

DANIEL FLEMING COLLAÇO

**DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS UTILIZANDO BIM**

São Paulo

2021

DANIEL FLEMING COLLAÇO

**DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS UTILIZANDO BIM**

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Especialista em Gestão de
Projetos na Construção

Área de concentração: Gestão de Projetos na
Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado

São Paulo

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação

COLLAÇO, DANIEL FLEMING
DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES
SUSTENTÁVEIS UTILIZANDO BIM / D. F. COLLAÇO -- São Paulo, 2021.
231 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Gestão de projetos 2.Arquitetura 3.Sustentabilidade 4.BIM 5.Simulação
ambiental I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus colegas, arquitetos, engenheiros e coordenadores que procuram incessantemente melhorar a nossa prática profissional, buscando novos conhecimentos, possibilitando gerar cada vez mais mudanças positivas no mundo ao nosso redor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às primeiras instituições de minha formação acadêmica, tanto à FAU-USP como à EPUSP, responsáveis por desvelarem os diversos caminhos profissionais que um arquiteto pode trilhar e por me ensinarem especialmente como aprender, adaptar, aplicar e desbravar novos campos do conhecimento.

Agradeço à POLI-INTEGRA por possibilitar um curso voltado para a gestão de projetos, formalizando conhecimentos e me apresentando a novas competências que me acompanharão no decorrer de minha carreira.

Agradeço ao meu professor orientador – Silvio Melhado – por ter acreditado no tema da minha pesquisa e pela orientação ao longo do caminho de produção deste trabalho.

Agradeço à minha companheira Lina pelo apoio incondicional neste e em tantos outros momentos, assim como pela criteriosa revisão do meu texto e suas valiosas contribuições.

Agradeço à minha mãe, pela dedicação na minha formação mais ampla, que me possibilitou caminhar até onde cheguei.

RESUMO

A união entre BIM e sustentabilidade desvela um enorme potencial de aplicações e inovações na produção de projetos. A integração antecipada entre profissionais e disciplinas, sobrepostas em modelos virtuais coordenados, aliada às velozes simulações ambientais, permitem a visualização e retroalimentação de decisões projetuais, tornando as fases iniciais de projeto aquelas de maior importância para o sucesso do empreendimento. No entanto, esta mudança deve vir acompanhada de revisões nos processos gerenciais e operacionais da produção de projetos, contando ainda, com a atualização dos profissionais, das formas contratuais e da própria cultura da indústria da construção civil. Este trabalho investiga como os projetos são gerenciados e faseados, até seus desdobramentos em processos simultâneos e integrados. Também, se retomou a definição fundamental do desenvolvimento sustentável e seus desdobramentos na arquitetura, assim como a sua tradução por meio dos selos ambientais no Brasil. Finalmente, avaliou-se a aplicação das ferramentas de projetos presentes no universo BIM e das simulações. Os conceitos foram validados em campo por meio de oito estudos de caso com escritórios de arquitetura, consultoria ambiental e gerenciamento de São Paulo. Como resultado, foram definidas diretrizes para a concretização de fases de concepção integradas e sustentáveis.

Palavras chaves: Gestão de projetos. Arquitetura. Sustentabilidade. BIM. Simulação Ambiental.

ABSTRACT

An enormous potential of applications and innovation of the design process resides on the union of BIM and sustainability. Early design integration between team members of different specialties, collaborating on coordinated virtual models alongside fast environmental simulations, allow for rapid feedback over major design decisions, thus increasing the responsibility of conceptual design over the whole project's success. However, no real change is achieved without the correspondent revision on the current design management and production process. Those are followed by the adequate professional upgrading, the changes on contractual models as well as on the very culture of the construction industry. This work investigates how design are phased and managed aiming for the integrated project delivery approach. The sustainability primary definitions and their impact on architectural practice were also considered, alongside the influence of environmental certifications in the Brazilian context. Finally, reference works were analyzed on the interoperability of BIM applications and environmental assessment tools. The key concepts of the research were validated through eight case studies applied on architecture, environmental consulting, and project management offices in São Paulo. The results were assembled into guidelines for achieving integrated and sustainable designs.

Key words: Project management. Architecture. Sustainability. BIM. Environmental simulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tripé conceitual.....	16
Figura 2 - Projeto como conversão	23
Figura 3 - Projeto como fluxo de informação.....	24
Figura 4 - Resíduos no processo	24
Figura 5 - Projeto como geração de valor	24
Figura 6 – Perda de valor no projeto	25
Figura 7 - Relação entre o tempo de desenvolvimento e	27
Figura 8 - Relação entre o esforço despendido em cada fase	28
Figura 9 - Processo de projeto segundo ABNT NBR 13.531.....	35
Figura 10 - Fases de projeto segundo a ABNT NBR 16.636-2.....	46
Figura 11 - Fluxograma de projeto segundo NBR 16.636-2.....	47
Figura 12 - Ciclo de projeto na engenharia simultânea	57
Figura 13 - Fases tradicionais de projeto e interação entre agentes no modelo norte-americano.....	62
Figura 14 - Fases de projeto e interação entre agentes segundo a ABNT NBR 16.636	62
Figura 15 - Fases de projeto e interação entre agentes segundo o manual de escopo	63
Figura 16 - Fases de projeto e interação entre agentes segundo o IPD	65
Figura 17 - Fase de concepção.....	67
Figura 18 - Consumo de energia nos EUA.....	74
Figura 19 - Consumo de energia no mundo por setor e per capita	75
Figura 20 - Entrosamento de campos do balanço climático	79
Figura 21 – Simulação energética e visualização de conforto.....	84
Figura 22 - A abordagem dos três patamares	86
Figura 23 - ENCE de projeto e edificação construída	107
Figura 24 - Peso da pontuação em diferentes categorias de certificação	110
Figura 25 - Comparação entre requisitos mínimos.....	111
Figura 26 - Esquema do Visualizador de Performance de Projeto.....	118
Figura 27 - Exemplo do Visualizador de Performance do Projeto	119
Figura 28 - Comparação entre requisitos mínimos.....	120
Figura 29 – Fluxo de análises	122

Figura 30 - Diagrama conceitual dos 5 módulos	123
Figura 31 – Processo de implementação das 6 fases	126
Figura 32 – Diretrizes para a concepção de projetos de edificações sustentáveis utilizando BIM.....	180

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapa e entregáveis de projeto segundo ABNT NBR 13.532 e 6.492	33
Tabela 2 – Atuação dos agentes do processo de projeto segundo a ABNT NBR 6.492	36
Tabela 3 - Etapas e fases segundo o Manual de Escopo	40
Tabela 4 - Atividades cíclicas segundo manual de escopo	42
Tabela 5 - Atuação dos agentes do processo de projeto segundo o manual de escopo	43
Tabela 6 - Parcelamento de honorários	55
Tabela 7 - Diferenças entre o projeto tradicional e o integrado	61
Tabela 8 - O edifício verde e o edifício sustentável	96
Tabela 9 - Requisitos mínimos das certificações	112
Tabela 10 - Pré-Requisitos para a concepção	114
Tabela 11 - Funcionalidades da simulação ambiental.....	122
Tabela 12 - Entrevistas realizadas	136
Tabela 13 - Categorias do estudo de caso.....	138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	American Institute of Architects
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
BIM	Building Information Modelling
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CAD	Computer Aided Design
CBCS	Centro Brasileiro de Construção Sustentável
CEF	Caixa Econômica Federal
CIB	Conseil International du Bâtiment
CURT	Construction User Roundtable
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
GBC	Green Building Council
HQE	Haute Qualité Environnementale
IPD	Integrated Project Delivery
IPCC	International Panel of Climate Change
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética das Edificações
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
NBR	Norma Técnica Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
TBL	Tripple Bottom Line
WGBC	World Green Building Council
USGBC	United States Green Building Council

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVO.....	18
1.3	MÉTODO DE PESQUISA	18
1.4	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	O PROJETO DE EDIFICAÇÕES	21
2.1.1	O projeto como processo.....	21
2.1.2	O faseamento dos projetos.....	29
2.1.2.1	As fases tradicionais de projeto	29
2.1.2.2	O manual de escopo	38
2.1.2.3	O processo atual de projeto	44
2.1.2.4	O BIM e as fases de projeto.....	49
2.1.3	O programa de necessidades.....	50
2.1.4	O projeto integrado	54
2.1.4.1	O projeto simultâneo	54
2.1.4.2	<i>Integrated Project Delivery (IPD)</i>	58
2.1.4.3	Comparação dos sistemas de faseamento	60
2.1.5	A fase de concepção	66
2.2	A SUSTENTABILIDADE NO PROJETO DE EDIFICAÇÕES	68
2.2.1	Breve histórico do desenvolvimento sustentável	68
2.2.2	O desenvolvimento sustentável na construção civil.....	71
2.2.3	O impacto ambiental das edificações	74
2.2.4	A sustentabilidade na arquitetura	78
2.2.4.1	O viés bioclimático	78
2.2.4.2	O viés do conforto	80

2.2.4.3	O viés energético	85
2.2.4.4	O viés ecológico.....	87
2.2.4.5	Uma questão de atitude	89
2.2.5	Critérios de projeto e certificações.....	92
2.2.5.1	O edifício verde	92
2.2.5.2	Os sistemas de certificação	98
2.2.5.3	O sistema de certificação LEED.....	99
2.2.5.4	O sistema de certificação AQUA.....	101
2.2.5.5	O sistema de certificação da Caixa Econômica Federal (CEF).....	104
2.2.5.6	O selo PROCEL Edifica	105
2.2.5.7	Critérios de projeto	108
2.3	FERRAMENTAS DE ANÁLISE	115
2.3.1	BIM e desempenho ambiental	115
2.3.2	A simulação no processo de projeto.....	127
3	ESTUDO DE CASO.....	133
3.1	ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS	134
3.2	ANÁLISE DAS ENTREVISTAS	137
3.3	RESULTADOS ENCONTRADOS	140
3.3.1	Pré-projeto	140
3.3.2	Concepção.....	141
3.3.3	Faseamento do projeto.....	143
3.3.4	Formas de contratação.....	145
3.3.5	Estrutura organizacional	147
3.3.6	Implementação do BIM.....	148
3.3.7	Simulação ambiental	149
3.3.8	Capacitação profissional.....	151
3.3.9	Compatibilização	152

3.3.10	Sustentabilidade	153
3.3.11	Certificação ambiental	156
3.3.12	Legislação.....	157
3.3.13	Especificação de materiais	158
3.3.14	Análise de ciclo de vida	159
3.3.15	Relação com a obra.....	160
4	DISCUSSÃO	162
4.1	O PROCESSO DE PROJETO	162
4.2	SUSTENTABILIDADE E CRITÉRIOS AMBIENTAIS	165
4.3	BIM E SIMULAÇÃO	167
5	CONCLUSÃO.....	171
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	171
5.2	PERSPECTIVAS PARA PESQUISAS FUTURAS.....	181
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
	APÊNDICE A – ETAPAS DO MANUAL DE ESCOPOS	189
	APÊNDICE B – ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA.....	191
	APÊNDICE C – RELATO DAS ENTREVISTAS	203

1 INTRODUÇÃO

A concepção de edificações é tema muito caro na arquitetura e tão antigo quanto a própria profissão. Etapa crucial no processo de produção de projetos, ela é frequentemente associada a aspectos intangíveis e individuais, como o talento do arquiteto, seu repertório e sua forma de enfrentar e resolver problemas complexos de maneira individualizada e artesanal. No entanto, esta prática tradicional deve ser revisitada frente aos desafios contemporâneos.

É consenso entre diversos autores (MELHADO, 1994; HUOVILA et al., 1997; FABRÍCIO, 2002; EASTMAN et al., 2014; LECHNER, 2015) que nas fases iniciais do projeto existe a maior capacidade de influência das decisões com o menor custo relativo. A correta compreensão dos critérios e necessidades das partes interessadas e sua tradução em soluções projetuais, ainda que preliminares, reduzem incertezas e moldam as fases posteriores, contribuindo ativamente para o sucesso do projeto. Portanto, quanto maior a complexidade do empreendimento, maior será a relevância da fase de concepção, assim como maior será a necessidade de integração entre os inúmeros agentes, que exigem, cada vez mais, novos paradigmas de colaboração, em substituição ao modelo tradicional sequencial (FABRÍCIO, 2002).

A despeito da relevância do tema, a fase de concepção ainda é tratada pelas normas vigentes sobre projeto (ABNT NBR 16.636), pelas referências de orçamento do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) (2010) e pelos profissionais em geral como a etapa mais rápida e de menor valor investido nas contratações de projetos. Não à toa, é comum que ela seja percorrida de forma rasa, sem a devida atenção a diversas questões relevantes, o que acaba por acarretar incertezas e retrabalhos no processo de produção. Será que é possível reverter este cenário? Faz sentido uma metodologia que permita fases iniciais mais robustas? Seria a inovação tecnológica um meio para se alcançar essa mudança?

Em um mercado cada vez mais enxuto e exigente, presencia-se uma acirrada competitividade, impulsionada pela intensa transformação tecnológica que se desvela nos últimos anos. São frequentes os lançamentos de novos *softwares*, *plug-ins*, métodos e soluções das mais variadas para os problemas contemporâneos. Dentre

eles, o *Building Information Modelling* (BIM) tem ganhado protagonismo com a promessa de revolucionar os projetos, criando os famigerados modelos de informação da construção consistentes em grandes bancos de dados virtuais representados em três dimensões (3D), com inteligência orientada a objetos e compartilhados em rede, teoricamente capazes de gerar projetos integrados em todas as dimensões e de atuar sobre todo o ciclo de vida do empreendimento (EASTMAN, 2014). Mas será que essas inovações tecnológicas se desdobram em novos processos gerenciais e de projeto? Elas alcançam a fase inicial e criam, de fato, soluções integradas? Ou se mantêm como ferramentas que apenas aceleram a produção artesanal?

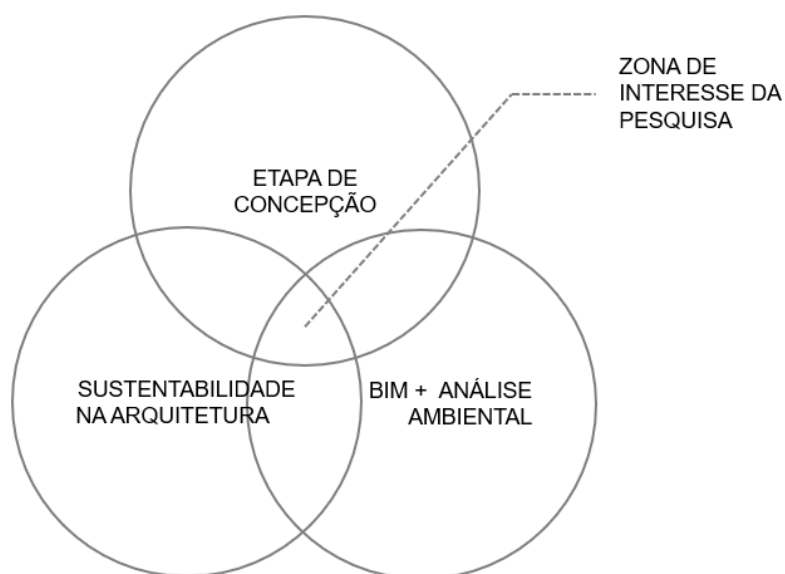
Há que se verificar o quanto esse avanço tecnológico e o amadurecimento das práticas projetuais levam o processo de produção de projetos a um meio ambiente verdadeiramente mais sustentável, uma preocupação premente dos últimos tempos. Não se ignora que o termo “sustentabilidade” costuma ser deturpado ao sabor de seu intérprete, sendo comumente associado a uma dúbia noção de qualidade junto ao *marketing* verde (MAGALHÃES, 2015; AGOPYAN e JOHN, 2011). Tampouco se desconhece o fato de que o uso desse termo no ambiente construído frequentemente pretere aspectos sociais (BERARDI, 2013). Ainda assim, é inegável que o setor da construção civil impacta enormemente não só o meio ambiente, sendo responsável pelo consumo de 32% de toda a energia mundial e por 18% da emissão de carbono no globo (IPCC, 2014), como também a cadeia econômica e social, alterando o tecido das cidades. A concepção de projetos exerce papel central nesse universo (AGOPYAN e JOHN, 2011), pois tem a aptidão de formalizar decisões e propósitos e, assim, possibilitar que os recursos envolvidos sejam empregados da melhor maneira possível.

Embora se admita que seria prepotência da arquitetura propor-se a resolver todo o complexo e sistêmico desafio da sustentabilidade, é certo que ela pode adotar uma atitude positiva em prol das ferramentas que lhes são contemporâneas para solucionar os problemas ambientais e sociais do seu escopo (MAGALHÃES, 2015). No momento em que o arquiteto traça as primeiras linhas do seu projeto, diversas questões relativas a aquecimento, resfriamento e iluminação acabam sendo definidas. Caso esses aspectos ambientais fossem observados desde cedo, além de se moldar a arquitetura conforme o caso específico, poder-se-ia reduzir em até 60% o consumo

energético das edificações (LECHNER, 2015, p. 28). Mas, para que essa prática consciente e estruturada seja amplamente difundida e aplicada, faz-se necessário repensar a forma de concepção de projetos, o que envolve a atualização profissional e a quebra de paradigmas das metodologias tradicionais (LAMBERTS, 2015). Essa inovação projetual deve partir da incorporação de conceitos básicos associados à qualidade ambiental dos edifícios, à adaptação dos usuários e à inserção climática da arquitetura (GONÇALVES, 2015, p. 577). Para se alcançar essa finalidade, novos processos de projeto e simulação podem auxiliar os arquitetos e demais agentes envolvidos na etapa de concepção a visualizar e, sobretudo, solucionar problemas complexos por meio do pensamento projetual (CROSS, 1990).

Tendo isso em vista, busca-se a aproximação de três pilares conceituais: (i) a organização do processo de projeto nas fases iniciais; (ii) a sua forma de produção contemporânea utilizando o BIM e *softwares* de simulação; e (iii) a sustentabilidade e sua tradução em requisitos de projeto para a arquitetura. A pesquisa pretende analisar a interface destes assuntos (Figura 1), partindo da hipótese de que existe, neste ponto, uma inovação latente no processo de projeto.

Figura 1 - Tripé conceitual



Fonte: Autor

1.1 JUSTIFICATIVA

A união dos temas mencionados é tarefa complexa, que demanda um hábil recorte de diferentes matérias em busca de conexões e esclarecimentos. A bibliografia para a pesquisa é extensa e foca parcialmente no objeto estudado, abordando, de um lado, metodologias para projetos integrados e, de outro, requisitos ambientais na arquitetura relacionados a noções de bioclimática, conforto e certificações, além de inovações operacionais relacionadas à manipulação de *softwares*, tanto os voltados para a modelagem da informação da construção, quanto os direcionados para a simulação ambiental.

Ainda que se valorize e se enxergue potencial de inovação especificamente nas fases iniciais, encontraram-se poucas pesquisas com este enfoque. Foram consultados artigos voltados para o tema, em especial na avaliação antecipada de critérios ambientais com a utilização de *softwares* de modelagem de informação aliados a simulações, realizadas pelos próprios arquitetos, visando a eliminação de retrabalhos e o atendimento a critérios pré-estabelecidos (SCHEUTER e THESSLING, 2009; AZHAR et al., 2009; SOUZA, 2009; JALAEI e JRADE, 2014). Porém, grande parte desta discussão se encontra no exterior, em um ecossistema de projetistas, fornecedores, recursos e limitações diferente do brasileiro.

Uma das contribuições deste trabalho consiste na análise sistemática dos pilares conceituais, correlacionando-os com as normas e com a discussão nacional em andamento, sob o viés da gestão de projetos em fases iniciais. Outra contribuição, ainda que limitada em seu escopo e horizonte temporal, é a aproximação dessa discussão com a realidade profissional, por meio de um estudo de caso qualitativo dedicado a verificar a aplicabilidade prática dos conceitos estudados. Para tanto, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com oito empresas representando diferentes agentes do mercado, compondo, assim, um rico cenário das ações em curso, inovações e obstáculos.

Finalmente, a pesquisa realiza um primeiro passo em direção ao desenho estruturado de processos de projeto voltados tanto para o desempenho ambiental, quanto para a coordenação integrada dos agentes envolvidos utilizando-se de ferramentas

contemporâneas de modelagens computacionais, um campo interdisciplinar ainda incipiente nas pesquisas nacionais e que tem o potencial de trazer relevantes contribuições para a capacitação de profissionais.

1.2 OBJETIVO

Investigar a inovação no processo de concepção de edificações, que influencia o processo de projeto quanto ao seu faseamento, à sua produção operacional, aos agentes envolvidos e à organização de seus entregáveis por meio da união do BIM com critérios ambientais.

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

Iniciou-se pelo levantamento da bibliografia necessária ao tema e pela definição do recorte a ser aplicado, uma vez que cada braço do tripé conceitual da proposta era demasiado amplo. Dessa forma, buscaram-se referências relacionadas ao projeto entendido como um processo, às fases iniciais e seus elementos chave, à sustentabilidade traduzida para a construção civil e seus reflexos na arquitetura e à relação do BIM com as simulações ambientais integradas ao processo de projeto.

A partir da revisão bibliográfica, elencaram-se os temas mais pertinentes para a pesquisa e que pudessem gerar uma discussão com o mercado. Esses pontos foram articulados em entrevistas semiestruturadas, fontes primárias de informações para o estudo de caso, com o intuito de validar as hipóteses da pesquisa e as descobertas da revisão bibliográfica junto à prática profissional vigente.

Em seguida, buscaram-se membros do mercado que pudessem gerar uma amostra qualitativa relevante à pesquisa. Foram entrevistados profissionais de diferentes perfis, seja quanto ao campo específico de atuação, seja quanto ao porte e tempo de existência da respectiva empresa. Além de perguntas abertas e exploratórias sobre o tripé conceitual proposto, foram feitas 31 perguntas mais objetivas, das quais 7 dizem respeito a contratos e escopos, 12 ao programa de necessidades e ao processo de concepção utilizando-se critérios ambientais e outras 12 ao processo BIM utilizado.

Os resultados foram analisados e agrupados em 15 categorias que resumem as visões predominantes do mercado e a abrangência do tema, para então serem comparados com a revisão bibliográfica. Ao final, gerou-se uma síntese de principais desafios e nove diretrizes para a concretização da hipótese da pesquisa.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Para atingir o objetivo da pesquisa, o trabalho foi dividido em cinco capítulos:

- Capítulo 1 - Introdução: apresenta o tema, seu recorte, justificativa, objetivos e a hipótese principal da pesquisa.
- Capítulo 2 - Revisão bibliográfica: apresenta uma análise dos temas centrais da pesquisa segundo a literatura existente, organizada de acordo com o tripé conceitual proposto inicialmente.
 - No tópico 2.1 - O projeto de edificações, buscou-se inicialmente definir o que é projeto de edificações, seus desdobramentos enquanto processo e as diversas óticas de análise. Em seguida, definiu-se o que é a fase de concepção, objeto de estudo da pesquisa; para tanto, foram relacionadas a formação das fases de projeto e seus desdobramentos com as normas e manuais de escopo. Finalmente, estudaram-se questões atreladas à produção dos programas de necessidades, essenciais para essa etapa, e noções aplicadas de projeto integrado com base em engenharia simultânea e em manuais internacionais.
 - No tópico 2.2 - A sustentabilidade no projeto de edificações, inicialmente foram buscadas as definições basilares da sustentabilidade e seus desdobramentos na construção civil, avaliando-se o impacto desta e seus reflexos na prática projetual de arquitetura. Em seguida, foram analisadas definições de edifício sustentável e critérios de projeto com base em normas, assim como o papel dos selos de certificação e da fase de concepção nesse contexto.

- No tópico 2.3 - Ferramentas de análise, abordou-se o uso do BIM nas fases iniciais e atrelado às simulações ambientais. Identificaram-se as potencialidades, limites e modelos de interoperabilidade entre plataformas, assim como a integração da simulação no processo de projeto na realidade brasileira.
- Capítulo 3 - Estudo de caso: apresenta a investigação realizada com membros do mercado sobre o objeto da pesquisa, com a descrição dos critérios adotados.
 - No tópico 3.1 - Entrevistas semiestruturadas, foram apresentadas as entrevistas semiestruturadas e os escritórios participantes com uma análise prévia de cada perfil.
 - No tópico 3.2 - Análise das entrevistas, foram apresentadas as oito entrevistas realizadas, de forma resumida e com comentários, conteúdo chave para as conclusões.
 - No tópico 3.3 - Resultados encontrados, foram apresentados os resultados das entrevistas, agrupados e analisados em 15 categorias, dada a variedade de perguntas e a diversidade de perfis dos entrevistados.
- Capítulo 4 - Discussão: apresenta os resultados das 15 categorias em cotejo com o tripé conceitual proposto inicialmente, com a revisão bibliográfica e com a hipótese da pesquisa.
- Capítulo 5 - Conclusão: apresenta as conclusões a respeito da pergunta inicial da pesquisa, assim como os obstáculos para sua efetivação e diretrizes para sua solução. Além disso, elucida os limites alcançados pela pesquisa e as perspectivas futuras do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O PROJETO DE EDIFICAÇÕES

2.1.1 O projeto como processo

Projeto é um conceito amplo, utilizado em diversos ramos do conhecimento. Para os estreitos fins desta pesquisa, focar-se-á no conceito de projeto voltado para a produção de edificações. Mais especificamente, nas fases iniciais que serão abordadas adiante.

Ainda assim, faz-se necessário delimitar claramente o que se entende por este “projeto voltado a edificações”. Uma abordagem utilizada para tanto é a explicitada por Melhado (1994, p. 75):

Outros conceitos podem ser incorporados a esses; no entanto, quando se fala em projeto de edifícios, acredita-se que se deva extrapolar a visão do produto ou da sua função. Nesse caso, fica claro que o projeto deva ser encarado, também, sob a ótica do processo (no caso, a atividade de construir) e, também nesse contexto, o projeto deve ser encarado como informação, a qual pode ser de natureza tecnológica (como no caso de indicações de detalhes construtivos ou locação de equipamentos) ou de cunho puramente gerencial – sendo útil ao planejamento e programação das atividades de execução, ou que a ela dão suporte (como no caso de suprimentos e contratações de serviços), sendo assim de importância crucial.

A ideia do projeto como um processo no qual há um fluxo de informações de maneira ordenada para a produção de determinado produto será bastante utilizada e participa da definição atual do BIM. Este, por sua vez, é entendido como um processo tecnológico de utilização de informações relacionadas à construção, conforme Eastman et al. (2014, p. 13):

Para o propósito deste livro, definimos BIM como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Modelos de construção são caracterizados por:

- **Componentes de construção**, que são representados com representações digitais inteligentes (objetos) que “sabem” o que

eles são, e que podem ser associados com atributos (gráficos e de dados) computáveis e regras paramétricas

- **Componentes que incluem dados que descrevem como eles se comportam**, conforme são necessários para análises e processos de trabalho, por exemplo, quantificação, especificação, análise energética
- **Dados consistentes e não redundantes** de forma que as modificações nos dados dos componentes sejam representadas em todas as visualizações dos componentes
- **Dados coordenados** de forma que todas as visualizações de um modelo sejam representadas de maneira coordenada

É consenso que todo projeto de edificação é contratado com a finalidade de ser construído – trata-se de um pedaço do empreendimento, sendo o produto a razão de sua existência. Nesse sentido, conforme Melhado (1994, p. 76), “projetar é construir no papel” e nada mais natural que a finalidade do BIM seja a criação de “modelos de construção”, ou melhor, blocos de informações organizadas, de caráter técnico e gerencial, com a finalidade de construir um edifício.

Para o escopo desta pesquisa, essa afirmação é de suma importância e reveste-se de outro viés. Embora nas fases iniciais projetar também signifique construir no papel, está-se diante, ainda, de um ensaio da peça final, da determinação dos limites possíveis, de uma visão e síntese apenas e tão somente conceitual do futuro projeto construído.

Huovila, Koskela e Lautanala (1997) defendem uma melhoria no processo de projeto e discutem a sua estrutura conceitual a partir das práticas *lean*. De acordo com os autores, para atingir seu máximo potencial, o processo de projeto deve ser entendido simultaneamente como de conversão, fluxo e geração de valor.

O projeto como conversão (Figura 2) representa o modelo tradicional, apoiado no princípio de que projetar significa criar um produto que atenda a determinados requisitos, sendo o projetista um grande tomador de decisões e resolvidor de problemas. O enfoque é na atividade de projetar, que pode se tornar mais eficiente a partir de métodos de gestão ou avanços tecnológicos. A partir desse modelo, o projeto é uma grande tarefa dividida em subtarefas e especialistas.

Figura 2 - Projeto como conversão



Fonte: adaptado de Huovila et al. (1997, p. 150)

No entanto, de acordo com os autores, esta é uma visão simplificada, que deixa de lado fatores importantes que não necessariamente são de conversão, mas influenciam no processo, como é o caso da relação e intervenção do cliente e da inspeção e transferência da informação. Ocorre que ignorar esses fatores gera estruturas organizacionais e de comunicação incompletas, ocasionando problemas como:

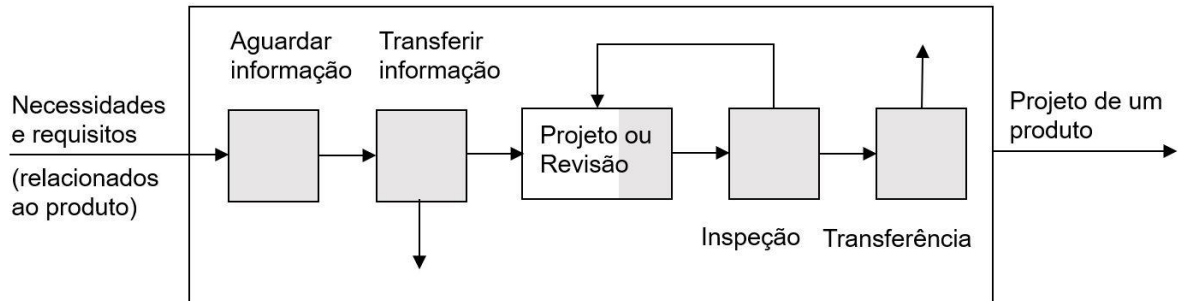
- a) requisitos não percebidos no início;
- b) erros de projeto detectados em fases avançadas;
- c) falta de ou longas iterações para melhoria dos projetos;
- d) desperdício de tempo com espera por aprovações, instruções ou informações;
- e) duração longa, custos elevados e qualidade baixa ou medíocre do projeto.

O projeto também pode ser entendido como um fluxo de informações (Figura 3), tipificadas entre conversão, espera, movimentação e inspeção, sendo as três últimas um resíduo que poderia idealmente ser eliminado. Ainda segundo os autores, em atividades complexas como a engenharia existe uma proporção muito maior de informação residual em relação à conversão (Figura 4). Eles afirmam que as maiores causas dos resíduos são incertezas, que devem ser drasticamente reduzidas por medidas tais como:

- a) definição apropriada de escopo;
- b) consideração simultânea de todas as fases de projeto no momento da concepção;
- c) prototipagem e simulação;
- d) redução ao mínimo da possibilidade de alteração de projetos em fases avançadas;

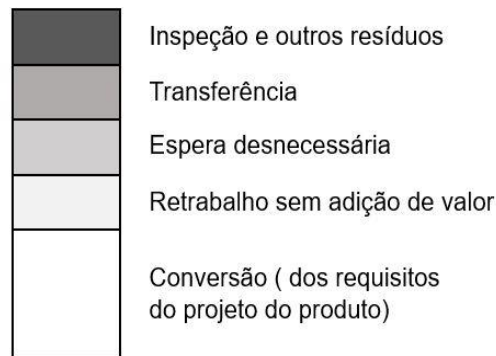
e) redução de erros por gestão da qualidade.

Figura 3 - Projeto como fluxo de informação



Fonte: adaptado de Huovila et al. (1997, p. 151)

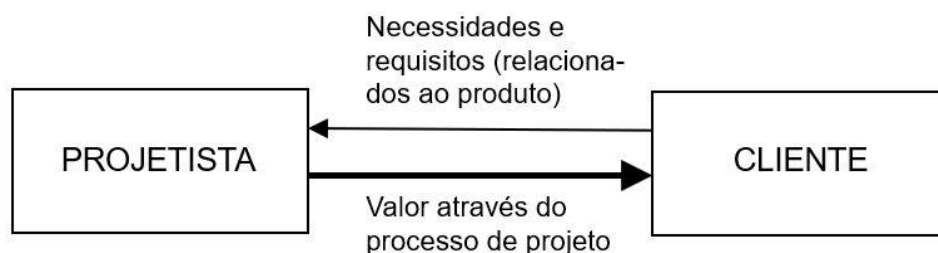
Figura 4 - Resíduos no processo



Fonte: adaptado de Huovila et al. (1997, p. 152)

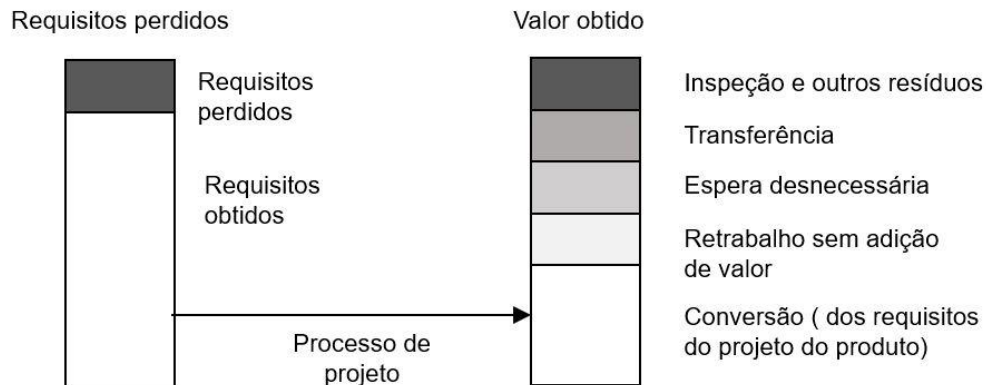
Finalmente, o projeto pode ser entendido como geração de valor (Figura 5) para o cliente por meio do atendimento às suas necessidades e requisitos. A medição exata de valor é intangível, mas pode ser realizada uma comparação a partir de um modelo ideal, no qual não houve defeitos nem perdas (Figura 6). Sob esse ponto de vista, o valor é uma questão de qualidade.

Figura 5 - Projeto como geração de valor



Fonte: adaptado de Huovila et al. (1997, p. 153)

Figura 6 – Perda de valor no projeto



Fonte: Huovila et al. (1997, p. 154)

Concluindo, segundo os autores, as causas para a perda de qualidade são as seguintes:

- a) parte dos requisitos são perdidos no início;
- b) parte dos requisitos são perdidos durante o processo de projeto;
- c) pouca melhoria e otimização do projeto;
- d) erros evidentes no projeto final.

Também são apontadas soluções, como:

- a) análise rigorosa das necessidades e requisitos em cooperação com o cliente;
- b) gestão sistematizada da qualidade;
- c) rápidas iterações de projeto e consideração antecipada de todas as fases desde a etapa de conceito.

Percebe-se que o processo de projeto é complexo e possui diversos matizes. Trata-se de uma atividade de conversão, em um contexto mais amplo de fluxo de informações, que deve ser gerenciado sob princípios de qualidade. Além disso, está inserido num ambiente em constante mudança tecnológica, com relações sociais complexas entre seus agentes. O desconhecimento de uma dessas facetas na estruturação de um projeto ocasionará graves erros e perdas para todos os envolvidos.

É evidente a importância das fases conceituais para o processo como um todo. A percepção e compreensão dos requisitos do cliente no início do projeto é primordial para que eles sejam transferidos ao longo de todo o processo. Igualmente relevantes são as iterações antecipadas, considerando todo o ciclo de vida, para o qual são necessárias parcerias com os fornecedores, obra e projetistas.

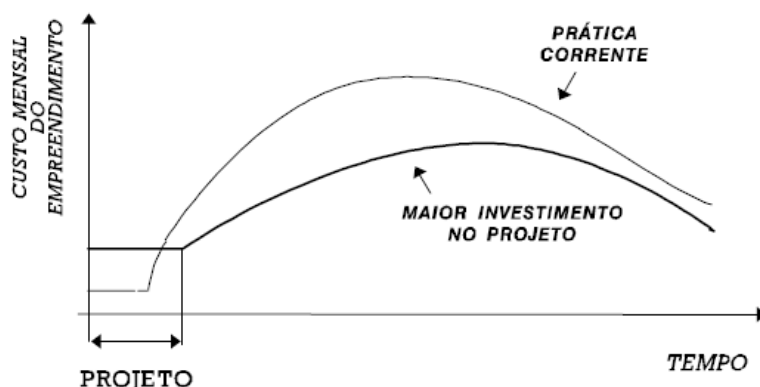
Isso pode ser manifestado claramente na concepção de edifícios, no momento de determinar hipóteses e premissas para os projetos e na sua conversão inicial, validada pelas partes interessadas. Se no planejamento desta fase não forem considerados o tempo e a atividade de especificação de materiais, diretrizes de custo, ambientais e a consulta a outras disciplinas, o projeto nasce deficiente e carrega esta indefinição adiante. Da mesma maneira, se os requisitos forem mal interpretados, ou mesmo ignorados, incorrer-se-á nos erros anteriormente mencionados.

Enxerga-se que, apesar de a atividade de conversão ser primordial, ela é incompleta sem a correta gestão da informação e qualidade. Dessa maneira, segundo Huovila et al. (1997) grande parte desses problemas é enfrentada por meio do trabalho colaborativo em times e da comunicação informal, que dissolve grandes blocos de informações, e da integração de disciplinas distintas antecipadamente, ocasionando a redução de incertezas, o fator primeiro da ineficiência nos prazos e custos.

Melhado (1994) já afirmava a importância do papel do projeto e sua capacidade de garantir a qualidade, minorar falhas e reduzir custos. O autor defende o aumento de investimento e tempo despendido nesta fase inicial (Figura 7), tendo em vista a responsabilidade do projeto no sucesso do empreendimento e o seu baixo custo, quando comparado ao orçamento global:

Nesse sentido, acredita-se que o “investimento” em prazo e custo do projeto deveria assumir um papel diferenciado do atual – ou seja, seria necessário um maior investimento inicial, para permitir um maior desenvolvimento do projeto, ainda que nesta fase houvesse um deslocamento para cima do custo inicial do empreendimento e, eventualmente um tempo maior dedicado à sua elaboração. (MELHADO, 1994, p. 72).

Figura 7 - Relação entre o tempo de desenvolvimento e o custo do empreendimento



Fonte: Barros e Melhado (1993), apud Melhado (1994, p. 73)

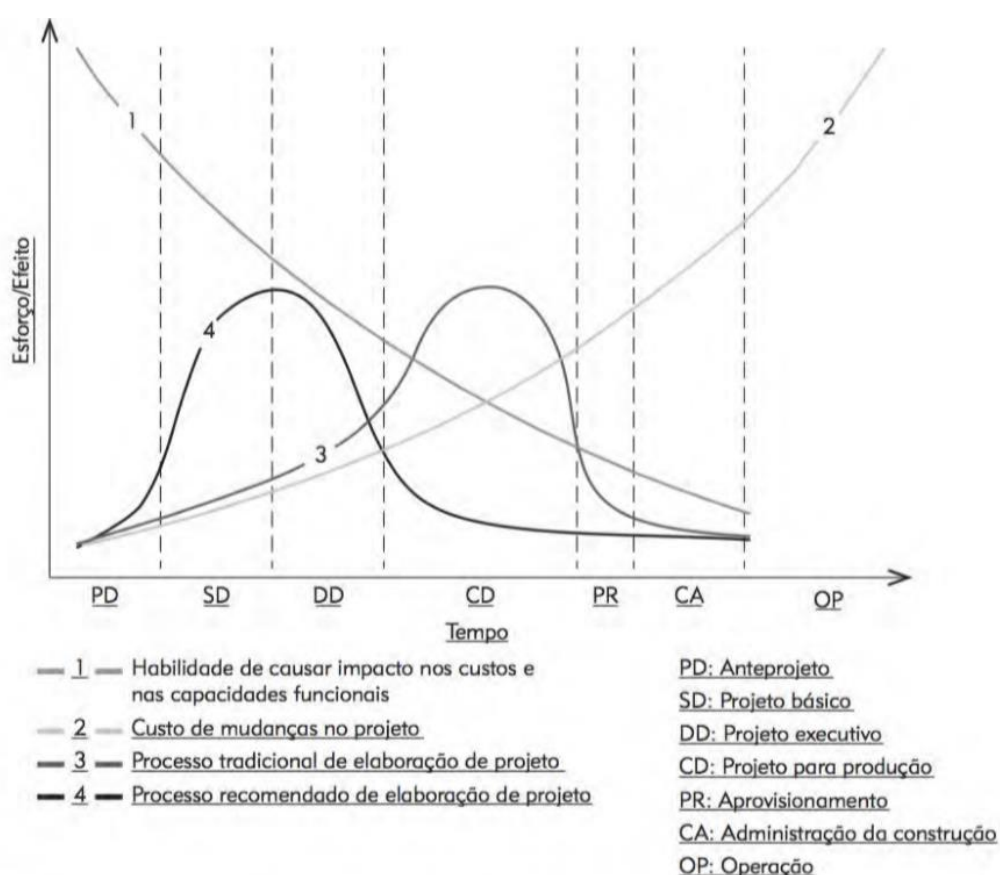
Ainda que no caso acima o projeto seja entendido como uma fase inicial em relação ao tempo e custo de execução de todo o empreendimento, adota-se uma lógica semelhante, na qual a fase de concepção também deveria sofrer maior investimento e prolongamento em relação ao custo e prazo do projeto.

Nota-se um diálogo claro entre os autores e é evidente o potencial latente das fases iniciais para o processo de projeto de edificações. Acredita-se que, com a inserção do BIM e dos requisitos de sustentabilidade, existe uma oportunidade de mudança real na fase de concepção, que poderá tornar-se ainda mais robusta e correlacionar com maior velocidade e qualidade os complexos requisitos e limitações, de maneira a agregar maior valor ao projeto e seus envolvidos.

Essa mudança de paradigma é ressaltada por Eastman et al. (2014, p. 152) ao relacionar a contribuição do BIM para cada fase de projeto, prevendo um deslocamento do esforço para as fases iniciais. Este movimento é ilustrado pela curva de Macleamy (Figura 8), apresentada no CURT (*Construction Users Roundtable*) de 2004, defendendo a atuação dos empreendedores em fomentar projetos com equipes integradas através do compartilhamento antecipado de informações, atribuindo às fases iniciais do projeto maior responsabilidade sobre o sucesso do produto.

Tal mudança parte da premissa que, devido a automatização de rotinas e padronização, com o BIM o tempo despendido nas fases de detalhamento é significativamente reduzido, enquanto as tomadas de decisão das fases iniciais ganham mais valor. Quando realizados de maneira integrada, os estudos iniciais possibilitam rápidos ciclos de iterações e validações, impactando diretamente a qualidade do produto com menores custos de alteração de projeto em relação às fases posteriores.

Figura 8 - Relação entre o esforço despendido em cada fase e o custo de mudança nos projetos



Fonte: CURT (2004) apud Eastman et al. (2014, p. 152)

O manual BIM de Eastman et al. (versão original de 2011), produzido há 10 anos atrás na realidade dos Estados Unidos, já mostrava sinais desta mudança, em direção a esta nova realidade de projeto. Esta pesquisa pretende verificar, atualmente, após a penetração do BIM nos escritórios brasileiros, se houve uma correspondente reestruturação dos processos projetuais, e se há uma correlação deste vetor de mudança com a utilização de critérios relacionados à sustentabilidade no projeto.

2.1.2 O faseamento dos projetos

2.1.2.1 As fases tradicionais de projeto

Como se observou no tópico anterior, o conceito de projeto é complexo e desenvolveu-se ao longo da história. Segundo Fabrício (2002), sua aceção como atividade intelectual criadora, utilizando o desenho de maneira sistemática, separada da construção, consolidou-se no renascimento, junto com o desenvolvimento das ciências de forma geral, e culminou no desenvolvimento tecnológico das engenharias e na representação técnica para a produção de novos programas industriais, incorporando técnicas, cálculos e textos.

Considerando-se o horizonte de tempo dos últimos séculos, no contexto da formação das faculdades de belas artes de Paris de XIX, o processo de produção do projeto de edificações, segundo Silva (2010, p. 28), parece ter sido dividido, grosso modo, em três momentos, sendo o primeiro de concepção, o segundo de desenvolvimento e o terceiro de detalhamento, que se mantinham semelhantes às guildas medievais:

Ao entrar em um ateliê, os novatos, além de terem seus trabalhos individuais comentados e corrigidos pelo *patron*, participavam do desenvolvimento de suas encomendas profissionais ou dos projetos realizados pelos veteranos, especialmente aqueles envolvidos com o grande prêmio. Havia uma clara hierarquia entre os membros do ateliê, o projeto sendo fruto de uma série de atividades especializadas, divididas entre autores, coordenadores e desenhistas. Enquanto o *patron* ficava encarregado da concepção geral dos projetos, da definição do seu partido (o que lhe garantia o status de autor), aos veteranos cabia a direção do ateliê e o desenvolvimento dos projetos e aos novatos o acabamento, o desenho de sombras, padrões ornamentais e demais complementos. Nessa estrutura, os alunos aprendiam ao mesmo tempo as técnicas de desenho, as etapas de desenvolvimento do projeto, a formulação de um escritório de arquitetura, que o ateliê em certa medida reproduzia. Desse ponto de vista, a reforma empreendida pela criação da academia de Belas Artes não substituiu completamente a lógica de aprendizado das guildas medievais, baseada essencialmente na transferência de conhecimento do mestre para seus pupilos por meio da experiência e do convívio.

No primeiro momento são criados hipóteses e modelos com menor grau de detalhe e precisão, dado que a ideia é mais crua e essencial. No segundo, essa ideia é

detalhada e tem suas premissas validadas na medida em que as soluções são especificadas e desenvolvidas. Já no terceiro, as soluções são documentadas de maneira que possibilite a sua compreensão para execução. Ainda assim, deve haver uma permanência do conceito proposto inicialmente, com a obra finalizada.

Dessa forma, identificam-se três fases de projeto e seus respectivos responsáveis: a concepção, ato autoral de definição do partido arquitetônico, realizado pelo *patron* ou chefe do escritório; o desenvolvimento, realizado pelos veteranos; e, por último, o acabamento dos projetos, que é relegado aos novatos.

Adiante se demonstrará que essa segmentação do processo de projeto em três momentos, conforme refletida na estrutura organizacional do escritório, permanece bastante arraigada à prática da arquitetura atual. Não se trata de constatação fortuita, uma vez que muitos dos escritórios seminais formados no século XX foram fundados por imigrantes, como Lina Bo Bardi, Gregori Warchawchik, Giancarlo Gasperini, Rino Levi e outros, que trouxeram práticas influenciadas pelos cânones estrangeiros da arquitetura. Além disso, os poucos arquitetos brasileiros da época eram formados pelas escolas de belas artes brasileiras ou pelas escolas politécnicas, nas quais a arquitetura era ensinada como uma especialização, havendo ainda aqueles que estudaram no exterior, como é o caso de Jacques Pilon e do notório Ramos de Azevedo e sua produção de arquitetura eclética (SILVA, 2010).

Voltando aos tempos atuais, o processo de formulação das normas técnicas nacionais de representação e de serviços técnicos de arquitetura é revelador de como, institucionalmente, as fases de projeto se dividiram no País.

Em 1994 e 1995, foi publicado um conjunto de três normas:

- a) ABNT NBR 6.492 /1994 – Representação de projetos de arquitetura
- b) ABNT NBR 13.531/1995 – Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas
- c) ABNT NBR 13.532/1995 – Elaboração de projetos de edificações – arquitetura

A ABNT NBR 13.531 descreve as fases de projeto de uma edificação com requisitos genéricos a todas as disciplinas. Já a ABNT NBR 13.532 é específica para arquitetura e descreve os requisitos e os produtos gráficos de cada fase, sendo complementar e posterior à ABNT NBR 6.492. Há, porém, uma certa divergência entre essas duas últimas.

A ABNT NBR 6.492 designa apenas as seguintes quatro fases de projeto:

- a) programa de necessidades: documento preliminar do projeto que caracteriza o empreendimento ou o projeto objeto de estudo e contém o levantamento das informações necessárias, incluindo a relação dos setores que o compõem, suas ligações, necessidades de área, características gerais, requisitos especiais, posturas municipais, códigos e normas pertinentes;
- b) estudo preliminar: estudo da viabilidade de um programa e do partido arquitetônico a ser adotado, para apreciação e aprovação pelo cliente, podendo servir à consulta prévia para aprovação em órgãos governamentais;
- c) anteprojeto: definição do partido arquitetônico e dos elementos construtivos, considerando os projetos complementares (estrutura, instalações etc.) – nesta etapa, o projeto deve receber a aprovação final do cliente e dos órgãos oficiais envolvidos e possibilitar a contratação da obra;
- d) projeto executivo: apresenta todas as informações necessárias à execução da obra e todos os serviços a ela inerentes de forma clara e organizada.

Observam-se semelhanças nesta divisão com aquela mostrada nos *ateliers*. Em primeiro lugar, adotam-se três etapas principais que aumentam de complexidade ao longo do seu desenvolvimento. Em segundo lugar, há a visão clara de que não é possível abraçar todo o universo do projeto de uma vez só, sendo necessário separá-lo em partes. Essa visão está assentada no paradigma do projeto como conversão, segmentado em atividades e agentes, conforme se mostrou anteriormente (HUOVILA et al., 1997), sem um mapeamento claro das outras atividades relativas ao fluxo de informações ou qualidade.

Por sua vez, a ABNT NBR 13.532 divide o projeto em oito etapas, assim descritas:

- a) levantamento de dados para arquitetura (LV): etapa destinada à coleta de informações de referência que representem as condições preexistentes de interesse para instrução da elaboração do projeto;
- b) programa de necessidades de arquitetura (PN): etapa destinada à determinação das exigências de caráter prescritivo ou de desempenho (necessidades e expectativas dos usuários) a serem satisfeitas pela edificação a ser concebida;
- c) estudo de viabilidade de arquitetura (EV): etapa destinada à elaboração de análises e avaliações para a seleção e recomendação de alternativas para a concepção da edificação e de seus elementos, instalações e componentes;
- d) estudo preliminar de arquitetura (EP): etapa destinada à concepção e à representação do conjunto de informações técnicas iniciais e aproximadas, necessárias à compreensão da configuração da edificação, podendo incluir soluções alternativas;
- e) anteprojeto de arquitetura e/ou pré-execução (AP/PR): etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas provisórias do detalhamento da edificação (e de seus elementos, instalações e componentes), necessárias ao inter-relacionamento das atividades técnicas de projeto suficientes à elaboração de estimativas aproximadas de custos e de prazos dos serviços de obra implicados;
- f) projeto legal de arquitetura (PL): etapa destinada à representação das informações técnicas necessárias à análise e aprovação, pelas autoridades competentes, da concepção da edificação e de seus elementos e instalações, com base nas exigências legais (das esferas municipal, estadual e federal), bem como à obtenção de alvarás, licenças e demais documentos indispensáveis para as atividades de construção;

- g) projeto básico de arquitetura (PB) (opcional): etapa opcional destinada à concepção e à representação das informações técnicas das edificações e de seus elementos, instalações e componentes, ainda não completas ou definitivas, mas consideradas compatíveis com os projetos básicos das atividades técnicas necessárias e suficientes à licitação (contratação) dos serviços de obra correspondentes;
- h) projeto para execução de arquitetura (PE): 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 obra correspondentes.

Em comparação com a norma anterior, a ABNT NBR 13.532 permite a identificação do núcleo da produção de projeto (estudo preliminar até projeto executivo), das etapas prévias (levantamento até o estudo de viabilidade) e das etapas de adequação e apresentação a órgãos públicos (como é o caso do projeto legal). Com isso, obtém-se uma visão um pouco mais ampla da arquitetura inserida no empreendimento imobiliário. Além disso, também já são claras a visão do projeto como um processo, detentor de um fluxo de informações, com dados de entrada e saída para cada etapa, e a existência de atividades que não são de conversão, mas de coleta e validação de requisitos do cliente.

Os produtos de cada etapa foram subdivididos em típicos e eventuais. Sua análise permite enxergar o caráter cíclico e hierárquico do projeto, pois documentos típicos se repetem, com acréscimos de novos entregáveis, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Etapa e entregáveis de projeto segundo ABNT NBR 13.532 e 6.492

DOCUMENTOS TÍPICOS	DOCUMENTOS EVENTUAIS	LV	PN	EV	EP	AP	PL	PB	PE
Relatórios		X	X	X					
Diagramas		X	X	X					
Lista de áreas			X						
Memorial justificativo			X		X	X		X	X

Situação					X	X		X	X
Plantas					X	X		X	X
Cortes					X	X		X	X
Fachadas					X	X		X	X
Detalhamento						X		X	X
Especificações						X		X	X
Lista de materiais								X	X
Quantitativos									X
Documentos para aprovação em órgãos públicos							X		
	Perspectiva				X			X	X
	Maquete (estudo de volume)				X	X			
	Texto ou desenhos sumários				X				
	Análise preliminar de custo				X				
	Estimativa de custo					X			
	Quadro geral de acabamento					X			X
	Quadro geral de áreas								X
	Maquete de elementos de interesse								X
	Orçamento do projeto								X

Fonte: Autor

A simples comparação entre esses dois documentos, que possuem um ano de diferença entre si, já revela semelhanças e divergências na compreensão de cada fase de projeto e de seu conteúdo.

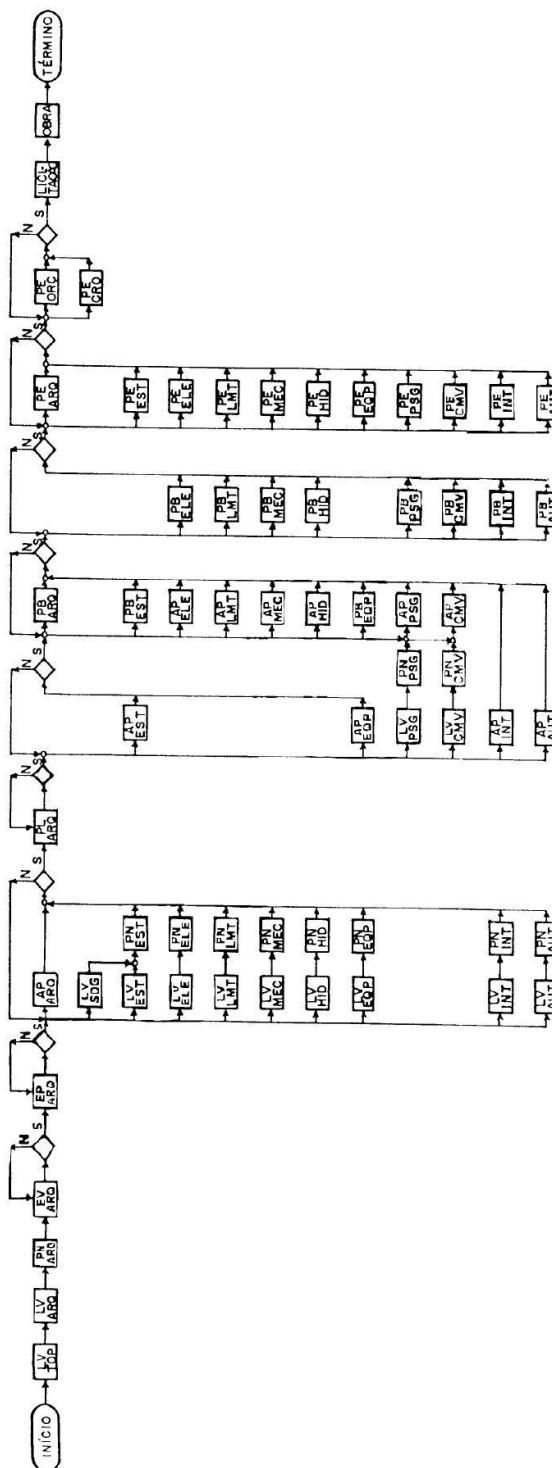
Primeiramente, a descrição de todas as etapas na ABNT NBR 13.532, desde o estudo preliminar, fala em “concepção e representação”, passando uma ideia errônea do fluxo de maturidade da informação e prática intelectual do projetista. Conforme Fabrício (2002, p. 257):

Com a análise do projeto enquanto processo intelectual (item 5.3) demonstra-se que, grosso modo, todo agente (individual) do processo de projeto percorre interativamente quatro “etapas” de criação e amadurecimento projetual: análise, formulação e hierarquização do problema de projeto, concepção de soluções de projeto, desenvolvimento e validação das soluções projetuais e detalhamento e apresentação das soluções.

Além disso, as descrições das etapas de anteprojeto e de projeto básico (esta última opcional) são praticamente idênticas. A diferença entre elas só é perceptível no fluxograma do Anexo B da ABNT NBR 13.531 (Figura 9), que demonstra a entrada

dos projetistas complementares no anteprojeto, o que justifica o projeto básico como sendo uma etapa de consolidação das informações. Na sua inexistência, a compatibilização ocorre tardiamente durante o projeto executivo.

Figura 9 - Processo de projeto segundo ABNT NBR 13.531



As duas normas focam predominantemente na arquitetura com um papel hierárquico e centralizador das informações, sendo que na ABNT NBR 13.532 os agentes iniciais dos processos (por exemplo, empreendedores, incorporadores e outros projetistas) nem sequer são citados.

Ainda assim, o fluxograma da ABNT NBR 13.531 (Figura 9) e as descrições da ABNT NBR 6.492, quando lidos de forma conjunta, permitem compreender como era percebida a atuação de cada agente nas diferentes etapas do processo de projeto à época da edição dessas normas conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Atuação dos agentes do processo de projeto segundo a ABNT NBR 6.492

AGENTES	ESTUDO PRELIMINAR	ANTEPROJETO	PROJETO EXECUTIVO
Cliente	X	X	
Projetistas complementares		X	
Órgão governamental		X	
Obra			X
Prestadores de serviços			X

Fonte: Autor

Percebe-se que era tida como natural a defasagem de entrada dos projetistas complementares no processo. Pior, de acordo com o fluxograma da ABNT NBR 13.531 (Figura 9), recomendava-se que o anteprojeto das outras disciplinas fosse realizado apenas após a aprovação legal da arquitetura e, até o projeto executivo, não havia nenhuma etapa de orçamento prévio.

Essa sequência levou a uma prática projetual travada, que expõe a diferença entre a ideia “social” do projeto, formalizada nos contratos, e a sua produção de fato pelos projetistas, conforme Fabrício (2002, p. 257):

O raciocínio projetual dos agentes a jusante fica restrito à complementação de soluções adotadas anteriormente. Existe, portanto, um descompasso entre o processo intelectual (individual) e o processo social (coletivo) de projeto [...] é preciso planejar o processo de projeto com mais cuidado e, principalmente, respeitar a essência deste processo que é a interatividade.

Também não há clareza sobre o marco de encerramento da fase inicial de concepção. Na ABNT NBR 6.492, o estudo preliminar consiste em um estudo volumétrico (maquete ou estudo de volume) e em uma análise facultativa de custos com algumas representações (perspectivas) para aprovação do cliente. Já na ABNT NBR 13.532, a concepção termina com o início do anteprojeto. Por sua vez, a diferença entre o estudo preliminar e o anteprojeto reside na definição mais detalhada dos subsistemas e nos documentos produzidos para aprovação de órgãos públicos. Nota-se que tanto acabamentos quanto estimativas de custo ainda são facultativos.

É necessário contextualizar que, segundo Segnini (2002), na década de 1990, os *softwares* de *Computer Aided Design* (CADs) estavam se difundindo no mercado e iniciava-se um movimento de racionalização do projeto. Até então, o projeto era produzido com base em desenhos executados manualmente com o auxílio de ferramentas artesanais.

A ideia de um “modelo central de informações em 3D”, hoje algo tangível, talvez se aproximasse parcamente mais da maquete na época. Mesmo os entregáveis da norma estão focados totalmente em representações 2D (cortes, plantas, fachadas) e listas de materiais, quantitativos e documentos legais.

Diante desse contexto, não é de se admirar que haja uma tradição de centralização no arquiteto como coordenador dos projetos, uma dificuldade e até ignorância de interface e compatibilização das disciplinas, além de uma clara e difundida subestimação do potencial de antecipação de soluções das fases iniciais do projeto.

Naturalmente, esse modelo de processo de projeto apresenta riscos elevados. Afinal, como pode um estudo preliminar ser produzido sem a consulta de projetistas complementares? E um anteprojeto sem a presença de representantes da obra ou mesmo de fornecedores? O resultado inevitável desse modelo é a sobrecarga da atividade projetual na fase de projeto executivo, uma vez que as premissas não foram validadas em estudos anteriores, e nem tampouco foram os fornecedores e membros da obra consultados. Por óbvio, as chances de o estudo vir a ser alterado durante a obra e de as premissas do programa de necessidades do cliente restarem frustradas

são bastante altas. Chega a ser irresponsável que projetos de edificações sejam aprovados e conduzidos dessa maneira para licitações públicas.

Nesse cenário, a qualidade do projeto acaba por se pautar mais na experiência individual do projetista do que na qualidade de um processo estruturado de gestão.

É de se surpreender que uma norma não exija estimativas de custo como entregáveis obrigatórios para cada fase, o que obrigaria a uma especificação e consulta a fornecedores em momentos preliminares. Critérios de desempenho também não são exigidos como subprodutos, ainda que o tema já fosse discutido desde a década de 1970 por especialistas como Olgyay (1962) e Givoni (1986).

Outro tópico que salta aos olhos é a incoerência entre as normas e até certa subestimação da fase de pré-projeto, a qual é tida como uma produção de lista e relatórios. Mesmo para a viabilidade não se exigem análises prévias de custos e requisitos de conforto.

2.1.2.2 O manual de escopo

Em 1998, em decorrência do aumento da complexidade dos projetos, da necessidade de interação entre agentes e da coordenação e padronização dessas informações, três importantes entidades da construção civil – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), Sindicato dos Empregados em Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais (SECOVI) e Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON) – deram início à elaboração dos manuais de escopo, tendo a primeira edição sido lançada em 2000.

O principal objetivo desses manuais é “apresentar diretrizes para que as responsabilidades sejam bem definidas, eliminando, assim, as chamadas ‘zonas cinzentas’ entre contratantes, projetistas, fornecedores e executores das obras” (AsBEA, 2019, p. 6).

Esse objetivo visa mitigar os riscos do projeto mal gerenciado, não compreendido em sua total dimensão, que eleva a probabilidade de interações escassas entre os

membros das equipes envolvidas, de desperdício de tempo em atividades de espera e troca de informações e de baixa percepção de requisitos no início do processo (HUOVILA et al., 1997).

Os manuais de escopo apresentam um grau de detalhamento bastante refinado para cada etapa, com ênfase na produção de edificações. Há também uma compreensão clara do projeto como um processo, no qual são determinadas as atividades principais (fases) assim como os dados de entrada e de saída de cada uma delas. Dessa maneira, em tese, seria possível gerenciar os prazos e entregáveis de todo o processo.

Para cada etapa de projeto, os Manuais apresentam a Descrição da Atividade, relacionando os Dados Necessários à realização de cada etapa (documentos ou informações a serem fornecidos) e descrevendo com profundidade os Produtos Gerados por esses serviços, identificando o momento oportuno em que as ações devem ocorrer. Também esclarecem com perfeição as Responsabilidades por atividade, documento e produto gerado. (AsBEA, 2019, p. 6).

Diferentemente das ABNT NBR analisadas no tópico anterior, o Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Arquitetura e Urbanismo divide o projeto de edificações em seis fases, com várias etapas categorizadas entre essenciais, específicas e opcionais:

- a) FASE A – Concepção do produto
 - LV – Levantamento de dados
 - PN – Programa de necessidades
 - EV – Estudo de viabilidade

- b) FASE B – Definição do produto
 - EP – Estudo Preliminar
 - AP – Anteprojeto
 - PL – Projeto Legal

- c) FASE C – Identificação e solução de interfaces
 - PB – Projeto Básico / Pré-Executivo

d) FASE D – Projeto de detalhamento das especialidades

- PE – Projeto Executivo

e) FASE E – Pós entrega do Projeto

f) FASE F – Pós entrega da Obra

Há uma visão mais completa do processo, que engloba as atividades de conversão e as atividades relacionadas à percepção dos requisitos no início do projeto e à verificação das informações ao longo das etapas. Com isso, foram identificadas 104 atividades, divididas nas seis fases conforme a Tabela 3:

Tabela 3 - Etapas e fases segundo o Manual de Escopo

	ESSENCIAIS	ESPECÍFICOS	OPCIONAIS	TOTAL
FASE A	4	4	4	12
FASE B	10	4	9	23
FASE C	8	4	13	25
FASE D	12	7	12	31
FASE E	3	2	5	10
FASE F	1	1	1	3
TOTAL	38	22	44	104

Fonte: Autor

É evidente a complexidade da tarefa de se buscar um padrão genérico que sirva como base para a produção de escopos e contratações do serviço de projeto, em oposição à visão da ABNT NBR 6.492 e, conseqüentemente, à noção “tradicional” do projeto como um processo intuitivo, dividido em apenas três fases. Claramente essa era uma visão simplista e até individual do projeto, não entendido como inserido numa cadeia de produção mais ampla, com etapas que precedem e sucedem os desenhos produzidos. Para fins de comparação, elaborou-se a tabela do Apêndice A, que contém os entregáveis mapeados de acordo com cada fase prevista no manual.

Avaliando-se todas as atividades que, de acordo com o manual de escopo, integram o processo de produção de um projeto de edificações de arquitetura e urbanismo, chega-se a algumas conclusões interessantes.

Em primeiro lugar, nota-se que esse manual utilizou como base projetos residenciais, pois há diversas alusões a unidades, pavimentos tipo, *stand* de vendas e outras palavras e expressões próprias dessa tipologia, ainda que elencadas como atividades específicas. Obviamente, o manual é uma referência para que cada projetista elabore seus projetos utilizando-se de uma base comum de informações contratuais, o que facilita a comparação entre propostas e viabiliza concorrências mais justas.

Em segundo lugar, pode-se identificar atividades de duas naturezas distintas, **cíclicas** ou **únicas**. Conforme demonstrado no Apêndice A, os subprodutos cíclicos ganham profundidade a cada fase. Por sua vez, os subprodutos únicos são próprios de uma fase específica. É o caso dos projetos legais, dos relatórios de interferência, detalhamentos, definições BIM, contratação de fornecedores etc.

Simplificadamente, as atividades cíclicas são aquelas “tradicionais” do projeto, ou seja, definirão a implantação, volumetria, cortes, fachadas, plantas de unidades e plantas de pavimentos. À medida que o projeto se desenvolve e avança de fase, são coletadas contribuições dos projetistas complementares e compatibilizadas as interferências. Cada um desses temas é revisitado até que se alcance a solução definitiva.

Ainda que na descrição geral das fases sejam feitas menções à nomenclatura de “estudo preliminar”, “anteprojeto” e “projeto executivo”, ela não é utilizada na descrição das atividades. Em seu lugar são adotados os termos “esquemático”, “preliminar”, “consolidado” e “definitivo”.

A Tabela 4 resume essa mudança de postura em relação às fases. Em cinza, mostra-se a relação das fases do manual, seus subprodutos e sua relação com as fases tradicionais, as quais, por sua vez, estão identificadas em verde.

Tabela 4 - Atividades cíclicas segundo manual de escopo

PRODUTOS CÍCLICOS		LV	PN	EV	EP	AP	PL	PB	PE		
		esquemático			preliminar	consolidar		consolidar	definir		
ESSENCIAIS	OPCIONAIS	FASE A		FASE B			FASE C	FASE D	FASE E	FASE F	
Quadro de áreas		X		X	X		X				
Implantação		X		X	X		X	X			
Planta do pavimento		X		X	X		X	X			
Planta da unidade		X		X	X		X	X			
Planta de cobertura				X	X		X	X			
Cortes		X		X	X		X	X			
Fachadas				X	X		X	X			
Sistemas, métodos construtivos				X	X		X	X			
Tabela de acabamentos				X	X		X	X			
Atendimento a comuniqué-se				X			X				
	Perspectivas			X			X				
	Material comercial e de divulgação			X			X				

Fonte: Autor

A análise da ABNT NBR 6.492 e do manual de escopo revela que definir as fases do projeto de maneira que não fiquem demasiadamente genéricas nem detalhadas não é tarefa simples. Igualmente desafiadora é a delimitação clara de cada momento do projeto.

Por exemplo, segundo o manual de escopo, a fase B possui dois ciclos de interação internos (“preliminar” e “consolidar”), que correspondem às três fases da ABNT NBR 6.492. Porém, na fase C, o ato de “consolidar” se repete, pois é comum, na prática de mercado, existirem indefinições até o projeto legal, o que acaba exigindo uma segunda rodada de consolidações, aliada à compatibilização das interfaces.

Esta fase é de fundamental importância para se garantir a qualidade, compatibilidade e controle sobre os custos do Empreendimento. Nem sempre é contratada e desenvolvida em sua plenitude antes da conclusão dos projetos legais, por questões de limitação dos investimentos em projetos por parte do Empreendedor. Por isso, estão indicados os produtos gerados considerados básicos (mínimos), para que se possa garantir a compatibilidade entre todos os projetos e agentes, evitando-se problemas nas etapas posteriores do empreendimento. Já os produtos gerados “desejáveis” possibilitarão uma segurança maior na aferição dos custos da obra (AsBEA, 2019, p. 47).

Percebe-se que o manual de escopo tentou se adaptar à realidade do mercado sem ser demasiado rígido, descrevendo a grande gama de documentos gerados e atividades que precisam ser gerenciadas de perto, cada qual em seu momento, de acordo com a realidade de cada empreendimento e a critério do empreendedor.

Um ponto crucial do manual é a compreensão do projeto de edificações ao longo do ciclo do empreendimento, representado pelas fases A (concepção), E (pós-entrega do projeto) e F (pós-entrega da obra).

Também se destaca a compreensão da importância da interface com os projetistas de outras disciplinas, mencionados na fase B em diante. E, por último, a criação da fase C, específica para a compatibilização de interfaces e amortecimento de questões pendentes, seja quanto à consolidação do produto, seja quanto a aspectos legais.

Há, ainda, uma mudança na atuação dos agentes. Segundo o manual de escopo, o empreendedor participa de todos os momentos do processo e os projetistas e consultores entram antes do anteprojeto, conforme detalhado na Tabela 5.

Tabela 5 - Atuação dos agentes do processo de projeto segundo o manual de escopo

AGENTES	LV	PN	EV	EP	AP	PL	PB	PE		
	esquemático			preliminar	consolidar		consolidar	definir		
	FASE A			FASE B			FASE C	FASE D	FASE E	FASE F
Empreendedor	X			X		X	X	X	X	X
Projetistas complementares				X		X	X	X	X	X
Órgão governamental	X					X	X			
Obra								X	X	X
Fornecedores									X	

Fonte: Autor

Dá-se destaque especial à fase A, “concepção do projeto”, na qual foram elencadas como típicas as seguintes atividades: levantamento de dados, elaboração dos programas de necessidade, concepção das unidades, pavimentos e volumetria, assim como verificação da viabilidade econômica, ainda que opcional.

De forma análoga, na fase B, correspondente ao tradicional “estudo preliminar”, exige-se a contratação dos projetistas complementares para avaliação da concepção

volumétrica, definição das premissas para modelagem da informação da construção e verificação do tipo de certificação ambiental aplicável.

2.1.2.3 O processo atual de projeto

Somente no ano de 2017, anos depois da primeira edição do manual de escopo, e já em outro cenário tecnológico, foi realizada uma revisão da ABNT NBR 13.531 e 13.532, que foram substituídas pelas seguintes normas:

- a) ABNT NBR 16.636-1/2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 1: Diretrizes e terminologia;
- b) ABNT NBR 16.636-2/2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico.

Logo de partida percebe-se uma diferença dessas normas em relação às suas predecessoras. Formalizou-se a figura do coordenador de projetos como centralizador de informações, responsável pela união das disciplinas, organização e planejamento do empreendimento, função que antes era atribuída à arquitetura. Nesse novo cenário, o arquiteto é somente o primeiro agente a dar início à sequência de etapas por meio das definições espaciais, passando a possuir um peso igual às outras disciplinas.

Segundo a ABNT NBR 16.363, a coordenação de projetos é definida por:

Atividade técnica, realizada por profissional habilitado, voltada a coordenar e efetuar análise crítica das interfaces dos projetos das diversas especialidades voltadas a uma construção e assessorar a gestão do empreendedor e as demandas dos profissionais envolvidos na realização da obra, de modo a alcançar a eficácia e à melhoria da eficiência nesses processos e projetos, gerenciando as áreas de conhecimento, escopo, custo, qualidade, aquisições, recursos humanos, comunicações, riscos, tempo e partes interessadas em sua total compatibilização. (ABNT, 2017, p. 5).

Interessante notar que, sob o viés do processo de projeto apresentado no tópico 2.1.1, a coordenação é responsável pelas atividades que geralmente não são de conversão, mas está intimamente relacionada com a questão do valor percebido pelo contratante, lidando com a definição dos requisitos, planejamento, inspeção da informação, aceitação ou rejeição, transferência, garantia da qualidade, relacionamento com o cliente e projetistas. Fica clara, assim, a crescente importância do coordenador para o sucesso do empreendimento, preenchendo a lacuna deixada pelos projetistas, que se voltavam prioritariamente para as atividades de conversão ou, melhor dizendo, de projeto no seu sentido mais restrito.

Outra melhoria foi a definição explícita de critérios mínimos a constarem nos contratos de prestação de serviços, incluindo níveis esperados de desempenho, uma vez que essa norma é posterior à ABNT NBR 15.575.

A ABNT NBR 16.636 reitera o fluxo tradicional de projeto, enraizado nas normas anteriores e na cultura construtiva vigente. Ainda que se reforce o caráter cíclico e evolutivo do projeto, o enfoque ainda recai principalmente sobre a gestão da informação e seus respectivos entregáveis.

A norma separa o projeto arquitetônico em duas fases, subdivididas em 16 fases sequenciais:

a) Fase de preparação:

- Levantamento de informações preliminares (LV-PRE)
- Programa geral de necessidades (PGN)
- Estudo de viabilidade do empreendimento (EVE)
- Levantamento das informações técnicas específicas (LVIT-ARQ)

b) Fase de desenvolvimento:

- Levantamento de dados para arquitetura (LV-ARQ)
- Programa de necessidades para arquitetura (PN-ARQ)
- Estudo de viabilidade de arquitetura (EV-ARQ)
- Estudo preliminar arquitetônico (EP-ARQ)
- Anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ)

- Estudo preliminar dos projetos complementares (EP-COMP)
- Projeto para licenciamento (PL-ARQ)
- Anteprojetos complementares (AP-COMP)
- Projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ)
- Projetos executivos complementares (PE-COMP)
- Projeto completo de edificação (PECE)
- Documentação conforme construído (“*as-built*”)

A interrelação das fases e o fluxograma revisado do processo de projeto podem ser visualizados nas Figuras 10 e 11, respectivamente.

Figura 10 - Fases de projeto segundo a ABNT NBR 16.636-2

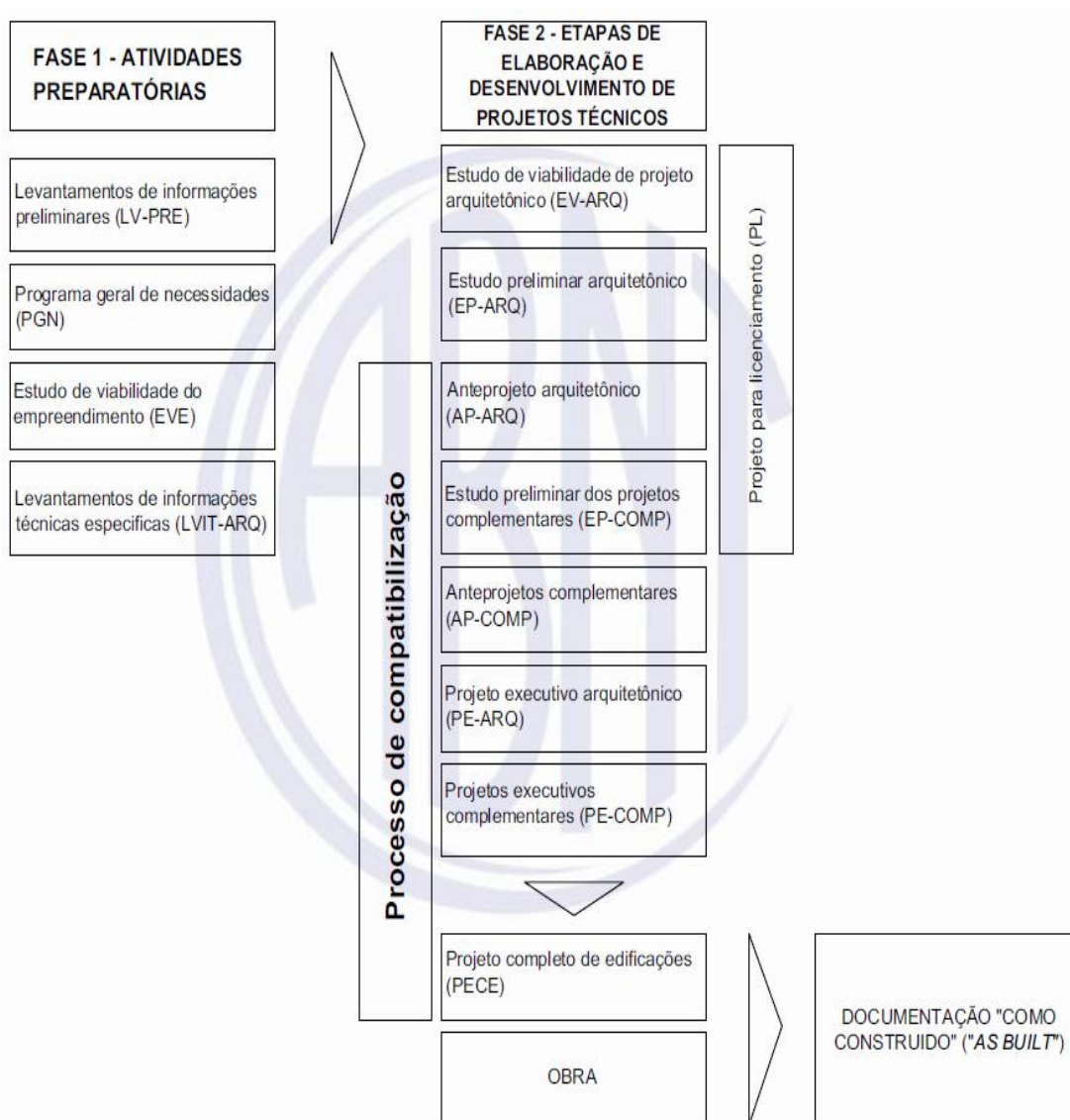
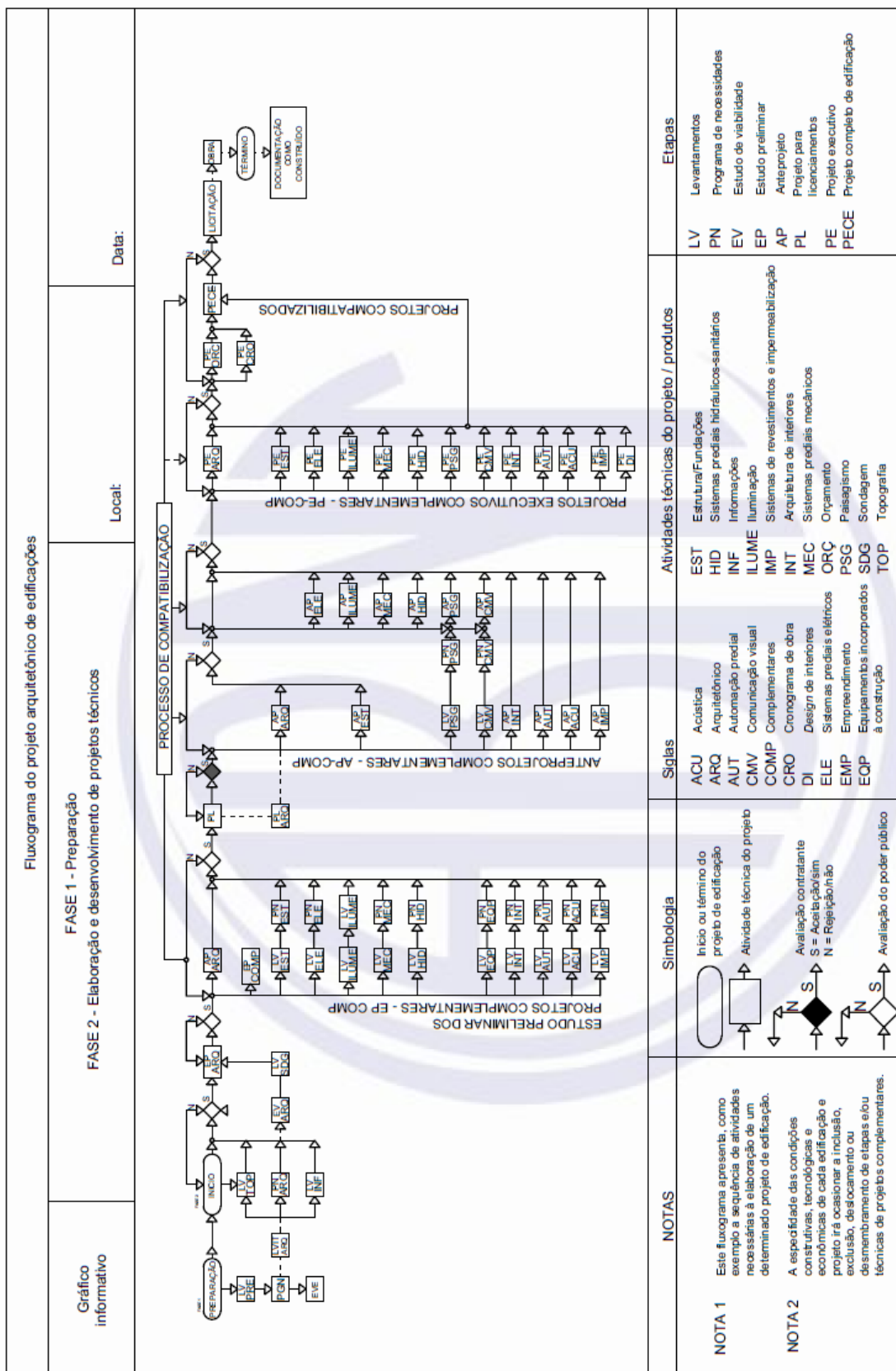


Figura 11 - Fluxograma de projeto segundo NBR 16.636-2



A norma possui caráter diretivo, cabendo aos profissionais adaptarem-na conforme a realidade e particularidades de cada empreendimento. Ainda assim, buscou-se determinar os requisitos mínimos para as principais fases de desenvolvimento: LV-ARQ, EV-ARQ, EP-ARQ, AP-ARQ, PL e PE-ARQ.

De outro lado, os requisitos de desempenho na etapa de estudo preliminar são tratados de forma superficial. Além disso, as questões relacionadas a custo são levadas em consideração somente na etapa de projeto executivo e relega-se ao estudo de viabilidade o atendimento do programa em uma solução espacial adequada às restrições legais.

Percebe-se a semelhança do fluxograma da Figura 11 com aquele apresentado pela ABNT NBR 13.351 (Figura 9). Na verdade, não houve grande inovação no processo de projeto, mas somente uma formalização das práticas recorrentes, em detrimento das questões relacionadas a critérios ambientais, à entrada antecipada de agentes por meio do projeto integrado, ou mesmo ao uso do BIM como um modelo central de informação.

Na prática, as etapas de projeto básico e pré-executivo foram excluídas e distribuídas como um processo contínuo de compatibilização que ocorre desde o anteprojeto até o projeto executivo. A arquitetura ainda permanece em uma etapa anterior em relação ao restante dos projetistas, realizando o anteprojeto, enquanto os complementares iniciam os programas de necessidade ou levantamento de dados.

O grande marco do processo é o projeto legal, depois do qual as disciplinas complementares entram em anteprojeto e ocorre mais intensamente o processo de aceite, compatibilização ou rejeição das soluções. Dada a atuação do coordenador, que também pode assumir o papel de um compatibilizador à parte da equipe de arquitetura, é previsível certa ineficiência inerente a esse processo baseado em documentações, no qual obrigatoriamente uma considerável parcela de tempo dos projetistas será utilizada aguardando a transferência, interpretação e aprovação de blocos de informação formalizados pelos entregáveis de contrato.

2.1.2.4 O BIM e as fases de projeto

Conforme mencionado na Introdução, essa pesquisa tem como enfoque as fases iniciais de projeto. Até agora, mostrou-se a evolução das fases de projeto desde os tempos de produção arquitetônica artesanal até as recomendações institucionais e sua compreensão mais detalhada e refinada das etapas e sub etapas. No entanto, será que todo esse processo não sofre alterações com a utilização do BIM?

O Guia AsBEA de Boas Práticas em BIM, fascículos 1 e 2, foi desenvolvido para orientar os profissionais brasileiros e abrange desde a organização dos escritórios até os usos, matrizes de responsabilidade, infraestrutura, recursos humanos, fluxo de trabalho e sistema de informações, mostrando claramente que implementar o BIM não é tarefa simples e exige planejamento e mudança.

O próprio manual de escopo afirma que as fases de projeto podem sofrer mudanças significativas quando o BIM é corretamente utilizado: “O processo de desenvolvimento de projeto em BIM, exige outra metodologia de desenvolvimento, e maior interação entre os projetos, projetistas mudando um pouco o conceito das fases e produtos gerados” (AsBEA, 2019, p. 46).

Ora, não há nada mais natural. Afinal, o BIM é um processo distinto, que altera os ciclos de projeto por sua própria natureza, sobretudo porque um de seus maiores atributos é a interface e visualização de informações de maneira antecipada e integrada.

Não à toa, no fascículo 2 do Guia AsBEA, que buscou mapear os processos de cada etapa do projeto, acabou-se chegando à seguinte e importante conclusão:

Existe uma antecipação das decisões de projeto de fases futuras para fases iniciais. Um volume maior de decisões é tomado nos primórdios da concepção. Em contrapartida, a extração de documentos de projeto, na forma como estávamos acostumados, passa a acontecer após um amadurecimento maior dos modelos. Em resumo, um estudo de viabilidade terá mais informação do que tínhamos normalmente, o estudo preliminar é praticamente um anteprojeto, e o projeto básico é meramente uma transição para o detalhamento dos projetos no projeto executivo. (AsBEA, 2013, fascículo 2, p. 12).

Com isso em mente, chega-se no ponto chave deste capítulo: ao se utilizar o BIM, a chamada fase de “concepção” passa a englobar o que é tradicionalmente denominado como “estudo preliminar e anteprojeto”, devido à maior velocidade de interação de informações e à entrada antecipada dos projetistas de estrutura, instalações e demais consultores.

Essa mesma noção de uma grande fase de concepção é afirmada por Eastman et al. (2014, p. 155) ao demonstrarem as vantagens do BIM no processo de elaboração de projetos:

O primeiro ponto de vista trata do projeto conceitual (ou anteprojeto) como é comumente concebido. Ele envolve a geração do plano básico da edificação, sua volumetria e aparência geral, a determinação do local de implantação do edifício, sua orientação no terreno, sua estrutura, e como o empreendimento resolverá o programa básico da edificação. Esses são os aspectos típicos e tradicionais da maioria dos empreendimentos imobiliários. O BIM pode provocar um grande impacto no fortalecimento da qualidade das tomadas de decisão nessa fase, baseado em um rápido feedback. Essas decisões iniciais podem ser muito mais bem embasadas no que diz respeito ao programa do edifício, à limitação de custos de construção e de operação e às (cada vez mais solicitadas) considerações ambientais.

Já as fases entendidas como levantamento de dados e definição de requisitos de desempenho, custo e programa de necessidades, e sua respectiva representação em massas e áreas, seriam enquadradas no “estudo de viabilidade”.

Conforme se demonstrou no decorrer deste capítulo, o conceito de fases iniciais não é simples nem consensual e se transformou ao longo do tempo. Para os estreitos fins desta pesquisa, serão analisados os dados de entrada decorrentes do estudo de viabilidade e o processo de estudo preliminar e anteprojeto, aliados à implementação do BIM.

2.1.3 O programa de necessidades

Um dos principais componentes do processo de projeto é o programa de necessidades. Ele é mencionado tanto na ABNT NBR 16.636 quanto no manual de

escopo como um dos documentos integrantes, respectivamente, do estudo de viabilidade e da fase de preparação. No entanto, deve-se ponderar se é atribuída a devida ênfase para a importância desse documento na garantia de um projeto de qualidade.

Conforme o próprio nome antecipa, o programa de necessidades estabelece os problemas que a edificação se propõe a resolver. Segundo Kowaltowski e Moreira (2009, p. 32), trata-se de missão complexa, pois requer que o profissional faça uma leitura detalhada do contexto e o traduza em requisitos funcionais que possam orientar a produção dos projetos:

A análise do contexto é um procedimento que busca os elementos essenciais da situação que envolve o edifício. O contexto não abrange apenas uma situação física, limitada por uma área, um terreno e suas características geográficas, mas todas as situações de uso, culturais, urbanas, estruturais e assim por diante. Fazem parte do contexto as propriedades e características dos usuários do edifício, bem como seus valores e preferências, econômicos, estéticos ou culturais.

Ainda segundo os autores (2009, p. 43), realizar programas de necessidades consiste, em última análise, em assegurar o objetivo do projeto, para além de formalismos e proposições empíricas, ligando-se o aprendizado de experiências existentes com a visualização de novas realidades:

A importância de se discutir a forma aliada à função é manter e até mesmo recuperar o sentido de realização do projeto. A arquitetura pode existir como exercício formal, mas, nessa condição, não é completa (...) Mais uma vez, recuperar os conceitos funcionais por meio do programa arquitetônico aproxima também a crítica arquitetônica da realização do edifício, pondo em relevo a prática e a experiência dos profissionais envolvidos.

Outra contribuição do programa é a segurança jurídica, uma vez que ele é componente essencial para a formalização dos contratos de prestação de serviço, pois define as propriedades que o cliente espera do projeto (KOWALTOWSKI e MOREIRA, 2009).

A despeito da relevância do tema e do seu crescente desenvolvimento mundial nas últimas décadas, as técnicas de programação da arquitetura permanecem incipientes no Brasil.

Diferentemente do que ocorreu em outros países, os *Design Methods*, metodologias e estudos do processo de projeto como uma ciência própria, desenvolvidos a partir da década de 1950, tiveram pouca penetração na forma de ensino e prática da arquitetura no Brasil (KOWALTOWSKI e MORERIA, 2009). Pode-se associar esse fato à formação tardia dos escritórios brasileiros, na metade do século XX, e à origem das escolas arquitetônicas baseadas no modelo das belas artes, nas quais mais importava o talento individual artístico do arquiteto do que conhecimentos técnicos e gerenciais associados à prática profissional.

Assim, aqui não se encontram práticas estruturadas de como realizar um programa de necessidades, tampouco existem normas ou guias disponíveis com essa finalidade específica, como há, por exemplo, na França, na Inglaterra, na Holanda, nos Estados Unidos e na Dinamarca.

Na literatura estrangeira, extrai-se de Hershberger (1999) que o programa de necessidades define as necessidades do usuário em relação ao seu contexto, expressadas na forma de sete valores: ambiental, cultural, tecnológico, temporal, econômico, estético e de segurança. Já Penã e Parshall (2007) separam e categorizam a informação em cinco fases: metas, fatos, conceitos, necessidades e problema, compostos por dados qualitativos e quantitativos.

Com base nas práticas e normas internacionais, Kowaltowski e Moreira (2009) afirmam que o programa de necessidades é considerado uma disciplina própria dentro da arquitetura e pode ser entendido como uma fase em si, ou como parte do *pre-design*, o qual, como definido pelo *American Institute of Architects* (AIA), antecede o estudo de viabilidade.

Ainda que muitos aspectos do programa de necessidades estejam distribuídos na fase de preparação ou concepção, o documento institucional que melhor dimensiona a sua

importância é o Guia Sustentabilidade na Arquitetura: Diretrizes de Escopo para Projetistas e Contratantes, que foi lançado pela AsBEA em 2012.

Esse material foi concebido no contexto da penetração nacional de órgãos de certificação, como o *Green Building Council* Brasil (GBC Brasil), e de maturidade de órgãos públicos e entidades acadêmicas, como o Centro Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS). Dentro desse ecossistema, visualizou-se a necessidade “do estabelecimento de escopo e procedimentos para o desenvolvimento de projetos com enfoque em sustentabilidade” (AsBEA, 2012, p. 11).

O guia elenca uma série de fatores associados ao contexto do projeto, como características e recursos naturais, infraestrutura urbana, vizinhança e comunidade local. Essa abordagem condiz com a afirmação de Kowaltowski e Moreria (2009) de que programar consiste, essencialmente, em relacionar o usuário ao contexto em forma de requisitos funcionais para o projeto.

Ao definir a arquitetura sustentável, o guia adota o programa de necessidades como parte integrante da fase de concepção, tornando-o componente primordial para o sucesso do empreendimento:

A arquitetura sustentável é a busca por soluções que atendam ao programa definido pelo cliente, às suas restrições orçamentárias, ao anseio dos usuários, às condições físicas e sociais locais, às tecnologias disponíveis, à legislação e à antevisão das necessidades durante a vida útil da edificação ou do espaço construído. (AsBEA, 2012, p. 14).

Pois bem. Enquanto a arquitetura é responsável por solucionar problemas complexos e únicos, o programa de necessidades define quais são esses problemas e, principalmente, quais requisitos e metas as soluções arquitetônicas devem atingir.

Essa constatação é de extrema importância, pois torna as soluções menos subjetivas e passíveis de serem medidas. É com base nessa lógica que se criam as certificações que definem se um edifício é mais ou menos sustentável. No entanto, não se deve reduzir a discussão da sustentabilidade ao mero atendimento de métricas ambientais,

pois um edifício pode apresentar soluções pontuais, que, porém, não configurem boas soluções projetuais de maneira holística.

De todo modo, no contexto da presente pesquisa, ou seja, da fase de concepção aliada a critérios de sustentabilidade, o programa de necessidades é um documento crucial, de extrema importância para o atingimento das metas do projeto de arquitetura e disciplinas complementares, do desempenho esperado, do conforto dos futuros usuários e das expectativas do cliente.

2.1.4 O projeto integrado

2.1.4.1 O projeto simultâneo

Conforme se viu nos tópicos 2.1.1 a 2.1.3, um programa de necessidades bem estruturado e um processo de concepção robusto geram um ganho potencial de valor para o projeto bastante significativo. Esse ganho pode representar uma mudança de visão da cadeia produtiva e do modo de contratação e precificação de projetos, de tal modo que o trabalho intelectual na concepção seja enfatizado e que o detalhamento seja relegado a uma etapa de especificação mercadológica, consulta e representação de premissas e soluções previamente resolvidas.

Desde a sua criação em 2010, em sua atribuição o CAU procurou elaborar tabelas de honorários padronizadas, com o propósito de criar uma base comum para a categoria. A Tabela 6 ilustra um excerto desse material, no qual foram calculados os percentuais sobre honorários totais recomendados para cada fase de projeto.

Observa-se a permanência da prática na qual os honorários da fase de concepção (40%), aqui compreendida como a fase que abrange desde o estudo preliminar até o anteprojeto, são inferiores àqueles recomendados para o projeto executivo (50%). Quando reduzida ao estudo preliminar, a concepção corresponde somente a 10% do valor de projeto. No entanto, na nota número 2 da tabela, afirma-se que as fases iniciais devem ter os percentuais elevados, quando o projeto compreende a utilização do BIM, ou um aprofundamento das etapas de Estudo Preliminar e Anteprojeto.

Tabela 6 - Parcelamento de honorários

ETAPA/ SUB-ETAPAS	DESCRIÇÃO	PERCENTUAIS RECOMENDADOS (% OU MR-02)	PERCENTUAIS OPCIONAIS (NEGOCIÁVEL)
- ETAPAS PRELIMINARES:			
LD-ARQ	Levantamento de dados:	MR-02	
PN-ARQ	Programa de necessidades:	MR-02	
EV-ARQ	Estudo de viabilidade técnico-legal:	MR-02	
- ETAPAS DE PROJETO:			
EP-ARQ	- Estudo preliminar:	10%	15%
AP-ARQ	- Anteprojeto:	30%	35%
	- Projeto:	60%	50%
PB-ARQ	Projeto básico: (Opcional)	0%	0%
PE-ARQ	Projeto para execução:	50%	30%
CO-ARQ	Coordenação e compatibilização de projeto:	10%	20%
CE-ARQ	Coordenação de equipe multidisciplinar:	MR-02	
	- Total:	100%	100%
- ETAPAS COMPLEMENTARES AO PROJETO:			
AS-ARQ	Assessoria para aprovação de projeto:	MR-02	
AE-ARQ	Assistência à execução da obra:	MR-02	
AB-ARQ	"As built" (desenho conforme construído):	MR-02	

Fonte: CAU/BR, Resolução nº 64 de 8 de Novembro de 2013, p.46

Dessa forma, evidencia-se o paralelismo de dois paradigmas de produção de projetos. De um lado permanece a prática de arquitetura dos anos 1990, em que o projeto executivo tem maior valor por ser mais trabalhoso e estar a jusante das indefinições das fases anteriores. Do outro, a valorização das fases iniciais pela interface antecipada de soluções e integração por meio das novas tecnologias.

Por sua vez, as informações das etapas anteriores ao estudo preliminar são tipicamente vistas como fornecidas pelo contratante e, no caso de serem atribuídas ao arquiteto, devem ser contratadas e remuneradas mediante categoria à parte, por hora de serviço ou custo e despesas estimadas.

Revela-se claramente, assim, a existência de prática de mercado na qual o arquiteto não necessariamente participa da criação do programa de necessidades, dos levantamentos e dos estudos de viabilidade. Esses instrumentos não são vistos de maneira sistêmica, como parte inseparável do processo de projeto sob sua tutela.

Essa visão centrada no fim da cadeia do processo de projeto é objeto de amplas críticas, mas de nada adianta antecipar as fases que o compõem, elaborar ótimos programas de necessidades, utilizar avançados *softwares* de modelagem da informação da construção ou mesmo inverter a lógica da cobrança de honorários se não existe a devida integração entre os participantes do projeto logo de partida. De outro lado, não se ignora que conceber essa integração não é tarefa trivial. Afinal, ela pressupõe uma mudança no *modus operandi* do mercado existente há décadas:

Dessa forma, o arranjo institucional e as práticas vigentes podem ser classificados como altamente hierarquizadas, levando os projetos a serem desenvolvidos de forma sequencial e com limitada interatividade entre os participantes. De fato, a própria mobilização da equipe de projeto se dá de forma sequencial, e sua composição (projetistas participantes) vai se modificando, ao longo do processo, pela mobilização e desmobilização dos projetistas de especialidades (Figura 1). O processo sequencial em uso possibilita que apenas o projetista de arquitetura tenha contato direto com a programação do empreendimento. Os demais projetistas partem do projeto ou anteprojeto de arquitetura e das soluções adotadas nessa disciplina para desenvolver soluções técnicas que “complementem” o projeto de arquitetura. (FABRÍCIO, 2002, p. 89).

Na verdade, em um projeto integrado, a própria adoção da expressão “disciplinas complementares” para designar todas aquelas que não a arquitetura é censurável, pois, ao entrarem juntas no início, todas compartilham a responsabilidade de conceber a edificação em suas diversas dimensões.

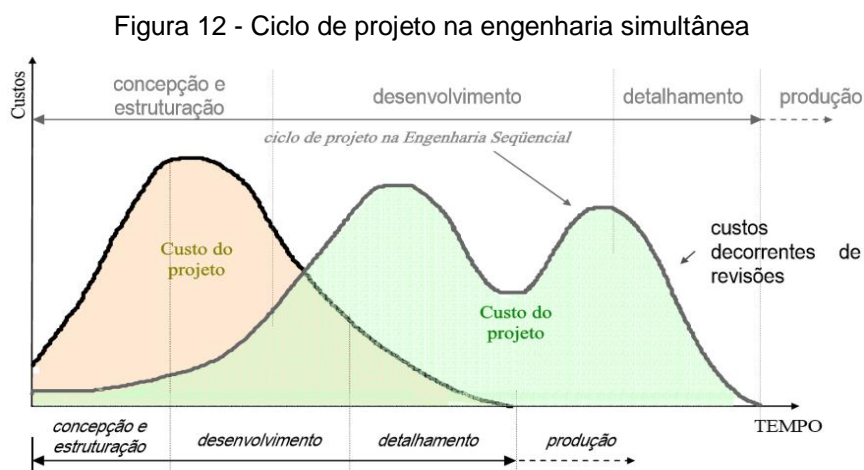
A ideia de se aumentar a velocidade, valor e qualidade do projeto mediante maior investimento no início do processo já existe na indústria há algum tempo sob a alcunha engenharia simultânea (ES). Segundo Fabrício (2002), ela surgiu no século XIX, após o esgotamento do modelo fordista e a ascensão do modelo japonês de produção, em meio ao aumento da concorrência mundial da indústria manufatureira e à busca pelo aprimoramento de ferramentas de gestão com o fim de se alcançar diferenciação e vantagem competitiva.

A engenharia simultânea pressupunha a consideração antecipada e, como o próprio nome prediz, simultânea de diversos aspectos do ciclo de vida e do projeto do produto, por meio da participação precoce de profissionais de diversas áreas, na figura de equipes multidisciplinares.

Na contramão do processo tradicional de projeto e da forma de valorização de suas etapas, Fabrício (2002) destaca a importância da concepção e da interação multidisciplinar no início do processo como garantia da qualidade do projeto:

O primeiro ponto da ES a ser destacado é a valorização do projeto e das primeiras fases de concepção do produto como fundamental para a qualidade do produto e para eficiência do processo produtivo [...]. Dessa forma, para a Engenharia Simultânea, quanto mais a montante no processo de concepção, maior é a liberdade para propor soluções. A concepção deve ser desenvolvida de forma integrada e multidisciplinar de forma a desenvolver soluções mais robustas que acarretem menos modificações ao longo do processo de projeto. (FABRÍCIO, 2002, p. 160).

Em contraste com o que propõe a tabela de precificação do CAU, Fabrício apresenta um gráfico adaptado de Kruglianskas (1995), que demonstra o aumento do valor inicial do projeto como causa de melhor qualidade, redução de prazo e custo global (figura 12), o que reforçaria a “ideia de que a qualidade deve ser buscada desde as primeiras fases dos empreendimentos e que os projetos têm um papel crucial nesta busca” (FABRÍCIO, 2002, p.168).



Fonte: Kruglianskas (1995) apud Fabrício (2002, p. 68)

No entanto, conforme Fabrício (2002), um modelo de gestão não pode simplesmente ser importado de uma indústria para outra, dadas as várias diferenças entre as áreas e barreiras à implementação. Ainda assim, realizadas as devidas adaptações, é possível propor um modelo pautado na cooperação, na comunicação e na interatividade de coletivos multidisciplinares.

Ao adaptar a engenharia simultânea à construção civil e a diferentes contextos além da engenharia em si, Fabrício propõe o “Projeto Simultâneo” (2002, p. 203), com ênfase justamente para uma postura colaborativa e para a formação de equipes multidisciplinares:

A denominação Projeto Simultâneo denota a ênfase dada às questões de gestão do processo de projeto e a busca pela colaboração e paralelismo na atuação dos agentes e na concepção integrada das diferentes dimensões do empreendimento.

Na indústria seriada o mesmo produto é produzido milhares de vezes e os agentes podem fazer parte da mesma empresa coexistindo em departamentos diferentes. Mesmo quando se constituem de empresas terceirizadas, elas possuem um contexto de alta especialização de mão e obra e produção em ambientes controlados.

No caso da construção civil as relações entre os agentes são contratuais e esporádicas. Como o produto é distinto para cada caso, as equipes sofrem tanto pressões externas, como internas, contando com uma variedade na qualidade da mão de obra, no local de produção, no escopo e nos tipos de contrato.

No próximo tópico será demonstrado que uma colaboração multidisciplinar efetiva requisita tanto uma revisão nos moldes de contratos de construção civil, quanto no processo de faseamento dos projetos.

2.1.4.2 *Integrated Project Delivery (IPD)*

Segundo Grilo e Melhado (2002), estudos sugerem uma correlação entre o sucesso do empreendimento e a integração entre arquitetos, engenheiros, construtores e representantes do cliente. Novas arranjos contratuais podem gerar reduções de custos e prazo no projeto, ainda que acarretem mudanças significativas no processo de projeto, no grau de integração e objetivos individuais dos participantes, no fluxo de informações e na estrutura da tomada de decisão.

Existem algumas formas contratuais que buscam promover a integração do projeto. Na presente pesquisa focar-se-á naquela conhecida como *Integrated Project Delivery* (IPD) ou, em tradução livre do original, “Projeto Integrado”, que é definida da seguinte maneira:

O projeto integrado é uma abordagem que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócios e práticas por meio de um processo colaborativo, que aproveita os talentos e contribuições de todos os participantes para otimizar os resultados do projeto, agregar valor ao cliente, reduzir desperdícios e maximizar a eficiência ao longo de todas as fases do projeto, fabricação e construção.

Os princípios do IPD podem ser aplicados a uma variedade de arranjos contratuais, e seus times podem incluir membros muito além da tríade básica de cliente, arquiteto e incorporador. Em todos os casos, projetos integrados são unicamente distinguidos pela colaboração de alta eficiência entre cliente, projetista e construtor, desde as fases iniciais até a entrega do projeto. (AIA, 2007, p. 1, tradução nossa).

Nota-se que os fatores marcantes do IPD são a colaboração e a integração das partes interessadas logo no início do processo de projeto, assim como mencionado no Projeto Simultâneo de Fabrício (2002).

Segundo Abaurre (2014), o IPD é um modelo de contrato relacional, desenvolvido como alternativa aos contratos transacionais tradicionais da indústria da construção civil, formados em sua maior parte por licitações de preço. O IPD se destaca pela relação de confiança entre as partes contratuais, que concentram seus esforços a favor do resultado do empreendimento e consequente repartição dos benefícios.

A autora ainda afirma que o “modelo tradicional de contratação gera um isolamento entre as etapas de concepção e construção do empreendimento” (ABAURRE, 2014, p.73). Segundo Wang (2008) a rigidez dos contratos tradicionais resulta em problemas típicos de baixo desempenho geral do empreendimento, sendo que pesquisas por metodologias mais eficientes de contratações e desenvolvimento dos empreendimentos apontaram para contratos relacionais como uma solução:

Recentemente, pesquisadores da indústria da construção civil se voltaram para os modelos de contrato relacionais para atingir uma melhor entrega de projeto. Utilizando-se de acordos relacionais, mecanismos de compartilhamento do risco e recompensa, princípios

e técnicas *lean*, os contratos relacionais fomentam a colaboração entre os participantes integrando todas as partes num único time com incentivos compartilhados para o sucesso do empreendimento. Projetos recentes que usaram contratos relacionais atingiram um nível superior de inovação, eficiência na execução, assim como melhores resultados do empreendimento em termos de prazo, custo e qualidade. (WANG, 2008, p. 102, tradução nossa)

A modelagem da informação da construção também exerce um papel essencial nessa mudança de paradigma, por possibilitar justamente a interação entre as partes em modelos 3D produzidos segundo o olhar e especificidade de cada disciplina. De acordo com o guia do AIA sobre IPD (2007), o BIM é uma das ferramentas mais importantes de suporte ao IPD, por propiciar a informação centralizada numa mesma plataforma, disponível por todo o ciclo de vida do empreendimento, ainda que ele não esteja, atualmente, sendo utilizado em sua máxima potencialidade.

Eastman et al. (2014, p. 17) também afirmam que um dos benefícios do BIM é a colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto:

Apesar de a colaboração usando desenhos também ser possível, ela é inerentemente mais difícil e demorada do que trabalhar com um ou mais modelos 3D coordenados nos quais o controle de modificações possa ser bem gerenciado. Isso abrevia o tempo de projeto e reduz significativamente os erros de projeto e as omissões.

É consenso entre os autores que deve haver maior e antecipada interação entre os projetistas, fornecedores, cliente e construtora, o que corrobora a importância da fase de concepção do empreendimento. Mas, para se atingir esse elevado grau de integração entre as partes interessadas, considerando que haja um acordo no qual todos são corresponsáveis pelo ônus e bônus do empreendimento, haverá também uma mudança no próprio processo, de forma semelhante ao que se observou no projeto simultâneo.

2.1.4.3 Comparação dos sistemas de faseamento

Segundo o guia do AIA (2007), o projeto integrado é caracterizado por duas mudanças principais: a constituição da equipe, o formato de contrato e o faseamento do projeto, sendo esse último baseado principalmente na antecipação das tomadas de decisões

e interação entre agentes do empreendimento utilizando-se a modelagem da informação da construção.

Santos (2018) também defende a implementação do IPD como melhoria essencial na construção civil aliado à implementação do BIM. Segundo o autor, o poder de mudança reside na mão dos clientes, que devem fomentar as novas formas contratuais. Nesse sentido as principais diferenças entre o projeto integrado e o tradicional são resumidas na Tabela 7.

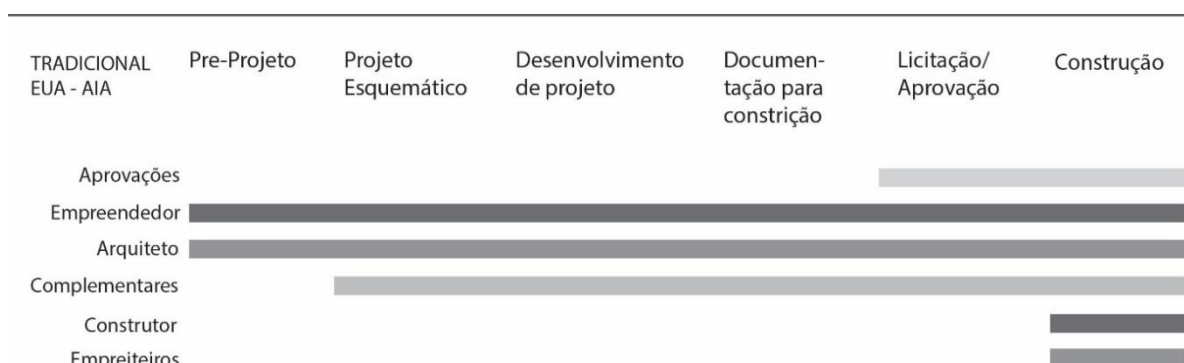
Tabela 7 - Diferenças entre o projeto tradicional e o integrado

PROJETO TRADICIONAL	IPD
EQUIPES	
Fragmentada	Uma equipe integrada composta de partes chave interessadas
Montada com base em estratégia do mínimo necessário	Montada com antecedência no processo
Fortemente hierárquica	Aberta
Controlada	Colaborativa
Dispersa	Co-Alocada
RISCO	
Gerenciado individualmente	Gerenciado coletivamente
Transferido a outros tanto quanto possível	Apropriadamente compartilhado
RECOMPENSA	
Buscada individualmente	O sucesso da equipe está amarrado ao sucesso do empreendimento
Mínimo esforço para o máximo retorno	Baseada em valor
Usualmente baseada em "custo inicial"	
COMUNICAÇÃO	
Baseada em papel/CAD	Digital
Bidimensional	Virtual
Analógica	BIM
	3D, 4D, 5D
CONTRATOS	
Encorajam esforço unilateral	Encoraja, incentiva, promove e sporta compartilhamento e colaborações multilaterais e abertas
Aloca e transfere riscos	Compartilhamento de riscos e recompensas
Sem compartilhamento de riscos e recompensas	Parceiros concordam em não se processar
Base para processos judiciais	
PROCESSO	
Linear, dicreto, segregado	Concorrente e multinível
Conhecimento coletado só quando necessário	Contribuições de conhecimento e expertise antecipadas
Informação estocada	Informação abertamente compartilhada
Silos de conhecimento e expertise	Confiança e respeito entre participantes

Fonte: Santos (2018)

Para exemplificar a diferença no processo de projeto, o guia do AIA (2007) descreve a divisão do processo tradicional norte-americano da seguinte maneira: (i) *Pre-Design* – Pré-Projeto; (ii) *Schematic Design* (SD) – Projeto Esquemático; (iii) *Design Development* (DD) – Desenvolvimento de Projeto; e (iv) *Construction Documents* (CD) – Documentação para construção. A elas se seguem a etapa de licitações e aprovações, bem como a etapa de construção de fato, conforme a Figura 13, que foi elaborada com base no guia do AIA (2007).

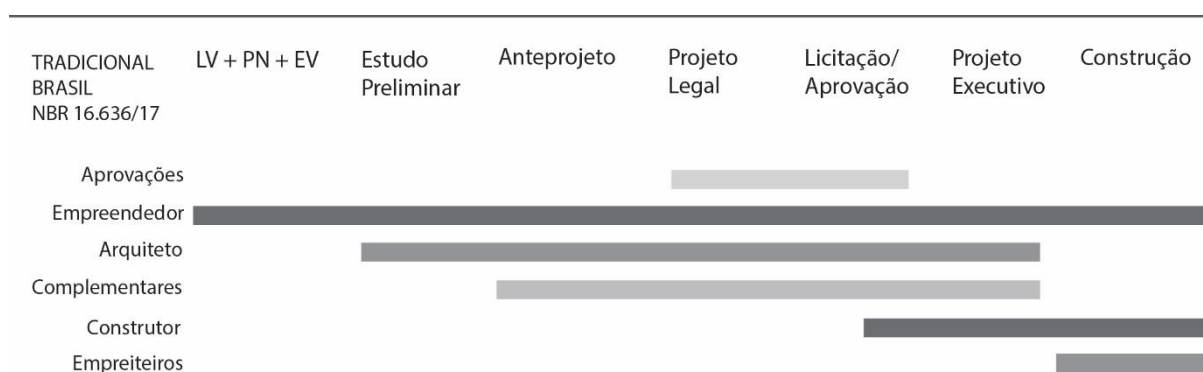
Figura 13 - Fases tradicionais de projeto e interação entre agentes no modelo norte-americano



Fonte: Autor

Para fins de comparação, a Figura 14 apresenta a interação entre os diferentes agentes conforme as etapas tradicionais de projeto brasileiras elencadas na ABNT NBR 16.636.

Figura 14 - Fases de projeto e interação entre agentes segundo a ABNT NBR 16.636



Fonte: Autor

O pré-projeto estadunidense pode ser equiparado ao agrupamento das atividades que englobam desde o levantamento de dados até o estudo de viabilidade. Já as fases de

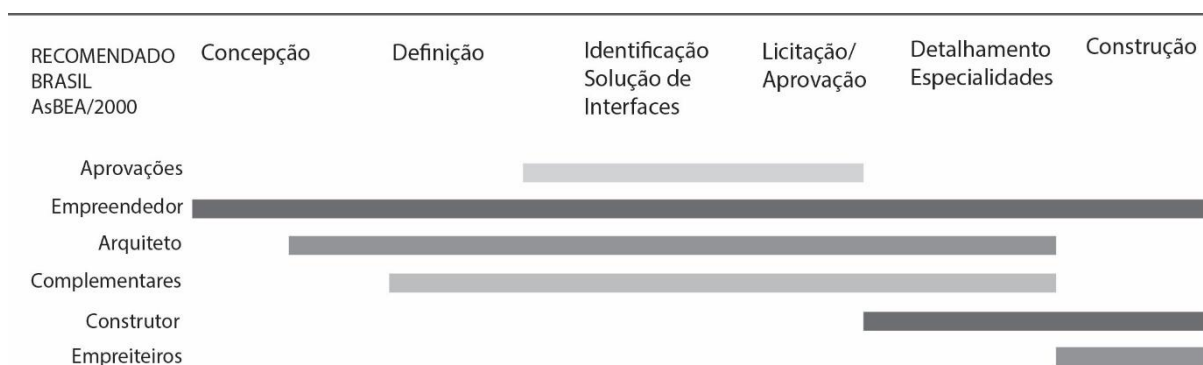
projeto esquemático, de desenvolvimento de projeto e de documentação para construção equivalem, respectivamente, ao estudo preliminar, ao anteprojeto e ao projeto executivo.

Com relação às dissonâncias existentes entre o faseamento do processo de projeto adotado em cada país, destaca-se que a proposta estadunidense, diferentemente da brasileira, não compreende o projeto legal. Além disso, enquanto lá a licitação ocorre após a fase de projeto executivo, aqui ela é realizada entre o projeto legal e o projeto executivo.

O processo tradicional brasileiro ainda é um pouco mais conturbado do que o estadunidense, pois, aqui, os complementares entram somente durante o anteprojeto de arquitetura e a licitação ocorre sem necessariamente haver a compatibilização dos projetistas ou soluções consolidadas. Além disso, conforme visto no tópico 2.1.4.1., no Brasil, as questões atinentes à fase de pré-projeto tendem a ser realizadas pelos próprios empreendedores.

Conforme analisado no tópico 2.1.2.2, o manual de escopo buscou reorganizar as etapas de processo de projeto no Brasil, a fim de criar métodos de gestão mais sofisticados e uma base mais sólida para contratos. A Figura 15 ilustra a interação entre os diferentes agentes do processo de projeto de acordo com as etapas elencadas nesse material.

Figura 15 - Fases de projeto e interação entre agentes segundo o manual de escopo



Fonte: Autor

Retomando-se as discussões do tópico 2.1.2.2, nota-se que o manual de escopo trouxe avanços para o processo de projeto ao agrupar as etapas da ABNT NBR 16.636 em fases mais longas e com maiores ciclos internos de consolidação.

Importantes particularidades do manual de escopo são a entrada dos complementares no início da fase de definição (correspondente ao estudo preliminar da ABNT NBR 16.636) e a formalização da fase de identificação e solução de interfaces para a criação de projetos melhor desenvolvidos voltados a licitações (no lugar do antigo projeto básico). Além disso, também é comum que a construtora já esteja engajada durante o detalhamento das especialidades, uma vez que participou da concorrência, ou mesmo que as obras já tenham sido iniciadas paralelamente ao desenvolvimento dos projetos executivos de disciplinas remanescentes.

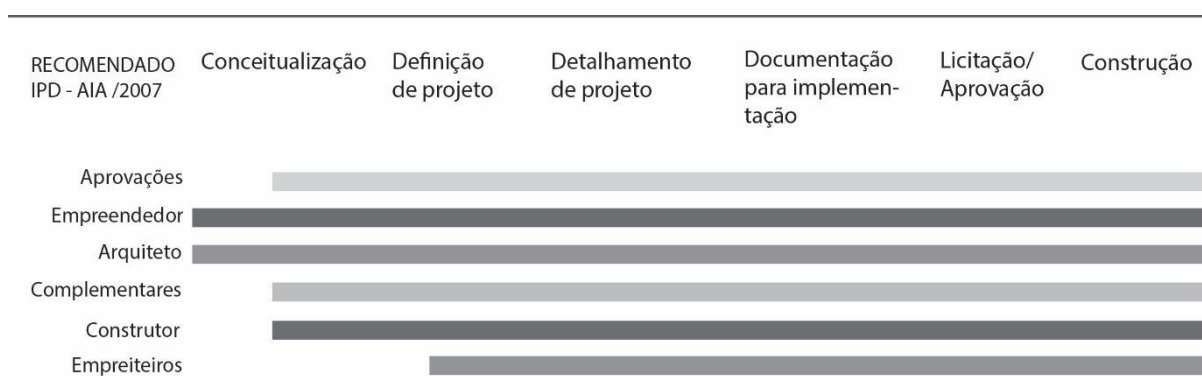
Finalmente, endossando a necessária mudança no faseamento dos projetos, o guia do AIA (2007) recomenda que as fases do projeto integrado sejam reorganizadas da seguinte maneira:

- a) *Conceptualization* – “Conceitualização”, entendida como uma expansão da fase de programação do projeto;
- b) *Criteria Design* – Definição de Projeto, entendido como uma expansão da fase de Desenho Esquemático do modelo tradicional;
- c) *Detailed Design* – Detalhamento de Projeto, entendido como uma expansão da fase de Desenvolvimento de Projeto do modelo tradicional;
- d) *Implementation Documents* – Documentação para Implementação, entendida como o momento no qual o projeto é documentado com base em componentes reais de fornecedores.

Essa repartição se assemelha àquela proposta pelo manual de escopo. Ambas contam com fases de conceito, definição e detalhamento. Já a fase de identificação e solução de interfaces desaparece, pois se pressupõe que ela está ocorrendo ao longo do processo continuamente. Por sua vez, a fase de documentação para implementação diverge do detalhamento de especialidades praticado no Brasil, uma vez que a cadeia produtiva de fornecedores nos EUA é mais robusta, permitindo que os componentes de fabricantes sejam inseridos, tal qual a realidade, no projeto.

A maior diferença do projeto integrado em relação ao processo tradicional brasileiro é a participação, anterior ao estudo preliminar, dos principais agentes da cadeia de produção do projeto, incluindo construtores, empreiteiros, fornecedores e até mesmo órgãos de financiamento e aprovação (Figura 16). Ainda que o objetivo das fases seja semelhante ao do manual de escopo, o projeto integrado apresenta uma matriz de responsabilidades e um fluxo de informações muito mais complexo devido à maior interação entre agentes.

Figura 16 - Fases de projeto e interação entre agentes segundo o IPD



Fonte: Autor

Uma consequência clara desse fluxo e sistema de gestão mais complexo é a exigência de um profissional específico chamado coordenador de projetos. Grosso modo, as responsabilidades do projeto integrado são divididas da seguinte maneira:

- a) empreendedor – define e valida objetivos e formas de financiamento e providencia informações chave sobre o terreno;
- b) arquiteto – valida questões relacionadas a forma, espaço, programa, especificações e legislação;
- c) consultores – contribuem com conhecimentos específicos sobre os sistemas construtivos e soluções técnicas;
- d) construtor e fornecedores – validam questões relacionadas a construtibilidade, custos e prazos;
- e) coordenador de projetos – facilita a comunicação, intermedia, gerencia prazos, qualidade e metas do projeto.

2.1.5 A fase de concepção

Consensualmente a fase de concepção ganha cada vez mais importância e peso no processo de projeto e deve ser proporcionalmente valorizada. No entanto, esta valorização requisita uma revisão cultural na forma de se praticar o projeto, pois demanda atuação mais integrada e colaborativa.

Conforme se viu até aqui, o projeto é um fluxo de informações que pode ser organizado de diversas maneiras. Embora subsistam divergências sobre o faseamento em si do processo de projeto, concluiu-se que há um grande potencial de ganho para os empreendimentos por meio do investimento em métodos de gestão integrados.

Estes métodos integrados são cada vez mais necessários e devem ser acompanhados de mudanças na forma de projetar, como, por exemplo, pela implementação do BIM, assim como de transformações culturais e sociais, tal qual a exigência normativa de edificações voltadas à sustentabilidade, com metas claras e escopos e programas bem elaborados.

Mostrou-se que o projeto ainda se mantém com grande parte de seu valor deslocado para as fases finais, baseado no método tradicional e sequencial de produção, com formatos de documentação em papel e de responsabilidades limitadas e segmentadas dos participantes. No entanto, segundo a filosofia do projeto simultâneo, as fases iniciais poderiam ter um elevado ganho de valor, garantindo diferenciação e competitividade aos produtos.

Abordou-se o IPD como alternativa e exemplo de forma de se praticar o projeto integrado, comparando-o com as fases de projeto do mercado brasileiro, e identificou-se um potencial claro para a implementação de projetos integrados no País. Ainda assim, a sua efetiva implementação depende não somente das alianças formadas entre equipes multidisciplinares de projetistas organizados por meio de contratos relacionais, mas também da atitude do cliente em fomentar estas equipes e repartir os ônus e bônus do projeto, através de novas formas de recompensa.

Com base na divisão de etapas do processo de projeto proposta pelo IPD, entende-se adequada a compreensão da fase de concepção do projeto como correspondendo àquela que englobaria a “conceitualização” e a “definição” do produto. Ou, nos moldes tradicionais, que abrangeria desde o levantamento de dados até parte do anteprojeto de arquitetura, envolvendo os estudos preliminares dos complementares, sem englobar o projeto legal (Figura 17).

Figura 17 - Fase de concepção

ETAPAS DE PROJETO

NBR 16.636	LV	PN	EV	EP ARQ	AP ARQ	EP COMP	PL	AP COMP	PE ARQ	PE COMP	PECE
Manual de Escopo	Concepção			Definição				Solução de interfaces		Detalhamento de Especialidades	
IPD	Conceitualização			Definição			Detalhamento				Documentação Implementação
CONCEPÇÃO											

Fonte: Autor

Tradicionalmente a concepção é limitada às três primeiras fases (levantamento de dados, programa de necessidades e estudo de viabilidade), nesse caso as análises e soluções do projeto seriam deficientes, sobretudo no que diz respeito aos critérios de sustentabilidade assim como na integração com outros agentes do processo.

Acredita-se que a equiparação da fase de concepção à soma das etapas de “conceitualização” e “definição” do IPD permite a superação do descompasso entre o processo intelectual e o processo social a que alude Fabrício (2002), bem como a retomada do projeto como um processo essencialmente iterativo, no qual cada agente pode percorrer o ciclo de criação e amadurecimento projetual, trazendo qualidade, inovação e adequação do projeto ao seu propósito.

2.2 A SUSTENTABILIDADE NO PROJETO DE EDIFICAÇÕES

2.2.1 Breve histórico do desenvolvimento sustentável

A sustentabilidade é um tema deveras amplo e complexo. Ela pressupõe uma mudança estrutural global nas relações econômicas e sociais para que problemas mundiais relacionados ao meio ambiente e, por consequência, à sobrevivência e bem estar humanos sejam endereçados.

De acordo com a retrospectiva de 75 anos de atuação da Organização das Nações Unidas (ONU), percebe-se, desde o período pós-guerra, a difusão de uma visão ambiental atrelada à noção de que toda a população humana compartilha e exerce influência sobre um ecossistema frágil e interdependente: o planeta Terra. (UNEP, 2020)

Em decorrência dessa nova perspectiva, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano realizada em junho de 1972, na cidade de Estocolmo, foi publicada uma declaração que listava 19 princípios sobre como preservar e melhorar o meio ambiente humano. O documento já contemplava a compreensão de que a espécie humana se encontrava em um momento histórico no qual poderia escolher entre danificar o meio ambiente de forma massiva e irreversível ou conciliar o seu bem estar com as necessidades ambientais. No mesmo ano foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que se destina a endereçar os problemas ambientais de caráter global.

Em 1983, o secretário geral da ONU convidou a médica Gro Harlem Brundtland para presidir a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Em 1987, os resultados dos trabalhos dessa comissão foram sintetizados no relatório “Nosso Futuro Comum”, que apresentou o conceito de “Desenvolvimento Sustentável”. Segundo o relatório:

A humanidade possui a habilidade de tornar o desenvolvimento sustentável, para assegurar que as necessidades do presente sejam supridas sem comprometer a habilidade das gerações futuras de suprirem as suas próprias necessidades. O conceito de desenvolvimento sustentável implica em limites – não absolutos, mas aqueles impostos pelo atual estado da arte tecnológico, pela organização social a respeito dos recursos ambientais e pela habilidade da biosfera de absorver os efeitos das atividades humanas. Mas tanto a tecnologia quanto a organização social podem ser melhoradas para abrir caminho a uma nova era de crescimento econômico. A Comissão acredita que a pobreza generalizada não é mais inevitável. A pobreza não é somente um mau em si, mas requisita do desenvolvimento sustentável o atendimento às necessidades de todos, expandindo a todos a oportunidade de realizarem suas aspirações para uma vida melhor. Um mundo onde a pobreza é endêmica sempre estará propensa a catástrofes, inclusive ecológicas.

Prover as necessidades essenciais requisita não somente uma nova era de crescimento econômico das nações onde a maioria são pobres, mas também a segurança de que estes pobres terão sua parte justa nos recursos necessários para sustentar este crescimento. Tal equidade será auxiliada por sistemas políticos que assegurem a participação efetiva dos cidadãos nas tomadas de decisões e por uma tomada de decisão internacional mais democrática. (ONU, 1987, p. 24, tradução nossa):

Esse pequeno trecho já é suficiente para revelar a complexidade da matéria, que abrange temas diversos como estruturas econômicas de produção, padrões de renda e qualidade de vida, justiça social, políticas públicas, desenvolvimento tecnológico e proteção ambiental. Nota-se que a discussão não é limitada a impactos ambientais isolados. Longe disso, ela exige uma abordagem integrada e interdisciplinar, que sobreponha as fronteiras políticas e econômicas do planeta. Nesse contexto, o relatório adota uma postura otimista, prevendo um futuro possível, no qual o crescimento econômico ocorre aliado à proteção ambiental e à justiça social através da melhoria dos sistemas tecnológicos e da participação política democrática.

Naturalmente, a construção civil desempenha um grande papel nessa empreitada. Afinal, ela conforma as cidades, a infraestrutura e os espaços de convívio segundo os desejos, necessidades e limites de seu contexto social e econômico. Essa visão integrada de atendimento aos diversos interesses e necessidades dos *stakeholders* envolvidos também é um dos desafios enfrentados no projeto contemporâneo, conforme se demonstrou no Capítulo 2.1.

O conceito de desenvolvimento sustentável tem sido implementado gradualmente nas últimas décadas por meio de diversas convenções e diretrizes mundiais, com o interesse de que o problema seja enfrentado de maneira holística e institucional. A seguir serão listados os eventos principais com impactos relevantes para o meio ambiente e o universo da construção civil.

Em 1992, vinte anos após a Conferência de Estocolmo, foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como “Cúpula da Terra”, que resultou na Agenda 21, um documento denso que contém diretrizes intersectoriais para a implementação do desenvolvimento sustentável para o século 21. Cinco anos depois, em 1997, foi realizada a “Cúpula da Terra + 5”, que se propôs a revisar a aderência e eficácia dos objetivos da Agenda 21 e dedicou especial atenção à emissão de gases de efeito estufa e à criação de metas juridicamente vinculativas.

Em 2002, foi realizada a “Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável” ou “Rio + 10”, na qual foi traçado um balanço das conquistas alcançadas com a “Cúpula da Terra + 5” e foram debatidas formas de transformar as metas pretendidas em ações concretas e tangíveis. A ela se seguiu a “Rio +20”, em 2012, que se dedicou à formação de políticas públicas e alterou o contexto do relatório “Nosso Futuro Comum” para “O Futuro que Desejamos” (tradução livre de “*The Future We Want*”).

A “Rio +20” reconheceu a dificuldade de implementar as metas sustentáveis afirmadas nas cartas anteriores e, principalmente, de erradicar a pobreza e outros problemas sociais, em especial nos países em desenvolvimento. Em vista disso, manteve-se o objetivo da proteção ambiental aliada ao crescimento econômico mais justo e igualitário da sociedade como um todo. Nessa mesma conferência também foram criados os Objetivos Globais de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que deveriam ser aliados aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), criados em 2000 para acabar com a extrema fome, pobreza e doenças infecciosas.

Finalmente, em 2015, realizou-se a “Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável”, na qual foram definidos 17 objetivos sustentáveis para

serem cumpridos até 2030, que foram compilados na “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”.

Evidencia-se um esforço global voltado à determinação de diretrizes capazes de conciliar os interesses diversos das nações mundiais, cada qual em seu contexto, em prol da melhoria das condições de vida planetárias por meio de políticas públicas intersetoriais, de modo a atingir-se um estado de bem estar social justo e duradouro. As metas são necessárias, ousadas e de difícil execução, dados os interesses inerentemente conflitantes e a recorrente extensão dos objetivos e prazos a cada nova reunião.

2.2.2 O desenvolvimento sustentável na construção civil

Trazer uma política mundial de crescimento da sociedade humana para contextos regionais de desigualdade, escassez de recursos e acirradas tensões políticas e econômicas não é tarefa simples. Não menos árdua é a tarefa de traduzir os princípios que decorrem dessa política para o mundo da construção civil e, conseqüentemente, para a prática cotidiana de projetos de edificações.

Nesse contexto, por um viés pragmático, a discussão da sustentabilidade, principalmente no meio privado, acabou se reduzindo ao axioma *The Triple Bottom Line* (TBL), que é traduzido livremente como “a linha de referência tripla”. A expressão foi apresentada ao público em 1994 por John Elkington, um consultor americano de negócios que propôs uma estrutura conceitual na qual as empresas deveriam ter sua performance medida não somente pelo seu lucro, mas também pela responsabilidade ambiental e criação de riqueza social (Elkington, 2013).

De acordo com Elkington a expressão foi uma tentativa de integrar a agenda ambiental decorrente do relatório “Nosso Futuro Comum” de 1987 ao planejamento das empresas, ao mesmo tempo em que crescia uma onda de “consumidores verdes” aliados às mudanças de paradigmas políticos e econômicos mundiais.

Sentimos que as dimensões sociais e econômicas da agenda – que já haviam sido deflagradas no relatório de Brundtland de 1987 (UNWCED, 1987) – deveriam ser endereçadas de uma maneira mais integrada, para que fosse atingido um progresso ambiental real. Uma vez que nos negócios a sustentabilidade funciona principalmente por escolha própria, sentimos que a sua linguagem deveria ressoar com os cérebros voltados a negócios.

A TBL abarca uma abordagem de certa forma simplista e conceitual, que possibilita a criação de estratégias de mensuração individualizadas, com critérios próprios, para se avaliar se uma empresa é mais ou menos sustentável. O conceito de proteção ambiental é substituído pelo de responsabilidade e o de justiça social pelo de geração de riqueza. Ainda que bem intencionada, a TBL vem sendo utilizada de diferentes maneiras e acabou impactando significativamente a proposição ideológica das certificações ambientais para edificações, conforme será demonstrado adiante, no tópico 2.2.5.

Agopyan e John (2011) também utilizam o tripé de Elkington – ambiente, economia e sociedade – para se referir ao sentido amplo da sustentabilidade, mas alertam que “os aspectos ambientais (*green*) têm, neste momento, uma maior repercussão, tanto na mídia quanto em estratégias de marketing, fato bastante preocupante em um país com problemas sociais e econômicos como o Brasil” (AGOPYAN e JOHN, 2011, p. 13), o que corrobora a onda de “consumidores verdes” prevista por Elkington (2013), que, de um lado, exige posturas ambientalmente corretas das empresas, mas, de outro, possibilita o esvaziamento do sentido completo do termo.

Os autores ainda afirmam que a construção civil não havia sido colocada como uma indústria com problemas de sustentabilidade até a década de 1990. Eles reiteram que se trata de um setor econômico bastante complexo, exigindo uma visão sistêmica, cujo impacto ambiental depende de uma enorme cadeia produtiva (AGOPYAN e JOHN, 2011, p. 14):

extração de matérias-primas, produção e transporte de materiais e componentes, concepção de projetos, execução (construção), práticas de uso e manutenção e, ao final da vida útil, a demolição/desmontagem, além da destinação de resíduos gerados ao longo da vida útil.

O principal marco da sustentabilidade na construção civil foi o “Congresso Mundial de Construção Civil” patrocinado pelo *Conseil International du Bâtiment* (CIB), em 1998, que resultou no lançamento da *Agenda 21 on Sustainable Construction* (a “Agenda 21 para Construção Sustentável”).

Segundo esse documento, os principais desafios da construção sustentável são (a) o processo de gestão, (b) a execução, (c) o consumo de materiais, energia e água, (d) os impactos no meio ambiente natural e (e) as questões sociais, culturais e econômicas, que devem ser enfrentados por meio de políticas públicas que englobem todos os agentes da cadeia produtiva (AGOPYAN e JOHN, 2011, p. 31). Dados os estreitos fins desta pesquisa, focar-se-á no processo de gestão e produção de projetos, que exerce uma influência direta sobre a execução das obras e sobre o consumo de materiais, energia e água.

Em 2000, foi realizado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) o *Symposium on Construction and Environment – Theory into practice* (ou “Simpósio da Construção e Meio Ambiente – Da teoria à prática”), que reuniu, na época, o estado da arte da pesquisa acadêmica brasileira sobre o tema. Em decorrência desse evento, foi proposta uma agenda brasileira para a construção sustentável que incluiu oito itens:

- a) redução das perdas de materiais na construção;
- b) aumento da reciclagem de resíduos como materiais de construção;
- c) eficiência energética nas edificações;
- d) conservação de água;
- e) melhoria da qualidade do ar interno;
- f) durabilidade e manutenção;
- g) redução do déficit de habitações, infraestrutura e saneamento;
- h) melhoria da qualidade do processo construtivo.

Os objetivos acima listados apresentam uma tradução, sob a ótica dos envolvidos, acerca da sustentabilidade aplicada à realidade brasileira. Nota-se que são almejadas mudanças em diferentes frentes, abrangendo produção de materiais, resíduos, economia de recursos, qualidade do processo construtivo e, até mesmo, aspectos

sociais relacionados ao espaço construído, como habitação digna, saneamento e infraestrutura.

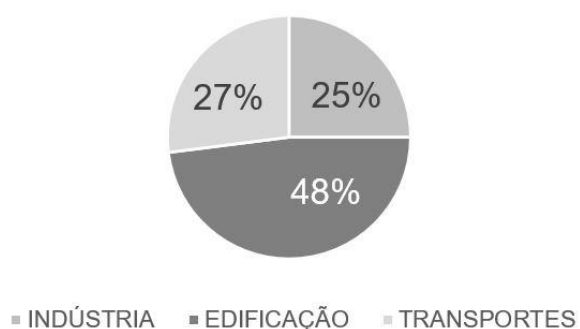
Tal abordagem apresenta uma tradução potencial da sustentabilidade na construção civil. No entanto, ainda é dada pouca atenção ao papel do projeto na consecução desses objetivos, seja quanto à sua concepção, seja quanto à sua coordenação. Assim sendo, nos tópicos seguintes será demonstrado o desdobramento da sustentabilidade na prática projetual de arquitetura.

2.2.3 O impacto ambiental das edificações

É consenso que edificações geram um grande impacto ambiental em função do uso de materiais e sua cadeia de produção, do transporte de insumos, da geração de resíduos e da própria operação dos edifícios.

Segundo Lechner (2015), as edificações são responsáveis pelo consumo de até 48% de toda a energia produzida nos Estados Unidos. Desse total, 40% se destinam à operação das edificações e 8% à sua construção (Figura 18). A maior parte dessa energia, que é usada principalmente para climatização, provém de fontes de energia de combustível fóssil, o que impacta negativamente o aquecimento global.

Figura 18 - Consumo de energia nos EUA



Fonte: adaptado de LECHNER (2015, p. 22)

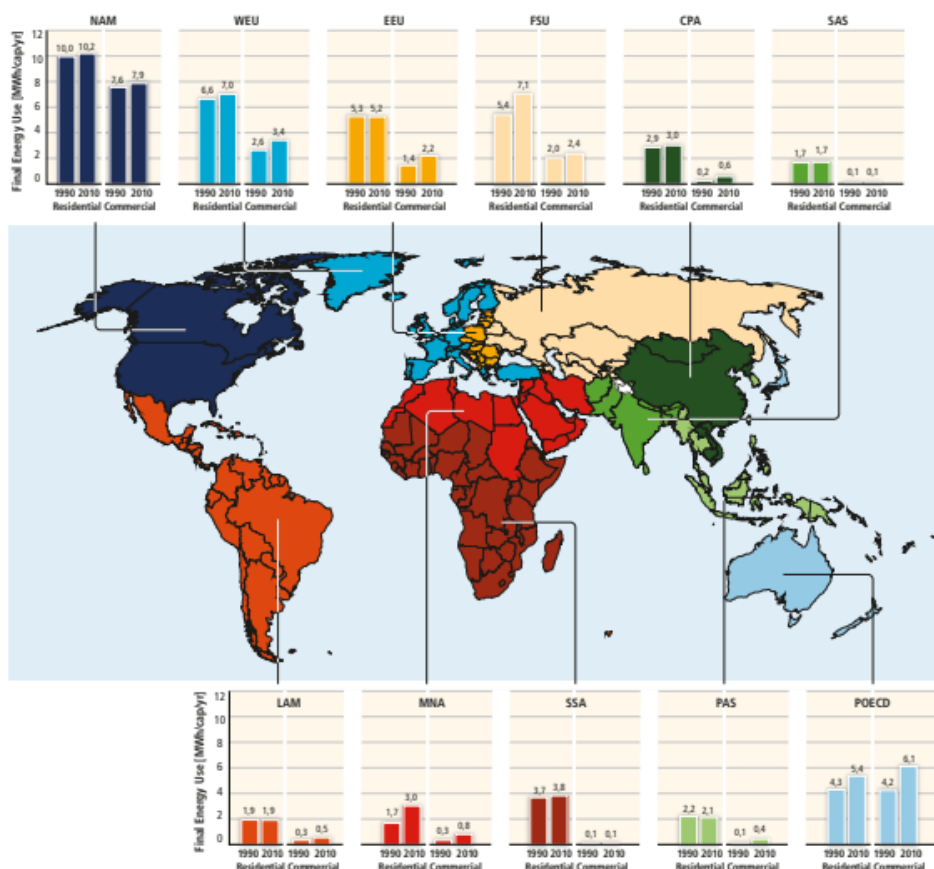
Segundo a organização *World Green Building Council* (WGBC), 28% das emissões mundiais de carbono procedem da operação de edifícios e 11% do carbono associado a materiais e processos de construção. Já segundo relatório publicado em 2014 pelo

International Panel for Climate Change (IPCC), em 2010 os edifícios foram responsáveis por 32% de toda a utilização de energia final mundial e por 19% da energia relacionada à emissão de carbono.

Frente a esses números, não surpreende que a questão energética das edificações seja objeto de atenção especial nos debates mundiais que tratam da sustentabilidade e da sua relação direta com o aquecimento global. No entanto, não se pode ignorar que eles representam mais fielmente a realidade dos países do hemisfério norte, que demandam intenso gasto energético com aquecimento das edificações e possuem matrizes energéticas não renováveis.

A Figura 19, que foi retirada do Relatório IPCC de 2014, demonstra a diferença entre o consumo energético de edificações comerciais e residenciais, *per capita*, para diferentes zonas do globo. Destaca-se o baixo consumo da América Latina em relação aos outros blocos de países.

Figura 19 - Consumo de energia no mundo por setor e per capita



Fonte: IPCC (2014, p. 680)

Segundo Agopyan e John (2011, p. 29), os primeiros estudos relacionados ao meio ambiente na construção civil surgiram na década de 1970, na Europa, com ênfase na eficiência energética e na energia incorporada nos materiais.

Segundo os autores, na construção civil, grande parte do carbono, responsável pelo efeito estufa, decorre da queima de combustível em transporte de materiais e de processos de calcinação presentes na quase totalidade dos materiais do setor, como vidros, cerâmicas, cimento, aço, além da extração da madeira utilizada como matéria prima ou como produto acabado (AGOPYAN e JOHN, 2011, p.43).

Os autores ainda afirmam que, no Brasil, focar a sustentabilidade pelo viés da eficiência energética das edificações tem baixo impacto a curto prazo nas emissões de CO₂. Isso porque essa abordagem abrange apenas os aspectos de iluminação artificial, condicionamento ambiental, ventilação, aquecimento elétrico, água e ar-condicionado, cujo consumo energético representa baixa emissão total de carbono, dada a matriz energética renovável do País. Uma estratégia capaz de gerar maior impacto na mitigação dos gases de efeito estufa demandaria uma ação setorial envolvendo cadeias de produção e sistemas de transporte de produtos.

Godoi (2012, p. 27) também reforça que edifícios possuem grande participação no consumo energético brasileiro, tendo o setor residencial sido responsável por 47,6% do consumo de eletricidade em 2009, ficando abaixo somente da indústria. Em consonância com Agopyan e John, ela afirma que aqui ocorre o oposto dos países desenvolvidos do hemisfério norte. Devido à matriz energética do Brasil ser 80% renovável, as emissões de carbono são maiores durante o transporte e a construção, do que durante o uso e operação da edificação (GODOI, 2012, p. 28):

Os dados ainda são preliminares, uma vez que existem poucos inventários de emissões no Brasil, mas tomando como exemplo um estudo feito pela empresa Ativos Técnicos e Ambientais (ATA) para um edifício de escritórios em São Paulo, é possível concluir que as emissões anuais de gases de efeito estufa, referentes à energia consumida no período de uso do imóvel (3,6 kgCO₂e/m²), são muitíssimo inferiores às emissões anuais durante o período que se estende da fabricação dos materiais até o final da construção (150,48 kgCO₂e/m²).

Dessa forma, sob ótica da emissão de CO₂, pode-se concluir que no Brasil deve ser dado grande enfoque à análise do ciclo de vida dos componentes, origem e especificação dos materiais e tipos de sistema construtivo de uma edificação, e não somente à eficiência energética. A questão do transporte é agravada dada a dimensão continental do nosso país. Ainda assim, a questão energética não deve ser ignorada, pois gera um impacto social pela construção de usinas hidroelétricas e pela destinação de recursos públicos, que devem, pelo princípio da eficiência, sempre ser aplicados da melhor maneira possível.

No que diz respeito à mitigação das mudanças climáticas, o Relatório IPCC de 2014 prevê que o consumo energético mundial de edificações poderá triplicar até a metade do século, principalmente em razão da urbanização e do crescente acesso, pela população de países em desenvolvimento, a habitações e equipamentos elétricos, denotando que o tema da energia poderá ter ainda maior importância neste contexto (IPCC, 2014, p. 675). Devido ao caráter global do Relatório, predomina a ênfase dada ao consumo energético de equipamentos e à tecnologia empregada nos utensílios domésticos e instalações, com menor atenção à energia incorporada dos materiais.

Alerta-se para a necessidade de acesso a materiais com baixo carbono incorporado, principalmente nos países em desenvolvimento, onde ainda existe um ritmo acelerado de construção civil. Também é dada alguma atenção ao papel do projeto de arquitetura, atualizando-se as soluções vernaculares para criar-se espaços confortáveis com menor uso de ar-condicionado (IPCC, 2014, p. 675).

Conclui-se que os edifícios possuem uma grande responsabilidade no impacto ambiental global, fato que também representa uma grande oportunidade. Por meio de especificações tecnológicas conscientes e projetos integrados é possível reduzir substancialmente a emissão de carbono e alcançar-se edificações capazes de gerar energia suficiente para cobrir as suas necessidades. Grande parcela da energia utilizada nas edificações é passível de melhoria e otimização, principalmente nos países em desenvolvimento, que sofrerão ainda intensos processos de urbanização.

Finalmente, de acordo com o Relatório, a mitigação da emissão de carbono é impulsionada por quatro fatores (IPCC, 2014, p. 677):

- a) eficiência do carbono: utilização de fontes renováveis de energia integradas aos edifícios;
- b) eficiência tecnológica: eficiência energética individual de equipamentos;
- c) eficiência sistêmica ou de infraestrutura: aquelas relacionadas à arquitetura, infraestrutura ou medidas sistêmicas;
- d) redução de demanda: relacionada a aspectos comportamentais, de uso do solo e penetração de equipamentos.

Vê-se, portanto, que a sustentabilidade é um tema complexo e amplo, com reflexos diversos e interdisciplinares que abrangem aspectos sociais, ambientais e econômicos. A arquitetura possui um papel relevante nesse contexto, principalmente na especificação de materiais e na concepção dos edifícios de maneira a permitirem uma maior eficiência no uso dos recursos. A boa arquitetura deve seguir amparada por processos de gestão de projetos integrados, garantindo soluções sistêmicas.

2.2.4 A sustentabilidade na arquitetura

2.2.4.1 O viés bioclimático

Há diversas certificações, publicações e termos para lidar com a arquitetura tida como sustentável. Conforme se mostrou no tópico 2.2.1. o termo sustentabilidade foi cunhado na década de 1980 e possui um amplo espectro de significados e reflexos. No entanto, a arquitetura em si é uma disciplina muito antiga e a preocupação da relação entre o ambiente construído (artificial) e o meio ambiente natural no qual o ser humano se encontra sempre foi um fator central do ofício, como afirma Le Corbusier (1922, p. 45): “A arquitetura é a primeira manifestação do homem criando seu universo, criando-o à imagem da natureza, aceitando as leis da natureza, as leis que regem nossa natureza, nosso universo”.

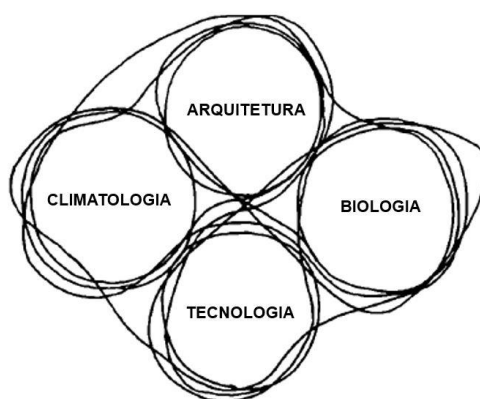
Porém, com o aumento exponencial da população, o acirramento das desigualdades sociais, a previsão da escassez dos recursos naturais e as revoluções industriais e digitais, não é demais afirmar que a arquitetura certamente necessita mudar seus métodos de produção com o intuito de prever nos projetos, de forma racional,

qualitativa e quantitativa a melhor forma de conceber espaços contemporâneos, sem comprometer as necessidades futuras da humanidade.

Olgay (1962) afirma que desde os primórdios a espécie humana descobre maneiras de sobreviver no meio ambiente. Comunidades e habitações em locais distintos do mundo possuem resposta claras às condições climáticas nas quais estão inseridas. Em contraste com a arquitetura vernacular, soluções tipificadas e estilos internacionais se repetem ao redor do mundo sem consideração às regionalidades climáticas e culturais. O autor reitera que essa uniformidade tipológica foi possibilitada principalmente pelos avanços nas tecnologias de aquecimento e resfriamento, que criaram arquiteturas alheias ao seu contexto.

Olgay (1962) defende a união de diversas áreas do conhecimento para que princípios arquitetônicos que levem em consideração o conforto humano e o clima local sejam analisados e estabelecidos por meio de um método racional, gerando soluções únicas e regionais. Ele introduziu, assim, o tema da arquitetura bioclimática (Figura 20), uma nova forma de se relacionar com o projeto das edificações levando-se em conta a sua relação e sobreposição com outras ciências, a fim de se criar o abrigo “balanceado pelo clima”, isto é, aquele que utiliza os recursos naturais locais de forma favorável ao conforto humano, criando melhores condições de habitabilidade. Segundo o autor, a arquitetura seria o último de quatro passos do processo de projeto bioclimático, sendo precedida pelas análises referentes à tecnologia, biologia e meteorologia.

Figura 20 - Entrosamento de campos do balanço climático



Fonte: adaptado de Olgay (1962, p. 12)

O primeiro passo consiste na análise de dados climáticos, tais como temperatura, radiação solar, umidade relativa e ação dos ventos. Em seguida, esses dados devem ser plotados na carta bioclimática, criada pelo autor, levando-se em consideração as necessidades humanas de conforto. Dessa forma, estabelecem-se as necessidades e disponibilidades de recursos para, então, definir-se as tecnologias a serem utilizadas e analisadas por meio de cálculos numéricos que incluam a seleção do terreno, orientação, sombreamento, forma da edificação, movimentação do ar e o balanço térmico de temperatura interna, o que envolverá a especificação dos materiais da envoltória. Por fim é que serão definidas a forma e expressão arquitetônicas.

Percebe-se que já naquela época o autor defendia uma alteração no processo de projeto, principalmente no tocante à compreensão da relação entre a arquitetura e o meio ambiente. Outra inversão importante consiste na colocação das necessidades do usuário, expressas objetivamente em termos biológicos e psicológicos, acima da expressão arquitetônica.

Para o autor, o abrigo é o principal instrumento que a humanidade possui para atingir os requisitos de conforto e, apesar da diversidade de fatores que influenciam a percepção do meio ambiente pelo corpo humano, os elementos que mais contribuem, em última instância, para a sensação de conforto são: a temperatura do ar, a radiação, o movimento do ar e a umidade (OLGYAY, 1962, p.15). Ainda assim, dentre eles a temperatura é predominante, pois é impossível sobreviver e ser produtivo se toda a energia corporal é gasta com resfriamento ou aquecimento.

2.2.4.2 O viés do conforto

Frota e Schiffer (2001) também reforçam a responsabilidade da arquitetura em garantir o conforto térmico humano no interior das edificações. As autoras, em consonância com Olgay, também entendem que as principais variáveis climáticas são a temperatura, a umidade, a velocidade do ar e a radiação solar incidente, fatores esses que guardam estreitas relações com as condições climáticas e ambientais regionais. Elas também afirmam a importância do conforto térmico para a subsistência e produtividade humana.

Monteiro (2015) também afirma a importância do conforto térmico para o bem-estar e sua relação direta com o equilíbrio termofisiológico do corpo humano. Ele realiza um breve retrospecto histórico de como as noções de conforto foram traduzidas em índices e métodos para avaliação das edificações:

- a) início pela criação da temperatura efetiva (TE) por Houghten e Yaglou (1923), índice que correlaciona a temperatura com a umidade e permite a comparação da resposta térmica entre ambientes com a mesma velocidade de ar;
- b) seguida da temperatura operativa (TO) proposta por Winslow, Herrington e Gagge (1937), que considera trocas radiantes e convectivas para avaliação das edificações;
- c) a partir destas noções foi desenvolvido por Fanger (1972) o *Predicted Mean Vote* (PMV), método que aplica uma escala de -5 a +5 utilizado pela *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) para determinar o grau de conforto dos usuários em prédios estanques e condicionados;
- d) Nicol e Humphreys (1973; 2002) notaram a discrepância entre a sensação de conforto real e a prevista pelo PMV, dada a habilidade das pessoas de se adaptarem ao clima em que vivem e a possibilidade de se comportarem de diferentes maneiras;
- e) em 1998, Humphreys e Nicol e Dear, Bragger e Cooper (1997) propuseram modelos adaptativos que consideram o comportamento dos usuários, suas roupas, atividades, a possibilidade de interagirem com o ambiente por meio de controles de persianas, janelas e ventiladores e a existência de microclimas internos.

Nota-se que o conceito de conforto térmico sofreu mudanças substanciais em sua abordagem científica no decorrer do último século. Após uma tentativa de simplificar o tema para ambientes estanques e seres humanos estáveis, houve um retorno às noções semelhantes àquelas das antigas edificações, quando havia boa performance com menor utilização de energia, sem equipamentos mecânicos e com maior interação com os usuários e seus hábitos locais. Traçando-se um paralelo com as noções de sustentabilidade, que remontam à década de 1980, vê-se que a pesquisa

científica relacionada ao conforto das edificações é bastante anterior à onda ambientalista, ainda que os métodos adaptativos, assim como sua forma de avaliação, sejam recentes.

Mackey (2015) afirma a importância do conforto térmico na relação entre usuário e edifício. Ele retoma grandes exemplos, nos quais o ser humano se relaciona com a arquitetura por meio da experiência térmica, como os jardins internos muçulmanos, as saunas, as reuniões ao redor do fogo e as piscinas sombreadas. Nessas situações, nota-se facilmente como a percepção climática compartilhada é geradora de espaços arquitetônicos.

Em contrapartida, o autor afirma que os edifícios contemporâneos são cada vez mais segmentados em células condicionadas, de tal maneira que o usuário não mais compreende nem se relaciona com o edifício e passa a traduzir suas necessidades em equipamentos de ar-condicionado. Conseqüentemente, os edifícios perdem as suas camadas históricas e acabam sendo construídos com fachadas isoladas, além de dutos e centrais de energia que se assemelham cada vez mais a máquinas ou, até mesmo, a naves espaciais climatizadas.

Essa visão da máquina habitável já era preconizada desde a virada do século por Le Corbusier (1924) ao afirmar que as casas deveriam ser “máquinas de morar”, dotadas do espírito do homem moderno e compostas por plantas livres, janelas envidraçadas, coberturas habitáveis, pilotis, garagens e uma apreciação pelo mecânico, pela tecnologia revolucionária que criava carros, silos, pontes e aviões. Tal visão é aterradora para McDonough (1994), que afirma, em consonância com Mackey (2015), que os arquitetos projetam para a máquina e não para as pessoas, criando espaços estanques de vidro, acondicionamentos de massas enormes de ar não utilizado, em vez de se utilizarem com sabedoria dos recursos naturais e de apostarem na interação humana para criarem “máquinas vivas”, tais quais as existentes na natureza.

Mackey (2015) também compara os modelos PMV e adaptativo para estimar a noção de conforto. Em linhas gerais, o primeiro se baseia em uma equação de balanço energético humano e em testes realizados em câmaras climáticas para determinar um índice de 90% de conforto gerado pelos equipamentos de ar-condicionado, sendo

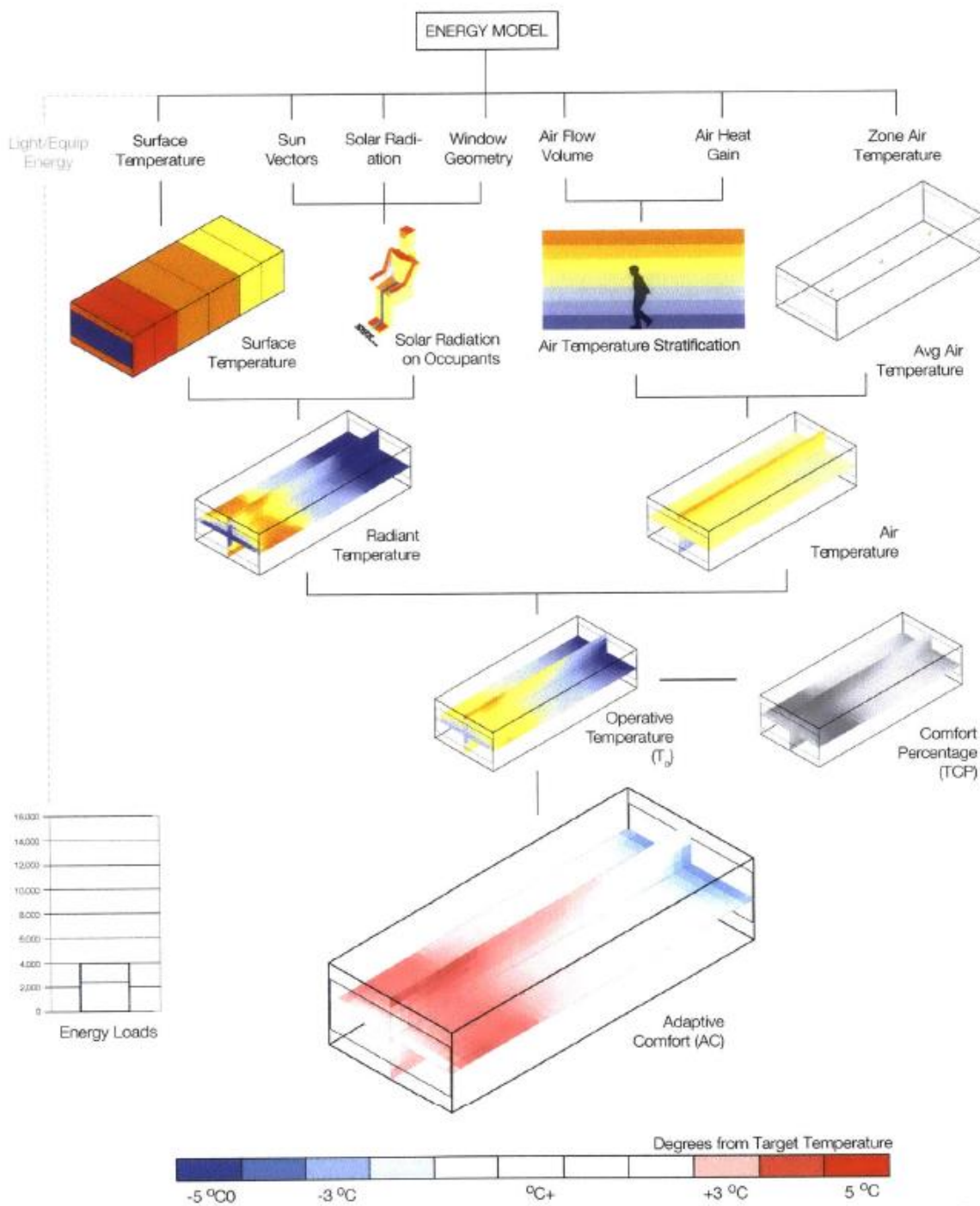
inaplicável em edificações passivas. No entanto, essa abordagem não representa completamente a realidade, pois as pessoas se movem no ambiente e possuem taxas de metabolismo e vestimenta diversas. Além disso, por meio deste método, tem-se uma análise de somente dois resultados: se o ambiente é bom ou ruim. Não necessariamente é possível compreender o porquê do resultado ou correlacioná-lo com aspectos sutis da operação do espaço, o clima local, o comportamento humano, e com disposição espacial.

Por sua vez, o modelo adaptativo se baseia em métodos estatísticos gerados a partir de questionários realizados sobre usuários de diversas edificações existentes, não necessariamente climatizadas, que consideram uma gama maior de fatores que influenciam a sensação de conforto.

Mackey (2015) defende um novo paradigma: em vez de se despendem robustas análises para a validação de sistemas de ar-condicionado para ambientes estanques e abstratas métricas de energia, devem ser criados modelos energéticos que abracem tanto a complexidade do comportamento humano quanto a física das construções para se criar edifícios bem projetados. Mais do que isso, aliado às recentes tecnologias de programação na arquitetura, o autor desenvolveu o *plug-in "ladybug"* para os *softwares Rhino e Grasshopper*, que compila as mais recentes teorias em mapas que relacionam os dados climáticos com a geometria da edificação, possibilitando diversas avaliações e visualizações em tempo real de conforto e desempenho energético, conforme a figura 21.

Segundo Cross (1990), o pensamento projetual é um tipo específico de inteligência voltada para soluções de problemas mal definidos (*ill-defined*), cujas informações essenciais são descobertas por meio de testes e variações de modelos criados para encontrar e avaliar as possíveis soluções. Dessa maneira, Mackey (2015), ao criar métodos de avaliação e visualização rápida da enorme gama de dados climáticos em modelos arquitetônicos, pôde avançar os limites da profissão e garantir aos arquitetos maiores condições de intervenção nas questões de conforto e eficiência energética.

Figura 21 – Simulação energética e visualização de conforto



Fonte: Mackey, (2015, p. 43)

2.2.4.3 O viés energético

Lechner (2015) também reforça a responsabilidade dos edifícios sobre o consumo energético mundial, contando com utilização de 48% da energia para construção e 40% para operação nos EUA. O autor afirma que a sustentabilidade é a nova agenda da arquitetura e que é tempo de uma mudança de paradigma nas formas de projetar, assim como na estética resultante dos edifícios, ainda herdeiros do estilo internacional modernista ou dos vestígios historicistas pós-modernos.

No entanto, o autor possui um viés voltado à eficiência energética, tendo em vista que é mais factível a curto prazo projetar e construir edifícios mais eficientes, do que trocar toda a matriz energética mundial. Para ele, o arquiteto possui a responsabilidade e a oportunidade de levar a sociedade para um patamar de sustentabilidade por meio dos “edifícios sustentáveis”, entendidos como aqueles que possuem, primordialmente um bom desempenho energético. Essa visão reduz o amplo conceito da sustentabilidade aos limites da eficiência energética, sendo voltada à realidade dos países do hemisfério norte, como se mostrou no tópico 2.2.2.

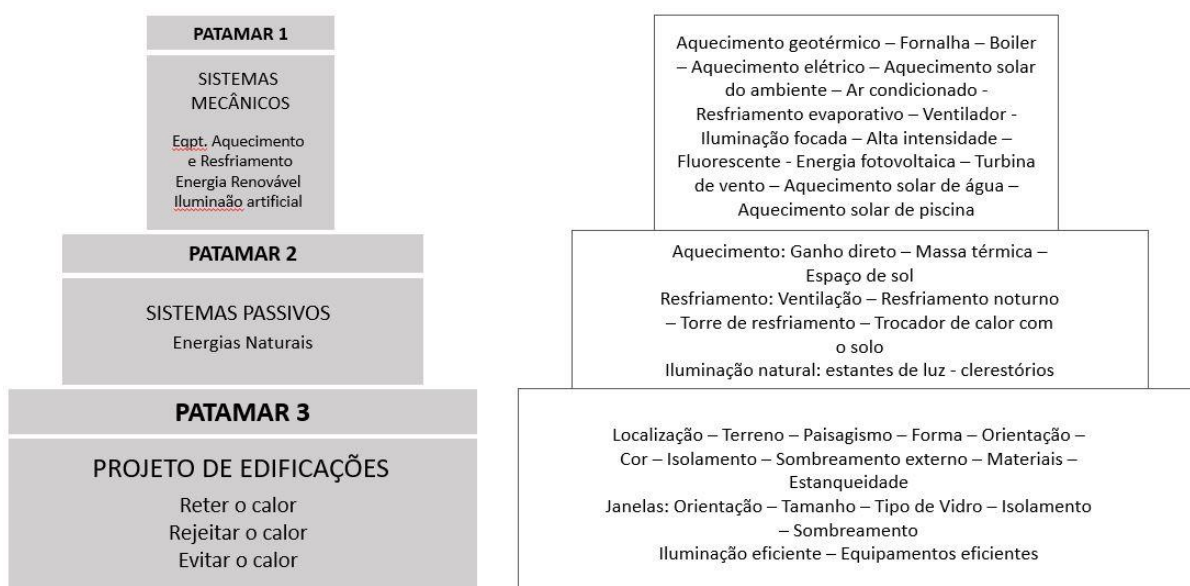
Ainda assim, o autor afirma, em consonância com a presente pesquisa, a importância das fases iniciais do projeto, por compreenderem o momento no qual são tomadas as principais decisões que irão dar forma a um projeto sustentável (LECHNER, 2015, p. 15, tradução nossa):

O custo e impacto ambiental de um edifício são estabelecidos principalmente na fase conceitual. As decisões mais básicas de tamanho, orientação e forma geralmente possuem o maior impacto sobre os recursos requisitados tanto durante a construção como a operação. Assim, o projeto de edificações sustentáveis é atingido antes pelas decisões iniciais no processo, do que adições e decisões de engenharia feitas depois que o projeto arquitetônico já foi essencialmente completado.

Lechner propõe uma abordagem projetual para edifícios com eficiência energética baseada em três patamares (Figura 22):

- a) o primeiro patamar congrega as decisões típicas das fases iniciais de projeto, tais como orientação, forma, cor, materiais construtivos e sombreamento, que podem reduzir em 60% o consumo energético;
- b) o segundo patamar compreende a economia de energia de aquecimento, resfriamento e iluminação por meio da utilização da ventilação e iluminação natural, torres de resfriamento, massa térmica, entre outras estratégias passivas capazes de reduzir em 20% o consumo energético;
- c) por fim, o terceiro e último patamar compreende a especificação de equipamentos com a máxima eficiência, que pode reduzir até 5% o consumo energético.

Figura 22 - A abordagem dos três patamares



Fonte: adaptado de Lechner (2015, p. 9)

No total, o autor afirma ser possível construir edifícios que consomem 85% menos energia. Porém, deve-se ter em mente que ele se refere à realidade construtiva dos EUA, que possuem matrizes energéticas, técnicas construtivas, tecnologias de sistemas prediais e padrões de consumo bastante diversos dos brasileiros. Aqui, economias dessa monta seriam praticamente inviáveis pela própria natureza do nosso

clima, que exige menor consumo energético e dispensa calefação. Ainda assim, permanece a ideia de que as decisões arquitetônicas nas fases iniciais possuem potencialmente maior influência sobre o desempenho do edifício, do que soluções posteriores de mitigação através da engenharia.

O autor ainda afirma que projetos energeticamente eficientes são demasiadamente complexos para serem enfrentados por meio do processo tradicional linear de projeto, o que está em consonância com o que se disse no capítulo 2.1.4. Assim, faz-se necessária a abordagem integrada, a fim de colher-se contribuições e determinar-se premissas antecipadamente, nas fases de pré-projeto e de estudo preliminar.

Por meio dessa abordagem, o autor atribui grande parte da responsabilidade por projetos eficientes para as mãos dos arquitetos, sendo os engenheiros responsáveis por menor parcela de economia, na medida em que provêm aquilo que a edificação não pôde cumprir sozinha de maneira passiva. Mais do que isso, o autor reitera que pensar de forma integrada no aquecimento, resfriamento e iluminação nas fases iniciais pode ser *form-giver*, ou seja, ponto de partida para se determinar a forma e estética da arquitetura, resultando numa mistura do melhor do velho e do novo para as edificações voltadas à era da sustentabilidade.

2.2.4.4 O viés ecológico

McDonough (1994) advoga uma arquitetura holística baseada nos princípios da ecologia, inspirada nas leis naturais como modelo para todos os projetos humanos, capazes de influenciar o equilíbrio do sistema do planeta, nosso lar comum. Segundo ele, a natureza pode ser traduzida em três princípios:

- a) nenhuma matéria é desperdiçada nos sistemas naturais e tudo o que sobra se transforma em alimento (conceito de resíduo equivalente a alimento);
- b) a energia base para todos os processos provém de uma fonte externa e sempre disponível, o sol;
- c) a biodiversidade como sistema de metabolismo e criação.

De acordo com o autor, a tradução desses princípios na arquitetura deve ressignificar o papel do profissional no mundo contemporâneo. Mas a própria sociedade como um todo também deveria mudar, abandonando a noção de individualismo consumista. Esta acaba estimulando uma produção desenfreada de objetos voltados ao consumo imediato, utilizando recursos finitos e gerando resíduos de maneira que não replicam o ciclo de renovação natural da matéria. McDonough traduziu a sua posição nos chamados 12 princípios de Hannover, que foram apresentados durante a conferência da cúpula Eco-92. Juntos, eles formam uma visão espiritual fraterna das relações humanas com o planeta, da utilização e reciclagem da matéria, do uso dos fluxos de energia naturais e da cooperação da Natureza, entidade à qual são devidas humildade e admiração.

Na verdade, essa abordagem descentralizada encontra eco em Van Der Syn e Cowan (2007, p. 9, tradução nossa), para quem “a sustentabilidade necessita ser assentada com firmeza sobre os pormenores da prática de projeto. Políticas e pronunciamentos têm o seu lugar, mas em última instância nós devemos endereçar problemas específicos do projeto”. Dessa maneira, desloca-se o enfoque social, o tempo e a dificuldade inerente às políticas setoriais públicas para uma abordagem pragmática de *design* interdisciplinar mimético à natureza, capaz de reduzir os danos ambientais. Em suma, os autores defendem que o “*design* ecológico” é uma nova forma de pensar o projeto.

Nota-se a tentativa da sobreposição da lógica presente na ecologia com a da produção arquitetônica. Na realidade, ao traduzir esses conceitos para a prática observando os projetos realizados pelos arquitetos, encontra-se uma postura a favor da análise de ciclo de vida de materiais, do uso de energias renováveis (solar, reuso de água), aproveitamento da luz natural, interação com os usuários na operação das edificações e enfoque na flexibilidade das edificações pensadas em longos ciclos de existência. Resumidamente as soluções em si não diferem daquelas encontradas nos outros projetos ditos sustentáveis.

A ideia do ciclo de renovação mimético aos ciclos naturais obteve maior aplicabilidade no meio industrial, por meio do conceito *cradle to cradle* (berço a berço), que foi formado pelo livro homônimo de autoria de McDonough e do químico Michael

Baumgart (2002). Em suma, eles defendem a abolição da noção de resíduo a partir da noção de que tudo poderia ser reutilizado por processos cíclicos, sejam eles tecnológicos (como a logística reversa) ou biológicos (como a compostagem). A abordagem ganhou ampla difusão e culminou na certificação C2C de produtos e em um instituto com atuação e abrangência semelhante aos órgãos de certificação ambiental americanos com suas delegações regionais.

É relevante o legado da abordagem ecológica dado aos materiais a serem reutilizados, além da consideração da pegada de carbono, por não reduzir a discussão à eficiência energética da edificação e seus subsistemas, incentivando uma visão sistêmica da arquitetura com seu entorno natural. A construção civil move um volume imenso de materiais e uma atenção à sua especificação e composição pode gerar um impacto positivo enorme no ambiente, principalmente em países continentais como o Brasil, conforme já mencionado pelo Relatório IPCC de 2014, Agopyan e John (2011) e Godoi (2011).

Em termos de processo de projeto, isso se traduz em bibliotecas internas, componentes e famílias dos *softwares* de modelagem, que podem carregar de antemão informações fornecidas pelos produtores e gerar relatórios em fases iniciais sobre os impactos da pegada de carbono da edificação por meio da somatória de seus componentes, adicionando essa camada ambiental às tradicionais análises de viabilidade legal e econômicas. No entanto, no caso da arquitetura, depende-se da disponibilidade dessas informações e produtos no mercado.

2.2.4.5 Uma questão de atitude

Magalhães (2010) coloca em questão se, no caso da arquitetura, a sustentabilidade é um velho ou um novo paradigma, uma vez que existem edifícios com clara preocupação ambiental e humana de renomados arquitetos como Norman Foster, Renzo Piano e João Filgueiras Lima (Lelé) mesmo antes do termo sustentabilidade ter sido cunhado. Segundo a autora (2010, p. 95):

Parece incongruente falar de arquitetura sustentável com uma conotação de novidade, quando é condição primeira da disciplina arquitetônica apresentar soluções inteligentes para situações conflitantes, garantir ao homem um sentimento de satisfação e harmonia com o seu meio. Assim sendo, as questões de eficiência e conforto ambiental não estão apenas implícitas, mas constitui requisitos essenciais à prática da profissão, independente das injunções políticas, sociais ou históricas deflagradas a qualquer tempo e lugar.

Não se pode negar que parcela significativa da arquitetura produzida diariamente não possui os clientes, recursos ou mesmo o contexto das pérolas produzidas pelos grandes ícones contemporâneos, estando limitada a fazer o melhor possível com os recursos disponíveis. Ainda assim, essa situação não deve ser utilizada como escusa para soluções mal concebidas ou processos de projeto fragmentados. Como a questão ambiental toca interesses globais comuns, sem a mobilização em massa e a melhoria geral da atitude dos arquitetos e projetistas em relação ao projeto, não serão notados resultados significativos. Mesmo que o poder de influência do arquiteto seja limitado e que muitas das definições de produto sejam fruto do interesse dos clientes e da própria maturidade do contexto social, há um papel a ser firmado a favor de uma mudança na cultura de projetos. Conforme comenta Lelé em entrevista realizada por Magalhães (2010, p. 88):

Quando me perguntam sobre sustentabilidade, eu simplesmente digo: sustentabilidade é um estado de espírito. Ou você tem ou não tem. Sim, nós podemos resolver vários problemas ambientais, mas isso depende de um saber, uma vontade, uma persistência.

De fato, um dos grandes desafios da sustentabilidade é a escala e é justamente nessa dimensão que está a grande oportunidade de intervenção da arquitetura e urbanismo, justamente por desenharem o meio construído nessa mesma escala global através de milhares de intervenções regionais e locais. Nessa linha, mostra-se necessária uma verdadeira mudança cultural global, conforme afirma Jacobi (2003, p. 204), que defende uma verdadeira reeducação ambiental apoiada por modelos inovadores de governança, complexidade de interações interdisciplinares e participação social política:

A sustentabilidade traz uma visão de desenvolvimento que busca superar o reducionismo e estimula um pensar e fazer sobre o meio ambiente diretamente vinculado ao diálogo entre saberes, à participação, aos valores éticos como valores fundamentais para fortalecer a complexa interação entre sociedade e natureza.

Concluindo, percebe-se que a arquitetura sustentável se adapta aos objetivos de seu intérprete, misturando-se com termos já existentes, tais como ecologia, bioclimática, eficiência, qualidade e conforto. Além disso, ela é supostamente traduzida nas edificações verdes e de alta performance, por meio de abordagens tecnocráticas, que frequentemente deixam de lado as questões de justiça social, como se fossem avessas à prática arquitetônica, focada na eficiência dos recursos, principalmente da energia.

Por outro lado, há a alternativa do aprendizado vernacular, no qual são resgatadas as práticas climáticas regionais, podendo, de maneira passiva, criar ambientes com maior interação dos usuários, com noções de conforto adaptativas e validações das decisões tomadas relativamente ao uso da luz natural, implantação, custos e materiais. Um conjunto de estratégias que podem reduzir em até 60% o consumo energético de edificações.

Essa mentalidade voltada ao meio ambiente coloca a arquitetura como resultado de um processo da análise climática local, que, aliado à crescente complexidade das edificações, exige uma abordagem integrada desde o início. As ferramentas digitais de modelagem e análise vêm instrumentar os arquitetos nessa direção, abrindo possibilidades para uma difusão dos princípios bioclimáticos.

Ainda que muitos arquitetos tenham produzido obras com essas preocupações, essa ainda não é uma realidade para a grande maioria dos profissionais, para os quais é necessária uma revisão do processo de projeto e da própria capacitação profissional. A vasta gama de projetos sem a devida consciência ambiental ampara-se numa relação dialética com as partes interessadas no projeto, dispostas, ou não, a mudarem seus padrões de consumo, contratos de projeto, prazos e custos. Nesse ponto, também não há uma arquitetura deveras sustentável, sem que o cliente esteja também disposto à uma mudança de mentalidade.

Finalmente, a capacidade de mudar o meio ambiente, tanto o natural quanto o construído, é intrínseca à arquitetura. Com a disponibilidade tecnológica de processos de projeto e construtivos, o que nos resta é uma questão de atitude. A arquitetura possui um enorme papel a ser desempenhado, mas que depende da habilidade do arquiteto para desafiar, convencer, inovar e repensar modelos tradicionais. É por meio de um poder propositivo, baseado em sólida formação e integração com outras profissões, que será possível guiar as construções para esse futuro sustentável.

2.2.5 Critérios de projeto e certificações

2.2.5.1 O edifício verde

Atualmente o tema da sustentabilidade das edificações segue lado a lado com as certificações ambientais e os chamados “edifícios verdes” (*green buildings*). Ainda que as ações dos diferentes órgãos certificadores possuam relevante importância na difusão de guias, conceitos e diretrizes da sustentabilidade aplicada às edificações, elas não devem esgotar o tema em si mesmas. Ao comparar-se as diferentes abordagens encontradas, permanece uma pergunta latente: o que é um edifício sustentável? Como se pode comprovar isso? E para qual finalidade?

Kubba (2017) defende os edifícios verdes e as certificações como instrumento de difusão e mudança na cultura da cadeia construtiva, especialmente nos EUA. O autor afirma que não há consenso sobre o significado do edifício verde e que ele é muitas vezes sobreposto pelo conceito da construção sustentável e do edifício de alta performance. No entanto, independentemente de qual definição se adote, ela deve ser acompanhada de metas e indicadores durante a contratação dos projetos.

De qualquer forma, segundo o autor, em linhas gerais, os edifícios verdes se caracterizam por uma preocupação com os recursos naturais, com o conforto e qualidade dos ambientes construídos, com a minimização dos impactos no entorno e na saúde dos ocupantes e envolvem um processo integrado de tomada de decisão. O autor afirma que não necessariamente um edifício verde terá outra estética e é sabido na indústria americana que certo grau de sustentabilidade pode facilmente ser atingido com edifícios que parecem “normais”.

Kibert (2012) também discorre sobre o novo “vocabulário verde” composto pelas expressões “construção sustentável”, “edifícios verdes” e “edifícios de alta performance”. Ele se apropria da definição elaborada pela *Task Force 16*, em encontro da CIB realizado na Flórida, em 1994, que define a construção sustentável como aquela que “cria e opera um ambiente construído saudável baseado na eficiência dos recursos e no *design* ecológico” (KIBERT, 2012, p. 8, tradução nossa). Já o edifício verde, cujos exemplares ainda distam de mudanças radicais na produção do setor, é definido como “instalações saudáveis, projetadas e construídas com eficiência de recursos utilizando-se princípios baseados na ecologia” (KIBERT, 2012, p. 8, tradução nossa). Por último, o edifício de alta performance, é uma releitura mais recente do edifício verde, que incorpora a noção do projeto integrado para atingir performance ambiental como um todo.

Krygiel e Niels (2008) traçam um curto histórico nos EUA acerca do crescimento da consciência ambiental desde 1960 até a criação do *United States Green Building Council* (USGBC), em 1993, responsável por organizar e educar o mercado sobre o novo vocabulário de produtos “verdes”. Os autores confirmam a falta de uma definição clara do termo edifício verde e do quanto ele é de fato sustentável. Resumidamente, afirmam que o edifício verde é aquele que gera um impacto menor no meio ambiente e que, recentemente, esse impacto se tornou mensurável. Os autores dizem que a diferença entre os edifícios verdes e os sustentáveis está na profundidade da abordagem, sendo o último grau do edifício sustentável um “edifício vivo”, aquele que não gera impacto ambiental em sua operação e fornece sua própria água, energia e tratamento de resíduos.

Reed (2007) resume essa abordagem do “edifício vivo” no que ele chama de projeto regenerativo, entendendo que o objetivo da sustentabilidade seria o de regenerar o planeta, e não somente mitigar danos por meio de articulações fragmentadas, que hoje são encontradas sob os termos do edifício verde e de alta performance. De acordo com o autor, falta pensamento sistêmico de integração com os sistemas da natureza e compreensão do lugar.

Nota-se a abundância de conceitos que buscam sempre adicionar um pequeno diferencial em relação ao predecessor. Ressalta-se a abrangência, definição vaga e

redundância entre os termos, sem limites claros, mas restritos ao enfoque declarado para a eficiência energética, que geraria economia de custos e, conseqüentemente, menor impacto ambiental. Novamente, deve-se ressaltar que essa realidade foi criada no contexto dos EUA e do Reino Unido, mas importada pelo Brasil através dos selos de certificação.

Agopyan e John (2011) alertam sobre o caráter mercadológico do edifício verde pregado pelos selos e certificações ambientais impulsionados pela onda da sustentabilidade. Os autores admitem que as certificações e respectivos especialistas possuem um importante papel na introdução do assunto na cultura construtiva de cada país, mas criticam os fatos de alguns selos apresentarem metodologias importadas e abordarem basicamente os aspectos ambientais do uso de edifícios, em particular a economia de energia, com pouco destaque para as demandas sociais e a cadeia produtiva, algo preocupante num país com dimensões continentais e repleto de disparidades sociais como o Brasil.

Bode, Tubertini e Gonçalves (2015) afirmam que o edifício verde está habitualmente atrelado ao alto desempenho energético decorrente da utilização da chamada alta tecnologia. Eles se opõem às soluções determinísticas e pré-concebidas relacionadas ao tema e colocam em questão o objetivo das certificações, uma vez que há poucos dados empíricos que comprovem a real eficiência dos edifícios certificados. Além disso, o enfoque no desempenho energético pode ser facilmente frustrado, uma vez que equipamentos mais eficientes podem ser usados com maior intensidade, de modo que não haja uma redução real de demanda energética. Em contrapartida, eles utilizam o conceito de “edifício ambiental” como (BODE, TUBERTINI, GONÇALVES, 2015, p. 573):

o edifício concebido para a adaptação do usuário e a qualidade ambiental, que, por consequência, vêm favorecer a eficiência energética e o valor do edifício em um futuro de mudanças climáticas e regulamentações energéticas cada vez mais rigorosas.

Nesse caso, a eficiência energética é consequência, e não objetivo, e pode ser atingida por meio do projeto integrado e da inserção da arquitetura no clima local, em consonância com o que se viu no tópico 2.2.4. Os autores ainda diferenciam o

“impacto ambiental”, como aquele relativo ao consumo de energia e emissão de carbono, da “qualidade ambiental”, como aquela relativa ao edifício em operação, englobando “um conjunto de critérios quantitativos e qualitativos referentes ao conforto térmico, luminoso, acústico, ergonômico, entre outros requisitos” (BODE, TUBERTINI, GONÇALVES, 2015, p. 579).

Lamberts et al. (2015, p. 548) afirmam que é necessária uma mudança metodológica diante do advento das regulamentações e políticas públicas de certificação energética e ambiental:

a concepção do projeto arquitetônico deve ser repensada, incorporando os conceitos nelas contidos desde a idealização do projeto, o que demandará a atualização dos profissionais envolvidos no processo (...) vale indicar aqui que se faz necessária a quebra de alguns paradigmas, em especial em relação a metodologias e processos de projeto, para que todos sejam beneficiados: projetistas, empreendedores, usuários e a sociedade como um todo.

Berardi (2013) afirma a dificuldade de consenso no termo edifício sustentável e a sua sobreposição com o edifício verde, cujo enfoque é restrito às questões de redução do impacto ambiental e eficiência energética, em detrimento das questões sociais, locais e econômicas. Ele resume a diferença entre o edifício sustentável e o edifício verde na Tabela 8.

Ainda segundo o autor, não há consenso sobre o significado da sustentabilidade nas edificações, pois se trata de tema complexo, que envolve dimensões temporais (o edifício e sua vida útil), distintas escalas espaciais (bairro, edifício, cidade), domínios variados (legislações, políticas e mercados locais) e fatores sociais (benefícios à comunidade, percepção estética, justiça nas relações comerciais e de trabalho, igualdade social). Nesse sentido, o autor afirma que o edifício sustentável seria mais um caminho com uma taxa constante de incerteza de transição, do que um título estático.

Tabela 8 - O edifício verde e o edifício sustentável

Principais questões da performance de edificações	Edifício Verde	Edifício Sustentável
Consumo de recursos não renováveis	X	X
Consumo de água	X	X
Consumo de materiais	X	X
Uso da terra	X	X
Impactos na ecologia do local	X	X
Questões de planejamento urbano	X	X
Emissão de gases do efeito estufa	X	X
Resíduos sólidos e efluentes líquidos	X	X
Bem-estar interno: qualidade do ar, iluminação, acústica	X	X
Longevidade, adaptabilidade, flexibilidade		X
Operação e manutenção		X
Gestão de instalações		X
Questões sociais (acesso, educação, inclusão, coesão)		X
Considerações econômicas		X
Percepção e inspiração cultural		X

Fonte: adaptado de Berardi (2013, p. 75)

Pode-se concluir que o conceito de edifício sustentável se mescla com os edifícios verde ou de alta performance, com variados pontos de contato. Sumariamente assuntos relativos à eficiência energética e à qualidade ambiental ofertada ao usuário predominam sobre os aspectos intangíveis relacionados a questões sociais e culturais. Mesmo entre os autores e sistemas de certificação observa-se a repetição exaustiva de uma visão baseada nos consagrados três pilares de Elkington (2013), no qual a sustentabilidade é atrelada ao tripé, social, econômico e ambiental, isto é, aos 3Ps, “*People, planet and profit*” (pessoas, planeta e lucro)

Kemp e Martens (2007) defendem que a sustentabilidade baseada nesses preceitos tende a ser simplista e socialmente excludente. Eles afirmam que o conceito é subjetivo, permitindo diversas interpretações de acordo com cada localidade, que a traduz em políticas. Essas políticas deveriam ser realizadas com o máximo da participação da comunidade local, garantindo igualdade de oportunidades e progresso social. Ainda assim, em discussões superficiais o tema tende a se esgotar nos “assuntos oficiais” como o aquecimento global, uso eficiente de energia, contando com

soluções pontuais que não apresentam necessariamente conflitos de interesse assumidos, nem requisitam grandes mudanças de atitude.

Pode-se argumentar que o problema reside no aparente paradoxo do desenvolvimento sustentável, que deveria permitir crescimento econômico e, ao mesmo tempo, reduzir o consumo de recursos naturais e erradicar a pobreza, algo inerentemente controverso no sistema de produção capitalista contemporâneo.

Assim sendo, a sustentabilidade, na construção civil, segue o paradigma de que o desenvolvimento não deve parar, mas se transformar de uma maneira viável. Dessa maneira, a proteção ambiental resume-se a critérios de desempenho e eficiência no uso dos recursos. O viés econômico é dado pela redução do custo na operação por meio de soluções integradas e o viés social está atrelado ao conceito da qualidade ambiental do edifício, ou seja, permitir que os espaços sejam adequados ao trabalho, à habitabilidade e ao conforto humano.

No entanto, o conceito original e central do desenvolvimento sustentável – garantir as necessidades de hoje sem prejudicar as de amanhã – possui uma vertente de justiça social, voltada à redução da pobreza por meio de políticas públicas locais. Qual o papel da arquitetura nesse processo? Qual o papel dos empreendedores? Dos projetistas, dos consultores? Das construtoras? Um edifício pode ser concebido sob os preceitos bioclimáticos, seguir as mais rigorosas certificações de desempenho, ser construído com materiais recicláveis, gerar impactos positivos no meio ambiente, possuir vistas, iluminação natural e uma estética inspiradora, tudo isso sem necessariamente alterar positivamente a realidade social de um país, uma região, um bairro ou uma comunidade. Na prática há um limite restrito de atuação tanto da arquitetura como da construção civil.

Na verdade, pode-se concluir que não existe checklist ou método pré-concebido para o desenvolvimento de edificações verdadeiramente sustentáveis, que gerem progresso social para além do progresso ambiental. Mesmo quando tais edificações são realizadas, elas, na verdade, são subproduto das forças políticas, das oportunidades e das necessidades locais, além da exposição, embate e conciliação das vontades e necessidades individuais das partes interessadas.

2.2.5.2 Os sistemas de certificação

Lamberts et al. (2015) afirmam que diversos países desenvolveram sistemas próprios de certificação, variando entre abordagens dedicadas exclusivamente à eficiência energética e outras também à sustentabilidade. Segundo os autores, as primeiras regulamentações provêm da década de 1970, na Europa, e concentram-se no desempenho térmico da envoltória em climas frios. Já a partir da década de 1990, paralelamente ao surgimento do conceito de sustentabilidade e às cúpulas ambientais da ONU, emergiram as primeiras certificações voltadas à redução do consumo energético e da emissão dos gases causadores do efeito estufa.

Godoi (2011) e Gonçalves (2015) elencam cronologicamente os sistemas de certificação, que abordam diversos temas, com enfoques variados. Entre eles, destacam: o pioneiro *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), criado em 1990 no Reino Unido; o *High Quality Environmental* (HQE), criado na França em 1996; o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), desenvolvido em 2000 nos EUA; o Green Star, que foi adaptado do BREEAM para a Austrália em 2003; o *Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency* (CASBEE) criado em 2004 no Japão; e o *German Sustainable Building Council* (DGNB), criado em 2007 na Alemanha.

No caso do Brasil, os sistemas aplicados em maior escala, todos ainda em caráter voluntário, são o LEED, o selo de Alta Qualidade Ambiental (AQUA), o selo CASA AZUL e o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) – Edifica. Dentre eles, o LEED ainda possui maioria de penetração no mercado (GODOI, 2011) e coloca o Brasil no sexto lugar do ranking de processos de certificação após os EUA (GONÇALVES, 2015).

Os autores criticam o fato de que a popularidade do selo LEED está na sua viabilidade técnica e econômica, pois não se exige grande investimento nem esforço por parte dos projetistas e empreendedores para se garantir a certificação mínima. Outra crítica é que, em vez de impulsionar análises críticas e soluções inovadoras, o LEED criou “experts que trabalham na arrecadação do maior número possível de pontos em cada

área, sem necessariamente favorecer a busca de soluções eco eficientes como um todo” (GONÇALVES, 2015, p. 531). Os autores elevam a ausência de pré-requisito da equiparação entre as métricas projetadas e aquelas realmente atingidas pelas edificações a um dos principais problemas dos sistemas de certificação como um todo, uma vez que ela possibilita a criação de selos de eficácia duvidosa.

Sobre esse ponto, Harris (2015) afirma que faltam dados acerca do desempenho real de edifícios certificados após serem construídos. As pesquisas elencadas nesse sentido demonstram resultados diversos, apontando tanto prédios com uma redução energética, quanto outros com um aumento no consumo energético. Também não fica clara a relação entre a eficiência prevista em projeto na certificação e energia global consumida no edifício em operação. Segundo o autor, atualmente o selo está mais ligado à construção de menor impacto ambiental, do que ao edifício de melhor desempenho operacional.

Na prática, os selos acabam possuindo um valor mercadologicamente garantido e ambientalmente duvidoso, cuja vantagem está em requerer certa integração entre os agentes e algumas avaliações ambientais no decorrer do processo. A seguir serão avaliados com maior detalhe os sistemas de certificação mais difundidos no Brasil e verificados os seus requisitos, assim como sua validade na discussão desta pesquisa.

2.2.5.3 O sistema de certificação LEED

O selo LEED foi criado pelo USGBC, uma comunidade sem fins lucrativos criada em 1992 nos EUA. Segundo a própria organização (USGBC,2020, tradução nossa), a missão do USBGC é:

Nossa missão é transformar a forma como edifícios e comunidades são projetados, construídos e operados, permitindo um ambiente saudável, próspero, ambientalmente e socialmente responsável, que melhora a qualidade de vida.

O USBGC alega ser uma comunidade diversa, composta por lideranças e membros interdisciplinares do mundo da construção civil, contando com mais de 20.000 companhias cadastradas. O sistema de classificação do LEED obteve ampla adesão

no contexto da construção civil dos EUA e foi a partir de lá exportado para outros países no formato de conselhos locais. No Brasil, de acordo com consulta realizada ao gbcbrasil.org em 2020, existem mais de 1.551 empreendimentos registrados, dos quais 624 são certificados.

Conforme Gonçalves (2015, p. 524), simplificada, os sistemas de certificação se constituem de critérios alocados em categorias, atrelados a valores mínimos e máximos, que são somados em uma pontuação final. A certificação se divide em quatro níveis: 40-49 pontos para obter a certificação, 50-59 pontos para atingir a certificação Silver; 60-79 pontos para a Gold; e mais de 80 pontos para a Platinum. Em sua quarta revisão, o LEED v4 conta com 110 subcategorias, distribuídas em 58 categorias, as quais, por sua vez, são agrupadas em seis temas: localidade e transportes; terrenos sustentáveis; eficiência hídrica, energia e atmosfera; materiais e recursos; qualidade ambiental interna; e, por último, inovação e prioridade regional. (USGB, 2013). Cada subcategoria pode pontuar mais ou menos, gerando um peso no perfil ambiental da edificação.

Por exemplo, a subcategoria de otimização da eficiência energética pode atingir até dezoito pontos, a de redução do impacto do ciclo de vida até cinco pontos e a de projeto integrado apenas um ponto (USGBC, 2020). De antemão, pode-se entrever o claro viés do selo LEED em prol da eficiência energética sobre os demais critérios ambientais e gerenciais do empreendimento.

O LEED possui um sistema de critérios e pontuações atrelado a tipologias distintas, sendo: *Building Design and Construction* (BD+C) para novas construções, *Interior Design and Construction* (ID+C) para interiores, *Building Operations and Maintenance* (O+M) para edifícios existentes e *Neighborhood Development* (ND) para bairros. Para o Brasil, o conselho regional Green Building Council (GBC) ainda criou duas categorias extras: GBC Brasil Casa e GBC Brasil Condomínio.

Analisado detalhadamente, o Guia de Referência para Projeto e Construção, comumente conhecido como LEED v4 (USGBC, 2013), revela, na prática, uma série de critérios que seriam o senso comum a qualquer projeto, como, por exemplo, não construir sobre áreas de proteção ambiental (2.2) ou não exceder o número mínimo

de vagas de automóveis requeridas pela legislação (2.7). Por outro lado, premiam-se edifícios em entornos densos, repletos de uso misto e infraestrutura (2.4), algo que, na realidade brasileira, é restrito a locais seletos.

Naturalmente, também há uma série de pré-requisitos relevantes ambientalmente, como a construção de bicicletários para fomento desse modal de transporte na cidade (2.6), a construção de espaços livres externos para fins de recreação pública (3.4), o tratamento das águas residuais da chuva conforme o ciclo hidrológico local (3.5), a redução de ilha de calor pelas especificações de materiais com baixa refletância ou tetos verdes (3.6), dentre outros.

Quanto ao conforto térmico e à qualidade do ar (7.1 e 7.7) existe um claro viés para a utilização de sistemas de ar-condicionado. Conforme mostrou-se no tópico 2.2.4.3., segundo Lechner (2015), ações como essa estão voltadas para o último patamar de intervenções, o das soluções de engenharia de sistemas, em lugar de soluções arquitetônicas passivas concebidas no início do projeto de forma holística.

Está clara a necessidade do projeto integrado, diante da complexidade de metas e critérios elaborados pela certificação. Em especial na relação do cliente com o arquiteto, no momento de definição do produto, e na formalização dos contratos com os outros projetistas. A própria simulação energética também envolve amplos conhecimentos interdisciplinares. Nesse cenário, mostra-se incoerente que o crédito de projeto integrado não seja um pré-requisito à obtenção da certificação e, pior, represente apenas um ponto dentro dos 110 possíveis, o que mostra como a importância da gestão para o atendimento das metas propostas é subestimada.

2.2.5.4 O sistema de certificação AQUA

Diferentemente do LEED, o AQUA tem suas origens no sistema francês *Haute Qualité Environnementale* (HQE) de certificação ambiental, tendo sido adaptado para a realidade brasileira em 2007, pela Fundação Vanzolini. A certificação é dividida entre o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e o Qualidade Ambiental da Edificação (QAE).

O selo AQUA propõe e certifica além das questões técnicas e arquitetônicas, um sistema de qualidade atrelado à gestão do empreendimento à atuação das partes interessadas. Segundo o Guia Prático do Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2016) o SGE é a coluna vertebral do empreendimento, sendo organizado em quatro temas: comprometimento; implementação e funcionamento; gestão do empreendimento; e aprendizagem. Cada tema exige a apresentação de documentos específicos, que constituem pré-requisito para a certificação. Segundo o Guia (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2016, p.32) o SGE tem como objetivo “melhor organizar o trabalho dos diferentes agentes para que trabalhem conjuntamente, tomar as boas decisões no momento certo, evoluir, melhorando regularmente a eficácia do sistema”.

De acordo com o Guia Prático do Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2016), o QAE compreende os critérios que visam avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção, divididos em 14 categorias: edifício e seu entorno; produtos, sistemas e processos construtivos; canteiro de obras; energia; água; resíduos; manutenção; conforto higrotérmico; conforto acústico; conforto visual; conforto olfativo; qualidade dos espaços; qualidade do ar; qualidade da água.

Essas categorias, por sua vez, são organizadas em quatro temas: local do empreendimento e construção; gestão; conforto; e saúde. Cada categoria possui subcategorias, que apresentam critérios a serem atingidos, os quais somam pontos para a certificação, a qual, por sua vez, é dividida nos seguintes níveis: “Base” (B), “Boas Práticas” (BP) e “Melhores Práticas” (MP). Para se obter a certificação mínima é necessário atingir ao menos o nível B em todas as 14 categorias.

Analisando-se pormenorizadamente o Referencial Técnico para Edifícios Não Comerciais em Construção (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2016) nota-se que os critérios do AQUA estão majoritariamente atrelados a questões genéricas de qualidade que deveriam constar de qualquer projeto arquitetônico. É o caso, por exemplo, de uma implantação que permita vistas agradáveis decorrentes do estudo de massa e direito a vistas, sol e luminosidade para a vizinhança (item 1.2.3, 1.3.1 e 1.3.3) não utilizar espécies vegetais que causem alergias (1.2.4 e 1.3.4), otimizar o número de vagas de

estacionamento (1.1.4), escolher sistemas adequados ao seu uso considerando normas brasileiras (2.1.1), classificar e diminuir resíduos de construção (3.1) ou mesmo utilizar equipamentos elétricos com etiquetagem no mínimo C de performance (4.2). Também é interessante notar que são garantidos pontos extras a um ar-condicionado com maior eficiência (etiquetagem A), ao passo que a supressão do ar-condicionado por meio de outras técnicas passivas de arquitetura é ignorada.

Por outro lado, o Referencial apresenta medidas relevantes de proteção ao meio ambiente, como a exigência de simulações energéticas para níveis BP (4.1) a redução de emissão de carbono (4.3) e de energia demandada (4.2). O Referencial também traz importantes aspectos de hidráulica, como o gerenciamento do escoamento de água (5.2), com armazenamento de 40% a 60% da água no lote para níveis BP e MP.

Nota-se também o incentivo à integração de mais profissionais no início do projeto (7.1.2), como aqueles de manutenção e mesmo das outras disciplinas, para níveis BP e MP. Já no que diz respeito à iluminação artificial (10.2), há pontuações extras para o aproveitamento de luz natural e artificial simultaneamente, algo que deveria ser o senso comum nos projetos. No que se refere à manutenção, há disposições para medições dos equipamentos, acesso às instalações e automatização, mas não há nenhuma menção ou pontuação para a realização de Avaliações Pós-Ocupação (após) apontando, conforme afirmado por Gonçalves (2015), a fragilidade dos sistemas de certificação em trabalhar com dados reais, e não sobre estimativas.

Na verdade, a maioria das diretrizes é qualitativa com textos diretivos, algumas contendo métricas prescritivas ou mediante cálculos simplificados, e mesmo dentre essas são especificadas, em sua maioria, reduções de 10%, 20% ou 50% sobre cenários de referência “tradicionais”. De fato, tanto no LEED quanto no AQUA uma certificação que atinja os níveis superiores exige integração, soluções diferenciadas e esforços relevantes das partes interessadas. No entanto, grande parte da pontuação para os níveis mínimos é facilmente atingida com as práticas tradicionais de projeto e construção.

2.2.5.5 O sistema de certificação da Caixa Econômica Federal (CEF)

O selo Casa Azul foi criado em 2009 com o propósito de avaliar a sustentabilidade de edifícios habitacionais voltados ao segmento popular e financiados pela Caixa Econômica Federal (CEF). Segundo o Guia Selo Casa + Azul (CEF, 2020, p. 1), o objetivo do selo é:

reconhecer e incentivar a adoção de soluções urbanísticas e arquitetônicas de qualidade, assim como o uso racional dos recursos naturais na produção de empreendimentos a serem executados no âmbito dos programas habitacionais operacionalizados pela CAIXA.

A estrutura do certificado é semelhante àquela utilizada pelo LEED, adotando seis categorias: qualidade urbana e bem estar; eficiência energética e conforto ambiental; gestão eficiente da água; produção sustentável; desenvolvimento social; e inovação. Cada categoria possui critérios com pontuações fixas ou variáveis, sendo que a soma das pontuações classifica o empreendimento conforme os seguintes níveis: 50 pontos ou mais, bronze; 60 pontos, prata; 70 pontos, ouro; e 100 pontos, diamante.

A principal diferença do selo Casa Azul em relação aos outros é o viés declaradamente social, que é normalmente ignorado ou tratado de forma superficial nos outros sistemas. No caso, esse viés é representado claramente pela categoria “desenvolvimento social”, que compreende ações de educação financeira, ambiental, geração de empregos locais, inclusão de fornecedores locais, integração da comunidade, entre outros. Também são considerados critérios como proximidade de comércio, serviços, áreas institucionais, equipamentos de educação, saúde e lazer e soluções de mobilidade. Essas questões, aliadas ao próprio tema do provisionamento de habitações para as classes menos favorecidas, torna o selo da CEF o mais próximo dos ideais da sustentabilidade defendidos pela ONU na década de 1980. Outro diferencial é o benefício do selo, que se traduz em reduções de taxas de juros pelas instituições financiadoras.

Naturalmente, os sistemas de certificação não são de todo comparáveis, já que o mercado almejado pela CEF é bastante diferente do mercado das edificações não residenciais. Outra diferença relevante é que, no caso do selo da CEF, o órgão

fomentador integra o poder público. Ainda assim, a finalidade é semelhante no que tange à medição do impacto edílico sobre o ambiente, assim como à incorporação de metas sustentáveis.

Considerando que os empreendimentos voltados para o segmento de baixo poder aquisitivo geralmente são situados em lotes periféricos ou bairros dormitórios, com habitações mínimas e pequenas áreas de lazer, os critérios de piso da CEF adquirem caráter diferenciado frente àqueles destinados às edificações comerciais do mercado formal. Em um cenário onde o básico está no limite da dignidade humana, o pré-requisito da CEF exige um esforço adicional das partes interessadas para uma atitude de conciliação com o entorno e qualificação acima do mínimo exigido por lei.

Exemplificativamente, tem-se a obrigatoriedade de lotes situados em áreas urbanizadas providas de equipamentos nas proximidades (1.1); o distanciamento de rodovias, linhas de transmissão, aeroportos e lixões além da distância exigida legalmente (1.2); o dimensionamento adequado de áreas de reciclagem de resíduos, dada a alta densidade populacional desses empreendimentos (1.3); o desempenho térmico e lumínico mediante ensaios e simulações (2.2), além de pontos adicionais para a utilização de sistemas pré-fabricados (4.5); a possibilidade de adequação da unidade habitacional às necessidades dos usuários (6.6); e até mesmo 11 créditos destinados a ações de cunho social, como educação financeira, ambiental, capacitação profissional, utilização de mão de obra e fornecedores locais entre outros (CEF, 2020).

2.2.5.6 O selo PROCEL Edifica

Segundo o sítio eletrônico pbeedifica.com.br, o selo PROCEL – Edifica foi criado pela Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras) em 2003, por iniciativa federal do Ministério de Minas e Energia e do Ministério das Cidades em conjunto com universidades brasileiras. Já o Programa Brasileiro de Etiquetagem foi criado no Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) em 1987, como resposta às crises energéticas dos anos 1970, sendo responsável pelo desenvolvimento da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), já presente em diversos produtos do mercado, como eletrodomésticos e automóveis.

Em decorrência do Decreto 4.059/2001 e da Lei nº 10.295/2001, que dispõem sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, uniram-se em 2005 o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o PROCEL já existentes, com a finalidade de criar o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), lançado em 2009, e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), lançado em 2013, assim como seus documentos complementares, como é o caso dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (RAC) e dos manuais para aplicação do RTQ-C e do RTQ-R.

Em 2017, o PROCEL – Edifica, juntamente com o Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E), lançou uma nova proposta de método para a avaliação do desempenho energético das edificações com base no consumo de energia primária, que ainda passa por consulta pública (PBEEDIFICA, 2020).

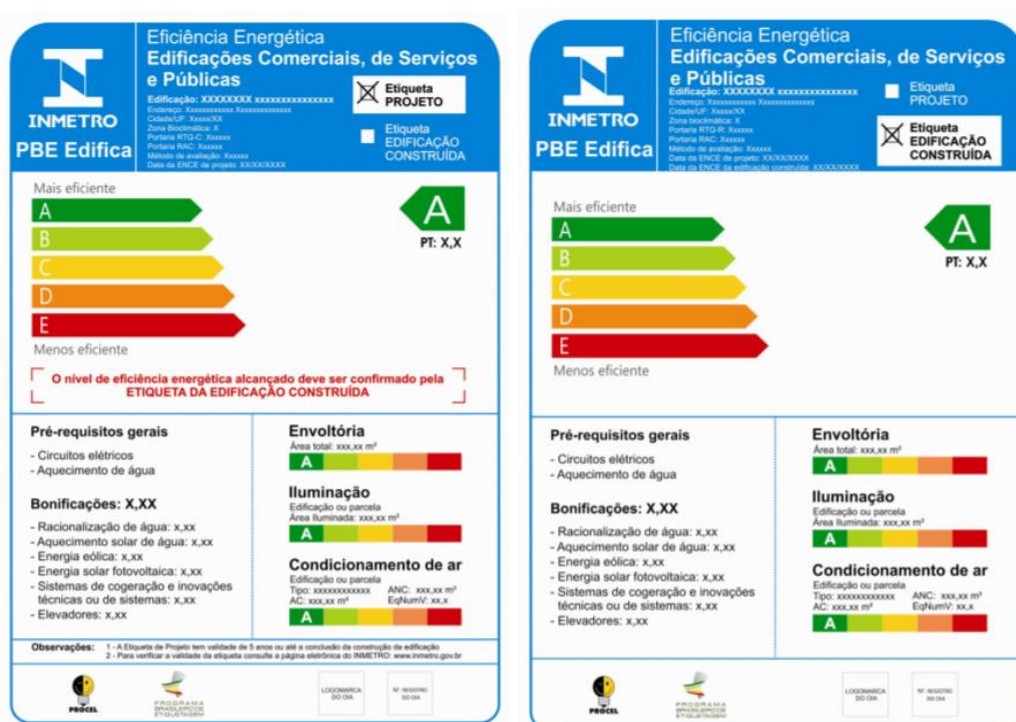
A partir dos requisitos técnicos estabelecidos pelas comissões técnicas e grupos de trabalho envolvendo diversas entidades brasileiras de pesquisa, especialmente a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por meio do seu Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE), desenvolveu-se a versão da ENCE para edificações, capaz de classificar a eficiência energética de unidades habitacionais, prédios multifamiliares, comerciais, de serviços e públicos. Segundo Lamberts et al. (2015), até 2012 haviam sido emitidas 43 etiquetas para edificações comerciais, de serviços e públicas e 687 etiquetas para edificações residenciais.

Há duas etiquetas, uma para a fase de projeto e outra para a edificação construída, que deve ser comissionada por uma entidade competente autorizada pelo Inmetro, chamada Organismo de Inspeção Acreditado (OIA), que leva o seu logo na etiqueta.

Para se adquirir as ENCE, os cálculos devem ser realizados de acordo com os RTQs que especificam métodos prescritivos ou por meio de simulação. De qualquer modo, é possível conseguir etiquetas no nível de projeto classificadas entre: geral, parcial e simulação; e para a edificação construída. Em geral as ENCE de projeto levam em consideração: envoltória, iluminação e condicionamento de ar.

A etiqueta exemplificada na Figura 23 possui um método interessante de classificação adaptado para cada tipologia e zona da edificação (unidade habitacional, área comum, edificação toda). Por exemplo, para uma unidade habitacional, ela avalia o desempenho da envoltória no verão, no inverno e no caso da utilização de ar-condicionado, além de calibrar os resultados de acordo com a região brasileira, gerando uma pontuação específica representada na régua de cores entre A (melhor) e E (pior). Também é avaliado o sistema de aquecimento de água, ponto que, conforme se viu no tópico 2.2, compõe grande parcela do consumo energético residencial. Além disso, são realizadas bonificações visando incentivar a economia de energia e a utilização de recursos renováveis, correspondentes a: ventilação natural, iluminação natural, uso racional de água, condicionamento artificial do ar, iluminação artificial, ventiladores de teto, refrigeradores e medição individualizada.

Figura 23 - ENCE de projeto e edificação construída



Fonte: Portaria nº 50 (INMETRO, 2013, p. 25-26)

As etiquetas de eficiência energética são um instrumento valioso e ainda em implementação no País. Enxerga-se um avanço na Instrução Normativa 02 de junho de 2014, que torna obrigatória para edificações públicas federais a etiquetagem de nível A: “art. 5º os projetos de edificações públicas federais novas devem ser

desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da ENCE Geral de Projeto Classe 'A'. Por sua vez, o Plano Nacional de Energia para 2030 (PNE 2030) impõe uma meta de redução de 10% na energia da demanda projetada (LAMBERTS et al., 2015, p.546).

O método da etiquetagem é mais específico, pois foca na eficiência energética, e não na sustentabilidade ou qualidade ambiental global da edificação. Ainda assim, para a classificação energética, são relacionados aspectos como iluminação natural, aberturas em fachadas, ventilação natural e materiais pela nota da envoltória, contando ainda com o consumo lumínico, de ar-condicionado e com os pontos de bonificação. Diferentemente dos outros sistemas, esse programa foi desenvolvido inteiramente no Brasil por iniciativa governamental setorial, apresentando um resumo dos critérios da certificação que facilitam a compreensão e comparação de produtos pelo consumidor final.

Segundo Lamberts et al. (2015), em consonância com Bode, Tubertini e Gonçalves (2015) e Agopyan e John (2011), as políticas setoriais possuem um importante papel na regulação da produção edílica de cada país. No Brasil, o selo Casa Azul e o PROCEL-Edifica representam oportunidades de se criar edifícios mais eficientes, valor para os empreendedores, diferenciação para os projetistas, melhor qualidade para os consumidores e menores custos de operação. Porém, a informalidade da construção civil e a incorporação desses conceitos nas universidades, aliados à reciclagem dos profissionais existentes, ainda são desafios a serem superados.

2.2.5.7 Critérios de projeto

Mostrou-se até agora como as certificações buscam operacionalizar a sustentabilidade na construção civil por meio de sistemas de pontuação, que mensuram e avaliam determinados critérios, hipoteticamente expondo ao consumidor leigo se um prédio é mais ou menos amigável ao meio ambiente.

Viu-se que os selos, quando atingidas suas pontuações superiores, trazem ganhos reais para os empreendimentos, além de atuarem como guias de requisitos e boas práticas, podendo ser valiosas ferramentas de gestão para a coordenação, sobretudo

no que concerne ao diálogo e integração das partes interessadas. Contudo, há uma cultura de se fixar as pontuações mínimas em um padrão que equivale ao mínimo legal ou mesmo à produção corrente edílica, de modo que um empreendimento pode facilmente obter, aos olhos leigos do mercado, um “selo de qualidade verde” sem muito esforço do empreendedor em criar de fato uma edificação melhor.

Kibert (2013) afirma que os sistemas de certificação foram elaborados de maneira a permitir que um time de projeto criasse um edifício verde a partir do *checklist* de soluções propostas, sem a necessidade de um entendimento profundo de projeto ecológico. Nesse sentido, o LEED possui um viés claro de incentivo a um mercado de construções sustentáveis, gerando diferenciação competitiva por meio de prédios supostamente mais eficientes. Porém, o autor conclui que soluções verdadeiramente eficientes extrapolam os *checklists* e estão enraizadas em compreensões profundas da relação da edificação com a natureza, em contraposição aos estereótipos verdes resultantes de processos de projetos mais rasos.

Gonçalves (2015) também afirma ser possível obter um edifício dito sustentável como estratégia de *marketing*, que angarie maior potencial venal sem necessariamente criar um edifício ambientalmente melhor ou adequado ao clima local, uma vez que as soluções pré-concebidas dos sistemas de certificação são amplamente aplicadas e, muitas vezes, baseiam-se mais na eficiência de equipamentos e menos em abordagens holísticas do projeto arquitetônico.

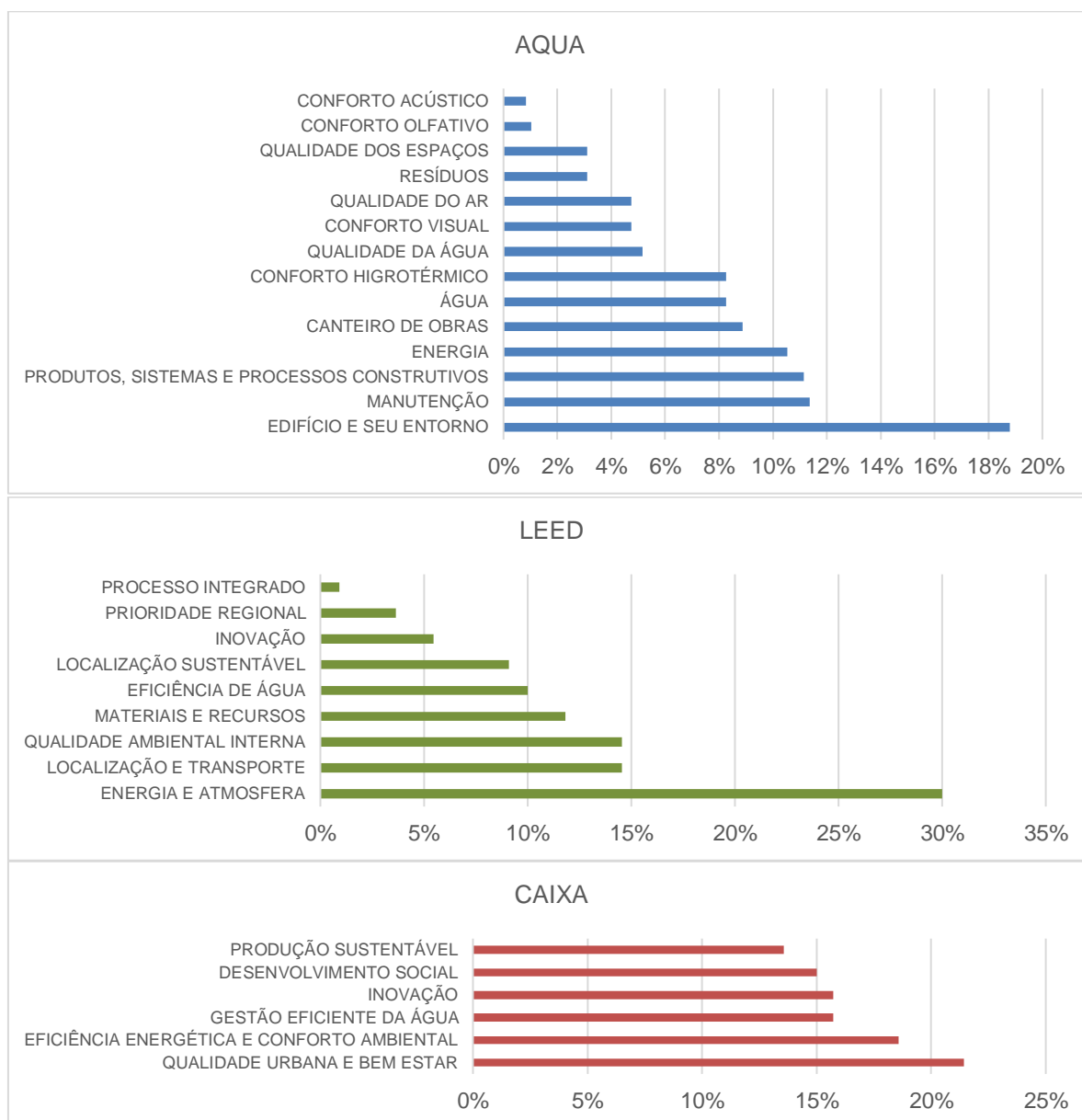
Ainda assim, mesmo diante da crítica em relação ao processo de retroalimentação desses dados e metas com edificações reais e da questão controversa da ignorância do desenvolvimento social frente ao “título” da sustentabilidade, pode-se admitir que o esforço de sumarização dos critérios de qualidade ambiental e de desempenho é bastante benéfico e pode servir, de fato, como um guia de diretrizes – e não soluções – a serem observadas no decorrer do processo de projeto.

A noção de que o projeto é sistêmico e de que a sua condução ocorre por meio de um sistema de gestão aliado a critérios bem definidos que orientem contratações e as tomadas de decisão dos *stakeholders* está de acordo com a visão processual do projeto vista no tópico 2.1. Em vista disso, procedeu-se à comparação dos critérios

utilizados pelos sistemas de certificação analisados, de maneira a se avaliar suas similaridades, diferenças, objetivos e pontos de interesse para os objetivos desta pesquisa. Para tanto, utilizou-se os referenciais técnicos do AQUA para edificações não residenciais, do LEED para BD+C e o Casa Azul CEF, o único com enfoque estritamente residencial.

A Figura 24 apresenta um gráfico sintético das categorias encontradas em cada sistema e seu peso relativamente ao total.

Figura 24 - Peso da pontuação em diferentes categorias de certificação

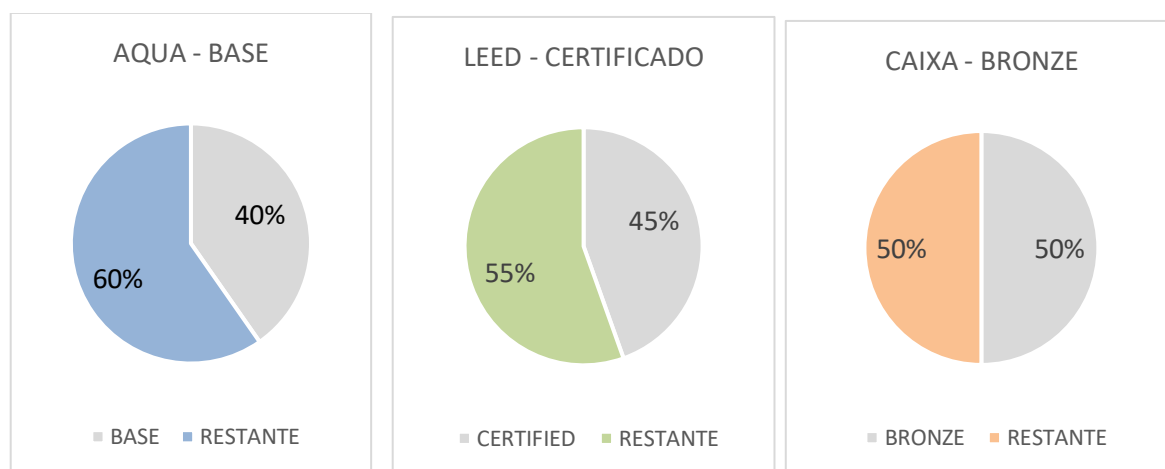


Fonte: Autor

É evidente o foco do LEED na eficiência energética, como prediz o próprio nome do selo, já que 30% da sua pontuação é dedicada a questões relacionadas ao tipo de sistema de ar-condicionado, metas, medições e simulações energéticas. Esse tema é seguido pela categoria “localização e transporte”, que diz respeito à implantação do edifício e à qualidade do entorno, respondendo por 15% da pontuação total. Em contraposição, no caso do AQUA, 42% dos créditos se encontram nas três primeiras categorias: edifício e seu entorno, manutenção e produtos, sistemas e processos construtivos. Dentro delas, situam-se as questões pertinentes à implantação, relação com o entorno, durabilidade dos componentes, sistema construtivo e adaptabilidade da edificação, impacto de pegada de carbono e emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), assim como a concepção do sistema para facilitar a manutenção e dispositivos de medição. Já no selo da CEF, as seis categorias possuem peso semelhante, tendo um ligeiro aumento nos quesitos também relacionados à implantação do edifício, paisagismo, infraestrutura e localização do empreendimento.

Com relação às pontuações mínimas para se obter o selo, conforme discutido anteriormente, tem-se o cenário ilustrado na Figura 25. Além das pontuações mínimas, cada sistema também estabelece alguns critérios como pré-requisitos. Por essa perspectiva, o AQUA possui um detalhamento maior de categorias e exige um nível base em todas elas, o que resulta em um maior rigor de qualidade (Tabela 9).

Figura 25 - Comparação entre requisitos mínimos



Fonte: Autor

Tabela 9 - Requisitos mínimos das certificações

AQUA	LEED	CAIMA
1.1. Implantação do edifício no terreno tendo em vista um desenvolvimento urbano sustentável	3.1. Prevenção da Poluição da Atividade de Construção	1.1. Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano
2.1. Escolhas que garantam a durabilidade e a adaptabilidade da edificação	4.1. Redução do Uso de Água Externo	1.2. Relação com o Entorno: Interferências e Impactos no Empreendimento
2.3. Escolha de produtos visando a limitar os impactos socioambientais da edificação	4.2. Redução do Uso de Água Interno	1.3. Coleta Seletiva
2.4. Escolha de produtos visando a limitar os impactos da edificação na saúde humana	4.3. Medição de água da edificação	2.1. Orientação ao Sol e aos Ventos
3.1. Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras	5.1. Comissionamento e verificação	2.2. Desempenho Térmico e Luminico
3.2. Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras	5.2. Performance energética mínima	2.3. Dispositivos Economizadores de Energia
3.4. Consideração de aspectos sociais no canteiro de obras	5.3. Medição de energia da edificação	2.4. Medição Individualizada de Gás
4.1. Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetónica	5.4. Gestão Mínima de Refrigerarção	3.1. Dispositivos Economizadores de Água
4.2. Redução do consumo de energia primária	6.1. Depósito e Coleta de recicláveis	3.2. Medição Individualizada de Água
4.3. Redução das emissões de poluentes na atmosfera	6.2. Planeamento de Resíduos da Construção e Demolição	3.3. Áreas Permeáveis
5.1. Redução do consumo de água potável	7.1. Mínima Performance da Qualidade do Ar Interno	4.1. Gestão de Resíduos da Construção e Demolição
5.2. Gestão das águas pluviais no terreno	7.2. Controle Ambiental de Fumo	4.2. Formas e Escoras Reutilizáveis (ou não utilizadas)
5.4. Gestão das águas servidas		4.3. Madeira Certificada
6.1. Otimização da valorização dos resíduos de uso e operação do edifício		5.1. Capacitação para Gestão do Empreendimento
6.2. Qualidade do sistema de gerenciamento dos resíduos de uso e operação do edifício		5.2. Educação Financeira e Planeamento Financeiro dos Moradores
7.1. Otimização da concepção dos sistemas do edifício para simplificar a conservação e a manutenção		
7.2. Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle dos consumos		
8.1. Implementação de medidas arquitetónicas para otimizar o conforto higrotérmico		
8.2. Criação de condições de conforto higrotérmico por meio de aquecimento		
8.3. Criação de condições de conforto higrotérmico em ambientes que não dispõem de um sistema de resfriamento		
8.4. Criação de condições de conforto higrotérmico por meio de resfriamento		
9.1. Criação de uma qualidade de meio acústico apropriada aos diferentes ambientes		
10.1. Otimização da iluminação natural		
10.2. Iluminação artificial confortável		
11.1. Controle das fontes de odores desagradáveis		
12.1. Redução da exposição eletromagnética		
12.2. Criação de condições de higiene específicas		
13.1. Garantia de uma ventilação eficaz		
13.2. Controle das fontes de poluição internas		
14.1. Qualidade da concepção da rede interna		
14.2. Controle da temperatura na rede interna		
14.4. Qualidade da água nas áreas de banho		

Fonte: Autor

Finalmente, considerando os fins desta pesquisa, relacionaram-se os itens e pesos dos sistemas apresentados para se avaliar qual seria a responsabilidade da etapa de concepção na aquisição de uma certificação exemplar, tendo em vista um prédio de alta qualidade ambiental e eficiência. Para tanto, foram elencados, tal qual um pré-requisito, todos os itens que são subprodutos diretos ou ocorrem durante a fase a que se denominou de concepção (conforme o tópico 2.1.4.3)

Não foram levados em consideração itens relacionados à localização do empreendimento, por se tratar de tema que, muitas vezes, decorre da disponibilidade de terrenos e de processos de incorporação. Por outro lado, foram consideradas especificações que podem ser antecipadas nas fases iniciais pelo projeto integrado, como, por exemplo, tipos de materiais e sistemas construtivos, diretrizes relativas a sistemas prediais, manutenção, medição e automação, consumo energético e paisagismo, e que ocasionalmente se traduzem em espaços a serem previstos no início do empreendimento, assim como pontos diretamente relacionados ao partido arquitetônico, ao conforto do usuário, ao acesso a iluminação natural, à ventilação, à implantação, dentre outros aspectos.

Por esse ponto de vista, é impressionante o papel que uma concepção realizada em sua plenitude pode alcançar (Tabela 10): no caso, 66% dos pontos para o AQUA, 41% para o LEED e 69% para o selo da CEF. O AQUA, por ter mais categorias e pressupor um envolvimento antecipado de agentes em diversos temas, acaba por apresentar um peso maior de concepção e integração do que o LEED. Já os critérios da CEF são, em sua maioria, inevitavelmente atrelados às fases iniciais.

Conclui-se que a fase de concepção do empreendimento, abrangendo não somente a arquitetura com o seu partido, mas também as outras disciplinas, seja na forma de consultorias, seja mediante estudos preliminares, apresenta intrinsecamente um peso bastante relevante na produção dos projetos, respondendo por cerca de metade das decisões relativas à qualidade do empreendimento. Isso reforça a hipótese desta pesquisa de que a fase de concepção deveria ser mais robusta, principalmente ao se utilizar o BIM.

Tabela 10 - Pré-Requisitos para a concepção

AQUA	PT	MIN	LEED BD+C V4 (traduzido)	PT	MIN	CAIXA	PT	MIN
1.1. Implantação do edifício no terreno tendo em vista um desenvolvimento urbano sustentável	31	B	1.1. Processo integrado	1		1.1. Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano	4	X
1.2. Qualidade dos espaços externos acessíveis aos usuários	11		2.4. Densidade do entorno e diversidade de uso	5		1.2. Relação com o Entorno: Interferências e Impactos no Empreendimento	3	X
1.3. Impactos do edifício sobre a vizinhança	8		2.6. Bicicletários	1		1.3. Coleta Seletiva	3	X
2.1. Escolhas que garantam a durabilidade e a adaptabilidade da edificação	19	B	2.7. Redução de estacionamentos	1		1.5. Recuperação de Áreas Degradadas e/ou Contaminadas	3	
2.2. Escolhas que facilitem a conservação da edificação	5		2.8. Veículos verdes	1		1.6. Revitalização de Edificações Existentes e Ocupação de Vazios Urbanos	3	
2.3. Escolha de produtos visando a limitar os impactos socioambientais da edificação	18	B	3.3. Desenvolvimento do local - Proteger ou restaurar habitat	2		1.7. Paisagismo	3	
2.4. Escolha de produtos visando a limitar os impactos da edificação na saúde humana	12	B	3.4. Espaço Livre	1		1.8. Equipamentos de Esporte e Lazer	3	
4.1. Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetónica	5	B	3.5. Gestão de águas pluviais	3		1.9. Adequação às Condições do Terreno	3	
4.2. Redução do consumo de energia primária	34	B	3.6. Redução de ilha de calor	2	Requisitado	1.10. Soluções Sustentáveis de Mobilidade	2	
4.3. Redução das emissões de poluentes na atmosfera	8	B	4.2. Redução de consumo de água			2.1. Orientação ao Sol e aos Ventos	3	X
5.1. Redução do consumo de água potável	12	B	5.2. Desempenho energético mínimo		Requisitado	2.2. Desempenho Térmico e Lumínico	4	X
5.2. Gestão das águas pluviais no terreno	13	B	5.4. Gestão de refrigeração		Requisitado	2.3. Dispositivos Economizadores de Energia	2	X
5.4. Gestão das águas servidas	8	B	5.7. Medição energética avançada	1		2.4. Medição Individualizada de Gás	3	X
6.1. Otimização da valorização dos resíduos de uso e operação do edifício	8	B	5.8. Resposta à demanda	2		2.5. Ventilação e Iluminação Natural dos Banheiros	2	
6.2. Qualidade do sistema de gerenciamento dos resíduos de uso e operação do edifício	7	B	5.9. Produção de energia renovável	3		2.6. Iluminação Natural de Áreas Comuns	3	
7.1. Otimização da concepção dos sistemas do edifício para simplificar a conservação e a manutenção	21	B	5.10. Gestão de refrigeração avançada	1		2.7. Sistema de Aquecimento Solar	4	
7.2. Conceção do edifício para o acompanhamento e o controle dos consumos	18	B	6.1. Armazenagem e coleta reciclável		Requisitado	2.8. Geração de Energia Renovável	3	
7.3. Conceção do edifício para o acompanhamento e o controle do desempenho dos sistemas e das condições de conforto	16		6.3. Redução do impacto do ciclo de vida do edifício	5		2.9. Elevadores Eficientes	2	
8.1. Implementação de medidas arquitetónicas para otimizar o conforto higrotérmico	10	B	6.4. Otimização da divulgação dos produtos - Declarações ambientais	2		3.1. Dispositivos Economizadores de Água	3	X
8.3. Criação de condições de conforto higrotérmico em ambientes que não dispõem de um sistema de resfriamento	9	B	6.5. Otimização da divulgação dos produtos - Origens da matéria prima	2		3.2. Medição Individualizada de Água	3	X
10.1. Otimização da iluminação natural	10	B	6.6. Otimização da divulgação dos produtos - Componentes dos materiais	2		3.3. Áreas Permeáveis	4	X
11.1. Controle das fontes de odores desagradáveis	5	B	7.1. Qualidade mínima do ar interno		Requisitado	3.4. Reuso de Águas Servidas/Cinzas	5	
12.1. Redução da exposição eletromagnética	7	B	7.2. Controle de tabaco		Requisitado	3.5. Aproveitamento de Águas Pluviais	4	
13.1. Garantia de uma ventilação eficaz	13	B	7.3. Estratégias avançadas de qualidade interna do ar	2		3.6. Retenção ou Infiltração de Águas Pluviais	3	
14.1. Qualidade da concepção da rede interna	5	B	7.4. Materiais Low-e	3		4.3. Madeira Certificada	1	X
14.4. Qualidade da água nas áreas de banho	6	B	7.7. Conforto térmico	1		4.4. Coordenação Modular	3	
TOTAL	484		7.9. Iluminação natural	3		4.5. Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados	3	
% CONCEPÇÃO	66%		7.10. Visuais de qualidade	1		4.6. Pavimentação e Calçamento com RCD	3	
			TOTAL	110	6	6.1. Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento	3	
			% CONCEPÇÃO	41%		6.4. Conectividade	3	
						6.3. Sistemas Eficientes de Automação Predial	2	
						6.6. Possibilidade de Adequação Futura da UH às Necessidades dos Usuários	3	
						TOTAL	140	
						% CONCEPÇÃO	69%	

Fonte: Autor

Em termos de processo de projeto, além do projeto integrado – que pressupõe a presença e atuação intensa do coordenador de projetos dentro da estrutura do empreendimento, seja por parte da incorporadora, seja pelo arquiteto –, considerando-se o estado da arte tecnológico, pode-se recomendar a incorporação, principalmente no partido arquitetônico, dos seguintes processos:

a) pelos próprios arquitetos:

- estudos energéticos e de fontes renováveis;
- estudos lumínicos e acesso a vistas;
- estudos de térmica e ventilação natural;
- estudos de sombreamento e obstruções;

b) junto a consultores ou bases de dados externas:

- análises do ciclo de vida e pegada de carbono dos componentes do projeto;
- estudos de custos preliminares;
- estudos de tipo e destinação dos resíduos;
- pontuação potencial a ser atingida em determinada certificação, se exigida pelo cliente.

Conforme será demonstrado adiante, as ferramentas de análise associadas ao BIM já possibilitam a incorporação desses estudos pelos próprios arquitetos, reestruturando seus processos de projeto principalmente nas fases iniciais.

2.3 FERRAMENTAS DE ANÁLISE

2.3.1 BIM e desempenho ambiental

Conforme discorrido no tópico 2.2.4, a arquitetura possui um grande potencial de atuação no contexto da construção de edificações mais sustentáveis, entendida nas dimensões tanto da eficiência energética quanto do conforto humano e qualidade de vida. Com os avanços das ferramentas de projeto e introdução de *softwares* cada vez mais robustos para modelagem e repositórios de informações de construção, parece ser natural o caminho para a avaliação de performance e impactos ambientais das edificações neste mesmo ambiente virtual.

Eastman et al. (2014) reforçam que, nas fases de concepção do edifício, a tomada de decisão tradicionalmente se baseia na intuição e experiência de líderes de projeto, dados os prazos curtos para a elaboração dos estudos. Eles afirmam haver consenso entre os usuários e desenvolvedores quanto à dificuldade de utilização de *softwares* BIM para o processo de concepção, que tende a ser mais fluído e compassado pela habilidade criativa e cognitiva do usuário. Por outro lado, eles reiteram que outros *softwares*, que modelam geometrias 3D de maneira mais simplificada, não possuem a inteligência orientada a objetos do BIM, nem conseguem carregar grandes blocos de informações. No geral, eles afirmam ainda não existir um programa capaz de unir as variantes que configuram os estudos preliminares. Em especial, as informações relativas a meio ambiente costumam ser processadas por programas paralelos.

Sheuter e Thessling (2009) também reforçam que não existem ferramentas computacionais que ofereçam uma abordagem holística dos projetos de edificações considerando, além do avanço da modelagem da geometria, também os requisitos de sustentabilidade. Eles afirmam, em consonância com esta pesquisa, que as decisões mais importantes do projeto ocorrem nas fases preliminares; no entanto, as análises de performance são realizadas subsequentemente ao projeto de arquitetura, vítimas da falta de integração e fonte de retrabalhos e modificações em momento inoportuno.

Em especial, os autores reiteram que o arquiteto não é um especialista e que a maioria dos programas de modelagem energética ou de performance envolve dados de entrada muito especializados, que fogem do domínio de um profissional generalista. Porém, o arquiteto possui uma visão completa sobre a edificação que está projetando a respeito da forma, materiais e sistemas técnicos, que podem servir de base para análises e comparações, uma vez que nas fases iniciais é mais necessário indicar tendências e dependências entre decisões, do que a precisão dos dados de saída em si, que poderão ser validados posteriormente. Finalmente, acredita-se que o BIM, como repositório multidisciplinar de informações integradas em um ambiente virtual compartilhado, apresenta uma grande oportunidade para integrar os critérios de performance com o projeto (Sheuter e Thessling, 2009, p. 154).

Azhar, Brown e Farooqi (2009) possuem posicionamento consonante, reforçando a importância e necessidade da integração de avaliações de performance nas fases iniciais de projeto. Eles afirmam que a utilização do BIM possibilita a análise e a tomada de decisões a partir dos critérios de sustentabilidade ao longo do ciclo de vida do projeto, por meio da união do modelo de informação com ferramentas de análise energética.

Jalaei e Jrade (2014) também acreditam na importância de realizar análises energéticas, de materiais e sistemas em fases iniciais do projeto. Eles afirmam que a integração de estratégias de projeto sustentável com *softwares* de modelagem com propriedades BIM tem o potencial de mudar a forma como os projetos são tradicionalmente produzidos, pela facilidade e rapidez de análise de resultados e sobreposição com as outras informações construtivas.

Percebe-se que há uma concordância entre os autores sobre a potencial mudança na prática projetual, que pode ser alcançada por meio da união antecipada e ao longo do processo de projeto, dos critérios de sustentabilidade para edificações junto ao BIM. No entanto, há abordagens distintas acerca de como essa mudança poderia ocorrer.

Segundo Scheuter e Thessling (2009, p. 154), apesar de muitas ferramentas de análise ambiental e de desempenho de edificações existirem, o real impacto delas tem sido limitado. Os autores separam as ferramentas em duas categorias que serão usadas para designar os programas disponíveis:

- a) Modelos baseados em cálculos de física: requerem treinamento especializado para a inserção e interpretação de informações e não possuem interface gráfica amigável. As informações geométricas são importadas de outros programas ou reconstruídas, dando margem a erros. A retroalimentação da informação dentro do *software* de autoria não é possível, sendo necessária remodelagem e avaliação. Enquadram-se nesta categoria:
 - TRNSYS;
 - BLAST;
 - Equest;
 - TRACE;

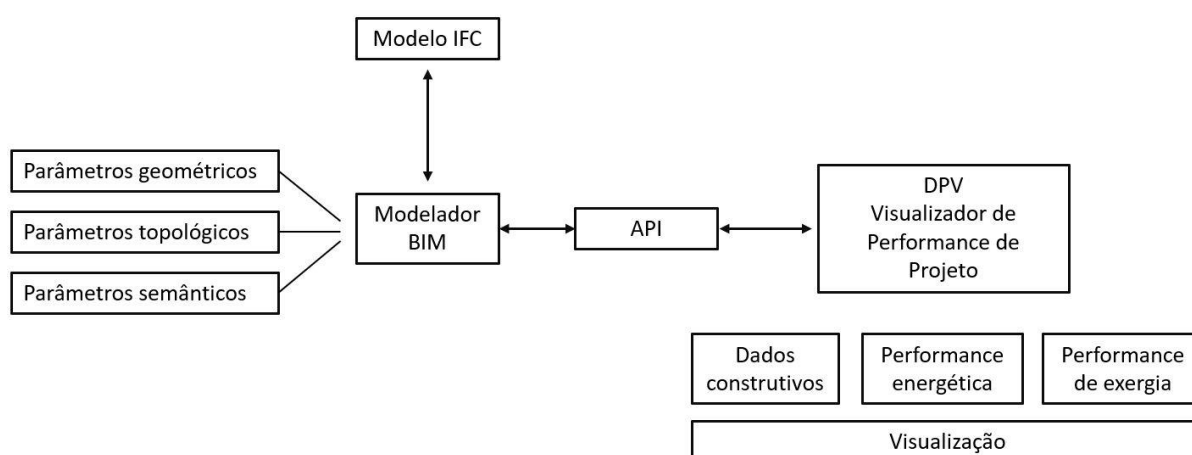
- DOE2;
- IES Virtual Environment;
- Energy Plus;
- Ecotec;
- Green Building Studio.

b) Modelos estatísticos: são muito mais fáceis de manipular e avaliar, pois adotam premissas simplificadas para fins de comparação e julgamento. Geralmente são associados a regulamentações e códigos de obra locais. Baseiam-se normalmente sobre planilhas ou aplicativos online. Dentre eles, destacam-se:

- EnEV (código alemão);
- Minergie (código suíço);
- IdeaXP;
- Edge (certificação).

Scheuter e Thessling (2009) propuseram um aplicativo denominado “Visualizador de Performance de Projeto” (DPV) para melhorar a integração e a tomada de decisão projetual com base em critérios de eficiência energética. O aplicativo era inserido no código do programa de autoria com o intuito de possibilitar a tomada de decisão e a retroalimentação da informação em tempo real. A Figura 26 ilustra o funcionamento do DPV:

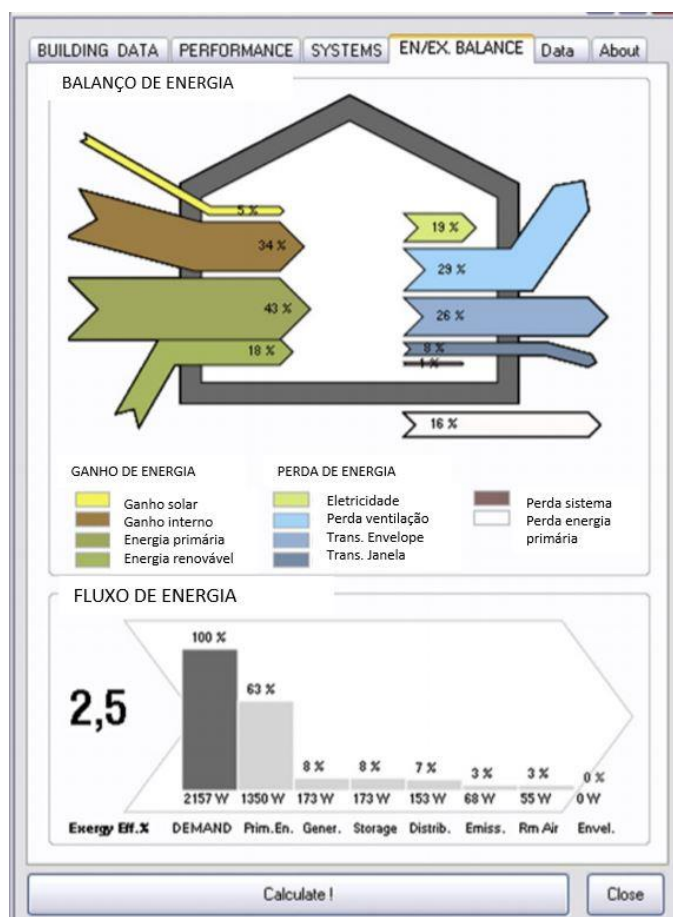
Figura 26 - Esquema do Visualizador de Performance de Projeto



Fonte: adaptado de Scheuter e Thessling (2009, p. 157)

O programa realiza cálculos simplificados de ganho e perda de calor por condução térmica, ventilação e equipamentos, além de avaliar a energia consumida por diversos subsistemas da edificação. As informações são sintetizadas em gráficos de fácil compreensão e cálculo rápido, como se vê, por exemplo, na Figura 27.

Figura 27 - Exemplo do Visualizador de Performance do Projeto



Fonte: adaptado de Scheuter e Thessling (2009, p. 159)

Os autores reforçam a importância da visualização intuitiva e veloz da informação, que deve ser facilmente acessível, compreensível e editável, possuindo um peso relevante nas decisões de projeto que ocorrem no início e possibilitando alterações e ajustes no devido tempo hábil (SCHEUTER e THESSLING, 2009, p.161, tradução nossa):

Além do cálculo total da energia e “exergia” demandada, o projetista pode decidir qual medida de otimização é mais adequada para o conceito e contexto da edificação. Ainda mais importante, o balanceamento entre forma, materialidade e sistemas técnicos é possibilitado desde o início. Se, por exemplo, uma fachada não pode ser alterada, é possível escolher um sistema de aquecimento melhor

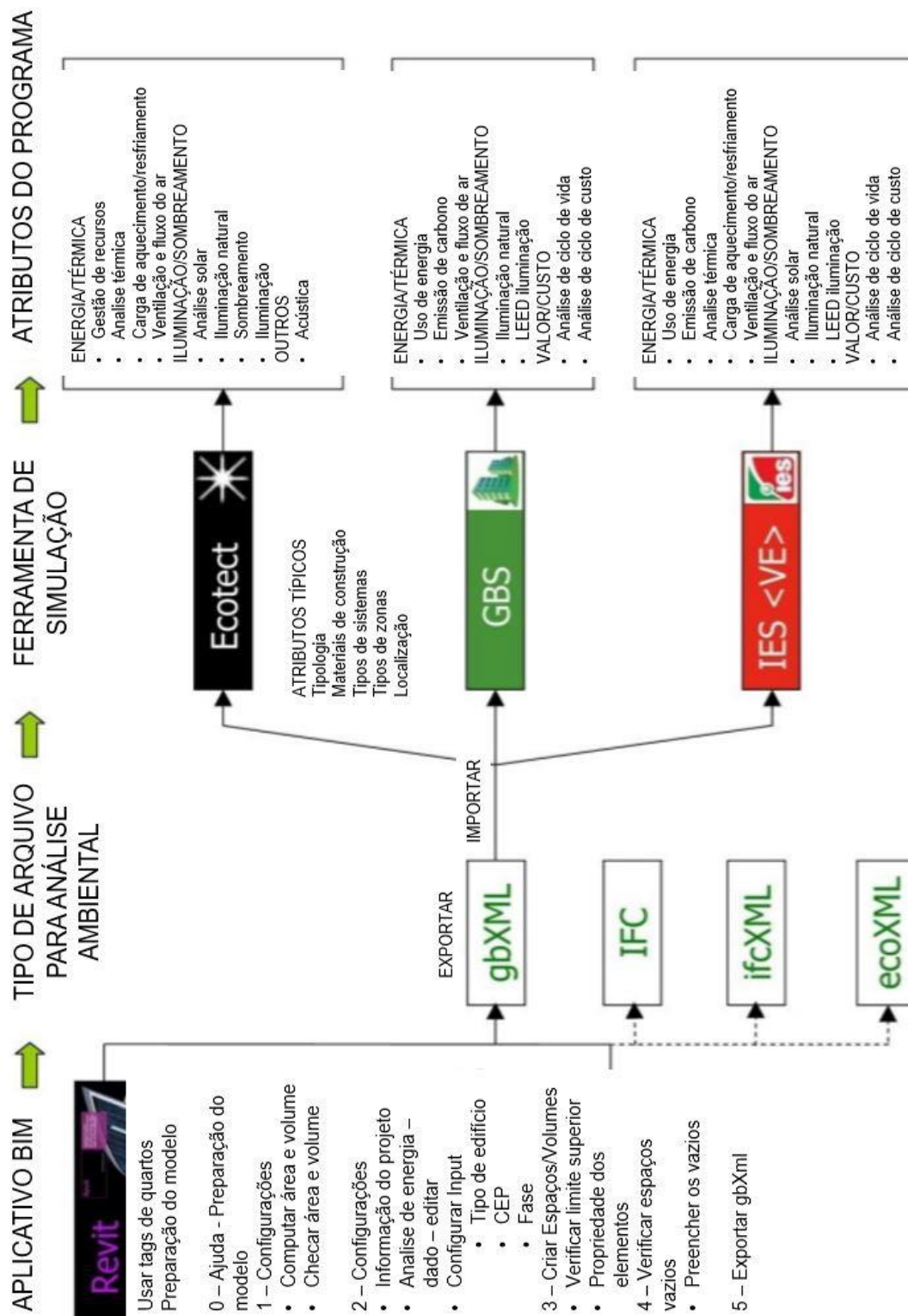
utilizando uma fonte de energia alternativa. Se, em outro exemplo, um sistema de aquecimento de piso é desejado, é necessária uma certa configuração do sistema de aquecimento como um todo, uma vez que, devido à menor taxa de troca de calor da laje, são necessárias poucas perdas de calor. Isso pode ser atingido escolhendo-se um bom isolamento do envelope e/ou uma ventilação mecânica. Ganhos solares também podem ser usados para aquecer os cômodos. Para se aumentar os ganhos solares, as aberturas devem ser aumentadas e os valores “g” dos vidros adaptados.

Azhar et al (2009) avaliaram a utilização dos *softwares Ecotec™*, *Green Building Studio™* (GBS) e *Virtual Environment™* (IES). Eles testaram a funcionalidade desses programas em relação à suas aplicações em um projeto real conduzido junto a uma empresa americana de projetos de arquitetura. Diferentemente do aplicativo de Scheuter e Thessling (2009), esses *softwares* possuem uma interface mais robusta e se propõem a analisar outros aspectos além da eficiência energética. Eles funcionam com base no gbXML, capaz de realizar a interoperabilidade entre os *softwares* BIM e os programas de análise de desempenho, segundo o esquema demonstrado na Figura 28.

Após realizadas as análises, os autores elaboraram a Tabela 11, que compara as funcionalidades dos programas com base em notas dadas pelos líderes de projeto do escritório de projeto estudado. Trata-se de síntese interessante, pois reúne os principais tópicos comuns entre os programas e que estão sendo abordados no projeto tido como sustentável. Pode-se notar que os temas da energia e térmica possuem um peso grande e, como se viu no tópico 2.2.5., estão intimamente relacionados ao conforto do usuário. Ainda assim, os itens de maior valor para esses projetistas foi a integração com o sistema de certificação LEED e as análises de ciclo de vida, fato claramente relacionado à cultura construtiva americana.

Finalmente os autores desenvolveram um esquema conceitual (Figura 29) para a implementação de análises de sustentabilidade aliadas à utilização do *software Revit™* e respectivos *plug-ins*, mostrando as respectivas fases e partes interessadas, denotando a complexidade de informações e interações necessárias entre os diversos agentes.

Figura 28 - Comparação entre requisitos mínimos



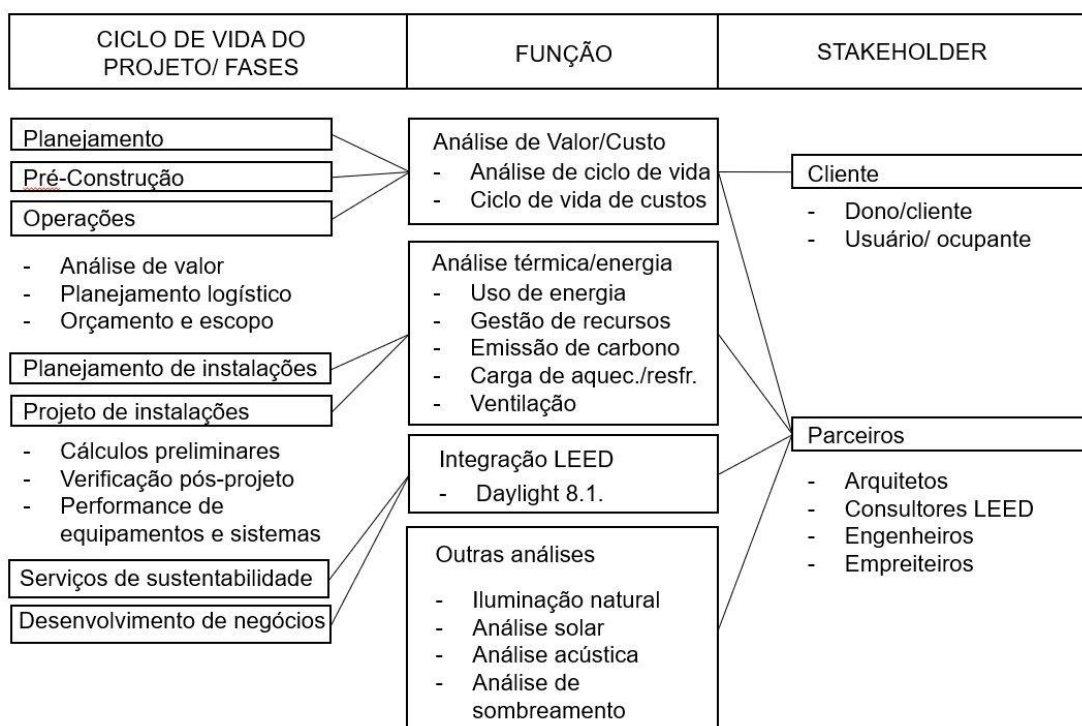
Fonte: adaptado de AZHAR et al. (2009, p. 4)

Tabela 11 - Funcionalidades da simulação ambiental

Atributos do Projeto Sustentável	Peso	Ecotec	GBS	VE
Energia	6			
uso de energia		1	3	3
cálculo de emissão de carbono		3	3	3
Gestão de recursos		3	1	0
TOTAL		7	7	6
Térmica	7			
Análise térmica		3	1	3
Cálculo de carga de aquecimento e Ventilação e fluxo de ar		3	1	3
TOTAL		9	5	9
Solar	2			
Análise solar		3	1	3
Direito a luz		3	1	1
TOTAL		6	2	4
Luminotécnica e Iluminação natural	3			
Avaliação de iluminação natural		3	1	3
Sombreamentos		3	1	1
Luminotécnica		3	1	1
TOTAL		9	3	5
Acústica	2			
Análise de acústica		3	0	1
TOTAL		3	0	1
Valor e Custo	8			
Avaliação de ciclo de vida		0	3	3
Ciclo de vida de custo		0	1	3
TOTAL		0	4	6
LEED	8			
Integração com LEED		0	1	1
TOTAL		0	1	1

Fonte: adaptado de AZHAR et al. (2009, p. 7)

Figura 29 – Fluxo de análises

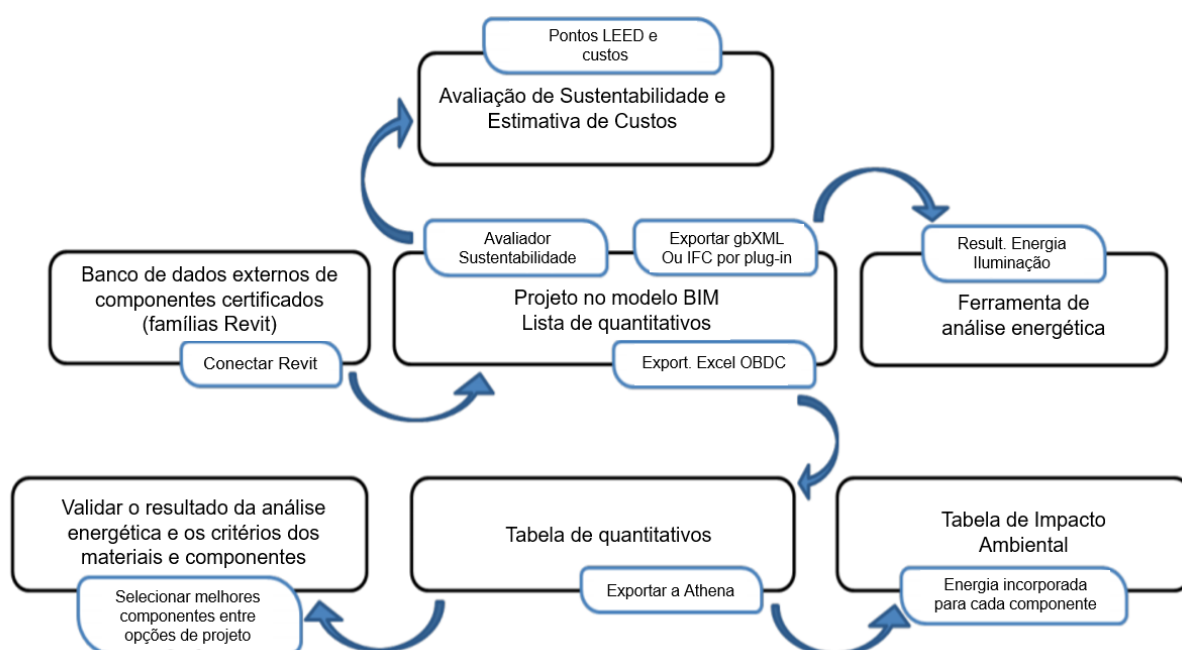


Fonte: adaptado de AZHAR et al. (2009, p. 9)

Aqui, resta evidenciada a importância da integração em projetos sustentáveis. Conforme se viu nos 2.1.4. e 2.2.5. sem a entrada de informação qualificada por parte dos membros da cadeia de projeto no momento oportuno, de nada adiantam os robustos *softwares* de simulação. Projetos integrados com o BIM, aliados à utilização de ferramentas de simulação ambiental, apresentam um grande desafio gerencial, uma vez que, conforme a Tabela 11, há pelo menos 14 tipos de avaliações a serem realizadas ao longo do ciclo de vida do projeto. Pode-se deduzir que a importância atribuída pelos projetistas ao critério de integração do LEED, deve-se à sua utilização como régua comum, no contexto norte-americano, para balizar as tomadas de decisão e gestão do processo.

Jalei e Jrade (2014) adotam outra abordagem bastante interessante, com enfoque na integração e gestão da informação para avaliarem a sustentabilidade do projeto nas etapas iniciais. Diferentemente dos outros autores, eles dividiram o processo de um projeto sustentável em cinco módulos: criação de um sistema de gestão de base de dados; análise energética e lumínica; análise do ciclo de vida, pontuação LEED e uma estimativa de custos. A Figura 30 contém um diagrama conceitual desses módulos em relação ao aplicativo de modelagem da informação de construção, disposto no centro.

Figura 30 - Diagrama conceitual dos 5 módulos



Fonte: adaptado de Jalei e Jrade (2014, p. 499)

A abordagem é bastante profícua para esta pesquisa, uma vez que reforça a quantidade de informação que pode ser inserida, transformada e analisada para a tomada de decisão no início dos projetos, principalmente a relacionada à arquitetura. É cada vez mais evidente que trabalhar com o BIM envolve processos tecnológicos e gerenciais acerca da gestão da informação, sendo que as análises desses dados ocorrem em plataformas externas, atreladas ao *software* de autoria via *plug-ins* ou outros protocolos de transferência de informação.

Nesse cenário, conforme apresentado pelos autores, o maior desafio diz respeito à qualidade da informação a ser inserida no modelo, e à integração dessa informação com os *softwares* paralelos. No caso, faz-se uso principalmente do formato gbXML, o qual, apesar de não possuir inteligência voltada a objetos, é capaz de carregar outras informações essenciais para análises de sustentabilidade (JALAEI e JRADE, 2014 p. 506, tradução nossa):

O arquivo gbXML, similar ao IFC, contém informação geométrica como forma, área e volumes. No entanto, ele também é povoado por informações sobre a localização e construção. De acordo com a tabela 2, pode-se ver que o arquivo gbXML também pode transferir outras informações como a tipologia da edificação e instalações.

Outro viés importante é o do edifício sustentável compreendendo não somente a eficiência energética como tônica do projeto, mas também a energia incorporada nos componentes e estimativas de custo a partir de bases orçamentárias. Conforme se viu no tópico 2.2.3., no Brasil e em outros países do hemisfério sul, o impacto da energia incorporada pode ser maior do que o consumo energético da operação (AGOPYAN e JOHN, 2011; GODOI, 2011), Jalaei e Jrade corroboram essa afirmação, uma vez que, com o aumento da eficiência energética de equipamentos, a energia incorporada, principalmente no transporte, passa a ter um papel significativo nas análises da pegada de carbono de uma edificação.

Jalaei e Jrade (2014) também propõem um processo composto por seis fases para implementar a metodologia de análise de sustentabilidade baseada nos cinco módulos (Figura 31), que são assim descritas:

- a) fase 1: consiste em preparar uma base de dados de componentes “verdes” extraídos do mercado ou de outras bases oficiais e inserir as informações em famílias do *software* BIM de autoria;
- b) fase 2: é estabelecido um código de *keynotes* – no caso do *Revit (Autodesk)*, pode-se resgatar a informação inserida nas famílias, na forma de textos;
- c) fase 3: as geometrias e quantidades de materiais são automaticamente exportadas para os *softwares* de análises energética e de ciclo de vida por meio de um *plug-in*;
- d) fase 4: os parâmetros de projeto são validados nos *softwares* de simulação energética (no caso, o *Ecotec*);
- e) fase 5: os dados de análise de ciclo de vida são validados por meio do *Athena Impact Estimator*;
- f) fase 6: sobre a base de materiais criada e aplicativos de pontuação como o *Ecocard*, é possível avaliar os potenciais pontos LEED e sobre bases orçamentárias oficiais, a estimativa de custos.

Diferentemente do mapeado por Azhar et al. (2009), no processo proposto por Jalaei e Jrade há apenas cinco avaliações para uma análise sustentável do edifício. A abordagem por módulos e com o uso dos *softwares* existentes de maneira paralela e automatizada parece ser uma promissora solução. Nesse sentido, o BIM é realmente entendido como uma ferramenta de integração e sobreposição de informações incorporadas em seus componentes (JALEI e JRADE, 2014 p. 501, tradução nossa):

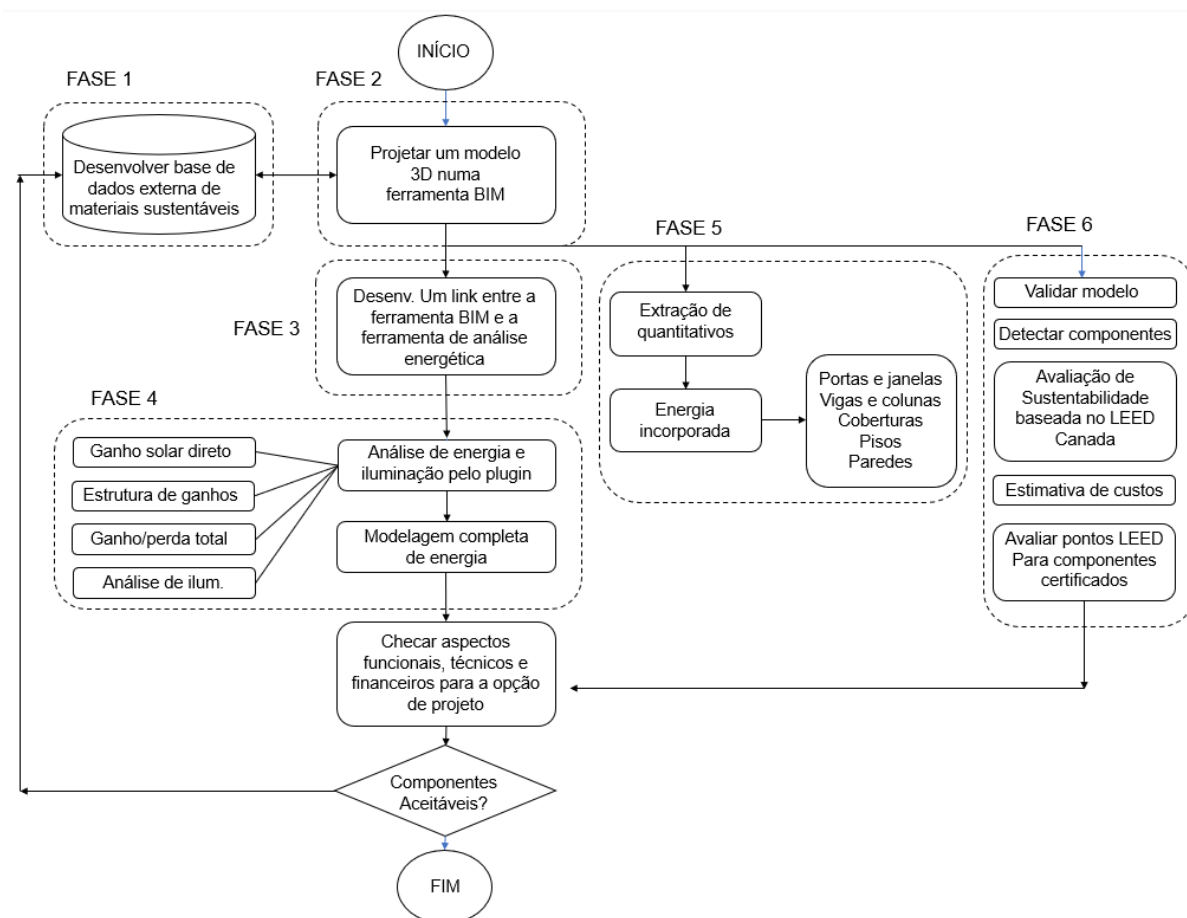
O desenvolvimento do modelo descrito neste artigo foca na automação do processo de conexão dos produtos do módulo BIM com outros diferentes módulos (análise de energia, simulação de iluminação natural, energia incorporada nos componentes de construção, sistemas de certificação verde e custos associados). O modelo é uma ferramenta integrada que ajuda clientes e projetistas a compartilharem a variedade de informações no estágio conceitual de projeto de edificações sustentáveis. Ele ajuda projetistas a comparar e validar cada família de projeto e seus componentes associados, que são selecionados durante o projeto conceitual, levando em consideração critérios de seleção de materiais.

A partir da visão do projeto enquanto processo (como se viu no tópico 2.1.), é evidente que, quanto maior a qualidade da informação inserida, maior será a qualidade do resultado obtido. De modo condizente com essa premissa, a pesquisa de Jalaei e

Jrade (2014) apresenta um exemplo significativo tanto do processo de projeto com informações antecipadas, quanto do conceito de projeto integrado. Os autores defendem ser possível tomar decisões de maneira eficiente por meio da abordagem proposta mesmo em posse de informações com um nível reduzido de precisão.

No método proposto, a maioria dos aspectos avaliados resulta diretamente da arquitetura, a corroborar a abordagem dos três patamares de Lechner (2015), segundo o qual a arquitetura possui grande responsabilidade nos critérios ambientais de uma edificação. Percebe-se, cada vez mais, que o processo de um projeto ambiental se baseia na capacidade de extrair, visualizar e tomar decisões com velocidade e eficácia sobre grandes blocos de informações contendo a precisão adequada para fase de concepção.

Figura 31 – Processo de implementação das 6 fases



Fonte: Jalaei e Jrade (2014, p. 502)

2.3.2 A simulação no processo de projeto

Ainda que haja caminhos para se viabilizar a interoperabilidade entre *softwares*, conforme demonstrado no tópico anterior, a inserção da simulação no processo de projeto não é tarefa simples e passa por desafios que extrapolam a compatibilidade entre ferramentas existentes, abordando o desenho dos processos, capacitação dos arquitetos, disponibilidade tecnológica no Brasil e a própria cultura do mercado.

Souza (2009) defende a simulação realizada pelos arquitetos em fases iniciais, ao analisar as ferramentas de integração entre BIM e modelagens térmicas. Em consonância com as propostas apresentadas pelos demais autores citados, ela afirma que há três tendências para endereçar o desafio do projeto como um todo: (i) o desenvolvimento de ferramentas simplificadas; (ii) o desenvolvimento de interfaces específicas de dados de entrada e saída para cada etapa de projeto; (iii) a coordenação de diferentes projetistas utilizando diferentes programas.

No caso da utilização de interfaces distintas, há um grande desafio a ser superado representado pela interoperabilidade dos programas. Caso o fluxo entre softwares não proporcione um eficiente *feedback* bidirecional, coloca-se em risco o grande ganho da integração, impedindo a modelagem nos softwares de autoria com a respectiva visualização de dados na velocidade e formato adequados para a tomada de decisão.

Figueiredo (2009) afirma que, embora os *softwares* de simulação tenham sido criados ainda na década de 1980 nos EUA, sua penetração no Brasil tem sido tímida e restrita a grupos de pesquisa acadêmicos. Ele também reforça a importância dos bancos de dados para agilizar o processo de projeto, tal qual mencionado por Jalaei e Jrade (2014). Ainda que seja um consenso entre diversos autores que a simulação seja utilizada em todo o ciclo de vida de projeto, Figueiredo (2009) alerta que no Brasil essa ainda é uma atividade nova na realidade dos projetistas e que, além da eficiência energética, uma análise do local e clima também deve ser realizada com antecedência, em clara consonância com Olgay (1962), que afirmava ser a arquitetura o último passo do processo de uma análise bioclimática.

Mendes et al. (2005) afirmam que o uso de simulações computacionais de desempenho é pouco difundido no mercado brasileiro e menos ainda nos escritórios de arquitetura locais, ficando restrito principalmente a laboratórios específicos do meio acadêmico. Eles apontam a ausência de *softwares* brasileiros e a dificuldade de interface, como grandes empecilhos para a difusão da prática, assim como a ausência de uma legislação mais rigorosa que impulse o setor nesse sentido. De forma análoga aos outros autores, eles defendem ferramentas simples que possam servir de auxílio à tomada de decisão nas fases iniciais.

De Paula, Silva e Melhado (2013) afirmam que as modelagens energéticas são um tema novo no mercado brasileiro, que envolve novos agentes (como os consultores de certificações) e novos processos a serem mapeados, especialmente o próprio processo de simulação e sua interface com o de projeto. No entanto, essa integração é problemática no Brasil, pois ainda falta uma referência comum ao processo de projeto aplicado nos escritórios de arquitetura. Apesar de já existirem manuais de escopo e normas sobre o tema, elas ainda não estão arraigadas na cultura projetual.

Já em 2014, De Paula, Uechi e Melhado mapearam o processo de projeto de simulação energética de uma empresa de consultoria, mostrando que esse serviço tende a ser contratado pelo incorporador para determinar critérios e diretrizes de desempenho para o empreendimento mediante a realização de simulações no início, meio e fim do projeto, em auxílio à equipe de projeto. O processo basicamente se resume a um formulário com premissas comuns a todas as disciplinas, à definição de estratégias e criação de cenários de referência para as simulações à medida que o projeto se desenvolve. Para as simulações, os modelos originais são consultados e remodelados de acordo com a necessidade e no *software* específico de cada análise.

No entanto, a presença do consultor capaz de retroalimentar o processo de projeto com informações ambientais só é eficaz com a devida coordenação, contratação no início do processo de projeto e inserção de critérios de desempenho nos contratos dos parceiros, além da utilização de tecnologia adequada para visualização e integração, como o BIM. Os autores reforçam a atuação dos arquitetos, que poderiam realizar as próprias simulações no início dos projetos, momento crucial para o desenvolvimento do edifício ambientalmente responsável.

Souza (2009) afirma haver consenso entre diversos autores no sentido de que as simulações computacionais deveriam ser utilizadas no início dos projetos pelos próprios arquitetos, para só depois serem conduzidas por especialistas. Mais do que isso, ela avança a discussão apresentando diversas razões para a dificuldade de integração entre os processos de simulação e projeto. Dentre elas, para os estreitos fins desta pesquisa, destacam-se (SOUZA, 2009, p. 23-25):

- a) os dados de saída são de difícil compreensão para os arquitetos, que não entendem as consequências, sobre os projetos, das decisões tomadas;
- b) projetistas precisam modelar em interfaces de entrada de dados e avaliar os resultados em interfaces de saída de dados, quebrando o ciclo de *feedback* imediato possível em uma mesma plataforma;
- c) existe uma tendência a reforçar a especialização e processos mapeados focados em consultores externos;
- d) existe a premissa de que o processo de projeto é determinístico e processual;
- e) os métodos de projeto que melhoram o uso das ferramentas e a atuação dos agentes são prescritos com base na observação de um número pequeno de projetistas atuando e/ou manuais e workshops de instituições profissionais.

As conclusões de Souza (2009) demonstram, a existência de duas classes de profissionais: os “físicos de edificações” e os “arquitetos projetistas”, cada qual resolvendo problemas segundo seus próprios paradigmas. Outra observação importante da autora, semelhante ao encontrado em De Paula, Silva e Melhado (2013), é justamente a ausência de mapeamentos de processos para as fases iniciais dos arquitetos, e não dos consultores (SOUZA, 2009, p. 27, tradução nossa):

A autora reconhece que ambas as profissões possuem pontos de vista legítimos e conclui que um dos principais obstáculos a favor de melhores integrações é a generalizada falta de conhecimento de projetistas de edificações e arquitetos sobre os fundamentos da física das construções, e em particular, a respeito da modelagem dos edifícios. Ao mesmo tempo, também há uma falta de conhecimento dos físicos da construção sobre como os projetistas trabalham e pensam. (...) Ainda que existam mapas de gestão, controle, orçamento e entregáveis voltados para os produtos do processo de projeto, está longe de haver um consenso sobre o processo em si. Diferentes escolas, práticas e indivíduos apresentarão diferentes formas de reagir

frente a determinado problema. A prática da arquitetura tende a ser construída caso a caso. Ela acaba se resumindo como uma interação complexa entre produto e processo na qual a maior tarefa é descobrir uma maneira de resolver o problema em questão, ao invés de determinar metas claras e encontrar os meios para atingi-las.

A autora ainda afirma que, diferentemente das relações espaciais, a maioria das informações relativas ao clima consiste em fenômenos que se distribuem em unidades de tempo, para os quais o desenvolvimento de uma intuição quantitativa da relação entre as partes e o todo é muito difícil, daí a dificuldade dos arquitetos, que não utilizam formatos científicos de resolução de problemas, em assimilar processos como esse à sua prática profissional cotidiana. Em resumo, proceder à união dos fenômenos relacionados ao tempo com aqueles relacionados ao espaço, aliados a processos de projetos que são variados para cada prática profissional, somados à característica de projetos que são únicos para cada encomenda, é tarefa extremamente complexa.

Segundo a autora, ainda não existe uma forma eficaz de se integrar essas duas realidades. Ela deixa em aberto a pergunta se a melhor abordagem será via um conjunto de *softwares* com interoperabilidade garantida ou via um *software* único que possibilite, idealmente, a simulação enquanto se cria.

Conclui-se que a utilização de ferramentas de análise junto ao processo de concepção de edificações ainda está longe de alcançar uma solução definitiva. Nota-se que o advento do BIM e das significativas mudanças tecnológicas no formato de produção de projetos geraram uma excitação no meio acadêmico, dada a possibilidade de se integrar essas novas ferramentas em prol da viabilização de complexas análises de conforto, ambientais e energéticas, com *feedbacks* rápidos e de forma aliada às fases iniciais do projeto, o que, consensualmente, é de extrema importância para o sucesso do empreendimento.

No entanto, nos estudos apresentados, viu-se que ainda é difícil uma integração completa entre processo criativo, modelagem da geometria em 3D, inserção de informações construtivas e simulações ambientais. Foram encontradas duas abordagens ao problema: por um lado, o enfoque na criação de bancos de dados e na interface entre programas existentes de modelagem e análises, por outro, a criação

de *softwares* mais simplificados para fases iniciais de projeto, usados ou não como *plug-ins* de programas de autoria.

Em geral, no exterior, ainda que os projetos sejam inteiramente desenvolvidos no BIM, as análises são realizadas em outros programas externos, para os quais a informação deve ser exportada por meio de arquivos de interface, o que abre margem a erros ou à eventual remodelagem do projeto no *software* de análise. Ainda assim, testadas as funcionalidades com programas existentes e exportação do arquivo BIM via gbXML, pôde-se realizar até 14 diferentes análises, que abrangem desde conforto térmico, ciclo de vida, acústica, energia, entre outros temas, como demonstrado por Azhar et al. (2009), com um enfoque maior nas questões energéticas e relativas à pontuação LEED.

De forma semelhante, Jalei e Jrade (2014) definem claramente que, em primeiro lugar, deve-se criar um banco de dados com informações atreladas aos componentes construtivos do modelo para só depois, por meio de *plug-ins*, realizar-se a integração entre *softwares* de análise. Os autores focaram em cinco análises, abrangendo custos, gasto energético, iluminação, energia incorporada e pontuação LEED.

Por sua vez, Scheuter e Thessling (2009) criaram um *plug-in* próprio para realizar simulações mais simplificadas de energia voltadas à tomada de decisão dos arquitetos. Iniciativa semelhante é identificada em laboratórios de pesquisa brasileiros que criaram programas como o DOMUS, UMIDOS e ARQUITROP, mas sem grande penetração no mercado (Mendes et al., 2005).

Do ponto de vista das simulações de desempenho, pode-se concluir que o ganho do processo BIM está atrelado à gestão sistêmica e coordenada da informação da construção em uma única plataforma compartilhada entre os participantes e atrelada aos componentes construtivos. Caso o BIM seja encarado como um mero modelador 3D com rotinas automatizadas de desenho, ele se equipará a qualquer outro *software* de modelagem capaz de interagir com os *softwares* de análise ambiental, tornando-se dispensável nas fases iniciais.

Vê-se que ainda há uma distância a ser percorrida da realidade até o ideário de um programa que realize a análise simultaneamente à criação. E, mesmo que houvesse tal plataforma, ainda há outros problemas a serem superados, principalmente no que tange à formação do arquiteto para a utilização desses programas (SOUZA, 2009) e à aplicação concreta dos preceitos sustentáveis, que exigem um conhecimento razoável sobre a física das construções, clima, ecologia e biologia aplicada ao conforto humano (OLGYAY, 1962). Na ausência de profissionais com essas aptidões, o mercado se organiza em torno dos selos de sustentabilidade, apoiando-se em experts de pontuações (GONÇALVES, 2015), ora com finalidade meramente mercadológica (AGOPYAN e JOHN, 2011), ora como reflexo de suas identidades empresariais.

Com processos de projeto pouco mapeados e diversificados pontualmente para cada prática profissional e empreendimento (SOUZA, 2009; DE PAULA, SILVA e MELHADO, 2012), a integração da simulação ambiental ao processo de projeto pelos próprios arquitetos parece ser uma realidade ainda distante, embora amplamente recomendada, dado o imenso potencial de ganhos para o projeto e diferenciação profissional. A lacuna de conhecimento é preenchida por consultorias ambientais, que realizam simulações em plataformas paralelas, cujos resultados são sintetizados em relatórios, blocos de informações gerenciados pelos coordenadores de projeto, que devem retroalimentar o processo projetual de autoria dos arquitetos. Nesse sentido, os selos ambientais cumprem um papel importante como ferramenta de gestão, tal qual um guia de boas práticas aliado a metas passíveis de se tornarem cláusulas contratuais.

Finalmente, o processo de retroalimentação entre *softwares* de modelagem e análise ainda é certamente mais eficiente e eficaz do que o vínculo contratual entre uma empresa de consultoria externa contratada pelo incorporador e a empresa de arquitetura. Sobretudo no início do projeto, quando o partido é definido, é essencial que o arquiteto realize, no mínimo, simulações preliminares de consumo de energia, iluminação natural, conforto térmico, avaliação de ciclo de vida e análise climática local. Como autor do projeto, o arquiteto é o agente com a maior capacidade de intervenção nessas questões, que irão impactar o desempenho ambiental como um todo. Considerando que as ferramentas de análise já estão ao seu alcance, cabe uma mudança de atitude para acomodá-las ao processo de projeto de maneira integrada.

3 ESTUDO DE CASO

A revisão bibliográfica reforça a hipótese desta pesquisa, acerca da crescente importância das fases iniciais de projeto. Elas se tornam mais robustas e assertivas, quando aliadas à mudança de processos de projeto causada pela inserção de análises de sustentabilidade e pela utilização do BIM nos projetos integrados.

Ainda assim, parte da bibliografia encontrada sobre o assunto, principalmente relacionada ao BIM, está circunscrita ao meio acadêmico do exterior, sendo necessário avaliar a aplicabilidade destes conceitos na prática profissional brasileira. A fim de suprir esta lacuna, foi realizado um estudo de caso com diversos agentes da cadeia de construção civil envolvidos com o projeto nas fases iniciais.

De acordo com Yin (2003) o estudo de caso é uma estratégia consagrada de pesquisa nas ciências sociais nas seguintes condições: quando se possui pouco controle sobre o comportamento do fenômeno pesquisado, quando este se trata de um tema contemporâneo e quando a maioria das perguntas são relacionadas ao “por quê” e “como”. A prática possibilita investigações exploratórias e explanatórias em detrimento de resultados prescritivos, para os quais seriam mais adequadas as perguntas relacionadas ao “o que” e realizados questionários abrangendo uma amostragem estatisticamente significativa.

Segundo o autor, os estudos de caso possuem duas fontes de evidência distintas dos outros métodos: a observação direta do fenômeno e a interação com as pessoas envolvidas, possibilitando lidar com uma gama de evidências, desde documentos, observações e entrevistas.

De acordo com Gil (2008, p.58) o estudo de caso vem sendo utilizado com diferentes propósitos tais como:

- a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos
- b) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação
- c) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Para a finalidade desta pesquisa as unidades de análise serão as empresas de projeto de edificações, nas quais será investigado como é realizado o processo de concepção em BIM com critérios ambientais. A principal fonte de evidências será a entrevista semiestruturada, ainda que possam ser utilizados outros documentos como desenhos de processos, manuais BIM internos, ou registros de projetos executados, quando disponibilizados. A entrevista será realizada com membro chave do seu corpo técnico capaz de informar sobre a prática da concepção de projetos da empresa em suas diversas matizes. As descobertas serão cruzadas com as evidências encontradas na revisão bibliográfica a respeito do assunto a fim de se compreender melhor a realidade prática, suas possíveis causas e desdobramentos.

3.1 ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

As entrevistas foram efetivadas tal qual uma conversa estruturada por perguntas previamente concebidas em um determinado roteiro. Desta maneira pôde-se obter resultados comparáveis entre as respostas dos informantes.

Dada a abrangência do tema, buscou-se separar a entrevista em três momentos. Inicialmente perguntou-se sobre perfil da empresa e do entrevistado, para adquirir informações como tempo de existência da empresa, campo de atuação, número de projetos concluídos, assim como informações relevantes do informante, como tempo na empresa, tempo de formado e experiência com BIM.

Em seguida, foram realizadas em três perguntas abertas sobre os conceitos principais da pesquisa:

- a) O que é o processo BIM para você?
- b) O que é um edifício sustentável?
- c) O que é fase de concepção e qual a sua importância?

Estas perguntas possuem caráter exploratório e visam nivelar a compreensão dos entrevistados acerca dos conceitos principais da pesquisa, em comparação com a revisão bibliográfica. Na sequência foram feitas 31 perguntas separadas em três grupos:

- sete perguntas agrupadas sob o tema de contratos e escopos;
- 12 perguntas relacionadas ao programa de necessidades e processo de concepção utilizando-se critérios ambientais;
- 12 perguntas a respeito do processo BIM utilizado nos escritórios.

No primeiro grupo busca-se compreender a forma como os contratos são montados, os projetos faseados, os parceiros contratados. Se são utilizadas métricas ou metas, cálculos de retorno de investimento, comissionamento e retroalimentação dos projetos. Pontos de grande importância para a discussão da pesquisa, conforme mostrou-se nos capítulos iniciais.

No segundo grupo aborda-se questões operacionais e gerenciais relacionadas ao pré-projeto como a elaboração do programa de necessidades, estudos de viabilidade e critérios ambientais que orientam as decisões da concepção. Assim como a relação com consultores, simulações associadas ao processo, interoperabilidade de softwares, especificação de materiais e a relação com a obra.

Já no terceiro grupo as perguntas se relacionam ao motivo de implementação do BIM, a eventual utilização de outros softwares ou processos na concepção, mapeamento dos processos atrelados ao processo BIM, interrelação entre o BIM e as fases de projeto e a maturidade do modelo, criação de bancos de dados e famílias customizadas com critérios ambientais, divisão da equipe de projeto, relação com parceiros de projeto trabalhando ou não em BIM, formas de compatibilização, integração com componentes de fornecedores e relação do BIM com a obra. No Apêndice B pode-se encontrar o formulário de entrevista utilizado.

Deve-se dizer de antemão que houve dificuldade de se encontrar escritórios, no contexto de São Paulo, que apresentassem uma prática madura de BIM, aliada a uma compreensão de critérios ambientais aplicados à arquitetura e, ainda mais, operacionalmente associados ao processo de projeto. Buscando contornar este obstáculo, optou-se por entrevistar não somente escritórios de arquitetura, mas também consultores de sustentabilidade, coordenadores e gerenciadoras de maneira a se ter um espectro mais amplo de visões sobre o tema. Tal abordagem foi bem-

sucedida e bastante enriquecedora para a pesquisa, demonstrando de fato haver diferentes graus de compreensão e especialização entre os nichos de atuação. Outra dificuldade foi a de se ter acesso aos sócios fundadores ou dirigentes dos escritórios, que, quando não foi possível, foram substituídos por coordenadores ou arquitetos plenos, e no caso dos últimos, apresentaram uma compreensão mais rasa sobre os temas relacionados à gestão. Finalmente, buscando enxergar o processo de projeto em seus diferentes contextos, foram realizadas oito entrevistas conformando um perfil de empresas conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Entrevistas realizadas

PERFIL EMPRESA		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Nicho de atuação		cultural, institucional, educacional casas	gerenciadora, corporativo, logística, saúde	corporativo, residencial imobiliário, uso misto	corporativo, residencial imobiliário, uso misto	logística, infraestrutura, urbanismo	residencial, hotelaria, urbanismo	consultoria em conforto ambiental e sustentab.	industrial, saúde, corporativo, urbanismo
Idade da empresa		20 anos	> 100 anos	42 anos	42 anos	27 anos	12 anos	5 anos	> 30 anos
Tempo de BIM		5 anos	não usa	3 anos	3 anos	4 anos	2 anos	não usa	7 anos
Funcionários		10-20	20-30	mais de 100	mais de 100	20-30	5-10	20-30	20-30
Projetos concluídos		> 100	> 200	>300	>300	>150	>60	>200	>150
ENTREVISTADO									
Cargo		Arquiteto Pleno	Coordenadora de Projetos	Arquiteto Pleno	Diretor de Projetos	Sócio fundador	Sócia fundadora	Sócia Consultora	BIM Manager
Usuário BIM		experiente	iniciante	experiente	intermediário	não usa	não usa	não usa	experiente
Tempo de formado		5 anos	6 anos	6 anos	15 anos	> 30 anos	> 30 anos	2 anos	11 anos
Tempo na empresa		5 anos	5 anos	1,5 ano	4 anos	-	-	2 anos	4 anos

Fonte: Autor

A partir da análise da tabela acima, observa-se que mesmo as empresas atuantes há muito tempo no mercado, tidas como exemplares no contexto de São Paulo, com grandes estruturas organizacionais, ainda são jovens quando se trata da implementação efetiva do BIM em suas rotinas de projeto. Por exemplo, a empresa da entrevista 3 e 4, com 42 anos de atuação no mercado, somente adotou o BIM há 3 anos, a empresa da entrevista 6, que trabalha com grandes obras, desde aeroportos até centros de logística há 27 anos, também só adotou o BIM há 4 anos. A pioneira seria a empresa da entrevista 8, com mais de 30 anos de existência, adotando a metodologia há 7 anos, ainda que em sua entrevista ela afirme que atualmente carecem profissionais parceiros aptos para produzir os próprios projetos em BIM.

Na realidade, mesmo os fascículos da AsBEA a respeito da implementação do BIM datam de 2013 em diante, somente em 2010 foi feita a NBR 12.006 a respeito da organização da informação da construção, que culminou na ABNT NBR 15.965 –

Modelagem de Informação da Construção (BIM), publicada no ano desta pesquisa, em 2020. Conclui-se, sem sombra de dúvidas, que o Brasil ainda é um país jovem no tocante à implementação do BIM nos escritórios de projeto.

Outra constatação é a de que empresas com uma proposta de valor prioritariamente voltada para a sustentabilidade não trabalham com o BIM. De antemão nota-se a ausência de uma ponte entre conhecimentos relacionados à sustentabilidade com a gestão integrada de projetos e a modelagem da informação da construção. Felizmente, como será demonstrado na análise das entrevistas, existe interesse e possibilidade para a implementação desta mudança de paradigma de projeto.

3.2 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

As entrevistas semiestruturadas possibilitaram extrair da prática profissional informações chaves relativas às hipóteses levantadas nesta pesquisa. Ao observarmos o fenômeno em seu contexto foi possível extrair e demonstrar um cenário realista sobre a organização do mercado, seus agentes e atuação em relação ao BIM, critérios ambientais e projetos integrados.

As entrevistas foram extensas e um relato contendo as principais contribuições de cada informante pode ser lido no Apêndice C. Nele poderão ser encontrados trechos na íntegra dos informantes a respeito de sua realidade profissional, críticas e visões mais detalhadamente descritas e que serviram de base para elencar as categorias de análise dos resultados.

Devido à diversidade de perfis dos entrevistados e o seu papel exercido no processo do empreendimento, houve uma variação na profundidade das respostas e relevância atribuída pelo informante a cada tema em relação ao objetivo de estudar-se o processo de concepção. Concomitantemente houve temas para os quais os entrevistados não possuíam conhecimento ou com os quais não lidavam no seu dia a dia. Por outro lado, novos assuntos não mapeados surgiram na medida em que eram aplicadas as perguntas. Dessa forma foi possível separar as respostas dos entrevistados em 15 categorias, divididas em cinco grupos.

Na Tabela 13 enxerga-se as categorias de análise elencadas, assim como um valor numérico que representa a recorrência do tema, assim como a sua relevância, com base na resposta do informante, para o objetivo da pesquisa. De acordo com a tabela, há 6 categorias mais frequentes e que obtiveram maior peso entre os entrevistados:

- a) Concepção;
- b) BIM;
- c) Fases de projeto;
- d) Simulação;
- e) Sustentabilidade;
- f) Contrato.

Tabela 13 - Categorias do estudo de caso

GRUPOS		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	TOTAL
G1	CONCEPÇÃO	1	1	1	2	2	2	2	2	13
	FASES DE PROJETO	1	1	1	2	1	2	2	1	11
	CONTRATOS		2		2	2	1	1	1	9
	PRÉ-PROJETO	1	2	1	1	1			1	7
	ESTRUTURA ORG.	1		2	1			1	1	6
G2	BIM	1	1	1	2	2	1	1	2	11
	SIMULAÇÃO	1	1	2		1	2	2	1	10
	CAPACITAÇÃO		1		1		1	2		5
	COMPATIBILIZAÇÃO	1		1	1	1	1			5
G3	SUSTENTABILIDADE	1	1	1	1	1	2	2	1	10
	CERTIFICAÇÃO	1	1		1	1	1	1		6
	LESGISLAÇÃO		1	1	1			1		4
G4	ESPECIFICAÇÃO MAT.		1		1	1		1	1	5
	ANAL. CICLO VIDA		1	1	1	1				4
G5	RELAÇÃO COM A OBRA				1	1			1	3

Fonte: Autor

Evidentemente elas são influenciadas pelo viés da pesquisa e das perguntas de abertura que continham um caráter mais exploratório, focado especificamente nas definições de sustentabilidade nas edificações, no processo BIM e na fase de concepção. Ainda assim é importante notar que essa discussão vem acompanhada dos temas da simulação, do faseamento dos projetos e dos contratos.

Outra descoberta interessante, é o protagonismo menor do pré-projeto, que corresponderia ao programa de necessidades, estudo de viabilidade e práticas de projeto integrado, que perderam força ou foram pouco mencionadas, principalmente por, segundo os entrevistados, serem atribuições concentradas nas mãos dos incorporadores ou do cliente, com menor participação do arquiteto.

Novas categorias não elencadas nas perguntas originais surgiram em algumas entrevistas, como é o caso da discussão sobre as estruturas organizacionais das empresas e da necessidade de capacitação dos arquitetos, tanto sobre conceitos básicos relacionados a desempenho e gestão, quanto sobre a manipulação de softwares BIM e de simulação.

Temas relacionados à legislação e certificações obtiveram pouca representação, denotando uma centralização desta discussão entre os agentes de certificações ambientais, contando com uma penetração menor no meio dos projetistas.

Houve também categorias em que não havia ainda conhecimento consolidado, caso das análises de ciclo de vida, ou mesmo aquelas que permaneciam e reclusas às fases avançadas do projeto, caso das especificações de materiais, possuindo um peso menor nas discussões.

Em último lugar em termo de recorrência e importância, permaneceu a relação com a obra, ainda restrita a poucos escritórios, em fases avançadas do projeto, com pouca influência sobre os modelos de informação da construção e as tomadas de decisão iniciais, mas com grande impacto nos entregáveis como um todo.

A seguir, serão apresentadas para cada categoria os pontos principais encontrados, visando uma análise transversal às entrevistas realizadas.

3.3 RESULTADOS ENCONTRADOS

3.3.1 Pré-projeto

Entende-se por pré-projeto as fases anteriores ao tradicional estudo preliminar, que consistem no levantamento de dados, programa de necessidades e estudo de viabilidade. Conforme mostrou-se no capítulo 2.1., essas fases constituem marcos importantes para a prática do projeto integrado e mesmo para a qualidade do empreendimento como um todo, pois é o momento quando as premissas para todo o projeto são definidas e a viabilidade econômica analisada. Em especial o programa de necessidades é um ponto de partida crucial para os projetos, que poderia conter de antemão dados de entrada de todas as disciplinas e mesmo requisitos ambientais capazes de nortear todo o desenvolvimento do projeto.

Na prática, nota-se como esta fase está bastante dissociada da atuação profissional dos arquitetos. Provavelmente devido ao arranjo histórico do mercado brasileiro, desde a formação da profissão de arquitetura, que se separou no século XX intencionalmente das decisões relacionadas a custos e obra, a favor de uma prática exclusiva de projeto, liberta, realizada em ateliês cuja produção artesanal possui antes de tudo valor cultural. (SILVA, 2010). Tanto é desta maneira, que os entrevistados dizem que este não é o momento do projeto, e sim do produto, e quem define o produto é o cliente, não o arquiteto. Ou seja, não é de competência desta arquitetura, entendida como produção de projeto intelectual. Mesmo sendo fonte de problemas de gestão e qualidade por definições incompletas, o mercado se arranjou de tal maneira que o arquiteto, quando muito, realiza uma consultoria e análise crítica do programa recebido.

Assim sendo, presume-se que a excelência desta tarefa se encontraria nas mãos dos coordenadores de projeto. No entanto, é surpreendente que a gerenciadora entrevistada, uma empresa multinacional muito influente, tampouco tenha uma metodologia clara para definição de programa de necessidades, e reconhece que isto gera problemas que podem permear o projeto até a obra, afirmando que ela se apoia nas definições dos arquitetos e projetista, que por sua vez dizem que não participam

desta fase. Assim, está claro que se trata de um nicho do mercado pouco amadurecido profissionalmente, cuja execução parece ainda ser realizada como uma lista de desejos do cliente, para o qual toda a cadeia deve se submeter.

Em termos do projeto integrado, das premissas validadas aliadas ao custo do empreendimento e o programa de necessidades, que poderia também orientar a contratação de maneira colaborativa, enxerga-se que não é uma prática do mercado, tampouco penetra o BIM nestas fases. Há uma exceção do escritório da entrevista 8, que possui a característica de ser líder de contrato e possuir equipes mista de arquitetos e engenheiros, inclusive de obras. Conforme disse a entrevistada este é um fator de diferenciação competitiva que permite ao escritório abordar grandes encomendas e contratos gerenciando-os de maneira mais eficiente. Neste caso específico, a entrevistada afirmou que o BIM chegou a ser utilizado para retirada de quantitativos com finalidade de orçamento. Mas essa ainda parece ser uma prática isolada, apesar do seu claro benefício para o processo.

3.3.2 Concepção

O momento da concepção é o objeto de estudo desta pesquisa, de quanto ele poderia ser aparelhado, estendido, melhorado, de maneira a se tornar mais robusto e antecipar decisões e definições. Neste sentido, obteve-se um consenso entre os arquitetos e coordenadores da importância deste momento para o projeto como um todo, justamente por definir as premissas que irão nortear o desenvolvimento. Ainda assim há diferentes visões em relação aos obstáculos encontrados, e a própria necessidade de inovação ou melhorias.

A parcela entrevistada dos escritórios mais tradicionais e de menor porte dizem que o projeto da maneira como está configurado não apresenta um sério problema ou empecilho, ele caminha um ritmo natural de amadurecimento, sendo a discussão da antecipação de definições e decisões desnecessária. Em geral estes escritórios estão renomados por uma arquitetura com determinada qualidade plástica e trabalham para instituições ou clientes privados residenciais.

Outra visão afirma que o BIM de fato é um repositório e visualizador integrado de dados de construção, sendo nas fases iniciais que o arquiteto possui um papel de excelência em unir pontos divergentes e propor uma solução holística, tendo este momento grande importância. Nestes casos são realizadas consultas com projetistas complementares e elaborados modelos simplificados e renderizados com o objetivo de vender a melhor proposta ao cliente. Esse ciclo costuma ser veloz, por uma exigência de mercado e pela natureza de intervenção das partes interessadas, que aprovam ou descartam as opções, de maneira que modelos mais complexos correriam o risco de serem um investimento perdido. No caso em que o software BIM está sendo utilizado desde o início, ele apresenta uma vantagem de visualização da informação e integração eficaz com as fases posteriores.

De outro lado há os escritórios que também afirmam a importância da concepção e do BIM, mas ainda realizam as fases iniciais com croquis, softwares em 2D ou modeladores rápidos como o SketchUp. Em geral este fato está associado com o domínio dos dirigentes das ferramentas de modelagem, uma vez que estes são os definidores do partido arquitetônico. Também se enxerga como um fator importante a influência do cliente neste processo, que exige maior velocidade e maleabilidade dos modelos para absorver alterações. Afirma-se haver uma tendência das construtoras ou incorporadoras a enxergarem maior valor na coordenação do projeto como um todo do que neste momento de concepção, que ainda acaba relegado ao arquiteto, em prazos curtos e valores menores, e eventualmente, pouco integrado com as fases e agentes posteriores.

Finalmente, alguns escritórios realizavam simulações ambientais no início do projeto, gerando a forma a partir das condicionantes climáticas do local, sendo para estes, a implantação o momento chave de definição do partido arquitetônico. Nestes casos notou-se processos de concepção mais robustos, contendo grande parte das definições de projeto, assim como o conceito arquitetônico validado ambientalmente.

Tais conclusões confirmam parcialmente a hipótese da pesquisa. De fato, ao se integrar o processo de simulação no início do projeto, as fases iniciais tomam mais tempo, unindo-se o momento de conceito com definição. No entanto, a entrada do

BIM no início dos processos não parece ser algo recorrente ou condutor de uma mudança de mentalidade tanto dos arquitetos como dos clientes, tampouco de processos de projeto.

3.3.3 Faseamento do projeto

Uma das hipóteses desta pesquisa consistia que ao utilizar-se o BIM, como um processo integrado, etapas iniciais poderiam ser agrupadas englobando um grande momento em que são realizadas as premissas e definições principais, para depois serem desenvolvidas com maior detalhe. Tal visão é compartilhada, conforme demonstrado nos primeiros capítulos, pelos manuais de BIM da AsBEA, que preconizam uma mudança de paradigma, tendo em vista a criação de um modelo de informações ao invés de entregáveis de contrato.

No entanto, encontrou-se uma situação diferente na prática profissional. Primeiramente cada escritório usa um sistema próprio de faseamento de projetos, e nenhum deles sequer mencionou normas ou manuais de escopo ao dirigirem-se a esta faceta do processo. Quando muito, encontra-se nos escritórios que trabalham com licitações, adequação de suas práticas aos moldes da legislação e requisições do poder público. Para o restante há uma disparidade entre o início e fim de cada fase. Tal fato por si denota uma dificuldade já mencionada por Souza (2009), De Paula, Silva e Melhado (2013) de que o processo de projeto, dentro dos escritórios de arquitetura, está longe de ser mapeado e muito menos padronizado. Admite-se entre os entrevistados que o BIM tenha mudado a forma de projetar, mas em nenhum caso constatou-se que, aliada à implementação do BIM, houve também um redesenho dos processos de projeto, que se refletisse de tal maneira a reorganizar as suas fases. Assim pergunta-se, há de fato uma inovação em curso, ou somente uma troca de ferramenta, que em tese, permite uma maior produtividade? Nesse sentido, evidencia-se que a relação de causa e efeito entre o uso de um software com atributos de BIM, e a mudança no processo de projeto não é verdadeira.

Por outro lado, ainda que as fases sejam nomeadas de formas distintas e o seu momento de transição seja diferente para cada escritório, reina um certo consenso,

de que há um momento inicial, de conceito ou proposta, seguido de um momento de desenvolvimento e detalhamento. Também se percebeu que quanto maior o enfoque do escritório em questões ambientais e na sua operacionalização junto ao processo de projeto, mais robustas se tornavam as fases iniciais e maior clareza havia entre os arquitetos da importância das análises, validações e da inteligência embarcada nestes processos.

Por sua vez, nos formatos típicos dos escritórios voltados ao mercado imobiliário predomina a separação do projeto, antes e depois da aprovação legal, com os momentos iniciais sendo realizados ainda por croquis, modelos 2D ou outros softwares mais amigáveis, apoiados na experiência e intuição dos líderes, em ciclos rápidos e modelos menos detalhados, para depois serem traduzidos no software BIM, na etapa de desenvolvimento.

Finalmente, outro fenômeno observado foi justamente o da diferença de interfaces entre programas. Em geral os usuários de Archicad tendem a aplicar o programa em todo o ciclo do projeto, já os usuários de Revit, dizem ser impraticável utilizá-lo para concepção, sendo um excelente software para o desenvolvimento, compatibilização e detalhamento. Tal fato somente reforça que o BIM e o projeto integrado não são uma consequência de determinado software. Escritórios que utilizavam o Archicad desde o início, por ter uma interface mais maleável, não possuíam necessariamente uma gestão da informação dos modelos madura, nem aplicavam projetos integrados desde o início ou simulações ambientais. Já o escritório que utilizava o Revit há 7 anos, pioneiro na implementação, e líder de contrato, gerenciando todo o processo, não usava o software BIM nas fases iniciais, realizando volumetrias com SketchUp, consultas prévias a projetistas com formulários e estimativas com base em planilhas de cálculo. Obviamente há o retrabalho de se passar o modelo a limpo para o outro programa, algo que é entendido como negativo pela entrevistada, mas não um ponto crítico para o sucesso do empreendimento.

Um terceiro e último fator é de que as fases de projeto estão intimamente ligadas aos contratos, e conseqüentemente, ao planejamento estratégico e comercial do escritório. Estes são restritos aos associados sêniores ou sócios fundadores, que, pelo

seu momento de formação e mesmo função na empresa, tendem a não dominar as ferramentas mais atuais de projeto que influenciam na percepção e implementação do BIM.

3.3.4 Formas de contratação

Já se discutiu a respeito das fases de projeto e da importância da concepção, agora será demonstrado como estas relações se traduziram nos contratos. Conforme descrito no tópico 2.1.4., existem modelos de contrato relacionais que preveem o compartilhamento de riscos e benefícios, em relações baseadas na confiança mútua dos projetistas que são acionados no início do processo e usufruem dos modelos integrados. Contudo, na prática há a permanência dos contratos transacionais baseados nos tradicionais entregáveis instaurados na cultura do mercado desde o século passado. A utilização de softwares BIM não mudou essa realidade, reforçando, novamente, que a inovação passaria não só pela atualização da ferramenta, mas também da cultura do mercado de construção civil.

Na verdade, ocorreu o oposto em alguns casos, que certos escritórios sofreram pressão do mercado por redução nos valores contratuais, uma vez que com o BIM já haveria padrões e famílias pré-definidas que facilitam o trabalho do projetista. Falácia que desconsidera completamente a complexidade do processo de projeto, o que leva, de certa maneira, o problema para a esfera do contratante: muitos dos entrevistados afirmam que os clientes exigem BIM, *Level of Development* (LODs), e diversas outras siglas sem saberem de fato o seu significado, ou mesmo terem condições de usufruírem dos modelos.

Os arquitetos e projetistas parecem, no geral, favoráveis a utilização de modelos no local de entregáveis no formato de folhas infundáveis de projeto, uma vez que a informação em seus diversos graus de maturidade já existe. A dificuldade, segundo eles, reside ainda em como medir o avanço do projeto para realizar os pagamentos contratuais. Na ausência de uma solução aceitável por todas as partes, mantém-se um enorme tempo despendido na geração de documentações que são apenas parte de um todo.

A situação se agrava ainda mais, quando, em alguns casos demonstrados, somente o arquiteto usa um software BIM, estando todos os outros membros da cadeia projetando em folhas 2D cadastradas num repositório *online*. Segundo os entrevistados, a culpa reside também no cliente, que possui certa relação de confiança com alguns projetistas, que, por sua vez, não enxergam vantagem na transição para o BIM, que acarretaria maior trabalho e investimento, com a mesma ou menor remuneração. Nessas situações, basta dizer que todas as premissas do projeto integrado estão longe de serem atingidas.

Outro ponto de vista encontrado enxerga a origem do problema no canteiro de obras. Afinal, as folhas de projeto são uma documentação para a construção, e enquanto os engenheiros, mestres de obras e afins manterem a tradição das anotações manuais e leituras dos projetos em cabides de folhas impressas, não haverá razão para que se alterem os formatos de entregáveis, e por consequência, os contratos. Ainda assim, num cenário positivo, poder-se-ia reduzir as emissões de projeto para dois momentos: o da aprovação legal, que inevitavelmente ainda passa pela formalização em folhas de projeto adequadas a cada órgão aprovador; e o dos projetos executivos, uma vez que a qualificação da mão de obra e mudança cultural dos canteiros certamente tarda a chegar.

Essa prática já tem encontrado alguns ecos. Um dos escritórios afirma que em determinados contratos conseguem separar os momentos anteriores ao projeto legal, no qual há intensa criação e proposição, com modelos diversos, dos momentos posteriores, marcados pelo desenvolvimento do projeto nas fases tradicionais. Neste formato, pelo menos, eles separam pagamentos mensais para a primeira parte, cujo entregável principal é o projeto legal, e pagamentos contra entrega para o desenvolvimento, cujos entregáveis são as folhas tradicionais de cada etapa (Anteprojeto, Pré-Executivo, Executivo, Liberado para Obra). Já o escritório que era líder de contrato, afirmava que conseguia exercer um controle sobre o processo que permitia a emissão formal de documentos somente no executivo, gerindo o restante das fases internamente pela maturidade do modelo.

Finalmente, a realidade em que o BIM é amplamente aplicado como um processo integrado de projeto, ainda parece estar longe de se concretizar, uma vez que depende da penetração e mudança de toda a cadeia da construção, desde o cliente e seus gerenciadores, até a obra que recebe os modelos finais. Alguns entrevistados afirmaram que certas construtoras têm tomado a frente criando BIM *Mandates* próprios, aos quais os projetistas precisam se adequar, ou exigem a utilização de plataformas de visualização e compartilhamento de informações como o BIMx no lugar das *extranets*. Ainda assim, são casos pontuais, e que também não terão sucesso enquanto permanecer a cultura de achatamento salarial e concorrência predatória dos profissionais de projeto, vivendo uma verdadeira ironia na qual exige-se mais qualificação e investimento em infraestrutura, com o mesmo retorno e prazos eventualmente ainda menores.

3.3.5 Estrutura organizacional

Uma questão que surgiu no decorrer das entrevistas foi acerca da estrutura organizacional das empresas. Estão sendo discutidas duas formas de conhecimento, por um lado aquele operacional do uso do BIM, por outro aquele mais profundo decorrente das análises ambientais, que exigem maior formação. Os escritórios tendem naturalmente a se organizar de maneira que a maioria das decisões e conhecimentos relacionados a gestão, processos e contato com as partes interessadas fiquem concentradas em poucos membros chave. Abaixo destes são contratados arquitetos com funções meramente operacionais e facilmente substituíveis. Em muitos casos esta base da pirâmide tende ainda a ser achatada havendo pouca distinção, em termos organizacionais, entre membros mais e menos experientes, sob o pretexto de um ambiente horizontal e colaborativo.

Ironicamente, para a base da pirâmide organizacional exige-se competência na modelagem da informação, ou melhor, na manipulação dos *softwares* com atribuições BIM, que como mostrou-se até então, são entendidos como ferramenta. Permanecendo nesta condição, muitas vezes a alta gerência ou mesmo os fundadores dos escritórios não utilizam os softwares nem compartilham de novas metodologias, de modo que as fases iniciais, assim como os contratos e todo o

planejamento estratégico tendem a permanecer atrelados aos paradigmas tradicionais de projeto.

Uma exceção foi encontrada em uma empresa tradicional, mas que possuía uma liderança jovem e inovadora. Neste caso, diferentemente das outras, foi criado um centro de serviços internos, liderado pelo BIM Manager, e responsável por toda a inovação tecnológica, seja na implementação do BIM em todo o processo, treinamento dos arquitetos assim como desenvolvimento de rotinas para simulações ambientais em nível preliminar nos estudos. Ainda que os conhecimentos da operação de software sejam mais facilmente difundidos entre os integrantes, aqueles relacionados à modelagem ambiental ainda são restritos aos poucos que obtiveram alguma formação ou orientação no assunto, gerando uma eventual sobrecarga sobre o centro de serviços.

Dessa maneira nota-se como a estrutura organizacional também influencia na implementação do BIM como um processo integrado nos escritórios. A setorização entre as competências gerenciais, das operacionais, e daquelas relacionadas as simulações ambientais, cria um ambiente de trabalho fragmentado, com especialistas internos, que poderiam compartilhar, num cenário ideal, de um mesmo arcabouço de conhecimentos, eventualmente em equipes mais enxutas, mas na realidade permanecem cada qual na sua zona de conhecimento.

3.3.6 Implementação do BIM

Percebeu-se que o BIM raramente penetra as fases iniciais do projeto e seu valor está mais associado às fases de desenvolvimento e compatibilização. Ele ainda é visto como uma inovação tecnológica ferramental, atuando como um modelador 3D com rotinas automatizadas e, como mostrou-se nos pontos anteriores, trouxe poucas mudanças práticas na forma de gestão dos projetos. Outro ponto importante é que em alguns casos a sua implementação derivou de uma exigência por parte do contratante, e não por iniciativa dos arquitetos e projetistas.

Essa característica apresenta outro contra senso de que a exigência por parte do cliente parece se aplicar mais aos arquitetos que às outras disciplinas, uma vez que

muitos entrevistados apresentaram ainda dificuldade de trabalhar de forma integrada, principalmente com projetistas de instalações. Ainda que o cliente exija o BIM, não necessariamente ele possui a estrutura para extrair as informações necessárias e gerenciar os modelos, criando situações híbridas de modelos complexos de arquitetura com as outras disciplinas sobrepostas como desenhos 2D em vistas específicas.

Ainda assim, encontra-se uma integração interna ao escritório relevante, pois o modelo conectado em rede possibilita que mais de um profissional trabalhe simultaneamente e que haja oportunidade de visualização e discussão antecipada de uma série de questões, principalmente quando utiliza-se o BIM desde o início do projeto, mesmo para os estudos.

Outro aspecto relevante foi o seu elevado e crescente custo de implementação e manutenção, onerando os escritórios com licenças anuais e equipamentos capazes de dar suporte ao software. Segundo um dos entrevistados, para alguns escritórios o BIM pode ser inviável, pois os custos dificilmente são repassados ao cliente, que não está preocupado com a forma como o projeto é realizado e sim a entrega da obra concluída. O que não fica evidente é que ao utilizar-se essa metodologia os projetos tendem a ser mais robustos e completos, desonerando a obra de eventuais problemas, e para tanto exige maior profissionalização e, conseqüentemente, maior valor de projeto. No entanto, ao que tudo indica, permanece a cultura do mercado de projetos rápidos e obras lentas, não o oposto. Dessa maneira, um dos desafios da implementação efetiva do BIM, também é o da remuneração adequada da cadeia de projetistas.

3.3.7 Simulação ambiental

Defende-se nesta pesquisa que as simulações deveriam ser realizadas desde o início do projeto pelos próprios arquitetos. Inicialmente, deve-se reforçar a dificuldade de se encontrar escritórios de arquitetura que tivessem declaradamente a questão ambiental como proposta de valor, e dentre estes, aqueles que realizavam simulações eles mesmos no processo de projeto.

De fato, alguns escritórios possuíam arquitetos, em geral os sócios ou BIM Managers, capacitados em cursos no exterior, para realizarem as simulações. Nestes casos elas eram feitas realmente no início do processo. No escritório de maior porte que estava ainda implementando os processos, as simulações eram focadas no desempenho lumínico para atendimento à ABNT NBR 15.575. No escritório da E8, eram realizadas simulações de iluminação natural, térmica e ventilação natural, entendidas como definidoras da forma e do partido do edifício, já no E6 de menor porte, elas eram também vistas como ferramentas indissociáveis do processo de projeto, abordando também a questão da especificação dos materiais, emissão de compostos voláteis e ciclo de vida.

Dentre todos estes entrevistados, nenhum deles utilizava as ferramentas embutidas nos softwares BIM, Revit ou Archicad, para realizar as análises. Em geral a geometria era exportada para outros programas, cada qual com a sua finalidade, havendo um desafio considerável da interoperabilidade, o que também justifica a simulação nas fases iniciais, quando os modelos são menos detalhados, compostos por volumes, aberturas, definições de layout e fluxos, já capazes de alimentar as análises para tomada de decisão.

Já em outros escritórios, permanece a compreensão intuitiva das questões ambientais, para as quais, em tese, o arquiteto já está apto a propor por meio da “boa arquitetura”, que sob o ponto de vista deles, nas últimas décadas tem encontrado soluções sustentáveis, sem a necessidade de maior complexidade de mensurações ou simulações, ou mesmo a noção de que, hoje em dia, a tecnologia resolve estes problemas de forma muito simples, basta saber usar o software.

Finalmente, ocorre o surgimento de novos agentes na cadeia de projetos, representados pelos consultores ambientais. Estes vêm suprir o déficit de formação dos arquitetos nas questões relacionadas à física das construções. Deve-se distinguir de antemão este profissional, dos consultores de sustentabilidade, que possuem um enfoque no processo para certificação. Este profissional ganhou força principalmente diante das exigências, ainda brandas, da norma de desempenho, e da falta de qualificação dos arquitetos para atendê-las. Idealmente a consultoria seria contratada

desde o início do projeto, definindo diretrizes nos estudos iniciais e validando-as durante o desenvolvimento e detalhamento do projeto.

Dessa maneira são delineados dois pontos críticos. Em primeiro lugar, a consultoria, se contratada somente em fases avançadas, não terá espaço para corrigir eventuais erros no projeto já aprovado. Em segundo, para atingir-se bons resultados é necessário manipular intensamente os modelos de autoria, uma atuação limitada para o consultor quando regido por um contrato transacional, sem fazer necessariamente parte da equipe de arquitetura. Dessa maneira, existe um limite para a atuação de consultorias, mesmo nas fases iniciais, quando o conceito já está aprovado. Idealmente o próprio arquiteto, autor do projeto, deveria validar suas premissas de projeto e contratar as consultorias para empreendimentos de grande porte, ou mesmo como pareceristas voltados a casos mais complexos, mas esta prática esbarra no obstáculo da rasa formação profissional.

Finalmente, dentro das consultorias nota-se uma miríade de softwares cada qual voltado para uma análise específica, mas nenhum deles associado ao BIM. Cada cliente usa um processo de projeto e programa específico, portanto se torna inviável para as consultorias atrelarem-se a determinado software de modelagem. Tal fato somente reforça que uma integração efetiva do processo de projeto nas fases iniciais e eventualmente junto ao BIM, só será realizado se partir dos próprios arquitetos, uma realidade ainda pontual no cenário profissional.

3.3.8 Capacitação profissional

Atualmente existem diversos softwares disponíveis no mercado para várias situações e simulações específicas. Pode-se mesmo encontrar cursos rápidos online e tutoriais com o passo a passo de manipulação dos programas. No entanto, não se deve confundir a habilidade de manipulação do programa com a mudança no processo, e no caso das simulações ambientais, com o conhecimento técnico necessário para compreender os dados de entrada e saída. De nada adianta saber fazer uma simulação, se não há competência para interpretar os dados e transformá-los em soluções projetuais.

Ainda assim, conforme mostrou-se e foi defendido nesta pesquisa, é crucial que os arquitetos possuam domínio destas ferramentas, pois na qualidade de autores poderiam testar diversas variantes de projeto, simular cenários e ganhar uma compreensão mensurável e crítica de suas decisões de projeto, embasando a concepção para o desenvolvimento nas fases posteriores.

Ainda não existe um software que una todas as funcionalidades de modelagem, documentação e análises ambientais. Mesmo que ele existisse, não exime os arquitetos e mesmo coordenadores de buscarem a qualificação neste ramo, que faltou em suas formações. Afinal, trata-se, além da otimização de recursos naturais e soluções projetuais, de uma questão de diferenciação no mercado competitivo, que caminha, cambaleante, mas em direção a um novo paradigma de projeto.

3.3.9 Compatibilização

A compatibilização de disciplinas é uma das grandes promessas do BIM, ao se utilizarem modelos federados cada disciplina deve inserir o seu arquivo num modelo central onde todos podem ter visão instantânea do projeto e suas interfaces. Softwares específicos podem realizar detecção de conflitos e mesmo avaliações por regras. Nesse cenário a compatibilização e verificação seria uma atividade constante do desenvolvimento do projeto.

Essa já é uma realidade notada em parte dos escritórios entrevistados que conseguiram convencer os clientes a contratarem toda a cadeia de projeto em BIM. É também um dos argumentos que sustentam a permanência do processo como excelência nas fases de desenvolvimento, sem penetrarem as fases iniciais. Em especial afirma-se haver ainda dificuldade em encontrar projetistas de instalações prediais que modelem as soluções em 3D, em especial escritórios que trabalham com um viés ambiental dizem ter uma dificuldade adicional, pois há poucos profissionais capacitados para as soluções holísticas e não ortodoxas de subsistemas.

Obviamente, quando somente a arquitetura trabalha em BIM, o ganho é muito menor, e perde-se a integração tão cara ao processo. Mesmo assim permanece uma grande

parcela de projetos híbridos, com arquiteturas em modelos 3D compatibilizando as outras disciplinas pelas tradicionais folhas de projeto em AutoCAD. Nesse contexto o ganho do BIM é mínimo, pois as categorias, regras, e verificações que poderiam ser automatizadas com maior rigor, ainda são relegadas a equipes checando, folha a folha, detalhes e notas.

Outro fenômeno interessante foi o de alguns escritórios serem obrigados a trabalhar em determinado software para que fosse o mesmo utilizado por pelos outros projetistas, fato comum entre usuários de Revit, sob o argumento de uma integração mais efetiva, que coloca em cheque a interoperabilidade garantida pelos IFCs.

3.3.10 Sustentabilidade

O tema da sustentabilidade, conforme demonstrado em 2.2., é amplo e complexo. Concluiu-se no decorrer desta pesquisa, que quando aplicado à arquitetura era mais factível endereçar o conceito como desempenho ambiental, uma vez que na discussão da sustentabilidade existem componentes relacionados à política local e global, assim como questões macro-econômicas e sociais muitas vezes não abordadas pelos projetos. Ainda assim, propositadamente para se testemunhar as diferentes visões sobre o tema, perguntou-se aos entrevistados o significado do edifício sustentável.

A primeira visão compartilhada entre os entrevistados é a de que um edifício sustentável não necessariamente é certificado. A certificação penetrou aos olhos do mercado como uma garantia e um selo de vendas, sendo exigida e imposta pelo contratante, não necessariamente havendo uma integração de soluções real com os projetistas envolvidos, uma vez que o especialista nas pontuações nem sempre possui conhecimento profundo sobre o processo de projeto, ou sobre a física das construções.

Uma vez que a certificação ambiental não garante o edifício verdadeiramente sustentável, uma das alternativas apresentadas é a “boa arquitetura”, principalmente pelos escritórios mais tradicionais. Neste ponto existe uma discussão da proposta de valor da arquitetura: sob esta ótica a preocupação ambiental é inerente, não sendo necessário toda uma mudança de processo para explicitar e mensurar a sua relação com o meio ambiente, uma vez que decisões, principalmente no início do projeto, relativas à implantação, sombreamento e materiais, realizadas de maneira intuitiva ou com análises simples, já garantem um edifício de melhor qualidade. Nesses casos, não há razão para mudanças significativas na fase de concepção.

Em seguida, uma outra vertente tem um discurso mais segmentado sobre o tema. Tópicos relacionados à eficiência energética, resíduos na obra, ciclo de vida e materiais, redução de consumo de água, são vistas como metas atreladas aos selos de sustentabilidades e respectivos consultores, por sua vez a arquitetura atua sobre as questões relacionada a uma abordagem bioclimática, ou seja, uma análise das condicionantes do clima local aliado com o conforto do usuário, expresso principalmente nas modalidades da térmica, iluminação e ventilação natural. Essa postura garantiria um edifício sustentável, que reduz o impacto sobre o meio ambiente e otimiza a qualidade e adaptabilidade para o usuário. No entanto, ainda estão em curso mudanças no processo de projeto e capacitação dos arquitetos para garantirem verdadeiramente estas premissas. Ainda assim, na ausência dos selos, os outros temas podem eventualmente ser subestimados, ou delegados para outros membros da cadeia.

Finalmente, outra abordagem, presente somente em um dos entrevistados foi, em primeiro lugar, a necessidade da conscientização ambiental, que é também atribuição do arquiteto, ao trabalhar com a comunidade em que está inserido. Em seguida, a complementação do termo sustentabilidade por saudabilidade, uma vez que o primeiro se resume a mensurar os aspectos ambientais, não garantindo necessariamente bons edifícios, e o segundo, atende a uma qualidade estendida, conceito associado à saúde do usuário.

É interessante notar que, na maioria dos casos, reina uma postura confortável para o arquiteto em relação às questões ambientais: por um lado, ele já atende a qualquer problema meramente reproduzindo o processo tradicional de projeto, por outro, se diretamente demandado, essa responsabilidade é terceirizada para consultores, coordenadores, ou para os selos de certificação que satisfazem os anseios mercadológicos do investidor. Nesta linha de raciocínio, em última instância, o processo de projeto não precisaria ser alterado, ocorre meramente uma adaptação às ferramentas tecnológicas por motivos de diferenciação competitiva. A discussão da sustentabilidade, seja no seu conceito amplo, ou na redução para o desempenho ambiental, não é vetor de alteração na forma de projetar.

Do ponto de vista da coordenação, utiliza-se com maior veemência as certificações incluindo o atendimento a determinado grau pré-estabelecido, podendo ou não explicitar as metas de projeto a cadeia de envolvidos. Dessa maneira, a preocupação ambiental é somente mais um problema a ser resolvido mediante a integração e contratação dos parceiros certos, no momento certo, uma prática que ainda necessita de aperfeiçoamento

Arquitetos, coordenadores, construtores e incorporadoras projetam e edificam o meio construído, que segue, em sua maioria, repetindo velhos paradigmas. De onde irá partir a mudança? Do mercado consumidor? Do Estado? Do cliente? Infelizmente, em muitos casos, permanece a impressão de um discurso raso, senso comum a respeito da sustentabilidade, reduzida ao consenso da eficiência dos recursos, e mesmo assim, abordado de maneira ainda insipiente.

Poder-se-ia imaginar que um setor que literalmente projeta o futuro, se preocuparia de maneira mais estruturada com esta questão global, que lida com a permanência dos humanos de forma harmônica entre si e com o seu meio. No entanto, no Brasil, diante de uma natureza abundante, quase permanente e uma sociedade desigual e conservadora, não é surpresa que a sustentabilidade penetre, quando muito, como um conceito mercadológico, uma vantagem competitiva, antes de uma preocupação, necessária e urgente, com as decisões projetuais, que pesam e mudam paulatinamente o nosso futuro comum.

3.3.11 Certificação ambiental

As certificações possuem uma finalidade dupla, determinar uma gama de critérios mensuráveis para que os edifícios possam ser categorizados de acordo com o grau de impacto no meio ambiente, assim como vender esta categoria para fins de diferenciação e valorização. Por este binômio, aposta-se que o mercado adotaria medidas mais responsáveis e produziria edifícios melhores. Conforme mostrou-se no tópico 2.2.5., ainda é discutível o quanto edifícios certificados realmente reduzem o impacto ambiental, principalmente nas categorias menos restritivas, que são atingidas com pouco esforço.

Pelas respostas dos entrevistados, nota-se que as certificações são tradicionalmente exigidas pelo empreendedor, aquém da expertise dos projetistas e para a qual é contratado um consultor, que atua como um especialista de aprovação legal, mas neste caso, submetendo o projeto a um órgão privado, eventualmente internacional. Arquitetos e outras disciplinas exercem um papel passivo de atendimento ou não a requisitos pré-determinados.

Muitas críticas foram tecidas a respeito dos sistemas de certificação, de como eles não garantem por si estratégias de projeto melhores, ocasionando geralmente em medidas mitigadoras ou referenciais que não se aplicam à realidade brasileira. Ainda assim, deve-se ressaltar uma leitura alternativa, que, apesar do viés comercial e importado, o selo é uma ferramenta de gestão para a qual houve ampla aceitação, e trouxe a sustentabilidade, ainda que de maneira limitada, para a mesa de discussão dos incorporadores e do mercado em geral. Deve-se acreditá-lo neste aspecto.

Tampouco é de responsabilidade da certificação que os arquitetos, coordenadores e outros projetistas tenham em seu arcabouço propositivo soluções integradas e ambientalmente responsáveis. Afinal, pode-se existir edifícios ambientais sem selos de certificação, este não deve ser responsabilizado pela falta de capacitação dos profissionais.

Obviamente a baixa restrição do selo e seu apelo de marketing são convites para a sua ampla aceitação, que também se apoia na branda legislação local a respeito do desempenho das edificações.

3.3.12 Legislação

É natural imaginar que a legislação desempenha um papel fundamental na implementação de mudanças permanentes na cultura construtiva em determinado contexto social. Ainda assim, mesmo discutindo sobre temas contemporâneos como BIM, sustentabilidade, desempenho e fases de projeto, poucos entrevistados se basearam nas normas vigentes para apresentar suas visões.

De partida, em nenhum momento foram citados manuais de escopo ou mesmo as normas que determinam as fases de projeto, em alguns casos houve até desconsideração da existência delas, denotando que este conhecimento ainda é passado de maneira intuitiva, pragmática e enviesada entre os profissionais.

Um entrevistado chegou a mencionar a mudança no processo de projeto ocasionada pelo aprova rápido, sistema digital de obtenção de alvarás da prefeitura de São Paulo, e pelo projeto simplificado, para o qual somente é necessário representar a volumetria da edificação. Diferente do que se imagina a princípio, essa mudança tornou os projetos mais complexos, pois é necessário validar a volumetria com maior velocidade e precisão para que, no desenvolvimento, não se obtenha um invólucro que não comporta as funções do edifício. Observa-se como uma ação legal gera uma efetiva alteração no processo de projeto, segundo o entrevistado, obrigando a entrada antecipada das disciplinas de instalações e estruturas. Obviamente, por outro lado, escritórios pouco estruturados ou irresponsáveis têm uma facilidade maior de gerarem uma gama de projetos mal concebidos.

É interessante que, na maioria dos casos, a norma de desempenho não foi associada ao edifício sustentável, indicando uma cisão entre as questões relacionadas a conforto, e as de eficiência dos recursos ambientais, como normalmente é travestido o termo. Já para os profissionais que realizavam simulação, predomina o

entendimento que atendendo aos requisitos normativos, tinha-se, em grande parte, um edifício sustentável.

Mesmo assim a norma tem impulsionado o mercado de simulação, ainda que os limites mínimos a serem garantidos sejam brandos. Observa-se como o mercado é obrigado a responder às regulamentações setoriais, sendo este obviamente o caminho mais garantido para uma mudança efetiva da prática projetual. Desta maneira permanece a questão de qual seria a possível mudança com uma norma mais rigorosa e efetiva.

Finalmente, em relação ao BIM, ele ainda é entendido majoritariamente como uma tendência de mercado, uma ferramenta de diferenciação como mostrou-se até então, havendo também pouco respaldo normativo, até mesmo porque a versão mais atual da norma que cria as *omniclass* foi publicada em 2020. Uma ação efetiva poderia ser implementar a obrigatoriedade do BIM para aprovação de projetos, no entanto, esbarraria na questão de formatos, da capacidade técnica das prefeituras de receber os modelos, e mesmo no incentivo a uma concorrência injusta que favoreça a poucos, no contexto brasileiro de falta de estruturação da prática profissional.

Pode-se concluir desta maneira que as normas e leis setoriais exercem um importante papel na estruturação do mercado, mas caminham cada uma no seu tempo, e permanece ainda uma cultura mista de atendimento a determinadas normas e ignorância de outras.

3.3.13 Especificação de materiais

Essa pesquisa defendeu a antecipação de informações críticas para a tomada de decisão, sendo uma das estratégias a utilização de softwares de modelagem BIM como um grande banco de dados, sendo os materiais de construção parte deste universo. Esta especificação ganha ainda mais importância quando são considerados os aspectos ambientais, em especial o conforto térmico e lumínico, para os quais toda a envoltória da edificação, e acabamentos internos terão influência. Obviamente não se propõe que seja definido de antemão o fornecedor a ser utilizado, algo que em

muitos casos seria inviável. Mas, poder-se-ia ter as características principais de desempenho, já minimamente estimadas.

Em geral, relacionado aos materiais, os entrevistados se remetem à norma de desempenho, em suas especificações técnicas e relativas à durabilidade. É inusitado que no próprio modelo BIM todos os componentes possuem campos que podem ser preenchidos com as propriedades físico-térmicas dos materiais, nomes, fornecedores custos e afins, mas, parece predominar que este é um momento separado do modelo, utilizado para retirada de quantitativos que depois são complementados em planilhas à parte. Novamente o BIM é utilizado mais como um modelador e menos como um modelo composto de informações técnicas. Em última instância, famílias poderiam ser criadas, alimentadas e armazenadas em grandes bancos de dados, no entanto, como disse a consultora, que manipula diversos modelos de escritórios distintos, “nunca vi esses campos preenchidos”

Outra visão que poderia impulsionar esta especificação é a de custos, todavia, este também é um tópico aquém do BIM, e mais ainda dos arquitetos. Em suma, para os entrevistados não faz sentido antecipar este tipo de informação, os materiais são entendidos como parte do conceito e do sistema construtivo, pensados holística e intuitivamente e serão validados posteriormente.

3.3.14 Análise de ciclo de vida

Demonstrou-se no capítulo 2.2.1., que o impacto ambiental da construção civil no Brasil está mais atrelado à energia incorporada na extração, produção e transporte dos materiais, do que propriamente dito no uso da edificação, uma vez é necessária pouca calefação nos ambientes e o país possui uma matriz energética predominantemente renovável.

Nesse sentido, os arquitetos têm um papel de destaque, afinal são os agentes da cadeia que especificam os materiais utilizados no projeto. Assim, ainda que sob o viés dos selos de eficiência energética a análise de ciclo de vida tenha menor peso,

efetivamente, ela possui uma grande responsabilidade quando se vende um “edifício verde”.

No entanto, a maioria dos entrevistados não tinha conhecimento do que se trata uma análise de ciclo de vida, usualmente confundindo-a com aspectos de durabilidade ou manutenção. Permanece o contra senso: uma preocupação com placas solares, lâmpadas LED, equipamentos com selos de eficiência, mas não se faz ideia e onde vem o material especificado, qual distância ele percorre, como foi produzido. Um dos entrevistados, o escritório mais estruturado, afirmou conhecimento do termo e até haver realizado uma análise semelhante, em termos de logística de obra, para a escolha de um terreno para construção. A arquiteta afirma realmente ser possível inserir essas informações nas famílias do projeto, ainda assim, ela acredita que aos olhos do mercado isto não teria valor.

Aqui há um claro exemplo de uma medida que teria um impacto ambiental relevante, mas é desconsiderada por ser invisível, sem um apelo estético, nem um retorno financeiro direto em termos de uso e manutenção. Assim, está cristalino, não se tomam decisões a favor do meio ambiente, mas sim, aquelas que geram algum retorno para o empreendedor.

3.3.15 Relação com a obra

Finalmente, o tema da relação com a obra surgiu de maneira tímida entre os entrevistados. Somente em um caso mostrou-se a utilização do BIM como ferramenta de visualização para visitas in loco, e em outro, a realização de medições para validação de estratégias de projeto relacionadas ao desempenho.

Predomina ainda uma relação em que a obra faz parte da construtora e desempenha seu papel no final do processo, distanciando-se da suposta integração e antecipação dos agentes, conforme visto nos modelos de projeto integrado.

Ainda assim deve-se ressaltar que na obra residem dois pontos críticos para esta pesquisa. O primeiro, enquanto o canteiro permanecer com o modelo de atuação

baseado em folhas de projetos e análises manuais, o BIM perderá força na cadeia e seus frutos serão parcialmente colhidos. O segundo, enquanto não houver uma retroalimentação para verificar se as metas de desempenho foram ou não atingidas na ocasião da construção e operação, medidas por meio de avaliações pós ocupacionais, não se pode ter certeza de que os projetos estão realmente gerando um impacto positivo no conforto do usuário e no meio ambiente. Os modelos virtuais devem se aproximar mais da realidade.

4 DISCUSSÃO

4.1 O PROCESSO DE PROJETO

Conforme se afirmou no tópico 2.1, o projeto pode ser entendido como um processo integrante da atividade de construir, com diversas óticas de análise e potencial para melhorias. No entanto, com base no estudo de caso, nota-se que esse processo ainda segue modelos rígidos de produção, hierarquizados, setorizados e com grandes blocos de informações, ocasionando espera entre fases e falta de integração.

Percebe-se que o esforço do manual de escopos em definir fases mais robustas, com entregáveis mais detalhados, obteve pouca penetração. Já a norma mais atual da atividade técnica de projetos (ABNT NBR 16.636/2017), apresentou maior correspondência com a prática profissional: nela, as disciplinas ainda seguem temporalmente defasadas, há pouca integração nas fases iniciais, o marco do projeto é o projeto legal e não há uma fase de compatibilização – ela ocorre a partir do anteprojeto em diante.

Ainda assim, deve-se destacar que cada escritório usava nomes e momentos particulares para a diferenciação de cada fase de projeto e respectivos entregáveis. Além disso, contratos e precificações continuam se baseando sobre os entregáveis tradicionais, sem grandes alterações com a utilização do BIM.

É interessante contextualizar que Huovila et al. (1997) apontavam as deficiências decorrentes de uma prática de projeto segmentada, sem levar em consideração as dimensões do projeto como conversão, como fluxo de informações e como valor. Na prática, viu-se que essas dimensões são consideradas, mas por agentes distintos. As atividades de conversão foram centralizadas nos projetistas, já as relacionadas ao fluxo de informações, inspeção e garantia de qualidade, nos coordenadores, geralmente prepostos do cliente. Ocorre um movimento de intensa especialização, mesmo internamente aos processos da arquitetura, havendo arquitetos que realizam desde tarefas meramente de operação do *software* (aliás, a grande maioria), até alguns poucos que lidam com a gestão do processo de projeto em si e ainda realizam as funções de conversão, contato e atendimento de requisitos dos clientes.

Nesse sentido, notou-se que a própria estrutura organizacional pode, muitas vezes, gerar um descompasso no fluxo de informações, capacitação e mesmo na geração de inovações e mudanças na cultura de projetos. Percebeu-se que geralmente os níveis mais inferiores da cadeia utilizam o BIM como uma ferramenta de modelagem, mas os níveis superiores mantêm a sua prática tradicional de projeto, seja voltada à conversão por meio de croquis, desenhos 2D ou no trato das informações gerenciais e dos requisitos de clientes. Soma-se a essas questões o fato de que a obra ainda exige documentação em papel nos formatos tradicionais e, com isso, acaba congelando as eventuais mudanças nos entregáveis de contrato.

Diante deste cenário, a visão de que, conforme Eastman et al. (2014), o BIM seria um vetor de mudança nas fases iniciais, antecipando decisões, e alterando até a remuneração dos projetistas, ainda é uma realidade distante. Há um eventual aumento de eficiência nos projetos, em decorrência de rotinas automatizadas que o programa proporciona. Mas, essencialmente, o planejamento de projeto e grande parte de seus processos, principalmente nas fases iniciais, seguem inalterados.

Evidenciou-se como algumas atividades, que são essenciais para o projeto integrado e para a valorização das fases iniciais, estão dissociadas da prática projetual. É o caso dos estudos de viabilidade, de definição do produto e do programa de necessidades. Ironicamente, mesmo dentro do cenário de grande especialização, não se encontrou, mesmo dentre gerenciadoras, uma prática madura e estruturada para a realização de programas de necessidades, uma disciplina em si, conforme afirma Kowaltowski (2009). A lacuna foi parcialmente preenchida por consultores de sustentabilidade em busca do aceite de selos específicos, no entanto, a outra ponta do processo, que abrange as Avaliações Pós-Ocupacionais (APO), é ainda menos realizada, gerando uma falta de retroalimentação e validação das decisões, conforme afirmado por Gonçalves (2015).

As definições do produto, com a finalidade de se atingir determinada viabilidade econômica, costumam ser fixadas pelas construtoras e incorporadoras com base em planilhas e critérios próprios. Já os requisitos de projeto são delegados aos

coordenadores, guardiões dos interesses do contratante, cabendo aos demais projetistas seguir um fluxo predominantemente unidirecional de avanço do projeto.

Sem a integração das fases de pré-projeto e com os formatos de contrato congelados, inviabiliza-se a prática do processo integrado preconizado pelo AIA e descrita por Abaurre (2014) e Grilo e Melhado (2002). Na verdade, após quase duas décadas, o projeto simultâneo apresentado por Fabrício (2002), que valorizaria as fases iniciais por meio de paralelismo e colaboração, ainda não é uma realidade recorrente.

Há, no entanto, indícios do sucesso desse modelo, e da hipótese desta pesquisa, uma vez que os escritórios que realizavam análises ambientais estruturadas no início do projeto tendiam a valorizar essas fases e a fundir o anteprojeto com o estudo preliminar, mesmo sem a utilização do BIM. Em um caso envolvendo um escritório de arquitetura com equipes de engenharia internas, que eram também donos do contrato, atingia-se práticas mais eficazes de integração, modelagem da informação e projetos complexos, que atendiam a exigentes critérios de desempenho para finalidades industriais, comerciais e institucionais.

Assim sendo, vê-se que há um verdadeiro ganho para o empreendimento e para as partes interessadas em criar o que se chamou no tópico 2.1.5. de uma robusta fase de concepção. Percebe-se um movimento nessa direção, o qual, no entanto, esbarra no arranjo tradicional do mercado e na cultura de diversos agentes, muitas vezes desatualizados, que repete estruturas organizacionais congeladas, assim como formatos de contratação – e, conseqüentemente, de projeto – que poderiam ser mais eficientes e eficazes.

Não se deve descartar outro obstáculo chave para a mudança desse processo, qual seja, a capacitação dos projetistas, tanto para a gestão, quanto para a compreensão da física das construções, dois aspectos centrais que permitiriam a consolidação de novos paradigmas de projeto.

Finalmente, pode-se afirmar que, a despeito da mudança no processo de projeto defendido por Eastman et al. (2013), e mesmo por guias e manuais do assunto, o BIM

é um fator secundário, pelo menos no Brasil, onde há muitos outros obstáculos a serem superados antes mesmo da capacitação dos profissionais.

4.2 SUSTENTABILIDADE E CRITÉRIOS AMBIENTAIS

No tópico 2.2, demonstrou-se como o amplo tema da sustentabilidade se refletia sobre o universo da construção civil e, especificamente, da arquitetura. Mostrou-se segundo os relatórios do IPCC (2014) a responsabilidade do setor sobre o impacto ambiental global, assim como a oportunidade de intervenção dada a escala de atuação da construção mundialmente.

No estudo de caso, o edifício tido como sustentável foi objeto de diferentes interpretações. Notou-se, em alguns casos, claros paralelos com Magalhães (2010), que afirmava ser a preocupação com o meio ambiente algo já incorporado na arquitetura, mas desta vez chamada pelos arquitetos mais tradicionais de “boa arquitetura”, um conceito que representa uma prática tradicional de projeto, desde os cânones modernos, contendo em si componentes ambientais suficientes.

Houve também aqueles que seguiam abordagens relacionadas aos conceitos da bioclimática de Olgay (1962), realizando avaliações de conforto junto ao projeto, cada qual com ferramentas próprias, geralmente com metodologias importadas de especializações em outros países. Além disso, encontraram-se alguns praticantes implantando centros de serviço internos, com *softwares* de rápida visualização, para tomada de decisão conforme desenvolvido por Mackey (2010). Não existe uniformidade na abordagem desse tema e nota-se que as soluções mais bem sucedidas vieram acompanhadas de mudanças na gestão dos contratos e no processo de projeto.

Há certo consenso quanto à capacidade de influência da arquitetura sobre o impacto ambiental do edifício e no sentido de que as tomadas de decisão a esse respeito ocorrem em grande parte no início do processo de projeto, sobre temas relacionados à implantação, cor, forma, orientação, sombreamento e tantos outros, conforme descritos por Lechner (2015), que poderiam, sozinhos, gerar uma economia de energia de até 60% em relação a padrões tradicionais norte-americanos. Ainda assim,

o enfoque energético mostrou-se minoritário, havendo maior preocupação seja com as questões relacionadas a conforto exigidas por norma, seja com a economia de recursos como um todo, tendo em vista benefícios a longo prazo para o contratante.

Nesse aspecto, há correspondência com Agopyan e John (2011) e Godoi (2011) que afirmavam ser mínima a redução do impacto ambiental, em termos de emissão de carbono e energia, somente por meio das soluções de eficiência dos equipamentos ou melhorias relacionadas ao conforto das edificações, dada a matriz energética renovável do País. Contraditoriamente, a preocupação com a especificação dos materiais conforme o seu ciclo de vida se mantém minoritária e, muitas vezes, mal compreendida, confundida com requisitos de durabilidade.

Em geral, no entanto, notou-se pouca mudança no processo de projeto oriunda de uma preocupação com critérios ambientais. Na verdade, esses critérios assumiam diferentes traduções conforme o intérprete que os lia e, geralmente, eram compreendidos como problemas com soluções já existentes, da responsabilidade de consultores externos, por meio de simulações específicas subcontratadas ou das certificações. Nesse aspecto, lembra-se das considerações de Kemp (2007), que afirma que a sustentabilidade é interpretada de maneira diversa por cada praticante e evita pontos conflitantes, permanecendo em assuntos já amplamente discutidos, como a redução do consumo de energia, água, resíduos, dentre outros.

O aspecto social foi mencionado por uma minoria, o que revela se tratar de faceta da sustentabilidade majoritariamente ignorada no âmbito da construção civil. Nesse sentido, a definição de “edifício ambiental”, proposta por Gonçalves e Bode (2015) em lugar de “sustentável”, mostra-se mais adequada ao cenário prático.

Os selos internacionais continuam desfrutando da posição de referenciais do mercado para a sustentabilidade, sendo geralmente contratados pelos empreendedores com a finalidade mercadológica (AGOPYAN e JOHN, 2011; GONÇALVES, 2015; HARRIS, 2015, GODOI, 2011). Como se viu no tópico 2.2.5., os selos apresentam uma miríade de critérios, muitos deles passíveis de serem atendidos nas fases iniciais de projeto. Entretanto, esse conhecimento não é refletido ao âmbito dos projetistas, permanecendo recluso aos consultores especializados em pontuações.

Outras formas de certificação nacionais, como os selos da CEF ou as etiquetas PROCEL-Edifica, assim como os respectivos métodos e *softwares* nacionais, tal qual defendidos por Lamberts et al. (2015), não foram mencionadas. Houve alguma referência à norma de desempenho como impulsionadora de simulações, mas ainda com requisitos brandos no que diz respeito ao conforto.

Dessa forma, neste tópico, presencia-se uma tendência de setorização do mercado, separada nas seguintes categorias: em primeiro lugar, os consultores de desempenho e conforto, que realizam as simulações e fornecem laudos para os projetos; em segundo lugar, os consultores de sustentabilidade, que atendem às pontuações de certificações; e, por fim, os arquitetos, que geralmente não possuem capacitação para realizar nenhuma dessas tarefas, mantendo-se na sua prática tradicional. A integração de todas as partes, assim como as tarefas relacionadas aos contratos, aos requisitos do cliente e ao programa de necessidades ficam a cargo dos coordenadores e gerenciadoras, empresas externas contratadas pelo cliente, que podem ou não também dar andamento às questões de viabilidade financeiras e custos, com ou sem a participação das construtoras.

Conclui-se, pois, que a discussão da sustentabilidade gerou uma mudança real no mercado, fomentando o surgimento de novos agentes. Contudo, ela não caminha em direção à integração ou à inovação de soluções e processos – pelo contrário, adotou-se o caminho da terceirização de responsabilidades e da setorização. Nesse arranjo, a sustentabilidade tampouco é um impulsionador a favor de tornar as fases iniciais de projeto mais robustas e eficazes.

4.3 BIM E SIMULAÇÃO

O terceiro ponto de apoio desta pesquisa diz respeito à influência do BIM nas fases iniciais, que se supunha maior quando associado o seu uso às ferramentas de análises ambientais. Viu-se diversas abordagens sobre o tema no tópico 2.3., com ênfase em questões de interoperabilidade, buscando-se a exportação das informações dos modelos BIM para cada *software* específico de análise, segundo critérios próprios, em favor de uma integração e visualização veloz dos resultados

para tomada de decisão antecipada. Mas, a julgar pelos resultados do estudo de caso, ainda há muitas lacunas a serem preenchidas na realidade profissional brasileira até que se alcance a efetiva integração desses elementos.

Em primeiro lugar, o BIM ainda está em implementação. A partir do estudo de caso, viu-se empresas jovens e tradicionais galgando passos para integrá-lo ao processo de projeto, quando muito, nos últimos sete anos, sendo que algumas delas nem sequer utilizam os *softwares*. Diferentemente do que ocorre no hemisfério norte, os custos para implementação do BIM no Brasil são elevados e não são repassados aos clientes, o que impacta ainda mais a frágil estrutura organizacional e financeira dos escritórios, muitas vezes de forma a invalidar a utilização desses programas.

Na maioria dos casos, o BIM segue sendo utilizado mais como um modelador 3D automatizado do que como um banco de dados ou um processo estruturado de projeto. Ainda que Jalaei e Jrade (2014) demonstrem que o primeiro passo para as análises integradas seja a criação de famílias com propriedades ambientais específicas, não se encontrou, em nenhum dos entrevistados, mesmo naqueles que realizavam estudos ambientais, a utilização do BIM aliada à inserção de informações termofísicas, climáticas, de ciclo de vida ou relacionadas a custo e desempenho diretamente nas famílias dos componentes do projeto.

Segundo Scheuter e Thessling (2009) e Eastman (2011), a velocidade da modelagem de informação, a facilidade de leitura e sua retroalimentação pelas análises ambientais são fatores essenciais para as fases iniciais. Ironicamente, por essa lógica e dentro dos parâmetros da prática vigente, faz pouco sentido utilizar o BIM no início do projeto, uma vez que existem modeladores 3D mais velozes e intuitivos e as análises serão realizadas de qualquer maneira por *softwares* externos e empresas subcontratadas. Além disso, nessas fases, as interfaces com as outras disciplinas são mínimas e traduzidas por meio de textos e relatórios, podendo até mesmo permanecer em todo o ciclo do projeto no formato 2D, a depender da vontade do cliente de contratar os outros projetistas em BIM.

Os arquitetos também não possuem conhecimento amplo da física das construções e delegam essa reponsabilidade ou para os fornecedores, que deveriam testar seus

produtos e sugerir as melhores opções e conformidade com as normas, ou para consultores externos, que realizam os laudos dos modelos já concebidos, muitas vezes sem a possibilidade de alterações. Dessa maneira, mesmo que houvesse *softwares* integrados de modelagem ambiental ou que fossem fornecidas as informações em fichas ambientais dos produtos, a maioria dos profissionais não saberia transformá-las em soluções de projeto integradas à concepção. Nota-se que ainda falta um ecossistema de projetistas capacitados, fornecedores e mesmo regulamentação setorial para fomentar uma mudança efetiva no processo de projeto. Na maioria dos casos, há simulações contratadas pelo empreendedor, em fases intermediárias ou avançadas do projeto, para validar critérios mínimos da norma de desempenho (ABNT NBR 15.575/2013).

Souza (2009) aponta para a polarização entre a prática dos arquitetos e a dos especialistas em física da construção, cada qual com seu paradigma de projeto e até mesmo uma diferente estrutura mental para resolver problemas. A atuação dos físicos da construção, na figura dos consultores de desempenho e sustentabilidade, tomou certo impulso nos últimos anos, mas permanece majoritariamente circunscrita no âmbito acadêmico (FIGUEIREDO, 2009). Há *softwares* e métodos brasileiros, (LAMBERTS et al. ,2015; e MENDES et al. 2005) mas são pouco utilizados e difundidos, como foi verificado na prática dos entrevistados. As empresas consultoras utilizam métodos e *software* próprios, sendo desnecessária a integração com o BIM, pois cada cliente usa um programa e um processo distinto de projeto e gestão da informação. O cenário é tal que acaba sendo mais prático consultar os modelos e recriá-los em cada *software*, conforme cada finalidade específica contratada, do que fazer uso da integração proporcionalizada pelo BIM.

Dessa maneira, observou-se uma excitação no meio acadêmico diante da potencial integração entre o BIM e as análises ambientais a empoderar arquitetos nas fases iniciais de projeto, mas não houve correspondência com a realidade local. Encontraram-se escritórios que realizam simulações, também com metodologias próprias e reconstrução dos modelos em *softwares* de análise específicos. Geralmente, as simulações são realizadas nas fases iniciais, momento no qual há maior liberdade de intervenção, mas que obrigatoriamente se tornam mais robustas pela necessidade de se levar em consideração uma série de critérios.

É interessante notar que a implementação das análises ambientais em alguns casos era de responsabilidade do *BIM Manager*, um novo agente no processo. No entanto, elas não eram realizadas em BIM e foram poucos os casos em que havia algum processo de interoperabilidade em desenvolvimento.

Na verdade, configura-se um cenário no qual tanto o BIM quanto as simulações são encarados pelos arquitetos como inovações tecnológicas, ficando a cargo de uma espécie de centro de serviços interno dos escritórios, responsável por questões relacionadas a *softwares*, processos e afins. Essa visão e prática é compreensível no contexto incipiente de implementação de ambas as mudanças, mas revela uma séria limitação de inovação, pois, sem adentrar os aspectos gerenciais e processuais, tanto o BIM quanto a simulação serão encarados, dentro ou fora do escritório de arquitetura, como serviços separados do processo de projeto.

5 CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os termos BIM e sustentabilidade no âmbito dos projetos já circulam no mercado há algum tempo. Esta pesquisa atingiu seus objetivos ao compreender como a união desses dois grandes conceitos, poderia influenciar os processos de projeto, gerando melhorias, inovações e até mesmo novos paradigmas da prática profissional, tendo em vista mudanças processuais focadas principalmente em tornar as fases iniciais mais robustas, integradas com antecipação e validação das decisões de projeto.

Inicialmente foi necessário buscar na bibliografia existente as noções vigentes do processo como um projeto e, principalmente, analisar detalhadamente as suas fases. De partida, notou-se que diversos autores (MELHADO, 1994; HUOVILA et al., 1997, FABRÍCIO, 2002; EASTMAN et al, 2011) já defendiam melhorias no processo de projeto e destacavam a influência direta dele na qualidade do produto final, além de enfatizarem as fases iniciais, por serem as que contêm maior poder de influência nas tomadas de decisão.

A partir da análise do desenvolvimento das normas de projeto (ABNT NBR 6.492/1992, 13.531/1995, 16.636/2017) e da sua interação com momentos históricos da formação dos arquitetos (SILVA, 2010; SEGNINI 2002), viu-se como a prática de projetos nasce centralizada no papel da arquitetura, em uma prática artesanal, responsável por critérios espaciais e legais, com definições de fases muitas vezes dúbias, para se conformar como um processo que formaliza estruturas hierarquizadas, sequenciais, com pouca integração entre disciplinas e defasagem de informações.

Tanto o BIM quanto a sustentabilidade geraram pouca alteração nos processos de projeto em âmbito legal e normativo, refletindo uma lógica na qual as fases de executivo e compatibilização são mais morosas, complexas e têm maior valor em relação às fases iniciais, as quais, por sua vez, são mais rápidas, simplificadas e têm menor valor relativo e agregado. Percebeu-se que o momento de definição do produto e dos requisitos de projeto é menos estruturado e os estudos de viabilidade opcionais são voltados principalmente para restrições legais.

Assim, notou-se logo de início que a própria hipótese desta pesquisa estava em contramão com as práticas atuais do mercado. A necessidade de mudança, porém, foi respaldada pelos autores estudados. Considerando que o processo de projeto é complexo, envolve diversas disciplinas, interesses e agentes distintos, muitas vezes conflitantes, é essencial reduzir-se as incertezas tanto quanto possível. Para esse fim, a contribuição das fases iniciais seria tanto mais bem sucedida, quanto melhor fosse a antecipação e integração das tomadas de decisão. Dessa forma, mostrou-se como essa integração já era defendida e praticada na indústria pelo conceito da “engenharia simultânea” (FABRÍCIO, 2002). Contudo, mostrou-se que a aplicação desse conceito na prática da construção civil ainda estava muito aquém da sua real extensão.

Um intento de renovação na prática projetual foi encontrado nas noções do IPD dos manuais americanos da AIA, defendendo o BIM como uma parte chave do processo de projeto e adotando critérios ambientais como impulsionadores. No entanto, viu-se que o sucesso do projeto integrado está fundado em uma mudança nas formas de contratação (GRILO e MELHADO, 2002) e, em última instância, também de relacionamento, uma vez que se baseia na confiança e colaboração entre as partes interessadas, que naturalmente se reflete em alterações nas fases de projeto e nos respectivos entregáveis (ABAURRE, 2014; WANG, 2008).

As noções do projeto integrado também se mostraram dissonantes do arranjo da prática profissional segmentada. Mesmo supondo uma proficiência e maturidade no BIM, viu-se que os novos modelos contratuais decorrentes do IPD não seriam bem-sucedidos sem a correta definição de critérios de projeto traduzindo os requisitos do cliente e visando o desempenho, seja os da norma (ABNT NBR 15.575/2013) ou os de selos de sustentabilidade. Notou-se um ponto chave deficitário na realidade dos projetos e estruturação dos contratos, representado pela produção opcional dos estudos de viabilidade e por uma ausente especialização dos programas de necessidades, retroalimentados por APOs (KOWALTOVSKI, 2002).

Ainda ignorante desse resultado, a presente pesquisa seguiu defendendo sua hipótese e delimitou a fase de concepção como sendo aquela que abriga a maior influência de decisões projetuais, abrangendo, obrigatoriamente, o que equivaleria,

nas fases tradicionais, desde às etapas de levantamento de dados até à formalização inicial do anteprojeto.

Delimitado um dos tripés conceituais, seguiu-se à definição de sustentabilidade e da sua aplicação na construção civil e nos projetos de arquitetura. Viu-se a complexidade e a abrangência do termo a partir de diferentes dimensões e escalas no relatório de Brundtland (1987) e sua redução por Elkington (2013) para os três vieses exaustivamente repetidos: o econômico, o ambiental e o social. Os resultados das análises do IPCC (2014) mensuraram o impacto da construção no civil no meio ambiente, já Agopyan e John (2011) o contextualizaram para a realidade brasileira, conforme as metas da CIB e da Agenda 21, enfatizando o ciclo de vida dos materiais, a produção de infraestrutura e a habitação. Esses autores também já alertavam para o novo mercado de certificações que se formava e sua função de trazer a discussão para a mesa dos empreendedores e leigos, mas aliada aos ganhos do *marketing* verde.

A sustentabilidade seguiu esvaziando-se de sua vertente de justiça social e traduziu-se na arquitetura, cada vez mais, como o atendimento a requisitos relativos à eficiência dos recursos ambientais e conforto do usuário (BERARDI, 2013). Kemp (2007) já alertava para a interpretação simplista do termo, que restou reduzido aos assuntos oficiais com menor conflito, gerando uma continuidade dos problemas sociais – e, conseqüentemente, ambientais –, sem ocasionar a necessária mudança cultural, contra o reducionismo e segregação, defendida por Jacobi (2003).

Refletindo-se sobre a prática projetual arquitetônica, descobriu-se que, na verdade, a discussão das análises climáticas e ambientais no meio era bastante antiga e ampla, separada pela presente pesquisa em cinco principais vertentes, sendo que a primeira diz respeito à arquitetura bioclimática (OLGYAY, 1962); a segunda, aos requisitos de conforto e desempenho (FROTA E SCHIFFER, 2001; MONTEIRO, 2015; MACKAY, 2010); a terceira, ao desempenho energético (LECHNER, 2015); a quarta, a noções de ecologia (MC DONOUGH, 1994; VAN DER SYN, COWAN, 2007; REED, 2007); e, por fim, a quinta defende ser a sustentabilidade um velho paradigma da arquitetura (MAGALHÃES, 2015).

Ainda que cada abordagem fique circunscrita a um conjunto de ideias, na prática dos projetos executados há uma constância na utilização de novas tecnologias ou soluções integradas, origem e especificação dos materiais, preocupação com os recursos ambientais, com o conforto e adaptabilidade do usuário, qualidade dos espaços, contexto, entorno e mesmo o valor cultural e simbólico. Ou seja, as abordagens se complementam e são, na verdade, partes do mesmo todo.

Estas estratégias convergem sob o termo “edifício verde” ou “sustentável” de Kubba (2017), Kibert (2012), Krygiel e Nies (2008), muitas delas sob as bandeiras e métricas das certificações internacionais. Atrelado ao edifício verde, cresceu o grande mercado de selos ambientais, que na prática, não necessariamente geram um correspondente impacto positivo ambiental (AGOPYAN e JOHN, 2011; GONÇALVES, 2015; HARRIS, 2015), uma vez que os respectivos requisitos mínimos são facilmente atingidos pelas práticas tradicionais de projeto e construção com o auxílio dos especialistas em pontuação.

Dessa forma, a definição do “edifício ambiental” de Gonçalves e Bode (2015), mostrou-se mais apropriada à finalidade desta pesquisa, abrangendo os edifícios que deveriam ser produzidos segundo novos paradigmas de projeto, com concepções e soluções integradas, voltadas à qualidade ambiental num contexto de crescente regulamentação.

Nesse contexto, fica clara a importância da regulamentação setorial, conforme defendida por Lamberts et al. (2015) e Mendes et al. (2005), presente nos métodos e processos próprios para a etiquetagem dos edifícios ainda em implementação no País e mesmo pela branda norma de desempenho.

Finalmente buscou-se a discussão do “como” realizar esta integração entre o processo de projeto e análises ambientais, atingindo-se o terceiro tripé da pesquisa. Para tanto foi descoberto como o BIM e as simulações ambientais possibilitariam aos arquitetos visualizarem as soluções, dialogarem com os modelos e suas consequências climáticas a fim de tomarem decisões de maneira assertiva e antecipada (SOUZA, 2009; MACKEY, 2010; CROSS 1990).

Percebeu-se entre os autores franca excitação quanto à possibilidade de utilização do BIM junto a ferramentas de análises ambientais em fases iniciais, conforme visualizado por esta pesquisa. Scheuter e Thessling (2008) criaram um *plug-in* para aplicativos BIM que gerava análises simplificadas de consumo energético e desempenho. Azhar et al. (2009) testaram 14 diferentes tipos de análises junto a uma empresa de arquitetura utilizando o *software* Revit e vários outros programas de desempenho. Por sua vez, Jalaei e Jrade (2014) criaram um fluxo de informações entre bancos de dados, o *software* Revit e *softwares* externos de análises por meio de *plug-ins*.

Ainda assim, Souza (2009) e Eastman (2011) afirmam que não existe um *software* capaz de satisfazer tanto a velocidade intuitiva de modelagem requisitada nas fases iniciais quanto as análises ambientais. Além disso, segundo os autores, há um novo agente na cadeia, o especialista em física das construções, que geralmente opera os *softwares* complexos de análises ambientais dando suporte para a tomada de decisão dos arquitetos. Apesar do surgimento desse novo agente, os arquitetos ainda podem valorizar sua atuação realizando, eles mesmos, os modelos mais simplificados necessários para a concepção dos projetos, já que as ferramentas e processos estão amplamente disponíveis.

Nos países desenvolvidos, com alta penetração do BIM e profissionais capacitados em análises ambientais, a discussão gira em torno principalmente da interoperabilidade de *softwares*, para que a informação gerada numa plataforma possa ser utilizada e retroalimentada sem a necessidade de se construir modelos novos para cada análise. Para os autores, as avaliações antecipadas são cruciais, assim como sua velocidade e facilidade de leitura, municiando os arquitetos nas fases iniciais. Assim, a hipótese da pesquisa foi validada: uma mudança tecnológica, acompanhada da respectiva alteração processual e gerencial, utilizando-se BIM e *softwares* de análises, de fato propicia a tomada de decisão antecipada e validada, assim como fases iniciais mais robustas, valorizadas e empreendimentos de melhor qualidade.

No entanto, o estudo de caso mostrou uma realidade muito aquém das expectativas visualizadas na revisão bibliográfica. Isso é natural, uma vez que o ecossistema de

conhecimentos, profissionais, fornecedores e mesmo a cultura projetual e construtiva do Brasil é diferente dos países onde a discussão está mais avançada e onde reside grande parte dos autores estudados.

Deve-se ressaltar de antemão que não foram encontrados escritórios de projeto que utilizassem o BIM e tivessem uma declarada preocupação ambiental como proposta de valor, somado a profissionais capacitados para simulação em seu quadro técnico. Foram realizadas entrevistas com membros diversos do mercado, cada qual atuando numa parte dos tópicos abordados por esta pesquisa, ressaltando que mesmo uma integração de escopo e funções é ausente.

Foram entrevistados gerenciadores, coordenadores, arquitetos plenos, sócios fundadores, BIM *Managers* e mesmo consultores, de modo a possibilitar um rico espectro de visões sobre o tema, que se mostrou com crescente complexidade. Houve, majoritariamente, afinidade com as propostas apresentadas, assim como houve profissionais que não enxergaram valor na hipótese desta pesquisa, sob o pretexto de que o processo de projeto tal qual ocorre já está resolvido e atende aos requisitos mais variados de forma satisfatória. E mesmo entre os simpatizantes foram apresentados diversos obstáculos para essa mudança de paradigma de projeto, muitos dos quais encontram eco na revisão bibliográfica. Já outros foram elencados unicamente com base na prática profissional dos entrevistados.

Finalmente, está evidente a necessária revisão da fase de concepção, que pode assumir maior valor e responsabilidade, ao atingir a plenitude da implementação do projeto integrado, das simulações e do BIM. Devido às práticas defasadas e ao próprio arranjo do mercado o processo de projeto contém ainda uma série de vícios:

- a) a fase de concepção ainda é a mais rápida, a menos remunerada e delega grande parte das definições para as fases posteriores;
- b) as fases ainda são pautadas pela produção de projeto sem o auxílio de modelos de informação integrados;

- c) os contratos ainda seguem modelos de remuneração e relacionamento baseados nos entregáveis para a obra e para órgãos de aprovação, adotando formato de documentos físicos, com visualizações em 2D;
- d) as disciplinas complementares ainda tendem a entrar no processo somente depois do projeto legal;
- e) não são realizadas avaliações de custos iniciais integrados entre as disciplinas de maneira estruturada e muitas das definições de sistemas construtivos, materiais e subsistemas permanecem nas fases posteriores;
- f) o programa de necessidades não é realizado de maneira estruturada, nem são utilizados critérios de desempenho junto a ele;
- g) a integração dos projetos, projetistas, contratos e requisitos dos clientes tende a ser terceirizada para coordenadores externos;
- h) não há retroalimentação dos requisitos definidos em projeto com aqueles medidos na realidade dos empreendimentos executados;
- i) os requisitos ambientais e de desempenho geralmente são avaliados de forma parcial e intuitiva na fase de concepção;
- j) o processo de simulação ainda não está integrado ao de projeto, nem é praticado pelos próprios arquitetos;
- k) ainda há confusão quanto à interpretação da sustentabilidade aplicada à arquitetura e à sua relação aos selos ambientais;
- l) as simulações ambientais são subcontratadas a consultores, a critério do empreendedor, ocorrendo muitas vezes em fases avançadas, quando o projeto já está detalhado, o que gera situações de não conformidade ou perdas para o projeto;

- m) há poucos profissionais habilitados a realizar simulações e, dentre os existentes, muitos provêm de centros de ensino do exterior;
- n) Não há uniformidade nem consenso no processo de projeto praticado em cada escritório;
- o) o BIM ainda não é uma realidade entre a maior parte dos projetistas e segue em implementação mesmo em meio a empresas consolidadas;
- p) o BIM é utilizado mais como um modelador 3D com rotinas automatizadas do que como um modelo de informações construtivas integrado a processos de gestão;
- q) o BIM geralmente não penetra as fases iniciais, permanecendo no desenvolvimento e compatibilização, o que exige a remodelagem dos projetos concebidos e aprovados em outras plataformas;
- r) o BIM ainda é mais utilizado pelos arquitetos do que pelas outras disciplinas, o que gera modelos híbridos de atuação;
- s) os clientes geralmente não possuem capacitação para receber os modelos em BIM, extrair informação e avaliar a respectiva maturidade e qualidade;
- t) a obra geralmente não utiliza o BIM para consulta e tomada de decisão.

Para que esse novo paradigma de projeto se concretize, é necessário implementar ações complexas e interconectadas na capacitação dos profissionais da cadeia de projetos, nas formas contratuais, no desenho dos processos de maneira integrada ao BIM e às simulações ambientais, assim como fomentar ativamente mudanças setoriais na valorização dos projetos, na exigência de informações qualificadas a fornecedores e no apoio à legislações e normas setoriais mais rígidas e efetivas. Estas ações foram sintetizadas nas nove diretrizes abaixo e representadas na Figura 32:

1. A remuneração adequada dos projetistas, o que envolve uma mudança cultural do mercado acompanhada da qualificação dos projetistas, a fim de que seja agregado maior valor ao projeto, por trabalharem de forma integrada com outras disciplinas e realizarem simulações ambientais antecipadas;
2. a capacitação dos arquitetos e coordenadores em larga escala acerca das definições sobre o BIM e a sustentabilidade aplicada à construção civil, assim como acerca de conceitos de gestão de projetos e de física das construções;
3. a capacitação dos arquitetos envolvidos com a concepção na manipulação de *softwares* voltados para análises ambientais simplificadas, assim como na interpretação de seus resultados para a tomada de decisão nos projetos;
4. o mapeamento e revisão do processo de produção de projetos, considerando a integração antecipada entre disciplinas no ambiente compartilhado do BIM e as simulações ambientais como parte ativa da concepção, e não como serviços tecnológicos secundários a serem subcontratados;
5. a realização de APOs em empreendimentos construídos para validar e retroalimentar as decisões projetuais, assim como os critérios contratuais de desempenho;
6. a regulamentação mais rígida de critérios ambientais no âmbito nacional e setorial, tanto por legislações edílicas como normas técnicas, a fim de se promover a qualificação do mercado bem como a capacitação dos profissionais;
7. o incentivo setorial à estruturação de fornecedores para realizarem a modelagem de seus produtos compatíveis com os softwares de modelagem BIM, assim como à realização de ensaios normatizados e disponibilização dos resultados em fichas técnicas e ambientais.
8. A qualificação dos empreendedores e gerenciadores para manipular, medir e extrair as informações necessárias do modelo de informações para condução

dos empreendimentos assim como exigirem a experiência e utilização do BIM, metas e critérios ambientais, em contratos com os arquitetos, consultores, engenheiros de estrutura e instalações, sendo idealmente aplicados na obra;

9. a revisão dos formatos de remuneração dos contratos tendo em vista modelos com compartilhamento de riscos e benefícios, assim como a determinação de entregáveis com base nos modelos de informação.

Figura 32 – Diretrizes para a concepção de projetos de edificações sustentáveis utilizando BIM



Na prática é impossível aplicar todas as nove diretrizes simultaneamente, no entanto, por compartilharem laços íntimos, à medida em que uma é efetivada ela influencia seus pares, dessa forma as empresas podem buscar paulatinamente e de maneira estratégica uma mudança estrutural na sua prática projetual, que se refletirá a longo prazo na própria cultura do mercado.

Finalmente considera-se que os objetivos desta pesquisa foram atingidos, desvelando pela frente um horizonte fértil de mudanças gerenciais e operacionais a favor de um processo de projeto robusto e assertivo, que em última instância, viabilizará um meio ambiente construído melhor.

5.2 PERSPECTIVAS PARA PESQUISAS FUTURAS

Inicialmente, a pesquisa focou-se na fase de concepção. Porém, ao unir essa fase ao BIM e a critérios ambientais, abriu-se um grande leque de temas, sendo um dos desafios desta monografia aplicar o devido recorte, dados os limitados horizontes tanto de escopo quanto de tempo.

Não obstante, o tema se mostrou amplo e profícuo, estando longe de ser esgotado. Acredita-se que esta pesquisa realiza uma contribuição ao campo, principalmente por vincular os estudos de caso, uma pequena amostragem qualitativa do mercado, à discussão mais madura do BIM e da sustentabilidade, demonstrando as disparidades e incoerências da nossa realidade projetual.

Todavia, remanesce um amplo horizonte de pesquisa a ser explorado. Uma possível e coerente continuidade desta pesquisa seria a demonstração, no contexto brasileiro, da concepção de projetos aliada às análises ambientais simplificadas. Para tanto, seria necessário o desenho de um processo integrado utilizando plataformas atuais, como ArchiCAD ou Revit, aliadas ao Grasshopper e seus *plug-ins* (como o Ladybug e o Honeybee), que possibilitam uma caixa de ferramentas para análises climáticas e de conforto nas fases iniciais.

O processo de concepção poderia ser desenhado em uma pesquisa-ação, mapeando-se seus principais pontos, demonstrando-se forças e fraquezas e divulgando-se a aplicabilidade dessa prática projetual.

Para os estreitos fins da presente pesquisa, a análise dos estudos de caso limitou-se à comparação com a bibliografia mais atualizada sobre o tema, demonstrando-se possíveis caminhos e deficiências no processo de projeto atual, assim como no arranjo organizacional do mercado.

Acredita-se que a mudança desse cenário possa partir dos próprios arquitetos, como agentes chave no processo, aliados aos coordenadores de projeto, mediante a propositura de formas contratuais e práticas mais robustas, que tragam benefícios a todos os envolvidos e, sobretudo, ao meio ambiente como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAURRE, M.W. **Modelos de Contrato Colaborativo e Projeto Integrado para Modelagem da Informação da Construção**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6.492: **Representação de projetos de arquitetura**. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.531: **Elaboração de projetos de edificações - atividades técnicas**. Rio de Janeiro, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.532: **Elaboração de projetos de edificações – arquitetura**. Rio de Janeiro, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.575: **Edificações habitacionais – desempenho: parte 1 a 5**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16.636-1: **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 1: Diretrizes e terminologia**. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16.636-1: **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico**. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Arquitetura e Urbanismo**. 3. ed. São Paulo: 2019. Disponível em: <http://www.manuaisdeescopo.com.br/manual/arquitetura-e-urbanismo/>. Acesso em: 16 jun 2020
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Guia AsBEA Boas práticas em BIM**. Fascículo 1. São Paulo: 2013. Disponível em: <http://asbea.org.br/manuais>. Acesso em: 16 jun 2020
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Guia AsBEA Boas práticas em BIM**. Fascículo 2. São Paulo: 2015. Disponível em: <http://asbea.org.br/manuais>. Acesso em: 16 jun 2020
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Guia Sustentabilidade na arquitetura: Diretrizes de escopo para projetistas e contratantes**. São Paulo: Prata Design, 2012. Disponível em: <http://asbea.org.br/manuais>. Acesso em: 16 jun 2020
- AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS (AIA). **Integrated Project Delivery: a guide – version 1**. California: AIA California Council, 2007, 62p.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. Série sustentabilidade, n.5, José Goldemberg (Coord.). São Paulo: Blucher, 2011. 141p

AZHAR, S.; BROWN J.; FAROOQI, R. **BIM-based Sustainability Analysis: An Evaluation of Building Performance Analysis Software**. Auburn University, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237835268_BIM-based_Sustainability_Analysis_An_Evaluation_of_Building_Performance_Analysis_Software. Acesso em: 05 abr 2020.

BERARDI, U. Clarifying the new interpretations of the concept of sustainable building. *In: Sustainable Cities and Society*. v.8. Elsevier, 2013. *E-book*. p. 72-78. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/256536136_Clarifying_the_new_interpretations_of_the_concept_of_sustainable_building. Acesso em: 11 mar 2021.

BRASIL. Resolução nº 64 de 8 de Novembro de 2013. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 223, Seção 1, de 18 de novembro de 2013.

BRASIL. Instrução Normativa nº2 de Junho de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 106, Seção 1, de 5 de junho de 2014.

BODE, K.; TUBERTINI, S.; GONÇALVES, J.; O valor do edifício de melhor desempenho e qualidade ambiental. *In: GONÇALVES, J; BODE, K. (organizadores). Edifício Ambiental*. São Paulo: Oficina de textos, 2015. Considerações finais, p.573-583.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Guia Selo Casa + Azul**. V.002 junho 2020. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 15 jul 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo casa azul caixa: O que é**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 11 mar 2021.

CONSTRUCTION USER ROUNDTABLE (CURT). **Collaboration, Integrated Information, and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation**. CURT Publication, No. WP-1202, 2004. Disponível em <https://kcuc.org/wp-content/uploads/2013/11/Collaboration-Integrated-Information-and-the-Project-Lifecycle.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2021.

CROSS, N. **The Nature and nurture of design ability**. Design discipline, Faculty of technology, The Open University, Walton Hall, Milton Keynes, MK7, 6AA, UK. 1990

DE PAULA, N. **A Gestão de Empresas de Projeto e a Sustentabilidade Ambiental de Edificações**. 2016. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016.

DE PAULA, N; SILVA, V; MELHADO, S. B. **Contribution for integrating energy simulation into the building design process**. CIB World Building Congress, 19, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237993586>

[Contribution for integrating energy simulation into the building design process.](#)

Acesso em: 21 abr 2020.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM - Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre: Bookman, 2014.

ELKINGTON, J chapter 1, in: **The Tripple Botom Line – Does it all ad up.** 1st Edition, London, Routledge, 2013, 208p.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios.** 2002. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FIGUEIREDO, F. G. **Processo de projeto integrado para melhoria do desempenho ambiental de edificações: dois estudos de caso.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico.** 5ª Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referencial técnico de certificação Aqua-HQE: Sistema de gestão do empreendimento - SGE: para edifícios em construção.** Versão março de 2014. Disponível em www.aqua-hqe.com.br. Acesso em 11 mar. 2021.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referencial de avaliação de qualidade ambiental de edifícios não residenciais em construção.** Versão abril de 2016. Disponível em www.aqua-hqe.com.br. Acesso em 11 mar. 2021.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Guia prático do referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício.** Versão junho de 2016. Disponível em www.aqua-hqe.com.br. Acesso em 11 mar. 2021.

GONÇALVES, J. Uma revisão dos sistemas de certificação e o caso brasileiro. *In:* GONÇALVES, J; BODE, K. (organizadores). **Edifício Ambiental.** São Paulo: Oficina de textos, 2015. cap. 21.1, p.523-536.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6ª Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

HARRIS, C. Uma avaliação crítica do sistema LEED. *In:* GONÇALVES, J; BODE, K. (organizadores). **Edifício Ambiental.** São Paulo: Oficina de textos, 2015. cap. 21.2, p.536-543.

GRILO, L; MELHADO, S. B. **Novas formas de contratação e organização dos empreendimentos no segmento de construção de edifícios para terceiros.** ENTAC – ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9. 2002, Foz do Iguaçu, Anais do.... Foz do Iguaçu, 2002.

HUOVILA, P; KOSKELA, L; LAUTANALA, M; Fast or concurrent: the art of getting construction improved. In: ALARCON, L.F. **Lean Construction**, Rotterdam: Balkema, 1997.

HERSHBERGER, R, G. **Architectural Programming and Predesign Manager**. Nova York: McGraw-Hill, 1999.

INMETRO. **Portaria nº 50, de 01 de fevereiro de 2013**. Rio de Janeiro: Inmetro, 2013.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n.118, p. 289-205, mar, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>. Acesso em: 10 mar 2021.

JALAEI, F; AHMAD, J. **Integrating Building Information Modelling (BIM) and Energy Analysis tools with Green Building Certification System to Conceptually Design Sustainable Buildings**. In: Journal of Information on Technology in Construction, v.19, 2014, p. 494-519. Disponível em <https://www.itcon.org/paper/2014/29>. Acesso em 05 abr 2020.

KEMP, R.; MARTENS, P. Sustainable Development: How to Manage Something That Is Subjective and Never Can Be Achieved? In: **Sustainability: Science, Practice and Policy**. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26490633_Sustainable_Development_How_to_Manage_Something_That_Is_Subjective_and_Never_Can_Be_Achieved. Acesso em: 11 mar 2021

KIBERT, C. **Sustainable construction: green building design and delivery**. 3. Ed. New Jersey, United States: Wiley, 2012.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C. Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura. In: **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 31-45, abr./jun. 2009.

KRYGIEL, E.; NIES, B. **Green BIM: Successful sustainable design with building information modelling**. New Jersey, United States: Wiley, 2008.

KUBBA, S. **Handbook of Green Building Design and Construction: LEED, BREEAM and Green Globes**. 2. Ed. Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heineman, 2017.

LAMBERTS, R.; SCALCO, V.; FOSSATI, M.; MONTES, M.; VERSAGE, R. Brasil, plano nacional de eficiência energética, etiquetagem e o selo Casa Azul da Caixa. In: GONÇALVES, J; BODE, K. (organizadores). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015. cap. 22, p.545-571

LECHNER, N. **Heating Cooling and Lighting. Sustainable Design Methods for Architects**. 4. ed. New Jersey, United States: Wiley, 2015.

MACKEY, C. **Pan climatic humans: shaping thermal habits in an unconditioned society**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Department of Architecture, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2015.

MAGALHÃES, A. **A obra de João Filgueiras Lima no contexto da cultura arquitetônica contemporânea**. 2010. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

MCDONOUGH, W. Projeto, ecologia, ética e a produção das coisas. *In*: NESBITT, K. **Uma nova agenda para a arquitetura: Antologia teórica – 1965-1995**. 2ª. ed. São Paulo: Cosacnaify, 2008. cap. 8, p. 427-438.

MCDONOUGH, W; BAUMGART, M. **Cradle to cradle: Remaking the way we make things**. New York: North Point Press, 2002.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MENDES, N.; WESTPHAL, F.; LAMBERTS, F.; NETO, F. **Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil**. Porto Alegre: Ambiente Construído v.5, n.4, p. 47-68 out/dez. 2005.

MONTEIRO, L. M. Arquitetura da Adaptação. *In*: GONÇALVES, J; BODE, K. (organizadores). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015. cap. 1, p.27-53

MÜHLFARTH, R. C. K. **Arquitetura de baixo impacto humano e ambiental**. 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Report of the World Commission on Environment and Development - Our Common Future**. A/42/427. 1987. 427 p. disponível em <https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/wced>. Acesso em 09 mar. 2021.

OLGYAY, V. **Design with Climate – Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism**. New Jersey: Princeton University Press, 1962.

PBEEDIFICA. **Sobre o PBE edifica**. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sobre>, acessado em 4 set. 2020.

PEÑA, W. M.; PARSHALL, S. A. **Problem Seeking: an architectural programming primer**. 4. ed. Nova York: John Wiley & Sons, 2001. 224 p.

REED, B. Shifting from ‘sustainability’ to ‘regeneration’. *In*: **Building Research & Information**. 35:6. London, United Kingdom: Routledge, 2007. p. 674-680. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233664065_Forum_Shifting_from_%27sustainability%27_to_regeneration. Acesso em: 11. Mar 2021.

RYN, S.; COWAN, S. **Ecological design**. 10. ed. Washington: Island Press, 2007.

SANTOS, E. T. Material didático e apresentação do curso “**BIM Aplicado à Gestão de Projetos na Construção**” – GPC 002 – Escola Politécnica da *Universidade de São Paulo*. 2018.

SEGNINI, J. **A prática profissional do arquiteto em discussão**. 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SCHEUTER, A.; THESSELING, F. **Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages**. *In: Automation in Construction*. 18, 2009. p. 153-163. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/223049306_Building_information_model_based_energyexergy_performance_assessment_in_early_design_stages. Acesso em: 05 abr 2020.

SILVA, J. M. **O Arquiteto e a Produção da Cidade: a Experiência de Jacques Pilon em Perspectiva (1930-1960)**. 2010. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SOUZA, C. B. **A critical and theoretical analysis of current proposals for integrating building thermal simulation tools into the building design process**. *Journal of Building Performance Simulation*. 2. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233110555_A_critical_and_theoretical_analysis_of_current_proposals_for_integrating_building_thermal_simulation_tools_into_the_building_design_process. Acesso em: 29 jul 2020

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). **Environmental Moments: A UN75 timeline**, 2020. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/environmental-moments-un75-timeline>. Acesso em: 12 jan. 2020.

USGBC. **Mission and vision**. Disponível em: <https://www.usgbc.org/about/brand>. A Acesso em: 27 ago 2020.

USGBC. **Reference guide for Building design and construction: updated v4**. Washington: USGBC, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WANG, J. **Integrated Project Delivery – Achieving Relational Contracting through Traditional Project Management Methods**. 2008. Thesis (Master of Science). Department of Civil and Environmental Engineering: University of Cincinnati. Cincinnati. 2008.

APÊNDICE A – ETAPAS DO MANUAL DE ESCOPOS

PRODUTOS GERADOS			FASES						
PRODUTOS CÍCLICOS			esquemático	preliminar	consolidar	consolidar	definir		
ESSENCIAIS	ESPECÍFICOS	OPCIONAIS	FASE A	FASE B		FASE C	FASE D	FASE E	FASE F
Quadro de áreas			X	X	X				
Implantação			X	X	X	X	X		
Planta do			X	X	X	X	X		
Planta da unidade			X	X	X	X	X		
Planta de				X	X	X	X		
Cortes			X	X	X	X	X		
Fachadas				X	X	X	X		
Sistemas, métodos				X	X	X	X		
Tabela de acabamentos				X	X	X	X		
Atendimento a comunique-se				X		X			
		Perspectivas		X		X			
		Material comercial e de		X		X			
PRODUTOS ÚNICOS									
ESSENCIAIS	ESPECÍFICOS	OPCIONAIS	FASE A	FASE B		FASE C	FASE D	FASE E	FASE F
Relatório de restrições legais			X						
	Relatório com condições físicas		X						
	Relatório de restrições municipais (orgão)		X						
	Relatório de restrições estaduais		X						
	Relatório de restrições federais		X						
	Relatório seleção do local		X						
	Programa de necessidade		X						
	Programa e relatório de		X						
	Ficha técnica		X						
Contratação de TODOS				X					
Estudos completos com				X					
Definições BIM				X					
Definições de certificação				X					
Projeto Legal				X					
Memorial Descritivo Legal				X					
	Projetos Legais			X					
	Memoriais			X					
	Perspectivas			X					
	Relatórios de sistemas			X					
	Roteiro de			X					
	Taxas de			X					
	Acompanhamento de processos			X					
	Relatório de seleção de			X					
	Memorial de			X					

Relatórios de interferências						X			
	Adequação de documentação					X			
	Substituição de documentação					X			
	Personalização de unidades					X			
	Acompanhamento material					X			
		coordenação e preenchimento				X			
		conferência de documentação				X			
		adequação de documentação				X			
		acompanhamento de				X			
		Projeto de stand				X			
		Comunicação visual e				X			
Detalhamento de áreas molhadas							X		
Detalhamento de escadas e rampas							X		
Detalhamento construtivo							X		
Detalhamento de esquadrias							X		
Detalhamento de muros e piscinas							X		
	Detalhamento de						X		
	Detalhamento de pavimentação						X		
	Detalhamento de impermeabilização						X		
	Elevações paredes de unidades						X		
	Elevações halls						X		
	Elevações áreas						X		
	Memoriais						X		
		compatibilidade entre					X		
		quantitativos					X		
		orçamentos					X		
		editais de					X		
		cronograma de					X		
		Seleção e tomada de					X		
		Inserção de elementos na					X		
		Projetos de					X		
		Comunicação					X		
		Desenhos 3D de Interferências de					X		
Apresentação do projeto								X	
Esclarecimento de dúvidas								X	
Atas de acompanhamento de obras								X	
	Análises técnicas							X	
	Relatório de visita a fornecedores							X	
		Relatório comparativo de						X	
Ata de reunião pós-obra									X
	Desenho As Built								X
		Avaliação Pós-							X

APÊNDICE B – ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA

EPUSP

GPC – Gestão de Projetos na Construção Civil

//_

ROTEIRO DE ENTREVISTAS A ESCRITÓRIOS

1. AGRADECIMENTO

Primeiramente Gostaria de agradecer a disponibilidade do Sr(a) ENTREVISTADO(A) em participar desta esta entrevista!

2. SEQUENCIA

- Apresentação;
- Definições;
- Aplicação de questionário;
- Conclusão.

Duração – 40-50min

3. APRESENTAÇÃO PESSOAL

Eu me chamo Daniel F. Collaço tenho 30 anos sou arquiteto formado há 2 anos pela FAUUSP, participei do curso de dupla formação pela EPUSP e estou finalizando a pós-graduação em gestão de projetos, também pela EPUSP.

Esta pesquisa ocorre no âmbito do trabalho de conclusão da pós-graduação, orientado pelo Prof.Dr. Silvio Melhado.

Este trabalho analisa o processo de projeto, na fase de concepção, utilizando critérios de sustentabilidade aliados a metodologia BIM.

4. OBJETIVOS DA ENTREVISTA

- Investigar a prática da arquitetura nos escritórios de São Paulo;
- Investigar a difusão e aplicação dos critérios de sustentabilidades nas fases iniciais de projeto;
- Investigar a utilização de BIM nas fases iniciais de projetos;
- Investigar a correlação entre o BIM e os critérios de sustentabilidade.

5. DEFINIÇÕES PARA A ENTREVISTA

- O que é o processo BIM para você?
- O que é um edifício sustentável?
- O que é e quais são critérios de desempenho de edificações?
- O que é a fase de concepção e qual sua importância?

6. QUESTIONÁRIO

6.1. SOBRE O ENTREVISTADO

- **DADOS**
 - Nome:
 - Qual o seu cargo:
 - Há quanto tempo trabalha na empresa:
 - Há quanto tempo está formado:
 - Utiliza algum aplicativo BIM:
 - Possui certificação em sustentabilidade:

6.2. SOBRE A EMPRESA

- **DADOS**
 - Nome da empresa:
 - Tempo ativo:
 - Campo de atuação:
 - Utiliza BIM:
 - Número de arquitetos no corpo técnico:
 - Número de projetos em andamento:
 - Número de projetos concluídos:
 - Número de projetos construídos:
 - Número de projetos com certificação ambiental:

6. Como é realizada a contratação dos parceiros (instalações, estrutura, coordenação, luminotécnica) considerando os critérios acima mencionados?

7. Há um profissional de comissionamento após concluída a obra? Utiliza os dados dele para retroalimentar o projeto?

PERGUNTAS RELACIONADAS AO PROGRAMA DE NECESSIDADES E AO PROCESSO DE CONCEPÇÃO

8. Como é elaborado o programa do projeto? Como ele é avaliado frente aos critérios de desempenho?

9. Acompanha o projeto em fase de incorporação e viabilidade? Como garante a correta definição dos critérios para o projeto e o programa de necessidade?

10. Na fase de concepção, faz estimativas de custo e retorno do investimento sobre as soluções propostas? Faz diretamente a partir do modelo, ou usa tabelas e plataformas paralelas?

11. Em sua opinião, na fase de concepção, quais critérios ambientais são os principais definidores do partido arquitetônico?

12. Quais simulações foram feitas/ necessárias neste projeto? Térmica, Energia, iluminação, ventilação?

13. Fazem simulações dentro de casa ou subcontrata? Como garante a continuidade e qualidade da informação?

14. Em que momento faz as simulações? Elas acompanham todo o processo de projeto, desde o início, ou somente após as definições mais detalhadas?

15. Utiliza consultores externos na fase de concepção? Quais? Em que formato?

16. Como garante a interoperabilidade dos softwares de simulação e modelagem (BIM to BEM)? Utiliza análises energéticas embutidas no BIM? Ou em outra plataforma?

17. Quem e como faz a especificação dos materiais segundo critérios de desempenho? Em qual momento isso é feito? É possível especificar previamente na fase de concepção?

18. Quem e como faz a especificação de materiais segundo critérios de ciclo de vida e pegada de carbono? Em qual momento isso é feito? É possível especificar previamente na fase de concepção?

19. Acompanha o projeto em fase de obra? Como garante a especificação do projeto?

PERGUNTAS RELACIONADAS AO PROCESSO BIM

20. Quais os motivos e objetivos da implementação do BIM no escritório?

21. Utiliza outros softwares de modelagem além do aplicativo BIM?
Quais? Para que?

22. Possui um plano de execução BIM?

23. O processo de concepção mudou devido ao BIM? Foi mapeado e redesenhado?

24. Em quais etapas de projeto utiliza o BIM? Como relaciona as etapas de projeto contratado com o grau de maturidade do modelo?

25. Como as informações relativas a sustentabilidade são criadas e monitoradas no modelo BIM? Possui famílias com critérios próprios?

26. Como é a divisão de equipe que usa o BIM dentro do escritório, existe um líder? Todos usam? Dividem os modelos e competências?

27. Os parceiros também projetam em BIM? Como é a troca de informações com eles? Utiliza redes externas? Modelos federados?

28. Como são as regras de compartilhamento e atualização de modelos?

29. Como realiza a compatibilização? Com base em IFCs? Utiliza softwares específicos, ou checagem com base em regras?

30. Como é a interação do modelo BIM com componentes de fornecedores? Consegue as informações de ciclos de vida? Custos? Especificações? Em que fase adiciona elas? Como adquire e gerencia essas informações?

31. Existe uma interação do modelo BIM com a obra? Ela é consultada na fase de concepção?

7. FECHAMENTO

- Discussão final
- Agradecimentos
- Convite para apresentações e recebimento do caderno final

8. OUTRAS OBSERVAÇÕES

Muito obrigado pelo seu tempo e pela participação!

APÊNDICE C – RELATO DAS ENTREVISTAS

Entrevista 1

A Entrevista 1 (E1) foi realizada com uma arquiteta plena de um escritório de pequeno porte bastante tradicional e difundido em São Paulo, focado em projetos institucionais, concursos e residenciais de alto padrão. A entrevistada está formada há 5 anos, utiliza o software de autoria BIM, Archicad diariamente em todas as fases do projeto, não possui certificações ambientais nem outros cursos de familiarização com o tema.

Primeiramente nota-se como as informações de pré-projeto, relacionadas ao programa, contratos e gestão ficam centralizadas na mão dos sócios, tendo abaixo deles uma estrutura relativamente homogênea e horizontal, mas que assume um papel primordialmente operacional na produção dos projetos.

Em relação à sustentabilidade na arquitetura, reina a visão de que ela está intrínseca ao processo de projeto, que o arquiteto naturalmente passa por definições que geram mais ou menos impacto ambiental e realiza essas análises de forma intuitiva e baseada na experiência dos membros fundadores. Tal posição vale para questões abrangentes desde o conforto, até sistemas construtivos, e especificação de materiais.

O escritório não tem a prática de realizar simulações voltadas para o desempenho. Em alguns projetos, que exigiram certificações, a arquitetura adota uma posição de decidir sobre opções apresentadas pelos consultores. Todo o processo de certificação e coordenação, com o viés do desempenho, é subcontratado com interfaces pontuais.

Em relação ao BIM ele é enxergado como um grande *software* modelador com rotinas automatizadas que aumentam a eficiência, e não um banco de dados de informações ou um processo em si mesmo, predominando a visão de uma ferramenta de projeto. A sua implementação foi realizada devido à exigência dos clientes, na ocasião de determinados concursos vencidos e não gerou alterações no faseamento dos projetos, que podem eventualmente ainda iniciar em programas e formatos 2D.

Por estar estabelecido há determinado tempo no mercado, o escritório não enxerga como proposta de valor questões explicitamente relacionadas à gestão, sustentabilidade ou mesmo processos internos estruturados de projeto, pelo contrário é uma prática profissional tradicional, baseada na qualidade de sua solução arquitetônica, já reconhecida pelo mercado paulista.

A própria ideia de antecipar decisões e informações em fases iniciais mais robustas pareceu à entrevistada como sem muito valor para o escritório, que funciona bem seguindo o fluxo tradicional de estudo preliminar, projeto básico e detalhamento, com entrada defasada dos complementares, compatibilização em 2D e com contratos sem métricas de desempenho ou afins. Esta entrevista representa certamente uma grande parcela de escritórios de arquitetura tradicionais, já estabelecidos e que não precisam necessariamente inovar em seus processos nem mostrar grandes preocupações ambientais, além daquelas de senso comum e intuitivas atreladas ao processo da arquitetura, como proposta plástica e funcional.

Da mesma maneira que o BIM foi introduzido por exigência do cliente, a preocupação ambiental também o poderia, no entanto, esse nicho foi preenchido pelas consultorias e gerenciadoras, permanecendo os arquitetos em suas práticas tradicionais de atelier, a receber as diretrizes destes outros agentes.

Entrevista 2

A entrevista dois foi realizada com uma coordenadora de projetos de uma conhecida e estabelecida empresa mundial de gerenciamento de ativos imobiliários. Ela possui também cinco anos de formada, tem familiaridade com o BIM mas utiliza apenas visualizadores no dia a dia, uma vez que não participa da autoria dos projetos, além disso ela já trabalhou em consultorias de certificação LEED e possui a acreditação LEED AP BD+C.

Relacionado ao programa de necessidades, fica claro que existe um espaço de mercado não preenchido no contexto brasileiro. A gerenciadora não possui um processo estruturado para produção de programas de necessidade, utilizando na prática uma somatória de perguntas realizadas às partes interessadas disponíveis,

sejam projetistas ou construtores, assim como formatos pré-determinados fornecidos por eles. No entanto, afirma-se que o cliente ou investidor tende a centralizar esta função, mas por não possuir conhecimento apropriado ignora requisitos corretos dos espaços, podendo ocasionar erros graves que são levados adiante para o projeto e eventualmente à obra.

É interessante que a coordenadora não tinha conhecimento dos manuais de escopo, mesmo tendo trabalhado com várias equipes e empreendimentos, definindo fases e entregáveis. Na verdade, ela afirma que normalmente utilizam-se as fases que o escritório de projeto já está mais habituado, ou conforme é requisitado pelo cliente, com seus padrões próprios.

Não houve mudança nas fases pela entrada do BIM, porque os projetistas estão habituados com marcos tradicionais dos entregáveis, ou seja, a entrega em formato de “papel”, designadas nos contratos. Dessa forma, há uma limitação no potencial da utilização do BIM e na própria percepção das fases e seu papel. Está clara a importância da concepção, no entanto ela segue sendo um momento efêmero no processo de projeto.

Nesse sentido, pode-se inferir que nos escritórios de arquitetura o BIM tende a ser compreendido como uma ferramenta, e não um processo. Neste caso a gestão do projeto é reduzida ao atendimento a uma lista de entregáveis. Testemunha-se também a ausência de padronização das fases e entregáveis utilizados pelas empresas, cada qual ajustando-os ao seu processo individual, um desafio já mencionado anteriormente por De Paula, Silva e Melhado (2013) e Souza (2009).

Na visão da entrevistada permanece um baixo grau de absorção do processo de modelagem da informação da construção entre os projetistas, principalmente na área de instalações. Em última instância falta a exigência do cliente para a contratação de todos os projetistas em BIM com a devida coordenação.

Em relação a consultorias de sustentabilidade ela reforça como essa prática tem preenchido um mercado que poderia ser o papel do arquiteto, dizendo que, na verdade, as consultorias deveriam ser contratadas no pré-projeto junto com a

gerenciadora para determinar as diretrizes dos projetos, algo que não acontece, em grande parte, por influência ou ignorância do cliente. Outra prática reside em atrelar o contrato dos projetistas à determinada certificação, eximindo contratualmente a gerenciadora de explicitar os requisitos e estratégias claramente, mesmo admitindo-se que essa prática não necessariamente garanta boas soluções projetuais.

A entrevistada reforça a visão de mercado que a sustentabilidade é sinônimo de certificação. Segundo ela “o cliente que não busca o selo, não busca entender sobre conforto térmico essas coisas, ele não tá preocupado com isso, ele só quer atender as normas locais”. Nesse sentido a visão mercadológica do selo pode ser positiva, ao garantir algum requisito ambiental dentro da linguagem do investidor, mas também reforça o papel da regulamentação legal.

Diferente dos escritórios de arquitetura, a gerenciadora participa da formação de custo dos empreendimentos. No entanto é um momento que acontece descolado de um modelo BIM, o processo se dá antes dos projetos ocorrerem, com base em planilhas e bancos de dados próprios.

Em relação as simulações computacionais ela afirma que elas são eventualmente contratadas no início de projeto, mas é o profissional simulador que coloca as informações preliminares e as repassa num relatório para os arquitetos, processo que, segundo a entrevistada, é ineficiente, pois os arquitetos tendem a não aceitar as sugestões. Tal fato somente reforça a necessidade de os próprios arquitetos realizarem as simulações preliminares de projeto, pois poderiam definir e validar as próprias hipóteses, realizando as devidas alterações. Contudo, esbarra-se no problema da capacitação, conforme já mencionado no capítulo 2.3.

Por outro lado, devido o processo tradicional truncado ocasionalmente as simulações chegam atrasadas, em fase de executivo ou liberado para a obra, acusando erros graves de projeto já irremediáveis. Esta prática de mercado somente reforça a importância de integrar as simulações ao processo de projeto, junto aos arquitetos.

Em relação a especificação de materiais, ela afirma que dado o amplo conceito de desempenho, parte das especificações podem ser realizadas no início do projeto, se

houverem premissas claras, mas não descarta o amadurecimento ao longo do processo.

Já em relação a realização de análises de ciclo de vida, ela afirma nunca ter se deparado com este assunto na profissão, mesmo que haja pontuação para tanto nas certificações. Na verdade, ela afirma que eventualmente o projetista até possui declarações ambientais de produtos, quando requisitado, mas o processo decisório dele, não passa pela sua utilização.

Finalmente, sobre a hipótese da pesquisa, ela reforça o papel do cliente, que estando disposto a dar mais tempo para as fases iniciais, seria este o momento ideal para dedicar mais esforço e recurso, evitando problemas nas fases posteriores.

Entrevista 3

A entrevista 3 foi realizada com um arquiteto pleno, formado em 2014, de uma grande empresa de arquitetura, estabelecida no mercado imobiliário de uso misto e residencial, com mais de 100 funcionários e um perfil inovador de trabalho. O arquiteto é usuário de softwares de modelagem BIM, em duas plataformas de autoria, o Revit e Archicad. Atualmente o arquiteto é responsável pela implementação de estratégias de design paramétrico, aliado ao BIM, para realizar validações da norma de desempenho em fases iniciais.

Quando questionado sobre o significado do edifício sustentável permanece a visão do atendimento aos critérios de certificação, assim como a economia de recursos fundamentais como água e energia. Também foi mencionado o atendimento à norma de desempenho, e a conexão entre o conceito de sustentabilidade ao de habitabilidade. Ou seja, um prédio sustentável é mais habitável, se ele atende os níveis mínimos da norma de desempenho, independente de critérios de certificação, esse caminho já está em grande parte percorrido.

Na parametrização da geometria utiliza-se, segundo o arquiteto, como ponto de partida, os requisitos legais e as questões relacionadas ao conforto lumínico,

sabidamente mais exigentes que os outros requisitos e com relação direta às definições arquitetônicas.

A respeito das fases de projeto, o entrevistado afirma que a entrada do BIM impacta mais diretamente a fase de compatibilização, entendido no escritório como pré-executivo. O arquiteto acredita que esta atividade deixaria de existir como fase, tornando-se uma prática constante no processo, por meio dos modelos inseridos dos outros participantes. No entanto o escritório ainda não chegou neste grau de maturidade.

Em relação às fases iniciais ele não enxergou necessariamente uma mudança decorrente ao uso do BIM. Já em relação as informações ambientais, ele acredita que muitas delas são definições de produto, realizadas pelo cliente tendo em vista o retorno financeiro. Neste contexto cabe ao arquiteto a formalização espacial dentro de requisitos legais, ou como o entrevistado afirma, “entrega-se uma tabela de áreas do que é possível fazer”.

Essa exclusão do arquiteto das decisões diretamente relativas ao custo, e conseqüentemente uma participação limitada na definição do produto é um arranjo do mercado, para o qual é possível rastrear razões históricas da separação entre projeto e obra na formação da disciplina de arquitetura no Brasil (SILVA, 2010; SEGNINI, 2002). No entanto, é uma prática perniciosa, principalmente para aspectos ambientais, que poderiam ter um retorno de investimento calculado empoderando as decisões dos arquitetos.

Um fenômeno semelhante ao encontrado na primeira entrevista se repete. As informações relativas a escopo, contrato, relacionamento com o cliente, e definições iniciais de projeto concentram-se nas mãos do alto escalão do escritório, nesse caso, os diretores de projeto em sintonia com os sócios fundadores. O projeto é concebido por uma equipe, aprovado pelos dirigentes, e desenvolvido por outra equipe, tal qual uma corrida de revezamento para cada etapa, sob supervisão do líder, que atua como um coordenador interno.

Ainda assim, nesse escritório especificamente, há uma inovação que é a criação de um centro de serviços interno, responsável pela frente tecnológica atendendo desde questões relativas ao BIM, como à parametrização e simulações de desempenho. Dessa forma, enxerga-se que o entrevistado possui amplo domínio das ferramentas e até conhecimento do processo do escritório, porém menos experiência em gestão e contato com as partes interessadas ou definição e interferência de forma holística no produto, de maneira que ele faz o papel de um consultor especialista, interno à empresa. Essa é uma mudança de estrutura organizacional relevante para enfrentar a questão da integração das simulações ao projeto, que, como mostrou-se anteriormente, pode ser um problema quando pautado em relações somente contratuais.

No entanto, esse conhecimento ainda está disperso, por uma questão de formação, na qual os membros mais experientes não detêm o conhecimento teórico e tecnológico, mas mantêm as relações de poder sobre o projeto, e os membros mais novos atuam como simuladores, ou analistas da física das construções. Tal cenário pode ser benéfico, gerando um aprendizado para todos os envolvidos, mas isto dependerá da cultura empresarial, correndo o risco do centro de serviços permanecer alienado, ou dos dirigentes nem sempre recorrerem às simulações, por questão de prazo e uma prática de concepção que não mudou o seu desenho processual.

Todas as simulações são realizadas em softwares paralelos. Diferente da bibliografia estudada, utiliza-se o Archicad e por meio da exportação em .obj abre-se o modelo no Rhino, para então, por scripts específicos, organizar os *layers* e, dentro do Grasshopper, criar algoritmos para extrair as informações do modelo original. Ainda que eficaz em solucionar a questão da interoperabilidade, esta estratégia está longe de permitir a retroalimentação das soluções em tempo real, algo que seria o ideal e municiaria os arquitetos de informação valiosa no tempo adequado. No entanto, este é um horizonte possível, por meio da conexão Archicad com Grasshopper já disponível nas versões mais atuais do software.

Pela do processo ainda em implementação, havia na simulação lumínica sem uma discussão mais ampla das outras necessárias para uma análise global da edificação. Tampouco havia um conhecimento mais solidificado a respeito de análise de ciclo de

vida dos materiais, permanecendo a posição de que essas informações deveriam ser fornecidas pelos fabricantes, tratando-se então de um problema setorial.

Em relação ao BIM, ele foi implementado dentro do planejamento estratégico quinquenal da empresa, estando no seu 3º ano de implementação. Todo o processo de projeto está em BIM, no entanto, o desenho dos processos assim como os contratos ainda seguem o formato tradicional de trabalho. Ganhos como a interoperabilidade e coordenação com outros parceiros ainda não foram colhidos, uma vez que, contratados pelo cliente, os complementares não trabalham em softwares BIM. Por enquanto o maior ganho é o de uma ferramenta central equipada com automatização de rotinas e modelagem 3D interativa, possibilitando mais de um projetista em um ambiente compartilhado.

Entrevista 4

A entrevista 4 foi realizada com um diretor de projetos, usuário de Archicad, formado há 15 anos, do mesmo escritório do arquiteto pleno, porém de outra equipe. Como a empresa passou por recente ampliação, dobrando o seu efetivo e chegando a mais de 100 funcionários em formato remoto, ela apresenta um interessante espectro de profissionais de diversas áreas e formações.

O diretor já apresenta uma visão mais ampla do conceito BIM, não como uma ferramenta de projeto, mas como um processo de inserção e retirada da informação, sendo crucial a qualidade e o propósito dessa informação. Para atingir sua plenitude é necessária uma revisão do processo de projeto.

No tocante à sustentabilidade, o outro discurso é desta vez focado no usuário e no viés bioclimático, sendo o edifício sustentável aquele que se adapta às necessidades da maioria das pessoas, uma vez que a edificação sem seus usuários não teria razão de existência. Esta abordagem está alinhada com diversos autores, conforme demonstrado no capítulo 2.2.4., sendo o usuário o cerne de toda a questão relacionada ao desempenho das edificações e que se desdobra para os recursos naturais.

Para o entrevistado predomina a compreensão de que um edifício sustentável não necessariamente é um edifício certificado, que visa atingir determinada pontuação via métricas e checklists. Ele também afirma que esse objetivo é mais facilmente atingido por meio dos atuais recursos tecnológicos, compreendendo o BIM como um processo de projeto paramétrico.

Outra afirmação é a respeito do sistema construtivo, que, no caso da industrialização, se adotado como premissa de início de projeto, gera ganhos em diversas frentes para o projeto, entre elas as ambientais, sendo o futuro da construção as soluções *offsite*.

Aliar a tecnologia ao conforto das pessoas é importante. Hoje em dia a gente projeta mais atendendo checklist, vamos atender a norma, mas não tem simulação, não tem análise, as vezes você projeta e torce para dar certo, não é bem por aí o caminho.

No entanto, deve-se ressaltar que a parametrização é somente um aspecto do BIM, havendo muitos outros softwares, inclusive a maioria dos de análises climáticas e energéticas, que são paramétricos mas não possuem as outras atribuições do BIM, a saber: a interoperabilidade; inteligência voltada a objetos; comportamento dos objetos coordenados, consistentes, não redundantes, com diferentes representações e atributos; aplicação de forma colaborativa e integrada em toda a cadeia do projeto; automação de rotinas e geração de documentação 2D a partir do modelo 3D (2011, Eastman et al., p.15-19)

Ainda assim, o diretor reforça a hipótese desta pesquisa, encarando o BIM como um grande repositório de dados, sendo na fase inicial o momento primordial quando há um grande volume de informações que devem ser cruzadas, tendo o arquiteto o papel essencial de “conectar os pontos” atendendo as diversas exigências das partes interessadas. Para tanto, ele afirma que estas fases deveriam ser realizadas com mais tempo, dada a sua evidente complexidade, tendo até maior valor em relação às fases posteriores, meramente documentais, e que a longo prazo deixariam de existir. No entanto, as barreiras atuais ainda se situam na cultura do mercado voltada aos tradicionais entregáveis de contrato, a serem cadastrados por etapas nas *extranets*. A única mudança percebida neste sentido, é a movimentação de algumas empresas

a criarem seus próprios BIM *Mandates* e exigindo a adaptação dos projetos e entrega do modelo em IFC, junto da documentação 2D.

Uma outra abordagem interessante adotada na empresa é a separação setorial entre duas macro etapas: a primeira que abrange do estudo de viabilidade até o projeto legal, chamada de etapa de proposta; e a segunda que abrange das fases do anteprojeto até o liberado para obra (passando por pré-executivo, e executivo), chamada de desenvolvimento. Essa separação possibilita, em alguns casos, com que seja feito um desembolso mensal para a primeira parte, tendo como entregável o Projeto Legal, que aos olhos do cliente possui maior valor agregado, para a partir deste marco seguir o desembolso realizado contra entrega. Essa prática, pode ser uma solução para valorizar as fases iniciais e permitir, na utilização de modelos BIM e análises paralelas, maior liberdade de proposição em ciclos mais longos de análise, uma vez que serão necessárias menos formalizações intermediárias no formato 2D contratualmente acordado.

Outra observação interessante, foi a existência do projeto simplificado em São Paulo pelo meio do “aprova rápido”, que na verdade tornou o projeto mais complexo, pois pela velocidade de aprovação do projeto (um mês), é necessário, mais rapidamente atingir um grau de projeto equivalente ao anteprojeto. Na opinião do entrevistado esta mudança foi positiva, pois demandou a entrada antecipada na etapa de estudo preliminar dos projetistas complementares. Ainda assim, segundo o entrevistado, são poucos projetistas de estrutura e instalações que já trabalham completamente no BIM, sendo que, frequentemente, o cliente traz os próprios projetistas com os quais está habituado. Mesmo assim, para os estudos iniciais, entrega-se premissas de relatórios, não sendo a competência em BIM algo primordial, no formato de trabalho apresentado.

Em termos de programa de necessidades, evidencia-se que essa é uma atribuição que permanece nas mãos do cliente, seja uma incorporadora, construtora ou gerenciadora. Quando imbuído de alguma intenção sustentável, o programa é atrelado a alguma certificação em determinado grau, obrigando os projetistas a acatarem aos critérios da pré-estabelecido, e até mesmo adaptarem, por si mesmos, os critérios da certificação ao programa de necessidades.

Em relação a materiais, a especificação está circunscrita aos requisitos da norma de desempenho e há até mesmo uma falta de conhecimento do que se trata uma análise de ciclo de vida, confundida com a durabilidade e vida útil do material, ou com a sua manutenção.

Em relação à mudança no processo de projeto da fase de concepção utilizando o BIM, o entrevistado afirma haver uma maior integração devido à utilização de uma plataforma única, possibilitando a visualização mais rápida e integrada para tomada de decisão.

Acho que mudou sim, antes fazia o desenho no 2D, depois estudava no SketchUp, depois estudava no Lumion, acho que hoje esse processo está muito mais integrado. Você já faz no Archicad o estudo em planta, já sai uma noção de volumetria, dá pra integrar com o Lumion. Acho que isso melhorou muito, essa tomada de decisão é muito mais rápida e hoje você consegue fazer isso com uma pessoa só.

Na interação com a obra, tem-se utilizado as ferramentas de nuvem, como o BIMx para verificar questões pontuais, sendo até mesmo utilizado pelos engenheiros no local.

Outro ponto interessante levantado pelo diretor, no tocante à estrutura organizacional e física da empresa para acomodar uma melhor integração entre as partes interessadas e os avanços tecnológicos, é a criação de um “design center”. No contexto desta empresa todos os funcionários trabalharão em regime remoto, e este local de encontro será utilizado para fomentar reuniões com parceiros e clientes, utilizando-se das últimas tecnologias de visualização e parametrização. Em última instância serão anulados os modelos 2D em formatos de plantas e afins, migrando os projetos completamente para os modelos de informação, algo que pode gerar relações mais transparentes e instruídas com os clientes e parceiros.

Entrevista 5

A entrevista 5 foi realizada com o sócio fundador de um escritório de arquitetura de médio porte bastante estabelecido no mercado, com nicho de atuação variado desde aeroportos, até centros comerciais e de logística. Eles iniciaram o processo BIM há 4 anos, mas se enxergam em constante desenvolvimento.

O sócio ressalta outro aspecto da implementação do BIM: o seu elevado custo e necessidade de alto investimento em infraestrutura como equipamentos, servidores e rede. No caso deles, por exigência do cliente foi requisitada a utilização do software da Autodesk, Revit, que possui um custo pelo menos três vezes superior ao seu concorrente direto o Archicad da Graphisoft. É interessante notar que a exigência foi feita devido ao uso compartilhado do Revit entre todos os projetistas, sem a utilização do IFC como arquivo de interface. Outro empecilho é a visão do mercado de que ao utilizar-se o BIM, é “mais fácil” fazer o projeto, uma vez que o processo teria sido padronizado. Neste sentido, o entrevistado afirma que são exigidos contratos até mais baratos, com o uso do BIM.

Ainda assim, o sócio demonstra entusiasmo, como sendo o BIM um caminho sem volta, e que potencializa a integração, a visão sistêmica, trabalho colaborativo e automação de rotinas como a detecção de conflitos entre componentes. No entanto, o processo ainda é refém de uma lógica que parte do canteiro de obras, em exigir a documentação em 2D, regendo os contratos por entregáveis e não por modelos. Na sua percepção, o processo ainda está em desenvolvimento no Brasil:

O arquiteto contrata uma empresa para fazer o projeto de BIM dentro do escritório porque não está estruturado, a construtora às vezes não tem o software, ela vai querer uma documentação, isto é, uma folha, bonitinha com cara de projeto pra colar na parede do canteiro, quando ele tem na mão um modelo que ele pode fazer tudo, ver todas as instalações, que pra ela seria muito mais fantástico, pode tirar lista de materiais, o que quiser. Ainda tem a mentalidade do projeto, de ir riscando com a canetinha o que estão fazendo, que é como a gente costuma ver na obra ainda, quando podia ter um *lpad* e ir trabalhando. Ainda tem esse descompasso. Mas isso é uma transição, estou falando do geral, mas tem construtoras que estão muito avançadas com isso. Outro problema é o cliente que às vezes pede em LOD400, mas nem sabe o que é isso. Os clientes ainda pedem BIM, mas não sabem muito bem do que se trata e nem estão estruturados para fazer a gestão disso.

Tal afirmação reforça a visão sistêmica do BIM, que deve atuar em toda a cadeia da construção para atingir seu máximo potencial. Há um ganho na arquitetura e nas outras disciplinas ao utilizarem metodologias integradas e softwares interoperáveis, no entanto, há também uma perda quando todo este esforço não é completamente colhido pela obra, e pior, isso se retrata nas formas de contratação, que, evidencia-se cada vez mais, é um dos gargalos do processo.

Semelhante ao escritório anterior, o projeto é dividido também em dois momentos: antes e depois do projeto básico (também entendido como projeto legal ou para licitação). No entanto, o BIM é utilizado com maior veemência no segundo momento, sendo que o projeto tende a começar ainda em 2D para que sejam aprovadas em partes com o cliente as plantas, elevações e depois maquetes 3D. Em seguida elas são remodeladas em determinado software com interface BIM extraindo as informações necessárias até a fase de executivo. Tal fato demonstra ainda uma maturidade a ser atingida pelo escritório no domínio da ferramenta e reestruturação dos seus processos.

Sem dúvida o processo de projeto mudou. É claro que pensar o projeto como um partido, início, croquis, isso tudo a gente faz como fazia há 30 anos atrás. Mas hoje você tem ferramentas muito legais que te ajudam a entender e consolidar uma ideia que você tem. Algumas coisas se mantêm, mas quando você entra na execução de projeto, a maneira de executar em BIM é diferente de quando fazia em 2D, a lápis, ela é um processo muito tecnológico, muito denso e muito poderoso, onde você consegue fazer uma interação de todas as modalidades envolvidas naquele projeto e ver, tirar uma série de condicionantes de compatibilização, que facilita muito a obra.

Nesse sentido, nota-se a dificuldade de penetração do BIM nas fases iniciais, versus sua ampla utilização na execução do projeto por ser um processo mais denso e robusto, em consonância com Eastman et al. (2014), afirmando que no início costuma-se utilizar ainda uma conjunção de programas apoiados na intuição do arquiteto mais experiente. Ainda assim, é algo factível, como observado nos outros dois escritórios mais maduros no processo, que utilizam o BIM com premissas e níveis de informação simplificados, desde o início dos projetos. No entanto, questiona-se se realmente é necessário a implementação do BIM nas fases iniciais, uma vez que este escritório tem atingido o sucesso e contornado este problema com o processo tradicional de projeto. Dessa maneira, o entrevistado afirma que projeta de uma maneira híbrida nas

fases iniciais. Ele ainda realiza croquis e “insights” a mão, em papel ou em 2D e valida as ideias no software BIM e programas paramétricos.

Em relação à definição do edifício sustentável, segundo o entrevistado, a sustentabilidade é inerente à boa arquitetura, que se pensada da maneira correta, já nasce com preocupações ambientais, de materiais, racionalização construtiva e conforto:

Sinceramente, eu acho que qualquer boa arquitetura, moderna que praticava na década de 40 e 50 já era sustentável. Tinha várias preocupações com controle solar, aberturas, ventilação, modulação, conforto dos ambientes, verdade dos materiais. Uma série de condicionantes que já tratavam o prédio como edifício sustentável. Agora, se você pensar como economia de materiais, de resíduos, na obra, também uma boa arquitetura, industrializada, onde as peças já vêm semiprontas, pré-fabricadas, reduzindo muito a geração de entulho, é sustentável. Eu acho que essas pesquisas já estão sendo levadas a cabo pela arquitetura há muito tempo. O projeto inteligente que otimiza fluxos, uma implantação conforme uma insolação correta, ventos predominantes, ela já é sustentável, sem ter medidas de LEED, por exemplo pintura, que acabam sendo medidas mitigadoras para um projeto que não foi tratado corretamente. Um caixote que foi feito de qualquer jeito, ficam aplicando medidas mitigatórias para tornar sustentável. Um projeto tem que nascer sustentável, ele tem que levar condicionantes muito caras, muito importantes, que estão no cerne da arquitetura desde o início do projeto. Inclusive um projeto de qualidade boa arquitetônica, que seja bonito, a estética, o valor cultural.

Pode-se questionar neste sentido o que é a “boa arquitetura”, se ela é restrita a um nicho seletivo de iniciados no assunto, quais são seus atributos, por que ela não é amplamente difundida? Perguntas para as quais a resposta seria talvez, que, para uma boa arquitetura, requisita-se um bom arquiteto, e nem todos seriam capazes deste feito, elevando o problema a uma ordem do talento individual, da qualidade do ensino e da prática profissional. No entanto, fato é que todos os dias são construídas novas edificações que geram um impacto mais ou menos positivo no meio ambiente, no seu contexto local, nas ordens de trabalho e afins. Nesse aspecto, as criticadas certificações possam talvez auxiliar os “maus arquitetos” a atingirem requisitos mínimos de projeto, na ausência de legislações mais restritivas.

Por outro lado, as afirmações do entrevistado são verdadeiras, no sentido de que grande parte da sustentabilidade de uma edificação é definida na fase de projeto, e

principalmente nos momentos iniciais, conforme se tem demonstrado no decorrer desta pesquisa. Assim, é coerente constatação de que um edifício, para ser sustentável, precisa nascer sustentável, independente do sistema de certificação utilizado, para evitar os “caixotes” aparelhados de medidas mitigadoras. Mesmo assim, deve-se ressaltar que, nas décadas de 50 e 60, as decisões tomadas de maneira intuitivas podem ter obtido sucesso, mas com um grande risco de fracasso, algo que hoje pode ser validado, garantindo mais força e penetração desta boa arquitetura, que, neste caso, trabalharia enxergando os verdadeiros limites e potencialidades do seu meio.

Em relação a critérios claros que influenciam uma edificação sustentável, o entrevistado afirma que geralmente essa requisição é feita pelo cliente mediante a utilização do LEED e seu respectivo consultor, associando o selo ou critérios específicos ao contrato, para agregar valor de mercado à edificação. Também pela complexidade do escopo de trabalho deste escritório de arquitetura as simulações e análises tendem a ser realizadas por consultores externos, novamente afirmando a importância desta figura de profissional na organização atual do trabalho.

O consultor entra para auxiliar a gente no projeto de uma maneira muito proativa, muito legal. As vezes a gente não dá conta de fazer tudo isso e eles as vezes trazem softwares, produtos, soluções, que auxiliam muito o trabalho da gente. É óbvio que se você vai fazer uma casa não vai contratar um consultor, mas quando você vai fazer um aeroporto que tem uma série de meandros, sim, você tem que ter consultores. O cliente conhece isso, ele exige, e subcontrata os consultores.

Em relação ao faseamento e a importância da fase de concepção, o entrevistado afirma ser o momento primordial do projeto, que quando adequadamente concebido, considerando implantação, partido, modulação, sistemas, estrutura, pode garantir um produto coeso para as fases seguinte. No entanto, existe uma prática de mercado em valorizar mais a coordenação, para prevenir problemas de obra e dessa forma tende-se a fatiar o projeto, com escritórios diferentes fazendo cada etapa, um realiza o conceito, outro o legal, outro o executivo, e o sucesso da conexão entre as partes fica a cargo do coordenador. Ainda que teoricamente seja possível, ele afirma que essa prática gera “frankensteins” e a situação de transferência de responsabilidades, ao invés de uma integração de soluções. Outro aspecto das fases iniciais é o fator da

intervenção do cliente, que segundo o entrevistado, impede a geração de modelos mais robustos no início, que tomariam muito retrabalho.

Por outro lado, o entrevistado afirma que na maioria dos grandes empreendimentos existe a figura da gerenciadora, que desempenha o papel de representar o cliente, lidar com as questões gerenciais de contratos, medições e coordenação das partes interessadas. Dessa forma, a arquitetura é uma das disciplinas a serem gerenciadas, perdendo o papel que tinha antigamente de “dona do projeto”. Há uma perda de centralização de decisões neste processo, mas segundo o entrevistado isso também é positivo, uma vez que na velocidade e quantidade de projetos demandados seria impossível eles realizarem todas as tarefas típicas da arquitetura e ainda a coordenação. Desta forma marca-se a clara divisão do lugar da arquitetura, e do coordenador como agentes distintos.

Em relação ao programa, o arquiteto participa como um consultor, mas normalmente ele já vem formatado pelo próprio cliente. Também em relação a custos, o arquiteto participa ocasionalmente e por iniciativa própria, afirmando que antes do Projeto Básico, os custos são estimados com pouca precisão, com base em metro quadrado ou em soluções que já existem.

Em relação a análise de ciclo de vida e especificação de materiais, o entrevistado afirma que as informações técnicas deveriam obrigatoriamente constar nas fichas dos produtos, algo que a indústria de materiais brasileira está longe de fornecer por uma série de questões conjunturais e estruturais. Nesse sentido, conforme demonstrado até agora, análises de ciclo de vida e pegada de carbono ainda estão longe do cotidiano dos projetos.

Entrevista 6

A entrevista 6 foi realizada com a sócia fundadora de um escritório pequeno de arquitetura diversas vezes premiado por seus projetos sustentáveis em nível nacional e internacional. A entrevistada possuía mestrado no assunto realizando na Espanha, e por isso conseguia integrar as ferramentas de análise no início do projeto.

Em primeiro lugar, relacionado à definição do edifício sustentável a entrevistada trouxe dois componentes novos. Ela afirma que a sustentabilidade nasce da atitude da comunidade e cabe ao arquiteto participar ativamente na conscientização das partes interessadas:

O que a gente precisa entender, antes de mais nada, é que a sustentabilidade nasce da atitude da comunidade. Deve haver uma conscientização da gente trabalhar de forma menos impactante no meio. Porque a gente já entendeu, ainda mais com o Covid, que a maneira que a gente vem trabalhando, é que levou a gente a chegar aonde chegou. O que a gente está buscando fazer com a arquitetura e desenvolvimento urbano sustentável, que é onde eu atuo, é trabalhar com a conscientização de que a gente precisa trilhar um novo caminho. Se a gente levar de novo em consideração só essas questões técnicas que as certificações pedem, a gente de novo vai trilhar um caminho equivocado.

No entanto, ela afirma que essa é uma competência específica, além da arquitetura, de realizar mobilizações comunitárias, que alteram contrato e escopo e devem ser realizadas em parcerias com outros agentes, para que sejam propostas e realizadas ações viáveis.

Ainda que tenha feito parte das comissões de LEED na Espanha a entrevistada possui uma visão muito crítica a este sistema de certificação, afirmando que ele cria pré-requisitos que nem sempre são necessários ou se aplicam a determinado empreendimento, e que as normas utilizadas no Brasil são referentes a ASHRAE americanas, num contexto de matriz energética completamente diferente.

O segundo aspecto levantado foi o da saudabilidade, que na opinião da entrevistada, é algo distinto da sustentabilidade:

Hoje a gente tem uma questão que não é nova, que é da saudabilidade do edifício, que vai além do impacto ambiental, chega no usuário e na comunidade. É muito clara a diferença entre sustentabilidade e saudabilidade, a primeira quantifica, a segunda está preocupada em como eu vou usar e se isso vai gerar um impacto na saúde das pessoas. Então o edifício sustentável e o edifício saudável é aquele que consegue chegar no número ótimo de zerar o impacto ambiental, melhorar o impacto positivo, como regenerar um bioma local, e a questão da saudabilidade do uso do espaço desde a construção, se o material intoxica ou não, a segurança da obra, do edifício, o uso.

Sob este prisma, as medidas técnicas da sustentabilidade possuem um viés mais voltado à preservação dos recursos naturais por meio da mensuração para tomada de decisão, deixando de lado o enfoque na saúde dos usuários, sendo melhor o prédio que une os dois conceitos. Essa visão é bastante questionável, pois é sabido que grande parte dos aspectos técnicos leva em conta o conforto dos usuários, que afeta diretamente a sua saúde, assim como há certificações como o AQUA , que possuem uma preocupação maior em relação ao uso de materiais tóxicos na obra, a qualidade das águas, e a segurança e qualidade do empreendimento como um todo. Novamente o conceito da sustentabilidade é desdobrado e associado a diversos significados.

Semelhante ao encontrado na revisão bibliográfica, a entrevistada afirma que o processo de projeto, tendo em vista uma abordagem ambiental, difere por conter uma etapa mais profunda de análise das condicionantes locais, ou como mais bem ilustrado, na ideia de que a edificação aguarda ser descoberta:

A primeira coisa que a gente analisa é o clima do lugar. A bioclimática vem para a gente conseguir fazer com que esse edifício já aconteça mais eficiente energeticamente, com melhor conforto térmico, energia, isso impacta diretamente a forma do edifício. Eu costumo dizer que em determinado terreno, o edifício já existe ali, o que você vai fazer é descobrir a forma dele. Porque o que acontece: a hora que você sabe da onde vem um vento predominante, que precisa proteger no inverno; da onde vem a insolação para a qual precisa criar uma proteção ali, na parte da manhã; você quer deixar aberto porque o sol é o melhor bactericida que existe, então você concorda que o edifício já está ali, aberturas e fechamentos concebidos pela natureza? O que você vai fazer é colocar a inteligência projetual para entender os sinais da natureza e desenvolver esse edifício, respeitando essa relação com o clima local, fazendo com que ele seja mais inteligente e eficiente arquitetonicamente e energeticamente falando.

Nota-se uma consonância com o afirmado pelos outros arquitetos, no sentido de que a etapa principal da concepção seja implantação, momento no qual são equacionadas as condicionantes no local. Ainda que, para alguns arquitetos isto seja algo inerente a “boa arquitetura”, para a entrevistada, essa boa arquitetura é resultado direto do clima e da natureza, que são fatores objetivos que restringem a concepção. Ela também coloca a boa arquitetura como aquela em constante inovação e transformação para atender às necessidades de seu tempo, não sendo um conceito estático.

Em relação a importância desta fase inicial do projeto, a entrevistada afirma que é este o momento primordial do projeto, no qual existe maior valor e inteligência embarcada. Ela defende e pratica um processo mais robusto inicial de definições da forma, materiais não tóxicos, análises climáticas, energética, retorno de investimento e conforto, deixando para o executivo o momento de compatibilização de interfaces e especificação, realizada cada qual pelo seu devido especialista. Nesse aspecto ela não segue os manuais tradicionais de escopo, e dedica uma parcela maior do contrato para os estudos iniciais.

Ainda que a entrevistada defenda o processo integrado e participação dos parceiros de diversas especialidades desde o início do projeto, ela ressalta a dificuldade de encontrar projetistas dispostos a aprenderem e ousarem em práticas e soluções não tradicionais de projeto, que envolvem risco e aprendizado, mas podem ser necessárias no contexto de edificações com o viés sustentável, reforçando também que essa atitude de projeto tende a ser mais exigente com toda a cadeia de envolvidos.

Em relação a utilização das simulações ambientais no início do projeto, a entrevistada defende e recomenda que os próprios arquitetos façam suas simulações, utilizando-as como ferramenta essencial de projeto, sendo, na sua opinião, impraticável terceirizar este serviço, dado o fluxo de trabalho e domínio sobre as alterações.

Acho isso fundamental. Não existe eu desenho o projeto e mando para alguém simular, isso é minha ferramenta de trabalho, como eu vou fazer, mandar simular, ai me devolvem, ai eu mudo o projeto. Eu tenho que trabalhar isso antes, é minha ferramenta. A gente começa quando vai estudar o clima.

A sócia não é utilizadora de nenhum aplicativo BIM, valendo-se de equipes internas que desenvolvem o projeto, que foi intensamente concebido com grande parte das definições. Em seu processo de trabalho, o BIM teria mais valor na fase de compatibilização e detalhamento dos projetos. Ela afirma que seria interessante ter ferramentas de análise ambiental embutidas no *software* BIM, mas ainda assim é uma ferramenta rígida, no caso do Revit, para concepção. De qualquer maneira ela aponta que, mesmo havendo programas capazes de realizar as simulações, falta capacitação do arquiteto para compreender e manipular os dados a fim de retroalimentar tomadas

de decisão projetuais, existindo neste ponto uma deficiência generalizada na formação.

Entrevista 7

A entrevista 7 foi realizada com uma consultora de conforto e desempenho de edificações, sócia de uma atuante empresa de consultoria no contexto de São Paulo. Como premissa a entrevistada define uma característica dominante do mercado brasileiro, que acaba orientando a prática profissional:

A gente tem uma questão de mercado brasileiro, que o mercado não valoriza conforto, exceto por alguns segmentos específicos da construção. Ele está começando a correr atrás disso pela iniciativa da norma de desempenho, mas para o mercado sustentabilidade é certificação. Isso é um aspecto fundamental porque acaba direcionando a discussão.

Na própria estrutura organizacional da empresa, existem especialistas de luminotécnica, acústica, conforto (térmico e iluminação natural) e a equipe de sustentabilidade, que cuida do processo de certificação e de consultoria energética.

Em consonância com os outros arquitetos, a entrevistada também apresenta uma visão crítica acerca das certificações. Primeiro ela afirma que, por ser um processo importado, principalmente no caso do LEED, ele não corresponde à realidade do mercado brasileiro. No exterior, as simulações de desempenho e conforto são contratadas juntamente com as certificações, já no Brasil surgiu um novo agente, chamado consultor de sustentabilidade que é um especialista em pontuação, mas que nem sempre possui domínio sobre o processo de projeto ou mesmo ferramental para análises mais refinadas, gerando, como exemplificado pela entrevistada, vícios tais quais a pontuação de iluminação natural ser muito “difícil”, mesmo quando a maioria dos prédios são envidraçados.

O nosso mercado se dividiu, tem as incorporadoras, os arquitetos, que não sabem como funciona o processo de certificação, e aí entrou o papel do consultor de sustentabilidade, que muitas vezes virou um consultor de certificação. Então você contrata só para fazer um LEED, e ele não tem domínio nenhum sobre o resto do processo.

Questionada sobre então qual seria a definição de um edifício sustentável, a entrevistada utiliza-se do termo cunhado por Mülfarth (2002), da Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental. Em mais um desdobramento do conceito de arquitetura sustentável, neste caso afirma-se que se deve pesar as questões ambientais e humanas, estas representadas pela adaptabilidade do usuário ao edifício. Já sobre as certificações, ela afirma que deveriam ser utilizadas como ferramentas de gestão de contratos ou avaliação para o mercado imobiliário, mas “é um erro encarar um edifício certificado como sustentável, não necessariamente isso é verdade, e a gente pode ter um edifício sustentável sem certificação.”

Em relação ao BIM, a sócia reconhece o valor do processo e a sua inevitabilidade enquanto aplicação na arquitetura, no entanto ela alerta que o BIM no Brasil ainda está em implementação e a sua passagem para o BEM (*Building Energy Modelling*) é ainda mais complexa.

A gente mal consegue fazer o BIM direito no Brasil. Quando falamos de modelagem energética a gente vai entrar no BEM. Teria que ter as duas coisas caminhando juntas. A pergunta é quantas vezes você viu um modelo com as propriedades térmicas de cada material preenchidas? eu nunca vi. A gente até tem pessoas capacitadas que entendem o conceito de projetar em BIM, mas essa segmentação é difícil, porque o nosso trabalho, a gente influencia direto na arquitetura, então eu não posso falar: olha eu fiz uns testes aqui e preciso aumentar a sua janela. Eu não posso ficar mexendo no modelo dele, fazendo meus testes, se eu não faço parte da equipe de arquitetura. Grandes escritórios fora do país têm um especialista de *building physics* dentro do escritório, então aquela pessoa está sentada junto projetando junto com a pessoa ali. Aqui no Brasil isso não acontece. Eu recebo uma arquitetura definida ela tem uma intenção, um conceito e é muito difícil intervir nesse conceito.

Tal afirmação retrata um problema de gestão, além da questão de capacitação para produção de modelos imbuídos com informações termo-físicas. Na verdade, aqui afirma-se de forma cristalina a hipótese desta pesquisa, sobre a importância de a própria equipe de arquitetura realizar as simulações no início do projeto, uma vez que tem-se o controle sobre o modelo, a autoria, o programa de necessidades e o partido, sendo de sua responsabilidade criar um conceito validado, que não necessite ser posteriormente corrigido, devido a omissão de informações relacionadas ao desempenho e conforto. Neste último caso, mesmo com os melhores consultores, não

é possível voltar atrás de etapas aprovadas, e o projeto seguirá deficiente ou com soluções esdrúxulas.

A sócia reforça que, na verdade, muitos dos conceitos de desempenho e sustentabilidade só conseguem penetrar no projeto nas fases iniciais, podendo muitas vezes serem validados pelos arquitetos com estudos simples.

Quando lá na concepção, eu aviso o arquiteto, roda o prédio 10 graus, ali a gente consegue ter um impacto, seu eu falar isso no final ele me mata. O arquiteto tem que ter um pouco de domínio dessas ferramentas e desses conceitos também, para ele levar em conta lá no início.

Diferentemente do posicionamento dos outros arquitetos entrevistados, para a consultora o elemento definidor do partido arquitetônico, em termos ambientais e de desempenho é o envelope, principalmente a fachada, que exerce um papel fundamental na relação do edifício com o clima. No entanto, por ser de atribuição do arquiteto, muitas vezes relacionado a sua fama e estilo, costumam ser elaborados conceitos, volumetrias e fachadas, já aprovadas pelo cliente, mas que posteriormente analisados não atenderão aos requisitos. “Eu chego a um limite do que eu consigo, você fica numa discussão de que o partido não atende o desempenho, nem o mínimo”.

Sobre as fases de projeto ela afirma que cada escritório usa um sistema diferente e, quando relegado a incorporadoras, a consultora costuma entrar em fases de anteprojeto em diante, raramente, em projetos especiais de grande porte, os próprios arquitetos contratam os consultores para validarem o conceito inicial. A entrevistada alerta também sobre a necessidade de capacitação dos gerenciadores, que na ausência de uma correta mediação ocasiona análises em momentos inoportunos ou desacato entre projetistas no aceite das recomendações.

A entrevistada reforça a importância da norma de desempenho nesse contexto, que gerou uma mudança positiva no mercado em busca de uma qualidade melhor de projeto, no entanto ela afirma que a norma ainda é branda e muitas vezes clientes procuram realizar simulações em fases de executivo, momento em que alterações não são mais possíveis. Ela concorda que as simulações deveriam ser realizadas no início pelos arquitetos, mas isso esbarra na deficiência de formação.

A gente tem uma geração de arquitetos que não tem domínio das disciplinas complementares nem de *building physics*. Eles têm pouquíssimo domínio de coisas muito básicas, demoro muito tempo explicando para o arquiteto o porquê de ele fazer isso, e as vezes ele se recusa porque não entendeu, não valoriza etc. Isso é um problema de formação dos nossos arquitetos, de eu ter que explicar que a terra não é plana, o sol não é plano e o feixe de luz não fica sempre na mesma posição, de manhã ele bate num lugar e de tarde no outro.

Concluindo, a consultora levanta o problema da interoperabilidade entre softwares distintos. Na sua prática ela recebe os modelos em diversos formatos, desde Archicad, Revit, SketchUp, e geralmente os remodela nos softwares e análise. Na sua opinião as ferramentas de exportação não são efetivas e os modelos de arquitetura muitas vezes não contém as informações necessárias, de maneira que vale mais a pena remodelar com o enfoque na simulação a ser realizada.

O nível de detalhe que a gente tem no modelo BIM entra em conflito com o nível de detalhe que a gente precisa para fazer uma análise de desempenho energético por exemplo. Preciso de zona térmica para fazer uma análise de desempenho térmico. Quando a gente pega o modelo o modelo BIM do arquiteto tem cada parafuso da janela colocado. Então muitas vezes é mais fácil pegar a planta dele, desenhar no meu software de simulação e simular separado. Isso é um problema. E modelos exportados costumam dar muito problema de interoperabilidade.

Dessa maneira, nota-se uma clara correspondência com as afirmações do capítulo 2.3., acerca das ferramentas de análise, sendo o maior desafio de uma real integração entre BIM e simulações, em primeiro lugar, a interoperabilidade entre softwares, uma vez que ainda não existe um programa que possua todas essas funcionalidades, e em segundo, a capacitação dos arquitetos de manipular e interpretar os dados de entrada e saída das modelagens. Concluindo, as simulações seguem, por enquanto, dissociadas dos modelos BIM.

A partir desta entrevista, pode-se perceber que a integração completa de modelagens ambientais e de desempenho pelos arquitetos, utilizando o BIM, terá pouco impulso enquanto este serviço permanecer subcontratado pelos consultores externos, uma vez que eles irão preferencialmente usar seus próprios softwares ao atenderem diversos clientes distintos. Dessa forma, essa mudança de paradigma deve partir dos

próprios arquitetos e até mesmo coordenadores ao exigirem estas simulações realizadas simultaneamente ao início do projeto, na definição do partido.

Finalmente a entrevistada problematiza o conceito da “boa arquitetura” conforme mencionado anteriormente por outros arquitetos mais experientes, como sendo um jargão de mercado para uma arquitetura que, em tese, por si mesma é capaz de resolver diversos problemas do projeto. No entanto, ela afirma que este conceito também pode mascarar a discussão da sustentabilidade e desempenho:

Grandes escritórios falam isso, a boa arquitetura resolve tudo, mas você considera o que a boa arquitetura? Você pode ter um Paulo Mendes da Rocha que ninguém fica dentro. A casa da cascata do F.L. Wright ela é inabitável no inverno. É sim a questão de que um arquiteto que entende a importância disso, ele tende a levar, lá no processo de concepção dele, uma série de parâmetros em consideração, que um arquiteto que não conhece não leva, e consequentemente resulta num projeto pior, mas não acho que seja só isso.

De fato, um projeto bem concebido antecipa e resolve uma série de questões, mas aqui mostra-se uma mudança necessária de visão, no contexto da sustentabilidade e do projeto integrado, de que a arquitetura é mais uma das especialidades, não a prioritária, e deve adotar uma atitude colaborativa de escuta ativa às outras disciplinas, do contrário, não há gestão ou simulação que superem a prepotência.

Não importa quão incrível arquiteto você seja, você é arquiteto e tem sua especialidade e existem outras especialidades que devem ser levadas em consideração. (...) A boa arquitetura é o cara entender onde ele precisa de ajuda, onde ele tem que consultar um especialista. Ele pode reunir a equipe de projeto lá no dia zero e não conseguir um projeto integrado porque os outros projetistas não tiveram a liberdade de palpitar no projeto dele. (...) A gente tem uma geração de arquitetos no Brasil que não admitem algumas coisas, não admite que cometeu um erro e que está passível de erros, ele diz que faz uma boa arquitetura e o projeto dele é sempre incrível, autocrítica falta um pouco.

Entrevista 8

A entrevista 8 foi realizada com a BIM Manager de um escritório de médio porte, atuante há 30 anos, tradicional em São Paulo, e focado em edificações industriais e

comerciais. Uma característica marcante é que tanto a entrevistada quanto o sócio haviam realizado mestrado no exterior a sobre *environmental design* e por isso tinham conhecimento e repertório para fazerem simulações ambientais integradas ao projeto.

Em relação ao BIM, há clareza de que ele é uma somatória de processos voltadas para a construção de um modelo virtual tal qual a realidade, contando com a colaboração das outras disciplinas desde o início do projeto. O escritório utiliza o aplicativo Revit desde 2013, mas somente conseguiu uma cadeia de projetistas das outras disciplinas, em BIM, embarcadas no projeto a partir de 2017. Em geral a entrevistada afirma que ainda falta maturidade no mercado para compreender e aplicar o BIM em sua plenitude. Muitos clientes pedem BIM mas não são capazes de receber e gerenciar as informação dos modelos.

Ainda que tenham maturidade no BIM, eles não o utilizam para as fases iniciais, em parte, como suspeita a entrevistada, devido ao domínio da ferramenta pela diretoria, focada ainda no AutoCAD e SketchUp e porque o Revit em si tende a ser mais rígido para o processo intuitivo de criação. Nesse sentido a prática é dividida em dois momentos, o primeiro chamado de estudo preliminar ou conceitual, onde as premissas são satisfeitas e realizadas as propostas, preparadas as bases e definidos os materiais; o segundo momento consiste na modelagem no software BIM para desenvolvimento do projeto até o executivo.

Essa separação é interessante, pois por um lado reforça a hipótese desta pesquisa de que existe uma grande fase de definições, premissas e propostas, chamada por este escritório de conceito, para depois haver um desenvolvimento em tempo menor. No entanto, observa-se que nestes projetos de maior porte não se utiliza o software de modelagem da informação nas fases iniciais, ainda que haja um controle da informação bastante detalhado e premissas de projeto acordadas com o cliente e complementares. Outra hipótese possível, ainda que falem mais entrevistas para comprovação, é a semelhança entre os escritórios que projetam em Archicad, que o utilizam desde o início, e escritórios que projetam no Revit, o utilizam para o desenvolvimento, mas não para a concepção. Tal fato pode derivar da diferença de interface de ambos os programas, sendo o Archicad mais intuitivo e menos restritivo.

Já em relação ao edifício sustentável, predomina a visão de adequá-lo ao usuário com o mínimo de danos ao meio ambiente, associado a adequada especificação de materiais e o próprio projeto da edificação e sua construção. Na operacionalização deste conceito no dia a dia, o escritório realiza simulações eles mesmos, nas fases iniciais do projeto, no estudo preliminar, utilizando-se de 3 softwares para a finalidade de análise térmica, de iluminação e comportamento dos ventos. A entrevistada afirma que um dos impulsionadores do projeto com requisitos ambientais é a implantação, momento no qual são equacionadas as questões relativas ao local e as necessidades para o empreendimento:

É bastante caso a caso, mas a primeira pergunta é onde está o norte, o entorno e os ventos dominantes para a gente entender como vai tudo se comportar no projeto. A gente fez uma escola na marginal e a concepção dos blocos foi feita para bloquear o vento da marginal, junto com o ruído, e a gente conseguir ter alguns microclimas dentro do prédio. Na verdade, acho que o terreno seja nosso *driver*, a implantação, e aí dentro disso, todo o impacto desse entorno, dentro do que a gente vai construir, a gente constrói em resposta ao que existe lá.

Essa visão de que grande parte da responsabilidade do edifício ambiental está na sua implantação, momento que é tipicamente do início do projeto, encontra consonância na avaliação realizada a respeito dos sistemas de certificação que também acabam reservando grande peso para os quesitos relacionados ao local do empreendimento e sua relação com o entorno.

Outra abordagem interessante refere-se à questão de valor de contrato atrelado às simulações. Pelo fato deste escritório possuir domínio sobre o processo de simulação, integram-no à proposta de valor do projeto, como algo inerente a forma de projeto do escritório, e não algo opcional ou como um custo a mais, que segundo a entrevistada seria sumariamente cortado pela visão do cliente. De maneira análoga, a entrevistada afirma que nunca houve um contrato BIM só com modelos, mas por serem líderes de contrato, conseguem gerenciar as entregas de maneira a criar documentação somente no final, na fase de executivo.

Na prática, pela forma como o escritório está organizado, não há uma correlação clara entre a simulação e o BIM, pois este entra somente em momento mais avançado do projeto, no seu desenvolvimento. No entanto, a entrevistada afirma que com um

software que pudesse integrar o BIM às ferramentas de análise haveria um grande ganho para o processo, principalmente na interface com o cliente para a explicação das premissas de projeto, mostrando em tempo real as consequências das decisões de projeto no desempenho da edificação. Na opinião da entrevistada atualmente essa dinâmica ainda não é encontrada no BIM, e predomina o desafio da interoperabilidade entre as diversas plataformas utilizadas, de maneira que se aplica um software para cada problema específico, de acordo com o hábito do usuário.

Em especial este escritório apresenta uma verdadeira prática do projeto integrado, no qual todas as disciplinas embarcam cedo no processo por meio de reuniões e consultas como, por exemplo, tamanhos de *shaft*, tipo de estrutura, além das premissas formalizadas de projeto com o cliente, chamadas de *project assumptions*, que irão nortear todo o desenvolvimento.

O escritório possui dois grandes diferenciais, primeiro há uma equipe interna de engenheiros capazes de gerenciar a obra e auxiliar na concepção, segundo o escritório costuma ser líder de contrato, atuando como uma gerenciadora, realizando todo o estudo de viabilidade do empreendimento, apresentando-o aos investidores e ao cliente final, além de ser responsável por toda a contratação e coordenação das outras disciplinas. Ademais dependendo do projeto e das premissas colocadas são realizadas medições *in loco* para verificação de temperatura, ventilação, energia, e outros critérios das premissas adotadas.

Essas características permitem com que o arquiteto, apoiado pela equipe de engenharia, participe ativamente na definição do programa e nas discussões de custo e viabilidade. O BIM entra eventualmente como ferramenta de visualização, sendo mais utilizado como plataforma para retirada de quantitativos, ainda que os orçamentos sejam realizados fora do escritório. Na mesma linha de raciocínio, não se colocam informações relativas a ciclo de vida nem critérios de desempenho nas famílias BIM. Essa prática tem sido uma tônica nos escritórios entrevistados até agora, no qual a gestão da informação ainda é feita de maneira pouco atrelada aos objetos do modelo. Segundo a entrevistada isto também se deve à maturidade do mercado, tanto das especificações de fornecedores, quanto dos entregáveis exigidos pelos contratos. Por exemplo, ainda que seja possível incluir informações de análise de ciclo

de vida nas famílias, segundo a entrevistada, o único valor desta informação seria para um concurso de arquitetura.