

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**RAMON DE SOUZA ROSA**

**DIRETRIZES PARA A PRÁTICA DO PROCESSO DE PROJETO COM  
ÊNFASE NA COMPATIBILIZAÇÃO**

**FLORIANÓPOLIS, JULHO DE 2018**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**RAMON DE SOUZA ROSA**

**DIRETRIZES PARA A PRÁTICA DO PROCESSO DE PROJETO COM  
ÊNFASE NA COMPATIBILIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana da Rosa Espíndola.

**FLORIANÓPOLIS, JULHO DE 2018**

## FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Rosa, Ramon de Souza

**Diretrizes para a prática do processo de projeto com  
ênfase na compatibilização / Ramon de Souza Rosa ; orientação  
de Luciana da Rosa Espíndola. - Florianópolis,  
SC, 2018.  
96 p.**

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal  
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado  
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico  
de Construção Civil.  
Inclui Referências.**

**1. Processo de projeto. 2. Compatibilização de projetos.  
3. Qualidade de projeto. I. Espíndola, Luciana  
da Rosa. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento  
Acadêmico de Construção Civil. III. Título.**

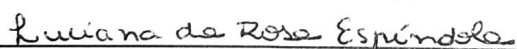
**DIRETRIZES PARA A PRÁTICA DO PROCESSO DE PROJETO COM  
ÊNFASE NA COMPATIBILIZAÇÃO**

**RAMON DE SOUZA ROSA**

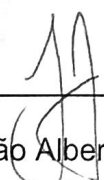
Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 3 de julho de 2018.


Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana da Rosa Espíndola

  
\_\_\_\_\_

Prof. Dr. João Alberto da Costa Ganzo Fernandez

  
\_\_\_\_\_

André Lima de Oliveira, Arquiteto

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a todos os meus familiares, em especial a meu padrasto Ailso – que sempre me viu como um filho e a quem eu sempre verei como um pai – e a minha mãe Rosiane, com quem muito aprendi e ainda muito hei de aprender.

Agradeço a minha orientadora, professora doutora Luciana da Rosa Espíndola, por prontamente “adotar” este trabalho e por seu esforço e dedicação ímpares. Com você, aprendi que sempre é possível melhorar. Sem sua orientação e apoio, não é exagero dizer que este trabalho não teria sido possível.

Também agradeço ao professor doutor Rogério de Souza Versage, pelas valorosas conversas fundamentais para que este trabalho tomasse forma.

Agradeço a professora doutora Luciana Maltez Calçada, primeira coordenadora do curso de Engenharia Civil. Seu exemplo como pessoa e profissional durante meu ensino médio integrado cimentou a certeza de qual graduação cursar e em qual instituição.

Agradeço aos membros da banca, professor doutor João Carlos Alberto da Costa Ganzo Fernandez e André Lima de Oliveira, por aceitarem o convite e pelas importantes contribuições.

Agradeço a todos meus amigos, principalmente: minha amiga Vera Lucia Correia, parceira de todos os trabalhos da faculdade, incluso este, pelo seu constante suporte; minha amiga de vida Isabel Guessser, com quem sempre pude e sempre poderei contar; e meu amigo Guilherme Cardoso Hickel, por estar sempre disposto a ajudar, sem medir esforços.

Agradeço ainda a todos os professores e servidores do Instituto Federal de Santa Catarina, especialmente aqueles do Departamento Acadêmico de Construção Civil. Vocês são o motivo pelo qual me orgulho em dizer que sou técnico em Edificações e graduando em Engenharia Civil pelo IFSC – Campus Florianópolis.

*Por milhões de anos, a humanidade viveu  
como os animais*

*Então, algo aconteceu que desencadeou o  
poder da nossa imaginação*

*Nós aprendemos a falar*

*[..]*

*Tudo que precisamos fazer é garantir que  
continuemos a falar*

Stephen Hawking

## RESUMO

O processo de projeto de edificações tem como característica o elevado nível de informações gerado, além da atuação de diversos agentes. Atualmente, o processo de projeto tem sido praticado de forma sequencial. Como consequência, são comuns incompatibilidades entre os projetos das diferentes disciplinas, acarretando em atrasos, retrabalhos e custos imprevistos na execução. Assim, este trabalho tem como objetivo propor diretrizes para a prática do processo de projeto de edificações com ênfase nos parâmetros de compatibilização das informações. Para isto, torna-se necessária a análise e compreensão de como os modelos teóricos idealizam e como as empresas praticam o processo de projeto de edificações e a compatibilização das informações. Portanto, foram analisados seis modelos teóricos de processo e o processo de projeto de quatro empresas de arquitetura de Florianópolis, Santa Catarina. Os modelos teóricos foram comparados de acordo com os seus resultados por etapa, procurando-se identificar padrões e quais parâmetros possuem influência no processo de projeto. Os processos de projeto das empresas foram analisados de forma análoga aos modelos teóricos, procurando padrões e discrepâncias entre estes processos. Após, comparando os dados teóricos e práticos, foram sugeridas dez diretrizes para o atual processo de projeto. Com base nos dados levantados em referências bibliográficas, foi possível notar a recomendação de que a compatibilização ocorra durante todo o processo de projeto, ao longo de diversas etapas. Além disso, foi possível verificar que estes modelos são reforçados por alguns conceitos e ferramentas estudados atualmente. As análises dos processos praticados pelo mercado demonstram que não há um modelo geral utilizado pelas empresas. No entanto, há uma preocupação com a compatibilização e um reconhecimento do potencial das ferramentas BIM para auxiliar nesta etapa. A partir dos resultados obtidos pela pesquisa bibliográfica e pelas entrevistas, é possível concluir que a organização das informações e dos fluxos de informações aliadas a ferramentas que auxiliem tal gestão pode contribuir para uma melhoria da compatibilização e, conseqüentemente, do processo de projeto.

Palavras-chave: Processo de projeto. Compatibilização de projetos. Qualidade de projeto.

## **ABSTRACT**

The building design process is known by the high amount of information developed, besides the operation of many agents. Nowadays, the design process has been practiced in a sequential way. As consequence, inconsistency among designs are common, leading to delays, reworks and unpredicted expanses in the construction site. Thus, the objective from this study is to propose guidelines for the building design process with an emphasis on the information compatibility. For that, it becomes necessary the analysis and comprehension of how the theoretical models idealize and how the companies practice the building design process and the information compatibilization. Therefore, six design processes theoretical models and four architecture companies design processes from Florianopolis, Santa Catarina have been analyzed. The theoretical models were compared according to their phases' results, searching for patterns and which parameters had influence on the design process. The companies design processes were analyzed analogously to the theoretical models, searching for patterns and discrepancies amidst the processes. After, by the comparison of the theoretical and practice data, guidelines to the current design process were made. Based on the bibliographical references, it was possible to notice the recommendation to practice compatibilization during all the design process, over the many phases. Besides, it was possible to identify that those models are reinforced from some concepts and tools currently studied. The companies process analysis showed that there is not a general model utilized by those. However, there is a concern with compatibilization and acknowledge from the BIM tools potential to aid this phase. From the results obtained by the bibliographic research and interviews, it is possible to conclude that the organization from information and information flow allied to tools which assist this management, can contribute to a better compatibilization and, thereafter, design process.

Keyword: Design process. Design compatibility. Design quality.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação .....	21
Figura 2 – Ciclo de vida BIM .....	32
Figura 3 – Exemplo de processo de projeto de edificações sugerido pela ABNT NBR 13.531:1995 .....	38
Figura 4 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Melhado <i>et al</i> (1996).....	41
Figura 5 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Novaes (1996) .	42
Figura 6 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Tzortzopoulos (1999).....	46
Figura 7 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Romano (2003)	49
Figura 8 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Rodríguez e Heineck (2003).....	51
Figura 9 – Processo de projeto das empresas .....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelos de processos de projeto.....	54
Tabela 2 – Equivalências entre modelos de processo de projeto .....	55
Tabela 3 – Aplicação dos conceitos e ferramentas no processo de projeto.....	57
Tabela 4 – Parâmetros de compatibilização.....	61
Tabela 5 – Processo de projeto da empresa A .....	64
Tabela 6 – Processo de projeto da empresa B .....	67
Tabela 7 – Processo de projeto da empresa C .....	70
Tabela 8 – Processo de projeto da empresa D .....	72
Tabela 9 – Constatação dos parâmetros nas empresas .....	78
Tabela 10 – Resultados do processo de projeto do modelo teórico e da empresa D84	

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

IFC – *Industry Foundation Classes*

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	15
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
1.3	OBJETIVOS .....	18
1.3.1	Objetivo geral .....	18
1.3.2	Objetivos específicos.....	19
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
2.1	PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES .....	19
2.2	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS .....	22
2.3	CONCEITOS E FERRAMENTAS PARA O PROCESSO DE PROJETO .....	25
2.3.1	Lean design .....	25
2.3.2	Engenharia Simultânea .....	26
2.3.3	BIM – Conceito .....	28
2.3.4	Extranet .....	28
2.3.5	CAD.....	29
2.3.6	BIM – Ferramenta.....	30
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
3.1	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE MODELOS TEÓRICOS DE PROCESSO DE PROJETO.....	33
3.2	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA PRÁTICA DO PROCESSO DE PROJETO NAS EMPRESAS .....	34
3.3	COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS TEÓRICOS E PRÁTICA DAS EMPRESAS.....	35
3.4	DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE PROJETO.....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>35</b>

4.1	CONTRIBUIÇÃO DOS MODELOS TEÓRICOS DE PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES .....	35
4.1.1	ABNT – NBR 13.531:1995.....	36
4.1.2	Melhado <i>et al</i> (1996).....	40
4.1.3	Novaes (1996).....	42
4.1.4	Tzortzopoulos (1999).....	43
4.1.5	Romano (2003).....	47
4.1.6	Rodríguez, Heineck (2003).....	50
4.1.7	Modelo teórico geral .....	52
4.1.8	Aplicabilidade dos conceitos e ferramentas para o processo de projeto nos modelos de processo de projeto.....	57
4.1.9	Parâmetros de compatibilização.....	60
4.2	PROCESSO DE PROJETO DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS.....	62
4.2.1	Empresa A.....	62
4.2.2	Empresa B.....	65
4.2.3	Empresa C.....	68
4.2.4	Empresa D.....	70
4.2.5	Processo de projeto geral das empresas .....	73
4.2.6	Parâmetros de processo de projeto nas empresas .....	77
4.3	COMPARAÇÃO ENTRE TEORIA GERAL E PRÁTICA .....	83
4.4	DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE PROJETO COM ÊNFASE NA COMPATIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES .....	85
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>90</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE A – ROTEIRO ELABORADO PARA AUXÍLIO NA REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS NAS EMPRESAS QUE ELABORAM PROJETOS ARQUITETÔNICOS .....</b>	<b>95</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das principais características do processo de projeto de edificações é a sua multidisciplinaridade. A etapa de projeto é marcada pela atuação de diversos projetistas com diferentes especialidades, tais como arquitetura, estruturas, instalações elétricas e instalações hidrossanitárias. De acordo com Fabrício (2002), a partir da utilização das habilidades intelectuais destes profissionais e da sua capacidade de comunicação, são elaboradas soluções projetuais. Estas soluções são, de forma geral, apresentadas na forma de desenhos e memoriais.

Entretanto, o processo de projeto de edificações é realizado de forma fragmentada. Ou seja, os projetos de diferentes disciplinas são elaborados separada e isoladamente. Além disso, há ainda uma desconexão entre a etapa de projeto e a etapa de execução (ROMANO, 2003).

Um processo de projeto fragmentado tende a provocar falhas na comunicação. Estas falhas podem se traduzir em projetos de baixa qualidade, levando a uma alta possibilidade de retrabalhos e alterações tanto no projeto quanto na obra (PETRUCCI JUNIOR, 2003; ALENCASTRO, 2006; SOUSA, 2010).

Para assegurar a qualidade do projeto e evitar tais problemas, são necessários métodos de organização e controle que se mostrem adequados ao aglomerado de informações natural a este processo de produção. A falta de tais métodos pode comprometer não apenas o projeto, mas sim a edificação como um todo (RODRÍGUEZ, 2005). A compatibilização de projetos é uma das principais formas utilizadas para garantir o controle e a organização das informações geradas durante o processo de projeto (SOUSA, 2010).

A compatibilização pode ser definida como o gerenciamento e integração dos diversos projetos de uma obra, buscando um ajuste perfeito destes, minimizando possíveis conflitos e facilitando a execução. Sendo assim, a compatibilização pode ser vista como “[...] uma alternativa para se resolver parte dos erros originados na etapa de projeto das edificações [...]” (CALLEGARI, 2007).

De acordo com diversas publicações, a compatibilização de projetos deve ser realizada durante todo o processo, englobando desde os estudos preliminares até

a elaboração dos projetos executivos (ABNT, 1995; MELHADO *et al*, 1996; NOVAES, 1996; TZORTZOPOULOS, 1999; ROMANO, 2003; RODRÍGUEZ, HEINECK, 2003).

Esta visão de uma compatibilização ao longo do processo é endossada pelo conceito da Engenharia Simultânea. De acordo com este conceito, as atividades devem ser realizadas em paralelo, considerando todo o ciclo de vida do produto durante as fases de projeto. Além disso, um dos princípios que norteiam a Engenharia Simultânea é o de que qualquer alteração em um projeto deve ser realizada o mais cedo possível (PETRUCCI JUNIOR, 2003). Desta forma, ao realizar a compatibilização ainda nas primeiras etapas, evitam-se que ocorram grandes alterações nas soluções projetuais em etapas demasiadamente avançadas, acarretando em maiores retrabalhos ou até mesmo inexecuibilidade da edificação.

No entanto, para uma aplicação eficiente de conceitos como o da Engenharia Simultânea no processo de projeto de edificações, são necessárias ferramentas e tecnologias que se adequem a estas novas formas de projetar. Dentre as ferramentas desenvolvidas nos últimos anos, vale mencionar aquelas baseadas em modelagem da informação da construção, ou *Building Information Modeling* (BIM).

O BIM é um conceito elaborado por Eastman (2008) nos anos 1970, possuindo como princípios básicos uma base de dados comum alimentada pelos diversos agentes envolvidos no processo de projeto, bem como a elaboração de desenhos automatizada. As ferramentas baseadas neste conceito podem trazer diversos benefícios para o processo de projeto, já que a base de dados comum facilitaria a comunicação entre os agentes e, conseqüentemente, a compatibilização dos projetos.

Contudo, apesar destes conceitos estarem em voga nos estudos acadêmicos durante os últimos anos, ainda são relatados problemas na execução de obras devido a incompatibilidades entre projetos (COSTA, 2013). Ou seja, o processo de projeto atualmente praticado ainda possui pontos que podem ser melhorados.

## 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A falta de compatibilização de projetos é um dos responsáveis pelos altos índices de falhas na construção brasileira (THOMAZ, 2001). Estas incompatibilidades

nos projetos se traduzem em retrabalhos nos canteiros de obras, resultando em gastos não previstos e possíveis atrasos no cronograma de execução.

Ainda assim, com o decorrer dos anos, observou-se que a compatibilização de projetos ocorre nas etapas mais avançadas do processo de projeto, quando realizada. Em uma pesquisa feita por Alencastro (2006) junto a 20 empresas construtoras e incorporadoras do mercado imobiliário de Florianópolis, 50% das empresas afirmaram contratar os projetos de engenharia – estrutural, elétrico, hidráulico, etc. – apenas após a conclusão do projeto legal de arquitetura. Ainda, de acordo com Silva (2017), muitas incompatibilidades acabam sendo resolvidas durante a execução, acarretando em diversos retrabalhos.

Apesar da existência de conceitos e ferramentas que visam a melhora do processo de projeto e dos produtos gerados por este, o processo praticado pelo mercado não costuma os implementar. Conforme Romano (2003), a Engenharia Simultânea nos escritórios brasileiros ainda não pode ser tomada como uma realidade. Além disso, Costa (2013) afirma que as ferramentas BIM possuem pouco uso na indústria da construção civil brasileira.

Assim, há a necessidade de se aprimorar o processo de projeto, incorporando diretrizes que facilitem e melhorem a compatibilização de projetos. Logo, é preciso compreender a seguinte questão: como é possível aprimorar a compatibilização na prática do processo de projeto de edificações, incluindo tais conceitos e tecnologias referentes às informações?

Para isto, este trabalho aponta a seguinte hipótese: para aprimorar seus processos de projeto, podem ser sugeridas diretrizes aos escritórios de arquitetura e de engenharia baseadas em modelos teóricos já idealizados e em boas práticas recorrentes que aplicam conceitos e tecnologias adequados para a compatibilização das informações.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Alencastro (2006), a etapa de projetos é uma das principais responsáveis pelas irregularidades técnicas e econômicas do processo da construção civil. Devido a falta de coordenação durante esta etapa, há uma elevada quantidade



de informações inconsistentes nos documentos entregues para a execução da obra. Estas inconsistências são, em parte, devido a ausência ou ineficiência da gestão da qualidade dos projetos.

Visando tal qualidade, conforme Costa (2013), a compatibilização é importante para diminuir as incompatibilidades entre projetos. Entretanto, esta etapa é constantemente descartada ou executada tardiamente, resultando em falhas na execução e consequente diminuição da qualidade da obra.

Em uma pesquisa realizada por Sousa (2010) junto a 47 profissionais de diversas disciplinas – arquitetura, estrutura, elétrica e hidrossanitária – foi constatado que 97% dos profissionais desenvolviam os projetos de forma sequencial, sendo que 51% deste mesmo total afirmam que este processo sequencial acaba sendo um entrave para a compatibilização dos projetos.

Em contrapartida, a adoção da Engenharia Simultânea no processo de projeto leva a fluxos de trabalho paralelos. Como subsídio para esta prática, as ferramentas baseadas em BIM permitem que os diversos agentes atuem na construção de um modelo da edificação único, facilitando o desenvolvimento das atividades simultâneas. Esta prática traz como benefícios a redução de incompatibilidades e diminuição de tempo despendido em tarefas relacionadas ao desenho e diagramação provindo de retrabalhos (PETRUCCI JUNIOR, 2003; MIKALDO JUNIOR, 2006; ISEPON, 2017).

Entretanto, são mencionadas dificuldades nas implementações destes modelos, conceitos e ferramentas, seja por resistência a mudanças, pelo desconhecimento dos conceitos ou ferramentas, ou ainda pela dificuldade em se adaptar à nova forma de se pensar o projeto que tais implementações podem exigir (SOUSA, 2017). Também são relatadas dificuldades devido ao mercado e suas flutuações, exigindo constantes adaptações (AVILA, 2010).

Tendo em vista a repetição destes problemas, alguns estudos já foram realizados sobre a melhoria da compatibilização e do processo de projeto de edificações. Tais estudos (TZORTZOPOULOS, 1999; ROMANO, 2003; RODRÍGUEZ, HEINECK, 2003) partiram de princípios teóricos aliados a estudos de caso para moldar um processo de projeto de edificações. Assim, estes modelos propostos

possuem embasamento teórico e prático, aumentando tanto a possibilidade de resultados positivos quanto de aplicação.

Portanto, para obter possíveis melhorias no processo atual de projeto, incluindo a compatibilização das informações geradas – já que esta é intrínseca ao processo –, são necessárias novas investigações sobre como estas práticas estão ocorrendo. Logo, com base nestes dados levantados, torna-se possível apontar diretrizes para aprimorar este processo de projeto de edificações.

Nesse sentido, também é importante considerar a contribuição de modelos teóricos de processo de projeto já desenvolvidos em meados das décadas de 1990 e 2000. Ao detalhar os principais fluxos do processo de projeto ideal, os autores destes modelos sugerem que a compatibilização seja realizada em diversas etapas ao longo do processo (ABNT, 1995; MELHADO *et al*, 1996; NOVAES, 1996; TZORTZOPOULOS, 1999; ROMANO, 2003; RODRÍGUEZ, HEINECK, 2003).

Portanto, ao levantar, observar e comparar os modelos teóricos e as práticas recorrentes do processo de projeto de edificações, este trabalho pretende contribuir para ressaltar a importância da prática da compatibilização no processo de projeto de edificações, que poderá trazer como benefício a diminuição dos retrabalhos na fase de projetos e na fase de execução, diminuindo custos, tempo e mão de obra necessária.

### 1.3 OBJETIVOS

A seguir, estão dispostos o objetivo geral e os objetivos específicos do presente trabalho.

#### 1.3.1 Objetivo geral

Propor diretrizes para a prática do processo de projeto de edificações com ênfase nos parâmetros de compatibilização das informações.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar como os modelos teóricos idealizam o processo de projeto de edificações e a compatibilização das informações;
- Compreender como as empresas praticam o processo de projeto de edificações e a compatibilização das informações;
- Comparar teoria e prática e verificar boas práticas e possíveis falhas no processo de compatibilização das informações.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Os tópicos a seguir abordarão temas considerados relevantes para este estudo e o método proposto. Inicialmente, serão abordadas algumas características do processo de projeto de edificações. Após, serão apresentadas definições e discussões acerca da compatibilização de projetos no processo de projeto de edificações. E, por fim, serão explanados alguns conceitos e ferramentas relevantes para as informações geradas nesse processo.

### 2.1 PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES

O processo de projeto de edificações inclui diversas áreas, tais como arquitetura, estruturas, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, dentre outras. Durante esse processo, cada área detalha o seu projeto correspondente, conforme o avanço das etapas (FABRÍCIO, BAÍA, MELHADO, 1998). Sendo assim, uma característica marcante do processo de projeto de edificações é a quantidade elevada de informações produzidas. Estas informações envolvem não apenas o dimensionamento dos componentes da edificação, mas também os materiais e as tecnologias a serem utilizados.

Além deste aglomerado de informações, o processo de projeto de edificações também é marcado pela presença de diversos agentes em seu decorrer. Conforme a NBR 16636-1:2017, em casos mais complexos, torna-se necessária a presença de profissionais com diferentes especialidades. Desta forma, cada especialidade gera um produto ou documento com a sua devida contribuição, sendo que os aspectos executivos devem ser atribuídos a um profissional habilitado. Além

disso, também faz parte deste processo o cliente e seu plano de necessidades, adicionando questões econômicas e subjetivas ao processo.

Devido ao elevado nível de informações e aos diversos agentes envolvidos, há a necessidade de se organizar tal processo por etapas. Desta forma, tornam-se mais claras quais as informações necessárias em qual momento para qual agente, levando a uma conseqüente organização das informações geradas.

Não há um consenso quanto as possíveis subdivisões do processo de projeto de edificações, tanto com relação ao número quanto com o conteúdo. De forma geral, utilizam-se as mesmas subdivisões do projeto arquitetônico, o qual serve como um guia para o processo, confundindo-se com este (ROMANO, 2003).

Na segunda metade da década de 90, muitas contribuições significativas foram feitas sobre os detalhes do processo de projeto. Estas iniciaram com base na publicação da NBR 13.531:1995 – Elaboração de Projetos de Edificações: Atividades Técnicas. Estes estudos se estenderam até meados dos anos 2000 com outras publicações de alta relevância no meio acadêmico, como os trabalhos de Tzortzopoulos (1999) e Romano (2003).

Atualmente, está publicada a NBR 16636-2:2017 que define duas principais fases, tanto para o projeto arquitetônico quanto os demais projetos: primeiro, atividades preparatórias e, segundo, etapas de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos. A Figura 1 apresenta a organização das fases e etapas deste processo de projeto.

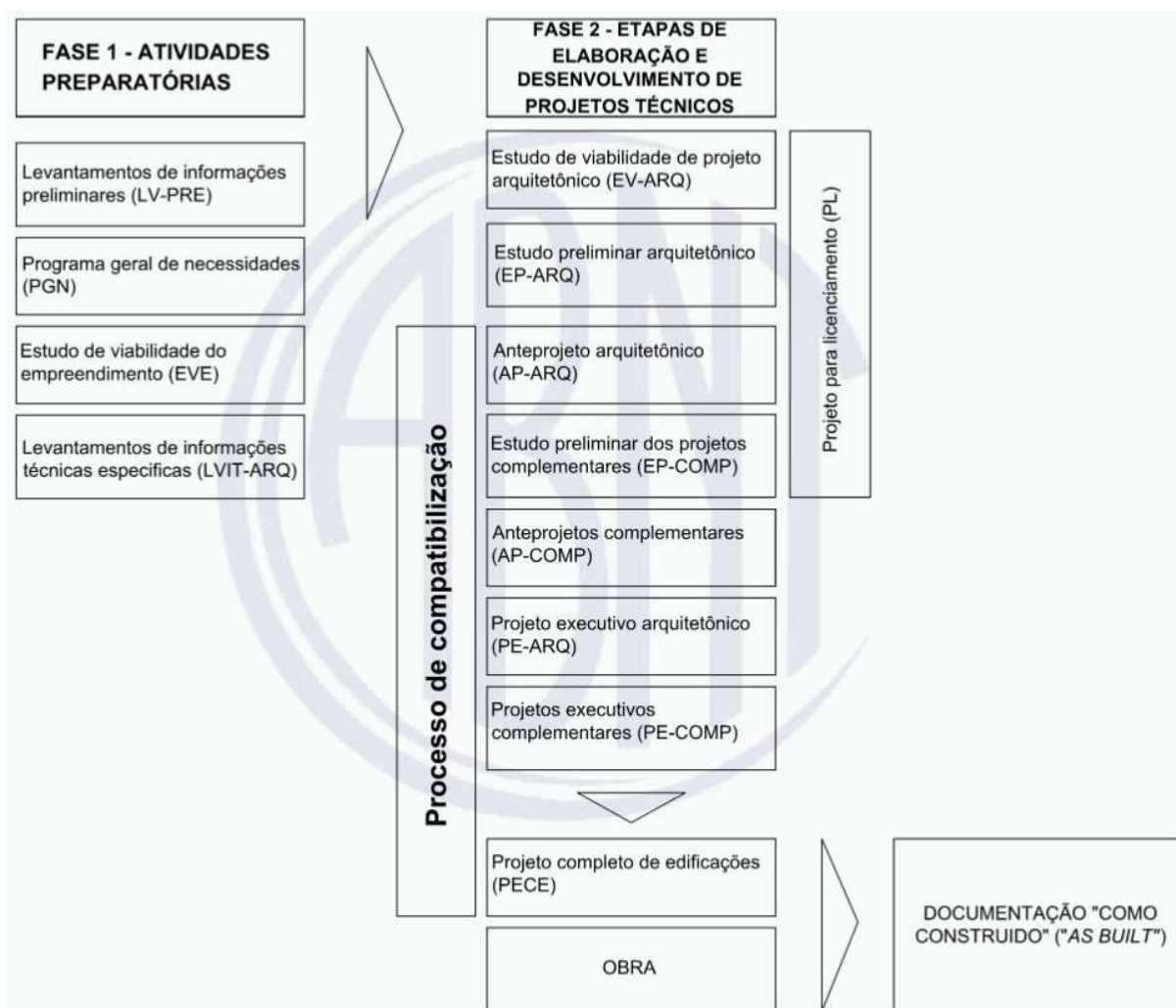
A primeira fase possui um caráter altamente informacional. É neste momento que são levantados diversos dados que irão nortear os projetos. Tais dados seriam o programa geral de necessidades, o estudo de viabilidade do empreendimento e quaisquer outras informações preliminares ou técnicas específicas.

Já na segunda fase, há o desenvolvimento dos projetos propriamente dito. Cada projeto passa por diversas etapas, desde os estudos preliminares até atingir-se o projeto completo de edificações. Vale ressaltar que a norma define, para cada etapa, quais seriam os dados de entrada, as informações produzidas e os produtos a serem apresentados. No entanto, como a própria norma relata que os agentes envolvidos no processo de projeto podem variar consideravelmente de um empreendimento para

outro, a mesma não define quais os agentes responsáveis por cada etapa, delegando esta função a um coordenador de projetos.

Fechando o processo de projeto de edificações, é ainda prevista a elaboração dos projetos *as built*. Neste momento, os projetos devem ser atualizados para que toda a documentação esteja de acordo com o que efetivamente foi executado. É ainda salientado que qualquer alteração de projeto realizada durante a obra deve ser aprovada pelo cliente, pelos construtores e pelos projetistas antes da sua execução.

Figura 1 – Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação



Fonte: ABNT (2017)

É possível observar na organização proposta pela ABNT que a obra é iniciada apenas após a conclusão de todos os projetos executivos, culminando no projeto completo de edificações. No entanto, uma das características do processo de

projeto de edificações no Brasil é a sobreposição das etapas de concepção e execução com as elaborações das soluções técnicas (RODRÍGUEZ, 2005).

Em uma pesquisa realizada por Alecanstro (2006) junto a vinte construtoras de Florianópolis, foi possível observar que a execução das obras tem início com os projetos ainda em fase de desenvolvimento em 70% dos casos. Em todas as construtoras em que tal fato ocorre, há mudanças nos projetos durante a execução das obras.

Além disso, no processo de projeto de edificações prevalecem soluções pouco sistêmicas e segmentadas (FABRÍCIO, 2002; ROMANO, 2003). As soluções projetuais são justapostas sequencialmente, com nenhuma ou pouca interação entre os projetistas.

Ainda, de acordo com Fabrício (2002), entende-se no processo de projeto que a soma das partes independentes forma o todo, gerando um resultado fragmentado e pouco coeso. Desta forma, a qualidade dos serviços associados ao projeto acaba sendo afetada negativamente. Ainda segundo Romano, Beck, Oliveira (2001), os processos de projeto em que os agentes envolvidos não possuem interação e comunicação são a causa de muitos dos problemas que envolvem a falta de qualidade nas edificações.

Além disso, de acordo com as construtoras, as incompatibilidades entre os diferentes projetos são uma das principais falhas mais recorrentes nos projetos (FORMOSO, 1993 *apud* ALENCASTRO, 2006). Ou seja, o processo de projeto utilizado possui espaço para melhorias visando diminuir estas incompatibilidades.

A compatibilização possui influência direta nos resultados do processo de projeto e, por consequência, na execução das obras. Desta forma, convém uma melhor compreensão desta etapa.

## 2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A compatibilização de projetos é um tema que vem avançando ao longo das últimas décadas. De acordo com Graziano (2003), a compatibilização de projetos é a verificação da possível ocorrência de espaços conflitantes entre si, além da

garantia da confiabilidade e consistência dos dados compartilhados até o final do projeto.

De forma geral, a compatibilização pode ser realizada em ambientes virtuais 2D ou 3D. Em ambientes 2D, os desenhos dos projetos são organizados por camadas e sobrepostos. Através da manipulação destas camadas, é possível visualizar os elementos desejados de cada disciplina, procurando por interferências. Já em um ambiente 3D, os elementos constituintes de cada projeto são modelados. Novamente, através da sobreposição e manipulação destes elementos, são buscadas e analisadas possíveis interferências entre os projetos (COSTA, 2013).

Conforme Melhado (2005), a compatibilização de projetos é uma atividade que procura integrar os diversos projetos da edificação, procurando um ajuste perfeito entres estes. Esta atividade é realizada através da sobreposição dos projetos, analisando a possibilidade de interferências entre os elementos de cada projeto.

Para Callegari (2007), a compatibilização de projetos pode resolver alguns dos erros oriundos da etapa de projeto das edificações. Esta atividade é realizada com vistas a integrar e gerenciar os diversos projetos da edificação, diminuindo os possíveis conflitos existentes. Desta forma, a execução seria simplificada, acarretando em uma redução do desperdício de materiais, tempo de execução e mão de obra necessária.

Ainda, para Nóbrega Júnior (2012), a compatibilização de projetos consiste na sobreposição dos detalhamentos gerados nas diversas áreas do processo. Esta sobreposição pode ser realizada com as pranchas impressas ou com os projetos em mídia digital.

De acordo com estas visões, é possível notar que a etapa de compatibilização possui um elevado nível de informações a serem organizados, devido a equipe multidisciplinar envolvida. Desta forma, torna-se necessário um agente que coordene as etapas do processo de projeto, além de interagir com os demais agentes envolvidos: o coordenador de projetos (MIKALDO JUNIOR, 2006).

Este coordenador de projetos procura garantir a comunicação e troca de informações durante todo o processo de projeto (COSTA, 2013), além de possuir amplo conhecimento tanto de projeto quanto de execução. Isto porque este agente deve atuar nestes dois momentos, ou seja, durante todo o processo de construção

(MELHADO, 2005). Além disso, através da antecipação da ocorrência das incompatibilidades – e consequente compatibilização dos projetos –, o coordenador contribuiria para garantir que sejam atingidos níveis satisfatórios de qualidade do projeto (ALENCASTRO, 2006).

Para Sousa (2010), a compatibilização de projetos é uma das principais formas de controle da qualidade na indústria da construção civil, sendo de alta importância. Também de acordo com Oliveira (2005), a compatibilização entre as diferentes disciplinas é um dos principais pontos que influenciam na qualidade do projeto.

De acordo com Thomaz (2001), a falta de compatibilização de projetos é um dos fatores responsáveis pelos altos índices de falhas na construção brasileira, chegando a acarretar uma demanda por empresas terceirizadas especializadas neste procedimento de compatibilização. No entanto, mesmo quando há uma compatibilização dos projetos, é comum que esta ocorra somente quando estes já se encontram quase em sua forma final (ROMANO, 2003). Esta compatibilização tardia acarreta em retrabalhos mais extensos, dado o nível de detalhamento em que os projetos se encontram.

Com relação à quando a compatibilização deve ser realizada, Fabrício (2002) salienta que são necessárias diversas compatibilizações durante o processo de projeto, visto que este envolve diversas interfaces. Desta forma, garante-se uma coerência entre as decisões tomadas e os projetos. Ainda segundo o autor, as atuais práticas de processo de projeto são altamente hierarquizadas e sequenciais.

Conforme Lockhart, Johnson (2000), a compatibilização é um processo dinâmico e cíclico, o qual se repete desde as fases iniciais até as fases finais. Assim, a compatibilização seria uma atividade intrínseca ao próprio ato de projetar, realizando-se iterações entre refinamento e análise.

Esta noção da compatibilização intrínseca ao projetar permite a concepção de novas formas de compatibilizar, alterando inclusive a maneira como se vê o processo de projeto de edificações. O processo deixa de ser sequencial, com momentos claros e definidos onde o processo é interrompido para que sejam compatibilizadas as informações entre os diversos agentes. O processo passa a exigir



a constante colaboração e troca de informações de todos os envolvidos, com a compatibilização sendo diluída por todo o processo.

Assim, surgem novos conceitos para o processo de projeto de edificações, além de novas ferramentas que facilitem a aplicação destes conceitos.

## 2.3 CONCEITOS E FERRAMENTAS PARA O PROCESSO DE PROJETO

Nos tópicos seguintes, serão abordados sucintamente alguns conceitos de processo inovadores, além de ferramentas para manutenção das informações geradas no processo. Em um primeiro momento, serão explanados os conceitos de *lean design*, Engenharia Simultânea e BIM. No segundo momento, será explicado o funcionamento das extranets, dos programas de desenho auxiliado por computador – *Computer Aided Design* (CAD) – e dos programas que utilizam o conceito BIM.

### 2.3.1 Lean design

Para Ballard e Koskela (1998), ao analisar-se um empreendimento como um todo, desde a concepção até a manutenção e uso, a aplicação do pensamento enxuto – *lean* – em todas as fases deste empreendimento é natural. Sendo assim, a filosofia *lean* poderia ser aplicada ao processo de projeto de edificações. No entanto, este conceito ainda é pouco conhecido. Conforme Rodríguez e Heineck (2009), apesar do elevado número de publicações analisando o processo de projeto sob a ótica do pensamento *lean*, ainda não há uma aplicação clara deste. Ainda segundo Leite (2015), a implementação desta filosofia é complexa e demorada.

Brookfield *et al* (2004) afirmam que o *lean design* pode ser analisado como um processo de gestão e como um processo tecnológico. Em ambas as perspectivas, é necessário que haja uma estruturação do sistema de comunicação para a condução do processo de projeto. Alguns dos princípios que norteariam tal estruturação são a identificação dos valores do cliente, a disponibilização da informação quando esta é necessária e o estabelecimento dos fluxos de trabalho, reduzindo ou eliminando desperdícios e retrabalhos.

O princípio *lean* incorpora diferentes ferramentas ou métodos de trabalho, os quais são pensados de forma a aumentar a qualidade e/ou produtividade do

projeto. Assim, atinge-se um modelo que acaba por extrapolar a divisão em fases do processo de projeto de edificações, integrando os diversos agentes envolvidos e melhorando a qualidade do projeto (LEITE, 2015).

Observações realizadas na indústria de projetos de edificações demonstram claramente que há ineficiências a serem eliminadas e que o valor do processo de projeto como um todo pode ser incrementado. O aumento da maturidade dos conceitos de *lean design* é essencial para um aumento na eficiência do processo de construção. Um possível primeiro passo para a implementação do conceito *lean* é a identificação das ineficiências que atuam como gargalos no processo de projeto (MAZLUM; PEKERLIÇI, 2016).

### **2.3.2 Engenharia Simultânea**

O projeto tradicional possui uma sistemática sequencial e segmentada. A Engenharia Simultânea propõe que haja uma integração entre todos os agentes envolvidos no processo, com vistas a atingir-se um melhor produto final (FABRÍCIO; MELHADO, 2008). Este conceito pode ser entendido como uma forma de conduzir o processo de projeto com vistas a integração e ao paralelismo entre as diversas atividades necessárias à progressão do projeto (LUGLI; NAVEIRO, 1996).

A Engenharia Simultânea é baseada em duas principais premissas. Primeiramente, qualquer mudança no projeto deve ser realizada o mais cedo possível, visto que esta prática gera uma maior economia. Segundamente, as etapas devem ser realizadas sempre em paralelo ao invés de sequencialmente, gerando uma redução no tempo despendido para o projeto. Desta forma, a Engenharia Simultânea pode ser vista como uma evolução da Engenharia tradicional ou sequencial (PETRUCCI JUNIOR, 2003).

Um dos grandes benefícios da implantação deste conceito no processo de projeto de edificações está na facilitação da compatibilização dos projetos, devido a integração entre os diversos agentes envolvidos (SOUSA, 2010). Além disso, uma maior dedicação ao desenvolvimento dos projetos simultâneos resulta em compatibilizações realizadas de forma mais simplificada (MIKALDO; SCHEER, 2008).

Para Fabrício (2002), a Engenharia Simultânea no processo de projeto de edificações é percebida como uma filosofia de projeto diferente, sendo necessárias

inovações na gestão dos agentes envolvidos e nas tarefas de projeto. Logo, torna-se necessária a revisão das práticas já estabelecidas, desenvolvendo mecanismos e ferramentas que se adaptem a Engenharia Simultânea. Assim, é possível criar um ambiente fértil para a colaboração e integração dos agentes envolvidos no projeto. Ou seja, a Engenharia Simultânea acaba sendo responsável pela introdução de inovações nos modelos de gestão, sendo sua aplicação dependente dos gestores mostrarem-se dispostos a inovações em suas práticas.

Entretanto, existem dificuldades para a aplicação do conceito de Engenharia Simultânea no processo de projeto de edificações. Tais dificuldades se devem principalmente ao fato de que os métodos de aplicação desta filosofia foram desenvolvidos para outros setores industriais, cujas estruturas de produção diferem das utilizadas pela construção civil como um todo (FABRÍCIO, 2002). Por exemplo, a indústria seriada trata o processo de projeto com uma visão mais ampla, indo desde as primeiras pesquisas de mercado até as especificações da linha de produção. Tal visão não se apresenta tão frequentemente no ramo da construção civil, sendo as etapas de projeto e execução comumente analisadas como elementos isolados.

Segundo Romano (2003), a Engenharia Simultânea no processo de projeto de edificações não pode ainda ser tomada como uma realidade. No entanto, é sim uma forte tendência no setor, sendo considerada e trabalhada pelos profissionais envolvidos. A autora ainda ressalta que, para garantir-se soluções projetuais globalmente eficientes, é essencial que haja uma coordenação entre as diversas áreas da arquitetura e da engenharia desde as primeiras etapas do processo de projeto.

É possível notar que a Engenharia Simultânea aplicada ao processo de projeto de edificações pode se traduzir como uma constante colaboração e comunicação entre os diversos agentes envolvidos durante todo o processo. Assim, há uma maior probabilidade de que o projeto sofra alterações nas suas etapas iniciais, além da facilitação do desenvolvimento dos projetos em paralelo através da troca de informações constante.

### 2.3.3 BIM – Conceito

A modelagem da informação da construção tem se tornado uma área de pesquisas consideravelmente ativa. Estas pesquisas têm utilizado este conceito para diminuir ou eliminar os problemas relacionados a troca ineficiente de informações durante todo o ciclo de vida do empreendimento, desde a etapa conceitual até a possível demolição ou reforma (ISIKDAG; UNDERWOOD, 2009).

O BIM tem sido aplicado nas mais diferentes áreas e em diferentes níveis, seja como um recurso para permitir a interoperabilidade, ou como uma gestão do processo de projeto utilizando um único banco de dados compartilhado (ISIKDAG; UNDERWOOD, 2009).

Em 1975, Eastman conceituou o que hoje se entende por BIM como um processo em que as definições dos elementos sejam realizadas de forma interativa e colaborativa. Estas definições alimentariam um banco central de dados, englobando tanto representações gráficas quanto especificações técnicas de materiais e tecnologias utilizados (EASTMAN *et al*, 2014).

Ainda de acordo com Isikdag e Underwood (2009), o processo da modelagem da informação da construção baseia-se em modelos digitais que sejam integrados, compartilhados e interoperáveis.

Desta forma, pode-se entender que o BIM não é uma ferramenta propriamente dita, mas sim um conceito da forma de se projetar fortemente embasado no princípio de um banco de dados único, alimentado e compartilhado por todos os agentes envolvidos no processo de projeto, além da automatização das representações gráficas, reduzindo retrabalhos e atividades mecânicas que pouco agregam valor ao projeto.

### 2.3.4 Extranet

As *extranets* permitem o compartilhamento de bases de dados digitais entre diversos projetistas, tornando desnecessária a troca de projetos em papel ou por e-mail. Através da base de dados compartilhada, todos os membros autorizados da equipe de projeto podem obter as versões atualizadas dos projetos via download. Assim, o controle de versões e de inserções de novas informações nos projetos é

realizada de forma automatizada. No entanto, uma das principais limitações das *extranets* está na impossibilidade de manipulação do mesmo arquivo por dois ou mais projetistas (FABRÍCIO, 2002).

O uso da *extranet* também implica em um aumento considerável na quantidade e fluxo de informações entre os agentes envolvidos. Caso não existam procedimentos padronizados e bem definidos relativos a como as informações devem ser enviadas e para quem, é provável que haja uma sobrecarga de informações. A consequência é a possível perda de dados relevantes em meio a diversas informações (FABRÍCIO, 2002).

Como principais vantagens na utilização das *extranets* elencadas por Novaes (2005) no processo de projeto, pode-se destacar: a diminuição nos erros de comunicação; a interface entre diversos agentes do projeto em tempo real; e utilização da versão mais recente do projeto pelos agentes envolvidos.

### 2.3.5 CAD

Os programas CAD baseiam-se na utilização de vetores para a formação de desenhos. Desta forma, para se criar uma parede, são desenhadas duas linhas, e assim analogamente para os demais elementos que compõem o projeto da edificação. Sendo assim, os elementos desenhados não são parametrizáveis ou contêm maiores informações além daquelas referentes ao vetor, como coordenadas e comprimento.

De acordo com Sperling (2002), nos processos convencionais geram-se projetos em ambientes 2D, como os proporcionados pelos programas CAD. Para que haja um completo entendimento do projeto do edifício, é necessária a visualização em conjunto destes projetos, já que eles não possuem conexões entre si.

Conforme Costa (2013), as ferramentas CAD são utilizadas pela maior parte das empresas que realizam compatibilizações de projetos. Este procedimento é realizado através da organização de todos os elementos que compõem o desenho do projeto por camadas – *layers* – para posterior sobreposição de todos os desenhos. Dessa forma, através da manipulação dos *layers*, torna-se possível a visualização dos elementos desejados com as plantas das diversas disciplinas sobrepostas.

Mesmo com a suma importância do CAD no avanço tecnológico do desenho de projetos, ainda permanece uma dificuldade para a real integração entre os projetos utilizando um programa CAD 2D (MENEGARO; PICCININI, 2017). Por isso, com esse método, há uma alta probabilidade de que a análise das possíveis interferências entre os projetos das diferentes disciplinas seja falha ou insuficiente (MONTEIRO *et al*, 2017). Essa necessidade de maior identificação e de visualização dos detalhes da edificação como um todo vem sendo suprida com novas ferramentas de modelagem, como o BIM.

### 2.3.6 BIM – Ferramenta

O conceito inicial de BIM elaborado por Eastman foi adaptado para uma metodologia através da utilização de programas baseados em CAD. Isto acabou por criar uma nova forma de se projetar, levando a mudanças estruturais e técnicas do processo de projeto (COSTA, 2013).

Segundo Eastman *et al* (2008), as ferramentas BIM podem apresentar diversas vantagens durante o processo de projeto, tais como:

- precisão na visualização nas fases iniciais do projeto;
- correções automáticas no modelo conforme são efetuadas mudanças no projeto;
- facilidade na colaboração de equipes multidisciplinares nas fases iniciais do projeto.

Estas ferramentas vêm sendo apontadas como possíveis soluções aos agentes envolvidos no processo de projeto, já que permitem uma identificação facilitada das incompatibilidades entre os projetos das diversas áreas, além do próprio trabalho integrado (DE PAULA; UECHI; MELHADO, 2013).

Nóbrega Júnior (2012) afirma que, com a utilização das ferramentas BIM, as etapas do projeto ocorrem de forma simultânea. Desta forma, estas ferramentas facilitam o desenvolvimento dos projetos, mas exigem uma maior capacitação dos agentes envolvidos, além de diferentes métodos de gestão do processo de projeto.

Conforme Durante *et al* (2015), as ferramentas BIM acarretam em mudanças no fluxo de informações e nas interfaces entre os projetistas. O processo

de projeto passa a ser encarado não como linear ou paralelo, mas sim como integrado. Sendo assim, as organizações devem possuir um fluxo de informações claro para todos os agentes envolvidos no projeto.

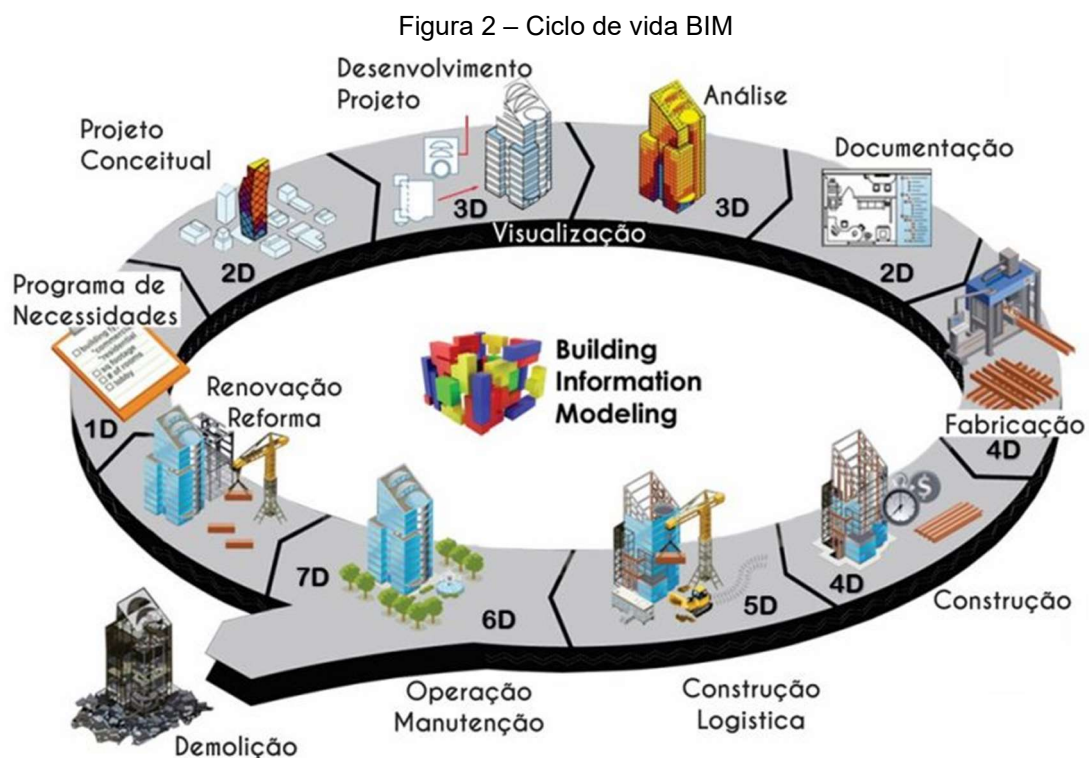
O governo brasileiro tem procurando incentivar o uso de ferramentas que utilizem o conceito BIM pelos profissionais da construção civil no Brasil. Como principal exemplo disso, pode-se citar o decreto nº 9.377, publicado em 17 de maio de 2018. Neste decreto,

entende-se o BIM, ou Modelagem da Informação da Construção, como o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção. (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2018)

Dentre as diversas práticas mencionadas ao longo do decreto, as quais compõem a Estratégia BIM BR, é importante ressaltar: a estimulação da capacitação em BIM; o desenvolvimento de normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM; o desenvolvimento da Plataforma e da Biblioteca Nacional BIM; e o incentivo da concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM. Tais práticas podem contribuir para que as análises legais dos projetos sejam agilizadas, já que as empresas se beneficiariam dos padrões neutros de interoperabilidade – facilitando a comunicação entre diferentes programas – e da Biblioteca Nacional BIM – a qual forneceria padrões a serem utilizados – aliados a capacitação profissional em BIM com auxílio de documentos técnicos para a adoção do BIM.

As ferramentas BIM, conforme exemplificado na Figura 2, procuram abranger todas as etapas do ciclo de vida da edificação, desde a organização do programa de necessidades até a reforma.

Desta forma, estas ferramentas possuem um alto potencial de aplicação nas mais diversas áreas. Além da sua utilização no desenvolvimento dos projetos e das documentações, ainda há potencial para sua utilização na produção de projetos de fabricação e planejamento da construção (FLACH, 2017).



Fonte: adaptado de Herden (2017).

Assim, estes conceitos e ferramentas podem ser de grande valia para uma revisão do atual processo de projeto praticado pelo mercado. Através de práticas que estimulem a colaboração e a constante troca de informações entre os diversos agentes, pode ser atingida uma compatibilização mais efetiva.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada com abordagem qualitativa. O método proposto possui quatro principais etapas, detalhadas na sequência: (1) levantamento dos principais modelos teóricos de processo de projeto; (2) levantamento da prática de processo de projeto em quatro empresas da região de Florianópolis, Santa Catarina; (3) comparação entre a teoria e a prática levantadas, avaliando parâmetros referentes ao processo de projeto e a compatibilização das informações; e (4) elaboração de diretrizes para a melhoria da compatibilização no processo de projeto de edificações.



### 3.1 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE MODELOS TEÓRICOS DE PROCESSO DE PROJETO

Foi realizado um levantamento bibliográfico de modelos de processo de projeto considerados relevantes no meio acadêmico publicados nas décadas de 1990 e 2000. Esta limitação temporal foi motivada pelos seguintes fatores: (1) a publicação da ABNT NBR 13.531 (1995) pode ser considerada como uma publicação vanguardista, possuindo grande influência nesta área (DANTAS FILHO, 2016) e (2) a escassez de publicações posteriores com relevância acadêmica semelhante aquelas encontradas no período citado.

A partir destes critérios, foram selecionados os seguintes modelos para esta pesquisa:

- ABNT NBR 13.531:1995;
- Melhado *et al* (1996);
- Novaes (1996);
- Tzortzopoulos (1999);
- Romano (2003);
- Rodríguez, Heineck (2003).

Em cada modelo selecionado, foi feito um breve resumo das etapas propostas e dos resultados obtidos em cada etapa. Através da comparação dos modelos pelos resultados obtidos, foi extraído um modelo geral teórico. A partir deste modelo geral teórico, foi analisado como os conceitos e ferramentas abordados na revisão de literatura poderiam ser aplicados para a obtenção de cada um dos resultados.

Ainda a partir dos resumos, foi feita uma análise crítica para elencar os principais parâmetros que influenciam a compatibilização no processo de projeto de edificações destes modelos.

### 3.2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA PRÁTICA DO PROCESSO DE PROJETO NAS EMPRESAS

Nesta etapa, foram realizados estudos de caso em quatro empresas que trabalham com a elaboração de projetos arquitetônicos há, pelo menos, dez anos. Inicialmente, foram selecionadas oito empresas deste ramo, estando todas localizadas no bairro Centro do município de Florianópolis. Foram selecionados apenas escritórios de arquitetura devido a dois fatores: tempo hábil para realização da pesquisa; e a necessidade de se avaliar as etapas mais iniciais do projeto. Quanto a localização, esta foi escolhida devido à proximidade com a instituição de ensino, facilitando o transporte. Foram realizadas entrevistas em quatro das oito empresas selecionadas.

Para realizar o levantamento do processo de projeto nestas empresas, foi elaborado um roteiro para auxiliar nas entrevistas. Este roteiro teve como intuito garantir que seriam levantadas o máximo das informações necessárias para avaliar o comportamento dos parâmetros referentes ao processo de projeto e a compatibilização de projetos levantados na literatura. Este roteiro pode ser visto no Apêndice A deste trabalho.

Como resultado, os dados foram organizados em quatro processos de projeto utilizados na prática por estas empresas em questão. Também foram realizadas observações relacionadas aos parâmetros de processo de projeto e compatibilização de projetos.

De forma análoga ao que foi realizado com os modelos de processo de projeto teóricos, os processos de projeto levantados junto as empresas também foram comparados conforme os seus resultados por etapa. Novamente, esta análise permitiu a visualização e identificação tanto de padrões quanto de discrepâncias entre os processos de projeto.

Com relação aos parâmetros de processo de projeto e compatibilização de projetos, foi elaborada uma tabela para apresentar em quais empresas foram constatados tais parâmetros.

### 3.3 COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS TEÓRICOS E PRÁTICA DAS EMPRESAS

Utilizando o modelo teórico geral e os conceitos e ferramentas abordados na revisão como referências, o processo de projeto das empresas foram comparados com o modelo teórico geral. A partir da comparação entre os resultados obtidos pelo modelo teórico e os obtidos pelo processo das empresas, foram realizadas discussões sobre as semelhanças e diferenças de tais processos.

### 3.4 DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE PROJETO

Com base em todos os dados teóricos e práticos obtidos anteriormente, bem como suas análises e discussões, foi possível identificar certos pontos críticos e práticas recomendáveis para o processo de projeto de edificações e a compatibilização de projetos. Desta forma, foi obtido um conjunto de diretrizes para o processo de projeto, embasados na teoria e na prática.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nós tópicos a seguir, serão apresentados os resultados obtidos através da metodologia proposta. Primeiro, serão apresentados os modelos teóricos de processo de projeto selecionados e suas contribuições sobre a compatibilização das informações. Segundo, serão apresentados os processos de projeto das quatro empresas entrevistadas, analisando e comparando cada processo. Com base nesses dois dados anteriores, os processos das empresas entrevistadas serão comparados aos modelos teóricos. Por fim, como fruto desta última análise, serão apontadas dez diretrizes para o processo de projeto e a compatibilização de informações obtidas a partir da teoria e da prática.

### 4.1 CONTRIBUIÇÃO DOS MODELOS TEÓRICOS DE PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES

Nos tópicos a seguir, serão explanados os modelos de processo de projeto de edificações elencados anteriormente. A ordem para apresentação dos modelos se dará cronologicamente, a partir da data de publicação do modelo em questão.

#### **4.1.1 ABNT – NBR 13.531:1995**

De acordo com a ABNT (1995), os projetos referentes as edificações são divididos em oito etapas: levantamento; programa de necessidades; estudo de viabilidade; estudo preliminar; anteprojeto e/ou pré-execução; projeto legal; projeto básico; e projeto para execução.

No levantamento, são reunidas informações de referência com relação a condições preexistentes, as quais podem ser necessárias para a elaboração do projeto. Exemplos: levantamentos planialtimétricos, legislações pertinentes, fatores financeiros e sociais, dentre outros.

Já no programa de necessidades, são definidas as necessidades e expectativas dos usuários com relação a edificação a ser concebida. O estudo de viabilidade é o momento destinado a análises e avaliações, verificando-se quais alternativas são recomendadas para a concepção da edificação.

Durante o estudo preliminar, realiza-se a concepção e representação de informações técnicas iniciais e aproximadas, de forma a compreender-se a configuração da edificação. Nesta etapa, podem-se incluir soluções alternativas.

A etapa de anteprojeto e/ou pré-execução corresponde a concepção e representação de informações técnicas provisórias, com vistas a detalhar a edificação. Estas são as informações necessárias para a comunicação entre as disciplinas envolvidas, além de serem necessariamente informações suficientes para uma elaboração estimada de custos e prazos.

O projeto legal é a representação de informações técnicas necessárias para análise e aprovação do projeto pelos órgãos competentes. Os documentos gerados nesta etapa destinam-se a obtenção dos alvarás e/ou licenças necessárias para a execução da edificação.

No projeto básico, o qual é uma etapa opcional, ocorre a representação de informações técnicas incompletas, porém compatíveis com os projetos básicos das demais disciplinas. Os documentos gerados nesta etapa devem possuir informações suficientes para a contratação da execução.

Finalmente, o projeto para execução corresponde a concepção e representação final de informações técnicas necessárias e suficientes para a contratação da execução e a própria execução da obra.

A Figura 3 apresenta um exemplo de fluxograma do processo de projeto de edificações sugerido pela ABNT (1995).

Neste fluxograma, é possível notar como os diversos projetos são elaborados de forma simultânea, mas sempre liderados pelo projeto arquitetônico. Também é possível notar diversos pontos onde ocorre uma avaliação dos projetos desenvolvidos até o momento.

Ainda segundo a ABNT (1995), o projeto de arquitetura é o responsável por determinar a coordenação geral das atividades técnicas do processo de projeto. As coordenações individuais de cada disciplina devem ser de responsabilidade dos profissionais responsáveis pela concepção e detalhamento da disciplina em questão.

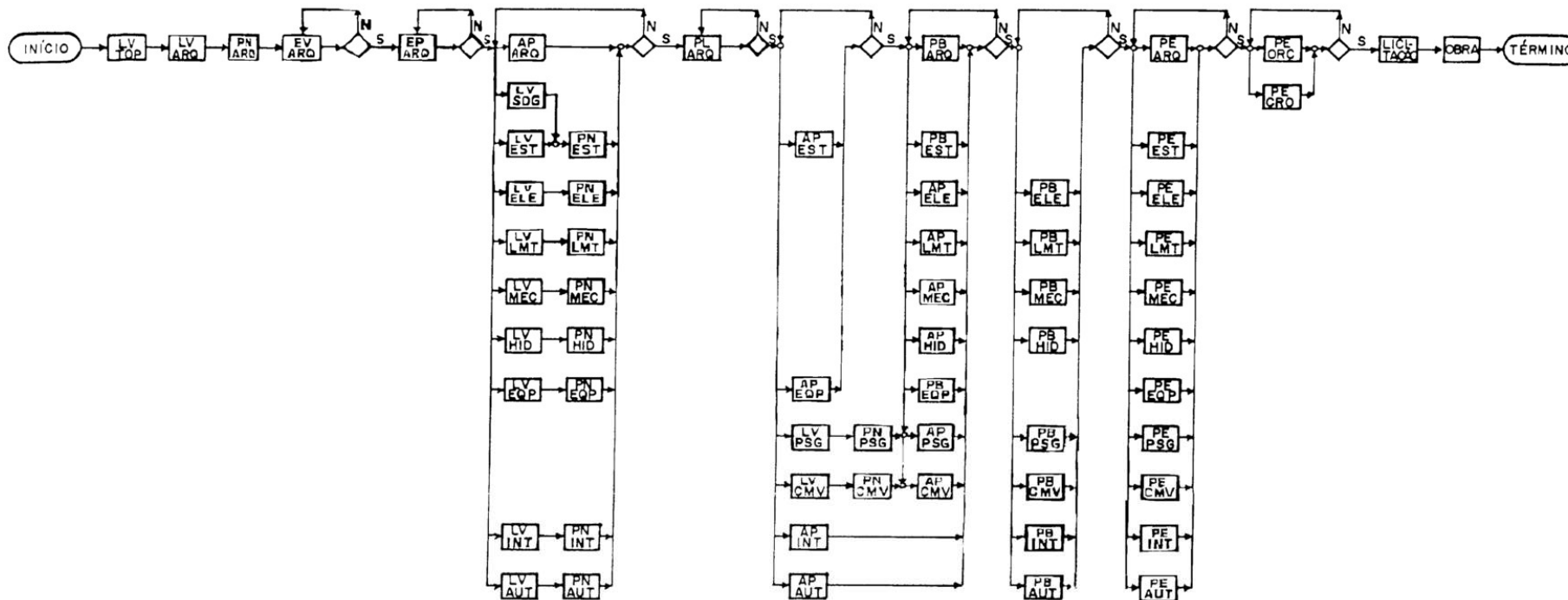
Quanto ao sequenciamento das atividades, estas devem ser programadas cronologicamente, visando um acúmulo, detalhamento e articulação progressiva das informações, até a entrega dos projetos para execução.

Com relação as etapas sugeridas, estas podem ser suprimidas ou ainda inclusas etapas adicionais não previstas na NBR 13.531:1995, conforme as características e complexidade da edificação a ser projetada.

Cada etapa deve gerar informações que complementam e detalham as informações geradas na etapa imediatamente anterior. Desta forma, as informações produzidas em uma etapa devem ser utilizadas como uma referência para a execução da etapa imediatamente posterior.

Também é recomendado que os sequenciamentos das etapas de todas as disciplinas devem ser predeterminados e representados de forma gráfica em um fluxograma. Este fluxograma deve conter as interdependências, os custos e recursos utilizados, além da duração da etapa.

Figura 3 – Exemplo de processo de projeto de edificações sugerido pela ABNT NBR 13.531:1995



Nota:	Simbologia:	Legendas: Atividades técnicas do projeto		Etapas do projeto:
<p>Este fluxograma representa, a título de exemplo, a seqüência de atividades técnicas necessárias à elaboração de um determinado projeto de edificação.</p> <p>A especificidade das condições construtivas, tecnológicas e econômicas de cada edificação e projeto irá impor a inclusão, exclusão, deslocamento, agrupamento ou desmembramento de etapas e/ou atividades técnicas do projeto.</p>	<p>Início ou término do projeto de edificação</p> <p>Atividade técnica do projeto</p> <p>Avaliação contratante S = Aceitação/sim N = Rejeição/não</p> <p>Avaliação do poder público</p>	<p>TOP Topografia</p> <p>SDG Sondagem</p> <p>ARQ Arquitetura</p> <p>EST Estrutura</p> <p>ELE Instalações elétricas</p> <p>LMT Luminotécnica</p> <p>MEC Instalações mecânicas</p> <p>HID Instalações hidráulicas e sanitárias</p>	<p>EQP Equipamentos incorporados à construção</p> <p>PSG Paisagismo</p> <p>CMV Comunicação visual</p> <p>INT Arquitetura de interiores</p> <p>AUT Automação predial</p> <p>ORÇ Orçamento da obra</p> <p>CRO Cronograma da obra</p>	<p>LV Levantamentos</p> <p>PN Programa de necessidades</p> <p>EV Estudo de viabilidade</p> <p>EP Estudo preliminar</p> <p>AP Anteprojeto</p> <p>PL Projeto legal</p> <p>PB Projeto básico</p> <p>PE Projeto para execução</p>

Fonte: ABNT (1995)

São previstas avaliações realizadas pelo cliente dos documentos técnicos produzidos em cada etapa. Estas avaliações devem ocorrer em momentos preestabelecidos, os quais devem estar dispostos no fluxograma do processo de projeto. Os critérios para a avaliação devem ser a conformidade com legislações, normas técnicas, documentos de etapas anteriores aprovados, e especificações acordadas em contrato específico. Caso ocorra uma reprovação parcial ou total dos documentos técnicos, estes devem ser alterados ou revistos unicamente pelo autor dos mesmos. Ao término das alterações ou revisões, os documentos técnicos devem passar por uma nova avaliação.

Esta aprovação dos documentos técnicos gerados em cada etapa do processo de projeto é uma condição indispensável para que se inicie a elaboração dos documentos técnicos da etapa posterior. A aprovação deve ser formalizada, além de ser efetuada individualmente por disciplina. Desta forma, a aprovação de uma disciplina não deve depender da aprovação de outra.

De acordo com Barros (2016), esta estrutura de processo de projeto é comum, possuindo estruturas equivalentes em outros países, tais como França, Canadá e Reino Unido. No entanto, o autor ressalta que o objetivo deste modelo não estaria em definir um processo propriamente dito, mas sim os resultados entregáveis de cada etapa.

Já Dantas Filho (2016) considera o modelo proposto pela NBR 13.531:1995 como um modelo de referência para o processo de projeto, sendo utilizável tanto no meio comercial quanto no meio acadêmico. O mesmo autor ainda salienta que esta norma é uma das publicações de maior influência na área de processos de projeto de edificações.

Também vale mencionar que a NBR 13.531:1995 foi substituída em dezembro de 2017 pela ABNT NBR 16.636 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Esta norma encontra-se dividida em 3 partes: diretrizes e terminologia; projeto arquitetônico; e projeto urbanístico. De forma geral, foram mantidos os conceitos da NBR 13531:1995 – colaboração entre todos os profissionais envolvidos e avaliações intermediárias – ao mesmo tempo em que foram acrescentados mais detalhes para cada uma das etapas, tais como os dados de entrada e de saída por etapa. Esta norma não será

analisada de forma mais profunda neste trabalho por se tratar de uma publicação recente, estando fora do escopo proposto na metodologia.

#### **4.1.2 Melhado *et al* (1996)**

Neste trabalho desenvolvido por Melhado e outros autores, sugere-se um modelo de processo de projeto de edificações, além de planilhas e métodos de controle para tal processo. Este processo é composto por cinco etapas, sendo elas: *briefing*; estudo preliminar de arquitetura; anteprojeto multidisciplinar; detalhamento; e retroalimentação.

Durante o *briefing*, ocorre a coleta de informações básicas e diretrizes necessárias para a execução do projeto.

No estudo preliminar de arquitetura, ocorre a primeira concepção do projeto arquitetônico. Nesta etapa, deve ocorrer a participação formal de uma equipe multidisciplinar através de reuniões em dois momentos. A primeira reunião inicia esta etapa, sendo nela definidos o cronograma do processo de projeto e a definição das diretrizes necessárias para o estudo preliminar de arquitetura. A segunda reunião finaliza a etapa, dando encaminhamento para os anteprojetos.

Durante o anteprojeto multidisciplinar, é realizada a elaboração dos anteprojetos de cada disciplina envolvida no processo de projeto. Um dos resultados desta etapa são os projetos necessários para a aprovação legal da edificação. São previstas duas reuniões, sendo uma delas para a adequação de todos os anteprojetos entre si, e a segunda para entrega dos anteprojetos, projetos legais e encaminhamento dos detalhamentos.

O detalhamento é a elaboração dos projetos para a execução da edificação. Também é caracterizada por duas reuniões: a primeira para a discussão entre os projetos detalhados para a execução de cada disciplina; e a segunda para uma adequação final de tais projetos.

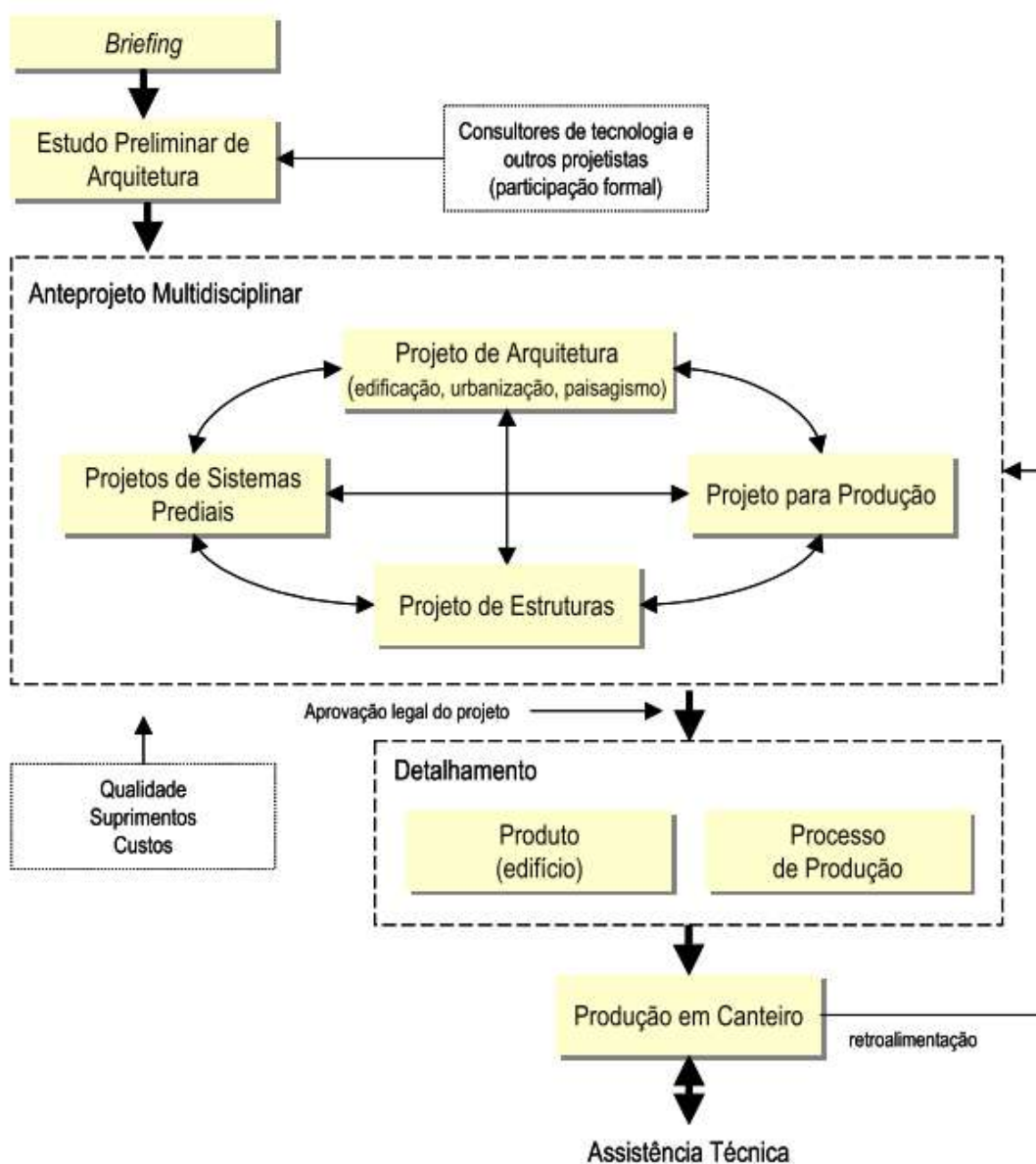
Por fim, na retroalimentação, são levantados dados que podem ser úteis ao desenvolvimento de futuros projetos, através da execução e da assistência técnica.

A Figura 4 representa o fluxograma deste processo de projeto.



É possível notar três momentos principais neste modelo, sendo o primeiro correspondente as etapas de *briefing* e estudo preliminar de arquitetura; o segundo abrangendo o anteprojeto multidisciplinar; e o terceiro momento correspondendo ao detalhamento e posterior retroalimentação ao anteprojeto multidisciplinar, através da produção e da assistência técnica.

Figura 4 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Melhado *et al* (1996)



Fonte: Melhado *et al* (1996)

Neste modelo, destacam-se as reuniões multidisciplinares entre os diversos agentes envolvidos no processo de projeto. Estas reuniões são consideradas

indispensáveis para que se possa dar continuidade para a próxima etapa do processo de projeto.

#### 4.1.3 Novaes (1996)

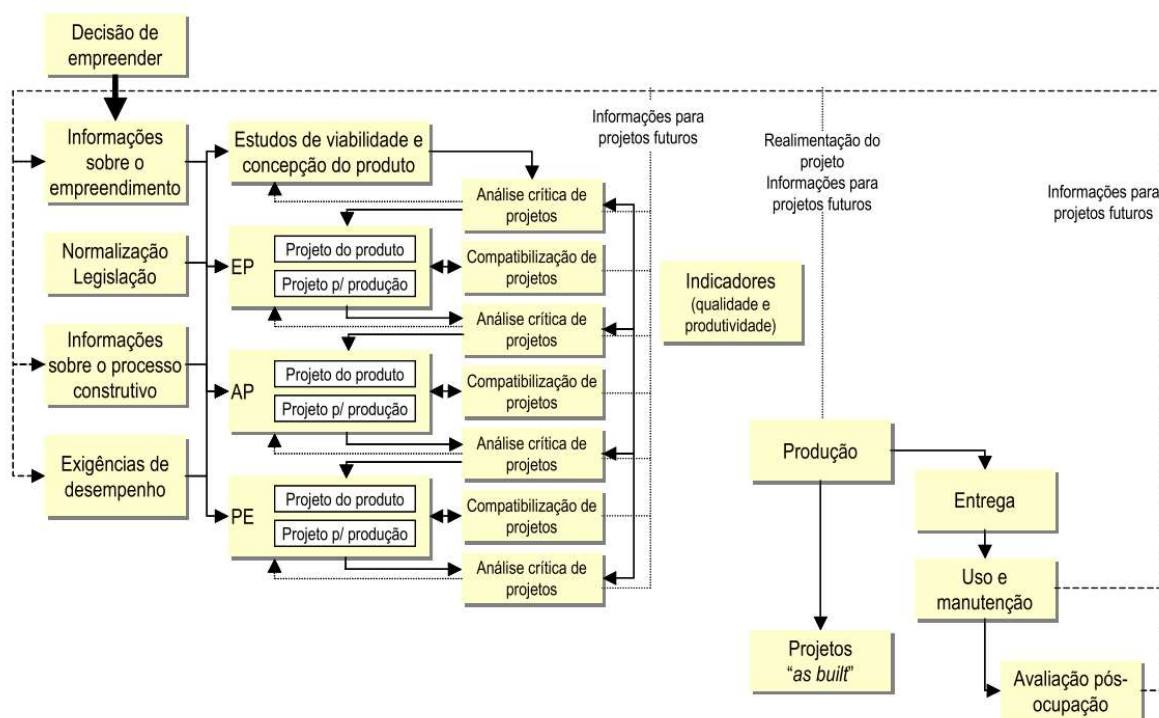
O modelo sugerido pelo autor em 1996 possui quatro etapas para todas as disciplinas, sendo elas: estudo de viabilidade; estudo preliminar; anteprojeto; e projeto executivo.

No estudo de viabilidade, é realizada a análise da viabilidade do projeto, levando-se em conta fatores financeiros e técnicos. Durante o estudo preliminar, ocorre a primeira definição dos principais elementos de cada disciplina.

Já no anteprojeto, realiza-se a definição dos demais elementos referentes a disciplina. Por último, no projeto executivo são realizados todos os detalhamentos necessários para a execução da obra.

A Figura 5 apresenta o fluxograma deste processo de projeto.

Figura 5 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Novaes (1996)



Fonte: Novaes (1996)

Através do fluxograma, pode-se notar que é prevista uma troca de informações e dados intensa durante o estudo preliminar, o anteprojeto e o projeto para execução. Vale ressaltar também as diversas análises críticas e compatibilizações realizadas ao longo do processo de projeto.

Todas as etapas são alimentadas por diversas informações, desde legislações e normas, até avaliações pós-ocupação do empreendimento. Além disso, ao final de cada etapa deve ser realizada uma análise crítica de todos os projetos, além da compatibilização dos mesmos. Também é previsto o levantamento dos projetos *as built* para retroalimentação do processo.

Novaes (1996) ainda comenta a necessidade de um coordenador de projetos, o qual seria responsável por garantir a eficiência na compatibilização de projetos. Tal objetivo seria atingido através da garantia de comunicações entre os projetistas das diversas disciplinas, bem como estabelecimentos de padrões de projetos. A importância da figura do coordenador de projetos foi confirmada por Costa, Moreira, Barbosa (2015) em um estudo de caso realizado em um empreendimento multifamiliar.

#### **4.1.4 Tzortzopoulos (1999)**

O modelo de processo de projeto de edificações sugerido pela autora é composto por sete etapas, sendo elas: planejamento e concepção do empreendimento; estudo preliminar; anteprojeto; projeto legal de arquitetura; projeto executivo; acompanhamento de obra; e acompanhamento de uso.

O planejamento e concepção do empreendimento é a etapa preliminar do processo, onde ocorre a concepção, definição, análise e avaliação das informações técnicas e econômicas iniciais, além da estratégia do empreendimento. Algumas das atividades desta etapa são: definição do produto, levantamento de dados e documentação, definição da tipologia do empreendimento, entre outras.

O estudo preliminar corresponde a representação das informações técnicas iniciais e aproximadas para uma caracterização geral da edificação. Conforme as necessidades dos possíveis clientes do empreendimento e a tipologia construtiva adotada, monta-se uma definição inicial do projeto. Algumas das

atividades desta etapa são: programa de necessidades, definições técnicas, lançamento, avaliação e aprovação de alternativas, entre outras.

Durante o anteprojeto, ocorre representação das informações técnicas e legais da edificação necessárias para os inter-relacionamentos entre as diferentes disciplinas, e suficientes para elaboração de custos aproximada. Nestes custos, deve-se incluir cálculos da taxa de retorno de investimento, avaliações do custo das decisões técnicas adotadas, além dos prazos de execução da obra. Algumas das atividades desta etapa são: anteprojeto do layout de canteiro, primeiro lançamento dos projetos estrutural e de sistemas prediais, compatibilização entre os primeiros lançamentos e o projeto de arquitetura, análise legal, análise financeira, entre outras.

Já no projeto legal de arquitetura, é realizada a concepção e representação das informações técnicas necessárias para aprovação do projeto junto aos órgãos competentes. Algumas das atividades desta etapa são: montagem do projeto para aprovação legal, entrada e acompanhamento da tramitação do projeto legal na prefeitura, montagem do registro de incorporação, comercialização do empreendimento, entre outras.

No projeto executivo ocorre a concepção e representação final das informações técnicas da edificação, completas e definitivas, além de parte do seu processo de execução. Primeiro, são desenvolvidos os projetos estrutural e de sistemas prediais, sendo consideradas as interfaces entre as disciplinas quando há necessidade de trocas de informações entre os projetistas. Algumas das atividades desta etapa são: desenvolvimento do projeto estrutural, laudo de vistoria do terreno, sondagem, projeto de layout do canteiro, projeto de fundações, projeto de formas e demais instalações prediais, compatibilização, revisão do projeto de layout do canteiro, aprovações legais dos outros projetos, primeiras modificações dos condôminos, detalhamentos de todos os projetos, entre outras.

O acompanhamento de obra é o acompanhamento técnico da obra pelos projetistas, avaliação do projeto para execução pelos responsáveis pela execução e elaboração dos projetos *as built*. Algumas das atividades desta etapa são: visitas à obra, registro de alterações de projeto, registro de retrabalho, modificação de projeto solicitada pela obra, projeto *as built*, reaprovação de projetos, elaboração do manual de uso e manutenção do empreendimento, *feedback* para futuros empreendimentos, entrega da obra, entre outras.

Durante o acompanhamento de uso, é realizada a avaliação do desempenho da edificação junto ao cliente final, verificando o nível de satisfação. Também é realizada uma avaliação financeira do empreendimento, levando em conta problemas que possam ter ocorrido durante a execução. Algumas das atividades desta etapa são: avaliação da satisfação dos clientes finais, atendimento pós-obra, análise financeira da obra e da manutenção, *feedback*, entre outras.

A Figura 6 apresenta o fluxograma deste modelo de processo de projeto de edificações.

No fluxograma elaborado pela autora, estão discriminadas as etapas do processo de projeto, bem como a atuação dos intervenientes de cada etapa. Esta atuação é ainda dividida em plena ou consultoria. É possível notar a atuação de todos os intervenientes durante as etapas de estudo preliminar e de anteprojeto, seja de forma plena ou prestando consultoria.

No modelo, algumas das atividades do processo de projeto são compostas por diversos subprocessos, envolvendo diferentes decisões. As decisões iniciais são aquelas de caráter geral e estratégico, enquanto que as decisões posteriores assumem um detalhamento maior das informações geradas anteriormente, distribuindo-se ao longo das etapas.

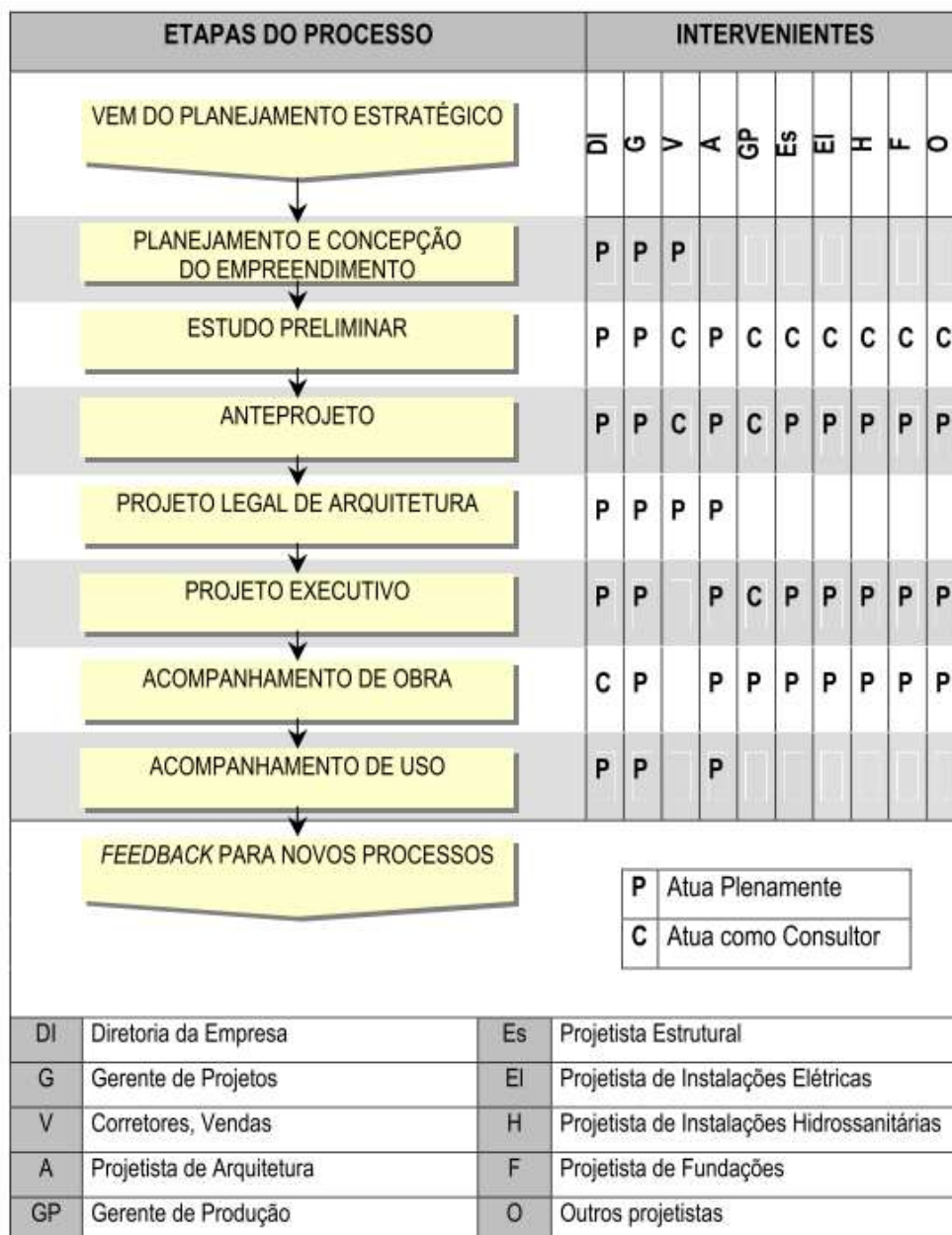
Ao final de cada etapa, deve ser realizada uma aprovação desta. Assim, ocorre um controle sistemático e com documentação ao longo do processo de projeto. Na aprovação, são verificadas todas as atividades realizadas na etapa, além de um planejamento das atividades da etapa seguinte. Também pode ocorrer, se necessária, uma atualização de planos.

A autora sugere a utilização de listas de verificação na aprovação da etapa, de forma a avaliar se todas as informações e/ou documentos necessários para o prosseguimento do projeto encontram-se prontos. Caso alguma atividade apresente-se incompleta, cabe ao gerente de projeto definir se há a necessidade de paralização do processo até que a atividade incompleta seja realizada.

Desta forma, são introduzidos os conceitos de “*soft gate*” e “*hard gate*”. Em um *soft gate*, ocorrem aprovações menos rígidas, pois entende-se que alterações ou falta de definições do aspecto considerado não são consideravelmente prejudiciais ao

processo como um todo. Já em um *hard gate*, os aspectos considerados não devem sofrer modificações posteriores, já que tais modificações causariam retrabalhos.

Figura 6 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Tzortzopoulos (1999)



Fonte: Tzortzopoulos (1999)

Com relação ao planejamento do processo de projeto, são propostos três níveis de planejamento: longo, médio e curto prazos. Isto porque o grau de incerteza no processo de projeto é alto nos momentos iniciais, decaindo ao longo do processo.

O planejamento de longo prazo corresponde ao planejamento estratégico do empreendimento. São definidas datas estratégicas, tais como início e fim das etapas de projeto, data do lançamento comercial do empreendimento, data do início e fim da obra, dentre outras. Com isso, pode-se gerar um fluxo de caixa. Este planejamento de longo prazo deve ser atualizado ao longo de todo o processo de projeto. O planejamento de médio prazo corresponde ao planejamento das atividades da etapa seguinte, realizado durante a aprovação da etapa atual. Já o planejamento de curto prazo corresponde ao maior nível de detalhamento. Nele, são definidos os planos para a execução das atividades do processo.

No artigo desenvolvido por Monllor (2016), a autora propôs um modelo de processo de projeto baseado no modelo sugerido por Tzortzopoulos (1999). Como resultado do estudo, foi constatado que este modelo adaptado auxiliou na comunicação dos envolvidos no processo de projeto, contribuindo com a disseminação de informações. Monllor (2016) também notou uma maior facilidade nas tomadas de decisões, devido ao auxílio em identificar e analisar restrições que independem dos projetistas, proporcionado pelo modelo.

#### **4.1.5 Romano (2003)**

No modelo proposto em seu doutorado, são distinguidas três macrofases: pré-projeção, projeção e pós-projeção.

Na pré-projeção, ocorre a elaboração do plano do projeto do empreendimento. Esta macrofase corresponde apenas a primeira fase do processo de projeto, o planejamento do empreendimento. Nela é definida a ideia do produto, além da organização do trabalho a ser realizado durante o processo de projeto.

A projeção é a macrofase onde são elaborados os projetos da edificação. Os projetistas iniciam seu trabalho usando como base as informações coletadas na pré-projeção. Esta macrofase possui cinco fases, sendo elas: projeto informacional; projeto conceitual; projeto preliminar; projeto legal; e projeto detalhado e projetos para produção.

No projeto informacional executa-se a análise das necessidades do cliente final e de terrenos adequados ao empreendimento idealizado. É realizado o equivalente ao levantamento de dados e estudos de massa do projeto arquitetônico.

O resultado desta fase é o potencial construtivo dos terrenos analisados e as especificações de projeto da edificação.

Durante o projeto conceitual ocorre a análise e avaliação das informações recebidas, com vistas a selecionar e recomendar o partido arquitetônico da edificação. Seria o equivalente ao estudo preliminar do projeto arquitetônico. Nesta fase, deve-se possuir o levantamento topográfico e a sondagem do terreno. Estes documentos devem estar registrados em planilhas de controle do processo de projeto.

O projeto preliminar corresponde a concepção e representação das informações técnicas provisórias de detalhamento da edificação necessárias para o inter-relacionamento entre as diferentes disciplinas, e suficientes para estimativas de custos e prazos de execução. As informações geradas nesta fase também devem ser suficientes para a aprovação do projeto junto aos órgãos competentes. É o equivalente ao anteprojeto do projeto arquitetônico.

Já no projeto legal, realiza-se a submissão das informações técnicas necessárias para a aprovação do projeto junto aos órgãos competentes e obtenção de alvarás e licenças necessárias para a execução da obra. Nesta fase, também são realizados o registro junto ao cartório de registro de imóveis e o lançamento do empreendimento.

Como última etapa, o projeto detalhado e projetos para produção correspondem a representação das informações técnicas completas, definitivas, necessárias e suficientes para a contratação e execução da obra. São finalizadas as especificações da edificação e o detalhamento dos projetos para produção. É o equivalente ao projeto executivo, englobando projeto pré-executivo, projeto básico, projeto de execução e detalhes de execução.

A pós-projeção compreende as atividades referentes ao acompanhamento da obra e do uso da edificação. Esta macrofase possui duas fases, sendo elas:

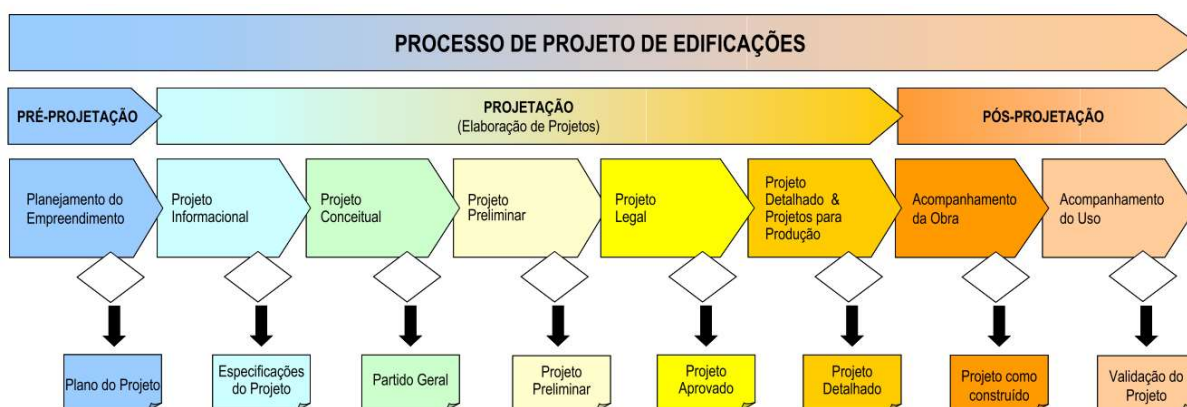
Acompanhamento da obra: acontece juntamente com a execução da obra. Nela, são fornecidas informações adicionais solicitadas pelos responsáveis pela execução, elaboram-se desenhos de detalhes, realizam-se reuniões de obra, analisam-se solicitações de modificações, são registradas as alterações de projetos, bem como são elaborados os projetos *as built*.



Acompanhamento do uso: fase que retroalimenta o processo de projeto através da análise do projeto pelos clientes. São realizadas avaliações pós-ocupação e avaliações dos resultados financeiros do empreendimento.

A Figura 7 apresenta um fluxograma do modelo de processo de projeto de edificações sugerido por Romano (2003).

Figura 7 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Romano (2003)



Fonte: Romano (2003)

Neste fluxograma pode-se observar as três macrofases que compõem o processo de projeto de edificações. Dentro de cada macrofase, estão discriminadas as suas respectivas fases. Em cada uma das fases, é previsto um *gate* – avaliação – e o *deliverable* – produto entregável – resultante deste *gate*.

No modelo, são ainda representados os campos de conhecimento referentes a cada atividade do processo, assim como os dados de entrada, dados de saída, métodos de controle e mecanismos para execução das atividades.

O modelo apresenta uma visão de todo o processo, utilizando-se de representações gráficas e descritivas. Também é hierarquizado por macrofases, fases, atividades e tarefas.

Segundo a autora, os princípios de Engenharia Simultânea e as diretrizes do processo de gerenciamento de projetos sustentam o modelo proposto.

Para que se inicie uma nova fase, é necessário que ocorra uma avaliação da fase anterior, onde também ocorre o registro das lições aprendidas.

A autora ressalta em seu modelo que as fases descritas devem ser utilizadas como uma referência, visto que cada edificação é única. Também salienta que a questão do tempo não foi considerada no modelo já que a duração de cada fase, atividade e tarefa varia conforme o tipo de edificação a ser projetada.

Em um estudo de caso realizado por Barreto e Andery (2014) sobre a concepção de projetos em incorporadoras, foi possível constatar que os processos de projeto adotados pelas empresas se assemelhavam ao modelo proposto por Romano (2003). As empresas analisadas possuíam as três macrofases distintas: pré-projeção; projeção; e pós-projeção.

#### **4.1.6 Rodríguez, Heineck (2003)**

A publicação na qual Rodríguez e Heineck sugerem o modelo descrito a seguir, revisa diversos conceitos relacionados a construtibilidade, bem como diretrizes que poderiam aplicar-se para melhorar a construtibilidade nas etapas de projeto. Esta publicação, apresentada no III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (Sibragec) conta com uma aplicação dos conceitos abordados, através da atuação de Rodríguez na coordenação do projeto de uma edificação comercial.

Os autores dividem o processo de projeto de edificações em seis etapas, sendo elas: planejamento e concepção do empreendimento; estudo preliminar; anteprojeto; projetos legais; projetos executivos; e acompanhamento da execução e uso.

Durante o planejamento e concepção do empreendimento são realizados levantamentos de dados do mercado, do terreno e do cliente.

O estudo preliminar da arquitetura é necessário para que sejam realizados os estudos preliminares das demais disciplinas. A etapa é encerrada após a compatibilização destes estudos preliminares.

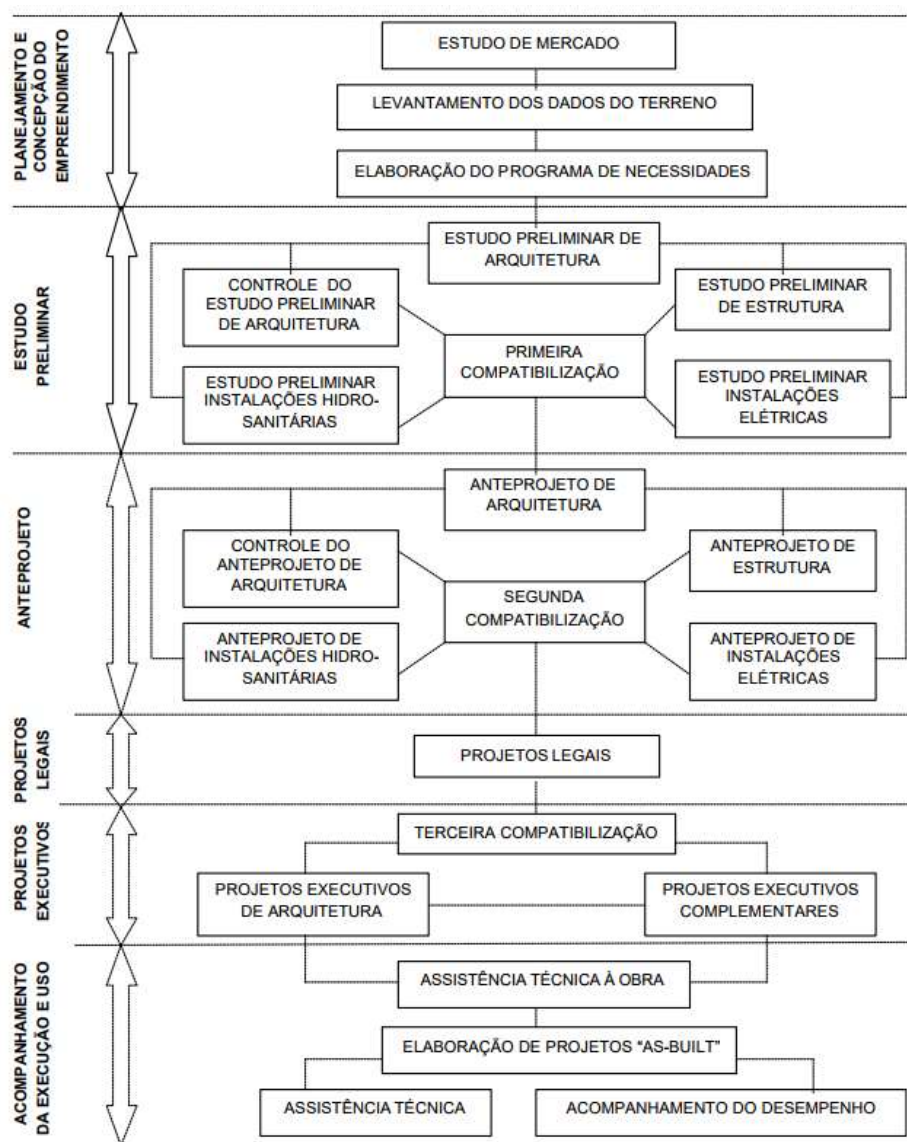
A partir do anteprojeto da arquitetura, são realizados os anteprojetos das demais disciplinas. A etapa é encerrada após a compatibilização destes anteprojetos. Com os anteprojetos compatibilizados, são desenvolvidos os respectivos projetos legais.

Logo após é realizada uma nova compatibilização, utilizando-se como base os projetos legais de arquitetura e das demais disciplinas. A partir desta compatibilização, elaboram-se os projetos executivos de arquitetura e demais disciplinas.

O acompanhamento da execução e uso caracteriza-se pela assistência técnica à obra e elaboração dos projetos *as built*, além do acompanhamento do desempenho da edificação.

A Figura 8 apresenta um fluxograma do modelo de processo de projeto sugerido por Rodríguez e Heineck (2003).

Figura 8 – Modelo de processo de projeto de edificações segundo Rodríguez, Heineck (2003)



Pelo fluxograma, pode-se distinguir três momentos onde ocorre a compatibilização dos projetos: durante os estudos preliminares de todas as disciplinas; durante os anteprojetos de todas as disciplinas; e após a elaboração dos projetos legais. Também é possível notar o desenvolvimento simultâneo dos diversos projetos.

Segundo os autores, os projetistas devem se atentar para a racionalização de soluções técnicas, de custos do trabalho e de custos de operação e manutenção. São apontadas algumas diretrizes gerais para os projetistas de arquitetura e demais disciplinas, tais como:

- Simplificação dos detalhes de projeto com vistas a simplificar a execução;
- Adequar o projeto a mão-de-obra disponível no local da obra;
- Elaborar sequências práticas e simples de execução;
- Elaborar projetos flexíveis, ou seja, com previsões de substituições de materiais e tolerâncias práticas;
- Padronizar elementos, utilizando repetições destes, quando for apropriado;
- Utilizar o projeto para facilitar a comunicação com o construtor.

#### **4.1.7 Modelo teórico geral**

De forma geral, é possível notar uma certa concordância em todos os modelos de processo de projeto de edificações apresentados. Em todos eles, ocorrem três principais momentos em um processo de projeto.

Em um momento inicial, é realizado o levantamento de dados referentes: às necessidades do cliente; ao terreno; e às legislações pertinentes. As primeiras etapas sempre possuem um caráter altamente informacional.

Após isso, em um momento intermediário, ocorre o desenvolvimento efetivo do projeto. Há uma concordância com relação ao projeto ser desenvolvido aos poucos, iniciando com uma primeira concepção e sendo detalhado/compatibilizado ao longo do processo. É possível notar uma discordância com relação a quantos projetos – dentre anteprojeto, básico, legal, entre outros – são necessários para o bom

caminhamento. No entanto, todos os autores concordam com uma compatibilização de todas as disciplinas sempre que os projetos intermediários são finalizados.

Já no momento final, é realizado o acompanhamento da obra e a avaliação de satisfação pelo usuário. Também há uma certa concordância com a necessidade deste momento, com vistas não apenas ao auxílio na obra através de assistência técnica, mas principalmente para levantar dados que retroalimentem o processo de projeto. Desta forma, os projetos passariam por uma melhoria constante.

Com os modelos de processo de projeto mencionados anteriormente, a Tabela 1 foi elaborada apresentando as etapas de cada modelo e seus resultados.

Analisando os resultados de cada etapa, observa-se que os modelos são semelhantes entre si, apesar das nomenclaturas diferentes. Entretanto, são nítidas as diferenças com relação as etapas que cada modelo propõe para a realização de um projeto de edificações.

Para facilitar esta análise, foi confeccionada a Tabela 2, onde as etapas dos modelos são agrupadas conforme os seus resultados.

Tabela 1 – Modelos de processos de projeto

ABNT NBR 13531:1995		MELHADO (1996)		NOVAES (1996)		TZORTZOPOULOS (1999)		ROMANO (2003)		RODRÍGUEZ E HEINECK (2003)	
Levantamento	dados cadastrais, planialtimétricos, legais, etc.	Briefing	coleta de informações básicas e diretrizes	Estudo de viabilidade	análise de viabilidade: fatores financeiros e técnicos	Planejamento e concepção do empreendimento	análise de informações técnicas e econômicas	Planejamento do empreendimento	ideia do produto final, organização do processo	Planejamento e concepção do empreendimento	levantamento de dados: mercado, terreno, cliente
Programa de necessidades	necessidades e expectativas dos usuários	Estudo preliminar de arquitetura	primeira concepção da arquitetura com equipe multidisciplinar	Estudo preliminar	primeira definição dos principais elementos das disciplinas	Estudo preliminar	representação técnica inicial e aproximada	Projeto informacional	análise de necessidades e terrenos	Estudo preliminar	representações técnicas iniciais, compatibilização
Estudo de viabilidade	recomendações de alternativas para a concepção da edificação	Anteprojeto multidisciplinar	anteprojetos, compatibilização de anteprojetos e projetos legais	Anteprojeto	definição dos demais elementos das disciplinas	Anteprojeto	representação técnica e legal para compatibilização e orçamento	Projeto conceitual	primeiro partido do projeto arquitetônico	Anteprojeto	demais representações técnicas, compatibilização
Estudo preliminar	concepção e representação técnica inicial e aproximada	Detalhamento	projetos para execução e compatibilização	Projeto executivo	detalhamentos necessários para execução	Projeto legal de arquitetura	representação legal para aprovação	Projeto preliminar	representação técnica provisória para compatibilização, orçamento e aprovação legal	Projetos legais	representações legais, compatibilização
Anteprojeto e/ou pré-execução	concepção e representação técnica provisória (suficiente para compatibilizar e orçar)	Retroalimentação	dados para futuros projetos através da execução e assistência técnicas			Projeto executivo	compatibilização e representação técnica final	Projeto legal	submissão aos órgãos legais e registro de imóveis	Projetos executivos	representação técnicas adicionais para execução
Projeto legal	representação técnica necessária à análise e aprovação legal					Acompanhamento de obra	projetos as built, avaliação do projeto, coleta de feedback	Projeto detalhado e projetos para produção	representação técnica definitiva para execução	Acompanhamento da execução e uso	assistência técnica, projetos as built, desempenho da edificação
Projeto básico	concepção e representação técnica compatibilizadas					Acompanhamento de uso	verificação da satisfação do cliente final, avaliação financeira	Acompanhamento da obra	assistência técnica, detalhes adicionais, projetos as built		
Projeto para execução	concepção e representação técnica completa e definitiva							Acompanhamento do uso	análise do cliente, avaliação financeira		

Fonte: do autor

Tabela 2 – Equivalências entre modelos de processo de projeto

ABNT NBR 13531:1995	MELHADO (1996)	NOVAES (1996)	TZORTZOPOULOS (1999)	ROMANO (2003)	RODRÍGUEZ E HEINECK (2003)	RESULTADOS
				<b>Planejamento do empreendimento</b> ideia do produto final, organização do processo		Planejamento do processo de projeto e conceito do produto final
<b>Levantamento</b> dados cadastrais, planialtimétricos, legais, etc.						Dados técnicos e legais necessários para a elaboração dos projetos
<b>Programa de necessidades</b> necessidades e expectativas dos usuários	<b>Briefing</b> coleta de informações básicas e diretrizes	<b>Estudo de viabilidade</b> análise de viabilidade: fatores financeiros e técnicos	<b>Planejamento e concepção do empreendimento</b> análise de informações técnicas e econômicas	<b>Projeto informacional</b> análise de necessidades e terrenos	<b>Planejamento e concepção do empreendimento</b> levantamento de dados: mercado, terreno, cliente	Plano de necessidades, contendo as expectativas e limitações do cliente e do mercado
<b>Estudo de viabilidade</b> recomendações de alternativas para a concepção da edificação						Primeiras alternativas para o empreendimento
<b>Estudo preliminar</b> concepção e representação técnica inicial e aproximada	<b>Estudo preliminar de arquitetura</b> primeira concepção da arquitetura com equipe multidisciplinar	<b>Estudo preliminar</b> primeira definição dos principais elementos das disciplinas	<b>Estudo preliminar</b> representação técnica inicial e aproximada	<b>Projeto conceitual</b> primeiro partido do projeto arquitetônico	<b>Estudo preliminar</b> representações técnicas iniciais, compatibilização	Representação inicial e aproximada da arquitetura e/ou das demais disciplinas
<b>Anteprojeto e/ou pré-execução</b> concepção e representação técnica provisória (suficiente para compatibilizar e orçar)			<b>Anteprojeto</b> representação técnica e legal para compatibilização e orçamento	<b>Projeto preliminar</b> representação técnica provisória para compatibilização, orçamento e aprovação legal	<b>Anteprojeto</b> demais representações técnicas, compatibilização	Detalhamento das primeiras representações da arquitetura e das demais disciplinas, compatibilizadas e suficientes para realização de orçamento
<b>Projeto legal</b> representação técnica necessária à análise e aprovação legal	<b>Anteprojeto multidisciplinar</b> anteprojetos, compatibilização de anteprojetos e projetos legais	<b>Anteprojeto</b> definição dos demais elementos das disciplinas	<b>Projeto legal de arquitetura</b> representação legal para aprovação	<b>Projeto legal</b> submissão aos órgãos legais e registro de imóveis	<b>Projetos legais</b> representações legais, compatibilização	Demais representações necessárias e compatibilizadas necessárias à aprovação do projeto junto aos órgãos públicos
<b>Projeto básico</b> concepção e representação técnica compatibilizadas						Submissão e aprovação dos projetos pelos órgãos competentes, além de registros necessários no cartório de imóveis
<b>Projeto para execução</b> concepção e representação técnica completa e definitiva	<b>Detalhamento</b> projetos para execução e compatibilização	<b>Projeto executivo</b> detalhamentos necessários para execução	<b>Projeto executivo</b> compatibilização e representação técnica final	<b>Projeto detalhado e projetos para produção</b> representação técnica definitiva para execução	<b>Projetos executivos</b> representação técnicas adicionais para execução	Detalhamentos adicionais referentes à execução do projeto e compatibilização das diferentes disciplinas
	<b>Retroalimentação</b> dados para futuros projetos através da execução e assistência técnicas					Finalização dos detalhamentos necessários à execução da obra de todos os projetos devidamente compatibilizados
			<b>Acompanhamento de obra</b> projetos as built, avaliação do projeto, coleta de feedback	<b>Acompanhamento da obra</b> assistência técnica, detalhes adicionais, projetos as built	<b>Acompanhamento da execução e uso</b> assistência técnica, projetos as built, desempenho da edificação	Acompanhamento da obra pelos projetistas, visando assistência técnica, elaboração de projetos as built e coleta de dados de forma a retroalimentar o processo
			<b>Acompanhamento de uso</b> verificação da satisfação do cliente final, avaliação financeira	<b>Acompanhamento do uso</b> análise do cliente, avaliação financeira		Acompanhamento do uso da obra pelo cliente final, além de avaliação financeira do empreendimento

Fonte: do autor

É possível notar que os modelos possuem diversos pontos em comum. O projeto sempre inicia com uma etapa informacional, onde são realizados o plano de necessidades e as coletas de dados técnicos e legais. Estas informações serão as responsáveis por delimitar as possibilidades do empreendimento a ser projetado.

Em seguida, é feito o primeiro lançamento da arquitetura. Todos os modelos concordam que este primeiro lançamento não deve ser realizado de forma isolada. São apresentadas duas principais maneiras para se evitar isto: (1) realizar a primeira concepção da arquitetura juntamente com a consultoria de uma equipe multidisciplinar; ou (2) repassar o primeiro lançamento da arquitetura para os projetistas das demais disciplinas, os quais farão os seus pré-lançamentos para posterior compatibilização conjunta.

Assim que este primeiro lançamento estiver compatibilizado, são elaborados detalhamentos adicionais suficientes para um orçamento aproximado da obra. Este orçamento em estágio tão inicial é necessário para que o cliente possa avaliar se possui capacidade financeira para a realização do empreendimento, evitando que as equipes de projeto avancem demasiadamente em um projeto que jamais será executado. Estes detalhamentos adicionais devem ser novamente compatibilizados em etapa posterior.

Com a aprovação do pré-orçamento pelo cliente, o projeto segue para os detalhamentos necessários à aprovação junto aos órgãos públicos. Com as devidas aprovações, procede-se ao detalhamento necessário para a execução da obra. Novamente, com estes detalhamentos de cada disciplina, os projetos devem ser compatibilizados.

Apesar de todos os modelos diferirem nas etapas propostas, é possível afirmar que os resultados obtidos são altamente semelhantes, se não os mesmos. Nota-se que os modelos com menos etapas não ignoram certas práticas, apenas as aglutinam em uma etapa única.

Entretanto, existem diferenças em duas etapas específicas que podem alterar significativamente o resultado. A primeira é a etapa referente ao planejamento de todo o processo, prevista no modelo proposto por Romano (2003). Do ponto de vista organizacional, esta é uma etapa de suma importância, pois a partir dos seus resultados é possível definir, por exemplo, equipes de trabalho e cronogramas prévios.



Entretanto, do ponto de vista prático, por mais que cada projeto seja único, as empresas costumam seguir um mesmo sequenciamento de etapas. Este pode ser um dos motivos pelo qual tal etapa não é prevista em outros modelos.

Já a segunda etapa é o acompanhamento da obra e do uso da edificação, essencial para que haja uma retroalimentação do processo. Tal etapa, não presente apenas nos modelos da ABNT NBR 13.531:1995 e de Novaes (1996), é ressaltada por todos os outros autores. Possivelmente, esta ausência nos dois modelos mencionados ocorre por serem publicações vanguardistas, visto que todos os modelos posteriores ao ano de 1996 – apenas um ano após a publicação da referida norma – abrangem esta etapa.

Por fim, conforme observado nessa análise dos modelos, para uma prática bem-sucedida, os projetos devem ser desenvolvidos simultaneamente em suas diversas etapas. Nesse sentido, a utilização dos conceitos mencionados na revisão de literatura, utilizando ferramentas que permitam aos projetistas trabalharem em uma espécie de arquivo único, pode facilitar a aplicação prática destes modelos, trazendo suas consequentes vantagens.

#### **4.1.8 Aplicabilidade dos conceitos e ferramentas para o processo de projeto nos modelos de processo de projeto**

Com base no resultado anterior, é possível adaptar facilmente o modelo de processo de projeto geral para a utilização dos conceitos e ferramentas apresentados na revisão de literatura em todas as suas etapas. A Tabela 3 demonstra uma sugestão de como essas ferramentas e conceitos podem ser aplicados para obtenção dos resultados por etapa.

Tabela 3 – Aplicação dos conceitos e ferramentas no processo de projeto

<b>Resultado por etapa</b>	<b>Aplicação</b>
Planejamento do processo de projeto e conceito do produto final	Definição das etapas a serem executadas; definições claras dos dados de entrada e saída por etapa; ferramentas a serem utilizadas por etapa

Dados técnicos e legais necessários para a elaboração dos projetos	Alimentação dos programas escolhidos com parâmetros legais e técnicos, seja por inserção manual ou através de arquivos previamente criados ou ainda arquivos-padrão fornecidos pelos órgãos públicos
Plano de necessidades, contendo as expectativas e limitações do cliente e do mercado	Elaboração do plano de necessidades junto ao cliente; seleção de elementos projetuais criados especificamente para aquele projeto ou a partir de uma biblioteca virtual existente, como por exemplo uma possível Biblioteca Nacional BIM; seleção de tecnologias construtivas a serem utilizadas, consultando os responsáveis por tal execução
Primeiras alternativas para o empreendimento	Estudo de massas a partir de uma modelagem prévia (1º modelo)
Representação inicial e aproximada da arquitetura e/ou dos demais projetos	Modelagem em estágio inicial para apresentação ao cliente. Este modelo já teria passado por simulações iniciais para verificação de certos aspectos referentes ao desempenho, como por exemplo conforto térmico e acústico, além do pré-lançamento das demais disciplinas envolvidas (2º modelo)
Detalhamento das primeiras representações da arquitetura e dos demais projetos, compatibilizados e suficientes para realização de orçamento	Modelagem suficiente para quantitativos aproximados (3º modelo)
Demais representações necessárias e compatibilizadas necessárias à apresentação do projeto junto aos órgãos públicos	Resolução de questões gráficas e diagramação. A verificação do projeto pelo órgão legal poderia ser baseada em um banco de dados, utilizado para analisar o modelo através de rotinas executadas por programas
Submissão e aprovação dos projetos pelos órgãos competentes, além de registros necessários no cartório de imóveis	Resultado da análise pelo órgão legal, auxiliada por ferramentas que realizem rotinas de verificação de parâmetros pré-estabelecidos
Detalhamentos adicionais referentes à execução do projeto e compatibilização das diferentes disciplinas	Finalização de quaisquer dimensionamentos pendentes, além de conferência do projeto e seu desempenho

Finalização dos detalhamentos necessários à execução da obra de todos os projetos devidamente compatibilizados	Finalização dos projetos para produção com suas devidas representações
Acompanhamento da obra pelos projetistas, visando assistência técnica, elaboração de projetos <i>as built</i> e coleta de dados de forma a retroalimentar o processo	Utilização de tecnologias para gestão das pendências na obra que permitam a visualização do modelo no canteiro de obras e troca de informações em tempo real
Acompanhamento de uso da obra pelo cliente final, além de avaliação financeiro do empreendimento	Utilização de tecnologia que permita a visualização do modelo e troca de informações em tempo real, com vistas a coletar informações do usuário final da edificação e de possíveis patologias

Fonte: do autor

É possível notar que, atualmente, há uma gama de ferramentas computacionais com potencial de atender as diversas demandas necessárias ao processo de projeto de edificações, como por exemplo Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, AltoQi QiBuilder, Solibri, Revizto, dentre outros. No entanto, ainda é necessário salientar as dificuldades existentes com a interoperabilidade destes softwares, ou seja, a troca de informações – exportação e importação de modelos – entre estes programas. Também se destaca que é necessário um nível de informações maior ainda nas fases iniciais do projeto, o que resulta na necessidade de mais pessoas atuando nestas primeiras etapas.

No entanto, para que isso seja possível, é necessário que todas as equipes possuam um conhecimento satisfatório das ferramentas a serem utilizadas. Também se recomenda que todos os projetistas utilizem programas compatíveis para evitar a perda de informações na exportação e importação dos modelos. Além disso, é necessária uma comunicação constante entre as equipes para uma resolução mais rápida das incompatibilidades. O não atendimento a qualquer um destes pontos poderia reduzir significativamente o saldo positivo da ferramenta utilizada e do conceito aplicado.

#### 4.1.9 Parâmetros de compatibilização

Os parâmetros constatados como possuidores de grande influência na compatibilização de informações no processo de projeto de edificações, bem como a forma como eles foram avaliados nas empresas entrevistadas, são:

- Agentes nos processos de projeto: avaliou-se se há uma participação efetiva de certos agentes em, pelo menos, uma etapa do processo de projeto;
- Programas utilizados no processo de projeto: avaliou-se quais os principais programas utilizados durante o desenvolvimento do projeto;
- Agentes presentes na compatibilização de projetos: avaliou-se se há uma participação efetiva de certos agentes durante a compatibilização dos projetos;
- Programas utilizados na compatibilização de projetos: avaliou-se quais os principais programas utilizados para a compatibilização dos projetos;
- Responsáveis pela decisão final quando se encontra incompatibilidades: avaliou-se quem são os responsáveis por decidir qual a solução a se adotar quando ocorre alguma incompatibilidade entre os projetos;
- Armazenamento de arquivos: avaliou-se se a empresa possui o hábito de armazenar arquivos referentes a projetos e os próprios projetos, seja na forma de material impresso ou em alguma mídia digital;
- Padronização na nomenclatura de documentos: avaliou-se se a empresa possui e respeita alguma forma de padronização na forma como os arquivos são nomeados;
- Elaboração de cronograma do processo de projeto: avaliou-se se a empresa elabora um cronograma com datas limites para cada etapa do processo de projeto;
- Elaboração de fluxograma do processo de projeto: avaliou-se se a empresa elabora ou possui um fluxograma formal contendo todas as etapas do processo de projeto;
- Avaliações intermediárias do projeto: avaliou-se se a empresa realiza avaliações intermediárias do projeto, com vistas a qualifica-lo para prosseguir à próxima etapa;

- Retroalimentação do processo: avaliou-se se a empresa realiza coleta de dados nas obras em andamento ou já executadas, com vistas a melhorar o projeto e o seu processo.

Para facilitar as análises posteriores, estes parâmetros foram organizados em categorias, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros de compatibilização

<b>ORGANIZAÇÃO DO PROCESSO</b>
Agentes presentes no processo de projeto Elaboração de cronograma do processo de projeto Elaboração de fluxograma do processo de projeto
<b>MATERIALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES</b>
Programas utilizados
<b>ORGANIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES</b>
Armazenamento de arquivos Padronização na nomenclatura de documentos
<b>CORREÇÃO E VALIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES</b>
Avaliações intermediárias do projeto Agentes presentes na compatibilização de projetos Programas utilizados na compatibilização de projetos Responsáveis pela decisão final quando se encontram incompatibilidades Retroalimentação do processo

Fonte: do autor

Os agentes mencionados nos parâmetros são:

- Arquiteto responsável: profissional responsável pela concepção do projeto arquitetônico, bem como de tomadas de decisão referentes a este;
- Engenheiro de obras/empreiteiro: profissional responsável pela execução da obra;
- Gestor de projetos: profissional responsável por controlar a produtividade das equipes que desenvolvem os projetos, bem como gerenciar a comunicação entre estas equipes;

- Projetistas das demais disciplinas: profissionais responsáveis pelos demais projetos, tais como engenheiros calculistas, hidrossanitaristas, eletricitas, dentre outros;
- Fornecedores: profissionais responsáveis pelo fornecimento de qualquer material a ser utilizado na obra;
- Cliente: indivíduo responsável por solicitar os serviços dos projetistas e engenheiros de obras/empreiteiros.

## 4.2 PROCESSO DE PROJETO DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

Nos tópicos seguintes, serão explanados os processos de projeto das quatro empresas entrevistadas. Além disso, também serão feitas considerações relativas aos parâmetros elencados na metodologia. Após isso, será comparado, de forma análoga aos modelos teóricos, os processos de projeto destas empresas. Por fim, é apresentada uma tabela com os parâmetros de processo de projeto e se foi constatada a sua aplicação nas empresas, seguido por comentários e conclusões possíveis a partir de tal tabela.

### 4.2.1 Empresa A

A empresa A possui experiência tanto com projetos arquitetônicos quanto com reformas e projetos de interiores. Atualmente, conta com três funcionários fixos, sendo os dois arquitetos sócios e uma arquiteta contratada.

O processo de projeto da empresa A pode ser dividido em nove etapas: *briefing* inicial, consulta de viabilidade, primeiras sugestões de planta baixa, estudo volumétrico, projeto legal, pré-lançamento da estrutura, detalhamento da estrutura e pré-lançamento dos demais projetos, compatibilização final e acompanhamento da execução.

O *briefing* inicial consiste nas primeiras reuniões com o cliente, onde é montado o plano de necessidades e são avaliadas as concepções iniciais da arquitetura. Esta etapa finaliza com o repasse do orçamento dos serviços do escritório ao cliente e a contratação deste. Com isso, dá-se entrada na consulta de viabilidade

junto a prefeitura e analisa-se as possibilidades do empreendimento no terreno em questão.

Em seguida, são feitas as primeiras sugestões de planta baixa. A empresa A elabora variadas opções de *layout* – que podem aqui ser entendidas como plantas baixas –, as quais são apresentadas e entregues ao cliente. Após um período mínimo de uma semana, o cliente retorna ao escritório para repassar suas impressões – preferências e sugestões de alterações – frente o material apresentado. Este processo se repete até que o cliente esteja completamente satisfeito com a planta baixa escolhida.

A partir da planta baixa final, iniciam-se os estudos volumétricos da arquitetura. Com auxílio do programa Sketchup, é desenhada uma maquete virtual para analisar se os efeitos de fachada e volume desejados no *layout* são atingidos. Após possíveis alterações para se obter o resultado desejado tanto pelo cliente quanto pelo escritório, a maquete virtual é apresentada ao cliente. Em caso de aprovação, inicia-se a próxima etapa.

Com a planta baixa e a volumetria definidas, inicia-se o projeto legal, onde são realizados os detalhamento e diagramações necessárias para apresentação do projeto junto a prefeitura. Assim que o projeto for aprovado, realiza-se o primeiro lançamento da estrutura. O projeto aprovado pela prefeitura é repassado ao engenheiro calculista contratado pelo cliente. Logo que o pré-lançamento é concluído, o arquiteto responsável pelo projeto reúne-se com o engenheiro calculista. Nesta reunião, podem haver alterações no projeto arquitetônico com vistas a viabilizar a construção do empreendimento e/ou alterações na concepção da estrutura para diminuir/anular interferências na concepção da arquitetura.

Assim que o pré-lançamento estrutural e a arquitetura estejam compatibilizados, iniciam-se os demais cálculos e detalhamentos necessários à estrutura, além de iniciar-se os demais projetos necessários, tais como elétrico, hidrossanitário e climatização. Simultaneamente, o projeto arquitetônico recebe um maior detalhamento, tais como revestimentos e detalhes construtivos.

Após a conclusão dos projetos de todas as disciplinas, a compatibilização final é realizada pelo arquiteto responsável pelo projeto. Utilizando o programa Autodesk AutoCAD, o arquiteto sobrepõe as plantas das diferentes disciplinas

procurando por incompatibilidades. Caso estas sejam encontradas, há uma reunião entre o arquiteto e o projetista responsável pelo projeto com o qual há incompatibilidade para encontrar uma solução. Assim que todas as incompatibilidades detectadas são resolvidas, os projetos compatibilizados são repassados para os responsáveis pela execução.

Durante a execução, há um acompanhamento regular do arquiteto para prestar assistência técnica e coletar *feedback* junto ao empreiteiro. Além disso, é realizado um registro fotográfico da obra e a confecção do projeto *as built* caso ocorram alterações.

A Tabela 5 apresenta as etapas do processo de projeto da empresa A, bem como os resultados obtidos por etapa.

Tabela 5 – Processo de projeto da empresa A

<b>Etapa</b>	<b>Resultados</b>
<i>Briefing</i> inicial	Plano de necessidades e concepções iniciais da arquitetura
Consulta de viabilidade	Definição do volume máximo do empreendimento
Primeiras sugestões de planta baixa	Definição da planta baixa arquitetônica
Volumetria	Definição da volumetria do empreendimento e adaptações da planta baixa arquitetônica
Detalhamento técnico e aprovação legal	Projeto com detalhamento e diagramação necessárias para aprovação pela prefeitura, além da aprovação legal
Primeiro lançamento da estrutura	Primeiro lançamento do projeto estrutural e projeto arquitetônico compatibilizado com o primeiro lançamento
Detalhamento da estrutura e início dos demais projetos	Projetos das demais disciplinas finalizados; projeto arquitetônico com maior nível de detalhamento
Compatibilização final	Projetos compatibilizados e prontos para ser enviados à execução
Acompanhamento da execução	Projeto <i>as built</i> , relatório fotográfico da obra e retroalimentação do processo

Fonte: do autor



Segundo a empresa A, a etapa das primeiras sugestões de planta baixa é “levada à exaustão”. Ou seja, o escritório apenas avança para a próxima etapa quando o cliente estiver completamente satisfeito com a planta baixa, mesmo que isto possa levar meses, seja por indecisão do cliente ou por dificuldades para se reunir com o cliente.

Ao analisar o processo de projeto da empresa A, é possível notar que há o emprego do princípio da Engenharia Simultânea. No entanto, esta aplicação é tardia – apenas após a aprovação legal –, o que abre brechas para retrabalhos no projeto arquitetônico. Além do retrabalho, o projeto arquitetônico aprovado dificilmente será o mesmo projeto arquitetônico enviado para a obra. Considerando que o projeto legal fica sob posse do cliente, esta discrepância entre projetos pode acarretar em informações desencontradas entre os responsáveis pela execução e o próprio cliente. No entanto, a empresa A afirmou que prefere – e aconselha – que o cliente se mantenha afastado da obra. Isto porque o leigo em construção civil pode considerar problemas corriqueiros de obra como altamente prejudiciais para a execução. A empresa A citou como exemplo disso o caso de um vazamento em uma instalação provisória de água na obra.

A empresa A ainda mencionou que, por vezes, ocorrem reuniões com empreiteiros ainda durante o desenvolvimento do projeto. Estas reuniões têm como finalidade tanto a resolução de possíveis dúvidas da empresa A com alguma técnica construtiva ou caso específico, bem como buscar soluções para a execução.

#### **4.2.2 Empresa B**

A empresa B conta atualmente com sete pessoas, sendo dois arquitetos sócios. O escritório possui enfoque em projetos de arquitetura e interiores. A empresa originou-se a partir da fusão de um escritório focado em projetos de arquitetura com outro profissional com experiência em obras. Atualmente, a empresa está começando a trabalhar com o programa Autodesk Revit.

O processo de projeto da empresa B consiste em oito etapas: reuniões iniciais, estudo preliminar, maquete eletrônica, anteprojeto, projeto legal, compatibilização, projeto executivo e visitas a obra.

As reuniões iniciais têm como objetivo o levantamento do plano de necessidades junto ao cliente. Assim que é fechado o contrato, inicia-se o estudo preliminar. Neste estudo, são feitas análises de fluxo e estudos dos ambientes, definindo-se as primeiras configurações da planta baixa arquitetônica. Nesta etapa, são comuns as consultas a projetistas de outras disciplinas. A etapa é encerrada quando o cliente aprova a planta baixa arquitetônica.

Em seguida, procede-se a maquete eletrônica do empreendimento. A maquete é utilizada para analisar-se a volumetria e as fachadas da edificação. Esta maquete pode ser feita com auxílio dos programas Sketchup ou Autodesk Revit. Novamente, com a aprovação do cliente, inicia-se o anteprojeto. Nesta etapa, são realizadas outras definições, tais como revestimentos, além de maiores detalhamentos.

Com base no anteprojeto, é elaborado o projeto legal. São realizados os detalhamentos e diagramações necessários para apresentação e aprovação do projeto arquitetônico junto a prefeitura. Após aprovação do projeto legal, este é enviado para as demais disciplinas iniciarem seus projetos

A compatibilização tem início assim que as outras disciplinas tenham encerrado seus projetos. A empresa B solicita estes projetos, os quais são sobrepostos para verificação de incompatibilidades. O programa utilizado para esta sobreposição pode ser tanto o Autodesk AutoCAD quanto o Autodesk Revit, dependendo tanto das empresas de engenharia quanto do responsável pelo desenvolvimento do projeto na empresa B. As incompatibilidades constatadas são repassadas para as empresas de engenharia, as quais adaptam os seus projetos de forma a solucionar as incompatibilidades. Estes projetos são novamente disponibilizados para a empresa B, a qual avalia novamente se ainda há alguma incompatibilidade.

Após a compatibilização dos projetos, são elaborados detalhes adicionais que se julgarem necessários de forma a constituir o projeto executivo. O projeto executivo, após sua finalização, é entregue para os responsáveis pela execução da obra.

Durante a execução, os arquitetos sócios realizam visitas regulares a obra, cerca de uma vez por semana. As visitas têm como objetivo tanto a assistência técnica, quanto a coleta de *feedback*.

A Tabela 6 apresenta as etapas do processo de projeto da empresa B, bem como os resultados obtidos por etapa.

Tabela 6 – Processo de projeto da empresa B

<b>Etapas</b>	<b>Resultados</b>
Reuniões iniciais	Plano de necessidades
Estudo preliminar	Definição da planta baixa arquitetônica compatibilizada com pré-lançamentos das demais disciplinas
Maquete eletrônica	Definição da volumetria da edificação
Anteprojeto	Planta baixa arquitetônica com maior nível de detalhamento
Projeto legal	Projeto com informações e diagramações necessárias para aprovação junto a prefeitura (mesmo projeto que será enviado para as engenharias)
Compatibilização	Finalização inicial dos projetos das demais disciplinas, projeto arquitetônico compatibilizado com as demais disciplinas
Projeto executivo	Projetos das demais disciplinas compatibilizados com o projeto arquitetônico; projeto arquitetônico com maior nível de detalhamento
Visitas a obra	Retroalimentação do processo

Fonte: do autor

No processo de projeto da empresa B, é possível notar uma atuação dos responsáveis por outras disciplinas ainda nas etapas iniciais, antes mesmo da maquete eletrônica para uma melhor definição da volumetria da edificação.

Apesar da regularidade de visitas a obra pelos dois sócios da empresa B, foi relatado que nem sempre há uma efetiva retroalimentação do processo. Como os sócios atualmente atuam majoritariamente no acompanhamento da execução das obras, a comunicação com os demais membros no escritório acaba sendo prejudicada.

Ainda foi relatado pela empresa B que a opção pelo início do uso do programa Autodesk Revit se deve, principalmente, pelo potencial da ferramenta para uma melhor compatibilização dos projetos. Desta forma, a empresa B tem procurado trabalhar com escritórios de engenharia que também utilizam tal ferramenta.

Assim como na empresa A, o processo de projeto da empresa B permite que o projeto executivo e o projeto legal possuam discrepâncias.

### **4.2.3 Empresa C**

A empresa C é composta por um arquiteto, estando localizada em um escritório juntamente com diversos projetistas de outras disciplinas, tais como estruturas, elétrica e hidrossanitário. A empresa C sempre indica estas empresas para o cliente realizar os demais projetos necessários à edificação.

O processo de projeto da empresa C possui sete etapas: conversa inicial, croqui, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto executivo e acompanhamento da obra.

Durante a conversa inicial com o cliente, são coletadas informações do terreno, estilo de arquitetura pretendido e o plano de necessidades. A partir destes dados, o arquiteto elabora uma planilha com os ambientes dos empreendimentos desejados, bem como as suas áreas. Após o acerto desta planilha com o cliente, é passado um orçamento e, em caso de contratação, inicia-se a próxima etapa.

Com base na planilha dos ambientes e áreas, são elaborados croquis a mão das plantas baixas e pelo menos uma vista em perspectiva para auxiliar no estudo da volumetria. Quando o arquiteto se encontra satisfeito com o resultado, é iniciado o estudo preliminar.

No estudo preliminar, o croqui é repassado para meio digital utilizando-se do programa Autodesk Revit. Com auxílio desta ferramenta, são elaboradas plantas e perspectivas para serem apresentadas ao cliente. O nível de detalhamento das plantas neste momento é baixo, havendo uma maior preocupação para que estejam devidamente humanizadas. Dependendo do caso, pode ser feita uma imagem renderizada do modelo desenvolvido. Com a aprovação do estudo preliminar pelo cliente, o arquiteto ressalta para o cliente que este é um avanço importante no projeto,

pois quaisquer alterações deste ponto em diante acarretam em retrabalhos consideráveis.

Com tal aprovação, procede-se ao anteprojeto. Nesta etapa, o estudo preliminar recebe um maior nível de detalhamento gráfico e construtivo, tais como cotas e definições de revestimentos. Além disso, é realizado um pré-lançamento da estrutura por um engenheiro calculista.

Após isso, são acrescentados os detalhes necessários para a aprovação do projeto pela prefeitura, constituindo o projeto legal. Este projeto legal, quando aprovado, é o projeto que será repassado para as demais disciplinas iniciarem seus respectivos projetos, dando início ao projeto executivo.

Durante o projeto executivo, a empresa C cria um modelo da edificação que será utilizado exclusivamente para a compatibilização dos projetos. Desta forma, as demais empresas alimentam este modelo único enquanto desenvolvem seus projetos. O modelo único é constantemente revisado pela empresa C e pelos demais projetistas, verificando e resolvendo as incompatibilidades encontradas.

Com a finalização e a entrega do projeto executivo, além do início da execução, a empresa C realiza um mínimo de quatro visitas a obra. Nestas visitas é prestada assistência técnica e principalmente coletado *feedback* para retroalimentação do processo.

A Tabela 7 apresenta as etapas do processo de projeto da empresa C, bem como os resultados obtidos por etapa.

Analisando o processo de projeto da empresa C, apesar da atuação das demais disciplinas ocorrer em um estágio avançado do processo – excetuando-se a estrutura –, é notável a simultaneidade no desenvolvimento dos projetos durante a etapa do projeto executivo. A proximidade entre a empresa C e os projetistas das outras disciplinas, aliada a aplicação de uma ferramenta BIM, permite que os projetos de engenharia sejam compatibilizados constantemente durante todo o seu desenvolvimento. Ainda assim, a empresa C pretende começar a utilizar o programa Autodesk Navisworks para facilitar a detecção de possíveis incompatibilidades.

Com relação ao acompanhamento da obra, a empresa C relata que o mínimo de quatro visitas a obra foi uma forma de ampliar a própria experiência com a execução. Apesar da intenção de acompanhar com maior afinco a execução, a

empresa C afirma que o tempo necessário para se realizar as visitas é uma grande dificuldade, visto que além do tempo na obra ainda é preciso considerar o tempo de deslocamento. Além disso, dificilmente o cliente está disposta a remunerar estas visitas.

Tabela 7 – Processo de projeto da empresa C

<b>Etapa</b>	<b>Resultados</b>
Conversa inicial	Plano de necessidades, concepções iniciais da arquitetura
Croqui	Planta baixa e perspectiva do empreendimento
Estudo preliminar	Definição da planta baixa e da volumetria
Anteprojeto	Planta baixa arquitetônica com maior nível de detalhamento, pré-lançamento da estrutura
Projeto legal	Projeto com informações e diagramações necessárias para aprovação junto a prefeitura (mesmo projeto que será repassado para as engenharias)
Projeto executivo	Demais detalhamentos necessários ao projeto arquitetônico, projetos das demais disciplinas, compatibilização dos projetos
Acompanhamento da obra	Assistência técnica e retroalimentação do processo

Fonte: do autor

Novamente na empresa C, assim como nas empresas anteriores, o processo de projeto permite que hajam discrepâncias entre o projeto legal e o projeto executivo.

#### **4.2.4 Empresa D**

Na empresa D, há atualmente doze pessoas que atuam diretamente com o desenvolvimento de projetos e com a compatibilização de projetos. Os projetos arquitetônicos e a compatibilização dos projetos são realizados com auxílio do programa Autodesk Revit.

O processo de projeto da empresa D é composto por cinco etapas: estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto + projeto legal, projeto executivo e compatibilização. Além disso, há uma etapa inicial onde é feito o primeiro contato com

o cliente, além de uma possível etapa final onde é realizado o acompanhamento da obra.

No primeiro contato com o cliente, a empresa D obtêm as informações do terreno onde será edificado o empreendimento. De posse de tais informações, pode ser iniciado o estudo de viabilidade.

O estudo de viabilidade é o momento onde é feita a consulta de viabilidade e, com base nesta, o estudo de potencial máximo do terreno. Tanto este estudo quanto o orçamento dos serviços da empresa D são repassados ao cliente. A etapa seguinte – estudo preliminar – inicia não apenas com a contratação da empresa D pelo cliente, mas também quando o cliente já houver contratado os projetistas das demais disciplinas.

No estudo preliminar, se dá início a definição da arquitetura. Durante esta etapa, são realizadas consultorias e reuniões com os projetistas das outras disciplinas. A etapa é finalizada quando o cliente estiver satisfeito com a definição da arquitetura elaborada.

Em seguida, iniciam-se o anteprojeto e o projeto legal. Neste momento, o estudo preliminar aprovado recebe um maior nível de detalhamento. Atualmente, a empresa D considera estes dois projetos como uma etapa única. Isto porque o anteprojeto já possui um nível de detalhamento alto, sendo necessárias poucas adaptações para que este se torne um projeto legal. Com a finalização do projeto legal, inicia-se o projeto executivo.

Durante o projeto executivo, a empresa D realiza quaisquer detalhes necessários adicionais para que os projetos das demais disciplinas possam ser desenvolvidos.

Com os projetos das demais disciplinas finalizados, inicia-se a compatibilização dos projetos. As engenharias enviam os modelos dos seus respectivos projetos para a empresa D, a qual sobrepõe todos os projetos em um modelo único. A análise deste modelo com todos os projetos resulta em um relatório das possíveis incompatibilidades. Este relatório é que norteará a reunião da empresa D juntamente com o cliente e as engenharias para resolverem as incompatibilidades. As engenharias, após a revisão dos seus projetos, reenviam seus modelos para a

empresa D avaliar novamente se ainda há alguma incompatibilidade. Esta etapa se repete de duas a três vezes.

Após a resolução de todas as incompatibilidades e a entrega dos projetos aos responsáveis pela execução, há o acompanhamento de obras. Durante os últimos seis meses da execução, são realizadas visitas quinzenais para verificar a conformidade com o projeto, além da coleta de *feedback* para retroalimentação do processo.

A Tabela 8 apresenta as etapas do processo de projeto da empresa D, bem como os resultados obtidos por etapa.

Tabela 8 – Processo de projeto da empresa D

<b>Etapas</b>	<b>Resultados</b>
Conversa inicial	Informações do terreno
Estudo de viabilidade	Consulta de viabilidade e estudo de potencial máximo do terreno
Estudo preliminar	Definição da arquitetura juntamente com definições das demais disciplinas
Anteprojeto + projeto legal	Projeto arquitetônico com maior nível de detalhamento
Projeto executivo	Detalhes adicionais necessários para o desenvolvimento dos projetos das demais disciplinas
Compatibilização	Projetos compatibilizados
Acompanhamento da obra	Assistência técnica e retroalimentação do processo

Fonte: do autor

O processo de projeto da empresa D caracteriza-se por uma forte atuação das demais disciplinas no começo do processo. Como os projetos são desenvolvidos no programa Autodesk Revit, esta atuação das engenharias no estudo preliminar significa que as decisões são tomadas com base em um modelo tridimensional.

Na empresa D, o projeto legal e o projeto executivo são desenvolvidos de forma paralela. Ou seja, enquanto há o detalhamento e diagramação necessários para aprovação do projeto junto a prefeitura e as possíveis correções oriundas de indeferimentos, o projeto arquitetônico continua a receber maiores especificações para que as outras disciplinas possam desenvolver seus projetos. Isto se deve



principalmente ao fato do processo de aprovação atualmente durar até seis meses. Desta forma, iniciar o projeto executivo apenas após a aprovação legal significa que todo o processo é interrompido por este período.

Com relação as incompatibilidades, as reuniões entre a arquitetura e os demais projetistas para a resolução dessas conta obrigatoriamente com a presença do cliente. Este será o responsável por tomar a solução a ser adotada por dois motivos: o cliente é o proprietário do empreendimento, ou seja, ele é quem irá arcar com os custos, independentemente da solução adotada; e o cliente é um elemento neutro, não sendo o responsável pelo desenvolvimento ou pelas alterações de qualquer um dos projetos envolvidos. Além desta tomada de decisão, o cliente também atua como um gestor de projetos, sendo o responsável por avaliar e cobrar a produtividade dos projetistas das diversas disciplinas. Caso o cliente não queira assumir estes papéis, a empresa D recomenda que ele contrate um gestor de projetos que possa assumir estas responsabilidades em seu nome.

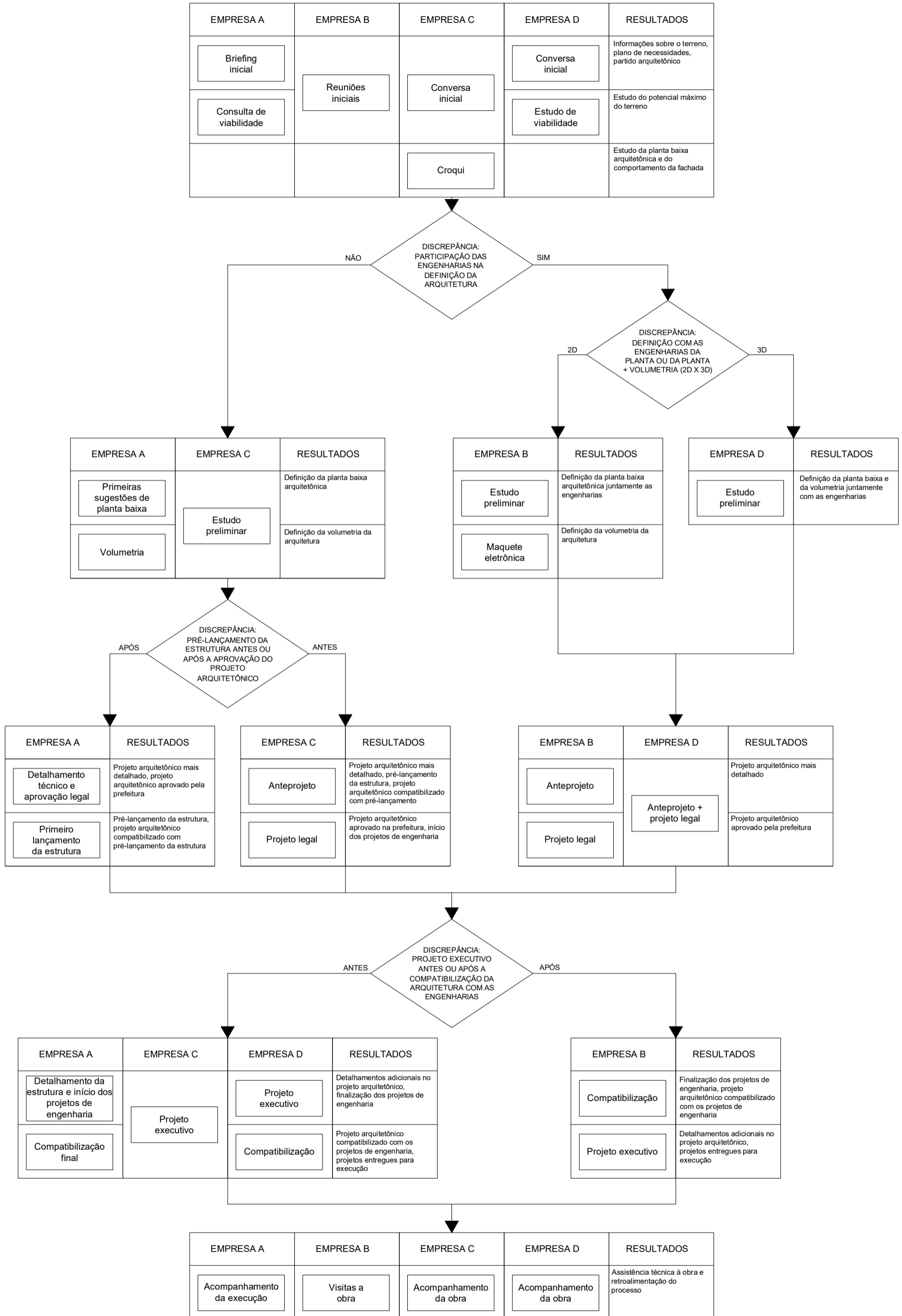
#### **4.2.5 Processo de projeto geral das empresas**

Para facilitar a análise dos processos de projeto das empresas entrevistadas, procurou-se realizar o mesmo procedimento empregado com os modelos teóricos, comparando os processos com base em seus resultados. Desta forma, as discrepâncias entre os processos de projeto das empresas tornam-se facilmente visualizáveis, conforme pode ser visto na Figura 9.

É possível notar que as etapas iniciais não apresentam diferenças consideráveis entre si. Todas as empresas iniciam seus projetos através da coleta de dados do terreno e do cliente. Desta forma, é possível gerar o plano de necessidades e obter-se o primeiro partido arquitetônico. Com a consulta de viabilidade em mãos, realiza-se o estudo de potencial máximo do terreno.

Neste momento, é possível notar que apenas a empresa C apresenta uma etapa diferente. Isso não significa que as outras empresas não realizem estudos da planta baixa arquitetônica ou do comportamento da fachada. Estes estudos, nas outras empresas, são resultados intermediários das etapas imediatamente posteriores e, portanto, não aparecem nesta representação.

Figura 9 – Processo de projeto das empresas



Com relação a definição inicial da arquitetura, a empresa A e a empresa C atuam nestas etapas sem a participação das engenharias, enquanto que a empresa B e a empresa D realizam consultorias e estudos junto aos demais projetistas para chegar nesta primeira definição.

Na empresa B, a participação das engenharias se deve provavelmente ao fato de um dos arquitetos sócios possuir cerca de quinze anos de experiência com execução, resultando em parcerias com construtores e outros projetistas. Ou seja, os construtores e projetistas, na maioria das vezes, são consultores e parceiros de negócios. Esta mesma ideia se aplica a empresa D, porém com um diferencial a mais. Conforme mencionado anteriormente, a empresa D apenas inicia o estudo preliminar após a contratação dos demais projetistas pelo cliente.

Ainda na etapa do estudo preliminar, nota-se que a empresa B e a empresa D divergem em sua forma de trabalho provavelmente devido aos programas utilizados. A empresa D utiliza o Autodesk Revit para a elaboração de seus projetos arquitetônicos e exige que os projetistas das demais engenharias também desenvolvam seus projetos nesta plataforma. Sendo assim, a definição da planta baixa junto as engenharias também é, obrigatoriamente, a definição da volumetria. Já a empresa B realiza seus projetos ora em Autodesk Revit, ora em Autodesk CAD, conforme o responsável pela arquitetura e os demais projetistas. Sendo assim, não é possível garantir que a definição da planta baixa seja obrigatoriamente a definição da volumetria, principalmente quando a construção da maquete eletrônica é iniciada apenas após a definição da planta baixa.

Retornando para as empresas A e C, ocorre uma discordância com relação ao momento do pré-lançamento da estrutura. A empresa A realiza este pré-lançamento apenas após a aprovação legal, enquanto a empresa C opta por elaborar o projeto legal após o pré-lançamento da estrutura. Considerando que a empresa C atua em um escritório junto com diversos outros projetistas, incluindo um calculista, e que tais profissionais trabalham em parceria, o pré-lançamento da estrutura acaba sendo facilitado.

Após isso, há ainda uma discrepância quanto ao projeto executivo ser realizado antes ou após a compatibilização da arquitetura com as engenharias. Apenas a empresa B opta pelo projeto executivo após a compatibilização. Ou seja, são elaborados detalhes mais específicos da arquitetura apenas após a

compatibilização do projeto arquitetônico com os projetos das demais disciplinas. No entanto, esta discrepância é provavelmente inexistente no dia-a-dia destas empresas. Isto porque, após a aprovação legal, todas as empresas prestam assistência aos projetistas das outras disciplinas, esclarecendo dúvidas e fornecendo outros detalhes que sejam necessários para uma correta compreensão da arquitetura. Sendo assim, provavelmente o que a empresa B chama de projeto executivo é apenas a diagramação final dos projetos, enquanto que as outras empresas entendem por projeto executivo, além da diagramação, o detalhamento adicional.

Por fim, em todas as empresas é previsto um acompanhamento da obra. Ainda assim, é preciso ressaltar a dificuldade de realização desta etapa devido a não-valorização do mercado a tal serviço. Nas empresas em que o acompanhamento da obra é cobrado como um serviço à parte, foi relatada uma resistência do cliente a contratar este serviço, percebendo-o como um custo a mais desnecessário. O acompanhamento da obra é de suma importância não apenas para que o projetista possa garantir que seus projetos possuam soluções econômicas, eficientes e exequíveis, mas também para garantir que não ocorram interpretações errôneas do projeto e que não sejam empregadas técnicas que incorram em futuras patologias.

Sendo assim, os únicos momentos de total concordância entre as empresas se deram na pré-projeção e na pós-projeção. A projeção no mercado apresenta diferenças que podem acarretar diferenças consideráveis no projeto. A participação das demais disciplinas ainda nas primeiras etapas, conforme visto nos modelos teóricos, evita que ocorram mudanças significativas na concepção do empreendimento. Na empresa D, é possível constatar como uma ferramenta BIM potencializa esta participação, permitindo que sejam tomadas decisões com base em um modelo tridimensional da edificação.

Também vale mencionar que o pré-lançamento da estrutura apenas após a aprovação legal do projeto arquitetônico pode ser considerado um sério risco ao processo de projeto. Além dos possíveis retrabalhos e alterações na concepção estética da arquitetura, há ainda que se preocupar com alterações que influenciem em taxas e afastamentos exigidos pelos órgãos legais. No pior dos casos, pode-se chegar à conclusão de que a execução do empreendimento é inviável.

A partir das entrevistas realizadas, é possível constatar que o mercado ainda não possui um modelo de processo de projeto de edificações tomado como

padrão, ocorrendo diversas variações. Vale salientar que, conforme discutido anteriormente, parte destas diferenças ocorre devido ao programa utilizado para desenvolver o projeto. Atualmente, é possível observar uma fase de transição dos programas que operam majoritariamente em um ambiente 2D para outros que operam em ambientes 3D e/ou permitem a parametrização de informações.

#### **4.2.6 Parâmetros de processo de projeto nas empresas**

De forma a facilitar a análise de como os parâmetros referentes ao processo de projeto e a compatibilização de projetos se comportam nas empresas entrevistadas, foi confeccionada a Tabela 9, onde nas colunas se encontram as empresas e nas linhas encontram-se os parâmetros, sendo assinalados aqueles que foram constatados na empresa.

Com relação aos agentes presentes no processo de projeto, nota-se que não é comum a participação de fornecedores nesta etapa. Estes diálogos com os fornecedores costumam ocorrer apenas quando já se tem todas as definições do projeto. Caso os projetistas já tenham um certo fornecedor em mente, o projeto será pensando com vistas a melhor adequar-se aquele produto específico. Esta prática também é facilitada por diversos materiais da construção civil possuírem dimensões e materiais padronizados, além da existência de diversos catálogos digitais de fácil acesso. No entanto, é importante salientar que o diálogo prévio com fornecedores pode ser essencial quando há alguma solução pouco usual no projeto.

A forte presença de um engenheiro de obras ou empreiteiro foi constada nas empresas A e B. Os projetos desenvolvidos pela empresa A são, em sua maioria, executados por um mesmo empreiteiro, com o qual a empresa mantém uma parceria. Já na empresa B, um dos sócios responsáveis possui uma empreiteira, facilitando este contato. O contato frequente com empreiteiros ainda nas primeiras etapas de um projeto traz como principal benefício uma maior garantia na exequibilidade do empreendimento. Semelhante ao mencionado com os fornecedores, este contato não costuma ser frequente antes do projeto possuir maiores definições, facilitando a contratação desta mão-de-obra.

Apenas as empresas B e D possuem a figura de um gestor/coordenador de projetos interno. Esta pessoa é a responsável por garantir que os cronogramas

previstos sejam cumpridos, encontrando soluções que garantam a máxima produtividade dos projetistas. Desta forma, este profissional foi encontrado nas duas empresas que possuíam um maior corpo de funcionários. Nas empresas A e C, não há justificativa para a contratação de tal profissional, visto que a empresa A conta com três pessoas – sendo dois sócios e um estagiário – e a empresa C é composta por um único integrante.

Tabela 9 – Constatação dos parâmetros nas empresas

ORGANIZAÇÃO DO PROCESSO		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D
Agentes presentes no processo de projeto	Arquiteto responsável	X	X	X	X
	Engenheiro de obras / empreiteiro	X	X		
	Gestor de projetos		X		X
	Projetistas das demais disciplinas	X	X	X	X
	Fornecedores				
Elaboração de cronograma do processo de projeto			X	X	X
Elaboração de fluxograma do processo de projeto					
MATERIALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D
Softwares utilizados	Autodesk AutoCAD	X	X		
	Autodesk Revit		X	X	X
	Sketchup	X	X		
ORGANIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D
Armazenamento de arquivos	Pranchas (material impresso)	X	X		
	Mídia digital	X	X	X	X
Padronização na nomenclatura de documentos		X	X	X	X

<b>CORREÇÃO E VALIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES</b>		<b>EMPRESA A</b>	<b>EMPRESA B</b>	<b>EMPRESA C</b>	<b>EMPRESA D</b>
Avaliações intermediárias do projeto		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Agentes presentes na compatibilização de projetos	Cliente				<b>X</b>
	Arquiteto responsável	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Engenheiro de obras / empreiteiro				
	Gestor de projetos				<b>X</b>
	Projetistas das demais disciplinas	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Fornecedores				
Softwares utilizados na compatibilização de projetos	Autodesk AutoCAD	<b>X</b>	<b>X</b>		
	Autodesk Revit		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Sketchup				
Responsáveis pela decisão final quando se encontram incompatibilidades	Cliente				<b>X</b>
	Arquiteto responsável	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
	Engenheiro de obras / empreiteiro				
	Gestor de projetos				<b>X</b>
	Projetistas das demais disciplinas	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
	Fornecedores				
Retroalimentação do processo		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

Fonte: do autor

Ao se tratar da elaboração de um cronograma, apenas a empresa A não adota esta prática. No entanto, por mais que as demais empresas realizem esta atividade, todas destacaram que o cronograma está sempre sujeito a alterações. Estas alterações se devem, na maioria das vezes, ao cliente. Geralmente, ocorrem quando o cliente solicita alguma alteração no projeto ou devido a disponibilidade do cliente para a realização de reuniões. Este era um resultado esperado, considerando que a etapa de projeto, principalmente o projeto arquitetônico, possui não apenas aspectos técnicos, mas também um caráter subjetivo por envolver questões de estética e outras que envolvam o gosto pessoal. Além disso, como a participação do cliente sempre ocorre, pelo menos, no começo de um projeto, o seu desenvolvimento também se encontra limitado pela possibilidade de se reunir com o cliente para obter maiores definições.

Quanto aos programas utilizados, apenas a empresa A não utiliza atualmente o programa Autodesk Revit. Segundo a própria empresa, o uso deste programa está sendo estudado, porém ainda não há certeza quanto ao retorno deste investimento. Como mencionado anteriormente, a empresa A conta com três pessoas, sendo dois arquitetos sócios e um estagiário. A rotatividade de estagiários, forçada pela contratação máxima nesta modalidade ser limitada a dois anos, faz com que a empresa hesite em realizar treinamentos com tal ferramenta. Além disso, foi relatado que a maioria dos estagiários estão habituados com o programa Autodesk AutoCAD, enquanto que os estagiários que possuem domínio do programa Autodesk Revit ainda são uma minoria. Além disso, esta empresa realiza diversos trabalhos voltados ao design de interiores, exigindo ferramentas que permitam uma rápida visualização tridimensional e alto grau de liberdade para elaboração de esboços. Por estes motivos, a empresa A utiliza o programa Sketchup para estes projetos. Ainda assim, há um reconhecimento da potencialidade de uma ferramenta como o Autodesk Revit.

O armazenamento de arquivos em mídia digital é constatado como obrigatório nas empresas. As diversas formas possíveis de armazenamento dessas mídias, além da possibilidade de diversas cópias de segurança, estimulam esta prática. O armazenamento digital permite redundâncias, tais como servidores, backups em HDs externos e arquivos salvos em nuvem. Esta última prática é ressaltada pela empresa C, pois facilita o acesso aos projetos em qualquer lugar através do celular, permitindo rápidas resoluções de dúvidas.



A padronização de documentos foi uma prática constatada em todas as empresas entrevistadas. No entanto, algumas destas ainda relatam uma certa dificuldade em manter tais padrões. Na empresa B, algumas discrepâncias têm ocorrido em função da transição para o programa Autodesk Revit. Como a forma de se trabalhar é diferente da usualmente conhecida por usuários do programa Autodesk AutoCAD, a empresa ainda está estudando formas de padronização mais eficientes. Esta padronização é fortemente praticada pela empresa D. As pastas digitais possuem, além do nome, uma numeração correspondente a etapa. Tal prática simples permite, além da organização dos documentos virtuais gerados, uma fácil visualização de qual etapa se encontra o projeto, mesmo para quem não esteja participando ativamente do seu desenvolvimento. Nas empresas B, C e D é também comum que cada cliente receba um código. Este código acompanha as documentações e até mesmo e-mails relacionados aquele cliente, facilitando o refino de uma busca futura.

Todas as empresas possuem avaliações intermediárias do projeto a serem realizadas com o cliente. Este resultado também é esperado quando se constata que todas as empresas possuem uma comunicação ativa e eficiente com o cliente, pelo menos nas primeiras etapas.

Quando se trata da compatibilização de projetos, apenas na empresa D ocorre uma atuação do cliente ou do gestor de projetos. Vale lembrar que este gestor não é o mesmo que atua durante o desenvolvimento do projeto. Este segundo gestor de projetos seria um profissional contratado pelo próprio cliente especificamente para participar das reuniões referentes a compatibilização de projetos. Caso o cliente não queira contratar este profissional, ele mesmo é incumbido da participação nestas reuniões. Novamente, dificilmente ocorre a participação de fornecedores ou de responsáveis pela execução durante a compatibilização de projetos. A atuação de um fornecedor poderia trazer benefícios em aspectos extremamente pontuais, sendo compreensível a não participação de tal agente. No entanto, a forte presença de um profissional responsável pela execução poderia ser de grande valia, novamente contribuindo para a exequibilidade da edificação. Esta presença não é característica nesta etapa provavelmente devido ao mesmo motivo citado anteriormente: a sua contratação ocorre quando o projeto se encontra em um alto nível de definição, com poucas ou nenhuma questão pendente. Para o empreiteiro, esta é uma situação ideal

para fornecer um orçamento ao cliente, já que há um maior grau de certeza com relação ao que será executado.

Os programas utilizados para a compatibilização costumam ser os mesmos utilizados para o desenvolvimento dos projetos. Este também é um resultado esperado, visto que a exportação entre programas costuma apresentar diversos problemas referentes a perda de informações ou informações exportadas incorretamente. Este problema é ainda maior caso a exportação seja de um programa de desenho auxiliado por computador para um programa de modelagem da informação da edificação.

Já com relação a tomada de decisão quando for constatada alguma incompatibilidade, esta costuma ser dos mesmos agentes responsáveis pela própria compatibilização dos projetos. A única exceção se encontra na empresa D. Nela, o cliente – ou o gestor de projetos contratado pelo cliente – é o responsável por decidir qual solução será adotada para resolver uma incompatibilidade. Conforme a empresa D, esta postura é adotada pois o cliente é o principal agente que irá arcar com os ônus e os bônus do empreendimento que está sendo projetado. Sendo assim, os projetistas responsáveis pela arquitetura e os projetistas das demais disciplinas atuam como consultores ao cliente, apontando as possíveis soluções para a incompatibilidade e as consequências destas. Logo, o cliente decidirá a melhor solução, baseando-se nos aspectos técnicos levantados pelos profissionais projetistas e nos seus aspectos econômicos pessoais. Além disso, a solução adotada acaba sendo completamente imparcial frente aos projetistas, evitando possíveis atritos entre estes profissionais ou até mesmo que seja adotada uma certa solução apenas por acarretar em menos retrabalhos.

Em todas as empresas há uma preocupação com a retroalimentação do processo. Ainda assim, não foram verificadas formas de se formalizar esta retroalimentação. Esta formalização poderia ser uma espécie de manual de boas práticas da própria empresa, o qual seria constantemente atualizado com as lições extraídas de cada obra, servindo como material de consulta durante o desenvolvimento dos projetos. Por exemplo, antes de realizar a definição final da cobertura de uma edificação, o responsável leria as lições aprendidas referentes a coberturas, evitando que erros anteriores se repetissem ou simplesmente adotando soluções mais eficientes.

### 4.3 COMPARAÇÃO ENTRE TEORIA GERAL E PRÁTICA

A partir das análises anteriores, é possível obter um processo de projeto fundamentado na teoria e na prática. Para isso, foram comparadas a coluna “Resultados” da Tabela 2 com os resultados dos processos de projeto verificados nas empresas. A escolha pelo modelo teórico geral se deve à similaridade entre os diversos modelos teóricos já mencionada.

Será utilizado como base o processo de projeto da empresa D, pois este é o que mais se aproxima do modelo teórico e dos conceitos e ferramentas apresentados na revisão. As empresas A e C não costumam realizar consultas as engenharias nas primeiras etapas do processo, enquanto que a empresa B realiza esta prática, mas em um ambiente 2D. Conforme a Tabela 10, é possível notar que o processo de projeto da empresa D mantém-se próximo aquilo que é disposto na teoria.

No entanto, apesar da semelhança do processo de projeto da empresa D ao modelo teórico geral elaborado anteriormente, há dois principais pontos onde ocorrem diferenças: na primeira e na última etapa.

Na empresa D, não foi verificada a ocorrência do planejamento do processo de projeto para cada um dos projetos realizados, ou seja, a definição de todas as etapas necessárias bem como dos dados de entrada e saída por etapa. No entanto, a empresa D possui um processo de projeto já estabelecido, incluindo os dados de entrada e saída por etapa. Este processo é revisto a cada dois anos, através de uma reunião com os membros da empresa, sendo avaliada a necessidade de inclusão ou exclusão de novas etapas, bem como possíveis alterações nos dados de cada etapa.

Tabela 10 – Resultados do processo de projeto do modelo teórico e da empresa D

<b>Modelo teórico</b>	<b>Empresa D</b>
Planejamento do processo de projeto e conceito do produto final	Não costuma ocorrer um planejamento de cada processo de projeto individual, avaliando quais etapas são necessárias ou desnecessárias
Dados técnicos e legais necessários para a elaboração dos projetos	Levantamento de informações sobre o terreno, elaboração do plano de necessidades, partido arquitetônico
Plano de necessidades, contendo as expectativas e limitações do cliente e do mercado	
Primeiras alternativas para o empreendimento	Estudo do potencial máximo do terreno
	Estudo da planta baixa arquitetônica e do comportamento da fachada
Representação inicial e aproximada da arquitetura e/ou das demais disciplinas	Definição da planta baixa e da volumetria juntamente com as engenharias
Detalhamento das primeiras representações da arquitetura e das demais disciplinas, compatibilizadas e suficientes para realização do orçamento	Projeto arquitetônico com maior nível de detalhamento, tais como cotas, áreas e materiais
Demais representações necessárias e compatibilizadas necessárias à aprovação do projeto junto aos órgãos públicos	
Submissão e aprovação dos projetos pelos órgãos competentes, além de registros necessários no cartório de imóveis	Projeto arquitetônico aprovado pela prefeitura
Detalhamento adicionais referentes à execução do projeto e compatibilização das diferentes disciplinas	Finalização dos projetos de engenharia, projeto arquitetônico compatibilizado com os projetos de engenharia
Finalização dos detalhamentos necessários à execução da obra de todos os projetos devidamente compatibilizados	
Acompanhamento da obra pelos projetistas, visando assistência técnica, elaboração de projetos <i>as built</i> e coleta de dados de forma a retroalimentar o processo	Assistência técnica à obra e retroalimentação do processo
Acompanhamento do uso da obra pelo cliente final, além de avaliação financeira do empreendimento	Não costuma haver um acompanhamento do uso da obra pelo cliente final

Fonte: do autor

Já o acompanhamento do uso da obra pelo cliente final possivelmente não é praticado tanto por questões de logística quanto financeiras. As obras podem estar a distâncias consideráveis da empresa – outro município ou mesmo outro estado –, levando a gastos com transporte e um investimento de tempo considerável. Além disso, tais visitas necessitariam de um maior planejamento para garantir, no caso de residenciais multifamiliares ou obras com diversas salas comerciais, o maior número de entrevistas possível. Alternativamente, pode-se considerar a aplicação de formulários *online*. O comprador do imóvel, no ato da compra, poderia preencher um pequeno cadastro a ser repassado para a empresa responsável pelo projeto arquitetônico ou de qualquer outra disciplina. Periodicamente, a empresa poderia enviar questionários curtos para os compradores com vistas a avaliar erros e acertos do projeto a curto, médio e longo prazo.

Ainda é possível notar um emprego dos princípios da Engenharia Simultânea. Ao iniciar o projeto arquitetônico juntamente com os projetistas das demais disciplinas, as alterações de projeto devido a conflitos entre elementos dos diferentes projetos ocorrem ainda nas etapas iniciais. Além disso, esta mesma prática leva ao paralelismo das atividades, diminuindo o tempo total necessário para a conclusão de todos os projetos.

A exigência de utilização de programas baseados no conceito BIM por todos os projetistas envolvidos no processo também contribui para uma melhor troca de informações. No entanto, o ideal ainda seria que todos os profissionais alimentassem um arquivo único.

Atualmente, esta prática é limitada pelas dificuldades de interoperabilidade entre diferentes programas, sendo constantes os relatos de perdas de informações ao utilizar-se o formato de arquivo aberto próprio para esta troca de dados, o *Industry Foundation Classes* (IFC).

#### 4.4 DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE PROJETO COM ÊNFASE NA COMPATIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES

Com base nas comparações realizadas, é possível observar que a prática do processo de projeto de edificações ainda pode ser aprimorada. Mesmo na empresa D, a qual mostrou-se mais próxima do modelo teórico, ainda há espaço para

melhorias. Com relação as outras empresas, os pontos de melhorias são ainda mais nítidos, principalmente com relação a participação dos diversos agente durante todo o processo de projeto.

Desta forma, é possível apontar diretrizes para uma possível melhoria destes processos. Estas diretrizes visam nortear o processo de projeto de edificações, apresentando práticas recomendáveis e que sejam facilmente aplicáveis nas empresas de projetos de edificações.

Para o apontamento das dez diretrizes elencadas a seguir, foi utilizado todo o material teórico já citado, bem como as práticas observadas nas entrevistas. Tais diretrizes são:

- 1) Definição clara das etapas a serem executadas, bem como os resultados a serem obtidos em cada etapa, para o cliente e para todos os projetistas envolvidos;
- 2) Definições iniciais da arquitetura serem desenvolvidas juntamente com as definições iniciais das engenharias, evitando retrabalhos futuros ou até mesmo inviabilidade do projeto;
- 3) Constante comunicação entre os projetistas, e entre estes e o cliente, além de consultas aos responsáveis pela execução e fornecedores;
- 4) Nos casos em que o projetista responsável pela concepção do projeto e o projetista responsável pelo desenvolvimento do projeto sejam diferentes, formalizar as tomadas de decisão através de e-mails ou algum outro meio digital de fácil registro, de forma a evitar desinformações. Esta formalização deve ser tratada como um documento, possuindo padronizações que facilitem a sua busca;
- 5) Formalização de decisões envolvendo diversos agentes através de e-mails ou algum outro meio digital de fácil registro, evitando que ocorram desencontros de informações. Novamente, estas decisões devem ser tratadas como documentos, possuindo padronizações que facilitem a sua busca;
- 6) Padronizações em toda e qualquer documentação de forma que seja possível facilmente agrupar-se todos os documentos referentes a um cliente ou todos os documentos que sejam similares. Esta padronização poderia ser realizada através de: código único para cada cliente e;

código ou palavra-chave para cada tipo de documento. Além disso, poderia ser elaborado um “arquivo legenda” a ser constantemente atualizado, onde se encontraria o código de cada cliente e o código ou palavra-chave de cada tipo de documento;

- 7) Utilização de programas que permitam visualizações tridimensionais do que está sendo projetado, bem como a inserção de informações referentes aos materiais e tecnologias utilizados na edificação;
- 8) Compatibilizações ao longo de todo o processo através de um modelo único a ser utilizado por todos os projetistas, sendo apenas alimentado com mais informações ao longo do processo, permitindo que a projeção e a compatibilização ocorram simultaneamente;
- 9) Em caso de incompatibilidades mais severas – aquelas que possam alterar a concepção de algum projeto ou acarretar em custos elevados –, estas devem ser solucionadas através de reunião com todos os agentes envolvidos: projetistas, empreiteiros, cliente e, dependendo do caso, fornecedores;
- 10) Acompanhamento constante da execução, coletando dados que retroalimentem o processo, além da formalização destes dados com vistas a facilitar sua consulta.

O seguimento destas diretrizes pode resultar em um processo de projeto de edificações em que os projetos se encontram compatibilizados em todas as suas etapas. Além disso, poderiam ser evitados desencontros de informações internos, entre os membros de uma mesma empresa, ou externos, entre os diversos agentes. A consulta a documentações também tornar-se-ia facilitada: para consultar toda a documentação referente a um cliente, bastaria pesquisar pelo código do mesmo; ou para consultar todos os projetos legais elaborados pela empresa, bastaria procurar pelo seu código ou palavra-chave.

As incompatibilidades menores seriam resolvidas durante a própria atividade de projetar pelos projetistas. Já as incompatibilidades maiores seriam resolvidas por todos os agentes envolvidos no processo de projeto, garantindo que sejam abordadas as questões técnicas e econômicas referentes a cada agente.

## 5 CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível constatar o importante avanço teórico no processo de projeto de edificações durante a segunda metade da década de 1990. No entanto, observou-se que, após os anos 2000, há uma estagnação preocupante nesta área, sem publicações com relevância semelhante. Esta desaceleração da pesquisa pode ser atribuída a popularização das ferramentas que utilizam o conceito BIM, se tornando um grande foco de pesquisas. Ou seja, é possível que as publicações da área de processo de projeto de edificações estejam mais focadas na aplicação do BIM ao processo. Ainda assim, estas publicações possuem sua importância, principalmente por procurar modernizar o setor da construção civil através da utilização de novas ferramentas.

Neste trabalho houve uma preocupação em realizar um resgate dos modelos teóricos. Com isso, foi possível constatar que os modelos teóricos necessitam de adaptações conforme a atual situação do mercado. Isso se torna mais evidente em publicações como as de Tzortzopoulos (199), Romano (2003) e Rodríguez, Heineck (2003), onde são realizados estudos de caso para ajustar e facilitar a aplicação de um modelo teórico.

Esta ideia do ajuste do modelo conforme o mercado em que se encontra é reforçada pela carência de publicações em que certo modelo é aplicado em um momento posterior a sua publicação. Estas poucas publicações fazem sugestões, a partir do diagnóstico do processo de projeto da empresa, com base nos modelos encontrados no meio acadêmico. Outro possível motivo para a dificuldade em se aplicar e estudar a aplicação destes modelos é a necessidade se alterar o processo de projeto de uma empresa para a realização de tal estudo acadêmico.

Com relação as entrevistas, ficou nítido o quanto o tempo necessário para a análise do projeto pelos órgãos legais pode atrasar o processo como um todo. Em todas as empresas, foi relatado que o tempo necessário para uma resposta dos órgãos legais em Florianópolis pode variar de três meses até mais de um ano. Isto acaba obrigando as empresas a continuarem os detalhamentos devidos, mesmo sem a aprovação legal. Tal prática pode levar a diversos retrabalhos caso o projeto seja indeferido. Para otimizar o tempo de análise, seria necessária uma pesquisa junto ao órgão legal para identificar quais os principais motivos deste tempo considerável. No



entanto, é possível especular que os principais motivos sejam: falta de pessoal para suprir a demanda; análises mecânicas – como conferência de abertura de ambientes – realizadas de forma manual; e falta de padronização na apresentação dos projetos. Os dois últimos pontos poderiam ser melhorados através da utilização de ferramentas computacionais facilmente programáveis para executarem determinada rotina em modelos BIM. No entanto, a adoção destas ferramentas tornaria obrigatória a apresentação dos projetos em um modelo BIM. Ainda assim, esta obrigatoriedade facilitaria a padronização dos projetos, bastando o órgão legal tornar público um arquivo padrão com instruções para o seu uso.

Outro ponto a ser mencionado é o acompanhamento de obras pelas empresas para coleta de dados e retroalimentação do processo. Apesar das empresas reconhecerem a importância desta etapa para o processo de projeto como um todo, a falta de valorização do mercado acaba desestimulando esta prática. Para a empresa, uma visita a obra acarreta em custos com transporte, seja pelas horas de viagem serem pagas ou pelo custo do transporte ser arcado pela empresa ou ambos. Logo, é natural que este serviço seja cobrado a parte das demais atividades de projeto. Além disso, quando ocorrem as visitas, há dificuldades relacionada ao repasse dos dados coletados em obra aos demais projetistas do escritório. Uma possível solução para o primeiro caso seria um esforço conjunto entre empresas, órgãos reguladores e instituições de ensino para reforçar a importância de os projetistas responsáveis acompanharem a execução. Já para o segundo problema, poderia ser implementada uma espécie de cartilha de boas práticas, a qual o projetista que visitasse a obra se responsabilizaria pelo preenchimento com base no que observou *in loco*.

Também com relação as empresas, é possível notar diferenças fundamentais no processo de projeto. Ou seja, o mercado ainda não chegou em um modelo ideal. No entanto, também é possível reparar que o mercado se encontra em uma fase de transição, mudando a principal ferramenta computacional utilizada para o desenvolvimento do projeto. Sendo assim, é natural que ocorram diversas discrepâncias entre estas empresas conforme elas se adaptam ao uso e as possibilidades de ferramentas que utilizem o conceito BIM. Isto chama a atenção para a possível necessidade de um novo profissional habilitado que seja capaz de acumular tanto as funções de um gestor de projetos quanto as funções de um gestor BIM. Ou

seja, um profissional responsável pela gestão do processo de projeto da edificação como um todo. Logo, é de suma importância que as instituições de ensino estejam preparadas para a formação inicial destes profissionais.

Ainda nos processos práticos levantados neste trabalho, cabe uma ponderação com relação a dois pontos: o tamanho da empresa em questão, bem como a dimensão dos projetos que tal empresa realiza. Empresas que possuam corpos técnicos elevados provavelmente utilizam técnicas de gestão da comunicação e controle de qualidade diferentes ou até mesmo mais refinadas, do que as empresas com corpos técnicos menores. Este mesmo pensamento também vale para a dimensão dos projetos realizados.

Por fim, é possível concluir que o processo de projeto de edificações necessita de uma constante comunicação entre os diversos agentes envolvidos, desde a concepção até o uso do empreendimento. No entanto, estas comunicações não podem ocorrer a esmo, necessitando da constante organização das informações geradas. Atualmente, há diversos programas voltados a organização de dados, alguns especificamente pensados para a construção civil. Ainda assim, a interoperabilidade entre estes programas ainda não se encontra no seu máximo potencial, levando a perda de informações durante o processo. Uma possível solução para este impasse seria a concepção não de um programa capaz de realizar todas as tarefas dos demais, mas sim de um programa cuja única função seja justamente a reunião e organização de todas as informações geradas nos diferentes programas, evitando qualquer perda de dados.

## **6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de uma análise dos processos práticos semelhante à deste trabalho, porém com uma maior amostragem, levando a um diagnóstico mais preciso. Também se sugere a realização de uma análise profunda das trocas de informações nas empresas que atuam com projetos de edificações. Tal análise poderia se concentrar em organizar quais as informações repassadas, quem emite essas informações, quem as recebe, e como ocorre este repasse. Por fim, um diagnóstico do atual processo de análise praticado pelos órgãos legais poderia se mostrar de grande valia, facilitando a visualização de possíveis melhorias para este processo.

## 7 REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 13.531 **Elaboração de Projetos de edificações: Atividades Técnicas**. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 16.636 **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos**. Rio de Janeiro, 2017.

ALENCASTRO, João Paulo Ulrich de. **Diagnóstico das práticas de coordenação e compatibilização de projetos no mercado de construção civil de Florianópolis-SC**. 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ANDERY, P. R. P. **Desenvolvimento de produtos na Construção Civil: uma estratégia baseada no Lean Design**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, n.2, 2000, São Carlos. Anais... São Carlos : UFSCar, 2000.

AVILA, Ticiano Camilo Frigo. **Gestão de projetos na construção civil: avaliação do processo em duas empresas construtoras de Florianópolis**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BALLARD, G.; KOSKELA, L. On the agenda of design management research. In: 6TH. ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION. **Proceedings...** Guarujá, 1998.

BARRETO, Felipe. ANDERY, Paulo. **Caracterização da concepção de projetos em incorporadoras sob a ótica da gestão de riscos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTES CONSTRUÍDO (ENTAC), 2014, Maceió. Atas... Maceió: ENTAC, 2014.

BARROS, Gil. **Racionalidades e problemas selvagens no projeto de cidades inteligentes**. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL IMAGINÁRIO: CONSTRUIR E HABITAR A TERRA (ICHT), 1, 2016, São Paulo. Atas... São Paulo: FAUUSP, 2016.

BROOKFIELD, E.; EMMITT, S.; HILL, R.; SCAYSBROOK, S. **The Architectural Technologist's Role in Linking Lean Design with Lean**, 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Dinamarca, 3-5 Aug 2004.

CALLEGARI, Simara. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residencial multifamiliares**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

COSTA, Vinícius de Moura. MOREIRA, Deyvisson Carlos. BARBOSA, Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes. **Diagnóstico das dificuldades na implantação de processo de projetos para a compatibilização: estudo de caso empreendimento**

**multifamiliar situado em Pouso Alegre/MG.** Petra, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 202-218, ago./dez. 2015.

DANTAS FILHO, João Bosco Pinheiro. **Oportunidades de melhoria no processo de projeto de arquitetura sob a perspectiva do lean design.** 2016. 150f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

DE PAULA, N.; UECHI, M. E.; MELHADO, S. B. **Novas demandas para as empresas de projeto de edifícios.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 137-159, jul./set. 2013.

DURANTE, F. K.; MENDES JR, R.; SCHEER, S.; GARRIDO, M. C.; Avaliação de aspectos fundamentais para a gestão integrada do processo de projeto e planejamento com uso do BIM. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual BIM:** Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores. Porto Alegre: Bookman, 2014. 503 p.

EASTMAN, C ., et al. **The BIM handbook.** 1a. edição. Wiley&Sons, 2008, 504 p.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios.** São Paulo, 2002. 350f. Tese (doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S.B. **Por um processo de projeto simultâneo.** In: II WORKSHOP NACIONAL: gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUC/RS – UFSM – EESC/USP, 2002.

FLACH, Elias Júnior Kerber. **BIM no projeto executivo: protótipo virtual auxiliando a documentação e compreensão de projetos.** 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (Mestrado Profissionalizante), São Paulo, 2003.

HERDEN, Patricia. **BIM - O Caminho.** 2017. Disponível em: <<https://patriciaherden.000webhostapp.com/2017/07/bim-o-caminho>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

ISIKDAG, U; UNDERWOOD, J.. **Preface: being lost or becoming lost. Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies.** Capítulo Preface, xxxi-xxxvii, 2010.

LEITE, K. P.; BARROS NETO, J. P.; TEIXEIRA, M.; CLAUDINO, C. **Processo de projeto em empreendimentos imobiliários: avaliação de projetistas e construtores.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 21-34, jul./dez. 2015.

LOCKHART, S. D.; JOHNSON, C. M. **Engineering design communication: conveying design through graphics.** USA: Prentice-Hall, 2000. 719p.

LUGLI, A. C.; NAVEIRO, R. M. **O Uso da Engenharia Simultânea no Projeto de Redes Teleinformatizadas.** In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE

PRODUÇÃO, Piracicaba, 1996. Horizontes da Engenharia de Produção. Piracicaba, UNIMEP / ABEPRO, 1996.

MAZLUM, S. K.; PEKERIÇLI, M. K. **Lean design management – an evaluation of waste items for architectural design processo**. METU Journal of the Faculty of Architecture, Turquia, v. 33, n. 1, p. 1-20, 2016.

MELHADO, Silvio Burratino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MELHADO, Silvio Burratino; BARROS, Mercia M. S. B.; SOUZA, Ana Lúcia Rocha de. **Qualidade do projeto de edifícios: fluxogramas e planilhas de controle de projeto**. São Paulo, EPUSP, 1996. (Documento CPqDCC n. 20091 – EP/SC-1).

MELHADO, S. B.; BARROS, M. M. S. B.; SOUZA, A. L. R. de. **Metodologia envolvendo os novos procedimentos de projeto**. São Paulo, EPUSP, 1996. (Relatório CPqDCC n. 20.088-EP/SC-1).

MENEGARO, Bruna Ferreira; PICCININI, Ângela Costa. **Aplicação da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) no processo de projeto, com foco em compatibilização**. 2017. 17 f. Artigo (Bacharelado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

MIKALDO JR, Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de T.I.** Dissertação (Mestrado) – Curso de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MIKALDO JR, Jorge; SCHEER, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?** Gestão & Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 79-99, maio 2008.

MONLLOR, Natalie Paz. **Proposição de modelo para aprimorar o planejamento e o controle no processo de projeto**. 2016. 26f. Artigo (especialização em Construção Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2016.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira, *et al.* **Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas**. Revista Campo do Saber, Cabedelo, v. 3, n. 1, p. 53-77, jan/jun 2017.

NÓBREGA JÚNIOR, Claudino Lins. **Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia**. 2012. 227 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2012.

NOVAES, Celso Carlos. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.

NOVAES, C. C. Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EESC/USP, 2001.

OLIVEIRA, Otávio José. **Modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios**. 2005. 279 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da USP, 2005.

PETRUCCI JR., R. **Modelo para Gestão e Compatibilização de Projetos de Edificações Usando Engenharia simultânea e ISO 9001**. 2003. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Constituição (2018). Decreto nº 9377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling.. Brasília, 17 maio 2018. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm)>. Acesso em: 19 maio 2018.

RODRIGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 2005. 186f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RODRIGUEZ, M.A.A; HEINECK, L.F.M. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações**. Santa Catarina, 2003.

ROMANO, Fabiane Vieira. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. 2003. 381 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROMANO, Fabiane Vieira; BACK, Nelson; OLIVEIRA, Roberto de. **A importância da modelagem do processo de projeto para o desenvolvimento integrado de edificações**. Gestão do Processo de Projeto, São Paulo, 2001.

SILVA, Lilian Lidia Wojcikiewicz Duarte Silva. **Percepção e resistência na implementação de BIM nos escritórios de projetos**. 43f. Florianópolis, 2017. Monografia (Especialização) – Curso de MBA em Plataforma BIM – Modelagem, Planejamento e Orçamento, Universidade Cidade de São Paulo, Florianópolis, 2017.

SOUSA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares – Estudo de caso**. 117 f. Recife, 2010. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2010.

SOUZA, F. R. **Implementação de Modelo de Gestão para Empresas de Projeto**. 202 f. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SPERLING, David M. **O projeto arquitetônico, novas tecnologias de informação e o Museu Guggenheim de Bilbao**. Pesquisa e Inovação em Gestão do Processo de Projeto de Edifícios. São Paulo, 2002.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001.

TZORTZOPOULOS, Patricia. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 380 f. Porto Alegre, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

**APÊNDICE A – ROTEIRO ELABORADO PARA AUXÍLIO NA  
REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS NAS EMPRESAS QUE  
ELABORAM PROJETOS ARQUITETÔNICOS**

### A) PARÂMETROS REFERENTES AOS AGENTES

AGENTES PRESENTES NO PROCESSO		
Agente	S	N
Arquiteto Responsável		
Engenheiro de Obras		
Gestor de Projetos		
Projetistas das demais disciplinas		
Fornecedores / Empreiteiros		

### B) PARÂMETROS REFERENTES A INFORMAÇÃO

- Como se dá o processo de projeto da empresa? Quais as etapas e os resultados por etapa?
- Quais os principais softwares e ferramentas utilizados pela empresa para o desenvolvimento do projeto?
- Como são armazenados os arquivos?
- A empresa possui padrões para os documentos?
- Existe uma preocupação com a retroalimentação dos projetos?

### C) PARÂMETROS REFERENTES AO PROJETO

- É elaborado um cronograma com previsão de conclusão para cada etapa do projeto?
- É elaborado um fluxograma demonstrando todas as etapas do projeto e suas interdependências?
- São realizadas avaliações intermediárias durante o processo de projeto?

### D) PARÂMETROS REFERENTES A COMPATIBILIZAÇÃO

AGENTES PRESENTES NA COMPATIBILIZAÇÃO		
Agente	S	N
Cliente		
Engenheiro de Obras		
Gestor de Projetos		
Projetistas das demais disciplinas		
Fornecedores / Empreiteiros		

- Quais os principais softwares e ferramentas utilizados na compatibilização?
- Como é realizada a compatibilização dos projetos?
- Quando são encontradas incompatibilidades, quem são os responsáveis por apontar possíveis soluções?
- Quando são encontradas incompatibilidades, quem são os responsáveis por definir a solução a ser adotada?