.

Para Luckesi (2014), o modelo de notas costuma apresentar diversas distorções. Uma delas é que ele induz a abordagem da avaliação como uma busca por pontos classificatórios ou aprovadores, afastando da essência fundamental de diagnosticar o que foi aprendido e auxiliar no direcionamento de medidas para o que não foi. O

registro de “aprovado” muitas vezes não corresponde necessariamente a “aprendido”, principalmente devido à distorção entre avaliação de “qualidade” e de “quantidade de qualidade”. Essa distorção parte do princípio de que é impossível somar qualidades diferentes. Por exemplo, um projeto avaliado satisfatoriamente sobre representação gráfica e insatisfatoriamente sobre conforto ambiental, recebe avaliação geral “razoável”, mesmo envolvendo dois assuntos distintos. Isso permite que o estudante chegue ao final do curso com apenas uma parte dos conhecimentos e habilidades “mínimas necessárias”, mas isso não impede que seja diplomado e adquira todas as atribuições profissionais pertinentes<sup>78</sup>. Isso não implica necessariamente em baixos níveis de qualidade profissional – embora favoreça ao surgimento de lacunas de aprendizado de conteúdos importantes –, até porque todos podem se aprimorar ao longo da vida e certas práticas profissionais não demandam determinadas habilidades.

A avaliação do produto, embora seja importante e fundamental, pode ser insuficiente para um aspecto que se relaciona a um modo de pensar, a uma abordagem, que é o caso do raciocínio construtivo. Uma vez que é um recurso de avaliação crítica, a avaliação escolar que considera também as avaliações críticas de todo o desenvolvimento pode ser tão importante quanto a do produto. Partindo-se do pressuposto de que o principal objetivo dos exercícios de projeto é o aprimoramento da capacidade de solução de problemas, uma solução bem compreendida pelo próprio estudante como inadequada pode ser mais relevante para sua formação do que uma solução adequada, mas pouco compreendida por ele.

Ainda nesse contexto de avaliação e motivação, o *feedback*, ou retorno, também tem papel importante. Sem ele, o estudante não saberia em quais critérios ou aspectos suas decisões são avaliadas como adequadas ou não. Embora isso seja feito muitas vezes nas aulas ou orientações de projeto, a clareza e a coerência nesse retorno são fundamentais. Caso contrário, informações podem se tornar ambíguas e confusas, podendo, inclusive, afetar os níveis de confiança ao processo de ensino-aprendizado e à motivação.

---

<sup>78</sup> A expressão “mínimo necessário” é tudo aquilo que o estudante não pode deixar de aprender pois será fundamental em etapas de estudo ou profissionais posteriores, como tratado por Luckesi (2014).

A definição clara dos critérios de avaliação funciona como a manifestação expressa das ênfases do exercício, os objetivos a serem alcançados e, como consequência, com significativo potencial motivador, mesmo que extrínseco. Definir aspectos construtivos como um dos critérios pode ser um importante recurso didático para estímulo ao raciocínio construtivo.

Malard (2007) levanta quatro grandes dificuldades no processo de avaliação no ensino de projeto em arquitetura. Primeiro que em problemas de projeto, o certo e o errado podem ser questionáveis, sendo apenas entendimentos do professor ou dos avaliadores. Às vezes, o limiar pode ser tênue. Em segundo lugar, é possível que o envolvimento pessoal do professor com o estudante interfira seus julgamentos. Em terceiro lugar, podem existir diferentes avaliações de processo e de produto, dois aspectos indissociáveis. E, em quarto e último lugar, que a receptividade do próprio estudante em relação à avaliação recebida, pode gerar reflexos em ansiedade e frustração, com implicações na motivação.

Por fim, Leite (2006) apresenta uma lista de estratégias gerais para o ensino-aprendizado de questões relacionadas à tecnologia das construções, um conjunto de diretrizes e orientações gerais para o professor que possui como intenção a ênfase desse assunto (QUADRO 5).

Quadro 5 – Estratégias gerais de ensino. Conceitos de ensino-aprendizagem de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo

<b>Conceitos de ensino-aprendizagem</b>	<b>Métodos de operacionalização</b>	<b>Metas de aprendizagem pretendidas</b>
<b>1. Domínio tecnológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Articular e interagir ciência e técnica</li> <li>• Ter justificativas lógicas para as decisões arquitetônicas, particularmente em termos construtivos</li> <li>• Construir as perguntas =&gt; método de raciocínio</li> <li>• Ter base de controle dos resultados esperados =&gt; generalização da ciência/ domínio</li> <li>• Ter base de controle no manejo dos recursos técnicos/ domínio</li> </ul>	<p>Grau de consequência das decisões</p> <p>Saber dizer sobre o que se faz</p>

Quadro 5 – Estratégias gerais de ensino. Conceitos de ensino-aprendizagem de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo (continuação)

Conceitos de ensino-aprendizagem	Métodos de operacionalização	Metas de aprendizagem pretendidas
<b>2. Resolução global e complexidade evolutiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir relações de coerência entre as referências adotadas para a resolução dos problemas/ exercícios</li> <li>• Promover avaliação integrada do resultado previsto =&gt; identificação do benefício global</li> <li>• Construir metas e objetivos a serem atingidos</li> <li>• Evoluir a partir de patamares globais de avaliação positiva</li> </ul> <p>Responsabilidade global sobre o resultado</p>	<p>Assunção de responsabilidade sobre o trabalho elaborado</p> <p>Ganho de autonomia de aprendizagem</p>
<b>3. Aprendizado por problematização e estímulo à inventividade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver métodos de investigação crítica da realidade =&gt; delimitar o problema para resolvê-lo de forma culturalmente embasada</li> <li>• Desenvolver habilidades de identificação das diversas faces do problema, através de ação motivada pela intenção de intervir e transformar a realidade</li> <li>• Despertar a curiosidade para a descoberta das soluções integradoras de conhecimentos e recursos técnicos prováveis e possíveis</li> </ul>	<p>Auto-confiança para o enfrentamento de problemas</p> <p>Aumento da auto-estima pela percepção da capacidade criadora</p>
<b>4. Conhecimento vivenciado em atividade pública</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propor a elaboração do conhecimento que tenha significado na realidade e na expectativa do aluno</li> <li>• Conduzir o conhecimento através do desenvolvimento integral do método de enfrentamento do problema: identificar, formular objetivos e pressupostos, elaborar referências e perguntas, propor alternativas, simulá-las, verificar resultados prováveis e possíveis, optar por alternativa ótima</li> <li>• Estimular a socialização do processo e do resultado do trabalho, troca e checagem de ideias</li> <li>• Instigar a responsabilização sobre as decisões de processo e produto, e a condução da interação social do trabalho</li> </ul>	<p>Domínio do processo de trabalho e controle sobre resultados</p> <p>Habilidade para o diálogo técnico-social</p> <p>Identificação da responsabilidade técnico-social</p>
<b>5. Competência e compromisso com o acerto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalhar com o conceito de qualidade construtiva, tida como a adequação das ideias arquitetônicas à realidade social na qual a obra se insere</li> <li>• Praticar a concepção e direção do trabalho integradas com demais áreas</li> <li>• Estimular a verificação de resultados e a busca de precisão</li> <li>• Trabalhar o projeto como instrumento efetivo de planejamento da construção</li> </ul>	<p>Aquisição de efetiva liberdade no ato da concepção do projeto e na proposição dos processos construtivos</p>

**PROFESSOR APRENDIZ = aquele que está aprendendo há mais tempo**

Fonte: LEITE, 2006, p. 296.

Por serem diretrizes e orientações gerais, elas não entram no mérito metodológico, cabendo a cada professor utilizar algum método ou buscar desenvolver o próprio. De um modo geral, nota-se uma tentativa de valorização do tema construção que, no caso do ensino de projeto, pode se manifestar, por exemplo, como um critério de avaliação explícito e esclarecido e por meio da dedicação ao tema, expressa por perguntas e questionamentos durante o desenvolvimento dos projetos, o que será refletido em maior tempo de dedicação mental e intelectual ao tema. Em suma, o raciocínio construtivo. Contudo, vale destacar a quinta diretriz, sendo também uma questão de postura e modo de abordagem ao problema, no sentido de que não bastam soluções conceituais, mas também a demonstração clara e lógica, por meio da tecnologia construtiva, de que a solução funcionará no mundo real e, acima de tudo, de maneira adequada. Isto é, de que se trata de fato de uma solução aos problemas dados.



## **5 INVESTIGAÇÃO DE PRÁTICAS DIDÁTICAS**

No presente capítulo são apresentadas as informações relativas ao experimento: 1) planejamento (definição dos critérios de avaliação, das disciplinas e dos padrões de registro); 2) descrição da realização; 3) avaliação externa e; 4) tratamento de dados e informações. Em resumo, o experimento consiste na análise do ambiente de sala de aula em disciplinas de projeto que, por suas características gerais, demonstram enfatizar e estimular o raciocínio construtivo. Por derivação, é investigada a influência desse tipo de ênfase e estímulo na criatividade. Primeiramente, foram feitos os registros e observações em sala de aula. Em seguida, projetos desenvolvidos foram apresentados a arquitetos com a aplicação da Técnica de Avaliação Consensual – CAT, que os avaliaram no quesito criatividade.





## 5.1 Avaliação da criatividade e a CAT

Fleith e Alencar (1992) apresentam que as maneiras mais utilizadas para medir a criatividade são os testes de criatividade, os testes de personalidade, os inventários de interesses e atitudes, a indicação de professor e/ou alunos, o julgamento do produto, o julgamento por parte de "experts" sobre a criatividade do sujeito, o estudo de biografias de pessoas eminentes e os inventários biográficos<sup>79</sup>.

Entre todos os métodos de medição, o desenvolvido por Tereza Amabile merece destaque. Publicado em 1983, a CAT – *Consensual Assignment Technique* (Técnica de Avaliação Consensual), é um método que reúne julgamentos de especialistas sobre o tema em questão (arte, arquitetura, música etc.). Segundo Amabile (1983), a técnica depende de três condições indispensáveis: 1) a tarefa deve envolver a elaboração de um produto observável; 2) deve ser aberta, permitindo flexibilidade e originalidade na resposta e 3) não deve depender do domínio de habilidades específicas conhecidas apenas por uma parte das pessoas que desenvolveram seus produtos (por exemplo, apenas uma parte saber desenhar). Já a avaliação é efetuada por juízes, que devem: 1) possuir experiência na área em questão, embora o nível de experiência não necessite ser idêntico para todos; 2) elaborar sua avaliação independentemente; 3) avaliar o produto em várias dimensões e 4) observar os produtos em uma ordem randômica diferente uns dos outros.

De acordo com Amabile (1983), o método foi testado em vários estudos por ela desenvolvidos, apresentando um coeficiente de fidedignidade satisfatório. Baer e Mckool (2009) consideram que, por ser baseada essencialmente na avaliação coletiva de especialistas, a CAT não depende de outras teorias, como a do pensamento divergente, considerada como uma inferência indireta da criatividade. Segundo estes autores, a CAT é baseada na simples ideia de que a melhor medida da criatividade de uma obra de arte, uma teoria ou qualquer outro artefato é a avaliação combinada de especialistas nesse campo. O foco na técnica se concentra nos produtos ou desempenhos, e não nos talentos ou atributos que supostamente influenciam a criatividade, como nos "comitês do Prêmio Nobel, que não aplicam rubricas, listas de verificação ou testes de pontuação. O que eles fazem? Eles perguntam para os especialistas" (BAER E MCKOOL, 2009). Sobre a quantidade de avaliadores, os

---

<sup>79</sup> Para melhor descrição sobre cada um desses modos de avaliação, ver Fleith e Alencar (1992).

estudos apontam que a CAT pode ser realizada com um mínimo de 2 e um máximo de 40 juízes avaliadores, sendo em média realizada com aproximadamente 10 (BAER E MCKOOL, 2009, *apud* AMABILE, 1996).

Para calcular o grau de validade e confiabilidade entre avaliadores da CAT, Baer e Mckool (2009) afirmam que tipicamente é utilizado o Coeficiente Alfa de Cronbach, calculado por meio da expressão abaixo (EQUAÇÃO 1):

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \cdot \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{soma}^2} \right) \quad (1)$$

Em que:

$\alpha$  é o Coeficiente de Cronbach;

$k$  é o número de itens ou questões;

$S_i^2$  é a variância do item ou questão  $i$  ( $i = 1, \dots, k$ );

$S_{soma}^2$  é a variância total do questionário.

As variâncias  $S^2$  de cada item ou questão são calculadas pela fórmula a seguir (EQUAÇÃO 2):

$$S^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n} \quad (2)$$

Em que:

$n$  é o número de respondentes (no caso, avaliadores);

$x$  é a avaliação do respondente;

$\bar{x}$  é a média das avaliações de todos os respondentes;

Como parâmetro de definição da consistência interna das respostas com o Coeficiente Alfa de Cronbach, Freitas e Rodrigues (2005) levantam que, em geral, considera-se satisfatório um instrumento de pesquisa que obtenha  $\alpha > 0,70$ , sendo que a classificação da confiabilidade é geralmente feita conforme os limites descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da confiabilidade a partir do Coeficiente Alfa de Cronbach.

<b>Confiabilidade</b>	<b>Muito Baixa</b>	<b>Baixa</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>	<b>Muito Alta</b>
Valor de $\alpha$	$\alpha \leq 0,30$	$0,30 < \alpha \leq 0,60$	$0,60 < \alpha \leq 0,75$	$0,75 < \alpha \leq 0,90$	$\alpha > 0,90$

Fonte: Freitas e Rodrigues (2005).

Segundo análises e considerações de Fleith e Alencar (1992), a CAT ainda possui algumas limitações, como o elevado tempo gasto no julgamento e a avaliação de produtos em áreas de domínios diversos, além de não existirem garantias de que os juízes compreenderão e avaliação segundo as mesmas definições fornecidas pelos pesquisadores – tendo em vista que a definição de criatividade não é consensual. Contudo, conforme Kaufman e Sternberg (2010), a CAT é tratada como uma das principais e mais poderosas ferramentas de avaliação da criatividade existentes, sendo verificada sua utilização em vários estudos desde os anos 1980. Baer e Mckool (2009) levantaram a utilização da CAT de maneira satisfatória em diversas pesquisas desde os anos 1980 com diferentes finalidades. Por exemplo, para comparar a performance criativa segundo diferentes restrições motivacionais (intrínsecas e extrínsecas); para medir o impacto de diferentes habilidades e conhecimentos na performance criativa; para estudar como a variação motivacional influencia meninos e meninas; para levantar a possibilidade de diferenças na criatividade entre diferentes gêneros e grupos étnicos; para comparar e avaliar as diferenças entre os modelos de criatividade de domínio geral e de domínio específico; para estudar as relações entre processo e produto na criatividade; para analisar a criatividade sob um ponto de vista intercultural; para investigar a estabilidade a longo prazo do entendimento sob criatividade em um dado campo; para analisar meios que pessoas com diferentes níveis de *expertise* em um dado campo conceituam criatividade diferentemente.

Uma vez que a solução de problemas em arquitetura e urbanismo pressupõe o uso de criatividade, a utilização da CAT é proposta aqui para comparar o nível de criatividade de projetos desenvolvidos por estudantes de arquitetura, principalmente para avaliar os efeitos de maior ou menor ênfase e abordagem aos processos construtivos durante a fase de elaboração e desenvolvimento. Assim, é um estudo que também busca encontrar relações entre processo e produto na criatividade, assim como já pesquisado e levantado por Baer e Mckool (2009), mas aqui aplicado diretamente à criatividade arquitetônica. Destaca-se que a utilização de avaliações por julgamento pelos pares é uma tradição consolidada no campo da arquitetura, desde

as avaliações em disciplinas de projeto, em TCC's e em concursos de projeto, sendo que as origens disso remontam às corporações de ofício medievais, nas quais os mestres julgavam a obra prima dos aprendizes conferindo-lhes o grau de mestre do ofício. Teresa Amabile, inclusive, em sua publicação que apresenta as bases e fundamentos da CAT (AMABILE, 1982), também demonstra que a avaliação da criatividade e outras habilidades por juízes *experts* já era algo utilizado em vários campos e estudado de maneira mais sistemática principalmente a partir dos anos 1960. Assim, a aplicação da CAT no universo da arquitetura tende a ser algo próximo ao processo tradicional de avaliação de projetos, diferindo, contudo, na utilização de parâmetros, critérios e verificação de consistência das respostas.

Apesar de os levantamentos de Baer e Mckool (2009), Kaufman e Sternberg (2010), dentre outros, apontarem e sugerirem que a CAT já foi ou pode ser utilizada no campo da arquitetura, foram encontrados poucos estudos especificamente aplicados a esse campo. O que merece destaque é o de Watters (2017), nos Estados Unidos, que utilizou correlações e regressões para examinar a relação entre a criatividade e as aptidões individuais que podem ser apoiadas pela educação dentro do domínio da arquitetura. O estudo é fundamentado em um arcabouço teórico de sistemas que sustenta a ideia de que a criatividade ocorre dentro de uma interação do ambiente e do indivíduo, isto é, algo mais direcionado a influências psicológicas do ambiente sobre a criatividade dos estudantes de arquitetura. Já sobre os efeitos de abordagens e ênfases propriamente do universo da arquitetura – como é o caso do raciocínio construtivo –, não foi encontrado nenhum estudo, o que reforça a importância do presente trabalho.

## **5.2 Parâmetros e critérios de escolha das disciplinas a serem analisadas**

Para compreender as ênfases e abordagens utilizadas para a criação do projeto, é necessário buscar compreender seu processo, e não apenas o resultado, o produto. A decisão de se realizar o estudo com estudantes, ao invés de profissionais, ocorreu devido a vários motivos. Primeiramente porquê o ambiente escolar possui significativo potencial para influenciar modos de pensamento e abordagens nos futuros profissionais. Em segundo lugar, pela possibilidade de acompanhar e analisar de perto o desenvolvimento de um projeto, uma vez que são estabelecidos o local (a sala de aula) e os prazos para a realização das discussões de avaliações críticas de vários

projetos em conjunto. Em terceiro lugar, pela definição das ênfases que, no caso de um exercício acadêmico, são determinadas pelo professor nas regras do exercício, expressas em documentos como ementa, plano de ensino, tema do projeto e critérios de avaliação. Em quarto lugar, por ser possível criar situações hipotéticas. Por fim, por também buscar compreender melhor os efeitos e implicações de práticas didáticas.

Um aspecto que surge, a princípio, decorrente da análise por estudantes, ao invés de profissionais, é que estes últimos, por terem maior conhecimento e experiência, tendem a possuir maior habilidade para tratar com maior profundidade sobre questões construtivas que os primeiros. Contudo, o mais importante é tentar revelar a relação do raciocínio construtivo com a criatividade, mesmo que em situações específicas e não no projeto como um todo. Mais do que avaliar a qualidade do produto – o projeto –, busca-se aqui compreender as abordagens do processo de desenvolvimento até alcançar o resultado final, mesmo que algumas soluções sejam incompletas, imaturas ou inadequadas sob algum ponto de vista.

Os dados e informações sobre o desenvolvimento dos projetos se resume em dois grupos: o das regras e o das relações entre professor e estudante. As regras se manifestam por meio de tudo aquilo que é registrado (leis, normas, regulamentos etc.), como o Plano de Ensino elaborado pelo professor, os critérios de avaliação, o Projeto Pedagógico de Curso – PPC, as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos Superiores etc. Para que essas regras se efetivem de fato, o modo de condução do processo é determinante e, por isso, depende das atitudes de todos, professor e estudantes, incluindo postura, motivação, abordagens, respeito interpessoal etc. Ressalta-se que nem todas as regras são absolutas, de modo que podem ser revistas e ajustadas, inclusive durante o andamento da disciplina. Por se tratar de relações interpessoais de ensino-aprendizado, todo o processo pode ser influenciado por aspectos sociais e psicológicos individuais, de modo que a maneira com que os indivíduos interpretam e respondem às diferentes situações pode até ser semelhante de modo geral em primeira análise, mas provavelmente diferentes em aspectos específicos ou quando analisadas pormenorizadamente. Todavia, tais questões de ordem social e psicológica não são tratadas na presente pesquisa.

As informações do ambiente de sala de aula, por serem observadas (no caso, pelo autor), perpassam por sua percepção e interpretação. As maneiras de expressão dos

estudantes nem sempre são claras e diretas. Nesse contexto, em diversas situações as informações registradas são resultado de interpretações e pressupostos do autor sobre prováveis maneiras, abordagens e raciocínios dos estudantes de acordo com a maneira com a qual foram expressados.

O primeiro passo consistiu em caracterizar o tipo de disciplina: as do grupo de Projeto Arquitetônico (ou Ateliê de Projetos, ou Estúdio de Projetos, nomenclatura que pode variar de acordo com a instituição ou Projeto Pedagógico de Curso). Embora as diferentes nomenclaturas possam residir em abordagens de fato distintas, todas elas consistem no grupo de disciplinas em que os estudantes desenvolvem experimentações projetuais geralmente apresentadas por meio gráfico ou de modelos (virtuais ou maquetes) para uma banca de professores e arquitetos profissionais. Em síntese, trata-se de exercício de proposta de resolução de problemas a partir da proposta de construção de objetos arquitetônicos em que o estudante deve utilizar todos os seus conhecimentos, habilidades e criatividade, seja ela adquirida ou desenvolvida durante o curso ou fora dele, incluindo a própria experiência vivida. Outra característica desse grupo de disciplinas é que os cursos normalmente ofertam pelo menos uma disciplina de projeto por semestre durante o ciclo profissional<sup>80</sup>, de modo que o estudante realiza quase constantemente esse tipo de exercício durante todo o curso.

A partir da definição da análise de disciplinas de projeto, foi definido que o exercício deveria ter significativo nível de especificação de sua materialidade, e não apenas estudos preliminares diagramáticos ou de formas, contornos e volumetrias. Ao mesmo tempo, não deveria ser um exercício puramente de detalhamentos executivos, embora alguns detalhes pormenorizados pudessem existir, desde que os aspectos gerais mencionados também fossem tratados.

Outro critério fundamental de escolha foi que a disciplina deveria ser baseada em orientações frequentes, isto é, que o estudante apresentasse seu progresso no desenvolvimento do projeto.

---

<sup>80</sup> Os ciclos são definidos pela Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de Graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo no Brasil (BRASIL, 2010b). Conforme o Art. 6º dessa resolução, os conteúdos “deverão estar distribuídos em dois núcleos e um Trabalho de Curso, recomendando-se sua interpenetrabilidade: I – Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação; II – Núcleo de Conhecimentos Profissionais; e III – Trabalho de Curso”. O parágrafo 1º desse artigo define que Projeto de Arquitetura se insere no Núcleo Profissional, embora não mencione nada acerca da quantidade de disciplinas, suas cargas horárias e periodicidades, de modo que a típica oferta semestral nos cursos atualmente corresponde a consensos e entendimentos sobre a importância desse tipo de exercício.

### 5.3 Descrição geral das disciplinas

A partir dos critérios estabelecidos, foram analisadas ementas de disciplinas de projeto ofertadas onde o autor desenvolve o curso de doutorado, a Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais – EAUFG, sediada na cidade de Belo Horizonte – MG, e onde atua como docente, no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG, campus Santa Luzia, nos cursos de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo e Tecnólogo em Design de Interiores.

A EAUFG oferece dois cursos de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, um diurno, existente desde 1930 (AU-UFMG/D), e um noturno, existente desde 2009 (AU-UFMG/N)<sup>81</sup>. Embora ambos tenham duração de 10 semestres, suas estruturas curriculares são diferentes, sendo que o curso noturno permite maior mobilidade e liberdade ao estudante para cursar diferentes disciplinas em momentos distintos. A quantidade de estudantes também é diferente, sendo 30 ingressantes semestralmente no noturno e 45 no diurno. Provavelmente por essas e outras características que não são objeto de pesquisa e discussão aqui, as salas de aula do curso diurno tendem a ter mais estudantes matriculados, o que motivou iniciar a análise desta pesquisa no curso diurno. Em relação às disciplinas de projeto, existe relativa liberdade de escolha para os estudantes no curso diurno, de modo que é possível cursar qualquer um dos projetos ofertados a partir do terceiro semestre de curso<sup>82</sup>. Outra característica do curso da AU-UFMG/D é que as disciplinas de projeto não são permanentes, de modo que podem surgir, desaparecer, evoluir etc. entre um semestre e outro. A duração de um PFlex geralmente é de dois meses, mas alguns professores propõem um semestre letivo. Desse modo, a partir da lista de projetos ofertados no primeiro semestre de 2017 e suas ementas, assim como com um nível de conhecimento sobre suas abordagens, foram escolhidas as duas primeiras disciplinas – ou casos a serem estudados –, lecionadas por um mesmo professor: o da Casa Econômica, entre março e maio de 2017, e o do Edifício de Apartamentos, entre maio e julho de 2017.

---

<sup>81</sup> Breve história dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da UFMG pode ser encontrada em < <https://bit.ly/2RnC4XL> > (Escola de Arquitetura da UFMG, 2017) e < <https://bit.ly/2RnrKix> > (Colegiado Arquitetura e Urbanismo UFMG, 2017). Acesso em 08 nov. de 2017.

<sup>82</sup> Essa liberdade de escolha fez com que as os projetos passassem a ser chamadas de PFlex, ou Projeto Flexível, a partir de 2011, em contraposição à estrutura existente até então na EAUFG em que as disciplinas de projeto eram associadas ao semestre de curso. Na estrutura de PFlex, os professores de projeto divulgam seus temas de projeto no início de cada semestre letivo e os estudantes do terceiro ao décimo semestre de curso se matriculam de acordo com seus interesses (tema, escala do exercício, abordagem do professor etc.). Contudo, o curso dispõe de regulamentos que auxiliam no controle e na distribuição dos estudantes em cada PFlex. Mascarenhas *et al.* (2015) descrevem com mais detalhes a introdução desse modelo no ensino de projeto na UFMG.

Posteriormente, foram criadas duas disciplinas no curso AU-UFMG/N, conduzidas pelo autor, que também constituíram objeto de análise para a presente pesquisa.

O curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, oferecido no turno vespertino – AU-IFMG/V – possui 10 semestres de duração. A cada ano, 40 novos estudantes ingressam para iniciarem no primeiro semestre do ano, de modo que não há turmas que iniciam no segundo semestre do ano. A estrutura curricular não possui as flexibilidades apresentadas nos cursos da UFMG. O curso AU-IFMG/V possui diversos pré-requisitos, inclusive nas disciplinas de projeto arquitetônico. Como existem turmas ingressantes apenas no início de cada ano, o conjunto de disciplinas oferecido é alternado a cada semestre, o que também diminui as possibilidades de escolhas dos estudantes. Especificamente sobre as disciplinas de projeto arquitetônico, as ementas são, de certo modo, mais deterministas que as da UFMG, apesar de poderem ocorrer variações temáticas a partir delas. Nesse sentido, a disciplina Projeto Arquitetônico V, oferecida no sétimo semestre do curso e lecionada pelo autor, foi selecionada para ser objeto de estudo. Em sua ementa é mencionado que é exercitada a “concepção do espaço físico envolvendo o trabalho interdisciplinar de compatibilização de projetos, sistemas estruturais, infraestrutura predial e detalhes construtivos” (IFMG, 2017). O tema do exercício projetual adotado na ocasião foi o de um edifício residencial, comercial ou misto, que será melhor descrito adiante. Ressalta-se que nenhuma outra disciplina de projeto do curso possui ementa que menciona de maneira tão direta esse tipo de abordagem sobre aspectos construtivos.

O curso de Tecnologia em Design de Interiores do IFMG – DI-IFMG/N, por sua vez, ocorre no período noturno e possui 5 semestres de duração. Assim como o AU-IFMG/V, ingressam 40 novos estudantes a cada ano que iniciam o curso sempre no primeiro semestre de cada ano. Embora quase não existam pré-requisitos, os estudantes tendem a cursar as disciplinas de cada semestre – ou matriz regular –, uma vez que o curso possui duração relativamente curta. No terceiro semestre, a disciplina Maquetes e Modelos, cujo autor é quem a leciona, trata da apresentação de conceitos e da capacitação para a construção de maquetes físicas e modelos virtuais, principalmente no *software Sketchup*. Como essa disciplina também compõe o quadro de disciplinas optativas para estudantes de arquitetura e urbanismo, observa-se geralmente que cerca de 20% dos matriculados são estudantes deste curso. A análise



desse exercício nesta pesquisa se deu principalmente ao fato de os estudantes construírem seus objetos projetados, algo que em nenhum outro exercício foi possível, funcionando como um contraponto às demais disciplinas analisadas. Além disso, como tratado por Lawson (2011), o modo que o projetista organiza as ideias pode ser fundamentalmente o mesmo quando trata de mobiliário, edifícios ou cidades, alterando-se, naturalmente, as especificidades de cada tipo de objeto.

Ao todo, foram analisadas seis disciplinas de projeto totalizando 96 estudantes<sup>83</sup> e 50 projetos distintos, dos quais 47 finalizaram os exercícios (QUADRO 6). Em duas disciplinas o autor foi observador e em quatro foi o professor. Como as versões finais de quatro projetos nas disciplinas observadas não foram encaminhadas, o total de projetos analisados foi de 43. Para esses, foram realizadas 246 apresentações de desenvolvimento.

Quadro 6 – Turmas de Projeto analisadas e informações básicas

Disciplina	Casa Econômica	Edifício de Apartamentos	Edifício Residencial e/ou Comercial	Modelagem de Mobiliário	Projeto e Raciocínio Construtivo I	Projeto e Raciocínio Construtivo II
Condição do autor	Observador	Observador	Professor	Professor	Professor	Professor
Curso-Local/Turno <sup>(84)</sup>	AU-UFMG/D	AU-UFMG/D	AU-UFMG/V	DI-UFMG/N	AU-UFMG/N	AU-UFMG/N
Período	14/03/17 a 05/05/17	16/05/17 a 04/07/17	07/04/17 a 18/08/17	07/04/17 a 18/08/17	07/08/17 a 02/10/17	16/10/17 a 04/12/17
Horário	09h30min às 12h50min	09h30min às 12h50min	13h15min às 16h35min	21h às 22h30min	18h30min às 22h10min	18h30min às 22h10min
Encontros semanais	02	02	01	01	01	01
Estudantes	12	25	12	38	5	4
Projetos elaborados	12	09	11	08	3	4
Projetos analisados	11	06	11	08	3	4

<sup>83</sup> Por questões de privacidade, nomes e gêneros dos estudantes não são apresentados. Todos são tratados pelo codinome “Estudante X” (em que “X” é um número de identificação) e no masculino.

<sup>84</sup> AU-UFMG/D: Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Minas Gerais / Diurno.

AU-UFMG/N: Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Minas Gerais / Noturno

AU-UFMG/V: Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo - Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Santa Luzia / Vespertino

DI-UFMG/N: Tecnologia em Design de Interiores - Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Santa Luzia / Noturno

A Tabela 2 apresenta a relação dos projetos e estudantes para cada uma das disciplinas.

Tabela 2 – Projetos e estudantes por disciplina

Disciplina	Estudante(s)	Projeto
Projeto Casa Econômica	1	1
	2	2
	3	Versão final não encaminhada para o autor
	4	3
	5	4
	6	5
	7	6
	8	7
	9	8
	10	9
	11	10
	12	11
Projeto Edifício de Apartamentos	13	12
	14 e 15	13
	16	Versão final não encaminhada para o autor
	17, 18 e 19	14
	20, 21 e 22	15
	23, 24 e 25	16
	26, 27 e 28	17
	29, 30, 31 e 32	Versão final não encaminhada para o autor
	33, 34, 35, 36 e 37	Versão final não encaminhada para o autor
	Projeto de Edifício Residencial e/ou Comercial	38
39		19
40		20
41		21
42		22
43		23
44		Projeto não finalizado
45		24
46		25
47		26
48		27
49		28

Tabela 2 – Projetos e estudantes por disciplina (continuação)

Disciplina	Estudante(s)	Projeto
Projeto Modelagem de Mobiliário	50, 51, 52 e 53	29
	54, 55, 56, 57 e 58	30
	59, 60, 61, 62 e 63	31
	64, 65, 66, 67 e 68	32
	69, 70, 71 e 72	33
	73, 74, 75, 76 e 77	34
	78, 79, 80, 81 e 82	35
	83, 84, 85, 86 e 87	36
	88	37
Projeto e Raciocínio Construtivo I	89	Projeto não finalizado
	90	Projeto não finalizado
	91	38
	92	39
Projeto e Raciocínio Construtivo II	93	40
	94	41
	95	42
	96	43

A seguir serão apresentadas de maneira mais detalhada as seis disciplinas de projeto analisadas.

### 5.3.1 Projeto Casa Econômica - AU-UFMG/D 2017/1

O projeto Casa Econômica, como descrito no Quadro 6, ocorreu no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, turno diurno (AU-UFMG/D), entre 14/03/2017 e 05/05/2017, com dois encontros semanais de 09h30min às 12h50min. Ao todo, foram 12 estudantes matriculados, sendo que todos finalizaram a disciplina desenvolvendo projetos individuais. O professor que conduziu a disciplina não foi o autor, sendo que a participação deste se deu como observador.

Em resumo, o exercício consistiu na elaboração de um projeto de uma casa com restrição orçamentária de 60 mil reais e com possibilidades de crescimento, transformação e adaptação do espaço interno. De acordo com o plano de curso, o

objetivo do exercício era “investigar as possibilidades de organização dos espaços da moradia mínima tendo em vista sua construtibilidade com baixíssimo investimento associada à possibilidade de transformação do espaço interno e de crescimento futuro da unidade” (Maciel, 2017a). As dimensões e a topografia do terreno foram pré-estabelecidas pelo professor, sendo que os estudantes poderiam propor variações para o exercício.

A disciplina foi dividida em três etapas. Na primeira, os estudantes, divididos em grupos, deveriam analisar, num período de uma semana, edifícios residenciais importantes por meio de pesquisa em livros, revistas ou internet, buscando compreender usos, tipologias, fluxos, mutabilidade, crescimento, possibilidades e técnicas construtivas, materiais e sistemas e confrontar com condicionantes de custo. Na segunda, com duração de três semanas, deveriam desenvolver individualmente um anteprojecto arquitetônico com a representação das possibilidades de ocupação do espaço, solução construtiva geral, elementos portantes e vedações, sistemas de instalações prediais, possibilidades de usos futuros e levantamento quantitativo de custos. Na terceira, também com duração de três semanas, deveriam desenvolver um projecto semi-executivo com caderno de apresentação e orçamento completo. Ao final, todos os estudantes matriculados finalizaram o exercício. Para cada etapa, o professor esclareceu os conteúdos mínimos, com destaque à constante modelagem virtual (ou desenho em *software* de desenho tridimensional) e às chamadas maquetes processuais principalmente de sistemas estruturais e fechamentos externos, que deveriam ser apresentados a cada aula.

A dinâmica das aulas foi de orientações coletivas, em que os estudantes expunham brevemente (cerca de cinco minutos) o que desenvolveram por meio de projetor de vídeo para toda a turma e, em seguida, professor e demais colegas poderiam realizar críticas, ponderações e sugestões. Ressalta-se aqui que foi determinado pelo professor que o tempo de aula não deveria ser utilizado para o desenvolvimento de qualquer atividade, mas sim para atenção total às apresentações e discussões, caracterizando “aulas de projecto”, em contraposição a “orientações de projecto” em que os estudantes apresentam seus trabalhos apenas para o professor e utilizam o tempo seguinte para se dedicarem aos seus respectivos trabalhos. Como ocorriam duas aulas semanais, o professor não exigia que os estudantes apresentassem em todas as aulas, mas sugeria que isso fosse feito ao menos uma vez por semana.

Em termos de notas, o autor não participou de nenhuma avaliação. Contudo, o sistema de avaliação do desenvolvimento utilizado pelo professor demonstrou influenciar, de certo modo, na motivação dos estudantes. As notas foram lançadas apenas no final da disciplina. Ao final das etapas o professor mencionava conceitos qualitativos que, de certo modo, correspondiam a notas aproximadas<sup>85</sup>. O conceito “S” correspondia “Suficiente” e significava que o nível de comprometimento, empenho e qualidade do projeto desenvolvido até o momento de divulgação resultaria notas entre 80% e 100%. O conceito “R” correspondia “Regular” e resultaria notas entre 60% e 80%. Já o conceito “I” correspondia a “Insuficiente” e resultaria notas menores que 60%, isto é, um nível de empenho, comprometimento e desenvolvimento de projeto que levariam o estudante à reprovação. Esses conceitos, conforme o professor, eram apenas indicadores, sendo que entre uma etapa e outra o estudante poderia mudar sua postura e ter um conceito melhor ou pior. Nota-se, assim, que isso funcionava tanto como um mecanismo avaliação e retorno (ou *feedback*) quanto de motivação e regulador do ritmo de trabalho. Quanto ao modo de divulgação desses indicadores, o professor o fazia verbalmente nas últimas aulas das etapas.

Sobre a participação do autor na dinâmica das aulas, embora o professor tenha autorizado que o autor participasse na exposição de críticas diretas sobre os trabalhos, foi adotada uma participação menos direta, basicamente com comentários e sugestões de materiais complementares a serem pesquisados (livros, normas, indicações de *softwares* etc.), com o intuito de tentar diminuir a influência na dinâmica normal das aulas<sup>86</sup>. Já no final do exercício, o autor participou de forma direta da banca final, a convite do professor, expondo críticas e sugestões sobre cada projeto, mas sem indicação de notas para os trabalhos.

Cabe aqui destacar a importância da variável financeira deste exercício de projeto. Devido a características como o porte do projeto e aspectos didáticos, foi conjecturado que esse projeto poderia estimular o raciocínio construtivo em diversos momentos. A variável financeira foi considerada, a princípio, um recurso com potencial criativo a ser explorado, visto que soluções típicas conhecidas poderiam ser estudadas e variações

---

<sup>85</sup> O autor não teve acesso às notas e não as solicitou ao professor, visto que isso foi entendido como irrelevante à pesquisa, já que se trata de avaliações e julgamentos segundo os critérios do professor, que são sempre diferentes em algum nível dos do autor.

<sup>86</sup> Ressalta-se que a própria presença do autor já exerce certa influência. Contudo, foi buscado que isso fosse o mais neutro e discreto possível, de maneira que principalmente as discussões ocorressem naturalmente.

criativas poderiam surgir visando reduzir os custos, o que poderia exigir maiores abordagens construtivas. De todo modo, devido ao prazo e ao volume de trabalho, não foram esperadas análises econômicas complexas.

### **5.3.2 Projeto Edifício de Apartamentos - AU-UFMG/D 2017/1**

O projeto Edifício de Apartamentos, como descrito no Quadro 6 (página 179), ocorreu no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, turno diurno (AU-UFMG/D), entre 16/05/2017 e 04/07/2017, com dois encontros semanais de 09h30min às 12h50min. Ao todo, foram 25 estudantes matriculados, sendo que 23 finalizaram a disciplina desenvolvendo projetos em grupos, totalizando 09 projetos. O professor que conduziu a disciplina não foi o autor, sendo que a participação deste se deu como observador.

O Projeto Edifício de Apartamentos consistiu na elaboração de um projeto de um edifício para apartamentos residenciais na cidade de Belo Horizonte considerando estudo de viabilidade financeira do empreendimento, otimização da relação com a cidade, ampliação da flexibilidade das unidades privativas e diversidades de tipologias, conforme plano de curso (MACIEL, 2017b).

A disciplina foi dividida em três etapas. Na primeira etapa, os estudantes deveriam, em grupos de 4 pessoas, realizar em uma semana um estudo sobre usos, tipologias, flexibilidade, possibilidades, materiais e sistemas construtivos por meio de pesquisa bibliográfica<sup>87</sup>. Além disso, também deveriam realizar uma escolha prévia do terreno para o projeto, que deveria ser real, ao invés de hipotético, como no Projeto Casa Econômica, de acordo com algumas predefinições do professor. Em síntese, poderia ser qualquer terreno vago ou em situações em que a construção de um edifício fosse viável (casas em ruínas não tombadas pelo patrimônio e outras análogas), exceto na Zonas Central de Belo Horizonte – ZC e nas zonas de preservação. Para essa fase, foi dado o prazo de uma semana. Na segunda etapa, os grupos deveriam elaborar um estudo preliminar arquitetônico em três semanas, considerando a solução construtiva geral, elementos portantes, vedações, sistemas e instalações prediais, alternativas e variações de implantação e organização dos espaços e estudo de viabilidade

---

<sup>87</sup> A divisão de 4 pessoas foi apenas preliminar, sendo que houve a possibilidade de grupos menores, mas não maiores.

econômica, fundamentado principalmente no Custo Unitário Básico – CUB de construção e valores de mercado de terrenos e apartamentos em cada região<sup>88</sup>. A terceira etapa consistiu na preparação e construção de material gráfico para uma exposição em área de circulação coletiva da EAUFMG, incluindo desenhos e maquetes em um padrão gráfico utilizado por todos. Para tanto, o professor coordenou as tarefas e responsabilidades. Como essa última fase não conteve mais avanço dos projetos, não foram realizados registros das observações a partir de então.

A dinâmica das aulas adotada foi a mesma do Projeto Casa Econômica, de “aulas de projeto”, com os estudantes apresentando seus trabalhos brevemente por meio de projetor de vídeo e professor e demais colegas realizando comentários, críticas e sugestões. Não houve nenhum critério ou regra estabelecida sobre a participação de todos os membros dos grupos, de modo que isso foi considerado uma responsabilidade de cada estudante e do grupo. De todo modo, não foi constatada pelo autor nenhuma evidência de algum estudante que não tenha participado efetivamente.

Em relação à postura e participação do autor, foram semelhantes à adotada para o Projeto Casa Econômica, com comentários e sugestões bibliográficas, métodos de desenho, *softwares*, dentre outros.

A avaliação ocorreu exatamente da mesma maneira realizada no Projeto Casa Econômica, sem a participação do autor e com o método de conceitos utilizados pelo professor ao fim de cada etapa, sendo que os pontos da disciplina eram divulgados apenas após o término da mesma.

### **5.3.3 Projeto Edifício Residencial e Comercial - AU-IFMG/V 2017/1**

O projeto Edifício Residencial e/ou Comercial, como descrito no Quadro 6 (página 179), ocorreu no curso de Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, turno vespertino (AU-IFMG/V), entre 07/04/2017 e 18/08/2017, com um encontro semanal de 13h15min às 16h35min. Ao todo, foram 12 estudantes

---

<sup>88</sup> O CUB é um é um indicador sobre o custo básico para a construção civil. Em Minas Gerais, é calculado e publicado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais – SINDUSCON-MG na internet (< <https://bit.ly/2KDXqQ9> >, acesso em 17 out. 2018).

matriculados, sendo que 11 finalizaram a disciplina desenvolvendo projetos individuais. O professor que conduziu a disciplina foi o autor.

A escolha desta disciplina para ser analisada nesta pesquisa surgiu a partir das observações e análises preliminares do projeto Casa Econômica, que motivaram experimentações didático-pedagógicas do autor no IFMG, responsável pela disciplina Projeto Arquitetônico V.

Diferentemente da UFMG, que permite maior liberdade nas abordagens temáticas das disciplinas de projeto, o Projeto Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo do IFMG define as ementas de modo mais específico. A ementa de Projeto Arquitetônico V menciona que é estudada a “concepção do espaço físico envolvendo o trabalho interdisciplinar de compatibilização de projetos, sistemas estruturais, infraestrutura predial e detalhes construtivos” (IFMG, 2017). O tema específico proposto foi a realização de um projeto de um edifício residencial, comercial ou misto, que deveria ser totalmente desenvolvido a partir da representação dos componentes e sequências construtivas preferencialmente por meio de *software* de representação tridimensional.

O exercício foi dividido em três etapas: estudos do local, estudos preliminares e detalhamento. Na primeira, os estudantes deveriam pesquisar um terreno em qualquer cidade e realizar estudos preliminares como sobre características urbanas locais, acessos, topografia etc., além de identificarem problemas e potencialidades para investimento imobiliário. Poderia ser um lote vago com área aproximada de 400 m<sup>2</sup> (um parâmetro de porte do projeto) ou com edificações a serem demolidas ou aproveitadas. Apesar da relativa liberdade de escolha do terreno, foi determinado que o terreno deveria apresentar desnível de pelo menos três metros em um dos seus eixos, uma dificuldade notada pelo autor tipicamente nesse estágio de curso e que poderia também exercitada e aprimorada no exercício. Além disso, foi solicitada a elaboração de um estudo de viabilidade financeira, baseado em valores de mercado de terrenos e de empreendimentos imobiliários semelhantes na região e no Custo Unitário Básico por metro quadrado – CUB/m<sup>2</sup>. Os documentos relativos ao CUB/m<sup>2</sup> deveriam ser estudados no sentido de contribuir nas críticas financeiras do projeto, mesmo que qualitativamente. A finalidade do empreendimento poderia ser residencial multifamiliar, serviços ou mista. A edificação deveria buscar racionalização de materiais e processos construtivos, além de ter potencial para diferentes usos no



futuro, sempre com condições adequadas de habitabilidade, conforto e acessibilidade. Nessa fase também deveriam ser levantadas as primeiras ideias sobre o empreendimento, como quantidade de unidades, áreas, formas de ocupação do terreno, sequências construtivas, etapas de construção, tecnologias construtivas gerais, dentre outras informações, que foram chamadas de Diretrizes Gerais de Projeto. Com isso, notou-se que os terrenos escolhidos pelos estudantes foram aqueles já previamente conhecidos nas cidades em que residiam ou que residiram muitos anos, o que foi considerado um aspecto positivo, já que um conjunto maior de informações importantes e relevantes ao projeto poderia ser utilizado. O objetivo dessas premissas foi tentar estimular os estudantes a problematizarem o projeto que realizariam em situações mais próximas ao mundo real e com certo nível de liberdade, embora um grau de prescrição no exercício tenha sido claramente colocado. Foi esperado que esse nível de liberdade e relativa aproximação com uma prática real poderia resultar em maior engajamento e motivação pela atividade, bem como estimulá-los, desde o início, a buscar informações e tomar decisões de maneira mais autônoma. Ao todo, o tempo resultante para essa etapa foi de uma semana.

A segunda etapa durou dois meses. Nessa fase, os estudantes deveriam desenvolver estudos preliminares e anteprojeto do edifício. Para tal, foi sugerida uma sequência de projeto que, embora não seja um método de fato, pode funcionar de modo semelhante. Primeiramente, questões como formas gerais, organização do espaço e ocupação do terreno deveriam ser resolvidas por meio de esboços, estudos de volumetria, diagramas etc. no período de duas semanas. Após isso, os elementos de construção deveriam aparecer no projeto representados em escala e preferencialmente em *software* de modelagem tridimensional seguindo a sequência de construção necessária. Assim, se a primeira atividade de construção se tratava de serviços de terraplenagem, esta deveria ser a próxima etapa de projeto. Se, em seguida, se tratava da construção dos elementos estruturais e infraestruturais, estes deveriam ser representados em seguida no projeto, sempre levando em consideração os estudos gerais iniciais e etapas futuras. Como a edificação deveria ter potencial para comportar diferentes formas de uso no futuro, as discussões sobre instalações prediais, manutenções e reformas tiveram certa ênfase. Nesta fase, foi solicitado que todos os elementos construtivos, mesmo que não representados em sua totalidade,

fossem considerados e ao menos mencionados nas apresentações ou nas explicações.

Na terceira e última fase, que durou seis semanas, o projeto deveria ser representado de maneira pormenorizada. Por exemplo, a estrutura das coberturas, as esquadrias, sistemas de drenagem de águas pluviais, partes de elementos pré-fabricados, dentre outros, deveriam ser representados. A partir desse momento, passou-se a discutir com maior ênfase sequências e processos construtivos e futuras maneiras de utilização do espaço. Todo o projeto deveria ser desenvolvido com o máximo de informações possíveis nesse sentido, que seriam reunidos num documento a ser entregue (que poderia conter desenhos tridimensionais, desenhos técnicos, ilustrações, tópicos etc. que demonstrassem claramente todo o projeto, suas premissas, elementos constituintes e maneira de construir). Ao final, o projeto deveria ser apresentado brevemente (de 5 a 7 minutos) em projetor de vídeo para uma banca de três professores (o autor e dois arquitetos convidados, um professor da instituição e outro externo), buscando demonstrar claramente os problemas e questões que motivaram o projeto e as decisões, bem como o projeto em si e suas principais etapas construtivas. Para tanto, foi solicitado um significativo cuidado na escolha das imagens, que deveriam ser claras e objetivas – bem como acerca do nível estético e capacidade de convencimento discursivo –, o que também exigia certo preparo e teste da apresentação.

Sobre as formas e critérios de avaliação, foi feita uma divisão em duas partes: 40 pontos para o desenvolvimento; e 60 pontos para o projeto desenvolvido e apresentação. A intenção foi de evitar que algum estudante pudesse ser aprovado sem a entrega final, uma vez que a pontuação mínima para aprovação era 60 pontos. Para os pontos de desenvolvimento, ao final de cada aula o autor lançava coeficientes entre 0 e 1,0 relativos ao desenvolvimento em cada dia em uma planilha de avaliação. Esses coeficientes eram baseados no desenvolvimento esperado para o dia, que era sempre esclarecido aos estudantes ao final das aulas anteriores. Assim, ao final de cada etapa, era feita uma média aritmética dos coeficientes, resultando em valores percentuais. No entanto, o que era divulgado aos estudantes no final da etapa não era o valor percentual, mas sim conceitos “S” para “Satisfatório” (mais de 80% dos pontos), “R” para “Regular” (entre 60% e 80% dos pontos) ou “I” para “Insuficiente” (menos de 60% dos pontos), semelhante ao realizado pelo professor dos Projetos

Casa Econômica e Edifício de Apartamentos. Contudo, se por exemplo um estudante que fosse informado ao final da etapa 2 que o indicador de seu desenvolvimento foi considerado como “S”, ele não deveria interpretar que tinha garantidos pelo menos 80% de 40 pontos (isto é, pelo menos 32 pontos), mas sim que se mantivesse a mesma postura, empenho e ritmo, seu desenvolvimento final seria considerado “S”. Ao mesmo tempo, a nota final também levaria em consideração os coeficientes relativos à etapa 3, o que significa que a nota final poderia ser melhor ou pior que “S” de acordo com a postura e empenho médio até o final. Assim, a intenção era promover ritmo, nível de empenho e produtividade contínua. Paralelamente, o estudante que obtivesse boas notas de desenvolvimento teria significativas chances de ser bem avaliado no projeto. Já os 60 pontos do projeto foram calculados por meio de média aritmética simples das notas dos avaliadores, isto é, do autor e dos dois convidados, de acordo com critérios previamente estabelecidos.

Acerca da dinâmica das aulas, também foi baseada em orientações coletivas em que os estudantes apresentavam brevemente (de 5 a 7 minutos) o estágio dos seus projetos em projetor de vídeo, dando ênfase a ilustrações e tópicos. Após cada apresentação, era aberto um momento para críticas e sugestões do professor e de todos os estudantes. Em todas as aulas, era sempre solicitado que os estudantes não utilizassem o tempo para desenvolverem seus projetos, mas sim que prestassem atenção e participassem dos momentos de críticas e sugestões dos trabalhos dos colegas. Uma vez que o tema e as ênfases são as mesmas, considerações para o trabalho de um estudante poderiam ser significativas para os demais.

#### **5.3.4 Projeto Modelagem de Mobiliário - DI-IFMG/N 2017/1**

O projeto Modelagem de Mobiliário, como descrito no Quadro 6 (página 179), ocorreu no curso de Design de Interiores do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, turno noturno (DI-IFMG/N), entre 07/04/2017 e 18/08/2017, com um encontro semanal de 21h às 22h30min. Ao todo, foram 38 estudantes matriculados, sendo que todos finalizaram a disciplina desenvolvendo 08 projetos em grupos. O professor que conduziu a disciplina foi o autor.

A disciplina Modelagem de Mobiliário do curso DI-IFMG/N não tratou do desenvolvimento de um projeto de edificação e não é direcionada primeiramente a

estudantes de arquitetura e urbanismo. Porém, devido a suas características, principalmente por tratar da construção real de um objeto, algo que em nenhum outro exercício analisado foi possível, configura-se como um contraponto em relação às demais, como comentado anteriormente.

A motivação para tornar essa disciplina objeto de análise nesta tese decorreu de constatações preliminares anteriores do autor e nas duas disciplinas observadas na AU-UFMG/D em relação à escala do objeto de projeto e ao tempo de dedicação para o mesmo. Também foi considerada a maneira com que a mesma disciplina foi conduzida pelo autor em ano anterior, cujos processo e desenvolvimento em termos de raciocínio construtivo não foram considerados satisfatórios. Dessa maneira, foi conjecturada a possibilidade de abordar o projeto de um objeto que pudesse ser projetado e construído de fato.

A disciplina Maquetes e Modelos faz parte da matriz curricular obrigatória do curso de Tecnologia em Design de Interiores. Ela também pode ser cursada como disciplina optativa pelos estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da instituição, sendo comum que esses representem cerca de 20% dos matriculados. A ementa menciona que deve ser estudada a modelagem virtual e a concepção de maquetes físicas (IFMG, 2016). Enquanto no ano anterior o exercício proposto foi o de construção de uma maquete de um ambiente para apresentação do ambiente finalizado e a elaboração de imagens e animações virtuais do mesmo com finalidades apenas de apresentação visual, em 2017 foi proposto o projeto de qualquer objeto de mobiliário ou decoração por meio de modelo virtual detalhado, incluindo todos os componentes necessários e processos construtivos para posterior construção em protótipo em escala real ou reduzida. Em função das limitações de carga horária, a turma foi dividida em 08 grupos para haver tempo suficiente para discussões. A disciplina foi dividida em quatro etapas da maneira descrita a seguir.

Na primeira etapa, os grupos deveriam escolher o objeto que pretendiam trabalhar descrevendo motivações, breve problematização, escala pretendida para a maquete ou protótipo, materiais, ferramentas e processos necessários para a construção. Apesar de ter sido informado que o objeto era de livre escolha, na realidade existiam alguns parâmetros e referências que balizaram as escolhas, como estarem ligados aos cursos dos estudantes e à potencial capacidade de serem confeccionados em

tempo hábil. As ideias preliminares foram expostas à turma e ao professor, que poderiam expor suas críticas como sobre a relevância e viabilidade do objeto. Em função da carga horária e ao fato de todos os estudantes cursarem diversas outras disciplinas (incluindo Projeto Arquitetônico ou Projeto de Design, tipicamente as disciplinas centrais dos cursos e que exigem maior dedicação), os objetos poderiam ser variações ou adequações de objetos existentes conhecidos ou fazerem parte de algum projeto desenvolvido ou em desenvolvimento. As definições dos grupos tenderam para objetos de mobiliário, como cadeiras e estantes, sendo que um grupo decidiu construir uma luminária e outro, composto por estudantes de arquitetura e urbanismo, decidiu construir um estacionamento para bicicletas, o único em escala reduzida. Para desenvolver essa etapa, os estudantes tiveram o prazo de uma semana.

Na segunda etapa, os grupos deveriam elaborar o modelo virtual do objeto e apresentar como uma espécie de manual de instruções de construção, descrevendo tanto o objeto, suas premissas e sua maneira de construir. Os estudantes tiveram seis semanas para concluir essa etapa e o dia de apresentação foi dedicado exclusivamente para breves e objetivas apresentações (entre 3 e 5 minutos) em projetor de vídeo, sendo que o professor e os demais estudantes poderiam realizar, também brevemente, comentários e sugestões. Para estimular que o modelo contivesse todas as informações necessárias para a construção, na terceira etapa os grupos deveriam modelar virtualmente o objeto de outros grupos (sorteados pelo professor), tentando utilizar apenas as informações apresentadas e realizando sugestões sobre informações faltantes. Para a etapa 3, os estudantes tiveram o prazo de 2 semanas. Ao final desta, foi feita uma apresentação semelhante à realizada no final da segunda etapa.

Para a etapa final, a maquete ou protótipo do objeto deveria ser construído de fato. Embora alguns grupos já tivessem iniciado essa etapa anteriormente, foi a partir da elaboração do modelo virtual construtivo e da revisão dos outros grupos que o processo construtivo se tornou mais claro. Para essa etapa, o tempo das aulas foi totalmente dedicado para o desenvolvimento e discussão em sala de aula. Em alguns casos, os estudantes demonstravam por meio de fotos ou vídeos o desenvolvimento do objeto em oficina fora do ambiente escolar, não sendo exigida suas presenças durante todo o tempo de aula. Ao todo, os estudantes tiveram quatro semanas para

concluir essa etapa. Ao final, foi realizada uma banca com a participação do autor e de dois professores convidados do IFMG (um arquiteto e um designer de interiores) em que os grupos deveriam apresentar tanto o modelo virtual quanto a maquete ou protótipo, esclarecendo as premissas do objeto as etapas construtivas do mesmo.

A dinâmica das aulas foi diferente das aulas de projeto. Enquanto nestas todas as aulas eram dedicadas para a discussão dos trabalhos em desenvolvimento, em Maquetes e Modelos foram definidos os dias em que essas discussões seriam realizadas, aproximadamente a cada 3 semanas. As demais aulas foram de caráter expositivo sobre técnicas de utilização do *software Sketchup* para modelagem, elaboração de imagens e animações, conforme exigência da ementa. Essas aulas ocorreram no laboratório de informática. Cabe destacar a ênfase à abordagem construtiva dada para a utilização do *software*. Desde as primeiras aulas, os estudantes foram orientados a utilizar o *software* não como uma ferramenta de desenho, mas de modelagem. Assim, não se tratava meramente de representar como seria a aparência do objeto após construído com texturas e objetos disponíveis nas bibliotecas do *software*, mas sim de modelar cada componente do objeto que deveria ser devidamente identificado por meio do sistema de camadas, grupos e componentes do *software*. Por exemplo, para modelar uma cadeira, elementos como as pernas, o assento e o encosto deveriam ser modelados como elementos distintos caso realmente o fossem – ou deveriam ser – na realidade. No mesmo raciocínio, as fixações dos elementos também deveriam ser devidamente representadas, como encaixes, parafusos etc. Nas aulas dedicadas à discussão dos trabalhos, os grupos poderiam permanecer livremente no laboratório de informática, no de maquetes ou até mesmo em qualquer local livre do campus que poderiam trabalhar em seus protótipos ou maquetes sem atrapalhar ou incomodar a comunidade acadêmica. Contudo, algumas datas foram definidas para que apresentassem conteúdos mínimos que eram avaliados em termos de conceitos percentuais, de modo a estimular que o trabalho fosse progressivamente desenvolvido. Ao final, os conceitos eram convertidos em notas de acordo com critérios de avaliação definidos pelo professor e somaram 40 pontos.

Sobre os princípios de avaliação, as notas foram divididas e lançadas ao final de cada etapa: da primeira etapa com os estudos preliminares (10 pontos); da segunda com a modelagem virtual (20 pontos); da terceira com a modelagem e críticas do objeto do

outro grupo (10 pontos); e na entrega e apresentação final (60 pontos). Assim, não seria possível ser aprovado sem a entrega final, o que vinculava o cumprimento de todas as etapas. Para os 60 pontos finais, o autor e os membros convidados para a banca utilizaram os mesmos critérios de avaliação, impressos em folhas de avaliação individuais em que as notas percentuais para cada critério deveriam ser indicadas. As folhas também possuíam campos para observações gerais. A nota final foi calculada a partir de média aritmética simples das notas das três avaliações.

### **5.3.5 Projeto e Raciocínio Construtivo I - AU-UFMG/N 2017/2**

A disciplina Projeto e Raciocínio Construtivo I, como descrito no Quadro 6 (página 179), ocorreu no curso Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Minas Gerais, turno noturno (AU-UFMG/N), entre 07/08/2017 e 02/10/2017, com um encontro semanal de 18h30min às 22h10min. Ao todo, foram 05 estudantes matriculados, sendo que 03 finalizaram a disciplina desenvolvendo projetos individuais. O professor que conduziu a disciplina foi o autor.

Ao longo de cada um dos exercícios mencionados, a forma de desenvolvimento dos projetos conduziu o autor a manter um processo contínuo de autocrítica sobre as abordagens didático-pedagógicas em relação aos objetivos de cada exercício. Os dois exercícios conduzidos no IFMG demonstraram três aspectos importantes: a diferença entre poder elaborar um modelo ou protótipo em escala real e abstrair sobre algo em escala reduzida; o conhecimento não apenas dos elementos constituintes dos objetos projetados, mas também sobre as etapas e processos construtivos necessários para tal; e sobre o tempo, em semanas, necessário para a elaboração do exercício.

No projeto de Modelagem de Mobiliário, a possibilidade de modelar em escala real – ou construir protótipos – foi introduzida de modo praticamente natural devido à escala de mobiliários típicos. Assim, os estudantes foram automaticamente induzidos a pensar sobre o processo construtivo plenamente, mas isso somente foi possível em função da escala e dos respectivos prazos e recursos necessários. Em termos de tempo, dois meses, como nos projetos Casa Econômica e Edifício de Apartamentos, foram compatíveis com a escala e os objetivos propostos. Todo esse contexto culminou na proposição de um novo exercício com abordagem didático-pedagógica

na busca de esclarecer e evidenciar fatores que estimulam o raciocínio construtivo. O resultado disso foram os exercícios Projeto e Raciocínio Construtivo I e II.

A proposta inicial desse novo exercício foi gerada para ser experimentada em disciplina semestral no curso de Arquitetura e Urbanismo Noturno da UFMG – AU-UFMG/N com 4 horas-aula de 50 minutos ocorrendo uma vez por semana. No entanto, por questões administrativas e por problemas ocorridos no sistema de matrículas, os estudantes não conseguiram se matricular nas duas, fazendo com que não houvesse mais a continuidade pretendida. Dessa maneira, o experimento foi ajustado de modo que, ao invés de um exercício semestral, fossem realizados dois exercícios bimestrais seguidos e repetidos, mas com diferentes estudantes. Embora esse tipo de obstáculo tenha gerado algum nível de incômodo na pesquisa, ele revela aspectos de suma importância, como a capacidade de adaptação aos contextos que, por sua vez, são mutáveis.

Embora 15 vagas tenham sido ofertadas (com a expectativa de cerca de 12 matriculados), por questões possivelmente relacionadas a especificidades desse curso e aos problemas de matrícula mencionados, foram apenas 05 matriculados<sup>89</sup>. Desses, apenas 03 concluíram. Segundo relatos dos estudantes remanescentes, os outros dois desistiram por suporem que não teriam tempo suficiente para desenvolverem o projeto, mas sem maiores explicações além disso. Embora ajustes no Plano de Ensino pudessem ser realizados, foi decidido manter o planejamento inicial e simplesmente aumentar o tempo para a discussão de cada projeto, algo que em todos os exercícios anteriores fora significativamente curto. Assim, ao invés de cinco ou dez minutos, foi possível estender mais as discussões, incluindo explanações teóricas e conceituais quando necessárias. Além disso, foi determinado que eventuais tempos restantes após todas as discussões seriam utilizados para o desenvolvimento do projeto no ambiente escolar (de livre escolha do estudante, como sala de aula, biblioteca, algum laboratório disponível etc.).

---

<sup>89</sup> Dentre as especificidades do curso AU-UFMG/N, pode-se mencionar como prováveis motivos para o baixo número de matriculados: o relativo elevado número de disciplinas ofertadas principalmente vinculadas às pesquisas de pós-graduação; à relativa liberdade dos estudantes para escolherem as disciplinas, uma vez que não precisam completar disciplinas específicas, mas sim créditos em grupos temáticos, de modo que isso pode ser feito com diferentes disciplinas, dando-lhes a liberdade para cursarem em qualquer semestre sem maiores problemas. Vale ressaltar que após essa constatação e durante o semestre, o autor consultou professores do curso que já lecionavam desde semestres anteriores sobre esse aspecto e todos eles informaram que costumam enfrentar obstáculos semelhantes e que esse tipo de questão, inclusive, está em discussão em instâncias como o Núcleo Docente Estruturante – NDE e Colegiado do curso. Segundo eles, o baixo número de matriculados tende a ocorrer em diversas disciplinas, exceto naquelas em que as disciplinas são obrigatórias e contêm carga horária maior.



Embora aspectos construtivos tenham sido enfatizados de alguma maneira em todos os outros exercícios analisados, pela primeira vez foi utilizada a expressão 'raciocínio construtivo' no próprio título da disciplina, enfatizada no plano de ensino e em todas as discussões, caracterizando isso como essência principal do exercício. Os estudantes deveriam levar em consideração os processos construtivos como mais uma variável de projeto, assim como conforto, acessibilidade, localização etc.

O exercício foi dividido em 2 etapas. A primeira foi uma tentativa de conduzir os estudantes desde o início para esse modo de pensar por meio de pesquisa bibliográfica. Em duplas, deveriam reunir informações de pelo menos três edifícios em diferentes momentos históricos, tanto extraordinários (palácios, templos, museus etc.) quanto ordinários (residências, comércios etc.), tentando analisar todas as soluções arquitetônicas à luz do processo construtivo. Deveriam ser buscadas o máximo possível de fontes confiáveis e, quando isso não fosse possível, deveriam ser elaboradas hipóteses lógicas e prováveis para debate e discussão. A pesquisa teve início no primeiro dia de aula quando os estudantes foram para a biblioteca ou consultaram a internet. Ainda na primeira aula, nos últimos 30 minutos, foi feita uma breve discussão com os demais colegas e o professor sobre os edifícios escolhidos e sobre o tipo de informação encontrada. Na semana seguinte, as duplas apresentaram suas pesquisas e análises em cerca de 15 minutos cada uma, sendo que cerca de 90 minutos posteriores foram dedicados para discutir sobre técnicas construtivas, comparar diferentes momentos históricos, confrontar com formas, usos, valores culturais, tecnologias disponíveis etc. Os minutos restantes desse dia foram dedicados para apresentar detalhadamente o tema do exercício de projeto que realizariam individualmente nas semanas seguintes, a segunda etapa.

A segunda etapa consistiu na elaboração de um projeto de edifício em que localização e tipo de uso continham certa liberdade de escolha. O terreno poderia ser em qualquer local de Belo Horizonte fora das zonas centrais (as com potenciais construtivos muito elevados que induziriam áreas construídas maiores) ou de áreas de proteção e preservação. O terreno poderia ser um lote vago ou contendo edificações, que poderiam ser aproveitadas ou não. O tipo de uso deveria ser com certo grau de indeterminação. Poderia haver a definição de um uso inicial, mas o edifício deveria possuir elevado potencial para abrigar outros usos com qualidade e sem a necessidade de intervenções complexas. Assim, a solução deveria considerar que o

edifício sempre teria conforto ambiental, acessibilidade e qualidade de uso das instalações prediais (energia elétrica, hidrossanitária, dados, gases, climatização etc.).

Ao todo, os estudantes tiveram seis semanas para o desenvolvimento do projeto. A dinâmica das aulas foi semelhante à dos exercícios anteriores, em que deveriam ser expostos brevemente por meio de imagens em projetor de vídeo o desenvolvimento do projeto para o professor e o restante da turma, que poderiam realizar críticas e sugestões<sup>90</sup>. Como o número de matriculados ficou reduzido, houve mais tempo para discussão dos projetos apresentados, que passou a ser de cerca de 20 a 30 minutos. Além disso, o tempo após as apresentações era utilizado para aulas expositivas do professor, como sobre processos construtivos, tipos e pré-dimensionamentos de estruturas, instalações prediais etc. Como em alguns dias nem todos os estudantes compareciam, mesmo após as discussões e aulas expositivas, restava cerca de uma hora que, por uma decisão preliminar, foi destinada para o desenvolvimento dos projetos.

Sobre os métodos e critérios de avaliação, foi feita uma distribuição de pontos em três partes. Para a primeira etapa, 10 pontos. Para a segunda etapa, 70 pontos, divididos em 30 para a solução do projeto (o produto) e 40 para as soluções e descrições dos processos construtivos, que foram avaliados e divulgados somente após a entrega final. Os 20 pontos restantes foram destinados ao desenvolvimento do exercício, referindo-se ao empenho, dedicação, assiduidade e participação nas discussões coletivas. Para isso, foi utilizado o mesmo recurso utilizado nos outros exercícios anteriores com coeficientes de 0,0 a 1,0 na planilha de avaliação após cada dia de aula, de acordo com o nível de desenvolvimento apresentado. Após todos os dias de aula, foi feita uma média aritmética simples dos coeficientes de cada dia e, em seguida, esse valor foi multiplicado por 20. Ressalta-se, contudo, que nesse exercício não foi utilizado o sistema de conceitos, assim como nenhuma nota ou indicador parcial sobre o desenvolvimento foi divulgado durante todo o período da disciplina, uma vez que não foi considerado necessário já que a duração total para desenvolvimento foi de apenas 6 semanas. De todo modo, os estudantes foram

---

<sup>90</sup> Embora essa fora a dinâmica estabelecida, os estudantes em algumas situações não organizaram suas apresentações e mostraram seus desenvolvimentos diretamente no *software* utilizado para desenho que, nesse caso, foram o *AutoCAD* e o *Sketchup*.

esclarecidos no primeiro dia sobre isso e a cada aula eram devidamente comunicados qualitativamente sobre o nível de desenvolvimento esperado para cada dia durante os momentos de críticas e sugestões. Para a apresentação final, assim como nas demais disciplinas, foi realizada uma banca com dois membros convidados.

### **5.3.6 Projeto e Raciocínio Construtivo II - AU-UFMG/N 2017/2**

A disciplina Projeto e Raciocínio Construtivo II, como descrito no Quadro 6 (página 179), ocorreu no curso Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Minas Gerais, turno noturno (AU-UFMG/N), entre 16/10/2017 e 04/12/2017, com um encontro semanal de 18h30min às 22h10min. Ao todo, foram 04 estudantes matriculados, sendo que todos finalizaram a disciplina desenvolvendo projetos individuais. O professor que conduziu a disciplina foi o autor.

Como comentado na descrição de Projeto e Raciocínio Construtivo I, após o estabelecimento dessas duas disciplinas (inicialmente imaginadas como uma única de um semestre de duração), a intenção inicial era que fossem iguais. Contudo, ao longo do exercício Projeto e Raciocínio Construtivo I, possibilidades de aprimoramentos foram levantadas, fazendo com que regras e diretrizes da segunda não fossem iguais às da primeira. Uma das impressões iniciais é que, diante do contexto do curso AU-UFMG/N, a disciplina ofertada pelo autor não correspondia ao grupo de disciplinas principais sob o ponto de vista dos estudantes, mas apenas uma dentro de um universo maior de possibilidades. Em contrapartida, tratava-se de disciplina que poderia despertar a atenção de um grupo específico de estudantes pelo tema em si. Caso a disciplina se tornasse excessivamente complexa ou trabalhosa e começasse a interferir o desenvolvimento de outras consideradas mais importantes, foi conjecturado que as chances de o estudante desistir seriam significativas.

De maneira semelhante aos outros exercícios, foi feita uma divisão em duas etapas. Na primeira, foi solicitada a realização de uma pesquisa sobre edifícios em diferentes momentos da história, buscando descrever como eles foram construídos e como isso provavelmente se relacionou com as decisões de projeto. Enquanto na disciplina anterior os estudantes tiveram bastante liberdade nessa escolha (o que demandou tempo para pesquisa e filtragem de informações), desta vez os momentos históricos e o tipo de edifício foram definidos por consenso geral na primeira aula o edifício de

pesquisa de cada um, direcionando melhor a pesquisa e a discussão pretendida. Também foi definido que a pesquisa seria individual e que todos os estudantes deveriam buscar pelo menos dois edifícios, o que ampliaria a discussão. Para essa atividade, os estudantes tiveram o prazo de uma semana. Nesse mesmo prazo, foi solicitado que o projeto, a etapa 02, tivesse início em termos de informações preliminares e escopo geral. A definição de elaborar as duas tarefas em uma semana se deu em função de análise da dinâmica da aula e das apresentações ocorridas em Projeto e Raciocínio Construtivo I, além de ampliarem o tempo de discussão do projeto, o momento em que os estudantes raciocinam e propõem soluções de fato. Após uma semana, as apresentações e discussões ocorreram de maneira mais adequada e proporcional ao tempo disponível.

A etapa 02 consistiu no exercício de projeto que, numa visão geral, foi semelhante ao de Projeto e Raciocínio Construtivo I. Os estudantes deveriam escolher um terreno com área aproximada de 400 m<sup>2</sup> em Belo Horizonte em zoneamentos com coeficientes de aproveitamento em torno de 1,0 a 1,5. Poderiam ser lotes vagos ou com edificações, que poderiam ser aproveitadas ou não. Quanto ao uso, poderia ser definido um uso inicial, mas deveria ser dada a ênfase para a capacidade para abrigar usos distintos. Todo esse contexto deveria ser justificado por meio de argumentos coerentes de acordo com o contexto social, cultural, econômico, topográfico, climático etc. Quanto ao custo, não foi imposta nenhuma restrição, o que não significa que esse parâmetro poderia ser ignorado, mas apenas tratado de maneira qualitativa e crítica. Assim, se alguma solução se apresentasse inadequada ou desproporcional nesse sentido, o estudante deveria buscar compreender quais aspectos da realidade e do contexto necessitariam ser alterados para que a ideia se tornasse coerente.

Outro ajuste feito nas regras e diretrizes da disciplina em relação à anterior foi o de estabelecer assuntos para as discussões em cada aula, ao invés de esperar que cada estudante levasse para a aula questões independentemente do assunto. Dessa maneira, a sequência de temas para discussão definida funcionou, de certo modo, como um método de projeto pois parte do princípio da sequência típica de construção. Assim como as construções iniciam com trabalhos no terreno, elementos infraestruturais e superestruturais, de modo que desse momento em diante elementos como envoltórias, instalações prediais e acabamentos surjam em seguida, foi determinada essa sequência para debate (QUADRO 7). Isso foi feito principalmente

como uma tentativa de aproveitar melhor o tempo e induzir os estudantes a projetarem todas as partes do edifício, evitando que o produto final não fosse apresentado sem partes fundamentais da edificação (por exemplo, sem definições de cobertura ou compartimentação interna), como ocorrido no exercício anterior.

Quadro 7 – Grupos temáticos para discussão nas aulas de Projeto e Raciocínio Construtivo II

<b>Aulas</b>	<b>Grupo temático de discussão</b>
01 e 02	Determinação do local Escopo geral e fases de construção Tipo de uso inicial Número de pavimentos Número de unidades inicial e previsto Parâmetros urbanísticos (afastamentos, áreas permeáveis etc.) Sistema estrutural Estacionamento Áreas externas e acessos Circulações verticais e horizontais Diretrizes para vedações, aberturas e cobertura Influências dos materiais, componentes e processos construtivos nas decisões
03 e 04	Infraestrutura predial Coberturas e áreas molhadas Drenagem Ajustes no sistema estrutural Influências dos materiais, componentes e processos construtivos nas decisões
05 e 06	Fechamentos Paredes, janelas, portas e outras vedações Influências dos materiais, componentes e processos construtivos nas decisões
07	Representação das fases de construção Possibilidades de expansão – estudos, croquis, esboços Influências dos materiais, componentes e processos construtivos nas decisões

A dinâmica das aulas foi semelhante à dos exercícios anteriores. Os estudantes deveriam apresentar o desenvolvimento de seus projetos brevemente (cerca de cinco a sete minutos) em projetor de vídeo com o máximo de imagens e tópicos objetivos. Porém, para esse exercício foi exigido que para todas as decisões de projeto eles deveriam apresentar os meios necessários para construí-las, seja por ilustrações, croquis, fotos de situações análogas ou textos resumidos. Se nos exercícios anteriores tal questão perpassava apenas nas discussões, neste passou a ser algo

explicitamente cobrado como parte intrínseca do exercício e com implicações diretas inclusive na avaliação. Além disso, devido ao baixo número de estudantes, foi possível a realização de apresentações expositivas sobre os temas tratados na aula e, eventualmente, adiantamentos de temas das aulas seguintes, geralmente nos últimos 40 ou 50 minutos de aula. Assim, foram feitas exposições de processos construtivos de instalações hidrossanitárias, elétricas, de ar-condicionado, detalhamentos construtivos, estruturas de concreto, metálicas, alvenaria estrutural, dentre outros, sempre buscando esclarecer as influências das decisões de projeto sobre o processo construtivo, potencialidades de uso, manutenção, vida-útil etc. Paralelamente, buscava-se também demonstrar a influência inversa, isto é, de como os projetos poderiam ser feitos levando-se em consideração esses aspectos e quais seriam as possíveis implicações disso.

Outro detalhe importante incorporado nesse exercício foi a exigência de representação de momentos decisivos do processo construtivo, como abordado por Sennet (2009, p. 112) sobre a Enciclopédia de Diderot e D’Amblert. Nesse sentido, foi solicitado que todos os modelos tridimensionais elaborados no *Sketchup* obrigatoriamente utilizassem o recurso de camadas para categorias de elementos construtivos, que poderiam ser ativadas ou não, criando a ideia de sequência e etapas principais. Para o esclarecimento sobre elementos provisórios (andaimes, guias, escoras etc.), foi sugerida a utilização de fotos ou da incorporação de modelos disponíveis na biblioteca online do *software* no projeto<sup>91</sup>. Também poderiam ser acrescentadas às apresentações fotos do uso das técnicas e tecnologias envolvidas. Além disso, era estimulada nas discussões a busca por variações nos processos construtivos conhecidos ou a busca por soluções menos conhecidas, porém isso não ficou claramente demonstrado em praticamente nenhuma solução entre todos os projetos.

Sobre os métodos e critérios de avaliação, foi realizado exatamente o mesmo procedimento da disciplina anterior. Para a primeira etapa, 10 pontos; para a segunda etapa, 70 pontos, divididos em 30 para a solução do projeto (o produto) e 40 para as soluções e descrições dos processos construtivos, que foram avaliados e divulgados somente após a entrega final; e, por fim, os 20 pontos restantes ao desenvolvimento

---

<sup>91</sup> O *3D Warehouse* é a biblioteca de objetos desenvolvidos no *Sketchup* e compartilhados na internet (Trimble Inc, 2018). Disponível em < <https://bit.ly/2x64DiY> >, acesso em 20 dez. 2017.

do exercício, referindo-se ao empenho, dedicação, assiduidade e participação nas discussões coletivas.

#### 5.4 Padrões de anotação e registro

Em todas as seis disciplinas, os registros foram realizados segundo um mesmo princípio: anotações durante as aulas; diálogos antes e depois das aulas; anotações gerais após as aulas. Nenhuma gravação de áudio ou vídeo foi realizada pois isso poderia interferir diretamente na dinâmica das aulas e na naturalidade das ações de todos os envolvidos, exceto para as maquetes e cadernos técnicos finais, sempre com a devida autorização do professor e dos estudantes.

Para as anotações foi escolhido o aplicativo Documentos Google<sup>92</sup> devido a sua praticidade e versatilidade para o arquivo ser editado em diversos dispositivos eletrônicos. Na sala de aula, foi usado o *smartphone*, sendo que alguns registros complementares foram feitos posteriormente às aulas no computador. Isso permitiu que buscas pelo conteúdo das anotações pudessem ser realizados de maneira prática e rápida. Para anotações em forma de desenho, foi utilizado um bloco de papel e caneta, cujos desenhos eram imediatamente inseridos no arquivo de anotações por meio de fotos. Para organizar as anotações em termos do que foi mencionado pelos estudantes, professor ou pelo próprio autor (nesta última, muitas vezes apenas opiniões e anotações sem serem mencionadas), foi criado um padrão (QUADRO 8).

Quadro 8 – Modelo de padrão de registro de anotações em sala de aula.

**Data: DD/MM/AAAA**

**Nome do estudante. Horário de início e de fim da apresentação.**

- Anotações de questões mencionadas pelo estudante em texto normal.
- **Anotações de observações do professor para serem discutidas em negrito.**
- *Anotações de observações do autor em itálico.*

*Anotações gerais descritivas, como fatos e momentos importantes durante a aula, geralmente realizadas após a aula, também em itálico.*

<sup>92</sup> Disponível em <https://www.google.com/intl/pt-BR/docs/about/>. Acesso em 22 ago. 2018.

No caso das duas primeiras disciplinas, as que o autor foi observador, como o tempo para diálogos antes e depois das aulas eram curtos, foi elaborado um questionário *online* após o término das disciplinas para que os estudantes pudessem informar sobre ferramentas, referências utilizadas, tempo médio dedicado semanalmente, dentre outras (APÊNDICES A e B). Já nas demais disciplinas, nos tempos inicial e final das aulas (geralmente 15 minutos iniciais de tolerância e 5 minutos finais, muitas vezes também utilizados para montagem e desmontagem do equipamento projetor de vídeo) foram realizados mais diálogos com os estudantes, não sendo necessária a aplicação de questionários. Durante esses instantes, geralmente o autor realizava perguntas como sobre o curso de um modo geral, disciplinas mais difíceis ou trabalhosas, locais de desenvolvimento dos exercícios (em casa, em laboratórios etc.), principais tipos de ferramentas e *softwares* utilizados, tempo médio de dedicação semanal, dentre outros temas, em uma tentativa de extrair o máximo de informações extraclasse.

Ainda no caso das disciplinas que o autor foi o professor, foram também realizadas anotações em planilha de avaliação com critérios no aplicativo Planilhas Google<sup>93</sup>, que poderia ser editada a qualquer momento no computador, *smartphone* ou *tablet*, assim como os registros gerais, que auxiliavam nas anotações gerais após as aulas.

## **5.5 Compilação e tratamento de dados dos registros de sala de aula**

Os registros em sala de aula foram, em grande parte, sintetizados em uma planilha eletrônica. Para cada aula e para cada estudante, foi registrado um indicador de Nível de Desenvolvimento Geral (NDG), Tipo de Raciocínio Construtivo (TRC) e Nível de Tempo entre Apresentações (NTA), todos eles de 1, nível muito baixo, até 5, nível muito elevado, sendo 3 o nível médio.

O NDG=1 foi registrado quando o desenvolvimento apresentado pelo estudante considerado foi muito baixo, isto é, com poucas ou nenhuma ideia apresentada ou representada e evidências de baixa dedicação e proatividade. O NDG=2 foi registrado quando pouco conteúdo foi apresentado. O NDG=3 foi registrado quando as ideias e representações apenas atendiam ao mínimo necessário estipulado na programação

---

<sup>93</sup> Disponível em <https://www.google.com/intl/pt-BR/sheets/about/>. Acesso em 22 ago. 2018.



do exercício ou nas orientações do professor em aulas anteriores. O NDG=4 foi registrado quando o estudante apresentou ideias, informações e conteúdos um pouco acima do mínimo necessário, incluindo alguma pesquisa adicional relevante. O NDG=5 foi registrado para os casos de apresentação de muitas ideias e conteúdo, pesquisas adicionais relevantes, além de evidências notórias de elevada dedicação e proatividade. Por fim, para os casos de estudantes ausentes ou que decidiram não apresentar seus desenvolvimentos, era lançado o valor 0 (zero).

É importante esclarecer que a ideia de mínimo necessário corresponde ao mínimo esperado na evolução de um projeto arquitetônico, o que inclui quantidade de material gráfico e informativo sobre o projeto em determinado momento. Não é uma regra e não possui um roteiro, sendo uma avaliação qualitativa ao longo das aulas de acordo com as diretrizes do exercício, orientações do professor, nível médio de desenvolvimento coletivo (tanto na turma em questão quanto em relação a turmas anteriores em exercícios semelhantes) e adequação de tempo e prazo. Por exemplo, pode-se estabelecer que em uma primeira apresentação o estudante deva apresentar estudos de legislação, organização espacial e tecnologia construtiva geral. A quantidade de informações apresentadas sobre esse conteúdo e experimentações nesse sentido serão julgados como suficientes ou não. Trata-se de um julgamento subjetivo baseado em experiências anteriores, naquilo que o julgador (no caso, o autor desta pesquisa) considera como adequado e proporcional ao nível de conhecimento médio de estudantes em situações análogas, prazo e tempo disponível para a pesquisa e a construção das ideias e representações. Esse julgamento carrega consigo o nível de rigor do avaliador, que pode variar de pessoa para pessoa (por exemplo, o que é considerado NDG=5 pode ser considerado NDG=3 para outro julgador). De todo modo, como todos os julgamentos foram feitos exclusivamente pelo autor desta pesquisa, isso se reflete no nível de todos os estudantes avaliados de maneira proporcional, fazendo com que a avaliação tenha sua coerência e significância mantidas. O mais importante é que o NDG é um indicador do nível de empenho e dedicação do estudante. Por partir de informações expressas pelo estudante, depende que elas sejam manifestadas de alguma maneira, seja pelo discurso, textos, desenhos, modelos ou gestos e que isso tenha sido captado pelo autor. Contudo, parte-se do pressuposto de que essa comunicação sempre ocorrerá de alguma maneira por parte do estudante, uma vez que o objetivo das orientações

de projeto consiste basicamente na exposição do estudante de uma espécie de histórico resumido do desenvolvimento de seu projeto para que o professor – e os colegas, como é o caso – realizem suas ponderações, observações e críticas. Parte-se do pressuposto também de que o próprio estudante tem a consciência de que esse é um dos objetivos da aula, sendo que parece não fazer sentido ele não seguir esse procedimento, como ocultar informações, pesquisas, desenhos etc.

O indicador do Tipo de Raciocínio Construtivo (TRC) foi registrado de maneira semelhante ao NDG, isto é, de 1 a 5 para cada estudante e aula. O princípio utilizado para a caracterização do TRC é a apresentada anteriormente nesta tese (rever item 3.3.1, página 63). Em síntese, o TRC=1 (volumes e esquemas) foi registrado quando o material gráfico e informativo apresentado pelo estudante consistiu basicamente de volumes, ideias, formas e estudos genéricos, princípios dimensionais, esquemas, fluxogramas, gráficos etc. O TRC=2 (materialidade genérica) foi registrado para projetos apresentados com informações um pouco mais desenvolvidas em termos de construtividade, como na caracterização geral de elementos importantes e relevantes, como paredes, pilares, portas, janelas etc. O TRC=3 (materialidade específica) foi destinado a projetos apresentados contendo informações sobre elementos e componentes construtivos com caracterização e descrição específica ou pormenorizada. O TRC=4 (processos construtivos em nível analítico) foi registrado para os casos em que os processos construtivos foram descritos ou representados, como por meio de sequências, etapas, técnicas, tecnologias, ferramentas, mão-de-obra, logística etc. Por último, o TRC=5 (processos construtivos em nível tácito) foi destinado para os casos em que o estudante apresentava informações sobre os processos construtivos com evidências de tratar de conhecimento adquirido por experiência vivida na técnica ou tecnologia em questão, às vezes manifestado por descrições de nível de dificuldade, trabalhabilidade, segurança, perigo, condições físicas e psicológicas da execução da técnica etc. Da mesma maneira que para o NDG, foi realizado o registro 0 (zero) para os casos de estudantes ausentes ou que não apresentaram o desenvolvimento de seus projetos.

Vale ressaltar que, para o registro do TRC, buscou-se considerar apenas o que foi apresentado como novidade em relação às apresentações anteriores. Por exemplo, um estudante considerado na aula anterior como TRC=3 e que apresentou apenas estudos de organização espacial e possibilidades de variação de volumetrias, teve

registrado TRC=1, ou seja, seu desenvolvimento em relação à aula anterior envolveu raciocínio construtivo apenas acerca de princípios volumétricos gerais. Outro aspecto considerado é que o tipo de abordagem nem sempre é único, ou seja, um estudante pode apresentar numa mesma aula estudos de volumetria (TRC=1) e detalhes dos componentes (TRC=3). Quando isso ocorreu, foi registrado o TRC de maior profundidade de abordagem (nesse caso, o TRC=3), mesmo que não tenha sido predominante.

Outro aspecto sobre os TRC é que, embora eles estejam vinculados a uma escala numérica de 1 a 5, eles são essencialmente qualitativos em relação ao tipo de abordagem e aprofundamento sobre questões construtivas e não significa maior nível de complexidade de raciocínio (por isso, foi chamado de Tipo de Raciocínio Construtivo – TRC, e não Nível de Raciocínio Construtivo – NRC). Por exemplo, um estudo de volumetria pode envolver raciocínios mais complexos do que uma descrição detalhada de sequências construtivas. Eles poderiam ser descritos, por exemplo, com letras, como TRC=V (Raciocínio Construtivo de Volumetria) e TRC=MG (Raciocínio Construtivo da Materialidade Geral), ao invés de números de 1 a 5. A decisão de utilização de indicadores numéricos se deu em função da logística operacional para organizar os dados em planilha eletrônica<sup>94</sup>.

O terceiro indicador, o Nível de Tempo entre Apresentações (NTA), foi criado para caracterizar teoricamente o tempo que o estudante teve para o desenvolvimento de ideias, representações, estudos e pesquisas e é determinado pela diferença de dias entre duas apresentações de desenvolvimento do projeto (no caso da primeira apresentação, a diferença em relação à data de lançamento do exercício). Como os outros indicadores, também é registrado por uma escala de 1 a 5. Para transformar quantidade de dias em indicadores, tomou-se como referência o intervalo mínimo típico entre aulas de projeto, geralmente de 3 ou 4 dias, o indicador 1. Assim, o NTA=1 corresponde a “meia semana”. O NTA=2 foi determinado como um intervalo de 7 dias, ou “uma semana. Seguindo esse raciocínio, foi determinado o NTA=3 até 11 dias ou “uma semana e meia”, NTA=4 para 14 dias ou “duas semanas” e NTA=5 para mais de 14 dias ou “mais de duas semanas”. Como os intervalos típicos entre aulas de projeto

---

<sup>94</sup> Por exemplo, para o agrupamento de indicadores maiores ou menores que determinado valor.

são de meia semana e às vezes de uma semana, os NTA=1 ou 2 correspondem a intervalos considerados normais e os NTA=3, 4 ou 5 como elevados e anormais.

As Tabelas 3, 4 e 5 apresentam os indicadores registrados respectivamente sobre o NDG, TRC e NTA. Os dias sem registro (representados na tabela com um travessão) significam que não haviam apresentações previstas, seja por ser o dia de lançamento do exercício, seja pelo fato de o exercício ter finalizado. Nota-se que as apresentações começaram no segundo ou no terceiro dia de aula de cada disciplina. Em todos os casos, o último dia refere-se ao da apresentação final.

Tabela 3 – Nível de Desenvolvimento Geral – NDG dos projetos avaliados

Disciplina	Projeto	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7	Aula 8	Aula 9	Aula 10	Aula 11	Aula 12	Aula 13
Projeto Casa Econômica	1	–	0	4	0	4	0	4	3	0	4	4	4
	2	–	4	3	0	4	0	4	0	0	4	0	4
	3	–	5	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0
	4	–	0	3	3	0	0	4	0	4	4	0	4
	5	–	0	3	0	4	0	3	0	4	0	0	4
	6	–	4	4	3	0	3	4	0	0	4	3	4
	7	–	0	3	0	3	0	4	0	3	0	4	4
	8	–	5	4	5	0	5	4	5	5	4	0	4
	9	–	4	4	0	3	0	4	0	0	0	0	4
	10	–	3	0	3	0	2	3	2	3	0	0	3
	11	–	5	0	4	4	0	4	0	5	5	0	4
Projeto Edifício de Apartamentos	12	–	3	4	0	4	0	4	–	–	–	–	–
	13	–	3	3	4	0	3	4	–	–	–	–	–
	14	–	3	4	4	3	3	4	–	–	–	–	–
	15	–	3	0	4	0	0	4	–	–	–	–	–
	16	–	3	4	4	4	3	4	–	–	–	–	–
	17	–	3	3	3	3	3	4	–	–	–	–	–
Projeto de Edifício Residencial e/ou Comercial	18	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4	0	4
	19	4	0	4	0	0	2	2	4	0	0	0	4
	20	3	2	4	0	0	4	4	0	0	0	0	4
	21	0	3	4	0	0	0	4	4	5	4	0	4
	22	0	3	0	0	5	3	4	4	0	4	0	4
	23	0	4	0	4	4	4	4	3	0	4	4	4
	24	3	3	3	3	3	0	3	3	0	4	4	4
	25	0	0	3	3	0	0	2	3	0	0	0	4
	26	0	0	2	0	0	0	3	0	3	0	4	4
	27	4	4	4	0	4	0	4	4	5	4	4	4
	28	0	4	0	3	4	0	4	3	0	0	4	4
Projeto Modelagem de Mobiliário	29	3	3	2	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	30	3	3	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	31	3	3	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	32	3	4	4	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	33	3	4	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	34	4	4	4	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	35	3	4	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	36	3	4	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Projeto e Raciocínio Construtivo I	37	–	1	0	0	4	3	3	4	–	–	–	–
	38	–	0	2	3	0	3	0	4	–	–	–	–
	39	–	0	1	3	0	2	0	4	–	–	–	–
Projeto e Raciocínio Construtivo II	40	–	3	4	3	4	4	4	–	–	–	–	–
	41	–	0	0	4	0	5	4	–	–	–	–	–
	42	–	1	2	3	0	4	4	–	–	–	–	–
	43	–	4	4	5	0	4	4	–	–	–	–	–

Tabela 4 – Tipo de Raciocínio Construtivo – TRC dos projetos avaliados

Disciplina	Projeto	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7	Aula 8	Aula 9	Aula 10	Aula 11	Aula 12	Aula 13
Projeto Casa Econômica	1	–	0	2	0	2	0	3	3	0	3	3	4
	2	–	2	3	0	3	0	3	0	0	3	0	3
	3	–	3	1	0	3	0	3	0	0	4	0	0
	4	–	0	1	1	0	0	4	0	3	3	0	3
	5	–	0	2	0	3	0	3	0	3	0	0	3
	6	–	1	2	4	0	3	3	0	0	3	3	3
	7	–	0	1	0	2	0	4	0	3	0	3	3
	8	–	1	3	3	0	3	3	4	3	3	0	3
	9	–	1	4	0	2	0	4	0	0	0	0	4
	10	–	1	0	2	0	2	2	2	2	0	0	2
	11	–	1	0	2	2	0	3	0	4	4	0	4
Projeto Edifício de Apartamentos	12	–	1	1	0	2	0	3	–	–	–	–	–
	13	–	1	1	2	0	2	3	–	–	–	–	–
	14	–	1	2	2	2	3	3	–	–	–	–	–
	15	–	1	0	2	0	0	3	–	–	–	–	–
	16	–	1	2	2	3	2	2	–	–	–	–	–
	17	–	1	1	1	2	2	3	–	–	–	–	–
Projeto de Edifício Residencial e/ou Comercial	18	1	2	0	2	2	0	2	3	2	3	0	3
	19	2	0	2	0	0	2	2	3	0	0	0	3
	20	1	1	3	0	0	4	3	0	0	0	0	4
	21	0	1	2	0	0	0	3	3	4	4	0	4
	22	0	2	0	0	3	2	2	3	0	3	0	4
	23	0	2	0	3	3	2	3	3	0	3	3	3
	24	1	2	1	2	2	0	2	3	0	3	3	3
	25	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	4
	26	0	0	1	0	0	0	2	0	3	0	3	3
	27	1	1	2	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	28	0	2	0	2	3	0	2	3	0	0	4	4
Projeto Modelagem de Mobiliário	29	3	3	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	30	3	4	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	31	3	3	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	32	3	4	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–
	33	3	3	4	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	34	3	4	4	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	35	3	5	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	36	3	4	4	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Projeto e Raciocínio Construtivo I	37	–	1	0	0	2	2	2	4	–	–	–	–
	38	–	0	1	2	0	2	0	4	–	–	–	–
	39	–	0	1	1	0	3	0	4	–	–	–	–
Projeto e Raciocínio Construtivo II	40	–	1	2	2	3	3	3	–	–	–	–	–
	41	–	0	0	4	0	3	4	–	–	–	–	–
	42	–	1	1	4	0	4	4	–	–	–	–	–
	43	–	1	3	4	0	3	4	–	–	–	–	–

Tabela 5 – Nível de Tempo entre Apresentações – NTA dos projetos avaliados

Disciplina	Projeto	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7	Aula 8	Aula 9	Aula 10	Aula 11	Aula 12	Aula 13
Projeto Casa Econômica	1	–	0	2	0	2	0	2	2	0	4	1	1
	2	–	1	1	0	2	0	2	0	0	5	0	2
	3	–	1	1	0	2	0	2	0	0	5	0	0
	4	–	0	2	1	0	0	3	0	4	2	0	2
	5	–	0	2	0	2	0	2	0	4	0	0	4
	6	–	1	1	1	0	2	1	0	0	5	1	1
	7	–	0	2	0	2	0	2	0	4	0	3	1
	8	–	1	1	1	0	2	1	2	2	2	0	2
	9	–	1	1	0	2	0	2	0	0	0	0	5
	10	–	1	0	2	0	2	1	2	2	0	0	4
	11	–	1	0	2	1	0	2	0	4	2	0	2
Projeto Edifício de Apartamentos	12	–	1	1	0	2	0	2	–	–	–	–	–
	13	–	1	1	1	0	2	1	–	–	–	–	–
	14	–	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	–
	15	–	1	0	2	0	0	3	–	–	–	–	–
	16	–	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	–
	17	–	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	–
Projeto de Edifício Residencial e/ou Comercial	18	2	2	0	5	2	0	5	4	2	2	0	4
	19	2	0	5	0	0	5	2	4	0	0	0	5
	20	2	2	2	0	0	5	2	0	0	0	0	5
	21	0	4	2	0	0	0	5	4	2	2	0	4
	22	0	4	0	0	5	4	2	4	0	4	0	4
	23	0	4	0	5	2	4	2	4	0	4	2	2
	24	2	2	2	3	2	0	5	4	0	4	2	2
	25	0	0	5	3	0	0	5	4	0	0	0	5
	26	0	0	5	0	0	0	5	0	5	0	4	2
	27	2	2	2	0	4	0	5	4	2	2	2	2
	28	0	4	0	5	2	0	5	4	0	0	5	2
Projeto Modelagem de Mobiliário	29	2	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	30	2	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	31	2	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	32	2	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	33	2	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	34	2	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	35	2	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	36	2	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Projeto e Raciocínio Construtivo I	37	–	2	0	0	5	2	2	2	–	–	–	–
	38	–	0	5	2	0	4	0	4	–	–	–	–
	39	–	0	5	2	0	4	0	4	–	–	–	–
Projeto e Raciocínio Construtivo II	40	–	2	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–
	41	–	0	0	5	0	4	2	–	–	–	–	–
	42	–	2	2	2	0	4	2	–	–	–	–	–
	43	–	2	2	2	0	4	2	–	–	–	–	–

## 5.6 Aplicação da Técnica de Avaliação Consensual (CAT)

Uma vez finalizados os projetos em todos os exercícios, os registros realizados em sala de aula continham informações como acerca das ideias para solucionar o problema dado, o nível de dedicação apresentado em cada aula e nível de informações construtivas tratadas em cada aula. No entanto, o fator criatividade, além de não ter sido um critério de avaliação em nenhum exercício, somente estaria sendo avaliado pelo autor (possivelmente também pelo professor das disciplinas observadas e pelos membros da banca, mas de maneira completamente independente da presente pesquisa ou não registrada). Baseando-se principalmente nos conceitos e pressupostos sobre criatividade tratados no item 3.2 (página 50) e nos métodos de medi-la (item 5.1, página 171), foi decidido realizar a Técnica de Avaliação Consensual – CAT sobre os projetos desenvolvidos pelos estudantes.

A avaliação de um projeto, por mais que existam critérios preestabelecidos, sempre será um julgamento subjetivo. Como tratado por Luckesi (2014, p. 72), a única maneira de saber o que o outro aprendeu – ou o que sabe – é pela sua ação que revele isso. Portanto, o ato de avaliar o aprendizado depende do “o quê” e de “como” a pessoa – o estudante – manifesta isso. Dessa maneira, enquanto as informações coletadas em sala de aula auxiliam na compreensão principalmente do “como” os projetos foram desenvolvidos em termos de raciocínio construtivo, as da CAT auxiliam na compreensão do “o que” foi desenvolvido em termos de criatividade.

Para a realização da CAT, a versão final das apresentações dos projetos utilizada na apresentação final para as respectivas bancas em cerca de cinco minutos (todas no formato PDF) foi organizada, retirando-se os nomes dos estudantes e dos professores. Ao todo, foram avaliados na CAT 43 projetos.

Para organizar o processo e padroniza-lo ao máximo, foi elaborado um breve roteiro, que foi entregue e lido aos avaliadores no início de cada avaliação (APÊNDICE C). O conjunto impresso também conteve os campos para o avaliador preencher suas notas, que fundamentalmente consistiam na resposta à seguinte pergunta: “numa escala de 0 a 10, qual o nível de criatividade que você considera sobre as soluções apresentadas neste projeto?”. Para orientar as notas, foi fornecida a seguinte referência qualitativa:

- Nota 01 ou 02: criatividade muito baixa nas soluções de projeto.



- Nota 03 ou 04: criatividade baixa nas soluções de projeto.
- Nota 05 ou 06: criatividade mediana nas soluções de projeto.
- Nota 07 ou 08: criatividade alta nas soluções de projeto.
- Nota 09 ou 10: criatividade muito alta nas soluções de projeto.

O roteiro entregue aos avaliadores continha definições gerais sobre projeto, os problemas de projeto e criatividade para projetar. Sobre esse último, o objetivo era deixar claro para o avaliador que não havia referências além das suas próprias sobre o nível de criatividade. Também buscava esclarecer que a criatividade deveria ser avaliada no sentido mais amplo possível, podendo se referir a questões plásticas, organizacionais, técnicas, construtivas etc. e que isso não precisava ser esclarecido, conforme tratado por Amabile (1982).

Foi definido que cada projeto seria apresentado em cerca de dois minutos e meio, passando-se por todos os *slides* e buscando transmitir o máximo de informações importantes e caracterizadoras do projeto, tanto as representadas quanto as expressas pelos próprios estudantes nas bancas. Desse modo, foi estimado que o processo de avaliação de todos os projetos duraria cerca de 1h40min a 2h, fazendo com que o processo não fosse realizado com avaliadores individuais, mas com grupos de avaliadores. A partir dos requisitos dos avaliadores necessários à aplicação da CAT (rever item 5.1, página 171), foi definido que seriam somente arquitetos.

Devido provavelmente à estimativa de tempo da pesquisa e por ser presencial, o número de voluntários em cada chamada de participação foi baixa, assim como constatado por Fleith e Alencar (1992). Inicialmente, foram realizadas chamadas por e-mail aos arquitetos estudantes de pós-graduação da UFMG e professores do IFMG e UFMG. Essas chamadas resultaram em duas sessões de avaliação, uma com dois avaliadores e outra com um. Desse modo, as chamadas passaram a ser feitas para grupos mais específicos, incluindo escritórios de arquitetura, que resultaram em outro grupo com 04 avaliadores. Em cada chamada, alguns arquitetos manifestaram que poderiam participar em dias e horários específicos, resultando em outros quatro processos de avaliação, mas desta vez completamente individuais. Ao todo, foram realizadas 06 sessões de avaliação (uma com 04, uma com 02 e quatro individuais), resultando em 10 avaliadores, todos eles arquitetos com tempo de formação e atuação de aproximadamente 10 anos. Ressalta-se que essa dificuldade fez com que

o processo não ficasse completamente segundo as orientações de Amabile (1982) no sentido de que trabalhos deveriam ser expostos aos avaliadores em ordem aleatória. Contudo, a cada grupo de avaliadores, os projetos foram apresentados em sequências diferentes.

Após a aplicação, as respostas foram transcritas em planilha eletrônica e, em seguida, foram realizados os cálculos do Alfa de Cronbach para verificação do grau de confiabilidade (conforme equações descritas na página 172), apresentados na Tabela 6. Cada um dos avaliadores foi identificado por letras, de “A” a “H”.

A partir desses dados, a soma das variâncias resultante é de 105,90 e a variância dos totais é de 1530,50. Logo, aplicando-se a Equação 1 (descrita na página 172), obtém-se o Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) de 0,95. Segundo a classificação apresentada por Freitas e Rodrigues (2005), esse valor indica que o instrumento de pesquisa é considerado satisfatório ( $\alpha > 0,70$ ) e com confiabilidade muito alta, permitindo o prosseguimento da pesquisa para a etapa de análise e a discussão.

Tabela 6 – Respostas dos avaliadores na CAT e cálculo do Alfa de Cronbach

Projeto	Avaliadores respondentes										Média	Total de escores de cada item	Variância
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
1	5	6	6	6	4	6	4	8	5	6	5,6	56	1,24
2	5	7	5	3	5	6	4	6	7	7	5,5	55	1,83
3	8	8	4	5	6	3	4	6	5	7	5,6	56	2,93
4	4	6	7	6	6	6	6	4	8	7	6,0	60	1,56
5	6	6	7	7	8	7	5	8	9	8	7,1	71	1,43
6	7	9	9	7	5	6	7	9	9	8	7,6	76	2,04
7	8	5	8	5	7	3	4	7	8	6	6,1	61	3,21
8	3	4	5	5	4	3	4	4	6	6	4,4	44	1,16
9	9	9	9	7	6	7	6	7	8	7	7,5	75	1,39
10	5	6	5	6	6	3	4	5	7	3	5,0	50	1,78
11	8	9	7	7	7	6	7	6	8	8	7,3	73	0,90
12	9	10	10	8	6	7	5	10	10	8	8,3	83	3,34
13	5	7	5	5	7	4	5	6	8	6	5,8	58	1,51
14	7	10	10	7	7	6	5	8	10	7	7,7	77	3,12
15	6	5	6	3	6	4	5	7	9	7	5,8	58	2,84
16	8	10	6	8	8	3	6	6	9	7	7,1	71	3,88
17	7	6	7	6	6	6	5	6	10	7	6,6	66	1,82
18	6	8	6	7	5	3	5	5	6	7	5,8	58	1,96
19	4	5	6	4	4	2	5	4	6	5	4,5	45	1,39
20	6	6	7	5	5	3	5	4	7	6	5,4	54	1,60
21	4	6	5	6	5	3	4	5	8	7	5,3	53	2,23
22	4	5	4	3	5	3	4	5	6	5	4,4	44	0,93
23	5	4	5	2	3	3	4	5	5	6	4,2	42	1,51
24	3	2	2	3	4	2	4	4	6	3	3,3	33	1,57
25	3	3	4	3	3	2	4	4	7	3	3,6	36	1,82
26	6	3	4	4	3	3	4	5	6	6	4,4	44	1,60
27	3	3	4	5	3	3	4	5	6	5	4,1	41	1,21
28	5	2	4	2	2	1	4	6	6	6	3,8	38	3,73
29	8	9	6	8	6	8	7	9	8	7	7,6	76	1,16
30	5	2	1	6	5	3	2	9	6	5	4,4	44	5,82
31	6	2	2	7	6	7	4	6	8	7	5,5	55	4,50
32	7	2	1	4	6	5	4	6	9	7	5,1	51	5,88
33	8	9	5	7	6	7	5	8	9	7	7,1	71	2,10
34	5	5	4	5	6	5	4	6	8	6	5,4	54	1,38
35	8	8	8	7	8	5	6	6	10	9	7,5	75	2,28
36	7	7	7	6	6	8	1	10	10	5	6,7	67	6,68
37	3	3	4	4	4	3	3	5	4	4	3,7	37	0,46
38	5	3	4	4	4	2	2	7	3	4	3,8	38	2,18
39	5	3	4	2	2	1	2	4	1	5	2,9	29	2,32
40	2	1	5	2	2	1	2	6	4	5	3,0	30	3,33
41	9	8	6	6	6	3	3	5	8	8	6,2	62	4,40
42	6	5	2	2	4	1	3	7	7	7	4,4	44	5,38
43	5	8	5	4	5	3	4	7	7	6	5,4	54	2,49
Total	248	245	231	219	222	176	185	266	307	266	236,5	2365	1530,50



## **6 ANÁLISE E DISCUSSÃO**

As informações coletadas e registradas nos ambientes de sala de aula são discutidas à luz dos conceitos e fundamentos apresentados até aqui. Primeiramente é dedicada atenção aos resultados da CAT e dos indicadores registrados em sala de aula. Em seguida, as atenções são direcionadas à busca por evidências e esclarecimentos de questões além da avaliação dos especialistas e dos indicadores, como aspectos qualitativos das práticas didáticas e do desenvolvimento dos projetos.



## 6.1 A CAT e os indicadores NDG, TRC e NTA

As análises dos dados da CAT e dos indicadores estão divididas em três aspectos gerais: 1) a influência de abordagens construtivas mais profundas na criatividade; 2) a influência do nível de dedicação; e 3) a influência do prazo.

### 6.1.1 Criatividade e raciocínio construtivo

Primeiramente, as notas médias de criatividade para cada um dos trabalhos e derivadas da aplicação da CAT foram separadas em dois grupos:

- Nota média dos avaliadores até 6: criatividade baixa ou média;
- Nota média dos avaliadores maior que 6: criatividade alta.

Essa divisão partiu do pressuposto de que a nota média até 6 significa que a maioria dos avaliadores indicou nota menor que 6 (criatividade muito baixa, baixa ou mediana segundo os critérios expostos na avaliação), por mais que algum tenha indicado nota maior que 6 (criatividade alta ou muito alta), influenciando diretamente na nota média. De maneira inversa, os projetos com nota média maior que 6 indicam que a maioria dos avaliadores indicou nota maior que 6. Ou seja, esse segundo grupo representa os projetos que se destacaram para os avaliadores quanto à criatividade. Nos casos em que a variância entre os avaliadores foi de aproximadamente 3 ou mais e que isso foi causado por até duas avaliações (por exemplo, o projeto 36 foi avaliado pela maioria entre 6 e 10, mas também teve uma avaliação 1), foi testada a supressão das notas discrepantes a fim de verificar se esse projeto seria enquadrado em outro grupo. Como em nenhum desses casos a supressão das discrepâncias alterou o grupo resultante (criatividade baixa ou média e criatividade alta), todas as avaliações foram mantidas. A proporção de avaliações segundo essa divisão segue na Tabela 7.

Tabela 7 – Proporção de projetos segundo o nível de criatividade conforme avaliadores especialistas

Disciplina	Criatividade baixa ou média	Criatividade alta
Projeto Casa Econômica	55%	45%
Projeto Edifício de Apartamentos	33%	67%
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	100%	0%
Projeto e Modelagem de Mobiliário	50%	50%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	100%	0%
Projeto e Raciocínio Construtivo II	75%	25%
Total	67%	33%

Esses dados indicam que um terço dos projetos se destacou positivamente nesse quesito conforme os avaliadores. Nota-se também que essa proporção foi variável entre as disciplinas, sendo aproximadamente metade em duas disciplinas (45% na disciplina 1, Projeto Casa Econômica, e exatamente 50% na 4, Projeto e Modelagem de Mobiliário) e de 25% na disciplina 6 (Projeto e Raciocínio Construtivo II). Chama a atenção, por um lado, as disciplinas 3 (Projeto de Edifício Residencial e/ou Comercial) e 5 (Projeto e Raciocínio Construtivo I), nas quais nenhum projeto desenvolvido foi considerado de criatividade elevada. Por outro lado, a disciplina 2 (Projeto Edifício de Apartamentos) teve 67% dos trabalhos considerados de alta criatividade. Os próximos dados buscam maiores esclarecimentos para isso.

A partir desses dois grupos, foi buscada uma correlação com o Tipo de Raciocínio Construtivo – TRC. Para isso, esses indicadores foram também agrupados em dois conjuntos:

- Projetos desenvolvidos predominantemente abordando apenas as formas;
- Projetos desenvolvidos predominantemente abordando processos construtivos.

O primeiro grupo se refere aos projetos que, dentre todas as apresentações de desenvolvimento, receberam mais indicadores TRC=1, 2 ou 3 do que 4 ou 5. De maneira inversa, o segundo grupo corresponde aos projetos que receberam indicadores TRC=4 ou 5 em quantidade igual ou maior do que 1, 2 ou 3. De maneira semelhante ao que foi realizado sobre a avaliação de criatividade, levantou-se também a proporção de projetos desenvolvidos predominantemente em cada um desses dois grupos, sintetizados na Tabela 8.

Tabela 8 – Proporção de projetos segundo predominância de TRC.

Disciplina	Apenas formas	Processos construtivos
Projeto Casa Econômica	91%	9%
Projeto Edifício de Apartamentos	100%	0%
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	100%	0%
Projeto e Modelagem de Mobiliário	25%	75%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	100%	0%
Projeto e Raciocínio Construtivo II	50%	50%
Total	79%	21%



Embora todas as disciplinas enfatizassem de alguma maneira o esclarecimento construtivo, no total apenas 21% dos projetos evoluíram com predominância de consideração aos processos construtivos. Em quatro disciplinas, essa proporção foi significativamente baixa (menos que 10% dos projetos) ou nula (nenhum projeto). Em contrapartida, a disciplina 4 (Projeto e Modelagem de Mobiliário) e a 6 (Projeto e Raciocínio Construtivo II) se destacaram nesse sentido, apresentando respectivamente 75% e 50% dos projetos sendo desenvolvidos predominantemente com abordagens aos processos construtivos.

A partir disso, esses quatro subgrupos (dois em termos de criatividade e dois em TRC) foram confrontados, conforme descrito na Tabela 9, que apresenta, em suma, as respostas às seguintes perguntas: *como foi avaliada a criatividade dos trabalhos desenvolvidos predominantemente apenas em termos de formas? E a dos desenvolvidos predominantemente sobre processos construtivos?*

Tabela 9 – Proporção de projetos segundo predominância de TRC dentre aqueles considerados de criatividade baixa ou média.

Disciplina	Apenas formas		Processos construtivos	
	Menos criativos	Mais criativos	Menos criativos	Mais criativos
Projeto Casa Econômica	60%	40%	0%	100%
Projeto Edifício de Apartamentos	33%	67%	–	–
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	100%	0%	–	–
Projeto e Modelagem de Mobiliário	50%	50%	50%	50%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	100%	0%	–	–
Projeto e Raciocínio Construtivo II	100%	0%	50%	50%
Total	74%	26%	44%	56%

Os dados mostram que nas disciplinas 2 (Projeto Edifício de Apartamentos), 3 (Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial) e 5 (Projeto e Raciocínio Construtivo I) nenhum projeto foi desenvolvido predominantemente sobre processos construtivos, impossibilitando a comparação da criatividade nesses casos. Nas demais, os dados apontam que a proporção de projetos considerados mais criativos se manteve ou aumentou quando os processos construtivos foram considerados de maneira predominante durante o desenvolvimento, sendo que, no total, o aumento foi de 26% para 56%. Isso sugere que abordagens construtivas podem realmente estar ligadas

ao incremento do potencial criativo, funcionando como catalizadores, como tratado no item 3.3.

Analisando-se ainda esses dados e os indicadores isolados apresentados anteriormente –, a disciplina 2 (Projeto Edifício de Apartamentos) chama a atenção. Nessa disciplina, nenhum projeto foi desenvolvido tratando sobre os processos construtivos, mas dois terços dos projetos foram considerados de criatividade elevada, a maior proporção entre todas as seis disciplinas. Isso evidencia que a criatividade, embora possa ser fomentada pelo raciocínio construtivo, pode ser alimentada por diversas outras fontes. Abordagens construtivas de maior profundidade não implicam necessariamente em maior ou menor criatividade, embora ela possa favorecer. Isso converge aos pressupostos sobre criatividade (expostos no item 3.2), no sentido de que a criatividade pode ser derivada do pensamento divergente sobre os mais diferentes assuntos, sendo que aspectos construtivos são apenas um deles. Além disso, como tratado no item 3.3, o raciocínio construtivo é um pensamento julgador crítico da forma e, dessa maneira, pode funcionar como um catalizador da criatividade, mas não necessariamente obrigatório. Por exemplo, o projeto pode partir do pressuposto de utilização de formas e tecnologias construtivas conhecidas e típicas e, ao serem submetidas ao raciocínio construtivo, consideradas adequadas, porém de maneira não criativa sob esses aspectos.

Ainda sobre essa relação entre criatividade, é fundamental lembrar que os dois grupos (mais criativos e menos criativos) são resultado da avaliação segundo aquilo que os arquitetos avaliadores viram, analisaram e julgaram segundo seus pontos de vista. Eles analisaram apenas os produtos finalizados que, embora também contivessem algumas descrições construtivas, podem ter sido consideradas apenas descrições técnicas, não sendo sensíveis à percepção e apreciação do objeto. Para compreender a correlação entre as soluções finais com as técnicas e tecnologias envolvidas, talvez fossem necessárias análises mais profundas e minuciosas dos projetos por eles. Porém, cada projeto foi apresentado aos avaliadores em cerca de dois minutos apenas. Isso evidencia a limitação logística da aplicação da CAT, como já observado por Fleith e Alencar (1992).

Apesar de não ser possível confirmar isso – visto que a CAT não pressupõe justificativa da avaliação –, a característica predominante dos trabalhos desenvolvidos

na disciplina 2 (Projeto Edifício de Apartamentos) pode reforçar essa hipótese, principalmente se comparados com os trabalhos desenvolvidos na disciplina 3 (Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial), um exercício significativamente semelhante, mas com produtos avaliados de maneira completamente diferente. Na disciplina 2, vários projetos apresentaram arranjos espaciais mais complexos, como em pavimentos variáveis dentro de um mesmo esquema estrutural (apartamentos de um, dois e três pavimentos e com diversos tamanhos no mesmo edifício), varandas que “vazam” para além do volume principal e de maneira não repetida e alguns ângulos não ortogonais. Ou seja, a solução espacial, tanto da volumetria externa quanto da organização interna mostram algum nível de complexidade. Já na disciplina 3, os edifícios foram projetados com apartamentos de pavimentos repetidos e predominância em formas ortogonais, embora os espaços também possuíssem certo nível de multiplicidade de usos. A diferença é que o arranjo de um era fundamentalmente tridimensional e o outro bidimensional. Isso sugere que a avaliação do nível de criatividade pode ter relação com o nível de raridade, mesmo que a solução adotada não seja de fato inédita. Por exemplo, o Edifício JK em Belo Horizonte, que também apresenta arranjos espaciais tridimensionais, provavelmente é conhecido pela maioria dos arquitetos que estudaram na região (acredita-se que todos os arquitetos avaliadores estudaram arquitetura em Belo Horizonte, além de residirem, estudarem ou trabalharem na cidade), mesmo que de um modo geral. Como esse tipo de solução não é muito comum, utilizá-la acaba sendo considerado algo mais criativo do que soluções mais comuns. Ao mesmo tempo, isso também converge à noção de *habitus* da profissão, com alguns valores considerados mais importantes do que outros. Soluções mais complexas ajudam a evidenciar as habilidades do arquiteto, no sentido de que o campo da arquitetura espera exatamente soluções incomuns, aquilo que outros profissionais, em princípio, não são capazes de vislumbrar, principalmente em termos de usos e percepção do espaço. O que se destaca nisso é que outros aspectos, também importantes na solução de problemas, tendem a ser subvalorizados.

Destaca-se também que as notas dos avaliadores também convergem à noção de criatividade, como tratado no item 3.2. Como eles julgaram segundo seus pontos de vista, é de se esperar que soluções atípicas sejam consideradas mais criativas, uma

vez que se aproximam mais da noção de raro, inesperado e inédito, possivelmente um dos maiores consensos sobre a noção de criatividade.

Outro aspecto que se destaca a partir desses dados diz respeito ao conhecimento construtivo prévio, o que converge à hipótese levantada e tratada no item 4.2.1. Por mais que as disciplinas enfatizassem a compreensão da materialidade dos projetos, apenas 21% dos projetos foram desenvolvidos predominantemente com evidências de tratamento de processos construtivos. Cabe aqui uma ressalva: as disciplinas 1 (Projeto Casa Econômica) e 3 (Projeto Edifício Residencial e Comercial) foram divididas em duas etapas, sendo que na primeira existia maior ênfase a soluções gerais do projeto e a segunda à detalhes construtivos mais pormenorizados, embora desde o início os aspectos construtivos fossem ressaltados em algum nível. A Tabela 10 apresenta a quantidade proporcional de apresentações de desenvolvimento de projeto de acordo com o TRC em cada uma das etapas.

Tabela 10 – Proporção de apresentações de desenvolvimento de projetos de acordo com o TRC e por etapas da disciplina.

Disciplina	Etapa 1		Etapa 2	
	Apenas formas	Processos construtivos	Apenas formas	Processos construtivos
Projeto Casa Econômica	94%	6%	75%	25%
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	97%	3%	83%	17%

Enquanto na primeira etapa dessas duas disciplinas as apresentações que tratavam de processos construtivos eram raras (3% e 6% do total de apresentações), na segunda etapa essa proporção aumenta para 25% e 17%, mas ainda distante de ser algo predominante. Na disciplina 3 (Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial), especificamente, essa proporção é devida a três projetos e, em especial, ao Projetos 21 e 28, que demonstraram abordagens construtivas em mais de uma aula. Independentemente disso, esses dados chamam a atenção para a abordagem significativamente baixa sobre processos construtivos, mesmo em etapa de detalhamento construtivo e em disciplinas que enfatizam isso. É conjecturado aqui que esse cenário pode ser explicado principalmente pela hipótese da falta de conhecimento construtivo, como tratado no item 4.2.1 somado ao fator tempo, tratado no item 4.2.4. O fator tempo poderia justificar a falta de representação gráfica, visto

que demonstrar processos construtivos tende a exigir a representação de fases ou momentos decisivos. Se não existissem limitações de repertório sobre construção, isso poderia ser apresentado por meio de tópicos, textos complementares, fotos ou até mesmo pelo discurso. Ao mesmo tempo, partindo desse pressuposto, a pesquisa complementar também exige tempo extraclasse, o que também já é limitado, seja pela quantidade de atividades extraclasse de outras disciplinas, seja pela dificuldade de gestão do tempo pelos estudantes – possivelmente os dois fatores combinados.

Mesmo assim, como visto, o aumento das abordagens construtivas mais profundas esteve ligado ao aumento da verificação de trabalhos mais criativos. Isso sugere que, caso as abordagens construtivas mais profundas fossem mais recorrentes que os 21% verificados, existiria a expectativa de ocorrência de mais trabalhos considerados de alta criatividade.

### **6.1.2 Dedicção ao projeto**

Como comentado, os indicadores de Nível de Desenvolvimento Geral – NDG correspondem, em síntese, ao nível de empenho e dedicação, o que, de certo modo, é uma inferência da quantidade de horas empregadas ao desenvolvimento do projeto. Com a finalidade de buscar correlações com a criatividade, os indicadores de NDG foram confrontados com os de criatividade oriundos da CAT.

Inicialmente os indicadores de NDG foram agrupados em dois conjuntos:

- Apresentações de desenvolvimento de projeto cujos conteúdos continham apenas o mínimo necessário ou menos;
- Apresentações de desenvolvimento de projeto cujos conteúdos evidenciavam dedicação extra.

O primeiro grupo se refere aos projetos que, dentre todas as apresentações de desenvolvimento, receberam mais indicadores de NDG=1, 2 ou 3 do que 4 ou 5, tratados aqui como predominantemente menos dedicados. De maneira inversa, o segundo grupo corresponde aos projetos que receberam indicadores de NDG=4 ou 5 em quantidade igual ou maior do que 1, 2 ou 3, tratados como predominantemente mais dedicados. De modo semelhante ao que foi realizado sobre a avaliação de

criatividade, levantou-se também a proporção de projetos desenvolvidos predominantemente em cada um desses dois grupos, sintetizados na Tabela 11.

Tabela 11 – Proporção de projetos segundo predominância de NDG.

Disciplina	Menos dedicados	Mais dedicados
Projeto Casa Econômica	9%	91%
Projeto Edifício de Apartamentos	33%	67%
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	27%	73%
Projeto e Modelagem de Mobiliário	38%	63%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	100%	0%
Projeto e Raciocínio Construtivo II	25%	75%
Total	30%	70%

Os dados apontam que, exceto no caso da disciplina 5 (Projeto e Raciocínio Construtivo I), a maior parte dos projetos nas demais disciplinas foi desenvolvida predominantemente com maior dedicação, isto é, com volume de informações e representações além daquilo que era considerado esperado para o dia (seja pela programação da disciplina, por expectativa média, dentre outros fatores já comentados), refletindo considerável dedicação extraclasse. A disciplina 4 (Projeto e Modelagem de Mobiliário) merece uma ressalva, visto que seu cronograma estabelecia uma espécie de roteiro, cujas primeiras etapas eram bem específicas, não cabendo aos estudantes apresentar mais do que o mínimo necessário, principalmente nas etapas iniciais. Já na disciplina 5, todos os projetos foram desenvolvidos notavelmente com dedicação menor do que em todas as demais disciplinas. Embora os fatores para isso não sejam totalmente conclusivos, as informações obtidas pelos estudantes durante o desenvolvimento dessa disciplina sugerem que o motivo principal se relaciona à categoria da disciplina na matriz curricular do curso, que era considerada de menor importância em relação às demais. Para efeitos de conclusão de créditos no curso, o que precisava ser concluído não era a disciplina em si, mas sim uma carga horária dentro da categoria na qual a disciplina se encontrava, permitindo que outra disciplina fosse cursada posteriormente e sem maiores problemas, caso fosse necessário. Assim, outras disciplinas consideradas mais importantes acabaram recebendo maior dedicação dos estudantes, o que foi

manifestado pela quantidade de ausências (no limite permitido ou próximo disso), e na quantidade e qualidade do desenvolvimento dos projetos.

A relação do NDG com a criatividade foi verificada por meio do confronto desses dados com os da CAT, dividindo-se a análise entre os trabalhos considerados mais criativos e os menos criativos, o que pode ser visto na Tabela 12 que, em suma, apresenta as respostas às seguintes perguntas: *como foi considerada a criatividade dos projetos desenvolvidos predominantemente com maior dedicação e empenho? E a dos projetos com menor dedicação e empenho?*

Tabela 12 – Proporção de projetos mais e menos criativos segundo o NDG.

Disciplina	Menos dedicados		Mais dedicados	
	Menos criativos	Mais criativos	Menos criativos	Mais criativos
Projeto Casa Econômica	100%	0%	50%	50%
Projeto Edifício de Apartamentos	50%	50%	25%	75%
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	100%	0%	100%	0%
Projeto e Modelagem de Mobiliário	67%	33%	40%	60%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	100%	0%	–	–
Projeto e Raciocínio Construtivo II	100%	0%	67%	33%
Total	85%	15%	60%	40%

Primeiramente, nota-se que nas disciplinas 3 (Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial e Projeto) e 5 (Raciocínio Construtivo I), nenhum projeto foi considerado de alta criatividade, independentemente do nível de dedicação. Em todas as outras, o aumento do nível de dedicação correspondeu à elevação da proporção de trabalhos considerados mais criativos. Considerando-se todos os projetos de todas as disciplinas, 15% dos menos dedicados foram considerados mais criativos, enquanto nos mais dedicados essa proporção foi de 40%.

Assim como na confrontação da criatividade com o TRC, a elevação do nível de dedicação manifestada nas apresentações de desenvolvimento correspondeu a aumento do potencial criativo. Tal indício induziu à verificação da relação do NDG com o TRC, mas desta vez não comparando predominâncias, mas sim a ocorrência aula a aula, isto é, todas as 246 apresentações de desenvolvimento de todos os projetos. A Tabela 13 apresenta os resultados dessa correlação, que pode ser entendida como

resposta às seguintes perguntas: *como era o nível de empenho nas apresentações de desenvolvimento de projeto que tratavam apenas sobre as formas? E nas que tratavam de processos construtivos?*

Tabela 13 – Proporção de projetos mais e menos dedicados segundo o TRC.

Disciplina	Apenas formas		Processos construtivos	
	Menos dedicados	Mais dedicados	Menos dedicados	Mais dedicados
Projeto Casa Econômica	32%	68%	8%	92%
Projeto Edifício de Apartamentos	50%	50%	–	–
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	33%	67%	0%	100%
Projeto e Modelagem de Mobiliário	87%	13%	18%	82%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	90%	10%	0%	100%
Projeto e Raciocínio Construtivo II	33%	67%	14%	86%
Total	42%	58%	10%	90%

Primeiramente, observa-se que na disciplina 2 (Projeto Edifício de Apartamentos) nenhum projeto em nenhum dia foi abordado em termos de processos construtivos. Os dados acima mostram que, como um todo, dentre as apresentações que abordavam apenas as formas, 58% também indicavam alta dedicação. Já nas apresentações que abordavam processos construtivos, essa proporção se eleva a 90%, sendo 100% em duas disciplinas e 82% a menor proporção verificada para esse conjunto de apresentações. Isso demonstra que abordagens aos processos construtivos estiveram significativamente ligadas a elevados níveis de empenho e dedicação, como na quantidade de desenhos e pesquisas complementares.

Todos esses dados sobre o NDG convergem para a compreensão de que a criatividade pode ser fomentada quando se aumenta o tempo de dedicação ao problema. Isso converge à ideia de que aumentando-se o tempo de dedicação ao projeto, mais informações, perguntas e respostas são realizadas, fazendo com que novas ideias surjam, sejam avaliadas, representadas, rejeitadas e aprovadas, aumentando-se o potencial para surgimento de ideias consideradas criativas. Como o julgamento dos avaliadores demonstra ter relação com o nível de raridade da ideia (relembrando, segundo os pressupostos dos julgadores), maior tempo de dedicação ao projeto influencia positivamente no sentido de ideias menos triviais e mais criativas. Mais do que uma expressão da quantidade de horas de imersão ao processo de



projeto (incluindo tempo para imaginar, raciocinar, pesquisar e representar), a quantidade de desenhos e informações complementares revela uma ampliação da quantidade de análises a cada processo de reflexão-na-ação, como tratado por Schön (2000). Como consequência, muitas ideias tendem a ser rejeitadas, estimulando outras novas, que devem passar por novos processos de análise crítica (ciclos de imaginação e raciocínio).

No que diz respeito ao raciocínio construtivo especificamente, isso converge em certo nível ao pressuposto de que abordagens construtivas mais profundas implicam em maior quantidade de elementos sendo tratados mentalmente. Como a abordagem se torna mais complexa, os processos mentais por si só tendem a não serem suficientes para o esclarecimento da própria ideia, fazendo-se necessárias representações gráficas com maior quantidade de informações. Nesse processo, aumentam-se as chances de surgimento de entraves, momentos em que o conhecimento do estudante não é suficiente para responder certos problemas ou para esclarecer determinados aspectos pormenorizados, fazendo-se necessárias pesquisas complementares. Todo esse processo tende a exigir maior tempo. Por exemplo, para tratar sobre processos construtivos de um telhado, é necessário que algumas questões sejam determinadas, mesmo que a nível hipotético, como a forma geométrica, as dimensões dos elementos e os materiais envolvidos. De acordo com a divisão dos tipos de raciocínio construtivo, é necessário que haja materialidade específica (ou TRC=3) que, por si só, tende a exigir maior tempo de elaboração, raciocínio e representação do que abordagens mais superficiais, como de materialidade genérica (TRC=2) ou de esquemas e volumes gerais (TRC=1).

### **6.1.3 Prazo para desenvolvimento**

As análises sobre o nível de empenho acabam apontando que prazos maiores são mais favoráveis ao raciocínio construtivo e à criatividade, exatamente para que haja tempo para experimentações e testes de ideias, raciocínios, pesquisas e representação gráfica e visual. No sentido de verificar a relação com o prazo – ou intervalo de tempo –, os indicadores de Nível de Tempo entre Apresentações – NTA foram também confrontados com os resultados da CAT e dos indicadores de desenvolvimento. Primeiramente a comparação foi com a criatividade, conforme apresentado na Tabela 14 que, em síntese, busca responder às seguintes perguntas:

*como foi avaliada a criatividade dos trabalhos desenvolvidos cujos intervalos entre apresentações foram predominantemente de até uma semana? E daqueles com mais de uma semana?*

Tabela 14 – Proporção de projetos mais e menos criativos segundo o NTA.

Disciplina	Até uma semana		Mais de uma semana	
	Menos criativos	Mais criativos	Menos criativos	Mais criativos
Projeto Casa Econômica	55%	45%	–	–
Projeto Edifício de Apartamentos	33%	67%	–	–
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	100%	0%	100%	0%
Projeto e Modelagem de Mobiliário	–	–	50%	50%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	100%	0%	100%	0%
Projeto e Raciocínio Construtivo II	100%	0%	0%	100%
Total	64%	36%	72%	28%

Como nas disciplinas 1 (Projeto Casa Econômica) e 2 (Projeto Edifício de Apartamentos) nenhum projeto foi desenvolvido com intervalos entre apresentações predominantemente maiores que uma semana e na disciplina 4 (Projeto e Modelagem de Mobiliário) não houve intervalos predominantes de até uma semana, as análises ficam limitadas apenas às outras três disciplinas. Nas disciplinas 3 e 5 a variação no intervalo entre apresentações não refletiu em diferenças na criatividade avaliada. Apenas na disciplina 6 (Projeto e Raciocínio Construtivo II) é que ocorreu uma inversão de cenário em que o aumento no intervalo refletiu em maior criatividade. Analisando-se as disciplinas como um todo, a proporção de projetos mais criativos reduziu de 36% para 28% quando os intervalos entre apresentações aumentaram.

Buscando compreender melhor as influências dos intervalos para desenvolvimento dos projetos, os dados de NTA foram confrontados com os de NDG, não em termos predominantes, mas sim aula a aula, considerando todas as 246 apresentações de desenvolvimento de projeto. A Tabela 15 apresenta os resultados dessa comparação, que pode ser entendida como respostas às seguintes perguntas: *como os projetos eram apresentados em termos de nível de empenho quando o intervalo entre a apresentação anterior (ou em relação ao lançamento do exercício) era de até uma semana? E quando o intervalo era superior a uma semana?*

Tabela 15 – Proporção de projetos apresentados com abordagem apenas às formas e de processos construtivos segundo o NTA.

Disciplina	Até uma semana		Mais de uma semana	
	Menos dedicados	Mais dedicados	Menos dedicados	Mais dedicados
Projeto Casa Econômica	31%	69%	15%	85%
Projeto Edifício de Apartamentos	52%	48%	0%	100%
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	20%	80%	37%	63%
Projeto e Modelagem de Mobiliário	88%	13%	38%	62%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	83%	17%	57%	43%
Projeto e Raciocínio Construtivo II	33%	67%	0%	100%
Total	38%	62%	34%	66%

Analisando-se cada disciplina, nota-se que, exceto na disciplina 3 (Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial), em todas as demais o aumento do intervalo entre apresentações correspondeu à elevação da proporção de projetos com maior dedicação. No conjunto total, o aumento foi menos expressivo, de 62% para 66% exatamente devido à quantidade de apresentações na disciplina 3, evidenciando-a ainda mais em relação às demais disciplinas. Isso é reforçado com os relatos dos estudantes dessa disciplina que, em algumas situações, manifestaram que outra disciplina de projeto estava sendo desenvolvida paralelamente. Assim, é conjecturado que o maior intervalo de tempo entre apresentações não era utilizado para maior dedicação ao projeto em questão, mas sim ao outro paralelo. Mais do que isso, o outro projeto estava exigindo mais energia e dedicação, de certo modo até mesmo excessiva.

Ainda buscando compreender melhor a relação do NTA, ele também foi confrontado com o TRC a cada aula. A Tabela 16 apresenta os dados resultantes, que podem ser interpretados como respostas às seguintes perguntas: *como os trabalhos eram apresentados em termos de abordagens construtivas quando o intervalo entre apresentações era de até uma semana? E quando o intervalo era maior que uma semana?*

Tabela 16 – Proporção de projetos apresentados com abordagem apenas às formas e de processos construtivos segundo o NTA.

Disciplina	Até uma semana		Mais de uma semana	
	Apenas formas	Processos construtivos	Apenas formas	Processos construtivos
Projeto Casa Econômica	86%	14%	69%	31%
Projeto Edifício de Apartamentos	100%	0%	100%	0%
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	91%	9%	87%	13%
Projeto e Modelagem de Mobiliário	100%	0%	29%	71%
Projeto e Raciocínio Construtivo I	83%	17%	71%	29%
Projeto e Raciocínio Construtivo II	67%	33%	50%	50%
Total	89%	11%	67%	33%

Exceto na disciplina 2 (Projeto Edifício de Apartamentos), em que nenhum projeto foi desenvolvido tratando de processos construtivos, em todas as demais o aumento do intervalo entre apresentações coincidiu com o aumento da proporção de apresentações com abordagens aos processos construtivos, inclusive na disciplina 3 (Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial) que, como verificado anteriormente, teve redução na proporção de apresentações com maior dedicação. Nota-se também que o aumento da proporção de apresentações com processos construtivos nessa disciplina foi a menor entre todas as disciplinas.

Em síntese, os dados acima apontam que o aumento do intervalo entre apresentações pode ser de fato um fator importante para o aumento dos níveis de dedicação ao projeto. Como abordagens construtivas tendem exigir maior tempo (imaginar, pesquisar representar, raciocinar e avaliar mais vezes problemas que se tornam mais complexos), o aumento no intervalo também coincidiu com certo aumento na proporção de apresentações tratando sobre processos construtivos, mesmo que em taxas de variação diferentes em relação ao de aumento de dedicação. Tudo isso converge com as hipóteses levantadas de que abordagens construtivas mais profundas tendem a ser mais complexas (aumento dos processos de raciocínio e avaliação crítica), reforçando também o pressuposto sobre a importância de adequação entre tempo e prazo (tratadas no item 4.2).

Já em relação à influência sobre a criatividade, os dados se mostraram mais limitados nesse sentido (visto que em algumas disciplinas não houve intervalos predominantes de até uma semana ou, inversamente, de mais de uma semana) e, por isso, não foram

verificadas influências significativas do intervalo entre apresentações sobre a criatividade. De todo modo, como maior tempo de dedicação e abordagens construtivas mais profundas demonstram estar ligadas de alguma maneira com o incremento da criatividade, o aumento do intervalo para o desenvolvimento acaba tendo uma relação indireta com esse incremento.

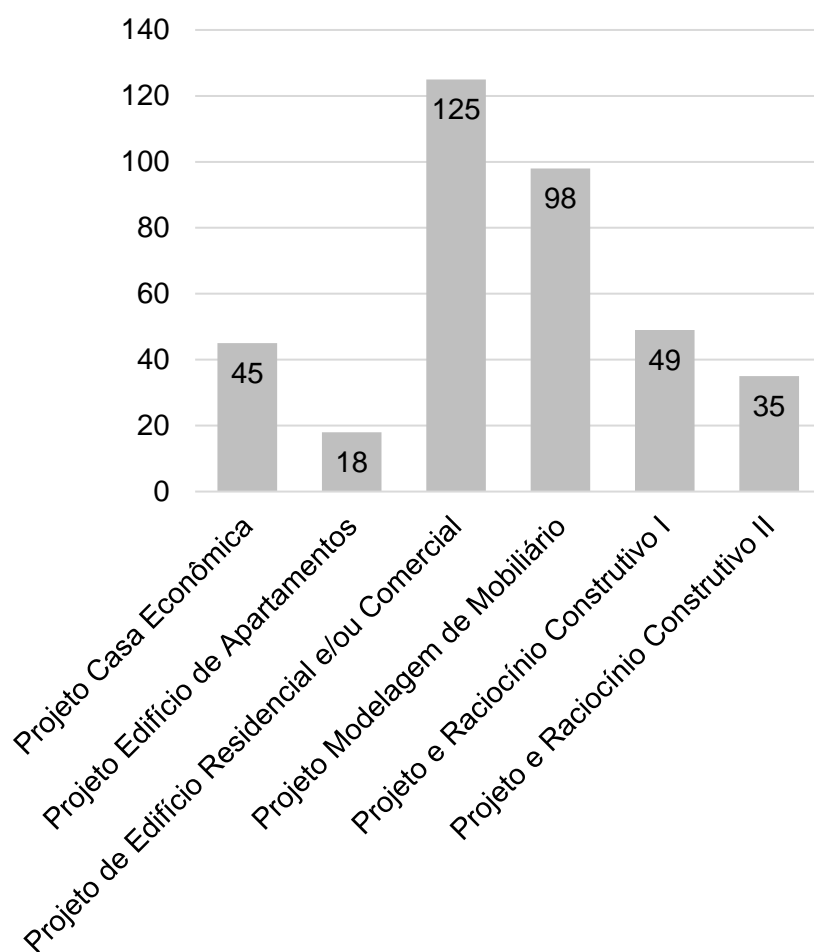
Ressalta-se que o prazo, por si só (em termos de quantidade de dias), não é suficiente para compreender as relações de tempo e prazo. É fundamental que ele esteja em consonância com o nível de complexidade e dificuldade do exercício, isto é, com o tempo necessário à dedicação de fato à atividade. O Gráfico 3 apresenta os dias disponíveis para cada projeto (considerado a partir da data de lançamento efetivo do projeto até a data da entrega final)<sup>95</sup>.

Apenas com base nisso, não é possível notar nenhuma evidência de correspondência direta do prazo com o nível de trabalho desenvolvido e expresso na apresentação final, o que reforça a importância de se considerar o tempo disponível de dedicação ao projeto. Por exemplo, os estudantes da disciplina 1 (Projeto Casa Econômica) que responderam ao questionário após a disciplina relataram que trabalharam, em média, 15 horas por semana. Relatos semelhantes ocorreram para a disciplina 2 (Projeto Edifício de Apartamentos). Embora esses valores sejam apenas estimativas informadas pelos próprios estudantes, acredita-se que a margem de erro não seja significativa, sendo que demonstraram ser coerentes com o volume de informações e desenhos apresentados durante as aulas.

---

<sup>95</sup> No caso da disciplina 2 (Projeto Edifício de Apartamentos), não foi considerado o tempo dedicado para preparação da exposição.

Gráfico 3 – Prazo (em dias) para o desenvolvimento dos projetos.



Para a disciplina 3 (Projeto Edifício Comercial e/ou Residencial), a informação sobre o tempo de dedicação semanal era extraída por meio de diálogos diretos do professor com os estudantes. De uma maneira geral, os estudantes mencionavam algo em torno de 10 horas semanais. No entanto, analisando-se o nível de desenvolvimento ou progresso do projeto a cada semana, observou-se nitidamente que isso não acontecia em todas as semanas, principalmente na segunda etapa, fato evidenciado por dois motivos: a frequência de apresentação dos projetos, que nem sempre era semanal, e o nível de desenvolvimento que, quando apresentado 2 semanas depois, não expressava produção de 20 horas (evidenciados pela quantidade e qualidade do material gráfico apresentado, por pesquisas complementares e pelo discurso). Pelo contrário, demonstravam no máximo o mesmo nível de evolução típico semanal ou, em alguns casos, inferior, sugerindo que em algumas semanas o projeto não era desenvolvido. A partir do registro dos materiais apresentados semanalmente pelos estudantes nesse projeto, verificou-se que, nesse exercício, uma parte dos estudantes

apresentava seus projetos em quase todas as aulas, enquanto outra parte o contrário<sup>96</sup>. Partindo do pressuposto que a escolha por não apresentar era devido ao desenvolvimento baixo ou nulo, isso significa que o intervalo maior entre apresentações não implicava em aumento direto do tempo dedicado ao projeto. Por exemplo, na disciplina 3, se os estudantes apresentaram, em média, em 30% das aulas, o total de 125 dias disponíveis resulta, de forma equivalente, a apenas 38.

A questão que se coloca é que o tempo de dedicação real ao projeto parece se relacionar diretamente com o nível de raciocínio construtivo, algo que não é possível de se verificar analisando-se apenas os projetos finais desenvolvidos. Isso reforça a hipótese de que quando o tempo de dedicação é maior, existe maior possibilidade de ocorrência de raciocínio construtivo mais complexo. Com um tempo de dedicação menor, acredita-se que a tendência é raciocinar construtivamente com base apenas nos conhecimentos prévios, uma vez que não haverá muito tempo para análises, experimentações e busca por novas informações. Se o tempo for dedicado para isso, é possível que partes importantes do projeto não sejam projetadas, resultando, por exemplo, em projetos com formas incompletas, embora melhor compreendidas nesse sentido. O Projeto 42 no exercício na disciplina 6 (Projeto e Raciocínio Construtivo II) ilustra isso. Em termos gerais, o projeto ficou incompleto e com um aspecto visual geral de estudo preliminar (FIGURA 58). Contudo, esse mesmo projeto apresenta detalhes pormenorizados sobre elementos construtivos e seus modos de construção (FIGURA 59), inclusive com o acréscimo de fotos e ilustrações para esclarecer sobre as técnicas construtivas envolvidas.

---

<sup>96</sup> O que não corresponde necessariamente ausência, uma vez que o registro de presenças era feito e a instituição de ensino estipula que o máximo de ausências permitido é de 75%. Eram comuns as situações em que o estudante não apresentava seu desenvolvimento, mas apenas assistia as dos colegas e, às vezes, realizava alguns comentários.

Figura 58 – Vista externa do Projeto do Estudante 95.



Fonte: versão final do Projeto 95, elaborado pelo Estudante 42.

Figura 59 – Imagens do Projeto do Estudante 95, demonstrando etapas da construção do piso e da impermeabilização.



Fonte: versão final do Projeto 95, elaborado pelo Estudante 42.

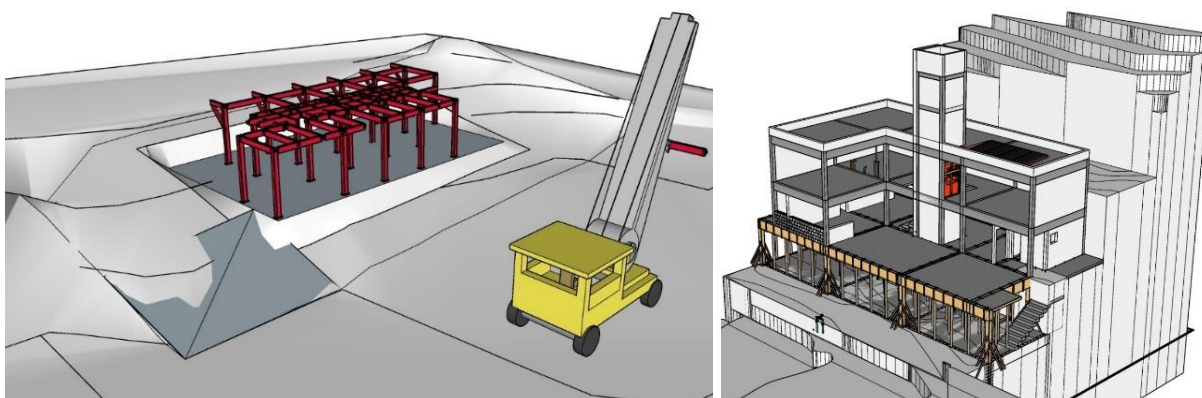
Ao mesmo tempo, o nível de complexidade do projeto e o prazo podem gerar situações em que o tempo de dedicação pode ficar mais diluído, numa relação menor de horas por semana. É o caso da disciplina 4 (Projeto Modelagem de Mobiliário), que além de ter 98 dias para desenvolvimento, teve projetos realizados em grupos de 5 estudantes, em média. Nesse sentido, o tempo de dedicação semanal na fase de modelagem computacional foi baixo, estimando-se algo em torno de uma hora semanal para cada membro do grupo, em média. Contudo, o desenvolvimento de trabalhos em grupo possui uma série de nuances não tratados na presente tese, alguns deles relatados pelos próprios estudantes, como na dificuldade para realizar os encontros extraclasse e na divisão de tarefas (o que também implica na



necessidade de ajustes e aprimoramentos em processos didáticos, como os critérios de avaliação).

O tempo de dedicação semanal ao projeto pode apresentar variações ao longo das semanas, como exemplificado acima. No entanto, os momentos de menor dedicação não ocorrem necessariamente no início, apesar de isso ser observado com certa frequência. Em alguns casos, como no Projeto 43, houve um nível intenso de dedicação nas três primeiras semanas e uma diminuição de ritmo posterior. Por informação do próprio estudante, isso foi feito propositadamente, uma vez que outras disciplinas cursadas necessitariam de maior dedicação a partir da terceira semana. A título de exemplo, a Figura 60 apresenta a diferença na quantidade de informações contidas no modelo tridimensional apresentado na terceira semana de desenvolvimento entre os Projetos 42 e 43. Enquanto no 42 haviam decisões basicamente sobre trabalhos no terreno e sistema construtivo, no 43 havia, além disso, decisões sobre organização dos ambientes, sistemas prediais e etapas construtivas.

Figura 60 – Versões dos Projetos 42 e 43, respectivamente, apresentados na terceira semana de desenvolvimento.



Fonte: versões intermediárias do Projeto 42 e 43, elaborados respectivamente pelos Estudantes 42 e 43.

## 6.2 A CAT como um instrumento de avaliação em disciplinas de projeto

Uma importante observação a ser feita sobre a CAT é sobre o alto grau de confiabilidade, como apontado pelos testes. Porém, ela foi feita com dez avaliadores. Nesse sentido, uma pergunta foi lançada: a CAT poderia ser feita durante as bancas de projeto tipicamente compostas por três professores avaliadores?

Buscando responder essa questão, a equação do Alfa de Cronbach (como discutido na página 172) é trazida novamente para análise (EQUAÇÃO 3).

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \cdot \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{soma}^2} \right) \quad (3)$$

A primeira parte da equação,  $\frac{k}{k-1}$ , refere-se à quantidade de projetos avaliados e, em primeira análise, uma diminuição na quantidade de projetos não faz com que a confiabilidade diminua. Porém, como será comentado a seguir, pode haver uma relação indireta. Já a segunda parte,  $\left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{soma}^2} \right)$ , se refere às somas das variâncias, isto é, às medidas de variação das notas dadas para cada projeto segundo os diferentes avaliadores e as de variação segundo cada avaliador para cada um dos projetos avaliados. Quanto mais próximos forem essas duas somas de variâncias, menor será o valor dessa segunda parte da equação, fazendo com que o Alfa de Cronbach seja baixo e, conseqüentemente, o grau de confiabilidade. Existem diversos fatores que podem fazer com que o resultado seja baixo. Um deles é quando existem muitos avaliadores avaliando de maneira muito diferente vários projetos, o que pode ser potencializado quando o número de projetos avaliados é pequeno.

Para testar a confiabilidade com menores quantidades de projetos, o coeficiente foi calculado para cada uma das disciplinas isoladamente segundo as respostas obtidas. O índice mais baixo encontrado foi de 0,77, ainda considerado satisfatório (acima de 0,70). Também foram buscadas outras combinações aleatórias misturando-se 10 projetos de diferentes disciplinas e em todos os casos os índices encontrados foram acima de 0,77.

Para testar a confiabilidade com menos avaliadores, foram realizados testes com as repostas obtivas suprimindo-se alguns avaliadores, como se os remanescentes compusessem bancas hipotéticas (por exemplo, deixando-se apenas os avaliadores A, B, C, D e E ou H, I e J, e assim por diante). Quando o grupo de avaliadores era de no mínimo seis (isto é, suprimindo-se quatro), todas as combinações testadas resultaram em altos graus de confiabilidade. A partir de cinco avaliadores, surgiram combinações que resultaram em níveis de confiabilidade muito baixos, o mesmo ocorrendo para quatro, três ou dois avaliadores. Ao mesmo tempo, outras combinações permaneciam com altos graus de confiabilidade com essas quantidades

de avaliadores. Analisando-se mais de perto, foi verificado que os resultados baixos eram decorrentes exatamente quando a banca hipotética avaliava de maneira significativamente diferente muitos projetos.

Esses testes demonstram que a CAT pode ser um instrumento de avaliação com menores quantidades de projetos e avaliadores, contanto que seja verificado o grau de confiabilidade das respostas, o que pode ser feito rapidamente com o auxílio de planilhas eletrônicas. Nesse sentido, a criatividade pode ser, inclusive, um critério de avaliação da disciplina. Em caso de confiabilidade resultante baixa, embora exista a possibilidade de supressão das respostas ou reavaliação do avaliador discrepante, sugere-se que outro avaliador seja inserido no processo. Por exemplo, apresentando os projetos a esses novos avaliadores, exatamente como realizado na presente pesquisa.

### **6.3 Além da CAT e dos indicadores**

Os dados da CAT são derivados apenas da análise dos produtos finais gerados pelos estudantes. Já as observações e registros em sala de aula, além de permitirem a extração dos indicadores comentados, acabaram evidenciando informações além disso, que também merecem ser comentadas e discutidas. Essas informações foram reunidas em seis temas, expostos a seguir: 1) o aprimoramento das práticas didáticas; 2) o direcionamento para o uso de tecnologias construtivas; 3) as influências da modelagem virtual e física; 4) a influência do professor; 5) sequências nas abordagens de forma e construção; e 6) criatividade no aprimoramento das formas.

#### **6.3.1 Reflexão-na-ação e aprimoramentos de práticas didáticas**

A partir das duas primeiras disciplinas observadas, as demais seguintes foram planejadas como resultado de reflexões dos processos didáticos visando enfatizar as abordagens construtivas e a análise crítica sobre o assunto. O principal objetivo era estimular os estudantes a desenvolverem a autonomia na concepção do projeto e na proposição dos processos construtivos, além de tratar o projeto como instrumento efetivo de planejamento da construção, como tratado por Leite (2006, p. 296). Nesse sentido, é apresentada a seguir a evolução das abordagens didáticas como

expressões de reflexões-na-ação dos processos de ensino-aprendizado, no sentido tratado por Schön (2000).

Primeiramente, cabe aqui destacar as principais características das duas primeiras disciplinas. A primeira (Projeto Casa Econômica), apenas observada, teve início com uma atividade de pesquisa de casos análogos com indicações do professor, principalmente para exemplos do período do modernismo. A determinação de uma etapa para detalhamento acabou induzindo que os processos construtivos fossem tratados na etapa final, embora o professor constantemente realizasse análises e reflexões sobre o tema desde o início. Em termos de restrições do exercício, havia o de uso (apenas residencial), que também induzia determinadas conformações espaciais, apesar de favorecer também uma ampliação na gama de possibilidades de escolhas de tecnologias construtivas, visto que é possível construir uma casa com diversas tecnologias diferentes. Em contrapartida, as restrições de custo induziam em certo nível determinadas tecnologias construtivas, principalmente aquelas conhecidas como mais baratas (embora isso seja relativo ao modo que a tecnologia é utilizada)<sup>97</sup>. De todo modo, o nível geral de restrições e condicionantes do problema poderia oferecer significativo potencial para estimular a autonomia do estudante. Em resumo, o problema, embora preestabelecido pelo professor (isto é, não era necessário problematizar a questão principal, a habitação e a limitação de custo), poderia ser resumido como “buscar uma maneira de construir uma residência com os recursos financeiros dados”, algo com inúmeras respostas e que envolve questões sobre formas, materiais e processos construtivos. Em termos de critérios de avaliação, eles não foram expostos de maneira específica aos estudantes – nem mesmo para o autor. De todo modo, o discurso do professor durante as aulas deixava claro que o esclarecimento sobre os processos construtivos seria um critério importante. O exercício foi, então, conduzido a partir dessas diretrizes. De uma maneira geral, verificou-se que processos construtivos não foram tratados como variáveis de definição das formas, pelo menos para os aspectos gerais da forma<sup>98</sup>. Isso inclui

---

<sup>97</sup> Estudos mais sistemáticos demonstram que esse tipo de comparação é relativo, de modo que cada caso é único. Silva (2002), por exemplo, compara o orçamento de 3 edifícios com as mesmas dimensões projetados com alvenaria estrutural cerâmica, alvenaria estrutural de concreto e pilares e vigas de concreto armado com paredes de alvenaria cerâmica de vedação. Os resultados apontam que as variações podem ser mínimas. Trata-se de uma comparação teórica e de caráter sistemático e científico, considerando a situação ótima de construção de cada uma das possibilidades. Isso evidencia que confrontar sistemas construtivos considerando que um tem desperdício e o outro não pode ser uma comparação injusta, já que em toda tecnologia construtiva é possível planejar e organizar de modo que a produção seja mais eficiente.

<sup>98</sup> Mais adiante, no item 6.3.6, serão comentadas manifestações criativas nas formas dos projetos derivadas de raciocínio construtivo mais profundo, mas a nível de ajustes e aperfeiçoamento das formas preestabelecidas.

também os projetos baseados em alvenarias estruturais, que eram tratados de maneira superficial como mais baratos ou mais racionais. Apesar disso poder ocorrer de fato – um projeto com essa tecnologia ter custo reduzido –, não eram levadas para a discussão os motivos que acarretavam maiores ou menores custos, isto é, não havia demonstrações de que existia a compreensão sobre os processos construtivos que supostamente os tornariam mais interessantes financeiramente. Como exemplo disso, o Projeto 08 foi desenvolvido com estruturas de madeira até a elaboração de um orçamento na aula 05, que apontou custos elevados. Ao invés de buscar alternativas de ajustes na forma ou nos processos construtivos que viabilizassem a ideia, todo o projeto foi descartado e outro completamente diferente foi iniciado com base em alvenaria estrutural. De uma maneira geral, quando os processos construtivos eram tratados, foram descrições gerais de seqüências de construção ou aperfeiçoamento e ajustes da forma na fase de detalhamento. Como apresentado anteriormente, apenas 9% dos projetos nessa disciplina foram desenvolvidos predominantemente com abordagens aos processos construtivos. Considerando-se apenas a segunda etapa, planejada para ser dedicada a isso, essa proporção sobe para 25%, indicando que essa etapa foi tratada pelos estudantes muito mais como detalhamento de componentes do que de caracterização e discussão dos processos construtivos. Por fim, destaca-se também alguns relatos de que a disciplina exigia muita produtividade, mas algo que era conhecido pelos estudantes antes de se matricularem, uma vez que a disciplina não era obrigatória, o que indica que todos se matricularam com certo grau de motivação intrínseca (exigência de alta produtividade, abordagem construtiva, empatia com o professor etc.).

A segunda disciplina (Projeto Edifício de Apartamentos), por também ter sido observada, não foi um aprimoramento, mas sim outra importante referência para as seguintes. Ela também iniciou com uma atividade de pesquisa de casos análogos com indicações do próprio professor, também com significativa tendência a exemplos do modernismo. Essa disciplina também continha restrições de uso (apenas residencial, porém multifamiliar) e de porte (edifício vertical), induzindo expressivamente determinadas tecnologias construtivas (as tipicamente utilizadas para edifícios verticais, principalmente concreto armado, aço e alvenaria estrutural). Não houve etapa de detalhamento, que foi substituída pela organização da exposição. Em termos de critérios de avaliação, também ocorreu de maneira semelhante à anterior, com os

critérios não divulgados, mas com o discurso do professor apontando ênfases na abordagem construtiva. Ao contrário da disciplina anterior, que continha alguns projetos desenvolvidos desde etapas iniciais com algum nível de abordagem construtiva (mesmo que a nível de sequências de construção), nesta, nenhum projeto foi desenvolvido com esse tipo de discussão, apesar de existir certa tendência à busca para facilitações de alterações futuras, como na concentração de áreas molhadas, posicionamento de *shafts* e estruturas independentes das vedações. Embora isso contenha implicações construtivas, elas não eram tratadas ou discutidas em termos das implicações técnicas e tecnológicas. Isto é, as facilidades para modificações futuras eram tratadas apenas em termos de organização espacial. Por fim, a disciplina também não era obrigatória, apontando que os estudantes também matricularam segundo interesses subjetivos de acordo com aquilo que acreditavam que disciplina poderia oferecer. Possivelmente devido à substituição da etapa de detalhamento pela exposição e ao fato de os projetos terem sido desenvolvidos em grupos, nenhum estudante relatou dificuldades sobre o nível de cobrança e exigência.

A partir da análise e reflexão sobre as duas primeiras disciplinas, a terceira (Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial) foi planejada. Inicialmente, partiu-se do pressuposto de manter as duas etapas, sendo a segunda destinada para o detalhamento. Porém, foi estabelecido que o detalhamento não era a representação detalhada e ampliada do projeto (detalhamento de componentes construtivos), mas sim a expressão das principais etapas, técnicas e tecnologias construtivas envolvidas, o que poderia ser associado a alguns desenhos ampliados. A disciplina também iniciou com uma atividade de pesquisa de casos análogos de edifícios verticais, mas com o acréscimo de busca por esclarecimentos de tecnologias e processos construtivos envolvidos, principalmente os que o estudante planejava, ainda que preliminarmente, em utilizar em seu projeto. Foi determinado menor nível de restrição quanto ao uso e à localização, buscando oferecer uma situação em que o problema deveria ser melhor fundamentado e compreendido, além de possibilitar um maior envolvimento do estudante com o problema, visando favorecer a autonomia e a motivação. Por características da disciplina na grade curricular do curso, houve maior tempo entre apresentações de desenvolvimento (uma semana, ao invés de meia semana) e prazo (um semestre letivo, ao invés de dois meses). Quanto às demais características, buscou-se realizar um exercício semelhante aos dois anteriores, com ênfases nas

discussões sobre processos construtivos desde as etapas iniciais no sentido de tentar estimular os estudantes nesse tipo de abordagem. No entanto, o desenvolvimento dos projetos demonstrou que processos construtivos foram tratados em poucos momentos, praticamente apenas para a versão final, além de haver, principalmente a partir da segunda etapa, notável queda no nível de empenho e aumento nas ausências. Relatos dos estudantes apontaram que outra disciplina de projeto ocorria paralelamente, sugerindo que isso pode ter sido um importante motivo para isso. Ressalta-se que a disciplina – e a outra paralela – eram obrigatórias, ofertadas a cada dois semestres e sem outras equivalentes (ou seja, em caso de reprovação, o estudante deveria aguardar um semestre para tentar novamente). Tal característica curricular, ao impedir que os estudantes tivessem maior autonomia na escolha das disciplinas (o que envolve motivações intrínsecas), pode ser também um fator de diluição das energias e do nível de empenho e dedicação e, como decorrência, de abordagens construtivas, uma das principais ênfases da disciplina. De uma maneira predominante, houve uma tendência a produzir apenas o mínimo exigido. Às vezes, nem isso.

Paralelamente à terceira disciplina, a quarta (Projeto Modelagem de Mobiliário) foi planejada com a perspectiva de estimular o raciocínio construtivo de maneira que poucas disciplinas de projeto estimulam, por meio da construção do objeto de fato. Essa disciplina já havia sido conduzida pelo autor em semestres anteriores, mas com foco ilustrativo e representativo, e não de aspectos construtivos. Dessa vez, incorporando-a em experimentações didáticas envolvendo o raciocínio construtivo, foi estabelecido que os estudantes deveriam projetar e construir um objeto de mobiliário, decoração ou arquitetura de interiores, tanto para uso interno quanto para externo. Para reforçar a importância dos aspectos construtivos, foi esclarecido desde o início que este seria um critério de avaliação que totalizaria 20 dos 60 pontos relativos ao produto finalizado (os demais 40 foram direcionados para o cumprimento das etapas intermediárias). Deveria ser, assim, um protótipo ou, no caso de um modelo em escala reduzida, ser o mais fiel possível em relação ao seu modo de construção. Desde o início do exercício, foi solicitado que a ideia fosse apresentada de maneira fundamentada e problematizada, informando qual seria o objeto, sua finalidade, que problemas ele era capaz de resolver (em termos de necessidades, demandas ou desejos) e como ele seria construído, ainda que em linhas gerais. Diante disso,

conjecturou-se que esse grau de liberdade na escolha do objeto poderia favorecer as capacidades crítica e de problematização, além da autonomia. Devido à quantidade de estudantes e à carga horária disponível para discussão, foi determinado que o trabalho deveria ser feito em grupos. Não foi solicitada uma atividade preliminar, mas sim a inclusão nos primeiros estudos de casos análogos, que poderiam ser utilizados inclusive como inspirações, com ênfase à análise de como foram – ou provavelmente foram – construídos. No decorrer do desenvolvimento, algumas aulas foram dedicadas para orientações, discussão e desenvolvimento dos modelos virtuais e dos protótipos, mas sem a obrigatoriedade de apresentar ao professor. Já algumas datas específicas – as registradas com os indicadores NDG, TRC e NTA – tinham caráter avaliativo, sendo que os grupos deveriam apresentar determinado nível de progresso (por exemplo, finalizar o modelo virtual, modelar virtualmente o objeto de outro grupo e, ao final, apresentar o objeto construído para a banca). Com maior tempo entre apresentações avaliativas, foi esperado que isso poderia estimular a autonomia dos grupos para se organizarem e se autogerirem. Com maior prazo e quantidade de membros, foi considerado que o tempo necessário estaria adequado com o tempo disponível pelos estudantes, considerando o tempo para eventuais pesquisas e para atividades de outras disciplinas dentro das possibilidades dos estudantes, visto que a maior parte trabalhava durante o dia. A expectativa foi de que o projeto seria desenvolvido principalmente nos fins de semana e em alguns finais de tarde, antes das aulas. A partir dessas condições, os projetos foram desenvolvidos com significativa proporção daqueles com abordagens construtivas mais profundas, tratando isso como variáveis da concepção da forma. O fato de saber que cada decisão teria uma implicação de construção que deveria ser resolvida pelos próprios estudantes parece ter sido o principal fator para isso. Na etapa final, da construção do objeto, alguns ajustes eram realizados no projeto, derivados não apenas de reflexões, mas sim de implicações diretas e tácitas de construção vivenciadas, sentidas e experimentadas, algo que nenhuma das outras disciplinas estudadas aqui foi capaz de oferecer. Ao mesmo tempo, embora os prazos tenham sido consideráveis – talvez até mesmo com certa folga –, notou-se uma tendência à concentração das energias para as vésperas das datas de entrega, mesmo o trabalho sendo desenvolvido em grupos.



A partir dessa experiência acumulada, a quinta disciplina (Projeto e Raciocínio Construtivo I), uma retomada ao projeto de edificações, foi planejada com o objetivo principal de influenciar abordagens em que formas fossem constantemente avaliadas sob o escrutínio dos processos construtivos. Para evidenciar a importância disso, foi determinado que a demonstração da compreensão dos processos construtivos representaria 40% do total dos pontos. Com a intenção de diminuir a indução a certas abordagens, foi determinada significativa supressão das restrições de uso (poderia ser qualquer uso, inclusive sem uso determinado inicialmente, mas com discussão de possibilidades), mas com diretrizes nas dimensões do terreno e nos coeficientes de aproveitamento que limitavam o porte do projeto, buscando-se evitar o direcionamento para determinadas tecnologias construtivas. O objetivo disso era ampliar ainda mais a influência à problematização, permitindo que os próprios estudantes projetassem levando-se em consideração suas afinidades e conhecimentos prévios (sobre tecnologias, localização etc.), seja por conhecê-las e agilizando certas decisões, seja por desconhecê-las e exigindo pesquisas adicionais. Em função do prazo da disciplina de oito semanas com encontros semanais, o porte e o nível de complexidade do exercício foram direcionados para algo em torno de 300 m<sup>2</sup> a 400 m<sup>2</sup> de área projetada, algo considerado adequado em relação ao nível de dedicação necessário e tempo disponível. Com o objetivo de inserir melhor os estudantes na abordagem pretendida, foi realizada uma atividade preliminar de pesquisa sobre edificações em diferentes momentos históricos com foco nos processos construtivos envolvidos. Porém, o desenvolvimento dos projetos não ocorreu como esperado. Primeiramente, o baixo número de matriculados foi visto como um ponto favorável pois permitiria mais tempo para o aprofundamento das discussões. No entanto, no decorrer da disciplina, houve elevado índice de ausências, que comprometeram significativamente as discussões. As aulas, planejadas para orientações e discussões coletivas, praticamente tornaram-se orientações individuais. Nesse contexto, foi constatado baixo nível de empenho e comprometimento com o exercício, evidenciado pelo elevado nível de ausência, baixa produtividade e ausência de abordagem construtiva mais profunda, como apontado pelos indicadores apresentados anteriormente. Tal cenário tornou-se diferente apenas na banca final, em que os estudantes demonstraram maior empenho, produtividade e pesquisa para solucionar os problemas, isto é, ocorreu a produtividade extra de véspera, fenômeno típico e recorrente em disciplinas de projeto e possivelmente em diversas outras atividades

escolares. O nível de liberdade para problematização e definições de uso ao edifício também podem ter resultado em efeitos reversos, fazendo com que os estudantes ficassem sem referências e linhas de pensamento. Por fim, acredita-se que a apresentação da disciplina, ao enfatizar abordagens construtivas, pode ter sido algo complexo e que exigiria muitas horas de dedicação para pesquisar, elaborar ideias e representá-las, o que pode ter gerado efeitos desestimulantes, no sentido de a disciplina não ser aquilo que os estudantes teriam imaginado que seria no momento da matrícula.

A partir das constatações e hipóteses levantadas sobre a quinta disciplina, a sexta (Projeto e Raciocínio Construtivo II) foi planejada como uma versão aprimorada com ajustes buscando solucionar as prováveis causas dos pontos negativos. A supressão quase total das restrições de uso foi mantida, assim como os intervalos entre aulas, o prazo total e os critérios de avaliação (expostos desde o início, sendo 40 pontos para abordagens sobre construção). A partir da hipótese de que o grau de liberdade teria deixado os estudantes mais desorientados, foram determinados temas de discussão para cada aula numa sequência semelhante à de uma construção (primeiramente implantação e terreno, elementos estruturais, fechamentos e assim por diante), buscando-se concentrar análises críticas e orientar o desenvolvimento do projeto, o que também poderia auxiliar no problema de concentração de produtividade nas vésperas do prazo final. Ressalta-se que a discussão de outros temas também poderia ocorrer caso fosse necessário, embora cada dia tivesse um tipo de ênfase. Além disso, buscou-se esclarecer desde a apresentação da disciplina sobre o nível de empenho e dedicação, expressado por meio dos materiais gráficos e informações esperadas nas soluções dos projetos, que não deveriam ser necessariamente de representações gráficas complexas e detalhadas. Mais importante do que representar minuciosamente, seria compreender as implicações construtivas das decisões de projeto. O objetivo disso era deixar claro que a disciplina partia do pressuposto de adequação com o tempo que os estudantes tinham disponível e que não continha exageros. Também foi esclarecido que o retorno (*feedback*) frequente dos estudantes seria fundamental, inclusive para eventuais ajustes no nível de exigências do exercício. Como atividade preliminar, foi mantida a atividade de pesquisa sobre os processos construtivos envolvidos em edificações de diferentes momentos históricos. Foi conjecturado que o que ocorreu de maneira insatisfatória na disciplina anterior foi

o desenvolvimento do projeto, e não a atividade preliminar, que permaneceu considerada interessante para introduzir ao tipo de abordagem esperado. A partir desses pressupostos, os projetos foram desenvolvidos com nível de empenho e dedicação significativamente maiores do que na disciplina anterior, expresso também no nível de aprofundamento de abordagens construtivas. Ressalta-se que, enquanto a disciplina anterior ocorreu em início de semestre letivo, esta foi no final, momento de típicas concentrações de trabalhos finais e provas de várias disciplinas. Embora possam existir fatores diversos envolvidos nas diferenças verificadas nos projetos das duas disciplinas (empatia com o professor, identificação com o tema, motivação quanto à disciplina e ao próprio curso, outras atividades no curso e extracurriculares etc.), acredita-se que as alterações nas abordagens didáticas também exerceram influência na condução do exercício, no sentido de favorecer o nível de motivação e empenho.

A Tabela 17 apresenta um resumo das principais características das disciplinas analisadas no sentido exposto aqui.

Tabela 17 – Resumo das características didáticas das disciplinas

Disciplina	Características gerais
Projeto Casa Econômica	<p>Condição do autor: observador.            Atividade preliminar: pesquisa sobre projetos de casas.            Uso: Residencial unifamiliar.            Etapas: Duas, uma para concepção formal e outra para detalhamento.            Local: Terreno hipotético de 200 m<sup>2</sup>.            Critérios de avaliação: Não expostos. Ênfase à materialidade nas discussões.            Avaliação: Critérios não expostos especificamente, mas apenas enfatizados nas discussões.</p>
Projeto Edifício de Apartamentos	<p>Condição do autor: observador.            Atividade preliminar: pesquisa sobre projetos de edifícios multifamiliares e estudo de viabilidade financeira.            Uso: Residencial multifamiliar ou misto.            Etapas: Duas, uma para concepção formal e outra para organização de exposição.            Local: Terreno real não definido em qualquer localização em Belo Horizonte (exceto hipercentros) visando viabilidade financeira de empreendimento.            Avaliação: Critérios não expostos especificamente, mas apenas enfatizados nas discussões.</p>
Projeto Edifício Residencial e/ou Comercial	<p>Condição do autor: professor.            Atividade preliminar: pesquisa sobre projetos de edifícios verticais e estudo de viabilidade financeira            Uso: Residencial multifamiliar, comercial ou misto.            Etapas: Duas, uma para concepção formal e outra para detalhamento.            Local: Terreno real não definido em qualquer localização (exceto hipercentros) visando viabilidade financeira de empreendimento.            Avaliação: Critérios não expostos especificamente, só enfatizados nas discussões.</p>

Tabela 17 – Resumo das características didáticas das disciplinas (continuação)

Disciplina	Características gerais
Projeto e Modelagem de Mobiliário	<p>Condição do autor: professor.</p> <p>Atividade preliminar: pesquisa sobre peças de mobiliário ou objetos de decoração com ênfase na abordagem construtiva</p> <p>Uso: Mobiliário ou objeto de decoração</p> <p>Etapas: planejamento, modelagem 3D e construção</p> <p>Objeto a ser inserido em qualquer local, interno ou externo</p> <p>Avaliação: Banca. Construtibilidade representando 20% dos pontos totais.</p>
Projeto e Raciocínio Construtivo I	<p>Condição do autor: professor.</p> <p>Uso: Sem restrições de uso</p> <p>Atividade preliminar: pesquisa sobre edificações em diferentes momentos históricos com ênfase no esclarecimento sobre como foram construídos.</p> <p>Etapas: Sem definição de etapas. Discussão sobre construção em todas as aulas.</p> <p>Local: Terreno real não definido em qualquer local com potencial construtivo de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>.</p> <p>Avaliação: Banca. Construtibilidade representando 40% dos pontos totais.</p>
Projeto e Raciocínio Construtivo II	<p>Condição do autor: professor.</p> <p>Uso: Sem restrições de uso.</p> <p>Atividade preliminar: pesquisa sobre edificações em diferentes momentos históricos com ênfase no esclarecimento sobre como foram construídos.</p> <p>Etapas: Definição de temas de discussão. Discussão sobre construção em todas as aulas.</p> <p>Local: Terreno real não definido em qualquer local com potencial construtivo de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>.</p> <p>Avaliação: Banca. Construtibilidade representando 40% dos pontos totais.</p>

A reflexão-na-ação sobre as práticas didáticas também induziu o aprimoramento de ferramentas e mecanismos de suporte. Um deles é uma planilha de registros, inicialmente utilizada para outras disciplinas, mas aprimorada para a utilização em disciplinas de projeto. O objetivo dessa ferramenta é o registro rápido segundo critérios preestabelecidos que permitem respostas e análises também ágeis. A planilha, preenchida aula a aula, pode ser resumida no Quadro 9.

Quadro 9 – Exemplo de planilha de critérios de avaliação de desenvolvimento de projeto

Identificação do estudante	Data 01			Data 02			Data “n”		
	Critério 01	Critério 02	Critério 03	Critério 01	Critério 02	Critério 03	Critério 01	Critério 02	Critério 03
Estudante 01	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5
Estudante 02	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5
Estudante “n”	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5

Para que o registro seja rápido, é importante que não existam muitos critérios. Em princípio, cinco critérios parece ser um limite razoável. Estes, por sua vez, devem ser correlacionados aos objetivos didáticos em questão. Por exemplo, para a presente pesquisa foram estabelecidos três critérios, o Nível de Desenvolvimento Geral (NDG), Tipo de Raciocínio Construtivo (TRC) e Nível de Tempo entre Apresentações (NTA). Poderiam ser utilizados outros, como “soluções em conforto ambiental”, “soluções em acessibilidade” etc. Para os valores dos indicadores, foi utilizada uma correspondência qualitativa, em que 0 (zero) significa “não demonstrado”, 1 significa “muito mal resolvido”, 3 significa “razoável” e 5 significa “muito bem resolvido”. Apesar de toda avaliação passar por avaliações subjetivas, assim como destacado por Luckesi (2014), o instrumento foi criado com o objetivo de avaliar critérios que possam ser qualificados de maneira mais objetiva, baseados principalmente na argumentação crítica e na fundamentação técnica e científica. Isso não impede que outros critérios mais subjetivos sejam utilizados, como “estética”, porém defende-se aqui que eles sejam claros, isto é, quais os princípios qualificadores de um indicador “1” e de um indicador “5”.

Associado a esse registro, esse instrumento foi aprimorado após as disciplinas de projeto avaliadas nesta tese e experimentado em disciplina de Desenho Arquitetônico. Os indicadores foram vinculados a planilhas resumo que são encaminhadas para os estudantes, permitindo leituras rápidas, claras e objetivas dos critérios avaliados (QUADRO 10).

Quadro 10 – Exemplo de planilha de critérios de avaliação encaminhado a um estudante em disciplina de Desenho Arquitetônico.

Descrição	Valor	Fator	Nota
Planta. Elementos de construção	10,6	1,00	10,6
Implantação. Elementos de construção	7,1	1,00	7,1
Cobertura. Elementos de construção	3,5	1,00	3,5
Cortes. Elementos de construção	17,6	1,00	17,6
Fachada. Elementos de construção	3,5	1,00	3,5
Gradil	3,5	1,00	3,5
Desenho. Traço, precisão e espessuras	3,5	0,75	2,6
Símbolos e anotações (caligrafia, símbolos, cotas, títulos, hachuras etc.)	3,5	0,75	2,6
Desenho Humanizado. Clareza e apresentação	3,5	0,75	2,6
Formato. Dobras, margens, carimbo	3,5	1,00	3,5
		NOTA	57,4
		VALOR	60,0

Significado dos fatores:

Entre 0,90 e 1,00: MUITO BOM ou EXCELENTE. Nenhum ou, no máximo, poucos erros.

Entre 0,75 e 0,89: BOM. Poucos aspectos a aprimorar ou não realizados.

Entre 0,60 e 0,74: REGULAR. Alguns aspectos a aprimorar ou não realizados.

Entre 0,40 e 0,59: RUIM. Muitos erros e aspectos a aprimorar ou não realizados.

Menos que 0,40: MUITO RUIM ou PÉSSIMO. Tudo ou quase tudo insatisfatório ou não realizado.

Uma possibilidade de aprimoramento levantada é a de aplicação desse instrumento em disciplinas de projeto e com encaminhamentos mais frequentes (por exemplo, mensais) com vínculos às notas, mas não como um somatório de critérios – já criticado de maneira consistente por Luckesi (2014) –, e sim por meio da definição de parâmetros mínimos em cada critério. Por exemplo, o estudante somente seria aprovado quando avaliado de maneira satisfatória (mínimo necessário) em todos os critérios na versão final, e não na média ou no somatório. Desse modo, todos os critérios poderiam ter o mesmo valor ou peso, ou seja, a mesma importância. Considerando que o produto final pode ser uma expressão do desenvolvimento<sup>99</sup>, é esperado que isso também favoreça o desenvolvimento ao destacar aspectos importantes mal resolvidos, auxiliando na identificação, nos termos de Malard (2007), do que não estaria “andando bem”.

<sup>99</sup> Por exemplo, Malard (2007) argumenta que não é possível desvincular o processo de desenvolvimento com o produto desenvolvido, no sentido de que “se o produto fica ruim é porque houve alguma coisa interior ao processo que não andou bem”. Nesse sentido, a avaliação do produto seria, em última análise, uma expressão de como o desenvolvimento ocorreu.

### 6.3.2 Exercícios e direcionamentos para tecnologias construtivas

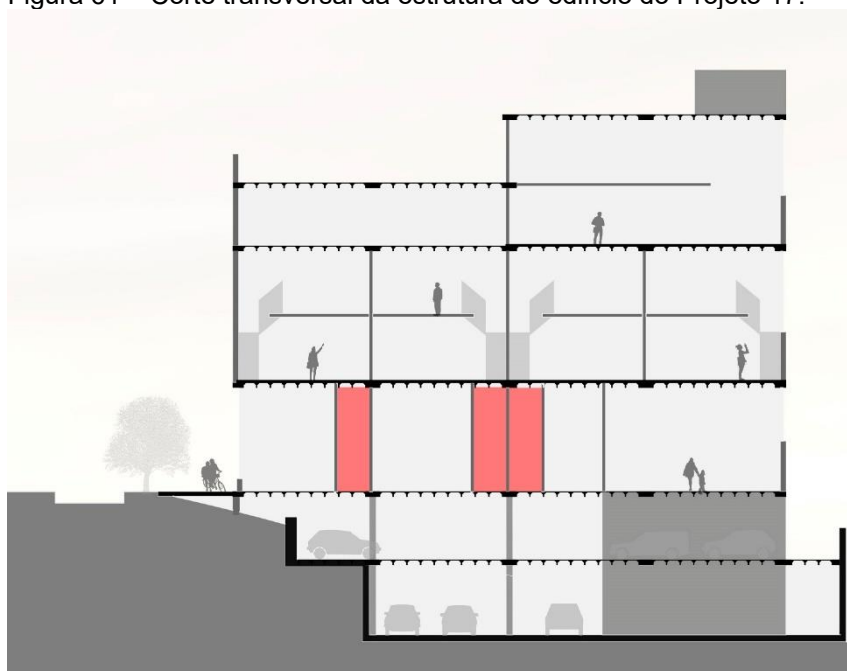
Como visto, cada exercício possuía seu grau de restrições, que poderiam induzir determinadas tecnologias construtivas. De um modo geral, observou-se que os projetos de edifícios verticais induziram principalmente para a utilização de estruturas de concreto armado. Em proporção notavelmente inferior, alguns projetos foram desenvolvidos com estruturas de aço ou alvenaria estrutural. A Tabela 18 apresenta a proporção de tecnologias predominantes dentre todos os projetos de edificações (isto é, exceto na disciplina Projeto Modelagem de Mobiliário). Os únicos projetos que contiveram outras experimentações, ainda que poucas, foram os de residências unifamiliares, evidenciando que projetos de menor porte (dois pavimentos, talvez três no máximo), como é o caso de uma casa unifamiliar.

Tabela 18 – Proporção de projetos de edificações segundo a utilização de tecnologias predominantes

Tecnologia predominante	Proporção
Estruturas de concreto armado	51%
Estruturas de alvenaria estrutural	20%
Estruturas de aço	17%
Estruturas de madeira	6%
Contêiner	3%
<i>Dry-wall</i>	3%

Resumir estruturas de concreto armado ou de aço como uma única tecnologia é uma simplificação equivocada, visto que podem existir diversas variações. Exemplo disso pode ser verificado nos projetos dos edifícios verticais. Por exemplo, o Projeto 17 (FIGURA 61) propõe lajes nervuradas, permitindo maiores vãos, além de lajes maciças mais finas no piso do segundo pavimento das unidades de dois pavimentos, demonstrando certo nível de conhecimento, versatilidade e criatividade na utilização da tecnologia construtiva, apesar de os modos de construir, que são diferentes, não terem sido objeto de discussão.

Figura 61 – Corte transversal da estrutura do edifício do Projeto 17.

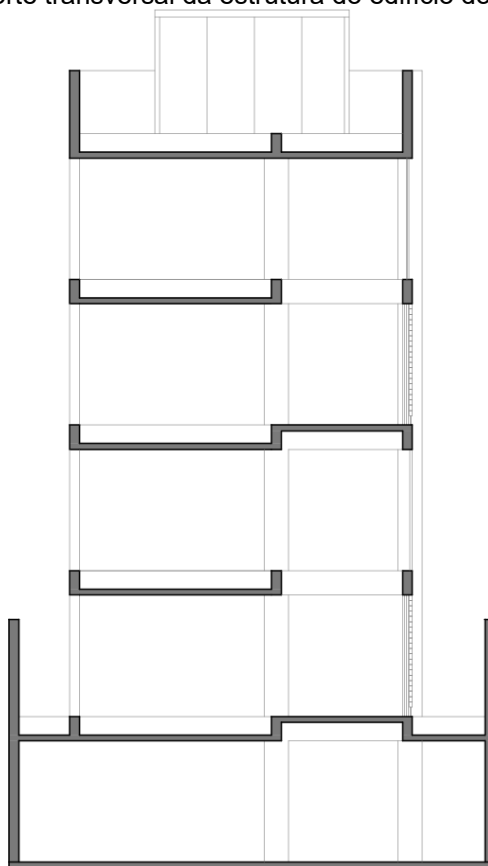


Fonte: versão final do Projeto 17, elaborado pelos Estudantes 26, 27 e 28.

No Projeto 12 (FIGURA 62) é proposta a construção de lajes maciças, vigas e pilares de concreto armado, mas com a utilização de algumas vigas invertidas favorecendo a construção de pisos elevados e permitindo que as instalações prediais sejam dispostas nessa região do piso, ao invés de serem no entre-forro do pavimento inferior, demonstrando também conhecimento sobre as possibilidades de utilização da tecnologia construtiva, embora também não tenham sido discutidas as maneiras de construir.



Figura 62 – Corte transversal da estrutura do edifício do Projeto 12.

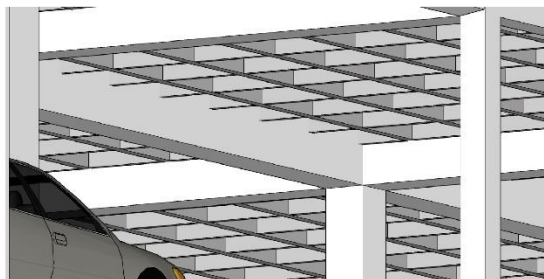
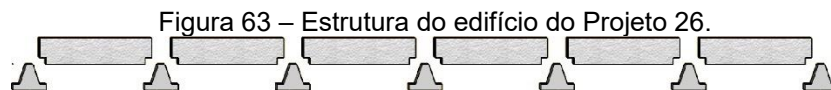


Fonte: versão final do Projeto 12, elaborado pelo Estudante 13.

Tais características da disposição dos elementos de concreto armado (também verificado em outros projetos) permitiram a potencialização do grau de flexibilidade de usos dos espaços propostos, uma das características que contribuíram significativamente para a avaliação dos projetos como altamente criativos. Em outros termos, a criatividade foi derivada do conhecimento das capacidades dos elementos utilizados, mesmo que em termos do objeto final e sem tratar das implicações construtivas derivadas.

Já no Projeto 26 (FIGURA 63) foi utilizada a estrutura de concreto em lajes pré-fabricadas com EPS (Poliestireno Expandido, conhecido popularmente como isopor). Nesse caso, a proposta veio associada ao discurso da não necessidade de utilização de fôrmas ou escoras para a laje, simplificando o processo construtivo em relação a outras alternativas de uso do concreto armado. Possivelmente devido ao fato de tratar de maneira mais simplificada sobre a amplificação das capacidades de uso dos espaços, esse projeto não foi avaliado como tão criativo quanto os outros dois mencionados acima. Contudo, é importante reconhecer que a organização dos

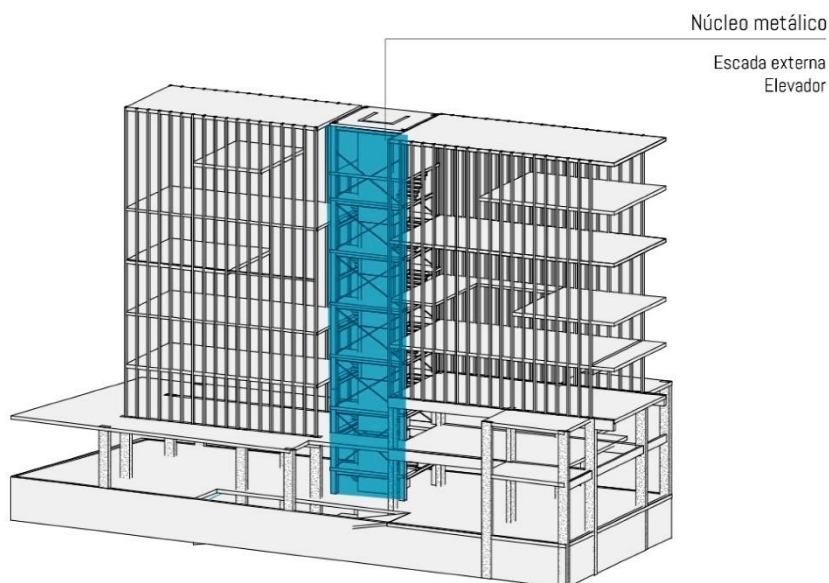
elementos em função de seu nível de dificuldade e complexidade construtiva é também uma manifestação criativa.



Fonte: versão final do Projeto 26, elaborado pelo Estudante 47.

De maneira semelhante, na utilização de estruturas de aço também foi possível verificar variações e manifestações criativas. No Projeto 16, por exemplo, foi proposta a utilização de pilares de aço de seção transversal reduzida e com afastamentos entre eles variando entre 60 cm e 70 cm (FIGURA 64). No espaço entre eles, foram dispostas esquadrias entre piso e viga, que também funcionariam como orientadores para a disposição de eventuais paredes internas futuras. Tal solução foi desenvolvida a partir de sugestão do professor para estudar o edifício projetado pelos arquitetos Sérgio de Souza Lima e Mayumi Watanabe de Souza Lima para funcionários da Universidade de Brasília – UNB (FIGURA 65).

Figura 64 – Perspectiva das estruturas do projeto do Grupo 07.



Fonte: versão final do Projeto 16, elaborado pelo Estudantes 23, 24 e 25.

Figura 65 – Edifício projetado por Mayumi Watanabe de Souza Lima e Sérgio de Souza Lima para funcionários da Universidade de Brasília – UNB.



Fonte: foto disponível na internet em < <https://bit.ly/2x4Ti2U> >, acessado em 19 mar. 2018.

O resultado foi um edifício com aparência significativamente semelhante à da referência. No entanto, aspectos de pré-dimensionamento e de construção não foram verificados. O dimensionamento dos pilares da própria referência possui pilares com seção transversal retangular, e não quadrada, devido ao índice de esbeltez e a possíveis flambagens. O projeto dos estudantes também não considera a existência

de vigas de apoio para os pisos, como se esses fossem apoiados diretamente sobre os pilares, mas sem explicações sobre isso. Ou seja, embora a solução seja pouco usual e tida como criativa, a verificação das implicações disso (o raciocínio construtivo) foi apenas superficial.

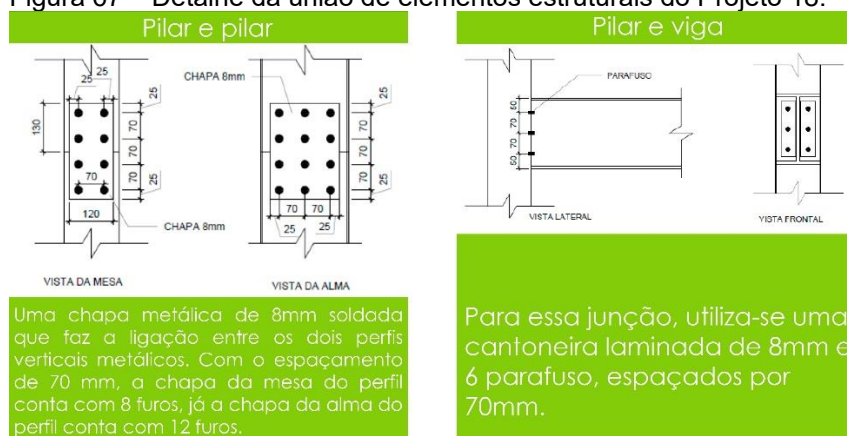
No Projeto 18 (FIGURA 66) é proposta a utilização de estrutura metálica associada a vedações em alvenaria com uma organização espacial mais próxima do que é tipicamente construído em concreto armado para residências com pequenos vãos (aproximadamente três a quatro metros de comprimento apoiadas em pilares nas extremidades). Nota-se que princípios de otimização da utilização das estruturas de aço não foram consideradas (dimensões múltiplas das fabricadas, geralmente 6 m), embora tenha havido a preocupação na compreensão dos detalhes de encontros dos elementos, como pilares e vigas (FIGURA 67).

Figura 66 – Perspectiva do Projeto 18.



Fonte: versão final do Projeto 18, elaborado pelo Estudante 38.

Figura 67 – Detalhe da união de elementos estruturais do Projeto 18.



Fonte: versão final do Projeto 18, elaborado pelo Estudante 38.

No Projeto 42 (FIGURA 68), que não é de um edifício vertical, é proposta a utilização da estrutura de aço baseada em dimensões múltiplas de 6 m, além de trechos em balanço e uma região com uma grelha destinada para um jardim suspenso. Toda a estrutura, assim como outros elementos importantes do projeto (principalmente vedações e cobertura) foi amplamente detalhada por meio de desenhos 3D dos elementos (FIGURA 69), além de fotos dos processos construtivos envolvidos.

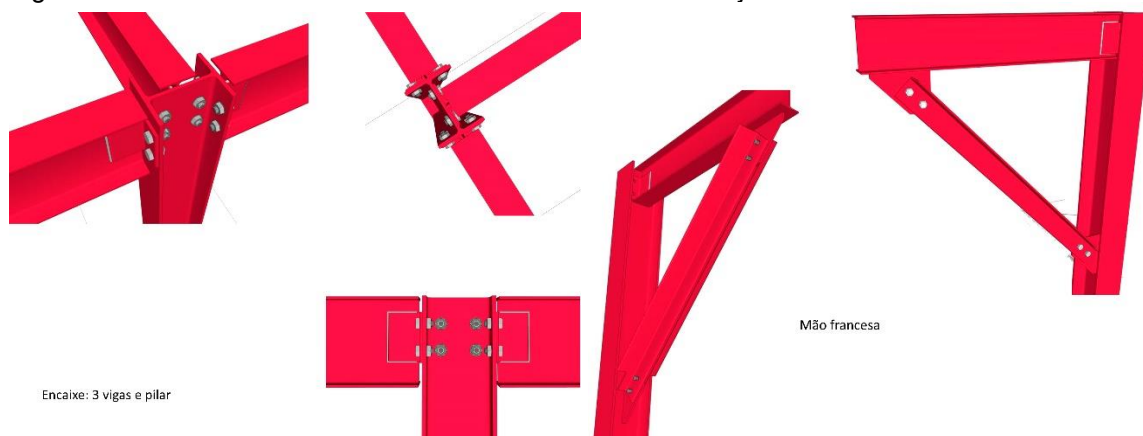
Figura 68 – Vista geral da estrutura do Projeto 42.



Fonte: versão final do Projeto 42, elaborado pelo Estudante 95.



Figura 69 – Detalhe da união de elementos estruturais do Projeto 42.



Fonte: versão final do Projeto 42, elaborado pelo Estudante 95.

Já nos projetos de edificações de pequeno porte (dois a três pavimentos, no máximo), a variação no uso de tecnologias construtivas é mais notável. Por exemplo, o Projeto 10 (FIGURA 70) é desenvolvido a partir de três contêineres dispostos lado a lado, embora maiores considerações sobre os ajustes para a inserção de portas, janelas e a cobertura central não tenham sido realizadas.

Figura 70 – Vista geral do Projeto 10.



Fonte: versão final do Projeto 10, elaborado pelo Estudante 11.

O Projeto 11 (FIGURA 71) é uma casa que combina duas tecnologias construtivas. O núcleo molhado e de caráter mais permanente (instalação sanitária, cozinha e área de serviço) é de alvenaria estrutural de blocos de solo-cimento e as demais regiões, mais flexíveis a ajustes e adaptações, são de madeira. Partindo do pressuposto de que o projeto seria destinado a processos de autoconstrução (ou algo nesse sentido), foi desenvolvido uma espécie de manual de construção com a descrição de todas as

principais etapas construtivas com significativo nível de detalhe de representação gráfica e de informações (FIGURA 72).

Figura 71 – Vista geral do Projeto 11.



Fonte: versão final do Projeto 11, elaborado pelo Estudante 10.

Figura 72 – Parte do manual de construção do Projeto 11.

### CONSTRUÇÃO ETAPAS

1. LIMPEZA E MARCAÇÃO DO TERRENO
2. FUNDAÇÃO
3. BLOCO DE ALVENARIA
  - ASSENTAMENTO TUILOS
  - LAJE
  - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
4. BLOCO DE MADEIRA
  - PILARES
  - VICAS
  - BARROTEAMENTO
  - ESTRUTURA DO TELHADO
  - TELHAS
  - VEDAÇÕES
  - PISOS
5. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
6. ESCADAS

### PASSO A PASSO ASSENTAMENTO DA PRIMEIRA FIADA

1. INICIALMENTE, DEVE-SE COLOCAR OS TUILOS SOBRE A FUNDAÇÃO SEM O USO DE NENHUMA ARGAMASSA, PARA AJUSTAR A POSIÇÃO DOS TUILOS E SEU FINCADE. PRIMEIRO COLOCAM-SE OS TUILOS NOS CANTOS, DEPOIS É FIXADA UMA LINHA NAS ESQUINAS E VAI-SE COLOCANDO OS TUILOS ALINHADOS COM O AUXÍLIO DA RÉGUA E SEGUIDO A LINHA. APÓS OS TUILOS ESTAREM CORRETAMENTE POSICIONADOS, PODE-SE INICIAR O ASSENTAMENTO, COMEÇANDO PELOS CANTOS, UTILIZANDO MASSA DE CIMENTO E AREIA (1:3), COM IMPERMEABILIZANTE VEDACIT.

2. NESTA ETAPA, SERÃO FIXADOS OS FERROS QUE FORMARÃO COLUNAS NAS PAREDES. DEVERÃO SER FEITOS FUROS UTILIZANDO-SE BROCAS, COM ESPESURA EQUIVALENTE À DOS FERROS (8 mm). A FIXAÇÃO DOS FERROS NA FUNDAÇÃO É FEITA COM USO DE ADESIVO EPOXI QUE É PASSADO NA PONTA DO FERRO E ESTE É ENFIADO NO FURO. OS FERROS DEVEM ESTAR CORTADOS A UMA ALTURA DE 1,70m PARA FACILITAR A OBRA.

3. A PARTIR DA SEGUNDA FIADA, O ASSENTAMENTO DOS TUILOS PODE SER FEITO SEM ARGAMASSA, UTILIZANDO-SE UMA COLA BRANCA (PVA). UMA DAS TÉCNICAS É ASSENTAR NOS CANTOS 5 FIADAS E, A PARTIR DISSO, COLOCA-SE OS TUILOS SOBRE A PRIMEIRA FIADA.

FONTE: CATEDRA TUILO ECOLÓGICO-ECO PRODUÇÃO

### CONSTRUÇÃO FUNDAÇÃO

**SAPATA ISOLADA:** AS SAPATAS SOLICITAM SERÃO UTILIZADAS SEMPRE QUE HOUVER UM PILAR SENDO COLOCADA À UMA ALTURA DE 30 CM ACIMA DO SOLO, ENVIANDO QUE O PLAR DE MADEIRA ENTRA EM CONTAPO DIRETO COM O SOLO.

DIMENSÕES SAPATA ISOLADA

### PASSO A PASSO SAPATA ISOLADA

1. ESCAVAR A ÁREA QUE RECEBERÁ A SAPATA, CORRIDA, AO REDOR DE TODA A ÁREA QUE RECEBERÁ AS PAREDES E CONCRETAR O SOLO.
2. COLOCAR UMA CAMADA DE 10 CM DE BRIA NO FUNDO DA VALA, SOCORRIDA ÀTE QUE PENETRE NA TELA.
3. COLOCAR A FORMA DA BASE DA SAPATA.
4. INSERIR A ARMADURA DO FUNDO.
5. LOCALIZAR O EIXO DO PILAR E COLOCAR A ARMADURA NAS LATERAIS DA SAPATA.
6. CONCRETAR EM DA SAPATA, A BASE ENDE SER SEM NENHUMA TELA NA ALTURA A ENTREDA DO PILAR.
7. COLOCAR A FORMA DA PARTE SUPERIOR DA SAPATA E CONCRETAR EM.
8. RETIRAR A FORMA E REVERTER O SOLO.

PLANTA DISTÂNCIAS SAPATA ISOLADA

Fonte: versão final do Projeto 11, elaborado pelo Estudante 10.

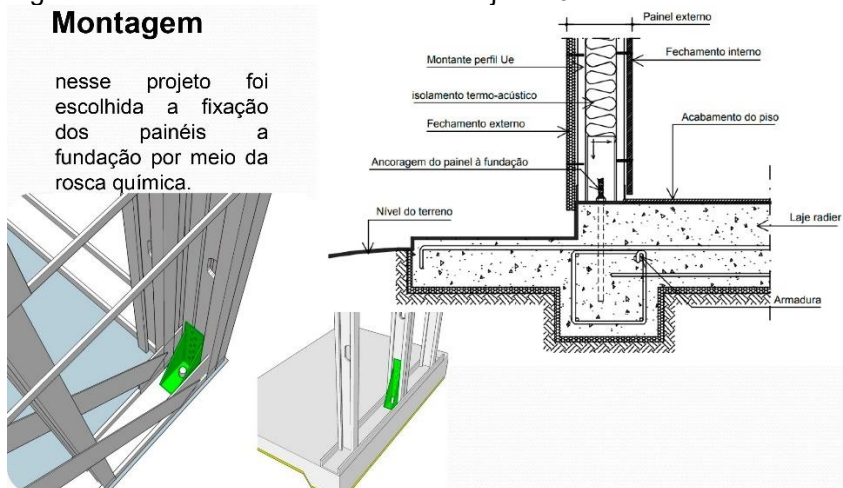
Já no Projeto 20 (FIGURA 73) é proposta a construção de três residências unifamiliares no terreno utilizando o sistema *light steel framing* (ou estruturas leves de aço). Embora o projeto tenha apresentado poucas variações em relação ao que é convencionalmente construído com esse sistema construtivo, houve uma tentativa de compreendê-lo, o que foi expresso pela representação tridimensional de vários elementos pormenorizados e pela caracterização das principais etapas construtivas (FIGURA 74). Como consequência, todo o dimensionamento dos ambientes do projeto foi feito em função dos componentes construtivos do sistema.

Figura 73 – Vista geral do Projeto 20.



Fonte: versão final do Projeto 20, elaborado pelo Estudante 40.

Figura 74 – Detalhes construtivos do Projeto 20.



Fonte: versão final do Projeto 20, elaborado pelo Estudante 40.



Um aspecto que merece destaque na consulta a manuais de construção é que, de uma maneira geral, os conhecimentos foram aplicados diretamente nos projetos, sem variações, como se os métodos descritos fossem regras e procedimentos fechados. Isso também evidencia a questão tratada sobre os conhecimentos prévios, visto que em muitos casos esses manuais corresponderam aos primeiros contatos do estudante com determinadas técnicas e tecnologias, de modo que acaba sendo pouco provável a elaboração de variações ou misturas entre métodos nesse momento – nesse sentido, manifestações criativas.

Enquanto em alguns projetos ocorreram tentativas de explorar variações formais que os elementos construtivos oferecem – mesmo que em linhas gerais ou tratando apenas das formas finalizadas e sem considerar os processos construtivos –, em outros as soluções tenderam a ser mais pragmáticas – no sentido tratado por Broadbent (1976) –, de modo que o projeto se limitou à utilização de soluções típicas e difundidas em seus contextos socioculturais, além de não haver uma busca por variações que os sistemas e tecnologias poderiam oferecer. Por exemplo, no Projeto 22 (FIGURA 75) – e outros projetos também – foi utilizado o sistema de estruturas de concreto armado com pilares, vigas e lajes maciças com vãos entre 3 e 5 metros, uma solução largamente conhecida no Brasil. Nesses casos, houve a solução de apenas três pavimentos: o de acesso e garagem, o pavimento tipo e o de cobertura e caixa d'água.

Figura 75 – Vista geral do Projeto 22.



Fonte: versão final do Projeto 20, elaborado pelo Estudante 42.

Como exemplo da influência das práticas didáticas, o Projeto 40 (FIGURA 76) foi desenvolvido de maneira mais pragmática e linear. Baseando-se na sequência de temas de discussão (Projeto e Raciocínio Construtivo II), o projeto foi desenvolvido praticamente em etapas bem definidas: terreno e implantação, estruturas, fechamentos, cobertura e, por fim, janelas e portas. Cada etapa era concluída visando resolver problemas específicos, sendo que nas etapas seguintes os temas anteriores não eram retomados. Além disso, foi adotada uma postura mais pragmática – evidenciada inclusive no discurso – para resolver os problemas do exercício principalmente em termos construtivos, mas sem maiores experimentações formais. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento e o resultado final expressaram o esforço e a busca pela compreensão dos processos construtivos envolvidos – que demonstraram muitas vezes serem desconhecidos pelo estudante, que estava no segundo ano de curso –, mesmo que envolvesse soluções largamente difundidas na construção civil brasileira.

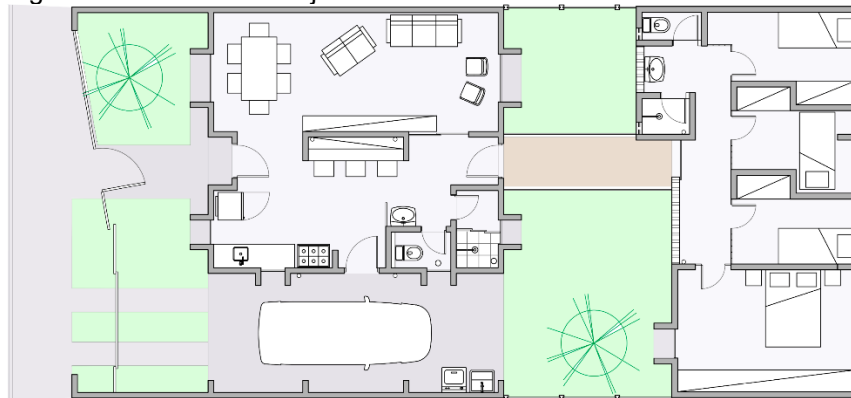
Figura 76 – Vista geral do Projeto 40.



Fonte: versão final do Projeto 40, elaborado pelo Estudante 93.

A busca por construções com menores custos direcionou alguns projetos para a utilização de alvenaria estrutural. Assim como para outras tecnologias construtivas, isso ocorreu de maneira variada. No Projeto 05 (FIGURA 77) foi buscado o enrijecimento da forma por meio de “dobras” na alvenaria, diminuindo-se o consumo de materiais para enrijecimento (concreto, graute e vergalhões de aço). Já no Projeto 05 (FIGURA 78) foi utilizada a alvenaria estrutural apenas nas paredes externas, oferecendo inclusive uma região com pé-direito duplo que poderia ser utilizada para ampliar a residência futuramente por meio da construção do piso nessa região. No Projeto 28 (FIGURA 79), a alvenaria estrutural é utilizada nas paredes externas e em algumas internas, sendo que nas demais internas foi proposta a utilização de alvenarias de vedação, de supressão mais simples, oferecendo certo grau de flexibilização para alterações futuras. Nesses projetos, foi comum a apresentação de alguns detalhes do processo e da técnica de construção, como sequências, tipos de blocos e orientações gerais, como no dimensionamento dos ambientes e das aberturas de portas e janelas para evitar cortes e perdas, aumentando-se a eficiência da tecnologia construtiva.

Figura 77 – Planta do Projeto 05.

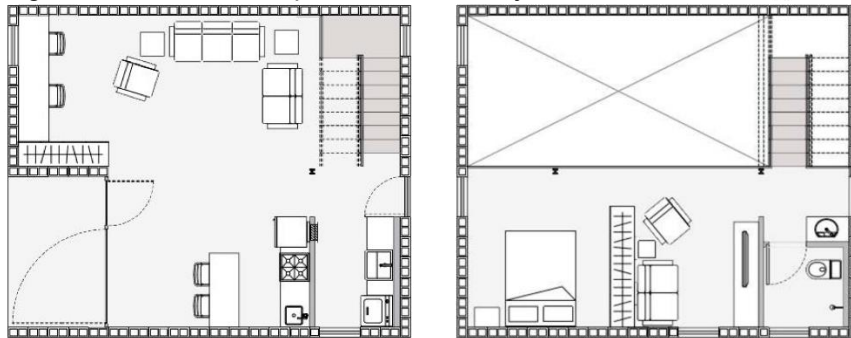


AMPLIAÇÃO - PLANTA DE LAYOUT

0 1 5 10 METROS

Fonte: versão final do Projeto 05, elaborado pelo Estudante 06.

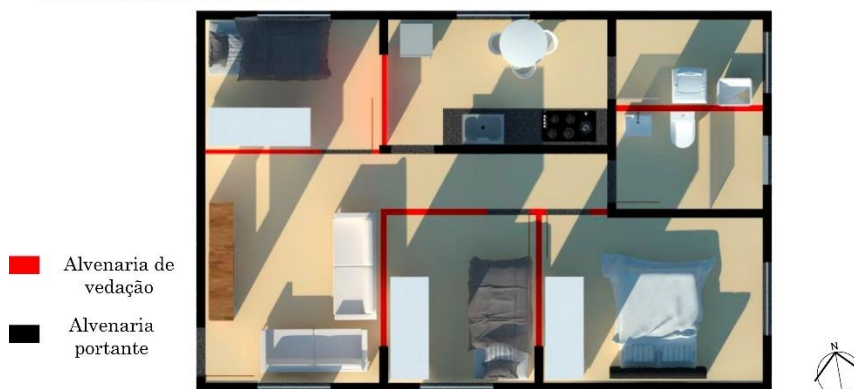
Figura 78 – Plantas dos pavimentos do Projeto 04.



Fonte: versão final do Projeto 04, elaborado pelo Estudante 05.

Figura 79 – Planta do pavimento-tipo do Projeto 28.

**Possibilidades de layout.**



Opção 4

Fonte: versão final do Projeto 28, elaborado pelo Estudante 49.

Já na disciplina 4 (Projeto Modelagem de Mobiliário), a única que envolveu a construção de fato, a premissa de construção do objeto induziu a utilização de madeira nos projetos devido às técnicas e tecnologias relacionadas ao seu uso, que envolvem

materiais relativamente baratos e ferramentas e técnicas relativamente simples e pouco perigosas (como o uso de martelos, furadeiras, serras e lixas). A título de comparação, a utilização de aço, que envolve lógicas construtivas análogas ou semelhantes à madeira (ambas são ligadas a construções tectônicas, ao invés de estereotômicas, e são resistentes à tração), demandaria materiais mais caros (perfis de aço), ferramentas e equipamentos que exigem treinamento (máquinas de solda, embora também pudesse utilizar parafusos), além de serem relativamente mais perigosos (muitas vezes envolvendo máquinas com maior tensão e potência elétrica). Mesmo assim, 02 entre os 08 objetos desenvolvidos não foram de madeira: uma luminária de concreto e um apoio de braço para carteira escolar com tubos de PVC.

O Projeto 35 merece destaque em toda a discussão porque foi o único projeto totalmente desenvolvido a partir de experimentações reais, sendo sua abordagem a que mais se aproxima da pragmática tratada por Broadbent (1976), no sentido de buscar resolver o problema a partir dos recursos e técnicas disponíveis. Somente após várias experimentações e um caminho encontrado é que o modelo virtual foi realizado, que fornecia maior precisão nas dimensões e detalhamento do processo construtivo (FIGURA 80).

Figura 80 –Projeto 35.

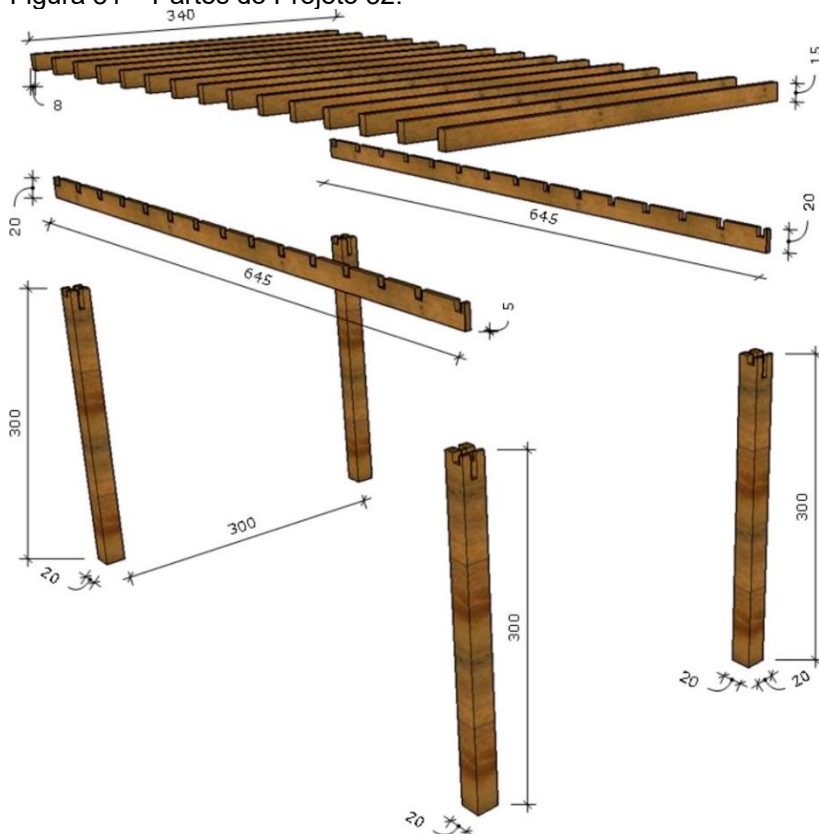


Fonte: versão final do Projeto 32, elaborado pelo Estudantes 78, 79, 80, 81 e 82.

Já os outros seis objetos desenvolvidos fundamentalmente de madeira foram: uma poltrona com o uso de *pallets*, uma cadeira de madeira e cordas, uma estrutura de pergolado (em escala reduzida), uma banqueta/mesa, uma estante e um sofá-cama. Na maioria das situações, a construção envolveu corte das peças nos tamanhos desejados e uniões por meio de parafusos, pregos e cola. Porém, alguns casos se

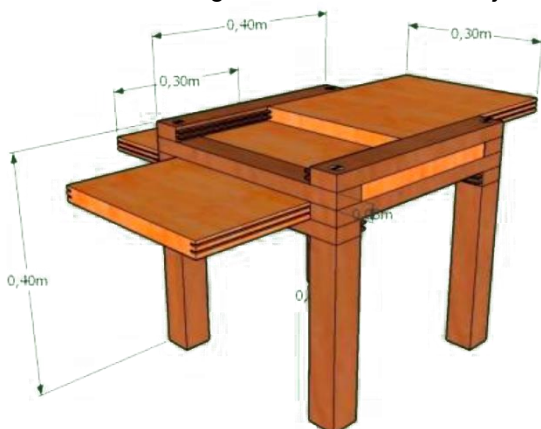
destacam por envolverem variações que, apesar de serem inspiradas em outros objetos existentes, são exemplos de manifestações criativas para a solução do problema, a criação do objeto. Por exemplo, o Projeto 32 (FIGURA 81), uma estrutura em pergolado, foi elaborado para ser construído apenas com encaixes e o Projeto 33 (FIGURA 82) com apenas quatro parafusos, sendo que todas as demais peças eram encaixadas e deslizantes.

Figura 81 – Partes do Projeto 32.



Fonte: versão final do Projeto 32, elaborado pelo Estudantes 64, 65, 66, 67 e 68.

Figura 82 – Partes do Projeto 33.



Fonte: versão final do Projeto 33, elaborado pelo Estudantes 69, 70, 71 e 72.

Todos esses exemplos evidenciam que, mesmo que as restrições dos exercícios induzam de alguma maneira a utilização de determinadas tecnologias construtivas, a análise crítica combinada à compreensão do problema com o conhecimento das possibilidades de uso das técnicas e tecnologias permitiram variações. Nesse sentido, pode-se afirmar que um mesmo material predominante (como o concreto, o aço ou a madeira) não são expressões de uma mesma tecnologia construtiva, mas sim várias (por exemplo, concreto armado para lajes maciças, estrutura de madeira encaixada, e assim por diante), o que permite conjecturar que as premissas, restrições e liberdades dos exercícios não direcionaram soluções. Em cada caso foram desenvolvidos arranjos, análises e raciocínios específicos, resultado de experimentações e análises críticas dentro do universo de possibilidades e conhecimentos de cada estudante – ou grupo. Nesse sentido, todos esses exemplos são tratados aqui como manifestações criativas derivadas diretamente do conhecimento ou do raciocínio construtivo.

### **6.3.3 Modelagem virtual e modelagem física**

Ainda analisando as influências das premissas dos exercícios, é importante salientar as ferramentas de projeção e representação tridimensional, com destaque às de modelagem virtual e de modelagem física (maquetes e protótipos).

Para o Projeto 32, que construiu o pergolado de madeira (rever Figura 81 na página 264), embora a ideia fosse construir em escala real, questões de custos, escala do objeto, ferramentas e técnicas necessárias fizeram com que ele fosse desenvolvido em escala reduzida, uma maquete que, para conter mais detalhes, foi confeccionada na escala 1/10. De uma maneira geral, a maquete representava todos os elementos propostos. Aspectos de construção ficaram distorcidos, como sobre a maneira de cortar e deslocar as peças. Enquanto na maquete, as peças eram cortadas com pequenas serras ou estiletes, na realidade elas deveriam ser cortadas com serras maiores. No mesmo raciocínio, enquanto na maquete as peças eram deslocadas e dispostas com as mãos, na realidade elas precisariam de outras técnicas, seja pelo esforço físico ou por equipamentos. Dessa maneira, enquanto para os demais grupos a construção fez parte do processo criativo do objeto, para esse a construção teve caráter mais representativo de uma ideia preestabelecida.

As limitações das ferramentas e recursos de apoio à realização dos projetos foram observadas em todos os projetos. Por exemplo, das disciplinas 1 (Projetos Casa Econômica) e 2 (Edifício de Apartamentos), foi estipulado que os projetos deveriam ser desenvolvidos e representados constantemente por meio de maquetes processuais. A ideia era que poderiam auxiliar o processo criativo, principalmente sobre questões que a representação gráfica em desenhos ou modelos computacionais não permitiam, como sobre estabilidade estrutural e eventuais mecanismos para deslocamento de elementos (deslizamento, rotação etc.). No entanto, quando perguntados sobre o nível de influência das maquetes sobre o projeto, a maioria dos estudantes respondeu que as maquetes foram representativas, como exemplificado abaixo:

“No caso do nosso projeto acho que a maquete eletrônica, por ter sido desenvolvida primeiro teve mais o papel de auxiliar algumas questões do projeto” (Estudante 28).

“A maquete foi a representação de algo já definido que havia sido compreendido e montado a partir de um modelo 3D (modelo de *Sketchup*)” (Estudante 19).

“Para mim a maquete física foi mais uma representação de algo já definido. Mas a maquete eletrônica (modelo 3D) foi fundamental para entender e desenvolver melhor o projeto” (Estudante 03).

“Acho que no caso do meu grupo foi a representação de algo definido (a estrutura) que auxiliou no desenvolvimento das possibilidades dessa estrutura e das etapas seguintes (infraestrutura predial, possíveis divisões das unidades etc.)” (Estudante 27).

Em contrapartida, para outros estudantes (em menor quantidade), a maquete auxiliou em aspectos específicos, como exemplificado abaixo:

“O encaixe entre vigas e pilares e o pilar e a vedação vieram por meio da maquete” (Estudante 08).

“A maquete inicial permitiu uma compreensão melhor do projeto, o que, no caso do meu grupo, resultou em uma definição mais detalhada e menos generalizada da localização de infraestrutura” (Estudante 20).

Isso não significa que as maquetes processuais não possuam potencial para favorecer o processo criativo e o esclarecimento sobre os aspectos construtivos. O que se observou, no entanto, é a abordagem em suas confecções. Primeiramente, elas parecem ser desenvolvidas sempre – ou quase sempre – como uma obrigação, uma formalidade exigida. Não são representações espontâneas, algo resultante da evolução e do amadurecimento da ideia. Assim, elas tendem a surgir como representação de ideias já desenvolvidas. Outra questão se relaciona aos princípios



de confecção da maquete, no sentido de compreensão sobre o que a maquete está simulando. Por exemplo, elementos estruturais como vigas e pilares podem permitir deslocamentos ou serem rígidos (em termos de análise estrutural), o que influencia diretamente a estabilidade da estrutura. Para construir uma maquete que permita algum nível de liberdade estrutural, algumas partes não poderiam ser fixadas e deveriam ser simplesmente apoiadas, enquanto outras deveriam ser engastadas, fixadas de alguma maneira (cola, pregos etc.). Porém, esse tipo de abordagem sobre as maquetes não é realizado e elas acabam tendo basicamente a mesma finalidade dos modelos computacionais, que é de representação volumétrica e espacial. No caso de exposições, como feito na disciplina 02 (Projeto Edifício de Apartamentos), potencializam o caráter representativo facilitando a leitura dos projetos pelos expectadores, além de serem, por si só, elementos atrativos de atenção.

Ainda sobre as limitações das ferramentas e instrumentos de apoio ao projeto, cabe destacar a utilização de *softwares BIM – Building Information Modeling*, ou Modelagem de Informações da Construção. Um primeiro ponto é que esse tipo de ferramenta é ainda pouco explorado pelos estudantes, mesmo as ferramentas existindo há vários anos e disponíveis em versões educacionais<sup>100</sup>. No curso AU-IFMG/V, apenas o Estudante 42 utilizou um *software BIM*, o *Revit Architecture*. Os demais estudantes da disciplina, quando perguntados sobre esses *softwares*, informaram que nunca haviam testado nenhum, inclusive os que estavam no quarto ou quinto ano de curso. O Estudante 42 informou que a disciplina era sua primeira tentativa de desenvolver um projeto no *Revit Architecture*, o que ficou notável na maneira de utilização do mesmo e no material gráfico produzido. De manipulação e operacionalidade mais complexa que outros *softwares*, como o *Sketchup*, o *Revit* foi utilizado por ele como uma ferramenta de desenho tridimensional, ao invés de modelagem de fato, sem a utilização dos recursos de informação da construção, como parametrização, custos, associação com listas de quantitativos etc. Até mesmo os recursos de representação tridimensional eram pouco explorados, evidenciando que a maneira de pensar no *Revit* ainda era a mesma utilizada para desenhar em 2D, pavimento sobre pavimento. Após a representação das plantas dos pavimentos – assim como feito no *AutoCAD* – os cortes eram gerados, mas sem muitos critérios de

---

<sup>100</sup> Por exemplo, o *Revit Architecture* disponibiliza há mais 10 anos a versão educacional, disponível em <https://www.autodesk.com/education/free-software/revit> (acesso em 15 abr. 2019). Já a versão educacional do *ArchiCAD* é disponibilizada em <https://www.graphisoft.com/community/education/students/> (acesso em 15 abr. 2019).

localização. Para a inserção de elementos como portas, janelas, vasos e outros elementos de construção, eram utilizados os disponíveis na biblioteca do *software*. Como a criação ou edição desses objetos da biblioteca (chamados de “famílias”) exige que o usuário seja mais do que um principiante, o projeto ficou limitado ao que a biblioteca dispunha, que é baseado em padrões norte-americanos. Além disso, a representação gráfica resultante tinha muitos conflitos construtivos, muitos em função do nível de domínio sobre o *software*. Por exemplo, paredes eram meramente paredes, sem maiores preocupações de seus materiais componentes e dimensões, mesmo com a ferramenta oferecendo funções e comandos para isso; os pilares, embora de concreto no projeto, acabaram sendo representados juntamente com as paredes, sem nenhum tipo de divisão ou diferenciação representativa, como hachuras; os encontros entre lajes, vigas, pilares e paredes eram misturados, com alguns elementos dentro de outros. Além disso, muito tempo acabou sendo dedicado para o aprendizado da ferramenta, diminuindo-se o tempo para pensar sobre o projeto efetivamente. Essas e outras evidências apontam, assim, que a ferramenta favoreceu pouco para o aprofundamento do raciocínio construtivo, de modo que, se o projeto fosse desenvolvido em outra ferramenta melhor dominada pelo estudante, acreditasse-se que a abordagem poderia ser mais aprofundada e o resultado qualitativo do projeto seria melhor. Em contrapartida, é importante ressaltar e até mesmo enaltecer do ponto de vista pedagógico a iniciativa do estudante em experimentar uma nova ferramenta de projeto que, caso continue sendo estudada e treinada, permitirá a utilização de recursos mais avançados futuramente, aumentando-se a possibilidade de auxílio no raciocínio construtivo e do projeto como um todo.

Além do Estudante 42, dentre os 96 estudantes, apenas outros três desenvolveram seus projetos com uma ferramenta *BIM*, que foram os Estudantes 07 (*Revit Architecture*), o Estudante 09 (*ArchiCAD*) e o Estudante 36 (*Revit Architecture*)<sup>101</sup>. Os Estudantes 07 e 09 informaram que começaram a treinar nos respectivos *softwares* há cerca de um ano e, por isso, demonstraram maior conhecimento em relação ao Estudante 42 ou ao Estudante 07. No entanto, o maior domínio permaneceu restrito à representação, com a diferença que continha menos conflitos, situações comprovadas pelos próprios estudantes quando perguntados sobre isso. Em nenhum desses casos

---

<sup>101</sup> Embora o Estudante 36 tivesse em um grupo, composto pelos Estudantes 33 a 37, as apresentações e o discurso dos membros do grupo apontavam que o Estudante 36 é que utilizara o *software BIM*. Tal hipótese foi confirmada em conversas com o estudante.

os estudantes utilizaram recursos para levantamentos quantitativos e orçamentos, mesmo o fator custo sendo uma das principais premissas nos dois exercícios. Outros recursos, como representação de fases de construção, também não foram utilizados. Isso reforça a ideia de que as ferramentas *BIM* tendem a ser utilizadas primeiramente da mesma maneira que as outras duas principais, o *AutoCAD* e o *Sketchup*. Apesar de haver uma migração de ferramenta, a maneira de pensar, organizar e raciocinar sobre o projeto permanece basicamente a mesma. Embora qualquer conclusão sobre os motivos disso seja leviana por falta de análises profundas e sistemáticas sobre isso, é possível apontar que resultam do pouco conhecimento técnico sobre as ferramentas que, por sua vez, derivam de fatores como: falta de treinamento especializado na ferramenta; poucas pessoas utilizando e discutindo a respeito; poucos escritórios utilizando e exigindo esse tipo de conhecimento<sup>102</sup>; falta de motivação ou de reconhecimento das vantagens sobre esse tipo de conhecimento, que poderiam ser estimulados em exercícios, disciplinas optativas etc. Nesse contexto, vários estudantes relataram que preferiram realizar vários desenhos à mão (principalmente croquis), como os de detalhamentos.

Um aspecto que merece destaque da modelagem computacional em relação aos desenhos 2D, em especial os realizados em computador, é sobre o modo de organização do desenho, que sugere ser um reflexo do modo de pensar sobre o projeto. Enquanto em vários desenhos 2D os arquivos eletrônicos eram organizados de acordo com características de desenho (espessuras e tipos de linha e elementos de anotação, como textos, símbolos e cotas), nos modelos virtuais essa organização é sempre segundo categorias ou tipos de componentes construtivos (paredes, portas, janelas, escadas, pilares etc.). Na organização baseada no desenho o foco é o espaço resultante a ser ocupado, os contornos dos ambientes projetados. Na outra, o foco são os elementos construtivos, por mais que eles não sejam representados pormenorizadamente, o que é um passo em direção ao raciocínio de processos construtivos, começando-se por sequências e etapas que, por sua vez, podem alimentar análises mais profundas, como sobre equipamentos, logística, técnicas e tecnologias envolvidas etc.

---

<sup>102</sup> Ruschel *et al.* (2013) apresentam o estágio de difusão de *softwares BIM* no Brasil e compara com situações em diferentes países, demonstrando que o paradigma vem sendo implantado de modo gradual e pouco efetivo nos cursos de arquitetura e engenharia brasileiros. Contudo, outras ações podem incrementar essa difusão, como o Decreto 9.337 de 17 de maio de 2018, que institui a estratégia nacional de disseminação do *Building Information Modelling* (BRASIL, 2018).

Por fim, a construção de protótipos (modelos físicos sem distorção de escala real e materialidade) demonstra exercitar o raciocínio construtivo de uma maneira completamente diferente das demais. Na construção dos protótipos, verifica-se primeiramente maior responsabilidade e conscientização das decisões de projeto, uma vez que todas elas desencadeariam de alguma maneira na construção, que também seria feita pelos próprios estudantes. Isso inclui nível de dificuldade, técnicas e tecnologias disponíveis, tempo, custos e segurança. Em segundo lugar, a construção de um protótipo permite a verificação de aspectos que muitas vezes não são verificados ou simulados na modelagem virtual ou na construção de modelos físicos distorcidos (em escala e/ou com alteração de propriedades físicas), seja por dificuldade, desconhecimento ou impossibilidade de simulação. Por exemplo, análises de equilíbrio e estabilidade física e aspectos tácitos de construção, como precisão, ergonomia etc. Na construção de todos os protótipos foi constatado que ocorreram ajustes devido a questões que somente foram detectadas quando o objeto surgiu de fato, seja durante o processo construtivo, seja no objeto finalizado. Isso demonstra que a construção de protótipos impõe a necessidade de conhecimento construtivo, mesmo que ele seja adquirido durante o processo de experimentação. Já a modelagem real distorcida (maquetes, modelos análogos etc.) e a virtual não, de maneira que os processos construtivos são apenas abstraídos.

Como exemplo disso, no Projeto 35, que construiu o apoio para braço em carteira escolar (rever Figura 80, página 263), a proposta inicial foi a construção de um modelo em escala reduzida para estudar encaixes, mecanismos e movimentos. No entanto, após algumas tentativas, os estudantes notaram que a escala do modelo provocava muitas distorções, como nos encaixes e resistência do material. A partir disso, foi decidido construir um modelo em escala real. Faltava, assim, a criação dos apoios e suportes, que foram experimentados com tubos e conexões de instalações hidrossanitárias, que poderiam girar, encaixar e deslizar. O Projeto 33, o banco que poderia se transformar em uma mesa de centro (rever Figura 82, página 264), teve a espessura das peças ajustadas após a construção, visto que o objeto resultante do projeto inicial ficou excessivamente frágil. De maneira semelhante, no Projeto 34 (FIGURA 83), a estante projetada precisou de receber mais pés de apoio e diminuição dos vãos das prateleiras em função da instabilidade estrutural verificada somente com a construção do objeto real.

Figura 83 – Modelo virtual e objeto construído final, respectivamente, do Projeto 34.



Fonte: versões intermediária e final, respectivamente do Projeto 34, elaborado pelo Estudantes 73, 74, 75, 76 e 77.

Em suma, constatou-se que a construção de protótipos favoreceu o raciocínio construtivo de maneira notavelmente mais decisiva do que nas modelagens computacionais, com implicações diretas em manifestações criativas. Já as maquetes e a modelagem virtual ainda foram recursos fundamentalmente representativos, de modo que o raciocínio construtivo precisava ser totalmente abstraído com eles.

#### 6.3.4 Abordagens construtivas e o papel do professor

A discussão sobre as práticas didáticas faz com que o papel do professor seja colocado em evidência, principalmente nesse tipo de disciplina que busca estimular os estudantes em termos de autonomia e capacidade de solução de problemas.

Primeiramente, as próprias reflexões e aprimoramentos das disciplinas, como exposto, evidenciam o poder de influência das decisões do professor, como nas ênfases, critérios, dinâmica das aulas etc. Sobretudo, nota-se que a influência do professor para abordagens construtivas ocorre de fato, principalmente porque isso não está incorporado como uma análise natural do processo de projeto, o que pode ser explicado em boa parte pelos argumentos apresentados por Leite (2006), como nos sinais que apontam a diminuição gradativa da importância dada à tecnologia das construções no ensino em arquitetura e pelo *habitus* existente em parcela importante de arquitetos e no próprio campo da construção civil de que isso não é papel do

arquiteto, como se fosse possível desvincular os processos construtivos necessários e envolvidos nas formas projetadas. Assim, quando o professor decide enfatizar isso, ele acaba induzindo – ou até mesmo forçando – abordagens que, caso contrário, muitas vezes ocorreriam apenas superficialmente.

Outro aspecto importante diz respeito ao seu próprio conhecimento sobre construção, no sentido de questionar se ele é necessário ou relevante para que o estudante desenvolva suas próprias abordagens. Afinal, o exercício parte do pressuposto de exercitação da autonomia e reflexão, o que inclui a capacidade de buscar respostas em diversas fontes, e não necessariamente ao professor, que não é um “banco” de informações e conhecimentos “depositáveis” no estudante. Compreende-se que o papel do professor é relevante pelos motivos argumentados a seguir.

Primeiramente, devido às limitações de repertório dos estudantes sobre construção, é constante a necessidade de busca por informações complementares. Embora vários estudantes tenham consultado livros sobre arquitetura, manuais técnicos e outras fontes, os professores corresponderam a importante fonte desse tipo de conhecimento, seja comentando sobre os projetos, seja realizando explicações teóricas mais longas. Enquanto as fontes externas necessitavam de um longo processo (busca pela informação, leitura, interpretação e aplicação ao problema), as do professor eram dadas em tempo real e direcionadas aos problemas, algo significativamente mais rápido e eficiente. Em segundo lugar, o professor, visto como um profissional teoricamente com maior conhecimento e esclarecimento sobre o assunto, é ouvido e considerado com maior atenção, inclusive nas análises sobre conhecimentos provenientes de outras fontes, mesmo que seja para discordar. A ênfase a abordagens construtivas, embora possa ocorrer apenas a partir de diretrizes gerais (ementas, planos de ensino etc.), pode ser potencializada com o maior conhecimento do professor sobre o assunto, principalmente criando atalhos no acesso às informações e nas suas análises. Isso também sugere que a manifestação do seu conhecimento deve ser dosada, visto que seu excesso (exagero de atalhos que mascaram outros caminhos relevantes) pode seguir em direção a abordagens conteudistas e que favorecem menos a autonomia e a capacidade crítica dos estudantes.

O papel das fontes de conhecimento mais acadêmicas – nesse sentido, incluindo o do professor – também se evidencia pelo baixo conhecimento construtivo vivido dos estudantes, algo que poderia ser mitigado por meio de estágios. No entanto, o universo da construção é algo predominantemente distante no universo de todos os estudantes analisados. De todos os 96 estudantes, apenas o Estudante 51, do curso DI-IFMG/N, possuía experiência em obras como eletricitista, sendo que outros poucos relataram que, no máximo, realizaram visitas técnicas esporádicas em obras. Nenhum estudante possuía experiência nem mesmo como estagiário (quando havia experiência em estágios, era apenas em escritórios), indicando que se trata de uma questão além da academia, já que provavelmente isso se dá devido à pouca presença e atuação de profissionais arquitetos em obras, de modo que os engenheiros civis é que predominantemente acompanham e fiscalizam obras. E, quando estes abrem oportunidades de estágio, restringem a estudantes de engenharia civil. Isso acaba criando uma espécie de ciclo no qual os arquitetos, desde o período de estudantes, têm pouco ou nenhum contato com o ambiente de obras, o que naturalmente faz com que essa área de atuação tenda a não ser conhecida e simbolicamente desejada e almejada. Da mesma maneira, essa distância em relação ao canteiro de obras reforça o discurso de muitos arquitetos, o que, numa relação mútua, também induz a distância com o canteiro. Alguns estudantes, quando perguntados sobre isso, mencionaram que gostariam de ter mais contato com o canteiro de obras. Por exemplo, segundo o Estudante 09, “meus colegas de curso nem ao menos conversam sobre construções. Isso me aborrece demais”. Em contrapartida, outros já possuem o discurso oposto, no sentido de que construção não deve ser preocupação de arquitetos, como o Estudante 93 que, ao ser questionado sobre aspectos construtivos em uma das aulas, respondeu: “preocupar com a construção é coisa de engenheiro. Depois do projeto ele resolve como construir”.

Uma ressalva importante nesse sentido é que alguns estudantes, quando perguntados a respeito disso, manifestaram a importância de algumas experiências em projetos de pesquisa ou extensão no conhecimento sobre construção. Além disso, vários expressaram que várias fontes de conhecimento sobre o assunto foram diretamente oriundas de disciplinas como Tecnologia das Construções e Materiais de Construção. Como as cargas horárias desses conteúdos estão reduzidas em relação a épocas passadas, isso reforça ainda mais a importância dessas disciplinas e cargas horárias

restantes dedicadas a esses assuntos. Destaca-se também que, no caso do curso de AU-UFMG/D, alguns estudantes relataram que algumas outras disciplinas de projeto (outros Pflex) também enfatizam a compreensão de aspectos construtivos, inclusive de maneira mais intensa que as disciplinas aqui analisadas, de acordo com a opinião de alguns estudantes. Contudo, é praticamente consensual por parte dos mesmos estudantes que a quantidade de disciplinas ainda assim é bastante reduzida.

Por fim, merece destaque também nessa discussão as ênfases e os tipos de exemplos citados e comentados pelo professor, expresso também na atividade preliminar ao projeto e nos relatos dos estudantes sobre as fontes de consulta. Nas duas primeiras disciplinas observadas, essa atividade foi marcada pela indicação pelo professor para que os estudantes pesquisassem e analisassem edifícios notáveis do século XX, muitos deles ligados ao movimento modernista. Por exemplo, projetos de Le Corbusier, Pierre Jeanneret, Jean Prouvé, Gerrit Rietveld, Oscar Niemeyer, e outros posteriores, como Solano Benitez, Grupo Nomads, Smiljan Radic, Alejandro Aravena, dentre outros. Um exemplo considerável da ênfase do professor nesse sentido foi expresso na primeira aula da disciplina 1 (Projeto Casa Econômica), na qual ele sugere aos estudantes para “sempre pesquisar os prêmios Pritzker. Buscar conhecer um por semana. Pelo menos os melhores”. Nas discussões em sala de aula, eram frequentes também os comentários de outras soluções notáveis desses e outros arquitetos, o que também era uma demonstração de amplo conhecimento do professor sobre projetos e arquitetura. Os projetos eram sempre comentados com análises mais profundas e consistentes sobre arranjos espaciais e organizacionais, muitas vezes também com observações sobre as técnicas e tecnologias construtivas envolvidas. Como resultado dessa influência, vários projetos nessas duas disciplinas utilizaram princípios dessas referências. Já nas demais disciplinas, alguns dos projetos comentados nessas duas primeiras disciplinas também eram levados à discussão em sala de aula, mas com ênfase significativamente menor. Como resultado nenhum projeto nessas outras disciplinas parece ter sido influenciado por essas referências. Tudo isso reforça a hipótese da influência do papel do professor, dessa vez em relação ao que ele apresenta, enfatiza e discute em sala de aula, o que também se relaciona com a formação do *habitus* dos estudantes.



### 6.3.5 Da forma à construção e da construção à forma

Na fase de estudos e anteprojeto, uma tendência observada recorrentemente foi a de busca por organização das ideias e o processo, seja com a utilização explícita de algum método ou não. De toda maneira, o objetivo era compreender o problema e preparar tentativas de solução em linhas gerais, mas quase sempre tratando questões construtivas em função de formas preestabelecidas.

Em quase todos os projetos, as informações foram organizadas inicialmente sobre os tipos de ambientes, localização dos espaços, maneiras de interligação (vertical ou horizontal, perto ou distante, livre ou restrito, dentre outras). Quando as primeiras formas surgiam, embora existisse menções quanto à tecnologia construtiva (sistema estrutural, materiais e componentes principais, isto é, as tecnologias estruturantes predominantes), eram descrições gerais e poucas vezes com descrições ou reflexões sobre os processos construtivos. Um exemplo notável disso é o Projeto 10, que parte da utilização de contêineres (rever Figura 70 na página 256). Nesse projeto, mesmo partindo desse pressuposto desde o início, o projeto foi desenvolvido a partir de formas genéricas e organização espacial, como se os contêineres pudessem ser inseridos no projeto posteriormente, mesmo com o professor alertando frequentemente que os parâmetros dimensionais e estruturais do contêiner, assim como as maneiras de modificá-lo, deveriam ser considerados *a priori*.

O tipo de representação gráfica também expressa isso. Nesse tipo de abordagem a partir de formas gerais, quando alguma organização espacial surgia, as primeiras tentativas de materialização eram consideradas e expressadas verbalmente, por tópicos ou esboços. Por exemplo, em manifestações do tipo “minha intenção é projetar uma casa em alvenaria estrutural”, ou “projetar uma casa em *dry-wall*”, ou “projetar um edifício com estrutura metálica”. Mesmo com essas considerações, observa-se que as primeiras representações após os esquemas, diagramas e esboços abstratos, são predominantemente em planta, representando os contornos da edificação e dos ambientes internos, praticamente em uma tentativa de transformar esquemas de organização espacial em ambientes. Em seguida, mas ainda neste mesmo processo, os demais pisos são representados. Vários projetos iniciaram com o pressuposto de divisão em pavimentos ou níveis horizontais planos e que todos os fechamentos se constituiriam de paredes verticais. Sem descrições específicas, fica implícita a ideia de paredes de alvenaria de blocos cerâmicos rebocadas e revestidas com tinta ou

cerâmica, a tecnologia construtiva típica do contexto sociocultural em questão. Nesse momento, a materialidade específica geralmente não é tratada, mas em todos os casos estava implícita. Ou seja, duas linhas paralelas em planta representando uma parede de 15 cm não implicam necessariamente em falta de materialidade. Pelo contrário, continham pressupostos embutidos que, por serem típicos, é como se não precisassem ser discutidos. Para os pisos, devido à representação ortogonal em planta, também não tinham sua composição descrita, mas se não houvesse descrição específica, implicitamente eram lajes maciças de concreto armado com contrapiso e revestimento cerâmico ou de pedra. No entanto, tais aspectos implícitos não eram objeto de discussão, questionamento ou raciocínio crítico. Os cortes, por sua vez, eram feitos geralmente após às plantas, muitas vezes apenas depois da solicitação do professor. Nessa lógica de abordagem do projeto, o passo seguinte às plantas e aos cortes (em síntese, da organização inicial dos ambientes) era a de representação das aberturas, traduzidas em portas e janelas. Como na maior parte dos casos elas surgiam posteriormente aos fechamentos (paredes), elas acabavam sendo desenvolvidas como rasgos nas paredes que, em uma lógica construtiva, não seria racional e comum, embora não seja impossível (afinal, o mais racional e recorrente é construir as paredes considerando-se as aberturas). É importante ressaltar que não se pretende aqui sugerir que os estudantes não eram capazes de reconhecer a diferença entre a lógica construtiva e a lógica de elaboração do projeto, que se baseia em técnicas, métodos e artifícios para organizar as ideias, que não necessariamente deve seguir a lógica construtiva. O que se pretende destacar aqui é que em fases preliminares do projeto eles eram desenvolvidos unicamente segundo a lógica do desenho e da organização espacial, sendo que a lógica construtiva era pouco ou nada inserida nisso. Quando o raciocínio mais aprofundado sobre construção era posto, ele surgia em função de uma série de definições feitas na lógica do desenho e da organização espacial, no sentido de buscar maneiras de construir as formas previamente estabelecidas, fazendo com que considerações importantes na consistência da ideia e potencialmente fomentadoras de criatividade eram pouco exploradas. Ressalta-se, ainda, como apresentado no item 3.4, que diversos avanços e inovações na história da arquitetura e das construções sempre estiveram diretamente ligados não apenas a avanços técnicos e tecnológicos, mas principalmente no vislumbre da possibilidade de utilizar esses avanços com os problemas dados. Em outros termos, esses avanços, por si só, não promovem

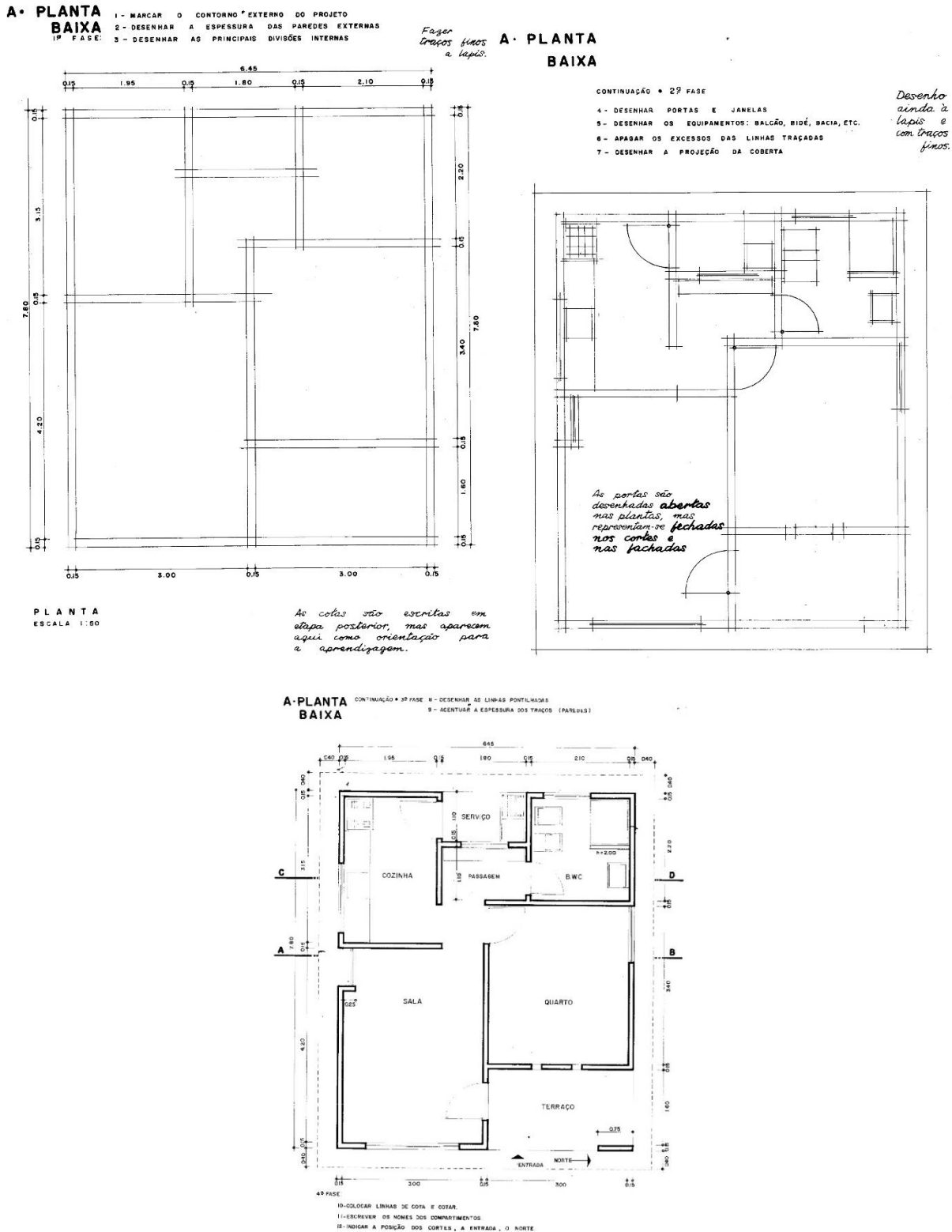
nenhum avanço na arquitetura. Para que isso ocorra, é necessário que eles sejam conhecidos e considerados nos processos de projeção, isto é, na imaginação, no raciocínio e na criatividade para solucionar os problemas em arquitetura.

Essa sequenciação predominante do desenvolvimento dos projetos pode ser uma influência dos métodos de ensino de desenho arquitetônico, estudados normalmente no primeiro ano de curso e antes do desenvolvimento de projetos. Livros como os de Montenegro (1978) e Oberg (1979) sugerem uma sequência na elaboração de desenhos arquitetônicos a partir de representações simplificadas que se iniciam com a planta, influenciando inclusive os métodos de ensino dos professores (esses métodos de desenho podem ser verificados em diversos cursos, tanto em métodos de ensino quanto em apostilas). O livro de Montenegro, em específico, apresenta uma sequência de imagens como um método para elaboração de um desenho arquitetônico de uma edificação (FIGURA 84). Segundo a sequência, primeiramente são desenhadas as paredes externas. Em seguida, as internas. A partir desse momento é que as aberturas de janelas e portas são representadas, desmanchando-se parte das paredes (no desenho manual, o que pode ser feito da mesma maneira deletando-se no desenho computacional). Por fim, são representados os demais elementos fixos (louças, esquadrias etc.) e hachuras dos materiais. Após desenhada a planta, o passo seguinte é a representação dos cortes com a mesma lógica.

O que merece destacar sobre isso é que o livro não é de projeto arquitetônico, mas sim de desenho arquitetônico, de técnicas de representação que partem do pressuposto de que o projeto fora previamente estabelecido e até mesmo representado em estudos e croquis preliminares. Além disso, trata-se de um método de representação conforme os princípios do desenho técnico e das projeções ortogonais. Analisando-se nesse sentido, o método é importante, uma vez que organiza o processo de desenho, fazendo com que o desenhista (que não precisa ser um arquiteto, mas um técnico de desenho) realize em menos tempo e com menos erros. No entanto, esse método de desenho acaba sendo transferido para o projeto, possivelmente devido aos primeiros contatos do estudante com um projeto arquitetônico serem dessa maneira, induzindo a compreensão equivocada de que os projetos também devem ser realizados assim, como se projeto arquitetônico e desenho arquitetônico fossem a mesma coisa. É importante destacar, contudo, que esse tipo de método de desenho pode ser útil para o projeto, principalmente na

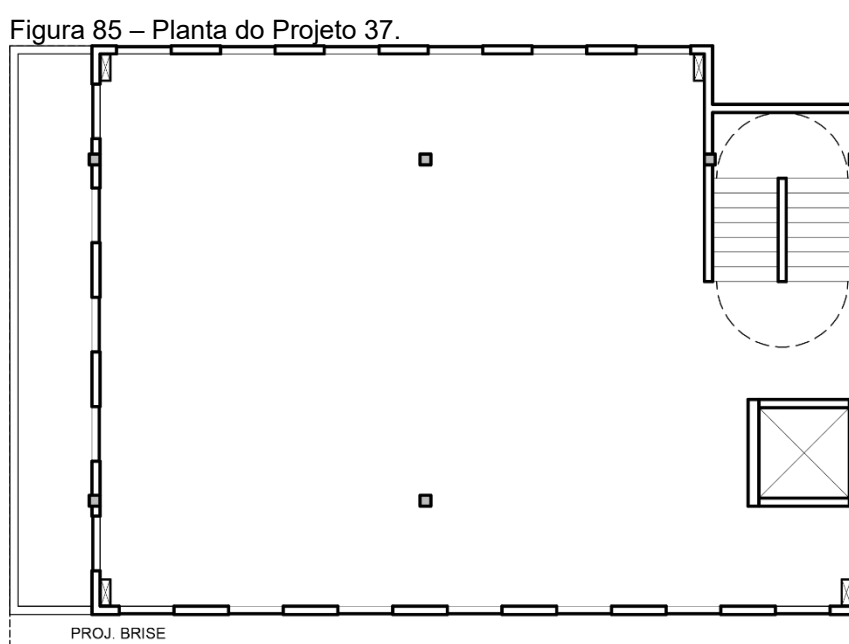
organização dos processos de representação. A questão que se coloca é que projetar seguindo apenas esse método demonstra induzir a elaboração de projetos com baixo nível de abordagem construtiva em fases iniciais e de concepção das formas.

Figura 84 – Sequência de desenho de uma planta arquitetônica de uma edificação.



Fonte: (Montenegro, 1978), p. 67-69.

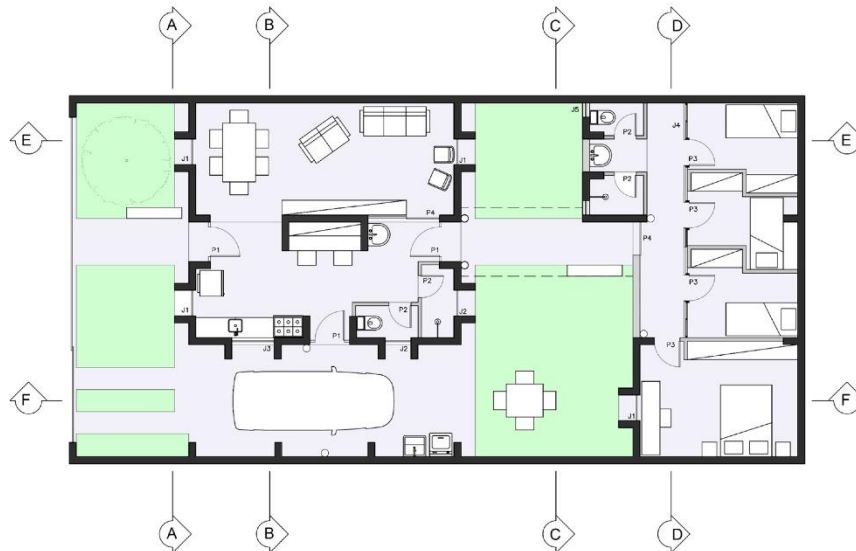
Um exemplo verificado sobre isso é o do Projeto 37. O Plano de Ensino e as orientações iniciais do professor esclareciam que, assim que as diretrizes gerais fossem estabelecidas, o projeto deveria ter os componentes construtivos tratados de maneira menos genérica e por meio de modelagem tridimensional, de modo que pudessem ser melhor discutidos enquanto as formas estivessem em processo de criação. No entanto, o conteúdo apresentado nas duas primeiras aulas de discussão foram plantas de contornos de ambientes e sem quaisquer informações adicionais sobre os processos construtivos envolvidos (FIGURA 85).



Fonte: versão final do Projeto 37, elaborado pelo Estudante 88.

A representação apenas de contornos não significa que não houve raciocínio construtivo, mas apenas que foi mais superficial. Quando o estudante opta, antes mesmo de iniciar qualquer esboço, a projetar em alvenaria estrutural, por exemplo, isso influencia uma série de decisões formais que, não necessariamente serão representadas de maneira detalhada. Por exemplo, no Projeto 05, por ser baseado em alvenaria estrutural, buscou o enrijecimento estrutural por meio de “dobras” nos painéis de alvenaria (FIGURA 86), demonstrando certo grau de esclarecimento sobre aspectos estruturais da tecnologia construtiva. Os ambientes, inicialmente dimensionados de maneira mais livre, foram posteriormente ajustados.

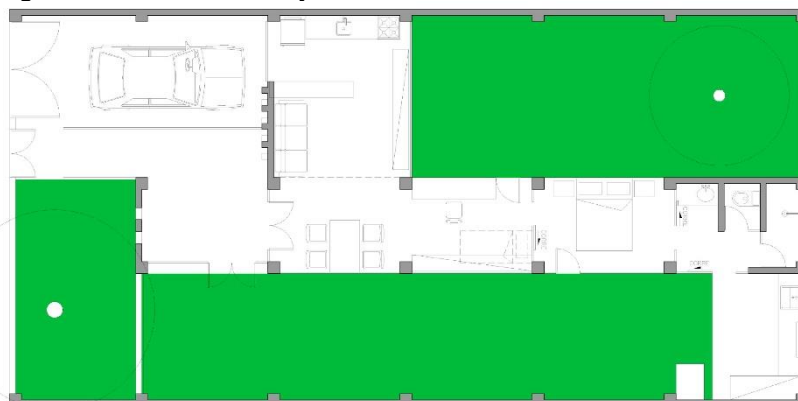
Figura 86 – Planta do Projeto 05.



Fonte: versão final do Projeto 05, elaborado pelo Estudante 06.

De maneira análoga, o Projeto 03, por ser baseado em estruturas de concreto com pilares, vigas e lajes, continha a representação das estruturas de maneira claramente independente das vedações, conferindo-lhe maior liberdade para disposição de paredes (FIGURA 87). Além disso, observa-se que os pilares foram dispostos com afastamentos regulares, o que poderia indicar um sistema de construção pré-fabricado e de maior velocidade construtiva. No entanto, o sistema considerado foi o de concreto moldado no local devido ao custo, uma das principais premissas do projeto.

Figura 87 – Planta do Projeto 03.



Fonte: versão final do Projeto 03, elaborado pelo Estudante 04.

Em contrapartida, alguns projetos buscaram considerar alguns processos construtivos desde etapas iniciais, de maneira que tais decisões influenciaram a concepção das

primeiras formas, mesmo que em algumas partes. No Projeto 06 (FIGURA 88), foi proposta, desde fases iniciais, a construção de uma parede de policarbonato para permitir iluminação. Segundo o próprio estudante, a escolha do material foi dada em função do baixo custo e da facilidade e velocidade de construção. Ao mesmo tempo, a representação gráfica por meio de perspectivas explodidas e o discurso do estudante evidenciavam a busca por compreender melhor as implicações construtivas de algumas decisões.

Figura 88 – Planta e perspectiva explodida do Projeto 06.



Fonte: versão de aulas iniciais do Projeto 06, elaborado pelo Estudante 07.

No Projeto 09 (FIGURA 89), foram apresentadas soluções para o terreno, as estruturas e as aberturas de janelas e portas por meio de representações gráficas demonstrando etapas construtivas e alguns processos, ainda que em linhas gerais. Isso demonstra que, mesmo nesse momento do projeto, as formas estavam sendo decididas já com algumas análises críticas sobre as implicações construtivas derivadas das decisões sobre a forma.

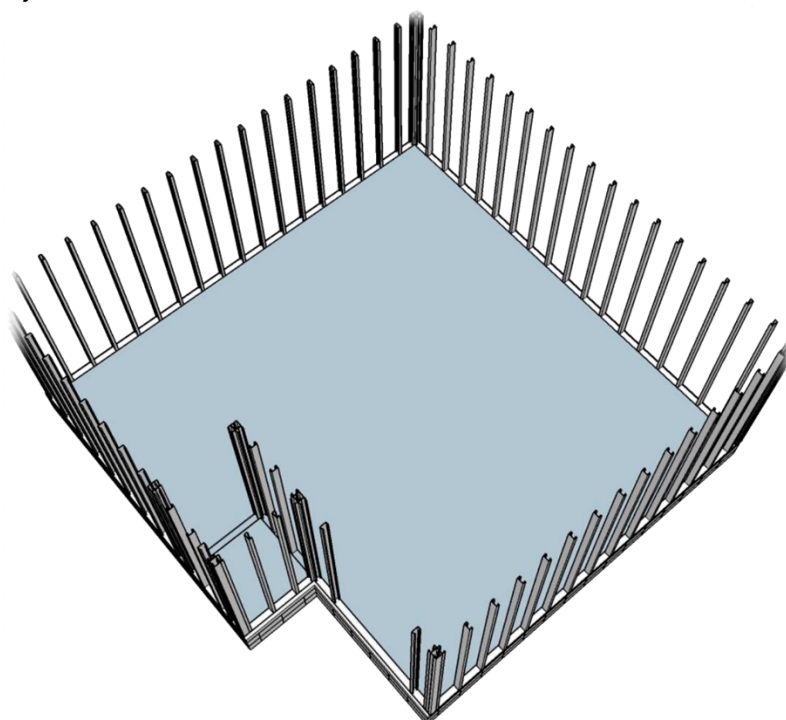
Figura 89 – Vista geral do Projeto 09.



Fonte: versão final do Projeto 09, elaborado pelo Estudante 10.

O Projeto 20 também exemplifica isso, mas de maneira mais sutil. Em fases iniciais do projeto, foram apresentadas pesquisas sobre as características e restrições do sistema *light steel framing*, em especial à distância dos montantes estruturais. Buscando diminuir o tempo de construção, foi escolhido o maior afastamento entre montantes dentre as opções levantadas (FIGURA 90). Como consequência, todo o dimensionamento de ambientes e aberturas do projeto (e seus posicionamentos) foram realizados em função de decisões que, em suma, foram resultado da análise crítica de processos construtivos.

Figura 90 – Estudo sobre os montantes do sistema *light steel framing* do Projeto 20.



Fonte: versão intermediária do Projeto 20, elaborado pelo Estudante 40.



Já nos projetos de mobiliário, a discussão sobre os processos construtivos fez parte permanente das discussões, o que foi fomentado pela exigência de construção pelos próprios estudantes. Nem toda ideia formal seria aceita, mas apenas aquelas que fossem entendidas como possíveis e viáveis de serem construídas. Contudo, o único projeto em que as formas foram totalmente decorrentes dos processos construtivos envolvidos foi o Projeto 35, já comentado anteriormente (rever Figura 80 na página 263). A partir de uma clareza do problema (a necessidade de criação de apoio de braço para canhotos), o projeto foi totalmente desenvolvido a partir de experimentações reais e sem simulações em desenho, no máximo esboços das ideias a serem experimentadas.

Esses exemplos evidenciam que a maneira de projetar que privilegia a forma em relação ao construir é predominante, praticamente naturalizado e incorporado ao processo. As situações que fogem ao que é quase uma regra são pontuais, mesmo com abordagens didáticas que enfatizam as discussões sobre os processos construtivos desde o início dos projetos. É importante reforçar, contudo, que a presente pesquisa parte do pressuposto do entendimento do autor sobre o que é expressado pelos estudantes, isto é, pelos meios de comunicação, tanto verbal quanto visual. Isso significa que é possível que determinadas análises, discussões e críticas sobre processos construtivos podem ter ocorrido desde etapas preliminares do projeto, como manifestado por alguns estudantes da disciplina 2 (Projeto Edifício de Apartamentos) quando perguntados sobre isso, o que não ficou claro para o autor em nenhum projeto. Por fim, destaca-se que a compreensão dos estudantes sobre abordagens construtivas pode ser diferente da considerada aqui. Por exemplo, a escolha de tecnologias construtivas predominantes (concreto armado, aço etc.) pode ter sido considerada uma abordagem construtiva pelos estudantes, mas como não foram tratados os processos construtivos de fato (algo sobre sequências, técnicas, tecnologias, equipamentos, logística, dificuldades, velocidade etc.), isso foi considerado nesta pesquisa como descrição de materialidade específica do projeto.

### **6.3.6 Raciocínio construtivo e criatividade no aprimoramento das formas**

Como visto, a CAT é um instrumento de avaliação da criatividade segundo especialistas no assunto que avaliam, acima de tudo, os produtos finais. Tratando cada apresentação de desenvolvimento como uma versão do projeto, os avaliadores tiveram acesso a apenas uma dessas versões, geralmente a mais evoluída, mas não necessariamente a que seria considerada mais criativa. Ela também não é capaz de expressar todas as manifestações criativas. Para chegar até essa versão, muitas ideias evoluíram como resultado de ideias e raciocínios críticos, mas como o resultado final não explicitava isso e o tempo de análise para cada projeto era curto, muitas delas podem ter passado despercebidas pelos avaliadores. Por exemplo, quando a criatividade se manifesta não na solução formal em si, mas na abordagem e na organização dos elementos envolvidos (é possível construir uma parede de várias maneiras, sendo que, no final, pode não haver diferenças em relação a outras paredes). Diante disso, serão comentados a seguir exemplos de manifestações criativas implícitas ao processo e provavelmente ocultas aos avaliadores, especificamente aquelas envolvendo questões construtivas e, nesse sentido, derivadas de raciocínio construtivo. Ressalta-se que essa análise é resultado da análise unicamente do autor sobre a criatividade (ao contrário da CAT, que foi coletiva) que, apesar de se demonstrar convergente muitas vezes ao dos avaliadores na CAT, pode ser realizada em algum nível de maneira diferente por outras pessoas.

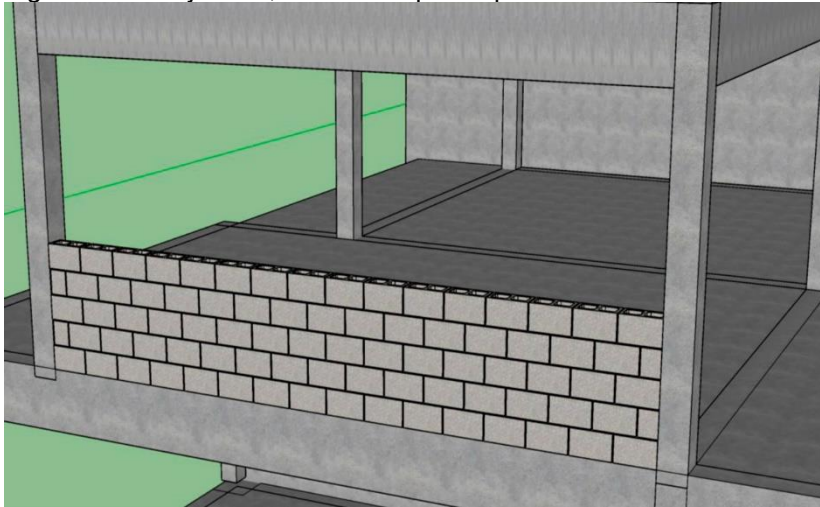
Primeiramente verificou-se que enquanto nas etapas iniciais o raciocínio construtivo era simplificado, nas posteriores ele passa a ser mais elaborado. Considerando as abordagens predominantes de projeto, que iniciam com estudos gerais e organização das ideias, isso é esperado. O que merece destaque é que, devido a essa organização que visa otimizar a evolução do projeto, definições das fases iniciais tendem a ter caráter mais definitivo do que as de fases posteriores. Como é nessas fases iniciais que geralmente ocorrem decisões gerais sobre formas e tecnologias construtivas predominantes, os processos construtivos, tratados apenas em momentos posteriores, acabam tendo pouca influência na decisão sobre as formas gerais. Todavia, o desenvolvimento dos projetos evidencia que nas fases mais avançadas do projeto as abordagens construtivas mais profundas direcionaram manifestações criativas a nível de ajustes, buscando a disposição dos componentes construtivos de maneira que otimize o processo construtivo. Esse processo pode ser comparado

analogamente ao processo de esculpir, que se inicia com trabalhos mais gerais e menos precisos e que segue, posteriormente, com o tratamento fino, que ajusta a forma, mas sempre é baseado no que foi feito inicialmente. Esses ajustes podem ser interpretados, em primeira análise, apenas como trabalhos técnicos, e não manifestações criativas. Contudo, partindo-se do pressuposto de que o projeto é o processo que visa organizar as ideias para resolver um problema por meio da construção de um objeto, qualquer novo arranjo para solucionar os problemas que envolva as características do objeto pretendido ou de sua maneira de construir são manifestações criativas de projeto. Esses ajustes, assim, são exemplos de ideias sobre os processos construtivos com implicações nas formas, mesmo que em aspectos pormenorizados.

Nos projetos em alvenaria estrutural foram observados ajustes nas dimensões dos ambientes de acordo com dimensões múltiplas das dos blocos, bem como nas posições e dimensões de aberturas de janelas e portas. É possível notar uma busca por racionalização da construção, uma vez que esses ajustes permitem eliminação do tempo para cortar blocos, menos desperdício (seja de blocos quebrados ou de argamassa mais espessa para completar ou compensar dimensões não múltiplas dos blocos nos ambientes), o que corresponde a menores processos e deslocamentos para descarte de resíduos, assim como menores custos. Para se ajustar as dimensões de ambientes em função das dimensões dos blocos de alvenaria estrutural, não existem respostas únicas. O projeto pode ser ajustado em inúmeras possibilidades, o que inclui variação das formas, dos materiais e da maneira de construir (sequências, técnicas etc.). Assim, a inteligência utilizada para resolver esse arranjo complexo de variáveis é considerada também uma manifestação criativa.

Esse nível de ajuste das dimensões do projeto em função das características construtivas dos elementos utilizados também pode ser verificado em projetos com pilares e vigas de concreto, como o Projeto 43 (FIGURA 91). O objetivo era o mesmo, ajustar as dimensões dos ambientes para otimizar o processo construtivo das alvenarias.

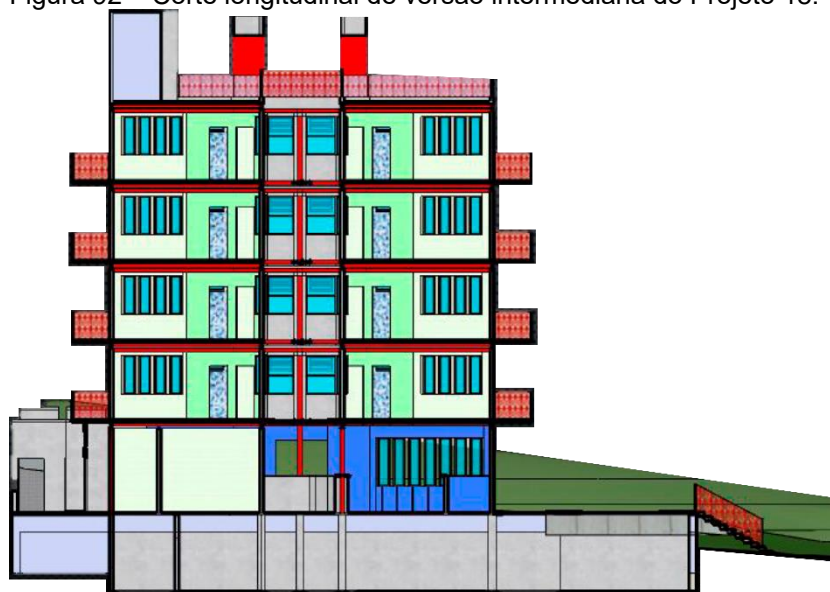
Figura 91 – Projeto 43, com destaque às paredes de alvenaria.



Fonte: versão final do Projeto 43, elaborado pelo Estudante 96.

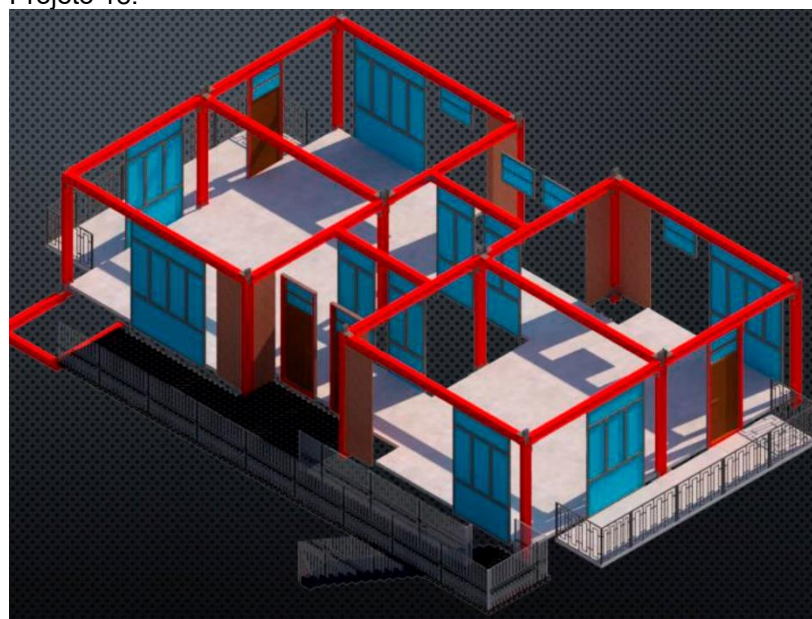
Outro exemplo de ajuste criativo no projeto derivado de implicações construtivas ocorre no redimensionamento e reposicionamento nas aberturas de portas e janelas, situação que não era tratada dessa maneira no início do projeto. Nesse caso, buscava-se alinhar as esquadrias a pilares e vigas, diminuindo-se a necessidade de construção de elementos enrijecedores (vergas e contra-vergas) no sentido de simplificar e agilizar os processos construtivos. O Projeto 18 exemplifica isso (FIGURA 92). Inicialmente, as janelas do projeto eram aberturas aproximadamente no meio de panos de alvenaria. Para construí-las, seria necessário enrijecer as extremidades, o que geralmente é feito com vergas e contra-vergas de algum material rígido, como peças de madeira ou telas metálicas e vergalhões. Posteriormente o projeto teve a supressão de todas as alvenarias abaixo das janelas e, como solução, toda a esquadria passou a ter altura de piso a viga, diminuindo a área de alvenaria, além de simplificar e agilizar o processo construtivo, uma vez que as esquadrias seriam apenas instaladas em ambiente de obra (FIGURA 93). Tal decisão resultou em alteração formal, visual e estética do edifício projetado, além de outras propriedades físicas (transferência de calor, ventilação, iluminação etc.)

Figura 92 – Corte longitudinal de versão intermediária do Projeto 18.



Fonte: versão intermediária do Projeto 18, elaborado pelo Estudante 38.

Figura 93 – Perspectiva das estruturas e esquadrias da versão final do Projeto 18.



Fonte: versão final do Projeto 18, elaborado pelo Estudante 38.

De maneira semelhante, o Projeto 19 (FIGURA 94) também realizou esse tipo de ajuste, mas mantendo-se as paredes abaixo das janelas.

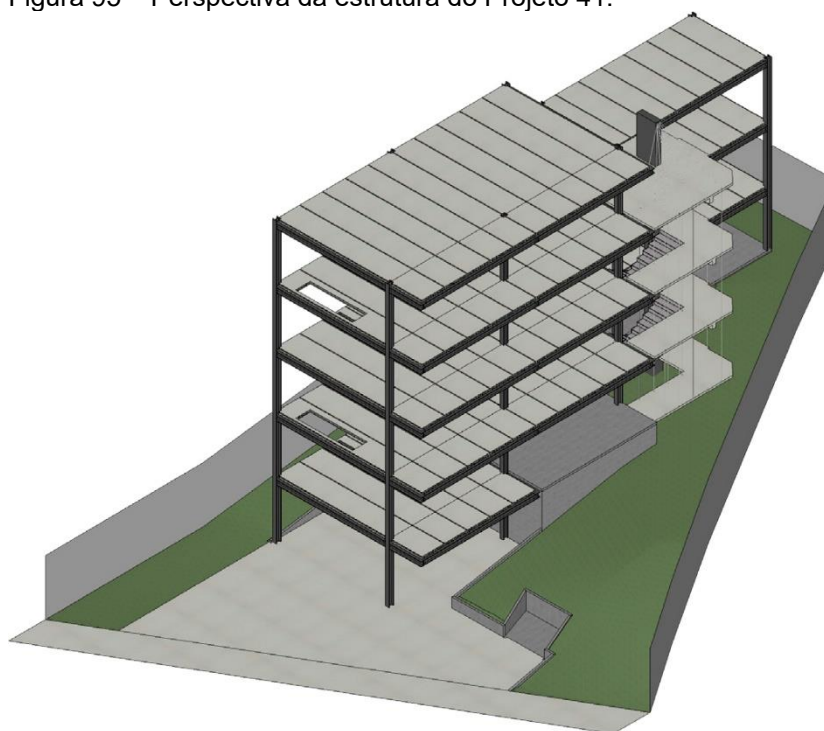
Figura 94 – Projeto 19, com destaque às esquadrias.



Fonte: versão final do Projeto 19, elaborado pelo Estudante 39.

Embora o raciocínio construtivo em etapas mais adiantadas do projeto não tenha implicado alterações gerais no projeto (quantidade e organização dos ambientes, dimensões e volumetrias gerais), em alguns casos os resultados são um pouco mais expressivos. Por exemplo, no Projeto 41, as lajes dos pisos, consideradas inicialmente maciças e moldadas no local, passaram a ser pré-fabricadas principalmente por motivos de velocidade construtiva. Como essas lajes são produzidas com a predefinição de dimensões e sentido de armação (os painéis são armados apenas no sentido longitudinal), o estudante alterou a posição e a forma de escadas e *shafts*, buscando uma maneira mais adequada de utilização do componente e da tecnologia construtiva (FIGURA 95).

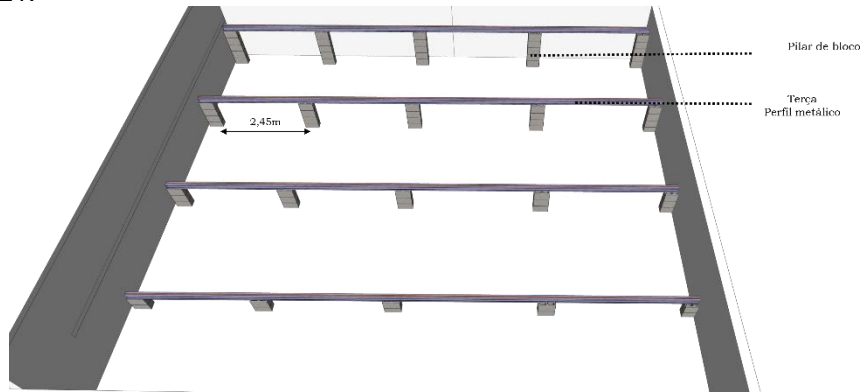
Figura 95 – Perspectiva da estrutura do Projeto 41.



Fonte: versão final do Projeto 41, elaborado pelo Estudante 94.

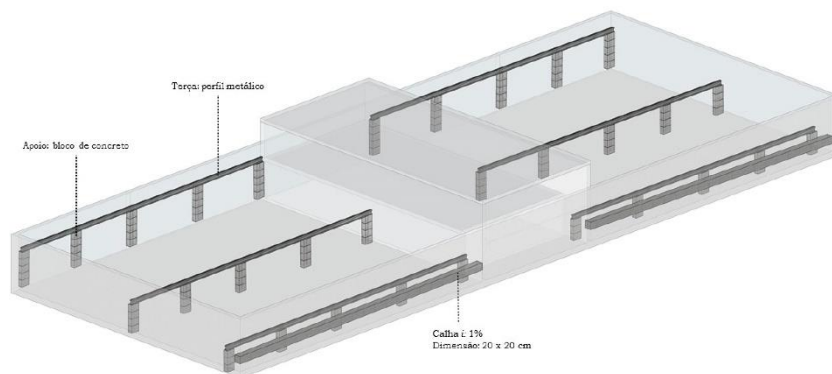
A criatividade para soluções nos projetos nem sempre precisa ser em algo externamente visível no objeto final. O Projeto 21 foi elaborado na fase inicial para ter cobertura em telhas metálicas embutidas em platibandas. Posteriormente, a estrutura do telhado foi modelada com vigas metálicas (atuando como terças) apoiadas sobre blocos estruturais, o que já correspondia uma alternativa frente à utilização de pilares metálicos (FIGURA 96). Nessa solução, as vigas foram afastadas de acordo com as dimensões das telhas. Após outra pesquisa, verificando a possibilidade no mercado sobre corte das telhas de acordo com as dimensões desejadas dentro de um determinado limite, o estudante ajustou o projeto (FIGURA 97). Com isso, o projeto foi ajustado para ter telhas com a dimensão total do vão da água do telhado e com uma estrutura mais simplificada, com apenas uma viga de apoio intermediária, diminuindo-se a quantidade de elementos estruturantes do telhado e simplificando o processo construtivo.

Figura 96 – Vista da estrutura do telhado em versão intermediária do Projeto 21.



Fonte: versão intermediária do Projeto 21, elaborado pelo Estudante 41.

Figura 97 – Vista da estrutura do telhado na versão final do Projeto 21.



Fonte: versão final do Projeto 21, elaborado pelo Estudante 41.

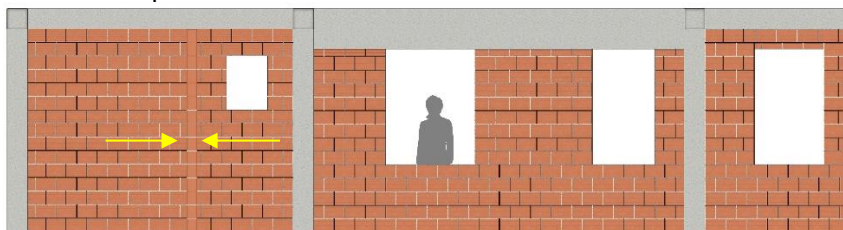
No exercício de construção de objetos de mobiliário, como havia a necessidade de construção pelos próprios estudantes, os ajustes derivados das implicações construtivas foram praticamente constantes. Cabe destacar, entretanto, que alguns ajustes, apesar de também serem manifestações criativas e terem sido resultado de constatações no momento de construção, não são derivadas exatamente de implicações construtivas, mas sim da necessidade de estabilização estrutural do objeto. Exemplo disso pode ser verificado nos Projetos 33 e 34, a banquetta/mesa e a estante, ambos já comentados anteriormente (rever Figura 82 na página 264 e Figura 83 na página 271). O Projeto 33 teve a espessura das chapas de madeira aumentada em relação ao projeto inicial, visto que elas foram verificadas excessivamente frágeis após a construção, fazendo com que o protótipo fosse ajustado durante o processo de construção. No Projeto 34, foi verificada a necessidade de aumentar a quantidade de pés de apoio e diminuir os vãos das prateleiras da estante. Todos esses ajustes não envolveram nenhuma alteração nos processos construtivos, mas sim estruturais.



Isso é análogo ao dimensionamento de estruturas nos projetos de edificações, que podem resultar na necessidade de ajustes em outras partes e elementos do objeto (por exemplo, redimensionamento de vigas que interferem em janelas e o surgimento de novos elementos estruturais, como pilares e vigas, que exigem rearranjos na organização dos espaços).

Ao mesmo tempo, a fase de detalhamento, muitas vezes tratada como de elaboração de desenhos ampliados (detalhamento de componentes construtivos), também evidencia o desconhecimento e a falta de compreensão de alguns processos construtivos envolvidos, visto que nas etapas iniciais as representações eram genéricas. Por exemplo, durante as aulas, foi possível notar isso acerca da disposição intercalada de fiadas de alvenaria em paredes transversais por alguns estudantes. A apresentação final do Projeto 21 demonstra isso (FIGURA 98).

Figura 98 – Vista de pavimento do Projeto 21, com destaque à região de encontro de paredes transversais.



Fonte: versão final do Projeto 21, elaborado pelo Estudante 41. Destaque do autor.

Esses exemplos, assim, evidenciam que o raciocínio construtivo, quando analisado de maneira mais minuciosa, promove manifestações criativas a nível de detalhe, ajuste e aperfeiçoamento de formas preestabelecidas, algo que acaba não sendo notado quando apenas as versões finais são analisadas.



## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**



## 7.1 Conclusões

A primeira conclusão desta pesquisa é que os experimentos demonstraram que a Técnica de Avaliação Consensual – CAT é aplicável à avaliação da criatividade em arquitetura. Apesar de isso ser sugerido por Amabile (1983), Fleith e Alencar (1992) e Baer e Mckool (2009), foi encontrado o registro da aplicação diretamente em arquitetura apenas na pesquisa de Watters (2017) (incluindo buscas em língua portuguesa e inglesa), o que destaca os resultados desta tese. É acrescido aqui que isso também demonstra que a criatividade pode ser considerada um critério confiável de avaliação de projetos, por meio das típicas bancas com três avaliadores. Ressalta-se que é fundamental que o grau de confiabilidade seja calculado, o que pode ser feito, por exemplo, com o auxílio de planilhas eletrônicas.

Segundo aqueles que argumentam a favor da CAT, uma das principais dúvidas acerca de outros métodos de avaliação da criatividade, como os testes de pensamento divergente, é que eles avaliam de maneira indireta a partir de modos de pensar, como se a criatividade fosse uma característica, atributo ou modo de pensar do indivíduo, de modo que uma pessoa que tivesse esse atributo fosse capaz de ser criativo em diversos campos ou atividades. Um ponto importante sobre a CAT é que ela não avalia diretamente a criatividade das pessoas – no caso, os estudantes –, mas sim o nível de criatividade do que foi desenvolvido, que envolve o arranjo de conhecimentos e habilidades específicas. Assim, CAT é vista como uma das mais importantes ferramentas de avaliação da criatividade, visto que seus resultados são uma inferência da criatividade do estudante. Partindo do pressuposto apresentado por Malard (2007) de que não é possível desvincular o processo de desenvolvimento com o produto desenvolvido, a CAT infere sobre a criatividade ao apontar que ocorreram manifestações criativas durante o desenvolvimento, apesar de não fornecer os detalhes de como isso ocorreu (quais as fontes, as referências, os processos mentais etc.). É importante ressaltar que é possível que um estudante, por exemplo, copie um projeto desconhecido para os avaliadores ou tenha seu projeto desenvolvido por outra pessoa, cuja ocultação disso pode ser reforçada pelo estudo do projeto e do discurso utilizado, como um ator. Como tratado por Luckesi (2014), avaliações desse tipo dependem do que é expressado pela pessoa e da interpretação do avaliador, ou seja, da comunicação, o que envolve relações de confiança e comprometimento com a verdade. Porém, isso extrapola a discussão aqui posta para outras instâncias, como

a da ética e a da finalidade do próprio processo de ensino-aprendizado. Tudo isso é objeto de outras pesquisas e estudos, tão importantes quanto (na psicologia, neurociência etc.).

A comparação dos dados da CAT com os indicadores registrados em sala de aula apontou que o aprofundamento do raciocínio construtivo está ligado ao aumento da criatividade reconhecível pelo campo. Em nenhum caso o aumento da abordagem construtiva coincidiu com diminuição da ocorrência de trabalhos criativos. Tal evidência converge ao entendimento de que o raciocínio construtivo pode funcionar como um catalizador de criatividade, na medida que avaliações críticas sobre o critério dos processos construtivos rejeita determinadas ideias, fazendo-se necessário o surgimento de outras novas.

As avaliações dos arquitetos que participaram da CAT também apontaram que o reconhecimento da criatividade está associado à noção de raridade ou aproximação da ideia de inédito, o que também está ligado ao *habitus* da profissão, alimentado historicamente dentro de contextos socioculturais, que sobrevaloriza alguns aspectos em detrimento de outros. Assim, embora as soluções dos problemas por parte dos estudantes contenham detalhes pormenorizados criativos, isso parece não ter sido notado ou valorizado pela maioria dos avaliadores, que destacaram projetos com arranjos espaciais e volumétricos menos comuns.

Apesar de existirem indícios de que o raciocínio construtivo mais profundo exerce influência na criatividade, verificou-se que ele não está predominantemente incorporado nos estudantes, sugerindo que isso é um reflexo de contextos socioculturais maiores (afinal, quase todos os estudantes ingressam como leigos em termos de arquitetura e construção). Como expressão disso, apenas 21% dos projetos foram desenvolvidos predominantemente com evidências de considerações aos processos construtivos. Isso converge à abordagem apresentada por Leite (2006) de que a formação dos arquitetos, que já vinha se afastando do universo da tecnologia das construções há séculos, sofreu afastamento mais intenso principalmente a partir dos anos 1960 no Brasil, o que já é notado como um importante incômodo por uma parcela dos arquitetos, inclusive os estudantes, além de outros profissionais e da própria população em geral, no sentido de existir uma preconceção de que o arquiteto não é um profissional que vem se preocupando ou, em posicionamentos

mais generalistas e radicais, não é capaz de solucionar os problemas construtivos. Como resultado, para o raciocínio construtivo mais profundo ocorrer, é necessário, de certo modo, forçá-lo a acontecer, visto que o que ocorre mais naturalmente é a consideração de valores de organização e percepção do espaço, centrados fortemente em avaliações da forma e julgamentos estéticos. Nesse sentido, verificou-se que, mesmo em disciplinas que enfatizam os processos construtivos, a maneira de projetar que privilegia a forma em relação ao construir ainda é predominante, praticamente naturalizada e incorporada ao processo.

Nota-se que os conhecimentos prévios sobre construção dos estudantes geralmente são apenas superficiais e insuficientes para promoverem análises mais profundas (lembrando que existem exceções). Pesquisas complementares são necessárias. Os estágios, que poderiam funcionar como importantes fontes desse tipo de conhecimento, geralmente envolvem atividades de escritório na elaboração de desenhos de ideias, muitas vezes previamente estabelecidas pelos supervisores de estágio, exigindo-se pouco ou nenhum raciocínio construtivo na atividade. Além disso, as visitas em obras, que são esporádicas durante o curso, geralmente envolvem percepções superficiais do ambiente de construção, com pouco esclarecimento sobre como os processos ocorrem (etapas, sequências, dificuldades, segurança, precisão, logística etc.).

Os dados e informações da pesquisa também apontaram importantes indícios de que tanto a criatividade reconhecida nos projetos quanto abordagens mais profundas sobre os processos construtivos estiveram ligadas a maiores níveis de empenho e dedicação ao problema, ainda que não tenha ocorrido de uma maneira geral. De todo modo, em todas as disciplinas o aumento do nível de material produzido e informações coletadas, uma expressão do tempo de dedicação e empenho ao projeto, esteve ligado a maiores ocorrências de raciocínios construtivos mais profundos e criatividade perceptível pelo campo. Isso também reforça a importância da CAT, visto que ela não avalia capacidades ou habilidades mentais correlacionadas à criatividade, mas sim o produto final de uma categoria específica, no caso a de objetos arquitetônicos, que necessitam de conhecimentos específicos que, por sua vez, exigem pesquisas, ideias, raciocínios e representações também específicas. Isso converge ao pressuposto de que abordagens construtivas tendem a exigir maior tempo (imaginar, pesquisar

representar, raciocinar e avaliar mais vezes problemas que se tornam mais complexos).

Os dados dos intervalos entre apresentações de desenvolvimento também convergiram à noção de tempo necessário ao projeto, no sentido de que maior intervalo para desenvolvimento coincidiu com maior verificação de projetos mais dedicados e com abordagens aos processos construtivos. Apesar de os dados não terem sido suficientes para extrair conclusões mais diretas sobre a influência do prazo – ou intervalo entre apresentações – na criatividade, é possível inferir que o aumento do prazo pode ter implicações na criatividade, ainda que indiretas, visto que foi verificado anteriormente o aumento da proporção de trabalhos mais criativos com o aumento da dedicação e das abordagens aos processos construtivos.

Outro indício importante verificado é que as ferramentas de projeto utilizadas (no sentido daquelas de auxílio à simulação e representação) fornecem pouco subsídio adicional ao raciocínio construtivo, que é fundamentalmente abstraído. Isso ocorre porque as ferramentas são essencialmente de desenho, construções geométricas bidimensionais (com destaque ao *AutoCAD*) e tridimensionais (com destaque ao *Sketchup*), como uma extensão das técnicas de representação existentes desde a Renascença. O incremento que os *softwares* 3D proporcionam é o de induzir e favorecer a modelagem geométrica dos componentes construtivos, ao invés de apenas os contornos visíveis. Isso ocorreu principalmente em fases mais avançadas dos projetos, favorecendo maiores compreensões da materialidade envolvida e nas implicações decorrentes, provocando em vários ajustes nos projetos, interpretados aqui como manifestações criativas derivadas diretamente do raciocínio construtivo. No entanto, tudo isso não era produzido pelas ferramentas, apesar de elas oferecerem e favorecerem condições e situações mais esclarecedoras sobre o objeto projetado. Os processos construtivos acabaram sendo totalmente abstraídos, isto é, as técnicas e tecnologias construtivas de fato (processos, etapas, movimentos etc.) não eram simulados. Outros *softwares* com maior capacidade de correlacionar mais informações, como é o caso dos baseados em BIM *Revit Architecture* e *ArchiCAD*, foram utilizados por poucos estudantes, de maneira superficial e praticamente igual ao *Sketchup*, sem explorar recursos como simulações de etapas e vínculos com custos (incluindo os de instalação e construção). De toda maneira, os desenhos tridimensionais em computador, mesmo com as limitações comentadas, foram



entendidos como positivos no estímulo ao raciocínio construtivo, visto que eles favorecem ao esclarecimento e a representação da materialidade específica, um passo fundamental para a análise dos processos construtivos.

Já na construção de protótipos, o raciocínio construtivo foi estimulado de maneira significativamente mais intensa, contribuindo fortemente para o desenvolvimento de um senso de responsabilidade do projeto. Enquanto nos exercícios que se encerram no projeto questões mal resolvidas ou tratadas superficialmente poderiam ser esquecidas ou ignoradas, no caso dos protótipos não. Tudo precisou ser resolvido de alguma maneira e, caso não tivesse sido no projeto, a questão culminaria no processo de construção. No entanto, por envolver apenas objetos pequenos, o exercício de construção de protótipos analisado não tratou de aspectos intrínsecos e característicos de edificações. Isso faz com que esse exercício funcione para os estudantes mais como um estimulador de modos de pensar (incluindo a evidenciação das possibilidades criativas encontradas nos processos construtivos e o senso de responsabilidade do projeto), o que também é visto como algo positivo dentro do cenário de conhecimentos prévios e ênfases à tecnologia das construções nos cursos.

Nesse tipo de processo de ensino-aprendizado, nota-se que o papel do professor de projeto é colocado em destaque, visto que ele, por meio da escolha do exercício, dos critérios de avaliação e das ênfases, pode estimular a compreensão sobre as implicações construtivas das decisões de projeto, favorecendo que elas sejam utilizadas, inclusive, como variáveis do projeto. Além disso, enquanto fontes de conhecimento extraclasse (livros, revistas, visitas técnicas, internet etc.) exigem tempo para acessar a informação, interpretar e aplicar ao problema do projeto, as informações em sala de aula do professor são dadas em tempo real e diretamente aplicadas aos problemas, funcionando como atalhos ao conhecimento e à análise crítica da construção. Contudo, é destacada aqui a importância na dosagem disso, visto que excessos podem induzir demasiadamente os estudantes ao que o professor sugere, além de desestimular a autonomia e a capacidade de resolução de problemas do estudante, um dos principais objetivos das disciplinas de projeto. Em outros termos, os excessos podem fazer com o que a solução dos problemas do projeto seja dada pelo professor, e não pelo estudante.

Por fim, destaca-se a importância dos registros do professor, principalmente quando feitos de modo organizado e objetivo. Durante a pesquisa foi evidenciada a potencialidade para que funcionem como um importante recurso não apenas pedagógico, no sentido de dar retorno aos estudantes, mas também para comparar e analisar práticas didáticas, favorecendo a busca e a identificação de causas e efeitos para aprimorá-las. Em outros termos, os registros, quando realizados com critérios e de maneira mais sistematizada, caminham em direção a análises mais científicas das práticas didáticas, favorecendo reflexões-na-ação melhor fundamentadas e mais consistentes.

## **7.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Primeiramente, é preciso destacar a necessidade de continuidade das análises em outras disciplinas, visto que a pesquisa se limitou a apenas seis. Por exemplo, aplicando-se a CAT em outras disciplinas, o que pode ser conduzido por meio de um protocolo padrão que pode ser inserido na avaliação de diversas disciplinas de projeto. É preciso também inserir totalmente a premissa de exposição aleatória dos projetos aos avaliadores, de preferência por meio de métodos rápidos e objetivos, visto que um dos principais dificultadores de aplicação da CAT é o tempo de avaliação.

Para a aplicação da CAT na presente pesquisa, também houve a restrição a apenas arquitetos como avaliadores. No entanto, a avaliação por outros profissionais, como engenheiros, designers de interiores e trabalhadores da construção (mestres de obras, marceneiros, serralheiros etc.), pode revelar outras ênfases e pontos de vista sobre a criatividade. O mesmo pode ser feito com pessoas leigas, lembrando que estudos feitos por Amabile (1983), Baer e Mckool (2009) e outros apontam que, nesse caso, o ideal é que sejam utilizados mais avaliadores, talvez algumas centenas.

As análises de tempo, prazo e dedicação ao projeto evidenciaram conflitos relevantes, como com outras disciplinas no tempo para dedicação ao projeto, o que se relaciona com aspectos do currículo e da interdisciplinaridade no curso. No entanto, isso precisa ser melhor investigado.

Outra hipótese levantada é a do conhecimento construtivo dos estudantes (tratada principalmente no item 4.2.1, na página 148). No entanto, as constatações aqui apresentadas são apenas inferências, sendo que não é possível afirmar com maior

precisão sobre isso, indicando outro aspecto de investigação futura. Uma possibilidade levantada é a de utilização de critérios de avaliação padronizados, o que pode ser favorecido com maior interdisciplinaridade. Ainda sobre o conhecimento do estudante, o aumento do contato com o ambiente de obras tratado aqui nesta pesquisa é uma hipótese com algumas evidências, mas que também precisam ser melhor investigadas.

Essa hipótese também evidencia a necessidade de compreensão dos efeitos e implicações dos grupos de estudantes. Primeiramente no sentido de verificar se as diferenças de empenho e nível de criatividade estariam ligadas à bagagem cultural dos estudantes e à correspondência com os valores dos avaliadores. Em segundo lugar, se a presença de estudantes de destaque nesse sentido influencia os colegas, tanto positivamente quanto negativamente segundo os valores estabelecidos. Em terceiro lugar, é importante verificar didaticamente os trabalhos em grupo (nesse caso, as equipes de projeto em específico), visto que eles permitem o desenvolvimento de tarefas maiores, mas as implicações no aprendizado individual geralmente são desconhecidas, em contraposição aos trabalhos desenvolvidos individualmente em que essas relações são um pouco mais claras.

A princípio, a influência do professor parece ter sido significativamente relevante, principalmente na definição dos critérios e nas ênfases dadas nas discussões. No entanto, não ficou claro suficientemente se a influência principal foi decorrente das regras e critérios de avaliação ou do discurso do professor, evidenciando outra importante investigação futura.

Por fim, grande parte das pesquisas futuras levantadas necessitam do estabelecimento de critérios claros, o que pode ser propiciado a partir de registros objetivos compartilhados com vários professores e em diversas disciplinas, além da aplicação de avaliações com critérios semelhantes. Acredita-se que isso seja um importante passo para raciocínios e reflexões mais amplas sobre causas e efeitos das práticas didáticas, que permitirão avanços mais consistentes nos processos de ensino-aprendizado.



## REFERÊNCIAS

### Livros, capítulos de livro, teses e dissertações

ADDIS, B. **Edificação: 3000 Anos de Projeto, Engenharia e Construção**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ALBERTI, L. B. **L'Architettura di Leon Batista Alberti**. Tradotta in lingua Fiorentina da Cosimo Bartoli Gentil'uomo & Accademico Fiorentino. NEL MONTE REGALE. Appresso Lionardo Torrentino nel mese di agosto: 1565.

AMABILE, T. M. **The social psychology of creativity**. New York: Springer-Verlag, 1983.

\_\_\_\_\_. **Creativity in context**. Boulder (CO): Westview, 1996.

AMANCIO, R. C. A. **Identificação de fatores de construtibilidade que influenciam as fases do processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura – estudo de casos em Curitiba (PR)**. Orientador: José Adelino Krüger. 2010. 213 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/2MZWkA5> >. Acesso em: 02 abr. 2018.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. C. O processo e os métodos. Em: DORIS C. C. K. KOWALTOWSKI, D. D. C. M., JOÃO R. D. PETRECHE, MÁRCIO M. FABRÍCIO (Org.). **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

ANDRADE, R. M. F. **Artistas coloniais**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

ARAGO, F. **Biographie de Gaspard Monge, ancien membre de l'Académie des sciences** Lue à la séance publique du 11 mai 1846, dans Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France. Gauthier-Villars, Paris: V. 24, 1854.

ARANTES, P. F. **Arquitetura na era digital-financeira. Desenho Canteiro e renda da forma**. Orientadores: Prof. Dr. Jorge Hajime Oseki e Prof. Dr. Reginaldo Luiz Nunes Ronconi. 2010. 307 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/2KslOmG> >. Acesso em: 15 mar. 2016.

ARCIPRESTE, C. M. **Entre o discurso e o fazer arquitetônico: reflexões sobre o ensino de arquitetura e urbanismo e seus referenciais a partir do trabalho final de graduação**. Orientador: Carlos Augusto Mattei Faggin. 2012. 287 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e

Urbanismo, USP, São Paulo, SP, 2012. Disponível em: < <http://bit.ly/2x7JSDu> >. Acesso em: 01 set. 2017.

BAER, J.; MCKOOL, S. S. Assessing Creativity Using the Consensual Assessment Technique. Em: (Org.). **Handbook of Research on Assessment Technologies, Methods, and Applications in Higher Education**. London: Information Science Reference, 2009.

BIANCHI, G. **Métodos para estímulo à criatividade e sua aplicação em arquitetura**. Orientadora: Doris Catharine Cornélie Knatz Kowaltowski. 2008. 116 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Área de Concentração de Arquitetura e Construção). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008. Disponível em: < <http://bit.ly/2Y97Tpy> >. Acesso em: 12 mar. 2016.

BODEN, M. **The Creative Mind: Myths and Mechanisms**. Londres: Weidenfeld and Nicolson, 1990.

BORGES FILHO, F. **O desenho e o canteiro no renascimento medieval (séculos XII e XIII): indicativos da formação dos arquitetos mestres construtores**. Orientadora: Issao Minami. 2005. 262 p. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, FAUUSP, São Paulo, SP, 2005. Disponível em: < <http://bit.ly/2rfXk5H> >. Acesso em: 20 nov. 2017.

BOUFLEUR, R. N. **A Questão da Gambiarra: Formas Alternativas de Desenvolver Artefatos e suas Relações com o Design de Produtos**. Orientadora: Maria Cecília Loschiavo dos Santos. 2006. 153 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, SP, 2006. Disponível em: < <http://bit.ly/2RnH52o> >. Acesso em: 02 fev. 2018.

BOURDIEU, P. O capital social - notas provisórias. Em: CATANI, M. A. N. E. A. (Org.). **Escritos de educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

\_\_\_\_\_. **O poder simbólico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

\_\_\_\_\_. **A economia das trocas simbólicas**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

BOURDIEU, P.; WACQUANT, L. Prefácio: sobre as artimanhas da razão imperialista. Em: CATANI, M. A. N. E. A. (Org.). **Escritos de educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015. p.17-34.

BRASIL. **Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia / Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira; Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, Volume X: Arquitetura e Urbanismo, 2010c. Disponível em: < <http://bit.ly/2J0hzP8> >. Acesso em: 18 mar. 2018.

- BRITO, M. Â. P. D. **Desconstrutivismo: da origem à ação**. Orientador: Fernando Manuel Domingues Hipólito. 2018. 192 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Artes da Universidade Lusíada de Lisboa, Universidade Lusíada de Lisboa, Lisboa, 2018. Disponível em: < <http://bit.ly/2ADGqmk> >. Acesso em: 11 jan. 2019.
- BROADBENT, G. **Diseño arquitectónico** Arquitectura y Ciencias Humanas. Barcelona: Gustavo Gili, S. A., 1976.
- BROWN, A. **The genius of japanese carpentry: Secrets of an ancient craft**. Boston, United States: Tuttle Publishing, 1995.
- CARVALHO, M. C. R. D. **Caracterização da tecnologia construtiva de Eladio Dieste: contribuições para a inovação do projeto arquitetônico e da construção em alvenaria estrutural**. Orientador: Humberto Ramos Roman. 2004. 209 p. Tese (Doutorado em Engenharia). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004. Disponível em: < <http://bit.ly/2nNcAFg> >. Acesso em: 15 ago. 2018.
- CASTELO FILHO, C. **O Processo Criativo**. São Paulo: Blucher, 2015. 334 p.
- CAU/BR. **Censo dos Arquitetos e Urbanistas CAU/BR 2012**. Brasília: Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, 2012. Disponível em: < <http://bit.ly/2SKAZc9> >. Acesso em: 07 jan. 2019.
- \_\_\_\_\_. **Anuário de Arquitetura e Urbanismo 2016**. Brasília: Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, Ano 1, Vol. 1, 2017a. Disponível em: < <http://bit.ly/2ndc6br> >. Acesso em: 06 nov. 2018.
- \_\_\_\_\_. **Censo dos Arquitetos e Urbanistas do Brasil**. Brasília: Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, 2017b. Disponível em: < <http://bit.ly/2J9p6Y3> >. Acesso em: 07 jan. 2019.
- \_\_\_\_\_. **Anuário de Arquitetura e Urbanismo 2018**. Brasília: Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, Vol. 2, Nº 1, 2018. Disponível em: < <http://bit.ly/2LG74yN> >. Acesso em: 06 nov. 2018.
- CHALITA, A. C. C. **Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção**. Orientador: Fernando Henrique Sabbatini. 2010. 251 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/2WQmPYf> >. Acesso em: 02 abr. 2018.
- CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. Em: (Org.). **Teoria & Educação**. Porto Alegre, n. 2, 1990. p.177-229.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

- CIRIA. **Buildability – an assessment**. London: Construction Industry Research and Information Association, 1983.
- CORBUSIER, L. **Oeuvre Complete**. Zurich: Les Editions d'Architecture Artemis, V. 4 1938-46., 1995.
- CRIPPA, M. A. **Antoni Gaudí, 1852-1926: Da natureza à arquitetura**. Tradução de Maria do Rosário Paiva Boléo. Coleção Taschen Basic Art Series. Germany: Taschen, 2003.
- DAYCHOUW, M. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 3 ed., 2007.
- DE MASI, D. **O Ócio criativo**. Entrevista a Maria Serena Palieri. Tradução de Léa Manzi. Rio de Janeiro: Sexante, 2000.
- DE VRIES, J. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Herder, 1969.
- EMMERSON, H. **Survey Problems before the construction industries** A report prepared for the Minister of Works by Sir Harold Emmerson. Ministry of Public Building and Works. H.M.S.O: London, Great Britain. , 1962.
- FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Orientador: Silvío Burrattino Melhado. 2002. 329 p. Tese (Doutorado em Engenharia, com área de concentração em Engenharia de Construção Civil e Urbana). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 2002. Disponível em: < <http://bit.ly/2Sfxopv> >. Acesso em: 30 jan. 2019.
- FERGUSSON, J.; BURGESS, J. **The Cave Temples of India**. London: Cambridge University Press, 1880.
- FERRO, S. **Arquitetura e Trabalho Livre**. Pedro Fiori Arantes (Organização). São Paulo: Cosac Naify, 2006. 456 p.
- FICHER, S. **Ensino e Profissão: o curso de Engenheiro-Arquiteto da Escola Politécnica de São Paulo**. 1989. Tese (Doutorado). FFLCH/USP, USP, São Paulo, SP, 1989.
- \_\_\_\_\_. **Os Arquitetos da Poli: Ensino e Profissão em São Paulo** São Paulo: EDUSP, 2005.
- FLUSSER, V. **Filosofia da caixa preta**. São Paulo: Hucitec, 1985.
- \_\_\_\_\_. **O mundo codificado**. Por uma filosofia do design e da comunicação. São Paulo: Cosacnaify, 2007.
- FONTES, R. **Análise de casca de alvenaria cerâmica armada - tipo parabolóide hiperbólico**. Orientador: Roberto Márcio da Silva. 2012. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia, Universidade



Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012. Disponível em: < <http://bit.ly/2PnzoHY> >. Acesso em: 15 ago. 2018.

FORQUIN, J.-C. **Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993. 208 p.

FRAMPTON, K. **Studies in tectonic culture** the poetics of construction in nineteenth and twen. The MIT Press, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOLDBERD, G. B. **Bamboo style**. Layton, Utah, USA: Gibbs Smith, Publisher, 2002.

HABRAKEN, N. J. **El diseno de soportes**. Barcelona: Gustavo Gili, 1979. 210 p.

HANSEN, K. L.; ZENOBIA, K. E. **Civil Engineer's Handbook of Professional Practice** Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2011. Disponível em: < <http://bit.ly/2Y0cBWO> >. Acesso em: 08 mar. 2018.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss Eletrônico**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva Ltda, 2009.

KARKLINS, L.; MENDOZA, J. **Literature Review: Architects and mental health**. A report prepared for the NSW Architects Registration Board, ConNetica, Caloundra, Qld. 2016. Disponível em: < <http://bit.ly/2Mgneik> >. Acesso em: 03 ago. 2018.

KAUFMAN, J. C.; STERNBERG, R. J. **The Cambridge handbook of creativity**. New York, USA: Cambridge University Press, 2010.

KIATAKE, M. **Modelo de suporte ao projeto criativo em arquitetura: uma aplicação da TRIZ - Teoria da Solução Inventiva de Problemas**. Orientador: João Roberto Diego Petreche. 2004. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia. Concentração em Engenharia de Construção Civil e Urbana). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://bit.ly/2Fp8eOB> >. Acesso em: 10 jan. 2019.

KIM, S. H. **Essence of creativity: A guide to tackling difficult problems**. London: Oxford University Press, 1990.

KRIPKA, M. **Análise estrutural para engenharia civil e arquitetura** Estruturas isostáticas. 2. ed. São Paulo: PINI, , 2011.

LANCASTER, L. C. **Concrete Vaulted Construction in Imperial Rome – Innovations in Context**. New York, NY: Cambridge University Press, 2005. 296 p.

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. Tradução de Maria Beatriz Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 296 p.

- LEITE, M. A. D. F. D. A. **A aprendizagem tecnológica do arquiteto**. Orientador: Ricardo Toledo Silva. 2006. 366 p. Tese (Doutorado - Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, 2006. Disponível em: < <http://bit.ly/2U7zkOx> >. Acesso em: 27 fev. 2019.
- LUBART, T. **Psicologia da Criatividade**. Tradução de Márcia Conceição Machado Moraes. São Paulo: Artmed, 2007. 192p.
- LUCKESI, C. C. **Sobre as notas escolares: distorções e possibilidades**. São Paulo: Cortez, 2014.
- MACIEL, C. A. B. **Arquitetura como infraestrutura**. Orientadora: Maria Lúcia Malard. 2015. 378 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, UFMG, Belo Horizonte, MG, 2015. Disponível em: < <http://bit.ly/2Ksbf46> >. Acesso em: 20 nov. 2017.
- MALARD, M. L. A avaliação no ensino do projeto de arquitetura e urbanismo: problemas e dificuldades. Em: (ORG.), C. R. D. P. A. R. G. A. L. B. (Org.). **O lugar do projeto no ensino e na pesquisa em arquitetura e urbanismo**. Rio de Janeiro: Contra Capa, 2007.
- MALLGRAVE, H. F. **The Architect's Brain: Neuroscience, Creativity, and Architecture**. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley-Blackwell, 2010.
- MENDES, M. O curso de Arquitetura da Escola de Engenharia Mackenzie. Em: (Org.). **Arquitetura Mackenzie 100 anos FAU-Mackenzie 70 anos: pionerismo e atualidade**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2017. p.pp. 36-74.
- MINKE, G. **Building with bamboo** Design and Technology of a Sustainable Architecture. Basel, Switzerland: Birkhäuser, 2012.
- MONTENEGRO, G. **Desenho arquitetônico**. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.
- MURPHY, G. C. E. **Similitude in Engineering**. New York: The Ronald Press Company, 1950.
- NARUTO, M. **Repensar a formação do arquiteto**. Orientador: Khaled Ghoubar. 2006. 129 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, SP, 2006. Disponível em: < <http://bit.ly/2Lae9tV> >. Acesso em: 07 mar. 2018.
- OBERG, L. **Desenho Arquitetônico**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 22 ed., 1979.
- OLIVEIRA, M. S. D. **Modelo estrutural qualitativo para pré-avaliação do comportamento de estruturas metálicas**. Orientadora: Dr.a Arlene Maria Sarmanho Freitas. 2008. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto,

UFOP, UFOP, Ouro Preto, MG, 2008. Disponível em: < <http://bit.ly/2x677ho> >. Acesso em: 18 fev. 2018.

PARDAL, P. **Brasil, 1792 : início do ensino da engenharia civil e da Escola de Engenharia da UFRJ**. Rio de Janeiro: Construtora Norberto Odebrecht e Companhia Brasileira de Projetos e Obras, 1985.

PEDREIRINHO, J. M. **Dicionário dos arquitectos activos em Portugal do século I à actualidade**. Porto: Afrontamento, 1994.

PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas incorporadoras de pequeno porte**. Orientador: Dálvio Ferrari Tubino. 2002. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Santa Catarina, SC, 2002. Disponível em: < <http://bit.ly/2RjYWug> >. Acesso em: 10 jan. 2019.

PERRENOUD, P. **Prática Reflexiva No Ofício De Professor: Profissionalização e Razão Pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 232 p.

PINI. **Construção passo-a-passo**. 1a ed. São Paulo: Pini, 2009.

PIÑON, H. **Teoria do projeto**. Tradução de Edson Mahfuz. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2006.

REBELLO, Y. C. P. **Contribuições para o Ensino de Estruturas nas Escolas de Arquitetura**. 1994. Dissertação (Mestrado). FAUUSP, São Paulo, 1994.

\_\_\_\_\_. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**. São Paulo: Ziguarte, 2000. 271 p.

RIBOT, T. A. **Essai sur l'imagination créatrice**. Paris: Alcan, 1900.

RIOS FILHO, A. M. D. L. **A regulamentação da profissão do arquiteto**. Rio de Janeiro: Publisher, 1934.

SANTOS, R. E. D. **A armação do concreto no Brasil: história da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia**. Orientador: Bernardo Jefferson de Oliveira. 2008. 338 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da UFMG, UFMG, Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: < <http://bit.ly/2DKZa7n> >. Acesso em: 20 nov. 2017.

SANVITTO, M. L. A. **Brutalismo paulista : uma análise compositiva de residências paulistanas entre 1957 e 1972**. Orientador: Edson da Cunha Mahfuz. 1994. 257 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1994. Disponível em: < <http://bit.ly/2M60zpl> >. Acesso em: 11 jan. 2019.

SAWYER, R. K. **Explaining Creativity: The Science of Human Innovation**. New York: Oxford University Press, 2012.

- SCHÖN, D. A. **Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.** Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- SENNET, R. **O Artífice.** Tradução de Clóvis Marques. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2009. 360 p.
- SILVA, A. H. D. **Comparação de custos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural em blocos cerâmico e de concreto.** Orientador: Humberto Ramos Roman. 2002. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, SC, 2002. Disponível em: < <http://bit.ly/2x6Q8vr> >. Acesso em: 12 mar. 2016.
- STERNBERG, R. J.; KAUFMAN, J. C.; PRETZ, J. E. **The creativity conundrum: A Propulsion model of kinds of creative contribution.** New York: Psychology Press., 2002.
- STEVENS, G. **O círculo privilegiado** Fundamentos sociais da distinção arquitetônica. Tradução de Lense Garcia Corrêa Barbosa; revisão técnica de Sylvia Ficher. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2003.
- TEIXEIRA, K. A. **Ensino de Projeto: Integração de conteúdos.** Orientador: Adilson Costa Macedo. 2006. 233 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, SP, 2006. Disponível em: < <http://bit.ly/2XrFQ7P> >. Acesso em: 27 fev. 2018.
- TOLEDO, B. L. Do século XVI ao início do século XIX: maneirismo, barroco e rococó. Em: ZANINI, W. (Org.). **História geral da arte no Brasil.** São Paulo: Instituto Walter Moreira Salles, 1983. p.p. 88-298.
- VIDOTTO, T. C. **A indissociável relação entre o ensino e a profissão na constituição do arquiteto e urbanista moderno no estado de São Paulo: 1948 - 1962.** Orientadora: Ana Maria Reis de Goes Monteiro. 2014. 260 p. Dissertação (Mestrado Arquitetura, Tecnologia e Cidade). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas, SP, 2014. Disponível em: < <http://bit.ly/2GhJyZq> >. Acesso em: 07 fev. 2019.
- VITRUVIUS, M. **The ten books on architecture.** Translated by Morris Hicky Morgan. Cambridge: Harvard University Press, 1914.
- WATTERS, P. **Measuring the Creativity of Architecture Students.** Orientador: Jay Fogleman. 2017. 137 Dissertation (Doctor of Philosophy in Education). Department of Education, University of Rhode Island, Kingston, USA, 2017. Disponível em: < <http://bit.ly/2FhOjA3> >. Acesso em: 18 jun. 2019.
- ZANETTINI, S. **O Ensino de Projeto na Área de Edificação.** São Paulo: FAUUSP, 1980.

ZARZAR, K. M.; GUNEY, A. **Understanding Meaningful Environments** Architectural Precedents and the Question of Identity in Creative Design. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press BV, 4, 2008.

ZUMTHOR, P. **Pensar a arquitetura**. Barcelona: GG, Tradução de Astrid Gabrow. 2a ed., 2009.

### Artigos e publicações em periódicos

ADOLPHUS, D. T. **Watch Toyota Build a Lego-like House in Half a Day**. The Drive. New York 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2LclQzD>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

ALENCAR, E. L. S. D. Desenvolvendo a criatividade nas organizações o desafio da inovação. **RAE - Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, V. 35, n. 6, p. 6-11, 1995.

AMABILE, T. M. Social Psychology of Creativity: A Consensual Assessment Technique. **Journal of Personality and Social Psychology**. 43, No. 5, p. 997-1013, 1982. Disponível em: < <http://bit.ly/2QCk9uv> >. Acesso em: 10 jan. 2019.

ARAUJO, J. C. S. Fundamentos da metodologia de ensino ativa (1890-1931). 37ª Reunião Nacional da ANPEd - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2015, Iorianópolis, SC. PNE: Tensões e Perspectivas para a Educação Pública Brasileira. Iorianópolis, SC. PNE: Tensões e Perspectivas para a Educação Pública Brasileira.: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. v. 1. p. 1-15. Disponível em: < <http://bit.ly/2IldRPr> >. Acesso em: 05 abr. 2019.

ARCOWEB. **Papel do arquiteto no canteiro de obras é tema de fórum no RJ**. ARCOWeb. São Paulo 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2SrNOY3>>. Acesso em: 02 fev. 2019.

\_\_\_\_\_. **Concurso premia protótipos de ponte feitos com palitos de picolé**. ARCOWeb. São Paulo 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/2Y70Y0e>>. Acesso em: 02 fev. 2019.

ARTIGAS, J. B. V. Contribuição para o relatório sobre ensino de arquitetura e urbanismo. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCOLAS DE ARQUITETURA. Sobre a história do ensino de arquitetura no Brasil, 1977, São Paulo. São Paulo.

\_\_\_\_\_. Contribuição para o relatório sobre ensino de arquitetura e urbanismo. UNESCO. 1993, São Paulo. São Paulo: Sinopses Memória. p. 133-137.

- BARATTO, R. Casa Circular: arquitetas projetam atelier baseado na economia circular e princípios de sustentabilidade. **ArchDaily**. 2018. Disponível em: < <http://bit.ly/2PqmlAR> >. Acesso em: 24 abr. 2019.
- BAYL-SMITH, M. Buildability: education & practice. **NSW Architects Registration Board**. p. 75, 2015. Disponível em: < <http://bit.ly/2HJdCyp> >. Acesso em: 14 set. 2017.
- BRIDGES, A. Problem based learning in architectural education. Proceedings of CIB 24th W78 Conference Maribor 2007, 2007, Maribor, Slovenia. Maribor, Slovenia: CIB (International Council for Building). Disponível em: < <http://bit.ly/2I4HFwA> >. Acesso em: 19 mar. 2018.
- DURAN, S. **Entre o projeto e a execução: o papel do arquiteto na diminuição [ou aumento] da violência no canteiro de obras**. Contra condutas: Conselho Técnico da Escola da Cidade. Contracondutas. Reportagens 2017.
- FELIX, T. U.; GEORGINA, V. L. Assessment of Constructability Practices among General Contractors. **Architectural Engineering**. V. 4, 1998.
- FIEDERER, L. Clássicos da Arquitetura: Torre Eiffel / Gustave Eiffel [AD Classics: Eiffel Tower / Gustave Eiffel] **ArchDaily Brasil. Tradução de Eduardo souza**. 2016. Disponível em: < <http://bit.ly/2PI37I5> >. Acesso em: 19 ago. 2018.
- FLEITH, D. D. S.; ALENCAR, E. M. L. S. D. Medidas de criatividade. **Psicologia: Teoria e pesquisa**. V. 8, n. 3, p. 319-326, 1992. Disponível em: < <http://bit.ly/2Czk5q8> >. Acesso em: 19 jan. 2019.
- FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach. XII SIMPEP, 2005, Bauru, SP. Bauru, SP. p.12. Disponível em: < <http://bit.ly/2Xox4HN> >. Acesso em: 20 jan. 2019.
- FUÃO, F. F. Arquitetura e criatividade. **Arquiteturarevista**. V. 4, nº 1:, p. 01-14, 2008. ISSN 1808-5741. Disponível em: < <http://bit.ly/2QGjOH9> >. Acesso em: 03 jul. 2017.
- GABORA, L. Revenge of the 'Neurds': Characterizing Creative Thought in terms of the Structure and Dynamics of Memory. **Creativity Research Journal**. V. 22(1), p. 1-13, 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/2Jfd5Ao> >. Acesso em: 23 abr. 2018.
- GABORA, L.; KAUFMAN, S. B. Evolutionary Approaches to Creativity. **The Cambridge Handbook of Creativity**. p. 279-300, 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/2HW2pYk> >. Acesso em: 23 abr. 2018.
- GRAAFF, E. D.; KOLMOS, A. Characteristics of Problem-Based Learning. **International Journal of Engineering Education**. V. 19, No. 5, p. p. 657-662, 2003. Disponível em: < <http://bit.ly/2WUonFK> >. Acesso em: 18 mar. 2018.



GUIMARÃES, R. P. Raciocínio construtivo e o processo de ensino e aprendizado em arquitetura e urbanismo. V ENANPARQ - V Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2018, Salvador. Salvador: FAUFBA. p.1753-1771. Disponível em: < <http://bit.ly/31FA41G> >. Acesso em: 06 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. Avaliação da aprendizagem em projetos de arquitetura e urbanismo: conflitos e propostas. CIM 2018 - IV Congresso de inovação e metodologias no ensino superior, 2019, Belo Horizonte. Belo Horizonte: UFMG. Disponível em: < <http://bit.ly/2IStlJf> >. Acesso em: 06 nov. 2018.

HAMMARLUND, Y.; JOSEPHOSON, P. E. Qualidade: cada erro tem seu preço. **Tradução de: V.M.C.F. Hachich. Técnica.** n.1, p.32-4, Nov./Dec., 1992.

HILEY, A.; YAGCI, O. The implementation of constructability: a prerequisite in raising the quality of project outcome. *17th Annual ARCOM Conference*, University of Salford, Vol. 1, 261-270, 2001. Disponível em: < <http://bit.ly/2LjYRQP> >. Acesso em: 18 mar. 2018.

HYDE, R. Buildability as a design concept for architects: a case study of laboratory buildings. **Engineering, Construction and Architectural Management.** p. p. 45-56, 1995. Disponível em: < <http://bit.ly/2WRQQvZ> >. Acesso em: 17 set. 2017.

ILLINGWORTH, J. R. Buildability - tomorrows need? **Building Technology and Management.** V. 22, 1984.

JONES, B.; SERENI, A.; RICCI, M. Building Brunelleschi's Dome: A Practical Methodology Verified by Experiment. **Journal of the Society of Architectural Historians.** Vol. 69, No. 1 (March 2010), pp. 39-61, 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/2tmFwVC> >. Acesso em: 05 fev. 2019.

KAPSIMALIS ARCHITECTS. Summer Cave House in Santorini / Kapsimalis Architects. **ArchDaily.** 2017. Disponível em: < <http://bit.ly/2lBa8y7> >. Acesso em: 23 abr. 2019.

KUZNETSOV, S.; PAULOS, E. Rise of the Expert Amateur: DIY Projects, Communities, and Cultures. Proceedings: NordiCHI 2010, 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/2SezzKZ> >. Acesso em: 26 fev. 2018.

LAM, P. T. I.; WONG, F. W. H.; CHAN, A. P. C. Contributions of designers to improving buildability and constructability. **Design Studies.** V. 27, No. 4, p. p. 457-479, 2006. Disponível em: < <http://bit.ly/2FleohT> >. Acesso em: 14 set. 2017.

LAMMERS, F. G.; FRITZ, J. G. The Dark God of Efficiency and the Economical Forms of Eladio Dieste. *Association of Collegiate Schools of Architecture International Conference - Probing Disglobal Networks, At Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Arquitectura*, Santiago, Chile, 2016. Disponível em: < <http://bit.ly/2t0oQ7V> >. Acesso em: 01 fev. 2019.

- LEWIS, D. W. C. A. J. Productivity, buildability and constructability: Is work study the missing link? *17th Annual ARCOM Conference, 5-7 September 2001*, University of Salford. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 1, 271-80 2001. Disponível em: < <http://bit.ly/2IT6KMv> >. Acesso em: 16 set. 2017.
- LINNER, T.; BOCK, T. Evolution of large-scale industrialisation and service innovation in Japanese prefabrication industry. **Construction Innovation**. V. 12, No. 2, p. pp.156-178, 2012. Disponível em: < <http://bit.ly/2w1wYa8> >. Acesso em: 06 jun. 2018.
- MACIEL, C. A. B. O sistema básico da UFMG e seus precedentes: infraestrutura, crescimento, superação da função e construção da paisagem. 9º seminário docomomo brasil. Interdisciplinaridade e experiências em documentação e preservação do patrimônio recente 2011, Brasília. Brasília: Docomomo Brasil. Disponível em: < <http://bit.ly/2QChoJD> >. Acesso em: 11 jan. 2019.
- MALARD, M. L. O método em arquitetura: conciliando HEIDEGGER e POPPER. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.8, n.8, 2000, Belo Horizonte. Belo Horizonte. p. p.128-154. Disponível em: < <http://bit.ly/2LknXPB> >. Acesso em: 18 mar. 2018.
- MALARD, M. L.; MONTEIRO, G. M. O desenvolvimento da criatividade no ensino de projeto: Qualquer exercício serve? *IV enanparq. Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, Porto Alegre, 25 a 29 de Julho de 2016, 2016. Disponível em: < <http://bit.ly/2WTFesi> >. Acesso em: 18 fev. 2018.
- MASCARENHAS, E.; MIRANDA, J. T. D.; RIBEIRO, M. M. PFLEX: Disciplinas flexibilizadas de projeto no curso de arquitetura e urbanismo da UFMG. PROJETER - 2015. Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo: ensino, pesquisa e prática, 2015, Natal, RN. Natal, RN. Disponível em: < <http://bit.ly/2RTmZQi> >. Acesso em: 15 ago. 2018.
- MASIERO, É. Censo do CAU e os desafios na formação em Arquitetura e Urbanismo (parte1). **Drops**. São Paulo, ano 14, n. 071.03, Vitruvius, ago. 2013 2013. Disponível em: < <http://bit.ly/2RoCW1k> >. Acesso em: 20 dez. 2018.
- MBAMALI, I.; AIYETAN, O. A.; KEHINDE, J. O. Building design for buildability: an investigation of the current practice in Nigeria. **Building and Environment**. V. 40, p. p. 1267-1274, 2005. Disponível em: < <http://bit.ly/2reaLDw> >. Acesso em: 12 set. 2017.
- MELLENDEZ, A. Cau - Censo dos Arquitetos 2013. Raio X do arquiteto. **Projeto Design**. V. 339, 2013. Disponível em: < <http://bit.ly/2SNTZ9Z> >. Acesso em: 20 dez. 2018.
- MORENO, H. B. As quatro ordens da sociedade quatrocentista. **Tempo**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 5, p. p. 107-119, 1998. Disponível em: < <http://bit.ly/2Rlu8pM> >. Acesso em: 08 mar. 2018.



- MOTTA, F. Subsídios para relatório sobre ensino de arquitetura UIA-Unesco, 1974. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCOLAS DE ARQUITETURA. Sobre a história do ensino de arquitetura no Brasil, 1977, São Paulo. São Paulo.
- NAKAMURA, J. Como fazer o gerenciamento de obras. **aU**. Edição 245 - Agosto/2014 2014. Disponível em: < <http://bit.ly/2Du52Ri> >. Acesso em: 20 dez. 2018.
- NEVES, R. Aprender na Obra. XXXIII ENSEA – Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo. XXXVI COSU – Reunião do Conselho Superior da ABEA, Caderno abea 39, 2014, Camboriú. Camboriú: ABEA p.p. 44-56. Disponível em: < <http://bit.ly/2WPaELj> >. Acesso em: 18 mar. 2018.
- NOBRE, T. M.; REZENDE, D. G.; STOLFI, A. Conversa com Sérgio Ferro. 2002. Disponível em: < <http://bit.ly/2EdZw3t> >. Acesso em: 26 fev. 2019.
- O'CONNOR, J. T.; RUSCH, S. E.; SCHULTZ, M. J. Constructability Concepts for Engineering and Procurement. **Construction Engineering and Management**. V. 113, 1987.
- PEDROSO, F. L. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem**. Concreto & Construções: IBRACON. Instituto Brasileiro do Concreto. Ano XXXVII, nº 53, jan, fev, mar 2009 2009. Disponível em: <<http://bit.ly/2DqvdYb>>. Acesso em: 04 fev. 2019.
- RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. D.; MORAIS, M. D. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? , Ambiente Construído, v. 13, n. 2, p. 151-165, 2013, Porto Alegre. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: < <http://bit.ly/2IHJfC> >. Acesso em: 15 jun. 2019.
- YING, L. J.; PHENG, L. S. Enhancing buildability in China's construction industry using Singapore's buildable design appraisal system. **Journal of Technology Management in China**. V. 2 No. 3, p. p. 264-278, 2007. Disponível em: < <http://bit.ly/2WPzYG5> >. Acesso em: 14 set. 2017.

## **Normas, leis, decretos e regulamentos**

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura**. Rio de Janeiro, 1994. 27 p.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.531: Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas**. Rio de Janeiro, 1995. 10 p.

BRASIL. **Decreto nº 23.569 de 11 de dezembro de 1933. Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor**. Presidência da

República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1933. Disponível em: < <http://bit.ly/2WVGvin> >. Acesso em: 08 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei 8666, de 21 de junho de 1993.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1993. Disponível em: < <http://bit.ly/28Sw9Xt> >. Acesso em: 20 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. Gabinete do Ministro. **Portaria Nº 1.770, De 21 de dezembro de 1994.** Brasília, 23 dez. 1994: DOU de 23/12/1994 (nº 243, Seção 1, pág. 20.346), 1994. Disponível em: < <http://bit.ly/2KoOzlj> >. Acesso em: 16 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES nº 6, de 2 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo e dá outras providências.** Brasília, 3 fev. 2006: Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], 2006. Disponível em: < <http://bit.ly/2XnMfks> >. Acesso em: 16 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.378, de 31 de dezembro de 2010.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2010a. Disponível em: < <http://bit.ly/2Scnl4z> >. Acesso em: 20 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, alterando dispositivos da Resolução CNE/CES nº 6/2006.** 2010b. Disponível em: < <http://bit.ly/2XZnA2N> >. Acesso em: 16 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2011. Disponível em: < <http://bit.ly/2On10fb> >. Acesso em: 20 fev. 2019.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2018. Disponível em: < <http://bit.ly/2KIGw8J> >. Acesso em: 20 jun. 2019.

## Vídeos, publicações na web e em meio digital

ABNT Catálogo. 2019. Disponível em: < <http://bit.ly/2SpGmwA> >. Acesso em: 08 fev. 2019.

ACE. Architects' Council of Europe. 2014. Architects' Council of Europe. Conseil des Architectes D'Europe, Disponível em: < <http://bit.ly/2yLXTbe> >. Acesso em: 10 jan. 2019.

- Ancient Secrets: Cathedrals Decoded. Produção e Direção de Scott Tiffany. Boston, USA: A Providence Pictures Production for Nova and WGBH Boston in Association with Telfrance and Arte France, National Geographic Channel (45 min.). 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/2X0mNSP> >.
- CAU/BR. Pesquisa CAU/BR Datafolha. Conselho de Arquitetura e Urbanismo, 2015. Disponível em: < <http://bit.ly/2gGfyro> >.
- CAU/RJ. Duzentos anos do ensino de arquitetura no Brasil: história e reflexões. 2016. Publicado na página do Instituto de Arquitetos do Brasil, Disponível em: < <http://bit.ly/2TgDdDP> >. Acesso em: 08 fev. 2019.
- Colegiado Arquitetura e Urbanismo UFMG. 2017. Página na Internet do Colegiado de Arquitetura e Urbanismo da UFMG, Disponível em: < <http://bit.ly/2Y1rFU3> >. Acesso em: 08 nov. 2017.
- Eiffel Tower. Direção: Andrew Thomas. Al Roker Productions (48 min.). 1994. Disponível em: < <http://bit.ly/2OR7V0z> >.
- Escola de Arquitetura da UFMG. 2017. Página na Internet da Escola de Arquitetura da UFMG. História da Escola de Arquitetura, Disponível em: < <http://bit.ly/2MWBba1> >. Acesso em: 08 nov. 2017.
- Escola de Belas Artes da UFRJ. 2019. Página na Internet da Escola de Belas Artes da UFMG. História da Escola de Belas Artes, Disponível em: < <http://bit.ly/2VnJKK7> >. Acesso em: 08 fev. 2019.
- Going Medieval. Direção de David Hutt. Produção de Lion Television Limited para H2. 2012. Disponível em: < <http://bit.ly/2WSTn8W> >.
- Great Cathedral Mystery: Master craftsmen explore how Florence's monumental dome was built nearly 600 years ago. Direção e Produção: David Murdock. A NOVA Production by National Geographic Television Production in association with Camera One Productions (53 min.). 2014. Disponível em: < <http://to.pbs.org/2L75UyH> >.
- TRIMBLE INC. 3D Warehouse. 2018. Disponível em: < <http://bit.ly/2IsdSk2> >. Acesso em: 20 dez. 2017.
- Where Thames smooth waters glide. 2018. Westminster Bridge, Disponível em: < <http://bit.ly/2MVMUph> >. Acesso em: 08 fev. 2018.
- WIKIHOW. WikiHow, como fazer de tudo... 2018. Disponível em: < <http://bit.ly/2yNHcul> >. Acesso em: 13 fev. 2018.
- WIKIPEDIA. Wikipedia, a Enciclopédia Livre. 2018. Artigo sobre o termo How-to, Disponível em: < <http://bit.ly/2Xjgl8P> >. Acesso em: 13 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Wikipedia, a Enciclopédia Livre. 2019. Professional requirements for architects, Disponível em: < <http://bit.ly/2Frfeuj> >. Acesso em: 10 jan. 2019.

## Fontes documentais

CAU/CE. **Reunião de Acolhimento de Novos Profissionais**: Slides apresentados na reunião 2016. Disponível em: < <http://bit.ly/2EdDHkH> >. Acesso em: 02. fev. 2019.

IFMG. **Projeto Pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Design de Interiores**: IFMG, Campus Santa Luzia 2016. Disponível em: < <http://bit.ly/2DjMJgL> >. Acesso em: 18 jan. 2019.

\_\_\_\_\_. **Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo**: IFMG, Campus Santa Luzia 2017.

KAPP, S. **Tradução com comentários do Prólogo de 'On the Art of Building in Ten Books (De Re Aedificatoria)', de Leon Battista Alberti.**: Cambridge, Massachusetts. MIT Press. Disponível em < <https://bit.ly/2MTJ9Ni> >. Acesso em 08 fev. 2019 2010.

MACIEL, C. A. B. **Plano de Curso da disciplina Casa econômica, projeto executivo**: Escola de Arquitetura da UFMG 2017a.

\_\_\_\_\_. **Plano de Curso da disciplina Edifício de Apartamentos**: Escola de Arquitetura da UFMG 2017b.

## **APÊNDICES**



## APÊNDICE A – Questionário aplicado aos estudantes do Projeto Casa Econômica após o término do exercício

### 1. Qual o (s) principal (is) motivo (s) para escolher esse projeto?

“A possibilidade de abordar a etapa de projeto executivo. Em todos os outros pflex, não passamos do anteprojeto”.

“Escolhi o PFlex casa econômica pois estou no quinto período e gostaria de projetar uma moradia (a primeira até então) e também por se tratar de uma moradia econômica, visto o contexto econômico brasileiro atual. Outro fator decisivo foi pela escolha pelo professor”.

“Tema”.

“Conhecimento sobre o professor e suas abordagens”.

“A proposta ser interessante e um tanto desafiadora, além das recomendações do professor”.

### 2. Você elaborou desenhos a mão (croquis ou desenhos técnicos) para detalhes construtivos?

“Sim, para entender o esquema da fundação e da laje, por exemplo, bem como de coisas que aprendi durante a aula”.

“Eu elaborei muitos, muitos mesmo, desenhos nas fases iniciais dos projetos (vale lembrar que comecei a desenvolver um projeto em madeira, que foi descartado). Uma parte deles no estilo croqui mas em sua maioria foram feitos em papel milimetrado, sempre em escala; no meu caso, 1:100. Utilizei de desenhos para além de desenhar os elementos físicos mas também esboçar e espacializar elementos condicionantes como topografia, iluminação natural, ventilação natural e vistas. Eu achei essa etapa muito importante pela facilidade e velocidade de elaboração de material e em conseguir representar, nem que fosse parcialmente, as ideias que estava tendo em mente”.

“Sim, mas mais na fase inicial”.

“Sim”.

“Apenas no início do projeto”.

3. Quais as principais ferramentas computacionais (softwares) que você utilizou? Qual o seu nível de conhecimento e habilidade nelas?

“Auto cad, Sketch up e Excel. Acho que meu nível é intermediário”.

“Eu usei unicamente ArchiCad. Considero meu conhecimento a nível básico do programa. Parte desse conhecimento, que eu adquiri durante esse projeto inclusive, eu adquiri por conta própria, “fuçando” no programa. Senti que por um lado isso é bom e me ajudou a memorizar melhor, porém percebo que fiz coisas de maneira mais trabalhosa do que se eu tivesse aprendido com algum material sobre (tutorial, video no youtube ...)”.

“Autocad, sketchup e photoshop. Bom domínio”.

“SketchUp. Adequado”.

“ArchiCAD e SketchUp, nunca fiz nenhum curso sobre qualquer uma das duas, apenas tutoriais da internet, então mediano”.

4. A dificuldade ou impossibilidade para representar na ferramenta fez com que alguma ideia fosse deixada de lado? Se sim, descreva brevemente a situação.

“Não”.

“Não”.

“Acredito que não, embora que para isso eu tive que passar muito tempo desenvolvendo e modelando o projeto. Senti que deixei muito de lado a parte de representação (banca final) e com isso não consegui comunicar todas as partes do projeto, mas ele está quase que completamente feito no software”.

“Não abandonei a ideia, mas a representação ficou prejudicada, pois não consegui fazer os detalhes que desejava em cortes e elevações da casa”.

5. Você conseguiu consultar as fontes sugeridas pelo professor? Se sim, quantas, aproximadamente, você conseguiu consultar?

“Sim. Consultei rapidamente os livros sobre Le Corbusier - 3 livros e o Manual do Arquiteto Descaço, li Forma e Design do Louis Khan, o texto sobre "Intervalo", do Hertzberger, pesquisei sobre Glenn Murcutt na internet e analisei os projetos executivos de duas casas do site MDC”.

“Sim, mas mais na fase inicial da matéria. Acredito que por volta de 10, entre obras e arquitetos”.



“Sim, 5”.

“Sim. 4”.

“Sim, pesquisei e procurei sobre muitas”.

6. Você consultou, por iniciativa própria, livros, apostilas, internet, vídeos ou outros documentos para entender como construir os elementos do seu projeto? Se sim, cite as principais fontes pesquisadas.

“Sim. Li "Como criar em Arquitetura" e a primeira parte de "O processo de projeto em Arquitetura: da teoria à tecnologia", além de sites diversos da internet, os manuais de construção da Editora Pini e um do IPT sobre construção em regime de mutirão, que achei na biblioteca, e um material do MOM da EA UFMG sobre Coordenação Modular”.

“Sim, e muito. Quase que todas as informações técnicas sobre os materiais e sistemas eu aprendi com livros e pesquisas na internet. Livros: Alvenaria Estrutural; Construção em alvenaria; Construindo com madeira; Coberturas de madeira. Os materiais da internet foram vários, pdfs e manuais técnicos de: estrutura metálica; em madeira; em alvenaria estrutural; de coberturas (metálicas, fibrocimento, laje impermeabilizada); drywall; painel wall”.

“Sim, principalmente os projetos executivos disponibilizados”.

“Sim. Livros, apostilas, internet e vídeos”.

“Consultei, além da bibliografia já sugerida pelo professor, apenas sites e lojas de madeira, olhei algumas coisas com outros professores também”.

7. Quantas horas semanais, aproximadamente, você conseguiu se dedicar a esse projeto?

“Não sei exatamente, mas acredito que, extraclasse, pelo menos 12h semanais”.

“Realmente não tenho muita noção disso, mas acredito que por volta de 15/20”.

“Aproximadamente 10”.

“30”.

“Talvez umas 20-30h, depende”.

8. Você realiza ou já realizou estágio em que você contribui pensando ou desenhando detalhes construtivos? Se sim, descreva brevemente sua atuação.

“Não, mas preciso muito”.

“Não”.

“Não”.

“Sim. Projeto executivo de pequenas reformas”.

“Não”.

9. Você convive frequentemente com pessoas (parentes ou amigos) que trabalham construindo ou projetando objetos (edifícios, móveis, etc.)? Você normalmente conversa com ele(s) sobre construção ou o acompanha em alguma tarefa?

“Não, somente na faculdade”.

“Não. E uma coisa que percebo é que nem meus colegas de curso conversam sobre arquitetura/construções. Isso me aborrece demais”.

“Sim e sim”.

“Não”.

“Não frequentemente, encontro e converso bem raramente”.

10. Você já acompanhou alguma obra (profissionalmente, no local onde mora etc.)? Se sim, você adotou nesse projeto alguma ideia que você observou na obra?

“Não”.

“Não, apenas visitas a obras pela faculdade”.

“Não, mas observo muito a cidade e as coisas já construídas, acho que isso pode ter me ajudado em algumas soluções”.

“Sim. Fundação”.

11. Você entrou em contato com empresas para entender melhor como algum aspecto do seu projeto funciona ou acontece na realidade (como construir, tipo de mão de obra, orçamento, etc.)?

“Não”.

“Sim. No caso do pflex eu entrei em contato com um fabricante de laje alveolar pré-moldada perguntando da disponibilidade de entrega para regiões do Brasil”.

“Não”.

“Não”.

“Sim”.

12. Você realizou uma visita técnica por iniciativa própria conta para entender melhor alguma questão desse projeto? Se sim, ela esclareceu a questão?

“Não”.

“Não realizei”.

“Não”.

“Não”.

“Visitei casas finalizadas com acompanhamento de um engenheiro (que é meu parente)”.

13. No seu projeto, as ideias e soluções de como construir ou montar surgiram a partir da maquete? Se sim, descreva brevemente uma situação que considera que foi importante.

“Não”.

“Sim. Havia desenhado uma rampa de acesso à moradia, em corte. Quando modelei percebi que a rampa estava muito íngreme e mudei isso no projeto”.

“Não”.

“Não”.

“O encaixe entre vigas e pilares e o pilar e a vedação vieram por meio da maquete”.

14. As soluções construtivas utilizadas no projeto foram fielmente seguidas conforme manuais, recomendações, normas, práticas (no sentido de que “é assim que se faz isso”)? Você propôs alguma variação nelas (preferiu fazer diferente, seja em material, sequência de montagem, etc.)? Descreva brevemente uma variação utilizada, caso tenha ocorrido.

“Sim, mas tiveram algumas adaptações, como na fundação. Eu não estava conseguindo uma fonte que me explicasse em detalhes como fazer uma fundação em blocos de concreto, então, peguei as informações de três manuais - dois deles chamados "Mãos à obra", mas são de fontes diferentes, e o do IPT - e mescliei as informações”.

“Segui as normas e recomendações”.

“Sim e não”.

“Sim”.

“Tentei fazer de acordo, sem variação”.

15. A questão dos custos fez com que você revisasse as decisões técnicas e construtivas do seu projeto? Se sim, descreva brevemente uma situação ocorrida nesse sentido que considera que foi importante.

“Sim. Troquei minha alvenaria de espessura de 19 cm por outra de 14 cm, também estrutural”.

“Sim, minha primeira intenção foi construir em madeira. Mas conforme fui fazendo o orçamento da estrutura decidi abandonar de vez e escolher outro material”.

“Sim, o próprio sistema construtivo (alvenaria estrutural) foi escolhido devido ao custo”.

“Sim. Decidi ter pé direito duplo em apenas uma parte do projeto”.

“Sim, pretendia fazer uma parede de vidro, mas telhas translúcidas de encaixaram melhor no orçamento”.

16. Ver o desenvolvimento dos projetos dos seus colegas motivou você a desenvolver o seu projeto? Ou, ao contrário, desencorajou você?

“Sinceramente, houve momentos que fiquei meio apavorado por achar que estava atrasado em relação à turma, mas aprendi muito com eles e tenho muitas coisas sobre o projeto e ideias deles anotadas no meu caderno”.

“Me motivou, inclusive troquei informações com alguns”.

“Motivou sempre”.

“Desencorajou”.

“Motivou, porque se estavam conseguindo eu tinha que conseguir também”.

17. Algum comentário do professor ou dos colegas durante as orientações desencorajou você para prosseguir com determinadas ideias no seu projeto? Se sim, descreva brevemente uma que considera que foi significativa.

“Não”.

“Não. Dentre projetos que já fiz nos módulos de Pflex, esse foi o trabalho que considero que teve maior prosseguimento das ideias iniciais. Modificações importantes foram feitas, mas o substancial foi mantido”.

“Sim. Uma significativa foi quando apresentei o projeto em alvenaria estrutural com aberturas de portas e janelas nas paredes portantes. Após a orientação eu entendi, refleti e apliquei a orientação de não fazer aberturas nessas paredes”.

“Sim. Quando o professor entendeu de cara e explicou meu conceito melhor do que eu tinha conseguido me expressar”.

18. Outras disciplinas do curso (teóricas, práticas, visitas técnicas, outros projetos etc.) influenciaram ou contribuíram significativamente para pensar no modo como as coisas seriam construídas ou montadas no seu projeto? Se sim, quais?

“Sim, as disciplinas de tecnologia de um modo geral”.

“Sim, principalmente as disciplinas de materiais, que me haviam de certa forma me apresentado materiais e sistemas que durante o pflex eu aprofundi a pesquisa sobre”.

“Sim, pflex anteriores e matérias como concreto, aço, madeira, elétrica, hidráulica, iluminação, conforto ambiental...”

“Sim. Tecnologia da construção e outros três Pflex”.

“Sim, enquanto estudava materiais de construção”.

19. Você acha que alguma pesquisa ou projeto de extensão que já participou ou participa o ajudou nesse projeto em relação à construção e a montagem dos elementos?

“Sim”.

“Sim, o que aprendi na monitoria me auxiliou nesse sentido”.

“Não”.

“Não”.

20. Após esse projeto, você acredita que a sua maneira de pensar sobre os processos construtivos melhorou? Ou permanece aproximadamente a mesma? Na sua opinião, quais os principais motivos da melhora ou da permanência?

“Melhorou e acho que um dos motivos principais para tanto foram a percepção de como um sistema da construção interfere no outro e como tudo funciona junto, na prática - ainda que seja uma prática acadêmica. Também sobre como a gestão do projeto, da construção e do orçamento pode trazer resultados bastante positivos para obras de diferentes portes”.

“Com certeza. Acredito que a principal seja em relação a entender a fundo a lógica construtiva do material e como projetar/desenhar já levando em consideração isso. O que pode gerar otimização de tempo em obra e economia de materiais”.

“Sim! Os comentários do professor, o estudo dos projetos executivos, a leitura dos materiais indicados...”

“Sim. Pesquisa e experiência nova”.

“Mudou e melhorou bastante”.

21. Comentários ou sugestões.

“Acho que gostaria de desenvolver um projeto orientado por um professor por um semestre inteiro, pois acho que como estou de certa forma amadurecendo minha forma de projetar e entregar projetos, gostaria de entrar mais a fundo nos detalhamentos; enfim, fazer um projeto executivo literalmente”.

## **APÊNDICE B – Questionário aplicado aos estudantes do Projeto Edifício de Apartamentos após o término do exercício**

1. Qual foi o tempo médio semanal dedicado ao projeto?

“3 a 4 horas”.

“30-32 horas”.

“15 horas”.

“Além do horário de aula algo em torno de 10 horas”.

“30h”.

“Mais de 12 horas”.

“15”.

2. Cite as principais ferramentas utilizadas (softwares, croquis, etc.).

“Cad e sketch”.

“Croquis, sketchup e autoCAD”.

“Archicad, SketchUp e AutoCad”.

“Autocad, Sketchup, croquis, maquete estrutural”.

“Croquis e sketchup”.

“Archicad”.

“cad, sketch”.

3. Você conseguiu consultar as fontes sugeridas pelo professor? Quantas aproximadamente?

“Aprox. 3”.

“Sim, todas as que procurei”.

“Sim. Aproximadamente 5”.

“Sim, todas mencionadas nas orientações e algumas da ementa”.

“Sim. 5”.

“Sim. 2”.

“1”.

4. Outras fontes além da escola foram consultadas (profissionais, empresas, visitas técnicas, vídeos na internet, etc.)?

“O pai e o tio de uma integrante do grupo, pois ambos são engenheiros e ajudaram na parte estrutural”.

“Não”.

“Sim, para desenvolver melhor o sistema estrutural, foram consultados sites na internet sobre sistemas construtivos e fabricantes”.

“Referências online de outros projetos (construídos e não construídos), sites de fornecedores (laje nervurada pré-fabricada), dentre outros”.

“Sim”.

“Sim, outros professores”.

“sites da internet”.

5. A maquete foi fundamental para resolver alguma questão do projeto ou para entendê-lo melhor? Ou, para você, foi mais uma representação de algo já definido?

“No caso do nosso projeto acho que a maquete eletrônica, por ter sido desenvolvida primeiro teve mais o papel de auxiliar algumas questões do projeto”.

“A maquete inicial permitiu uma compreensão melhor do projeto, o que, no caso do meu grupo, resultou em uma definição mais detalhada e menos generalizada da localização de infraestrutura. A maquete final foi a representação de algo já definido que havia sido compreendido e montado a partir de um modelo 3D (modelo de sketchup)”.

“Para mim a maquete física foi mais uma representação de algo já definido. Mas a maquete eletrônica (modelo 3D) foi fundamental para entender e desenvolver melhor o projeto”.



“Acho que no caso do meu grupo foi a representação de algo definido (a estrutura) que auxiliou no desenvolvimento das possibilidades dessa estrutura e das etapas seguintes (infraestrutura predial, possíveis divisões das unidades, etc.)”.

“Mais uma representação”.

“Sim, a partir da maquete entendemos melhor o projeto”.

“representação de algo já definido”.

6. Em relação ao que foi cobrado pelo professor e os prazos, você achou que o porte do projeto foi muito grande, muito pequeno ou adequado?

“Comparado a outros projetos que já fiz na faculdade achei bem tranquilo”.

“O porte do projeto foi adequado, contudo, como sempre, caso houvesse mais tempo para desenvolver o projeto, um resultado melhor poderia ter sido alcançado (ainda que eu esteja satisfeito com o resultado obtido)”.

“O porte do projeto foi grande em relação ao prazo para desenvolvê-lo, gerando excesso de trabalho e gasto exagerado de tempo para cumprir tudo o que era exigido. Após a primeira apresentação final, o volume de trabalho foi reduzido pois o projeto já estava pronto. Sendo assim, talvez fosse melhor equilibrar as duas partes da disciplina quanto ao volume de trabalho”.

“Achei que os prazos foram adequados, embora sejam prazos muito menores pro que foi demandado em comparação as outras disciplinas do curso de forma geral”.

“Adequado”.

“Grande”.

“adequado, porém acima da média que estamos acostumados”.

7. Como o trabalho em grupo foi desenvolvido? Comente brevemente como eram feitas discussões, frequência das reuniões, divisão de tarefas etc. (Caso tenha feito sozinho, escrever apenas “feito individualmente”).

“O grupo inicialmente não teve uma divisão organizada de tarefas. Depois de uma conversa interna chegamos a um acordo e, ao final de cada aula, dividíamos o que cada um deveria fazer e estipulávamos um prazo para que isso ocorresse”.

“O trabalho em grupo foi uma questão complicada pelos horários serem incompatíveis. A maioria das "reuniões" foram virtuais, sendo que as tarefas eram divididas de acordo com as capacidades de cada um e cada integrante fazia sua parte no tempo que conseguia. A única reunião de todos os integrantes foi para a realização da maquete, ao final do projeto”.

“O meu grupo se encontrava quase todos os dias da semana para discutir sobre o projeto e tomar as decisões necessárias. Além disso, principalmente na segunda fase da disciplina, o trabalho foi dividido e cada uma desenvolveu a sua parte sozinha para conseguir entregar tudo o que era pedido”.

“As discussões eram feitas em sua grande maioria online, sendo algumas vezes pessoalmente (o que acredito em alguns casos atrapalhar o desenvolvimento do trabalho em grupo). As tarefas, geralmente, eram divididas através dos softwares ou diferentes atividades do processo. Todos os arquivos, referências e documentos (leis, cronograma) eram compartilhados em uma pasta no Google Drive, com subpastas que organizavam tudo por temas e nomes nos arquivos que indicavam as etapas e versões referentes ao arquivo”.

“O grupo se encontrava pelo menos duas vezes por semana. Nas reuniões, iniciávamos as discussões a partir do que foi orientado na aula pelo professor. Tentávamos fazer o máximo possível no encontro, o que não era terminado, era dividido entre as integrantes e, se houvesse necessidade, outro encontro era marcado”.

“uma pessoa ficou responsável pela planta, outra pelo sketch e uma fazia a compatibilização dos dois. Os encontros aconteciam toda semana, às vezes mais de uma vez por semana. A maquete era desenvolvida com os três integrantes juntos”.

8. Em que momento as soluções construtivas (materiais, estruturas, processos de montagem, encaixes, vedações, aberturas, instalações etc.) foram consideradas e representadas? Depois da definição dos ambientes e formas gerais? Ou desde as primeiras ideias?

“Pensadas, acho que desde o início. Mas representadas demorou um certo tempo, acredito que foram feitas mais para a pre banca”.

“A princípio, foram desconsideradas. Contudo, após a explicação do professor, as soluções construtivas foram devidamente pensadas e representadas”.

“Desde as primeiras ideias nós tentamos incorporar as soluções construtivas. Tivemos dificuldades para projetar dessa forma, o que gerou várias ideias do projeto sendo refeitas e adaptadas para o sistema construtivo escolhido, e vice-versa”.

“Em certos casos desde o início e em outros posteriormente”.

“Após o edifício ter uma forma um pouco mais definida”.

“depois da definição dos ambientes”.

9. No desenho técnico ou modelo virtual, o arquivo foi organizado em princípios de desenho (espessuras, tipos e cores de linhas) ou em objetos de construção (paredes, portas, pilares, etc.)?

“Fiquei mais responsável pelo sketch. Esse foi organizado em camadas de construção (lajes, pilares, paredes, janelas/esquadrias, jardineiras), e feito um grupo de cada pavimento para melhor nos orientarmos”.

“Foi organizado em lares de acordo com objetos de construção”.

“O arquivo do Archicad foi organizado em layers segundo os pavimentos e objetos de construção. Dessa forma foi feito também no SketchUp para a confecção do caderninho da exposição. Entretanto, os arquivos do AutoCad foram organizados segundo layers baseadas nas espessuras das linhas”.

“Em objetos de construção (sendo que no desenho técnico cada camada tinha a cor da espessura certa para plotagem)”.

“Sim. Objetos de construção e andares”.

“Foi organizado em layers, na lógica de objetos de construção”.

“no desenho técnico as camadas eram organizadas pela espessura, enquanto no modelo virtual a organização era por objetos de construção”.

10. As soluções construtivas adotadas, em algum momento foram variações em relação ao que é descrito em manuais, normas e recomendações? Ou as recomendações foram seguidas rigorosamente?

“Foram seguidos os descritos em manuais ou recomendados pelos engenheiros consultados”.

“As recomendações foram seguidas rigorosamente, considerando que a estrutura do prédio do meu grupo é simples”.

“As soluções construtivas seguiram as recomendações pesquisadas pelo grupo”.

“Houve variações”.

“Sim”.

“Sofreram modificações para se adequarem melhor a necessidade deste edifício”.

“variações”.

11. Você acredita que os sistemas construtivos escolhidos foram, de certa forma, induzidos por questões de custo e pela busca de viabilidade financeira (algo como “se for outro sistema, não será viável”)?

“Creio que não. Ainda mais que o sistema que utilizei não possuía vigas, era apenas de laje protendida. Acredito que outro sistema seria possível, tornando viável, economicamente falando, o empreendimento”.

“A opção final do sistema construtivo foi motivada por ser uma solução simples e de baixo custo que era capaz de resolver a questão apresentada no projeto”.

“Sim, o critério do custo foi avaliado para tomar as decisões sobre os sistemas construtivos”.

“Acredito que não tenha sido o único critério, mas em certos casos foi sim considerada a questão da viabilidade financeira (como no uso do concreto armado com laje nervurada por exemplo)”.

“Sim”.

“Alguns sistemas foram”.

“Sim”.

12. Você acredita que essa foi a disciplina do curso que mais exercitou o entendimento dos processos construtivos? Alguma outra disciplina merece ser destacada nesse sentido?

“Para mim não há dúvidas que essa disciplina ensina muito mais que a grande maioria. Contudo não foi a que mais aprendi”.

“Sim. Não”.

“Essa disciplina foi muito importante para entender melhor os processos construtivos, mas o pflx “Casa Mínima” também me ajudou muito a entender melhor esse assunto em uma escala menor, que foi a exigida para tal projeto”.

“Dos pflex eu diria que sim, com certeza. Uma outra disciplina que merece ser destacada e aborda questões similares às abordadas nesse pflex é a disciplina Tecnologia da Construção.

“Não. Outros três pflex”.

“Até o momento sim”.

“sim”.

13. Se fosse possível, você gostaria de ter detalhado mais esse projeto? Espera ter outras oportunidades para detalhar mais no curso?

“Achei interessante o modo de projetar apresentado pelo professor, pois não havia visto nada parecido ainda na faculdade. Realmente fiquei com vontade de detalhar mais o projeto e talvez o faça por conta própria para questões de portfólio”.

“Gostaria de ter detalhado mais esse projeto, e espero ter outras oportunidades para detalhar mais no curso”.

“Sim para as duas perguntas”.

“Sim, entretanto acredito que o tempo disponível na disciplina não seria o suficiente. Acredito que detalhamento seja algo não muito estimulado no nosso contexto da Escola. Acho que é algo que melhorou com relação a quando entrei no curso (2012), mas as pessoas, geralmente, quando desenvolvem algo do tipo, acaba sendo em contextos fora da escola, como nos estágios por exemplo”.

“Sim. Sim”.

“Sim”.

“sim”.

14. Você sentiu que o seu entendimento dos processos construtivos e sua relação com o projeto melhorou depois de cursar essa disciplina? Ou permaneceu mais ou menos igual?

“Melhorou”.

“Apreendi algumas coisas que não sabia e revi outras que estudei a tempos. Acho que meu maior aprendizado na matéria foi sobre questões legais do que realmente construtivas”.

“Essa foi a disciplina que mais me ensinou sobre construção e processos construtivos, juntamente com Materiais I (que foi mais uma introdução geral)”.

“Sim, a disciplina me ajudou a visualizar melhor como funciona os processos construtivos na elaboração de um projeto e mudou o meu modo de pensar para projetar, considerando a estrutura nas ideias iniciais e não no fim, como era o usual”.

“Com certeza, a disciplina aborda essa questão associada a outras discussões, como qualidade arquitetônica e espacial, viabilidade e mercado imobiliário”.

“Sim”.

## **APÊNDICE C – Roteiro de aplicação da CAT – Técnica de Avaliação Consensual**

Entendimentos e pressupostos:

- Projeto como planejamento para solução de problemas.
- Problema: entendimento e caracterização por alguém – ou grupo – de demandas, desejos ou necessidades acerca de: valores de uso, estéticos, simbólicos, culturais, sociais, econômicos, ambientais, de conforto, acessibilidade, ergonomia, segurança, dentre outros. Em resumo, o conjunto de fatores que motiva a construção de um novo objeto.
- Projeto: planejamento, descrição organizada prévia ao empreendimento (o objeto) que contém informações sobre o objeto enquanto produto pretendido (forma, constituição e funcionamento) bem como as informações necessárias para construí-lo.
- Criatividade para projetar: Inventividade nas soluções tanto em termos de produto quanto nos processos construtivos necessários; inteligência para pensar no arranjo de materiais e componentes construtivos que configurem um objeto capaz de solucionar os problemas que motivaram sua construção – e conseqüentemente o projeto. Não diz respeito apenas a formas, funções ou modos de construir isoladamente, mas sim na maneira como esses foram arranjados para solucionar os problemas dados.
- Criatividade X relevância X qualidade: o julgamento da criatividade é subjetivo, de acordo com a experiência e o conhecimento prévio de quem julga. Embora relevância (importância, destaque) e qualidade (boa ou ruim) sejam julgamentos distintos, eles podem influenciar na avaliação da criatividade do julgador.

Em resumo, deve-se buscar responder à questão abaixo para cada projeto:

**“EM UMA ESCALA DE 0 A 10, QUAL O NÍVEL DE CRIATIVIDADE QUE VOCÊ CONSIDERA SOBRE AS SOLUÇÕES APRESENTADAS NESTE PROJETO?”**

## Folha de respostas

Exercício 01	Exercício 02	Exercício 03	Exercício 04	Exercícios 05 e 06
Projeto 01 _____	Projeto 12 _____	Projeto 18 _____	Projeto 29 _____	Projeto 37 _____
Projeto 02 _____	Projeto 13 _____	Projeto 19 _____	Projeto 30 _____	Projeto 38 _____
Projeto 03 _____	Projeto 14 _____	Projeto 20 _____	Projeto 31 _____	Projeto 39 _____
Projeto 04 _____	Projeto 15 _____	Projeto 21 _____	Projeto 32 _____	Projeto 40 _____
Projeto 05 _____	Projeto 16 _____	Projeto 22 _____	Projeto 33 _____	Projeto 41 _____
Projeto 06 _____	Projeto 17 _____	Projeto 23 _____	Projeto 34 _____	Projeto 42 _____
Projeto 07 _____		Projeto 24 _____	Projeto 35 _____	Projeto 43 _____
Projeto 08 _____		Projeto 25 _____	Projeto 36 _____	
Projeto 09 _____		Projeto 26 _____		
Projeto 10 _____		Projeto 27 _____		
Projeto 11 _____		Projeto 28 _____		

### Referência para avaliação:

- Nota 01 ou 02: Criatividade muito baixa nas soluções de projeto.
- Nota 03 ou 04: Criatividade baixa nas soluções de projeto.
- Nota 05 ou 06: Criatividade mediana nas soluções de projeto.
- Nota 07 ou 08: Criatividade alta nas soluções de projeto.
- Nota 09 ou 10: Criatividade muito alta para a solução dos problemas.

**Exercício 01 (Projetos 01 a 11).** Problema: Projetar uma residência de baixo custo procurando potencializar sua capacidade de flexibilização (ampliações, reduções).

**Exercício 02 (Projetos 12 a 17).** Problema: Projetar um edifício de apartamentos em Belo Horizonte (escolha do terreno parcialmente livre) buscando viabilidade no mercado imobiliário e potencialização da capacidade de flexibilização (ampliações, reduções).

**Exercício 03. (Projetos 18 a 28).** Problema: Projetar um edifício residencial, comercial ou misto em terreno de livre escolha (dentro das permissões legais) buscando viabilidade no mercado imobiliário e potencialização da capacidade de flexibilização.

**Exercício 04. (Projetos 29 a 36).** Problema: Projetar e construir uma peça de mobiliário para atender a necessidades, demandas ou desejos, com enfoque no “como é construído”. Pode ser baseado em objetos existentes.

**Exercícios 05 e 06. (Projetos 37 a 43).** Problema: Projetar um edifício capaz de atender a múltiplos usos em Belo Horizonte (escolha do terreno parcialmente livre), com potencial capacidade de flexibilização e enfoque nas etapas construtivas.