

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL:
ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

KELMA PINHEIRO LEITE

PROPOSTA DE MELHORIAS DO PROCESSO DE PROJETO E DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM EMPREENDIMENTOS
IMOBILIÁRIOS

FORTALEZA

2014

KELMA PINHEIRO LEITE

PROPOSTA DE MELHORIAS DO PROCESSO DE PROJETO E DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: José de Paula Barros Neto

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós-Graduação em Engenharia - BPGE

L553p

Leite, Kelma Pinheiro.

Proposta de melhorias do processo de projeto e de desenvolvimento de produtos em empreendimentos imobiliários / Kelma Pinheiro Leite. – 2014.

229 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2014.

Área de Concentração: Construção Civil.

Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.

1. Engenharia Estrutural. 2. Construção enxuta. 3. Desenvolvimento de processos. Título.

CDD 624.1

KELMA PINHEIRO LEITE

PROPOSTA DE MELHORIAS DO PROCESSO DE PROJETO E DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS

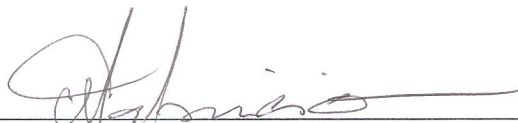
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Aprovada em 30 /10 /2014.

BANCA EXAMINADORA



Prof. José de Paula Barros Neto, Dr. (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof. Márcio Minto Fabrício, Dr.
Universidade do São Paulo – USP



Antônio Nunes de Miranda Filho, Dr.
Construtora Santo Amaro

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus que sempre guiou os meus passos.

Aos meus pais, Jocilé Leite da Silva e Lenes Maria Pinheiro, que mostraram o certo a ser seguido, sempre. Ao meu irmão, Velton Marcones Pinheiro Leite, que me apoiou nos momentos que precisei.

Ao meu orientador, professor Barros Neto, que com a sua simplicidade me conduziu à finalização deste trabalho, mostrando-me os caminhos e cobrando nos momentos exatos.

Aos professores, funcionários e colegas do programa de mestrado em Construção Civil, em especial: prof. Eduardo Cabral, prof. Luís Heineck, profa Vanessa, prof. Bertini, Débora Lins, Patrícia Gonçalves, Juliana Marinho, Marcelo Mendes, e Thaís.

Agradecimento especial à Lili (GERCON) pela sua disponibilidade.

Aos profissionais que colaboraram com o trabalho, concedendo entrevistas e contribuindo com informações valiosas para o resultado desta pesquisa;

Aos diversos colegas de trabalho os quais tive o prazer da convivência antes e durante o meu ingresso no mestrado: Mirtes Freitas *in memoriam*, a quem retribuo os agradecimentos em seu livro, ao Alan Bizarria Bezerra, Luis Sérgio, Paulo César Rezende, João de Deus Filho, Fernanda Marques Mattos, Rafael Costa de Moura, Sara Vieira Rosa, Sharon Dias, André Almeida, Thaís Ponte, Juliana Silveira e Terezinha Bizerra que tornaram-se amigos e me ensinaram, dentre outras coisas, o lado bom da vida: a amizade!

Ao Adriano Mattos, pelo ombro amigo.

*“É vezo brasileiro fazer as coisas sem plano inicial
perfeitamente elaborado; quando se pergunta sobre
como ficarão estes e aqueles pormenores, a
resposta é sempre a mesma: Ah! Isso depois, na
hora, veremos.”*

Vilanova Artigas São Paulo, julho de 1945

RESUMO

Esta pesquisa aborda o processo de desenvolvimento de produto (PDP) e o processo de projeto do mercado de incorporação imobiliária residencial multifamiliar vertical, sob a ótica do pensamento enxuto. As etapas de concepção e de produção tornaram-se mais distantes entre si, havendo diversos profissionais alocados em etapas e funções diferentes e sem uma devida integração entre eles. A integração entre as diferentes partes envolvidas na construção melhora a qualidade do projeto, agregando valor e eliminando perdas. Contudo, o gerenciamento de projetos tradicional é obsoleto, pois: (1) não considera o fluxo do trabalho; (2) não considera a previsibilidade do fluxo de trabalho; e (3) não mede o desempenho do sistema de planejamento. A elaboração de projeto utilizando o conceito *lean* inclui um novo pensamento (enxuto) e a incorporação de diferentes ferramentas ou métodos de trabalho. Assim, este trabalho propõe a seguinte questão de pesquisa: como melhorar o processo de projeto e o PDP em empreendimentos imobiliários através da filosofia do pensamento enxuto? Visando atender à questão de pesquisa, o objetivo deste trabalho é propor diretrizes para aumentar a eficiência do processo de desenvolvimento do produto e do processo de projeto de empreendimentos imobiliários, tomando como base a filosofia do pensamento enxuto. Foi realizada uma revisão bibliográfica relacionada aos métodos de planejamento e controle do processo de projeto, PDP imobiliário, a nova filosofia de produção (pensamento enxuto) e de projeto (*lean design*) e *Building Information Modeling* (BIM) como embasamento teórico da pesquisa. Trata-se de uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada. A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso múltiplo, com caráter exploratório-descritivo. Os estudos de caso foram realizados em empresas incorporadoras e construtoras que já adotam a construção enxuta em seu processo produtivo. Após as etapas de coleta e análise, foram propostas diretrizes para melhoria do processo de projeto e PDP imobiliário. A aplicabilidade das diretrizes fica condicionada às especificidades das empresas pesquisadas sem comprometer a aplicação em outras empresas construtoras e incorporadoras com características semelhantes. A partir desse trabalho, outras empresas podem avaliar o grau de maturidade quanto a processos enxutos e trilhar etapas e metas de evolução até um ponto ótimo de PDP e de projeto imobiliário.

Palavras-chave: processo de projeto, pensamento enxuto, *lean design*, processo de desenvolvimento de produto, empreendimento imobiliário.

ABSTRACT

This research addresses, from the lean thinking standpoint, the product development process (PDP) and the project process for multifamily vertical residences of the real estate development market. The concept phase and the production phase became farther apart, so there are numerous professionals employed on different stages and functions, but without proper integration among them. Integration amongst those involved in the construction process improves the quality of the project, adds value and eliminates losses. However, traditional project managing is obsolete because: (1) it does not consider the workflow; (2) it does not consider the predictability of the workflow; and (3) it does not measure the planning system's performance. To do a project using the *lean* concept includes a new way of thinking (lean) and incorporates new tools or work methods. Therefore, this paper proposes the following research question: how to improve the project process and the PDP in real estate ventures by applying the philosophy of lean thinking? Aiming at resolving the research question, this paper's goal is to propose guidelines to increase efficiency of product development process and real estate development's project process, based on the philosophy of lean thinking. As theoretical basis for this work, a review study was conducted on the literature related to planning methods and control of project process, real estate PDP, on the new production (lean thinking) and project (lean design) philosophy, and also on *Building Information Modeling* (BIM). This is a qualitative research of applied nature. The research strategy used was an exploratory-descriptive analysis of multiple case studies, which came from cases of development and construction companies that already adopt lean construction in their production process. After the collection and the analysis, guidelines were suggested to improve the project process and the real estate PDP. The applicability of the guidelines is conditioned to the specificities of the companies analyzed here, though not compromising their use in other construction and development companies with similar characteristics. From this paper, other companies can evaluate their maturity level with regards to lean processes and create stages and goals to attain the optimum point of PDP and real estate project design.

Key-words: design process, lean thinking, lean design, product development process, real estate project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de criação do projeto (FABRÍCIO, 2003)	23
Figura 2: O processo de design como a eliminação progressiva de incerteza (Mitchell <i>et al</i> 2011).....	25
Figura 3: Comparação do processo de projeto desejado e processo de projeto tradicional. Fonte: Patrick MacLeamy, American Institute of Architects (AIA) / HOK, adaptado.....	27
Figura 4: Modelo do processo de projeto de edificações (RODRÍGUEZ e HEINECK, 2006).....	33
Figura 5: Visão esquemática da difusão de produção enxuta (Fonte: Jørgensen, 2006 adaptado pela autora).	36
Figura 6: Típico desenvolvimento a longo prazo de valor de mercado para um edifício. Oposto ao valor de um carro novo no mercado, o edifício / terreno, em geral, aumenta seu valor. (JØRGENSEN, 2006).	40
Figura 7: Metodologia de melhoria para aplicação do <i>lean design</i> (Freire e Alarcon, 2002), adaptado.....	43
Figura 8: Alinhamento entre o processo de negócio do empreendedor e o processo de negócio em AEC. Fonte: Manzione (2013)	50
Figura 9: Visão geral do modelo de referência do PDP do negócio imobiliário. Fonte: a autora, adaptado de Rozenfeld <i>et al.</i> (2006).....	51
Figura 10: Modelos usados para desenvolver um produto. Fonte: Morgan, M. J e Liker, J. K. (2008), Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto.	55
Figura 11: <i>Lean Project Delivery System</i> (Ballard, 2000 adaptado).	62
Figura 12: Representação esquemática de como o modelo BIM pode ser utilizado nas diversas etapas do ciclo de vida da edificação. Fonte: http://buildipedia.com/in-studio/design-technology/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim	64
Figura 13: Estágios de evolução do BIM segundo Succar (2009). Fonte: http://www.coordenar.com.br/estagios-de-evolucao-do-bim/	65
Figura 14: transferência de lotes de informação.....	74
Figura 15: Exemplo de Design Structure Matrix. Fonte: adaptado de The MIT Design Structure Matrix.....	76
Figura 16: Exemplo de Design Structure Matrix, após o reordenamento. Fonte: adaptado de The MIT Design Structure Matrix.....	76
Figura 17: tipos de relações dos dados.	77
Figura 18: tipos de relações dos dados.	77
Figura 19: Processo tradicional de projeto.	78
Figura 20: delineamento da pesquisa. Fonte: a autora	83
Figura 21: organograma empresa “A”. Fonte: a autora.....	91
Figura 22: Autorização para início da fase de concepção do empreendimento.	92
Figura 23: Organograma da Empresa “B”. Fonte: empresa adaptado pela autora.....	96
Figura 24: Percentual planejado concluído (a). Quantidade de metas e ações estabelecidas (b). Fonte: a autora.	105
• Figura 25: DSM das atividades da ata da 3ª reunião de compatibilização. Fonte: a autora.	106
Figura 26: Razões para o não cumprimento das tarefas (metas e ações) agendadas durante a primeira fase do projeto, baseado em Ballard (2000). Fonte: a autora.....	107
Figura 27: modelagem do projeto, Caso 1.....	108
Figura 28: Exemplo de RDI.	109
Figura 29: Exemplo do anexo da RDI. Fonte: projeto.	109
Figura 30: Percentual de compatibilização entre disciplinas nas RDI. Fonte: a autora.	113

Figura 31: Número de citações por disciplina e por categoria nos RDI – caso 1 (até a emissão da sétima versão do modelo BIM em fev/2014). Categoria da RDI. Fonte: a autora.	113
Figura 32: Interferência entre arquitetura e instalações hidrossanitárias.	114
Figura 33: Obra executada com correção da interferência apontada na Figura 32	115
Figura 34: Zoneamento da modelagem do pavimento tipo. Fonte: projeto.....	117
Figura 35: Procedimentos de controle do canteiro de obra	118
Figura 36: Procedimentos de controle do canteiro de obra	119
Figura 37: Mapeamento Geral do Fluxo de Valor estado atual. Fonte: a autora.....	121
Figura 38: Mapeamento do Fluxo de Valor estado atual (projeto arquitetônico). Fonte: a autora.	122
Figura 39: Mapeamento do Fluxo de Valor estado atual (projeto de combate a incêndio). Fonte: a autora.	123
Figura 40: Mapeamento do Fluxo de Valor estado atual (projeto hidrossanitário). Fonte: a autora.	124
• Figura 41: Visão geral do processo de desenvolvimento de projeto do Caso 1, conforme MFV atual (exceto cálculo estrutural). Fonte: a autora.	125
Figura 42: Mapa do Fluxo de Valor Futuro. Fonte: a autora.....	128
Figura 43 (a, b):	134
Figura 44: modelagem do projeto, Caso 2.....	136
Figura 45: Percentual de compatibilização entre disciplinas nas RDI. Fonte: a autora.	139
Figura 46: Número de citações por disciplina e por categoria nos RDI – caso 2 (até a emissão da quarta versão do modelo BIM em fev/2014). Categoria da RDI. Fonte: a autora.....	139
Figura 47: comparativo de compatibilização entre disciplinas (número de RDI) entre o caso 1 obra 21) e caso 2 (obra 20). Fonte: a autora.	140
Figura 48: modelagem do processo de projeto da empresa “A”. Fonte: a autora.	141
Figura 49: Maquete eletrônica do empreendimento (a); e planta baixa do pavimento tipo (b). Fonte: folder de vendas.....	148
Figura 50: Cronograma de projetos. Fonte: empresa pesquisada.....	154
Figura 51: Lotes informação puxados pelo projetista de sistemas prediais. Fonte: a autora.	157
Figura 52: Exemplo de interferência detectada em relatório kaizen de apartamento protótipo (empreendimento entregue anterior a este estudo de caso).	158
Figura 53: DSM definida e ordenada conforme coordenação de projetos. Fonte: a autora. ...	160
Figura 54: modelagem do processo de projeto da empresa B. Fonte: a autora.	162
Figura 55: indicadores de processos enxutos. Fonte: a autora.	169

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Foco das ferramentas de melhoria	44
Tabela 2: Legenda BPMN	79
Tabela 3 - Principais características do empreendimento	103
Tabela 4: dados levantados nas reuniões de compatibilização, fase 1 do Caso 1	105
Tabela 5: evolução das requisições de informação (RDI) durante o Caso 1	110
Tabela 6 - Principais características do empreendimento	134
Tabela 7: dados levantados nas reuniões integradas do Caso 2, na primeira fase do projeto	135
Tabela 8: Principais características do empreendimento.....	148
Tabela 9: dados levantados nas reuniões de compatibilização do Caso 3.....	150
Tabela 10: arquivos na plataforma de gerenciamento de arquivos em 13/10/2014	155

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Visões do processo de projeto	18
Quadro 2: Obstáculos inerentes à gestão do processo de projeto	34
Quadro 3: Comparação entre a gestão de empreendimento utilizando conceitos da Produção Enxuta e tradicionais	37
Quadro 4: principais diferenças entre a produção física e projeto	38
Quadro 5: Três visões do processo de projeto	38
Quadro 6: entrevistas	87
Quadro 7: Descrição da coleta de dados	88
Quadro 8: caracterização geral das empresas pesquisadas	89
Quadro 9: Resumo das principais características do processo de projeto das empresas	89
Quadro 10: Datas marco dos empreendimentos	90
Quadro 11: Divisão das equipes de projeto por etapas	93
Quadro 12: Exemplo de solicitações dos RDI	108
Quadro 13: participantes das reuniões de compatibilização, fase 2 do Caso 1	112
Quadro 14: Caracterização dos desperdícios	126
Quadro 15: Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “A” que atendem ao pensamento enxuto de produção	142
Quadro 16: Integração de projeto na empresa “A”	144
Quadro 17: Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “A” que atendem aos princípios de desenvolvimento de produto enxuto	146
Quadro 17: Etapas de projeto por especialidade, conforme informações dos projetistas	157
Quadro 18: Visão geral dos elementos encontrados na empresa B que atendem ao pensamento enxuto	163
Quadro 19: Integração de projeto na empresa B. Fonte: a autora, adaptado de Jørgensen (2006)	165
Quadro 17: Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “A” que atendem aos princípios de desenvolvimento de produto enxuto	167

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Contextualização.....	13
1.2 Justificativa e Motivação	16
1.3 Problema de Pesquisa	18
1.4 Objetivos.....	22
1.4.1 Objetivo Geral.....	22
1.4.2 Objetivos Específicos.....	22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1 O Processo de Projeto	23
2.2 Métodos, planejamento e controle do processo de projeto.....	28
2.2.1 Histórico e contexto	28
2.2.2 Novas visões.....	32
2.3 O Pensamento Enxuto.....	35
2.4 <i>Lean Design</i>	38
2.4.1 Valor.....	39
2.4.2 Fluxo.....	41
2.4.3 Como implantar o <i>lean design</i>	43
2.4.4 Outras Questões.....	44
2.5 O processo de desenvolvimento de produto imobiliário.....	47
2.6 O PDP imobiliário e o processo de projeto.....	49
2.7 Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto e o mercado imobiliário.....	52
2.8 O PDP e o Mercado Imobiliário em Fortaleza	60
2.9 Lean Project Delivery System	62
2.10 Building Information Modeling - BIM	64
2.11 Modelagem do PDP e Processo de Projeto	67
2.12 Mapeamento do Fluxo de Valor.....	70
2.13 Lotes de Informação.....	72
2.14 Design Structure Matrix (DSM).....	74
2.15 Business Process Model and Notation (BPMN).....	78
3 MÉTODO.....	81
3.1 Estratégia, Tipo e Critérios da Pesquisa	81
3.2 Delineamento da pesquisa.....	82
3.3 Métodos de coleta	85
3.3.1 Entrevistas	86
3.3.2 Dados Documentais.....	87

3.4	Caracterização geral das Incorporadoras e Construtoras	88
3.5	Empresa “A”	90
3.5.1	Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) – Empresa “A”	91
3.6	Empresa “B”	95
3.6.1	Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) - Empresa “B”	97
4	LEAN DESIGN EM DIFERENTES EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO.	103
4.1	Caso 1	103
4.1.1	Interface Projeto e Obra	116
4.1.2	Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) - Caso 1	119
4.1.2.1	Proposição de melhorias para implementar fluxo contínuo em projeto	127
4.1.3	Considerações Finais – Caso 1	130
4.2	Caso 2	134
4.3	Caso 3	148
4.3.1	Coordenação do processo de projeto.....	154
4.3.2	Aplicação da ferramenta <i>Design Structure Matrix</i> (DSM).....	159
	162
4.4	Considerações Finais: estudos de caso	169
5	Diretrizes	170
5.1	Utilizar padronização rigorosa para reduzir variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis.....	171
5.2	Integrar plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto; ..	172
5.3	Consolidar o aprendizado e a melhoria contínua;.....	174
5.4	Construir uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta.....	174
5.5	Adaptar a tecnologia ao pessoal e ao processo	175
5.6	Alinhar a organização mediante comunicação simples e visual;.....	177
5.7	Usar ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional.....	178
5.8	Criar um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto	179
6	COMENTÁRIOS FINAIS	183

INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta o contexto no qual a pesquisa está inserida, o problema de pesquisa e a justificativa do trabalho, bem como as questões de pesquisa, os objetivos e estrutura da dissertação.

Nos capítulos seguintes, será feita uma revisão bibliográfica relacionada aos métodos de planejamento e controle do processo de projeto, processo de desenvolvimento de produto imobiliário (PDP), a nova filosofia de produção (pensamento enxuto) e de projeto (lean design), *Building Information Modeling* – BIM e modelagem do processo de projeto como embasamento teórico da pesquisa. Em seguida, é apresentada a metodologia utilizada, os casos pesquisados, proposição de diretrizes, e, por fim, são apresentadas as considerações finais da pesquisa.

Existe uma diversidade de abordagens entre autores quanto à definição do processo de desenvolvimento de produto (PDP). Contudo, Barros Neto e Nobre (2009) apontam que há certo consenso de que o PDP tem como função desenvolver um produto que atenda aos requisitos dos clientes, com prazo e custo adequados com nicho de mercado. Por outro lado, o processo de projeto busca soluções para os problemas lançados, ou seja, produto a ser desenvolvido (MITCHELL *et al*, 2011).

Cabe, aqui, dar destaque às discussões sobre projeto que giram, basicamente, em torno de dois aspectos: o projeto como processo e o projeto como produto. O projeto pode ser considerado um produto quando se refere às especificações da construção que se pretende executar; e entendido como um processo quanto à sequência de atividades necessárias para transformar a concepção do objeto em diretrizes a serem seguidas para execução da obra (SALGADO, 2005).

1.1 Contextualização

Esta pesquisa aborda o processo de desenvolvimento de produto e processo de projeto do mercado de incorporação imobiliária residencial multifamiliar vertical, sob a ótica do pensamento enxuto (*lean thinking*) para projetos (*lean design*).

Os condomínios verticais emergiram no Brasil na década de 1950 no Rio de Janeiro (RIBEIRO, 1991 *apud* CRUZ RUFINO, 2012)¹ e em nenhum outro país esse tipo de habitação vertical tem sido utilizado em tamanha escala como no mercado brasileiro (DUARTE e ELALAI, 2011).

Esses condomínios são classificados no subsetor de edificações da indústria da construção civil² e têm processos organizacionais seguindo ciclos de produção sem repetições, vinculados a um determinado terreno onde se estabelecerá o produto edifício, diferentemente das indústrias manufatureiras que possuem produção seriada (MIRON, 2002; NOBRE, 2005). Cada novo empreendimento imobiliário é único e exige uma formulação e projeto singulares à medida que não existem duas construções idênticas, caracterizando um processo de produção organizado por projetos (BOBROFF, 1993).

Outra diferença encontra-se na grande duração de tempo de execução (*lead time*) do empreendimento entre o início da atividade de concepção e construção e a finalização do produto, a obra em si (FABRÍCIO, 2002). A montagem da construção trata-se de um processo onde o sistema de produção se move através do produto, em contraste com a produção industrial (JØRGENSEN, 2006). Adiciona-se o fato de que o sistema de produção se configura de maneira temporária na medida em que a produção é montada no local de entrega e desfeito após a conclusão da obra (EMMITT *et al*, 2012).

O processo de projeto de um empreendimento da indústria da construção civil tornou-se mais fragmentado, dividido em diversas fases e as diferentes disciplinas de projeto são hoje mais especializadas, ou seja, afastaram-se de uma visão global da construção. Sob um ponto de vista contratual, a divisão do desenvolvimento do produto por fases é utilizada para tornar mais fácil a definição dos papéis e responsabilidades dos diferentes atores em um empreendimento, porém distancia projetistas da obra. Este cenário de segmentação e a fragmentação entre concepção e produção prejudicam a comunicação e o desenvolvimento do projeto (JØRGENSEN, 2006).

Além disso, no mercado imobiliário não tem havido contato entre os projetistas e usuários, sendo estes substituídos pelo cliente contratante (construtor, investidor ou incorporador). O empreendedor contrata um projeto para o qual não há clientes específicos, e

¹ Para o autor citado, naquele momento o incorporador “*inventa um novo produto, ‘o apartamento-zona sul’ destinado às camadas médias de alto poder aquisitivo, introduzindo uma importante diferenciação nas condições habitacionais*” (RIBEIRO, 1991, p. 243 *apud* RUFINO, 2012).

² Os subsetores do macro setor da construção civil é subdividido em Construção (edificações e construção pesada); Serviços (projetos, atividades imobiliárias e manutenção de imóveis); Material de Construção; Máquinas e Equipamentos; e Outros materiais, FIESP (2008).

sim pesquisas de demanda ou de mercado ou opiniões de corretores, projetistas e incorporadores/construtores. Assim, as unidades habitacionais geradas em função dessa lógica serão consumidas por futuros usuários/compradores, em geral desconhecidos, e que muitas vezes não opinaram a respeito do produto (DUARTE e ELALAI, 2011).

As etapas de concepção e de produção tornaram-se mais distantes entre si a partir do momento em que havendo diversos profissionais alocados em etapas e funções diferentes e sem uma devida integração entre eles (POCOCK *ET AL*, 1996 *apud* OLIVEIRA, 1999). Então, a empresa construtora, corretores de imóveis e outros passam a atuar como intermediários dos anseios do cliente final na concepção do produto (NOBRE, 2005). Portanto, a variabilidade do processo de desenvolvimento de produto imobiliário se expressa no próprio produto, no processo e na demanda (FABRÍCIO, 2002). Assim, parte da complexidade dos projetos modernos é relacionada a seu produto e, por outro lado, ao processo de produção (TZORTZOPOULOS, 1999).

Apesar dos avanços tecnológicos e uma melhoria do processo de produção apresentados pela construção civil, ainda é corriqueiro a falta de integração dos projetos, como afirma Tavares Júnior *et al.* (2002). Isto se deve ao fato, dentre outros, de que a equipe de projeto e obra é extremamente complexa (ORIHUELA *et al*, 2011).

Nesse sentido, tem sido destacada por pesquisadores (BALLARD, 2000; KOSKELA, 2000) que a produção na indústria da construção deve ser abordada de forma holística e que a divisão do projeto em fases, sem correta integração e sem uma visão do todo, pode ser não produtiva. Isto significa que a integração entre as diferentes partes envolvidas na construção pode melhorar a qualidade do projeto, agregando valor e eliminando perdas.

Além das múltiplas dimensões e agentes envolvidos em um empreendimento, tem influência sobre as atividades de projeto e construção uma gama de restrições legais, por exemplo, código de obras, plano diretor, lei de uso e ocupação do solo; condicionantes técnicos, tais como métodos e inovações construtivas e projetuais; e condicionantes econômicos que vinculam o projeto à lógica de mercado. Estas questões impõem aos projetos uma série de exigências de ocupação do solo e de desempenho da edificação e sujeita o empreendimento a uma série de aprovações e controles por diferentes órgãos (DE AZEVEDO FONSECA, 2013, LAWSON, 2011; BISIO, 2011 e KOWALTOWSKI *et al*, 2006).

Para Jørgensen (2006), deve-se adotar o ponto de vista de Koskela (2000), em que a sociedade em geral deve ser considerada um cliente, e a função dos órgãos de aprovação é proteger a sociedade das consequências de uma construção inadequada. Contudo, em relação

à integração dos processos de projeto e produção sob uma perspectiva enxuta, o papel dos órgãos resulta em diversas restrições quanto ao fluxo contínuo do projeto, que será destacado mais adiante, nos estudos de caso.

Conclui-se que o setor de construção confronta-se com um processo de produção complexo e singular, com diferentes agentes envolvidos que mantêm uma atuação fragmentada e interesses próprios, e muitas vezes divergentes quanto às características e objetivos do empreendimento (OLIVEIRA, 1999; FABRÍCIO, 2002). Estes projetos altamente complexos e com multi-interessados altera profundamente a dinâmica da relação entre projeto e construção e a gestão das atividades entre os dois (ANDERSEN *et al*, 2005).

1.2 Justificativa e Motivação

Segundo Romano (2003), muitos dos problemas ligados à falta de qualidade em edificações têm como principal causa um processo de projeto inadequado e informal. Esse processo é desenvolvido normalmente de maneira não planejada, sequencial e segmentada, sem uma visão global e integrada entre o projeto e a execução, além de evidentes falhas de interação e comunicação entre os diversos agentes envolvidos. Logo, Caiado e Salgado (2006) apontam que há certa repetição nos problemas em projetos.

Como forma de minimizar estes problemas, o planejamento e o monitoramento do processo de projeto são fundamentais para que se obtenha um produto com qualidade, mas com uma nova visão do processo de projeto e das relações entre os atores. Entretanto, Tzortzopoulos (1999), Oliveira (1999), Andersen *et al* (2005), Jørgensen (2006) e Kamedula (2009) citam que a maior parte das pesquisas do setor da construção civil são direcionadas à melhoria da qualidade na construção, priorizando o desenvolvimento de métodos de gestão da produção, novas tecnologias e racionalização de sistemas construtivos, porém o mesmo não se tem observado quanto à melhoria do processo de projeto. No entanto, estudos recentes têm demonstrado que a busca pela melhora da Construção Civil deve passar, necessariamente, por uma análise mais abrangente através do Processo de Desenvolvimento de Produto – PDP e de projeto (CODINHOTO, 2003; NOBRE, 2005)

De certa forma, falta uma visão geral do empreendimento aos profissionais envolvidos na cadeia de produção da edificação. Com o passar do tempo, a comunicação entre projetistas e executores das obras por eles projetadas ocorre dificilmente, levando a uma cultura onde o projeto deixa de ser referência obrigatória em boa parte das situações (MELHADO, 2012).

Neste sentido, parte das perdas ocorridas em obras é resultante de problemas na qualidade do projeto e de seu processo de desenvolvimento. Uma baixa quantidade e um baixo grau de detalhamento de um projeto podem apresentar um percentual pequeno de erros nos desenhos, justamente pela quantidade reduzida, porém um número considerável de falhas na etapa de execução, provenientes de falta de definições técnicas (TZORTZOPOULOS, 1999).

Na perspectiva de Lana e Andery (2001) *apud* Caiado e Salgado (2006), prevalece entre os profissionais de projeto uma mentalidade contratual fragmentada e caracterizada por uma contínua negociação a respeito de obrigações e responsabilidades. Isso resulta em um processo segmentado, cujas soluções ao longo do processo de desenvolvimento do produto, vão trocando de responsáveis. (CAIADO e SALGADO, 2006).

O pensamento enxuto tem sido debatido e aplicado com foco, principalmente, nos aspectos de produção na construção (*Lean Construction*), mas as questões de projeto tem recebido gradualmente mais atenção (RODRIGUEZ e HEINECK, 2006). Para Mayr (2007) *apud* Avila (2010), as empresas construtoras buscaram, num primeiro momento, a redução de desperdícios no canteiro de obras e agora voltam suas atenções para a qualidade do projeto, pois entendem que a deficiência destes afeta o desempenho da produção.

Segundo Meredith e Shafer (2002) *apud* Schramm (2009), o projeto trata-se da etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos de produção e a agregação de valor ao produto. Contudo, a gestão do processo de projeto tem focado, muitas vezes, apenas na conclusão de tarefas, não dando a devida atenção ao sistema produtivo, na geração de valor para o cliente, e na eliminação de perdas durante o processamento, além do aprendizado contínuo por parte dos projetistas.

A partir de uma abordagem holística, é natural, então, aplicar o pensamento enxuto para todas as fases de um empreendimento na construção civil (BALLARD e KOSKELA, 1998). Assim, a percepção da necessidade de integração entre projeto e produção na construção civil tem ganhado maior atenção (TRESCASTRO, 2005). A aplicação do pensamento enxuto na indústria da construção, por sua vez, deve abranger todo o empreendimento desde a concepção do projeto até o uso e manutenção. Assim, esta pesquisa trata da gestão do processo de projeto para novos empreendimentos imobiliários e as relações entre incorporadores, construtores, projetistas e usuários através da implantação do pensamento enxuto para projetos (*Lean Design*) em um meio colaborativo.

1.3 Problema de Pesquisa

A produção de edifícios de apartamentos constitui de um problema que não se pode solucionar adequadamente através de uma visão tradicional do processo de projeto (Quadro 1). Envolve diversas expectativas em relação à geração de valor do produto, além de um conjunto de variáveis tais como sistemas construtivos, regras de financiamento vigentes e legislações, entre outras, que resultam em fluxos de informações complexos (QUEIROZ e TRAMONTANO, 2010). Para Perrow (1984) *apud* Wesz (2012), as interações complexas podem gerar sequências não familiares, inesperadas ou não planejadas, e algumas vezes não são visíveis ou imediatamente compreensíveis.

Quadro 1: Visões do processo de projeto

Visão	Característica
Projeto como conversão (visão tradicional)	Fragmentação do processo de projeto;
	Falta de integração entre as atividades
	Aumento de retrabalho
	Possível desvio no atendimento aos requisitos dos clientes
Projeto como fluxo (de informações)	Redução de perdas através da minimização de desperdício de tempo;
	Coordenação de fluxos interdependentes;
	Integração do projeto e da obra (projetistas, suprimentos, obra)
Projeto como geração de valor (sob o ponto de vista do cliente)	Ênfase nos requisitos do cliente;
	Redução da perda de valor;
	Valor consiste na performance da produção sem defeitos, sob a ótica do cliente;
	Verificação através de APO;
	Integração entre projetistas.

Alguns autores, tais como Ballard e Koskela (1998); Tzortzopoulos e Formoso (1999), têm estudado a gestão do processo de projeto, indicando que na visão tradicional e nas práticas correntes o planejamento e o controle do processo de projeto prevalecem o caos e a improvisação. Como consequência, resulta em falhas de comunicação, falta de informações ausência de coordenação entre as diferentes disciplinas (compatibilização) e erros nas tomadas de decisão (MANZIONE, 2013).

O processo na manufatura está focado na produção de produtos tangíveis, enquanto no projeto trabalha-se com dados e informações. A interface entre os processos de projeto e construção possui, em geral, uma natureza social, envolvendo pessoas, suas interações e suas decisões (MITCHELL, *et al* 2011). Assim, no processo de projeto há mais incertezas, pois é frequente começar um processo sem ter ao certo qual a saída desejada.

Para Mikaldo e Scheer (2008), parte da atual complexidade envolvida no desenvolvimento de projetos é gerada tanto pela mudança dos hábitos, que tem gerado novas necessidades, como pela evolução da tecnologia. Inclui-se, também, a diversidade de requisitos de desempenho e componentes envolvidos no desenvolvimento do produto edificação (MITCHELL *et al*, 2011). Somado a isto, a incorporação de novas disciplinas técnicas recai numa maior demanda por iteração entre os projetistas e a coordenação do processo de projeto (ROMANO, 2003).

Nos empreendimentos do mercado imobiliário, os atores envolvidos no desenvolvimento do projeto e na execução da construção normalmente trabalham em organizações diferentes, e o grupo das empresas que cooperam entre si varia de um empreendimento para o outro (OLIVEIRA, 2004). Desta forma, o time de projeto é composto por uma relação menos hierárquica e mais horizontal (ORIHUELA *et al* 2011). Em geral, a ligação entre estas organizações se desfaz após a conclusão do projeto, caracterizando-se como uma relação temporária (ROMANO, 2003). Por tratar-se do envolvimento de várias empresas no desenvolvimento do projeto, aumenta-se ainda mais a complexidade do processo de projeto e torna sua coordenação ainda mais difícil (MOURA, 2005).

Devido a descontinuidade dos ciclos de produção e do predomínio de pequenas e médias empresas construtoras, manter equipes de projeto significa a alocação de recursos financeiros os quais a maioria das empresas não se interessa e não pode arcar. Em consequência, há perda de informações técnicas importantes que são apreendidas no desenvolvimento dos produtos da empresa decorrente da não manutenção da equipe (NOBRE, 2005).

Para Caiado e Salgado (2006), sem um sistema de contratação que garanta condições de trabalho adequadas para a realização do projeto, não será possível sanar os problemas decorrentes. Desta forma, é primordial a necessidade de definição das responsabilidades e papéis dos envolvidos, seja no nível operacional ou nas relações contratuais entre as empresas (MIRON; ISATTO; CODINHOTO e FORMOSO, 2002 *apud* MOURA, 2005). Assim, novos arranjos contratuais, que exigem alianças e parcerias entre projetistas e construtores são cada vez mais utilizados (ANDERSEN *et al*, 2005). Fabrício (2002) define a relação de parceria no âmbito da construção como uma ligação permanente que se baseia no intercâmbio de informações e na competência técnica, cujos custos são minimizados pela melhoria do processo de produção e na qualidade do produto.

Eventuais problemas que ocorram durante a realização da obra, e que podem ser atribuídos aos projetos, têm a possibilidade de ser sanados ou reduzidos a partir do uso do contrato não apenas como instrumento legal, mas também na melhoria de definição das relações de trabalho entre as partes (PERALTA e TUBINO, 2002). Deve-se também buscar a identificação de falhas atribuídas ao projeto que não seriam, na verdade, consequência de um sistema de contratação inadequado (CAIADO e SALGADO, 2006).

As empresas projetistas possuem diversos clientes, estando envolvidas em diferentes projetos simultaneamente. Por isso, devem ser considerados como restrições externas os compromissos assumidos pelos escritórios com outros empreendimentos, bem como uma eventual variabilidade na demanda para projetos (FABRÍCIO, 2002). Complementando, não se pode ignorar o fato que a coordenação do projeto é um dos inúmeros processos dentro da empresa contratante (construtora, incorporadora ou investidor), e este fato tem de ser considerado na implantação de modelos nas organizações (FABRÍCIO *et al* 2010).

Com o envolvimento de mais especialistas e o aumento da complexidade do projeto, a visão do processo de projeto como um fluxo de informação tem se tornado mais relevante entre os especialistas (MITCHELL *et al*, 2011). Portanto, a informação é uma das entidades de maior importância dentro do desenvolvimento do produto imobiliário, ou seja, a integração do fluxo de informação entre as equipes de projeto e produção (BALLARD, 1999; PERALTA e TUBINO, 2002). Em caso de perdas (isoladas ou sucessivas), ocorre uma redução da qualidade e desvio de valor, sob o ponto de vista do cliente (BARROS NETO, 2009). No caso de parcerias com empresas projetistas, há a necessidade de alinhar o fluxo de informação no qual cada membro da equipe precisa saber exatamente o que e quando deve entregar a sua informação (a sua parte do projeto) para o correto andamento do projeto (OLIVEIRA, 1999).

Freire e Alarcón (2002) citam ainda desperdícios entre as etapas de produção de desenhos e documentos como um dos principais problemas no processo de projeto, independentemente do tipo de projeto em questão. Estes desperdícios podem ocorrer quando a sistemática de gerenciamento da informação está mal organizada ou mal estruturada (KOSKELA, 2000).

Sacks e Tribelski (2010) *apud* Manzione (2013) verificaram ainda que a falta de um melhor planejamento e controle na fase de projetos executivos pode decorrer, em parte, da

falta de ferramentas adequadas para avaliar a sua evolução, tendo como base as medidas do fluxo de informações no projeto.

A eliminação dos desperdícios existentes e a definição de melhorias no processo de projeto focados nos fluxos de informações são desafios impostos na concretização do pensamento *lean* para projetos. Entretanto, os estágios iniciais do desenvolvimento do produto são mal estruturados e por vezes incompreendidos em muitas empresas (MORGAN e LIKER, 2008). Daí a necessidade de mapeamento do fluxo de valor no processo de projeto e desenvolvimento de produto. Ao se pensar em desenvolvimento de produtos (DP), deve-se ter como meta o entendimento dos desperdícios e quais as fontes de desperdícios numa cadeia de valor do DP, no lugar de medir sequencias e tempos precisos de atividades. (MORGAN e LIKER, 2008).

Outra questão que se deve pontuar é a complexidade de definir o valor adicionado na execução de tarefas no processo de projeto, o que o torna mais difícil medir e reduzir o desperdício preconizado pela filosofia enxuta (KAMEDULA, 2009; JØRGENSEN, 2006).

Neste sentido, um estudo sobre o controle e medição do fluxo das informações no processo de projeto, foi feito por Sacks e Tribelski (2010) *apud* Manzione (2013), no qual foram estudados 14 projetos desenvolvidos em CAD e armazenados em uma extranet comum com o objetivo de analisar a natureza dos problemas relacionados com o fluxo de informações e a forma como interferem no processo de projeto, estabelecendo uma medida do seu fluxo por meio do cálculo de indicadores de desempenho.

Na indústria da construção há muitos parâmetros mensuráveis, tais como o desperdício de material, o tempo de conclusão da obra, defeitos e satisfação do cliente, o que torna mais fácil ver os efeitos da construção enxuta em relação à construção tradicional. A construção enxuta surgiu então como uma alternativa para afastar esta imagem negativa (KAMEDULA, 2009). Contudo, estudos com indicadores do processo de projeto ainda são incipientes.

Elaborar um projeto utilizando o conceito *lean* inclui a incorporação de diferentes ferramentas ou métodos de trabalho, que são pensados para aumentar a produtividade e qualidade do projeto. Este trabalho se propõe a explorar como esse conceito pode tornar o processo de projeto e de desenvolvimento de produto imobiliário mais eficiente através do pensamento enxuto. Portanto, apresenta-se como questão de pesquisa a discussão sobre “*como melhorar o processo de projeto e de desenvolvimento de produtos em empreendimentos imobiliários através da filosofia do pensamento enxuto?*”.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Visando atender à questão de pesquisa, o objetivo deste trabalho é *“propor diretrizes para aumentar a eficiência do processo de desenvolvimento do produto e do processo de projeto de empreendimentos imobiliários, tomando como base a filosofia do pensamento enxuto”*.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar a gestão do processo de projeto em empreendimentos imobiliários;
- b) Identificar desperdícios e perdas no fluxo de informações do processo de projeto imobiliário.
- c) Determinar os conceitos e práticas que podem ser aplicados no processo de projeto imobiliário, através do estudo e interpretação destes para o desenvolvimento de produtos;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As propostas de melhorias no processo de projeto apresentadas neste trabalho possuem fundamentação teórica baseada nos conceitos da filosofia de produção enxuta para projeto (Lean Design). A partir da abordagem proposta por Koskela (2000), através da análise da geração de valor, das conversões e dos fluxos envolvidos no processo de projeto, é possível a identificação e correção dos problemas usuais no desenvolvimento de projetos de edificações (KOSKELA, 2000; TZORTZOPOULOS, 1999).

A revisão bibliográfica está dividida em tópicos que ajudarão a ter uma melhor compreensão sobre o processo de projeto; métodos, planejamento e controle do processo de projeto; o pensamento enxuto; lean design; reunião enxuta; o processo de desenvolvimento de produto imobiliário.

2.1 O Processo de Projeto

Lawson (2011) define as seguintes características do processo de projeto: (a) é um processo que lida com problemas em que se podem obter um grande número de soluções, dificultando a sua conclusão; (b) não há definição de procedimento infalível e correto quanto a sequência de operações para garantir um bom resultado no processo de projeto; (c) é um processo que trabalha a identificação de problemas e a solução destes; (d) subjetividade das soluções no processo de projeto; (e) enquanto outras áreas da ciência são predominantemente descritivas, o projeto é uma atividade prescritiva; e (f) a atividade de projeto insere-se em um contexto que necessita de ação.

Além disso, há uma tendência em tomar todo o tempo disponível para realizar uma determinada atividade de projeto (LAWSON, 2011). Isso ocorre porque, em algumas situações, o projetista se depara com um problema que não havia sido percebido ou solucionado anteriormente, ou ainda, o projetista tende a procurar melhorar a solução, dando continuidade ao trabalho até utilizar todo o tempo disponível.

Lawson (2011) desafia a compreensão do processo de projeto como somente uma sequência de atividades ao descrever o processo de projeto como uma negociação entre o problema e a solução. O processo de criação do projeto exige habilidades (ver Figura 1) tais como a capacidade de análise e síntese de informações e problemas, a criatividade e o raciocínio, conhecimento e capacidade de comunicação e interação entre diferentes indivíduos (FABRÍCIO, 2002).

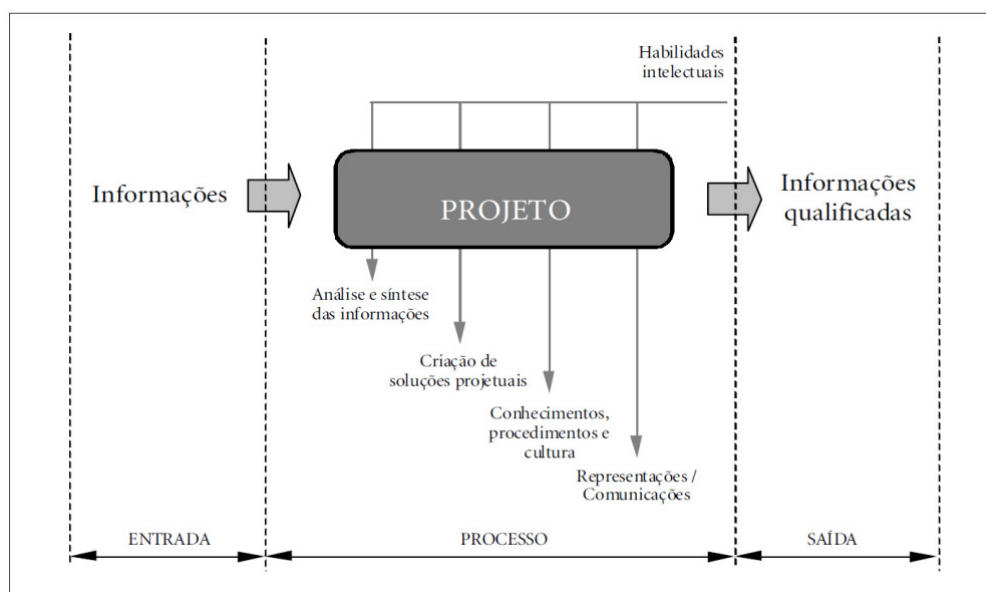


Figura 1: Processo de criação do projeto (FABRÍCIO, 2003)

Para Cross (1994) e Lawson (2011), na definição do problema de projeto, a solução não é especificada, pois não há outra forma de fazê-lo senão projetando. Assim, o problema de projeto apresenta um conjunto de restrições, objetivos e critérios que devem ser atendidos na busca da solução adequada.

Ressalta-se que a tomada de decisão no processo projetivo significa necessariamente escolher um percurso de ação dentre muitas possibilidades no início do projeto. Assim, ignorar as restrições a que todas as estruturas estão sujeitas é um exercício criativo importante e interessante, mas jamais será o propósito do projeto (KOWALTOWSKI e MOREIRA, 2009).

Para o projeto de edificações, em particular, é papel do projetista apresentar soluções que atendam aos requisitos de clientes e usuários nos aspectos técnicos e funcionais, além do enfoque econômico estabelecido pelo cliente (ROSSO, 1980 *apud* KOWALTOWSKI *et al*, 2006). Contudo, cabe destacar que as soluções são ideias que estão sobre o desenvolvimento do processo mental de criação do projeto no qual, normalmente, em estágios diferentes de concepção não seguindo uma ordem linear de sequência de decisão (BROADBENT, 1970 *apud* KOWALTOWSKI *et al*, 2006).

Deste modo, os problemas de projeto costumam ser altamente interativos e multidimensionais (LAWSON, 2011). Como exemplo, Gomes (2009) encontrou em sua pesquisa sobre identificação das ações de problematização no processo de projeto de arquitetura que o arquiteto, em determinado momento, “*quase que simultaneamente, ele desenvolve ações no espaço do problema e no espaço da solução*” (GOMES, 2009, p.93). Ou seja, as restrições e problemas são mapeados e solucionados simultaneamente.

Enquanto o processo de projeto é um refinamento de soluções para um conjunto de problemas e uma progressiva eliminação de incertezas, a construção é a criação de um produto que precisa estar totalmente livre de incertezas (MITCHELL *et al*, 2011). Sob essa perspectiva, o projeto deve ser encarado como informação, seja de natureza técnica (definição do produto, materiais, indicações de detalhes construtivos, e o próprio projeto como produto) ou como apoio ao processo gerencial, planejamento e programação da obra (OLIVEIRA, 2004). O processo iterativo das equipes contribuirá para redução das incertezas ao longo do projeto, conforme Figura 2 (MITCHELL *et al* 2011).

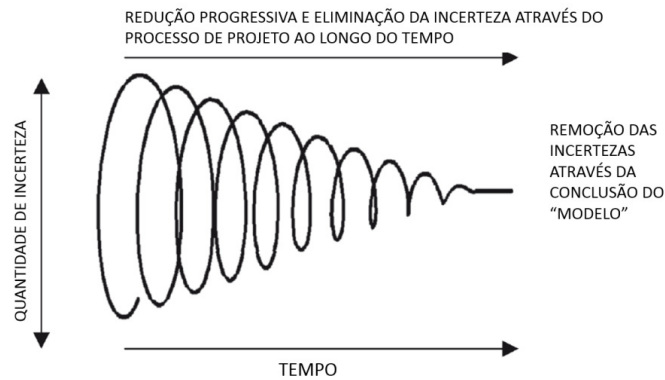


Figura 2: O processo de design como a eliminação progressiva de incerteza (Mitchell *et al* 2011)

Logo, no processo de projeto, a informação passa por ciclos sucessivos de interações, filtragem e transformação, no qual modelos individuais são mesclados, interferências detectadas, agregadas novas informações e novos problemas são percebidos. Muitas vezes, são adicionadas paulatinamente novas informações por motivo de análises e validações (MANZIONE, 2013).

Para Salgado (2005), quando a análise do projeto passa ter um enfoque referindo-se ao seu processo de desenvolvimento, cada etapa visa a atender as necessidades específicas daquele momento, assim o cliente assume uma nova dimensão. À medida que o fluxo do desenvolvimento do projeto avança, precisam ser incorporadas ao projeto inicial as necessidades de novos clientes. A prefeitura da cidade onde o projeto legal será aprovado, assume o papel de cliente naquela etapa, por exemplo, exigindo o atendimento à legislação municipal. Como também, a construtora que vai executar a obra assume o papel de cliente do projeto, sendo fundamental a inclusão de informações sobre a produção da edificação (SALGADO, 2005). Neste sentido, Reinertsen (1997) *apud* Trescastro (2005) afirma que ao longo do processo de projeto, é necessária a produção de informações provisórias e incompletas a fim de possibilitar o entendimento e a análise tanto das possíveis soluções como dos problemas de projeto.

Contudo, Mitchell *et al* (2011) também alertam que a equipe de projeto, muitas vezes, tem de tomar decisões rápidas sobre como resolver uma questão específica, não identificando adequadamente todas as interdependências. Neste caso, uma decisão tomada de forma inadequada sobre determinado requisito ou remoção de restrição pode gerar uma interação negativa sobre outro requisito ou restrição de projeto (EL REIFI *et al*, 2013). Os projetistas podem ter falhas de comunicação entre si, sendo necessária a resolução de conflitos e interferências entre os projetos, utilizando para isto sua experiência e conhecimentos prévios da equipe (OLIVEIRA, 1999).

Isto se deve em parte ao fato que os projetistas devem atuar agregando informações, levando em consideração não só as variáveis marcantes do processo decisório em questão, mas também todas as variáveis necessárias. Oliveira (1999) cita como exemplo o processo de concepção onde o arquiteto, ao desenvolver o projeto de um edifício residencial, pode tomar alguns pressupostos no processo decisório tais como a estética, o conforto ambiental e a funcionalidade. Porém, Oliveira (1999) também destaca outras variáveis necessárias a este mesmo processo decisório como o custo, a facilidade de execução, a durabilidade, a adequação aos requisitos do público alvo, dentre outros.

Baldwin *et al* (1999) *apud* Mitchell *et al* (2011), por sua vez concluíram que o fluxo de informação no ambiente social do time de projeto nas fases de criação é fundamental para o sucesso do processo de projeto e que “*somente através de uma melhor compreensão do fluxo de informação entre os participantes do projeto é que a gestão do projeto pode ser melhorada*”³. Eles não apenas mapearam o sequenciamento das atividades de projeto, mas também identificaram a importância da dinâmica das equipes, liderança e interações, e a manutenção da equipe de trabalho no tempo necessário. Além disso, desenvolveram um quadro preliminar de projeto para as fases de concepção a partir de uma revisão bibliográfica e estudos de caso e posteriormente testaram de forma experimental em um workshop.

Para Nobre (2005), as decisões que ocasionam alterações de projeto devem ser feitas nas fases iniciais do processo. Na Figura 3, temos o gráfico proposto por MacLeamy a respeito do processo de projeto tradicional comparado a um processo de projeto integrado (com maior fluxo de informações no início do projeto) e as curvas de impacto das decisões sobre os custos ao longo das etapas do empreendimento. Optou-se em utilizar a terminologia utilizada por Manzione (2013) na legenda das curvas, que propõe algumas adaptações para a realidade brasileira, principalmente em relação à nomenclatura das fases do projeto tradicional.

A Curva MacLeamy é um gráfico bastante conhecido que mostra a relação entre o esforço na concepção e o tempo despendido – linhas 1 e 2 –, bem como indica como o esforço é tradicionalmente distribuído – linha 3 – e como ele pode ser redistribuído como resultado da sinergia entre o BIM e o projeto integrado – linha 4 (MANZIONE, 2013).

³ Tradução da autora

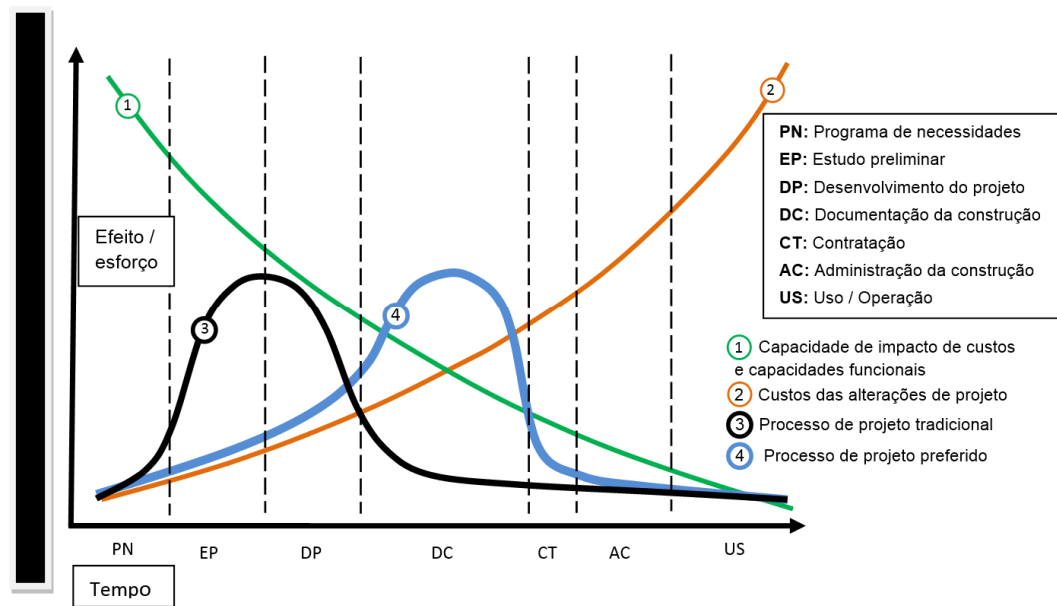


Figura 3: Comparação do processo de projeto desejado e processo de projeto tradicional. Fonte: Patrick MacLeamy, American Institute of Architects (AIA) / HOK, adaptado

Conforme se observa no gráfico, o processo de projeto desejado (novo processo) prioriza as fases iniciais do projeto, tendo em vista que uma melhoria ou mudança na fase de pré-projeto tem maior potencial de impacto nos custos e na funcionalidade com menor custo de mudanças no projeto. Essa relação se inverte à medida que se desloca para a fase de uso e operação. Mudanças nas fases mais avançadas do desenvolvimento do projeto frequentemente levam a extensos retrabalhos e desperdícios. Segundo Jørgensen (2006), o investimento precoce num maior nível de detalhes nas fases iniciais do projeto é compensado através de menos interação negativa nas fases de projeto posteriores.

A Curva Macleamy mostra, graficamente, as vantagens do processo de concepção integrado, comparando com processo de projeto tradicional, principalmente quanto aos custos e eficiência. Antecipar as decisões, ou melhor, discutir-se o quanto antes as alternativas de projeto, é mais fácil, menos dispendioso e mais eficaz quanto à escolha da melhor solução para os problemas de projeto, no lugar de postergar as decisões para a fase de construção.

O IDP (*Integrated Project Delivery*) consiste no agrupamento de todo o time de projeto, fornecedores e demais interessados em uma única equipe que permanecerá unida desde o início até o fim do projeto (ANDERSEN, et al, 2013), mas que requer adaptação para realidade brasileira.

A colaboração e partilha de informações durante todo o processo, a partir do início do projeto, é uma prática extremamente efetiva e produtiva. A ideia central é considerar os requisitos relevantes no desenvolvimento, avaliação e seleção de soluções em todas as

etapas. Também, evitar acrescentar novos requisitos ou novos membros à equipe no decorrer do andamento do projeto (BALLARD, 2008).

Isto implica que todos os *stakeholders* (arquitetos, engenheiros, construtores, serviços especializados, órgãos de aprovação, e talvez até mesmo fornecedores) tornam-se membros da equipe de projeto, participando o mais cedo possível (BALLARD, 2008).

Assim, os membros desta equipe de projeto ampliada terá um desafio em ter que realizar o seu trabalho neste novo modo integrado e iterativo. Em projetos complexos e desafiadores, condições em que a equipe de projeto fique dedicada e fisicamente agrupada pode tornar-se prática no seu processo de desenvolvimento de produto (BALLARD, 2008). Contudo, estudos demonstraram que esta mudança física da equipe também pode trazer aspectos negativos, tais como insatisfação pessoal dos projetistas (JØRGENSEN, 2006).

As equipes multidisciplinares podem formar uma nova cultura visando à mudança de paradigmas a fim de atender às necessidades do empreendedor e do usuário final sem perder o foco pela não integração das equipes (MIKALDO e SCHEER, 2008). A resolução de conflitos que ocorrem na integração de soluções, derivadas de múltiplas abstrações ou de decomposição em subproblemas, é uma das tarefas mais difíceis na fase de projeto (OLIVEIRA, 2004).

2.2 Métodos, planejamento e controle do processo de projeto

Segundo Kowaltowski *et al* (2006), a metodologia de projeto trata de um procedimento organizado que conduz o processo de criação a certo resultado. Desta forma, procura apoiar o projetista para a solução de problemas. As metodologias de projeto que auxiliam o processo criativo podem ser vistas como reduções e abstrações com a finalidade de compreender o fenômeno projetivo (KOWALTOWSKI *et al*, 2006). Contudo, como já apontado no tópico anterior, o projeto possui diferentes estágios de definição, o que obriga o projetista a trabalhar em ciclos simultâneos de decisão (KOWALTOWSKI *et al*, 2006).

2.2.1 Histórico e contexto

Neste momento, faremos um breve histórico da evolução recente da gestão do processo de projeto (concepção) a fim de compreender o cenário atual dos métodos de projeto. A especialização no setor Arquitetura, Engenharia e Construção iniciou-se na década de 1950 (LAMORÉA *et al* (2007). Segundo Kowaltowski e Moreira (2009), nesta época,

arquitetos e engenheiros procuravam aplicar novas técnicas no desenvolvimento do projeto para melhorar a qualidade do processo e dos seus produtos, tendo sido realizada em Londres (1962) a primeira conferência sobre métodos de projeto. Estes estudos deram origem a importantes contribuições, tais como a avaliação pós-ocupação, o programa arquitetônico, e a aplicação de simulações computacionais para solucionar problemas de projeto. Além disso, contribuíram para estabelecer o tema como uma disciplina independente (KOWALTOWSKI e MOREIRA, 2009).

Esses trabalhos desenvolveram mapas de processo de projeto que apresentavam uma sequência de atividades que ocorreriam de maneira lógica, identificável e previsível, surgindo, inicialmente, como uma forma de análise de projeto. Esses métodos tinham como objetivo retratar a evolução das atividades projetuais, desde as etapas iniciais de definição do problema, até a solução nas etapas finais de detalhamento (LAWSON, 2011; KOWALTOWSKI *et al*, 2006).

Neste processo de projeto sequencial (tradicional) o trabalho é feito passo a passo. Primeiramente, os arquitetos concebem o edifício, e somente após esta etapa os demais projetos, ditos complementares, são elaborados. Uma vez que todo o projeto foi concluído, a edificação é executada pelo construtor que deve respeitar os desenhos e modelos criados pela equipe de projeto (ANDERSEN *et al*, 2013).

Algumas das características desta visão tradicional é o baixo intercâmbio entre projetistas, maior tempo para finalização do projeto e foco na entrega de desenhos. Eventuais modificações de projeto de determinada especialidade resulta em diversas revisões de projetos durante o processo, gerando enormes retrabalhos ou até mesmo o abandono de projetos inteiros (FABRÍCIO, 2002; MANZIONE e MELHADO, 2007). Dessa forma, há certo consenso de um consenso entre os teóricos de que o modelo de projeto não é uma sequência linear de atividades exatas e de que a intuição é parte importante do processo (KOWALTOWSKI *et al*, 2006), uma vez que o projetista não possui inicialmente conhecimento amplo do objeto de projeto e o processo criativo que tem de fornecer soluções para problemas mal definidos e incompletos (CROSS, 1982).

O gerenciamento de projeto, o qual tem sido denominado também de tradicional, teve início na década de 60, principalmente para auxiliar projetos de grande porte e complexidade (militares ou de infraestrutura), sendo baseado em um sistema de competências específicas, estrutura hierárquica, comando autoritário, comunicação formal e, portanto, orientado por uma rígida disciplina (MORRIS, 2001). Este pensamento pode ser

exemplificado por Vargas (2005, p.6) quando o autor discorre que “*um projeto bem-sucedido é aquele que é realizado conforme planejado*”. Ou seja, o sucesso dos projetos é entendido como o atendimento dos requisitos pré-estabelecidos e entrega dentro do prazo e custo.

No entanto, novas pesquisas em gerenciamento de projetos têm sido desenvolvidas, considerando o contexto atual caracterizado por incertezas, alto grau de complexidade e a questão de valor sob o ponto de vista do cliente (usuário). Nas últimas décadas, o ambiente competitivo das empresas motivou a subcontratação de atividades de desenvolvimento de produtos, com a participação de fornecedores no processo; houve um aumento no desenvolvimento tecnológico e intensificação do uso de novas tecnologias nos produtos (AMARAL, 2006).

Observa-se, então, que estas práticas utilizadas na gestão e no planejamento de projetos se restringem, na maioria das vezes, apenas ao controle de contratos e entregas de desenhos (MANZIONE, 2013). Deste modo, na visão de Melhado (2012), a gestão do processo de projeto requer a implementação de formas de controle das atividades, envolvendo ferramentas de verificação, de validação das soluções e de análise crítica sem, contudo, impedir o trabalho especializado e criativo de cada membro da equipe.

O planejamento baseado no método do caminho crítico, e trata do processo de forma sequencial, não tem tido bons resultados na aplicação para o processo de projeto (Austin *et al.*, 1999b *apud* Mitchell *et al*, 2011). As técnicas de programação, tais como, os gráficos de barras e diagramas de precedência (PERT e critical path method - CPM) podem ser eficientes na programação de processos determinísticos, uma vez que as atividades são facilmente predefinidas, sendo ineficientes na programação de processos que envolvem *loopings* e interações ou processos decisórios, tais como o processo de projeto (Austin *et al.*, 1994; Gray *et al.*, 1994 *apud* Tzortzopoulos, 1999). O CPM não assume as perdas, incorporando as incertezas na estimativa de duração das atividades de desenvolvimento de projeto ou criando buffers (pulmões) trata-se de um método que considera o projeto estático, enrijecendo o planejamento e dificultando as adaptações e não modela os aspectos ligados a natureza do processo de desenvolvimento do produto, como interações dinâmicas das atividades.

As atuais teorias dos processos de projeto e construção sugerem que existem diferenças significativas no qual o projeto é geralmente iterativo e de natureza cíclica (Austin *et al.*, 1999a; Brawne (2003) *apud* Mitchell *et al* (2011), e a construção é linear e de natureza sequencial Koskela (2000) *apud* Mitchell *et al* (2011). Esse contraste de características cíclica

e linear produzem uma importante interface na complexidade do gerenciamento entre o processo de projeto e o processo construtivo. Também torna difícil a seleção de uma única ferramenta para lidar com ambos os planejamentos não sendo possível estender o uso de técnicas de planejamento tradicional para o processo de projeto (MITCHELL *et al*, 2011). Em consequência, o tipo de controle apropriado para projeto não é o mesmo que o tipo de controle apropriado para a construção (BALLARD, 1999).

O gerenciamento tradicional de projeto que se baseia no método do caminho crítico (CPM), utiliza a estrutura analítica do projeto (WBS) para subdividir o projeto em pacotes de trabalho que serão alocados entre os recursos. Contudo, este método não descreve corretamente como este trabalho será realizado, pois não mapeia o fluxo de valor da produção, não descreve as estruturas de restrições que existem no projeto, não analisa as interações entre elementos e suas repetições. Ao se manter o foco apenas no controle e melhoria das conversões, o modelo tradicional negligencia e reduz a eficiência dos fluxos da produção (KOSKELA,1992). O movimento *lean*, diferentemente, desenha um mapa de operações (CARVALHEIRO, 2012).

Importantes críticas ao modelo tradicional de produção podem ser feitas através das filosofias *Just in Time* (JIT) e o *Total Quality Control* (TQC). O foco nas transformações não considera os fluxos entre as conversões, uma vez que são atividades relacionadas a movimento, estoque e inspeção. Estas atividades consomem tempo, além de gerar custos e desperdícios. Portanto, apesar de não agregarem valor sob o ponto de vista do cliente ao produto final, é importante considerar essas atividades de fluxo no processo de produção, uma vez que a melhoria do processo deve ter como objetivo eliminar ou diminuir as atividades que não agregam valor ao produto final (KOSKELA,1992; TZORTZOPOULOS, 1999).

Conclui-se, então, que o gerenciamento de projetos tradicional é obsoleto, pois: (1) não considera o Fluxo do trabalho; (2) não considera a previsibilidade do fluxo de trabalho; e (3) não mede o desempenho do sistema de planejamento (KOSKELA e HOWEL, 2002).

A divisão do planejamento em fragmentos temporais tem por objetivo facilitar o processo de controle e melhorar a previsibilidade dos planos. Entretanto, a adoção dessa estratégia requer cuidados para no sentido de evitar que estas se tornem armadilhas para o próprio coordenador do projeto (MANZIONE, 2013).

2.2.2 Novas visões

Apesar do aumento das teorias sobre métodos de projeto, Koskela (2000) afirma que elas não têm contribuído efetivamente. Para o autor, isso ocorre porque a prática e o ensino de projeto são, de certa forma, carentes de fundamentação científica e guiadas, em boa parte, pelo empirismo, intuição e experiência. Existem também questões culturais, tais como, Emmitt (1999) *apud* Melhado (2012) cita que a gestão é por vezes entendida pelos projetistas como desperdício de tempo ou algo que dificulta o desenvolvimento dos projetos e prejudica a criatividade, como encontrado no trabalho de Bibby *et al* (2006).

No Brasil, nos últimos vinte anos, diversas pesquisas nacionais foram desenvolvidas sobre o desenvolvimento de métodos para a gestão do processo de projeto, com aplicação de ferramentas e análises diversas. Podemos destacar alguns trabalhos a seguir: Manzione (2013), Avila, 2010, Mayr (2007), Nobre (2005), Moura (2005), Trescastro (2005), Codinhoto (2003), Romano (2003), Melhado (2012, 1999, 1994), Miron (2002), Fabrício (2002), Tzortzopoulos (1999), Novaes (1996), sendo a maior parte destes trabalhos voltada para a engenharia simultânea (ES). Porém, nos casos de empreendimentos imobiliários, em quais há a necessidade de aprovação prévia dos projetos e incorporação do empreendimento, não tem sido encontrados muitos trabalhos voltados para ES.

Na Figura 4 podemos ver um modelo do processo de projeto de edificações sugerido por Rodríguez e Heineck (2006), com um fluxo de atividades de projeto. Para os autores, deve acontecer compatibilização em todas as etapas do projeto, focando na integração geral das soluções bem como nas verificações das interferências geométricas. Para Melhado (1994), cada projetista deve se dedicar em garantir a compatibilidade do seu trabalho com os demais projetos, contribuindo para a coordenação das interfaces.

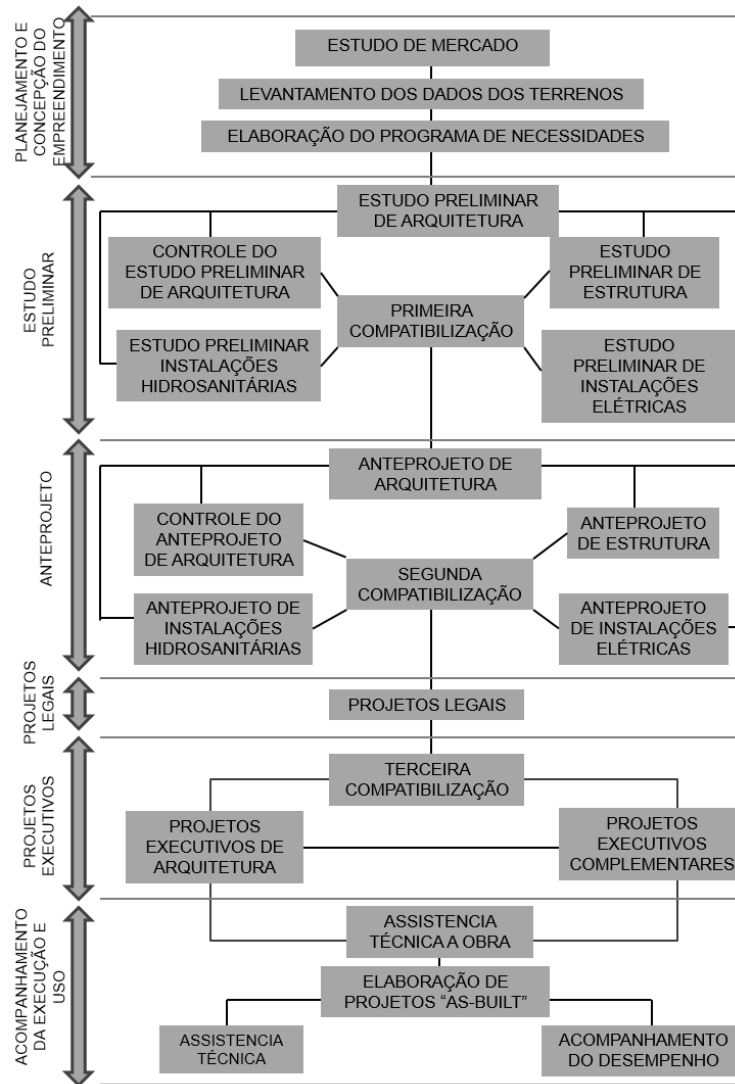


Figura 4: Modelo do processo de projeto de edificações (RODRÍGUEZ e HEINECK, 2006)

Manziane e Melhado (2007) destacam os fatores causadores de problemas dos métodos inadequados de planejamento são (1) utilização de modelo de planejamento determinístico e focado na entrega de desenhos; (2) o detalhamento insuficiente do modelo e considera o desenvolvimento do projeto das disciplinas como “caixa preta”⁴; (3) atividades de revisão em excesso, transformado em gargalo; (4) controle sem análise das causas dos atrasos; (5) os modelos não consideram a natureza do processo de projeto: incerteza, interatividade e variabilidade; e (6) Falhas no planejamento e controle de curto prazo. No

⁴ Para Elvan Silva (1986), o processo de projeto pode ser representado através de uma concepção convencional de criatividade como uma “caixa preta” (modelo intuitivo do processo mental cujo funcionamento é desconhecido e não transmissível, pois depende da intuição e de fatores subjetivos), porém o autor defende uma renovação da concepção de projeto como uma “caixa de vidro” (modelo racional que representa a transparência, ou seja, a existência de processo mental coerente, com método definido, um processo projetual explícito e transmissível).

Quadro 2, relacionam-se os itens detectados como obstáculos relacionados à gestão de projetos.

Quadro 2: Obstáculos inerentes à gestão do processo de projeto

Processo fragmentado e sequencial	Pouca integração entre os agentes envolvidos	Diferentes objetivos e valores para cada um dos agentes envolvidos
Planejamento com método inadequado: controle de entregas e não de processos	Falhas de comunicação	A coordenação de projetos é confundida com a compatibilização dos projetos
Resistência ao trabalho colaborativo	Resistência ao planejamento	Processo desestruturado de trabalho
Heterogeneidade dos conflitos envolvendo a equipe de projetos	Resistência ao uso de TI	TI vista como um custo, não como investimento
Pouca relevância ao desempenho da construção	Falta de controle de qualidade do processo	Falhas na gestão da empresa de projetos

Fonte: adaptado de Manzione (2013)

Slack *et al* (1997) *apud* Schramm (2009), definem um modelo de gestão de projetos composto por cinco estágios que, apesar de apresentados sequencialmente, na prática são realizados simultaneamente: (1) compreensão do ambiente; (2) definição do projeto, através do estabelecimento de seus objetivos, escopo e estratégia de execução; (3) planejamento; (4) execução; e (5) controle.

Tomando outro exemplo, Romano (2003) apresenta em seu trabalho um *modelo de referência* para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações que inclui oito fases: (1) planejamento do empreendimento; (2) projeto informacional; (3) projeto conceitual; (4) projeto preliminar; (5) projeto legal; (6) projeto detalhado – do produto e para produção; (7) acompanhamento da obra e (8) do uso. A abordagem lean, que veremos nos próximos tópicos, defende essencialmente a integração do projeto e da produção.

Segundo Romano *et al* (2001), caso a empresa deseje implementar as mudanças necessárias para a melhoria do processo de projeto, devem-se adotar ferramentas adequadas e criar um ambiente propício, além de técnicas e metodologias corretas de trabalho. Porém, é necessário que antes se conheça detalhadamente como o processo é realizado através da modelagem do desenvolvimento do produto de forma a obter-se uma visão global sobre: o que deve ser feito (projetos, etapas, atividades, tarefas), quem deve fazê-lo (os envolvidos, suas funções e responsabilidades, interações), quando (a que tempo e a que hora, relações de precedência), como (informações ou documentos de entrada; procedimentos, ferramentas e/ou

tecnologias utilizadas no processamento das informações; informações ou documentos de saída; forma de controle), e onde (em que local, em que tipo de situação, por quais meios).

2.3 O Pensamento Enxuto

A aplicação do pensamento enxuto visa obter como resultado o aumento da capacidade em oferecer os produtos que os clientes desejam, na hora em que eles precisam, e com preços que estão dispostos a pagar; além de custos menores de produção, qualidade superior e lead times mais curtos, garantindo, desta forma, maior rentabilidade para o negócio. Os princípios do “Pensamento Enxuto” (Lean Thinking) proporcionam as empresas responder as demandas dos clientes de maneira mais rápida e principalmente fornecer aos clientes produtos que eles desejam e quando eles desejam.

Com o término da II Guerra, o Japão dá início ao desenvolvimento da indústria automobilística e desenvolve o sistema Sistema Toyota de Produção (STP) também conhecido, no ocidente, por Produção Enxuta (PE), em contraponto ao sistema de produção em massa Americano. Foram identificados no STP, por Ohno (1988), sete desperdícios da produção⁵ e as soluções para eliminá-los. Seus conceitos estão baseados em filosofias como o *Just in Time* (JIT), com foco no trabalho em progresso e redução de estoques, e o *Total Quality Control* TQC, com foco no controle da qualidade ao longo do processo.

O bom desempenho da indústria automobilística japonesa fez com que sua produção superasse a americana no início dos anos 80. O termo “enxuto” foi introduzido por Womack, Roos e Jones nos anos 90 pelo livro intitulado *A Máquina que Mudou o Mundo*. Em 1996, o livro *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*, escrito por Womack e Jones (2004), disseminou os princípios do Pensamento Enxuto⁶ no ocidente. Tendo como objetivo principal a incorporação de melhorias de baixo custo através da redução de desperdícios⁷, o pensamento enxuto deu origem a várias áreas de atuação, tais como: *lean construction*, *lean office*, *lean* no setor público e o *lean design*. (BISIO, 2011).

Estes estudos sobre a produção industrial nas décadas de 1980 e 1990 inspiraram o surgimento da *Lean Construction* (construção enxuta), conceito introduzido por Koskela em 1992. Através de uma quebra dos paradigmas de gestão na construção e a adaptação de

⁵ (1) excesso de produção; (2) movimento; (3) transporte; (4) estoque; (5) espera; (6) atividades desnecessárias; (7) defeitos.

⁶ (1) especificar valor; (2) identificar o fluxo de valor; (3) garantir o fluxo; (4) trabalhar com a produção puxada; e (5) buscar a perfeição

⁷ Na filosofia *lean*, entende-se como desperdício todas as atividades que não agregam valor ao produto, tomando como base o ponto de vista do cliente, porém são realizadas no processo de produção.

ferramentas e técnicas desenvolvidas no STP, o referido autor teve a intenção de transferir e aplicar a filosofia da produção enxuta para a indústria da construção, definindo onze princípios: (1) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor; (2) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente; (3) Reduzir a variabilidade; (4) Reduzir o tempo de ciclo; (5) Simplificar através da redução do número de passos ou partes; (6) Aumentar a flexibilidade de saída; (7) Aumentar a transparência do processo; (8) Focar o controle no processo global; (9) Estabelecer uma melhoria contínua no processo; (10) Introduzir melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões; (11) Fazer *benchmarking*. A Figura 5 resume a transferência do pensamento enxuto desde a manufatura até o setor da construção.

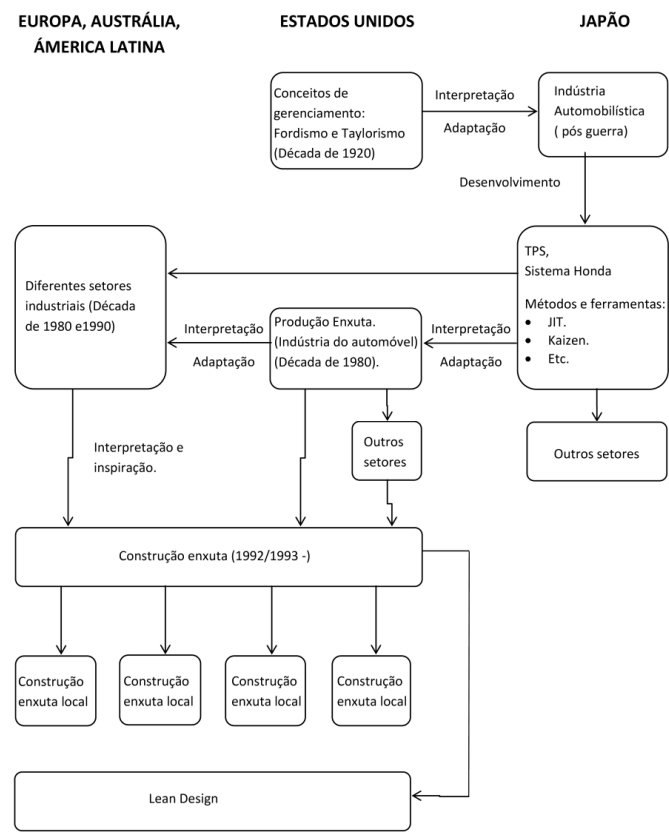


Figura 5: Visão esquemática da difusão de produção enxuta (Fonte: Jørgensen, 2006 adaptado pela autora).

O trabalho de Koskela está em um nível muito alto de abstração e reconhece que a aplicação prática da teoria geral do pensamento enxuto deve necessariamente refletir o contexto da construção (JØRGENSEN, 2006).

Para Kagioglou *et al* (2000), a transferência do conhecimento e das práticas da manufatura para a indústria da construção precisa ser tratada com precaução por algumas razões: (1) o nível de maturidade de ambos os processos e práticas são um pouco diferentes,

estando a manufatura na liderança; (2) a estrutura da indústria e a equipe de projeto tende a ser diferente, onde a construção depende fortemente de múltiplas organizações temporárias, enquanto a manufatura possui parcerias duradouras; e (3) os níveis estratégicos, administrativos e operacionais entre elas. Porém, existem duas áreas da manufatura em que a construção pode se beneficiar: o processo de desenvolvimento de produtos; e os processos de produção (KAGIOGLOU *et al*, 2000).

De acordo com o novo paradigma de produção, a informação (projeto) ou material (construção) é processado, ou seja: sofre uma conversão, passa por inspeções e fica em espera ou em movimento. Estas atividades são essencialmente diferentes na medida em que o processamento representa a conversão da produção e o fluxo é representado pela inspeção, movimento e armazenamento (KOSKELA, 1992). Nesta visão, os produtos deveriam ser projetados visando maximizar o valor do cliente final, e permitindo a entrega por meio de um processo de produção eficiente gerando o mínimo de desperdício. No Quadro 3, temos uma comparação entre a gestão de empreendimentos utilizando conceitos da Produção Enxuta e tradicionais.

Quadro 3: Comparação entre a gestão de empreendimento utilizando conceitos da Produção Enxuta e tradicionais

Gestão de Empreendimentos utilizando conceitos da Produção Enxuta	Gestão de Empreendimentos utilizando conceitos tradicionais
Foca o sistema de produção	Foca as transações e contratos
Metas traçadas em termos de transformação, fluxo e valor	Metas traçadas em termos de transformação
Decisões à montante consideram sua influência à jusante	Decisões realizadas por especialistas de forma isolada
Produto e processo são projetados em conjunto	Projeto do processo depois do projeto do produto
Atividades desenvolvidas no último momento possível	Atividades desenvolvidas tão logo quanto possível
Busca sistemática da redução do <i>lead time</i> de fornecedores	Organizações separadas ligadas pelo mercado.
Estoques utilizados para absorver a variabilidade do sistema	Estoques utilizados para otimização local

Fonte: baseado em BALLARD; HOWELL, 2003(Schramm, 2009)

Para Ballard e Howell (2003) enquanto a visão tradicional encara um empreendimento como a combinação de atividades, a produção enxuta procura considerá-lo de forma holística, em termos de um sistema de produção, no qual as ações são alinhadas para gerar valor para o consumidor. Segundo Morgan e Liker (2008), como o desperdício entre as etapas de um processo aparenta ser maior do que numa única fase, o processo enxuto foca na totalidade da cadeia de valor.

2.4 Lean Design

O *lean design* tem sido utilizado por uma gama de trabalhos para aplicação de elementos da filosofia enxuta na etapa de projeto ou para aplicação de ferramentas conhecidas da construção enxuta, como por exemplo, o *last planner* (JØRGENSEN, 2006). Para um projeto tornar-se *lean* é necessário fazer com que os processos sejam *lean* (KAMEDULA, 2009).

O termo *lean design* não tem uma definição universal, mas é usado na aplicação dos conceitos da construção enxuta para projetos e, quando é reforçada a questão do gerenciamento, tem sido utilizado o termo *lean design management* (JØRGENSEN, 2006). No Quadro 4 estão destacadas as principais diferenças entre a produção física e projeto, e devem ser observadas as especificidades do processo de projeto para aplicação dos princípios da filosofia enxuta.

Quadro 4: principais diferenças entre a produção física e projeto

PRODUÇÃO FÍSICA	PROCESSO DE PROJETO
Produz bens físicos	Produz informação
Maior previsibilidade e certeza	Menor previsibilidade e certeza
Processo repetitivo	Processo não repetitivo
Há padrões de duração do trabalho	O trabalho se expande e preenche o tempo disponível
O trabalho é realizado ou não	É difícil determinar quando o trabalho encerra
Risco e variabilidade devem ser evitados	Variabilidade (necessária à geração de valor) é desejável em algumas tarefas

Fonte: adaptado e baseado em Tzortzopoulos (1999) e Trescastro (2005).

Segundo Tzortzopoulos e Formoso (1999) e Koskela (2000), a aplicação de princípios da construção enxuta para o processo de projetos deve considerar três visões (Quadro 5) diferentes do projeto: (1) projeto como conversão (visão tradicional); (2) projeto como fluxo (de informações); e (3) projeto como geração de valor (sob o ponto de vista do cliente). Para Koskela (2000), a visão de conversão é a mais investigada e melhor compreendida, enquanto as questões de fluxo e, principalmente, a geração de valor foram negligenciadas no modelo tradicional de projeto.

Quadro 5: Três visões do processo de projeto.

Item	Conceito de Conversão	Conceito de Fluxo	Conceito de Geração de Valor
Conceituação de projeto	Processo que converte requisitos em projeto de produto	Fluxo de informação composto de conversão, inspeção, movimento e espera	Processo no qual o valor para o cliente é criado através do cumprimento dos seus requisitos
Princípios fundamentais	Decomposição hierárquica, controle e otimização das atividades decompostas.	Eliminação do desperdício (atividades desnecessárias), redução do tempo, rapidez na redução da incerteza	Eliminação da perda de valor agregado

Métodos e práticas	Modelo do Processo, Estrutura analítica de projeto (EAP), método do caminho crítico, organograma e matriz de responsabilidades	<i>Design Structure Matrix</i> , redução de incerteza, abordagem de equipe, parceria, integração entre ferramentas de projeto,	<i>Quality Function Deployment</i> (QFD), análise e gestão sistematizada e rigorosa do fluxo de requisitos, otimização
Contribuição prática	Atentar para o que tem que ser feito	Atentar para que o desnecessário seja minimamente executado	Atentar para que os requisitos do cliente sejam atendidos da melhor forma possível
Nome sugerido para essa visão	Gestão de tarefas.	Gestão do fluxo.	Gestão do valor.

Fonte: Huovila e Koskela (1997) *apud* Manzione (2013)

Segundo Orihuela *et al* (2011) um projeto passa a ser *lean* a partir do momento em que, além de considerar as necessidades, requisitos e restrições, requer necessariamente a escolha da melhor solução. Neste conceito, deve-se atender aos objetivos, as necessidades e valores dos clientes e dos usuários do produto. O processo termina quando a execução da construção projetada está em perfeito alinhamento com os elementos de definidos no projeto em atendimento aos requisitos do cliente (Ballard e Zabelle 2000).

2.4.1 Valor

Semelhante à difusão do pensamento *lean* dentro do setor de manufatura, o interesse do setor da construção pela geração de valor começou a ganhar impulso posteriormente às questões relativas à racionalização da produção (JØRGENSEN e EMMITT, 2008). Ainda para os autores, uma vez que os projetos de construção, e os contextos em que estão inseridos individualmente, são diversificados (tais como, a natureza das características do cliente/usuário, além das relações internas entre as partes interessadas), segue-se que o cliente e seus valores devem ser identificados para cada projeto/produto.

Salgado (2005) e Lawson (2011) consideram que o cliente contratante (principal fornecedor de informações) nem sempre será o usuário que ocupará o espaço. Assim, estes podem não necessariamente refletir as necessidades ou preferências dos clientes finais. Ainda, para Jørgensen (2006), os valores em empreendimentos da construção civil mudam ao longo do tempo e, portanto, o pensamento enxuto deve voltar sua atenção também para esse aspecto, não se restringindo apenas a questões do tempo de ciclo de produção. Isto significa, também, que o valor identificado e especificado pode refletir apenas as circunstâncias na época do processo de definição de valor.

Considerando o produto habitação é necessário agregar, além do valor referente ao produto (KOSKELA, 2000), o valor referente às etapas de uso, ao se considerar a operação e manutenção dos empreendimentos (BRITO, 2009). A produção raramente adiciona valor ao produto (NOBRE, 2005). Contudo, a melhoria da qualidade, a eliminação das perdas e o cumprimento dos prazos são requisitos para agregar valor ao processo de projeto (ROMANO, 2003).

Vale destacar aqui uma reflexão sobre valor ao considerar o fato que os grandes edifícios são feitos, normalmente, para servir aos propósitos funcionais, mas que também constituem de um investimento financeiro de médio ou longo prazo. Para usuários, e vários outros interessados, o valor é entregue ao longo de um período de tempo longo (ver Figura 6) (JØRGENSEN, 2006; CRUZ RUFINO, 2012).

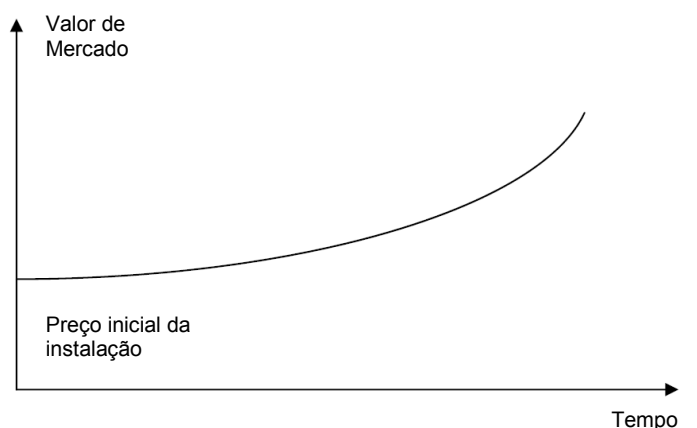


Figura 6: Típico desenvolvimento a longo prazo de valor de mercado para um edifício. Oposto ao valor de um carro novo no mercado, o edifício / terreno, em geral, aumenta seu valor. (JØRGENSEN, 2006).

Destaca-se também que, embora existam edificações que sirvam apenas por alguns anos, a grande maioria dos edifícios acaba servindo por muitos anos, geralmente a gerações, e não é incomum para os edifícios ou construções estarem em uso há séculos⁸. Daí a dificuldade de mapear o valor para o cliente final (JØRGENSEN, 2006).

Teóricos da filosofia de produção enxuta, tais como Womack e Jones (2004), defendem o foco na geração de valor para o cliente final e definem valor como o atendimento a necessidades as quais o cliente está disposto a pagar. Para Jørgensen (2006), esta abordagem pressupõe, implicitamente, que um produto é entregue a um cliente final específico que o consome imediatamente (e, talvez, solicita um novo em curto período). Porém, esta perspectiva de uso-e-descarte não parece adequada para aplicação na produção de bens com

⁸ O autor foca principalmente nas construções europeias.

uma vida útil muito longa e cujo valor não desvaloriza rapidamente dentro de um curto ou médio prazo (JØRGENSEN, 2006).

Quando um produto em edificações é padronizado, ou seja, desenvolvido para atender um grupo de usuários distintos, e não somente a um usuário ou família específica, o atendimento às necessidades destes usuários é menor do que se o produto fosse desenvolvido individualmente para cada usuário. Em empreendimentos imobiliários voltados para as classes mais baixas este nível de padronização de projeto costuma ser maior, porém em empreendimentos voltados para as classes mais altas percebem-se mais opções de plantas (JACOMIT, 2010).

O conhecimento prévio das informações de projeto, tais como, pré-requisitos dos clientes, requisitos para aprovações, ou critérios de projeto permite aos projetistas um melhor planejamento do trabalho e de tarefas específicas e, conseqüentemente, torna o projeto melhor e mais eficiente (BALLARD, 1999).

Percebe-se certa distância entre projetistas e construção, como também entre o projetista e o usuário final, resultando em perdas de informações do processo e dos requisitos dos clientes (BARROS NETO, 2009). Além disso, enquanto o projeto fornece as especificações e detalhes do produto, cabe à produção a execução conforme projetado, havendo nesta fase o risco de redução de valor do produto, para itens em desacordo com as especificações. O projeto deve fornecer as especificações e detalhes do produto, de forma que a produção possa executar a obra com o menor risco possível de redução de valor ao longo do processo (BARROS NETO, 2009).

2.4.2 Fluxo

Nas empresas em geral, inclusive as de construção, os gerentes normalmente concentram suas atenções nas atividades dentro do seu departamento ou setor de atuação. Porém, sua concentração também (ou mesmo principalmente) deveria se voltar no fluxo dos produtos, dos papéis e das informações entre os diversos departamentos ou setores da organização. Portanto, os gerentes necessitam compreender as variáveis que influenciam o desempenho individual e o da organização tendo em vista que tudo (tecnologia, clientes, produtos, serviços, etc), dentro e fora de uma organização, possui algum tipo de ligação (OLIVEIRA, 1999).

A nova filosofia de produção propõe pensar o setor AEC⁹ como processos de desenvolvimento de produtos, tendo como principal técnica a gestão de produção de puxada, com base no estado do processo. Diversas técnicas para o gerenciamento de fluxo de trabalho através da produção puxada foram desenvolvidas para o ambiente fabril e têm sido aplicadas na construção com sucesso. Ballard (1999) questiona se essas técnicas de gerenciamento também podem ser utilizadas para o desenvolvimento de projetos.

Segundo o autor citado, existem vantagens potenciais em puxar o projeto semelhante àquelas identificadas na construção civil e na fabricação, ou seja, controle do fluxo e ritmo de produção, alinhado com as exigências e necessidades das partes interessadas, proporcionando maior valor ao cliente (BALLARD, 1999).

Os projetos podem ser puxados pelas necessidades dos clientes (internos ou externos) e, dentre outros, não se deve empurrar novas tecnologias ou novos produtos/soluções. Numa abordagem enxuta, o cliente (interno) pode ser a próxima etapa do processo e este deve receber o produto (saída da etapa anterior) com qualidade, num fluxo constante do final (cliente) ao início do processo de projeto (CLOKE, 2000). O status do projeto deve ser claro para todos os envolvidos, e informados sem ambiguidade. Além disso, todo o time de projeto deve ter conhecimento do que precisa ser feito para satisfazer o cliente (BALLARD, 2008).

Entretanto, a própria natureza do processo de criação pode ser um obstáculo para a aplicação de técnicas de produção puxada em projeto, tendo em vista que possíveis soluções e os critérios de projeto são reciprocamente interdependentes, e iterativas (vide item 2.1), ou seja, cada uma evolui a partir do outro à medida que o projeto avança, puxando informações simultaneamente. Desta forma, é muito difícil determinar com muita antecedência os predecessores, bem como, a lógica de processo tendo em vista que estes são desenvolvidos à medida que cada passo é dado (BALLARD, 1999).

Mas há ainda outro obstáculo à aplicação de técnicas de produção puxada no projeto: a maneira como o projeto tem sido gerenciado e os hábitos de concepção e produção. Para a maior parte dos envolvidos no processo, os conceitos e técnicas de gerenciamento de projetos que tem sido aplicado são o PERT, o CPM e análise de valor agregado, dentre outros. Porém, estas técnicas de gerenciamento de projetos tendem a negligenciar o valor e o fluxo, dando ênfase aos processos de conversão (KOSKELA E HUOVILA, 1997).

⁹ Arquitetura, engenharia e construção

Além das tarefas que envolvem produção física do projeto, como a produção de desenhos existe as tarefas de concepção as quais não podem ser plenamente compreendidas antes da sua execução (ver item 2.1), e, por isso, não podem ser puxadas. Assim, os insumos necessários para a sua conclusão não pode ser plenamente identificados antes de iniciar a tarefa (BALLARD, 1999). Portanto, sugere-se um olhar para ferramentas da *lean production* e do sistema Toyota de desenvolvimento de produtos (STDP) e verificar se estas são diretamente aplicáveis ao *lean design* (KAMEDULA, 2009).

2.4.3 Como implantar o *lean design*

De maneira geral, Freire e Alarcón (2002) definem a metodologia para implantação do *lean design* em 04 fases: (1) diagnóstico e análise; (2) implementar mudanças; (3) controle; (4) normalização (ver Figura 7). Na primeira fase, o principal objetivo é determinar como o processo é desempenhado de acordo com os conceitos de fluxo de valor. Basicamente, nesse estágio diversas ferramentas são usadas para obter categorias de perdas e suas respectivas causas. Nesta etapa, cinco ações são necessárias para se obter um completo entendimento: mapeamento do fluxo de valor, tempo de distribuição, indicadores de desempenho, identificação de perdas e de oportunidades de melhorias, e entrevistas.

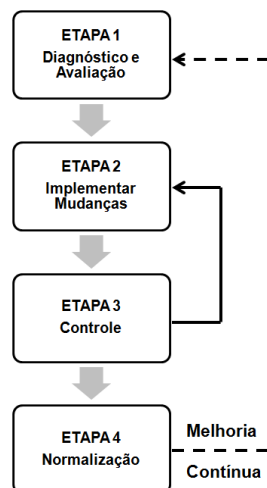


Figura 7: Metodologia de melhoria para aplicação do *lean design* (Freire e Alarcon, 2002), adaptado.

A etapa de diagnóstico e análise tem como objetivo verificar o desempenho do processo na organização de acordo com os conceitos de fluxo e valor. Diversas ações e ferramentas são empregadas, tais como: mapeamento do fluxo de valor, tempo de distribuição

do processo de projeto, indicadores de performance, entrevistas e identificação de perdas e oportunidades de melhorias. Em seguida, são implementadas as mudanças necessárias, com base na etapa anterior, e atendendo à necessidades específicas de cada caso. Assim, é garantida flexibilidade na aplicação do método, inclusive quanto à disponibilidade de recursos e questões estratégicas de cada organização. As ferramentas de melhoria são classificadas em cinco áreas: clientes (C); administração (A); projeto (P); recursos (R); e informação (I), conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1: Foco das ferramentas de melhoria.

Ferramentas de melhorias	Áreas de melhorias				
	C	A	P	R	I
Coordenação Interativa			X	X	X
Intranet					X
Checklist antes do projeto		X	X		
Checklist depois do projeto		X	X		
Desdobramento da função qualidade (QFD)	X				
Mapeamento do fluxo de valor				X	X
Treinamento				X	

Fonte: Freire e Alarcon (2002), adaptado.

Nenhuma empresa de construção ou projeto é idêntica à outra, havendo diferenças estratégicas, metas, organizacionais, procedimentos de trabalho, recursos, experiência, tamanho, e outros. Existem também diferenças quanto ao nicho de mercado e área de atuação. Por essas razões, a metodologia de implementação do conceito enxuto para projeto precisa ser flexível, garantindo liberdade para cada organização em fazer as adaptações, sem esquecer os conceitos do *lean design* (FREIRE e ALARCÓN, 2002).

2.4.4 Outras Questões

Para Pegoraro *et al* (2013), o processo de projeto na construção civil possui uma característica de oportunismo devido ao caráter dinâmico e incerto do mesmo. Desta forma, as atividades muitas vezes não são realizadas, necessariamente, na sequencia apresentada. Algumas tarefas podem ser alteradas em função de características e das oportunidades detectadas ao longo de cada projeto (PEGORARO *et al*, 2013)

No trabalho de Formoso *et al.* (2011) *apud* Emmitt (2012) foi investigado que, em alguns casos, poderia ser considerado benéfico a improvisação da resolução de problemas a partir de execução de trabalho sem todas as entradas em projetos de construção. Porém, quando um projetista emite desenhos antecipadamente e as atividades subsequentes não estão prontas para dar continuidade ao processo de projeto, resulta em desperdícios (BIBBY *et al.*, 2006). Se o projetista sabe que a etapa de projeto está próxima, ele pode planejar melhor suas atividades, como por exemplo: puxar informações e requisitos de projeto, analisar diretrizes de projeto e resolver eventuais conflitos, coletar informações, dentre outros.

Quando o projeto depende de especialistas que ainda serão selecionados e contratados, há um potencial para o projeto evoluir de forma inadequada, até que a entrada do especialista no time de projeto ocorra. Quando a entrada do especialista finalmente acontece, algum retrabalho pode ser necessário e relações contratuais inadequadas podem ter sido celebradas. Ainda segundo Mitchell *et al.* (2011), não é possível uma fase de projeto ser uma sequência linear simples, livres de retrabalho se a equipe de projeto ainda não recebeu todas as informações de entrada, as quais somente os especialistas podem fornecer. Para uma melhor gestão da interface de projeto, deve ser identificado o momento mais apropriado para a entrada da informação do especialista, e, conseqüentemente, o retrabalho será ser minimizado.

Com o surgimento de novos arranjos contratuais, gestão de projeto envolve agora um conjunto muito mais complexo de relações entre o cliente e os especialistas, fornecedores, fabricantes e construtores. Do mesmo modo, as funções de gerenciamento de projeto são mais amplas e menos bem definidas. É essa concepção de gestão de projeto que as empresas de construção estão assumindo a responsabilidade em números cada vez mais crescentes (ANDERSEN *et al.*, 2005).

Para de Orihuela *et al.* (2011), o estudo o quanto antes dos materiais e componentes utilizados para a construção evitará perdas e retrabalho. Entretanto, não se tem observado a antecipação desta seleção, e estes componentes e materiais são frequentemente definidos apenas na fase de construção. Por exemplo, caso o projeto de arquitetura considere uma espessura de tijolo ou bloco maior que o executado, o cálculo estrutural terá previsto uma sobrecarga maior, pois a alvenaria de projeto será mais pesada do que a executada na obra. Como bloco ou tijolo utilizado na execução da obra é diferente do previsto no desenho, as dimensões de projeto e detalhes deverão ser ajustadas posteriormente, gerando retrabalho.

Koskela (2004) também propôs uma oitava categoria de desperdício, além dos sete desperdícios propostos por Ohno (1988), denominada *making-do*. Trata-se de um tipo de perda que é invisível a maior parte do tempo, tornando sua medição difícil, porém possível de eliminar ou mitigar (KOSKELA, 2004). O *making-do* resulta em duas consequências na construção, uma técnica – que se refere ao prazo, custo e qualidade, e outra ambiental – que se refere à perda de produtividade na execução das tarefas pelos trabalhadores. Num processo de fabricação, não terminar uma tarefa deve ser classificado como um defeito, resultando em sucata ou retrabalho.

Sob outra perspectiva, Emmitt *et al* (2012) observaram ainda que em certas ocasiões os trabalhadores pareciam iniciar suas tarefas sem a conclusão adequada das tarefas anteriores, ou seja, caindo na definição de Koskela (2004) de *making-do*. No entanto, uma nova análise mostrou que o trabalho anterior não concluído foi considerado suficientemente bom (*good enough*) para permitir que a próxima operação fosse iniciada, apesar de ser sabido pelos agentes que seria necessário retornar ao local para completar a tarefa. Ou seja, foi uma opção de não concluir, por acreditarem ser a melhor ação a ser tomada. Na visão de Emmitt *et al* (2012), isto desafia a definição de Koskela de *making do*, uma vez que o este conceito inclui apenas as entradas para realização de uma tarefa e não considera as saídas.

Além disso, Emmitt *et al* (2012) também apontou que gestores e trabalhadores não compartilham necessariamente do mesmo entendimento de trabalho suficientemente bom (*good enough*). Isso não deve ser confundido com a falta de informação (projeto ou especificação) ou até mesmo falta de comunicação, mas sim como uma atitude ou comportamento em relação à quantidade necessária e a qualidade do trabalho e o que poderia ser interpretado como suficientemente bom. Para Orihuela *et al* (2011), o desperdício de tempo é frequente porque as necessidades e valores ou outras restrições não são suficientemente claras, não estão disponíveis, ou são assumidas de forma errônea.

Em algumas organizações, pode haver uma tendência para que a força de trabalho inicie a trabalhar em qualquer etapa e sempre que possível, ou ainda, forneça informações inacabadas. Como consequência deste modo de operação, temos um impacto negativo sobre outros fluxos e, como resultado, um trabalho inacabado (*making-do*). A questão que surge é sobre o tipo de desperdício que são gerados por esta forma de trabalho.

Entretanto, Mitchell *et al* (2011) ressaltam que com as pressões para integrar cada vez mais o processo de projeto com o processo de construção, o tempo disponível para o envio das informações até o processo de projeto atingir um estado adequado de

desenvolvimento é reduzido. Desta forma, a informação pode ser produzida no processo de projeto antes de uma maturidade apropriada ser alcançada, a fim de dar início aos processos de aquisição e contratação, e antecipar outras atividades de construção. A iteração no projeto pode, e deve possivelmente, continuar após essas informações terem sido geradas e usadas. O projeto, então, evolui posteriormente em relação ao estado de maturidade que tinha alcançado quando as atividades de aquisição e contratação da obra se iniciaram.

Jørgensen (2006) e Kamedula (2009) levantaram algumas questões em seus trabalhos, que tratam sobre como e se é mesmo possível os projetistas incorporarem o pensamento enxuto para a fase de projeto. No trabalho de Jørgensen (2006) o autor trata de duas questões de pesquisa: (1) se a filosofia lean é adequada para se alcançar a integração do processo de projeto e de construção; e (2) quais processos e/ou métodos e/ou questões são críticos para integrar o projeto e produção do ponto de vista da filosofia lean.

Segundo Codinhoto (2003), existe certa dificuldade na visualização de restrições por parte dos projetistas, o que pode ser um limitador do uso do last planner para projetos de empreendimentos imobiliários, além da difícil ligação entre as metas do planejamento de longo prazo do empreendimento com o planejamento de curto prazo do projeto (TRESCASTRO, 2005).

2.5 O processo de desenvolvimento de produto imobiliário

Neste tópico será abordado o conceito de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) no mercado imobiliário residencial. Ainda que existam alguns estudos que considerem o PDP na construção, tem se verificado poucos trabalhos que abordam o PDP em empreendimentos imobiliários.

Ulrich e Eppinger (2000) definem o PDP como o sequenciamento de atividades, ou etapas, realizado por uma empresa a partir da percepção de uma oportunidade de mercado, passando pela produção, comercialização e entrega do produto. Em complemento a este conceito, Ulrich e Eppinger (2000) afirmam que muitas destas atividades ocorrem mais no campo intelectual e organizacional do que fisicamente.

Sob outra perspectiva, o PDP é um processo que converte requisitos e necessidades dos clientes em informação, gerando um conjunto de especificações e, por fim, em um produto (MORGAN e LIKER, 2008; MIRON, 2002). Nesta visão, o mesmo é considerado o desenvolvimento de uma solução para necessidades identificadas, em que a

diferença entre a manufatura e o setor da construção civil está na distinção entre as fases e os intervenientes (KAGIOGLOU *et al*, 2000).

Apesar de haver diversidade na abordagem entre autores, Barros Neto e Nobre (2009) apontam que há certo consenso de que a função do PDP é desenvolver um produto que atenda aos requisitos dos clientes, com prazo e custo compatíveis com nicho de mercado. Contudo, as pesquisas acadêmicas têm dado pouco enfoque sobre os aspectos que tornam os diversos modelos de desenvolvimento de produtos mais adequados a diferentes tipos de negócio (SALGADO *et al*, 2010).

Para tanto, cita-se o trabalho de Miron (2008) que aponta uma convergência de diversos autores quanto às etapas iniciais do PDP, que incluem percepções de demanda do mercado e elaboração do conceito do produto, porém há divergência quanto às etapas finais, as quais limitam o PDP: à produção do piloto (CLARK e WHEELWRIGHT, 1993, ULRICH e EPPINGER, 2000 *apud* MIRON, 2008); à preparação do processo de execução, excetuando a produção propriamente dita (YAZDANI e HOLMES, 1999 *apud* MIRON, 2008); ou até a disponibilização final do produto (BRUCE e COOPER, 2000 *apud* MIRON, 2008).

Para balizar as etapas que são mais adequadas à construção civil, devemos levar em consideração que o PDP difere das demais indústrias em virtude das especificidades do setor, comentadas nos capítulos anteriores, e cujas principais são destacadas por Oliveira (1997) *apud* Nobre (2005): (1) a complexidade do mercado imobiliário; (2) o produto possui um longo ciclo de aquisição-uso-reaquisição; (3) a longa duração da vida útil do produto; e (4) impacto ocasionado por sua intervenção no espaço urbano. Navarro (2007) *apud* Manzione (2013) acrescenta a essas características, o elevado potencial de risco da execução de um empreendimento.

Este segmento de mercado é caracterizado por um nível maior de risco para as empresas nas operações, devido ao cenário de alta instabilidade. Isto se deve à dificuldade de identificação total da demanda; pelo fato de os produtos serem comercializados a preço fechado e, normalmente, antes da finalização do projeto e do início da produção; e a falta de controle sobre a oferta de produtos (por tratar-se de um mercado aberto, podem participar atores sem tradição no setor). (ASSUMPÇÃO, 1996).

Procedimentos e análises antecipados, tais como, consultas a projetistas, levantamentos planialtimétricos, sondagens de solo, consultas jurídico-legais, são ações que visam reduzir ao máximo o risco inerente às incorporações imobiliárias, principalmente nas aquisições de terrenos (FONTENELLE, 2002).

Assim, tendo em vista a complexidade e o caráter único e singular do produto imobiliário, será adotado neste trabalho o PDP onde os empreendimentos são concebidos, projetados, produzidos, e entregues ao cliente final (usuário), incluindo a etapa considerada por Codinhoto (2003) de avaliação pós-ocupação do empreendimento. Isto se justifica devido à dificuldade de execução de um piloto e o foco exclusivo na preparação do processo de produção ser considerado incompleto, além de seu planejamento extremamente complexo.

Vale salientar que o produto imobiliário significa todo o conjunto, sendo a unidade habitacional, a área de lazer, e todas as outras áreas isoladamente, parte do produto (NOBRE, 2005). Um atraso no lançamento de um empreendimento, além de comprometer o fluxo de caixa da empresa, pode causar uma perda de oportunidade de mercado (NOBRE, 2005).

A ASBEA subdivide o PDP imobiliário nas seguintes fases: Fase A – Concepção do produto (usualmente denominada estudo preliminar); Fase B – Definição do produto (usualmente denominada anteprojeto); Fase C – Identificação e solução de interfaces (usualmente denominada pré-executivo/projeto básico); Fase D – Projeto de detalhamento das especialidades (usualmente denominada projeto executivo); Fase E – Pós entrega do projeto; e Fase F – Pós entrega da obra.

2.6 O PDP imobiliário e o processo de projeto

O desenvolvimento de produtos é um conjunto de atividades com altas interações, dinâmicas, entre si executadas continuamente e frequentemente de forma simultânea, através de uma equipe multidisciplinar de DP (ULRICH e EPPINGER, 2000).

Em geral, as atividades do PDP na construção têm sido deixadas em plano secundário (MIRON, 2002; TZORTZOPOULOS, 1999). Para o desenvolvimento de um novo produto no âmbito da indústria seriada, são envolvidas várias etapas que, frequentemente, não são consideradas na construção civil, tais como: caracterização da produção (desenvolvimento do processo), fabricação de protótipos e validação do desempenho do produto e do processo, dentre outros (FABRÍCIO, 2002).

Destaca-se que os principais agentes apontados num empreendimento imobiliário típico são: o empreendedor (promotor da geração do produto); os projetistas (trabalham na concepção técnica e formalização do produto); o construtor (execução da construção do produto edificação) e o usuário (responsável pela utilização e manutenção da edificação). Em situações em que empresas assumem o papel de construtoras e incorporadoras, o executor

atua como centralizador das relações entre todos os intervenientes do processo, variando o modelo de organização do processo produtivo (TZORTZOPOULOS, 1999).

Os promotores são responsáveis por um duplo papel concepção do empreendimento: a formulação do negócio e montagem do *briefing* que subsidie o trabalho dos projetistas. Ainda, cabe aos promotores a seleção e contratação da equipe e do coordenador de projetos. Assim, o promotor tem um papel principal na montagem da equipe e na coordenação de projetos (FABRÍCIO, 2002).

O PDP imobiliário é fortemente relacionado, tanto em termos de natureza como de conteúdo, com o processo de projeto (KAGIOGLOU *et al*, 2000; SALGADO *et al*, 2010). Percebe-se, de certa forma, que o PDP e o processo de projeto têm sido confundidos na construção civil (BARROS NETO e NOBRE, 2009). A associação do desenvolvimento do produto com projeto se justifica pela grande quantidade de atividades de projeto no PDP (MIRON, 2008). Entretanto, através de uma visão mais ampla, o mesmo deve fazer parte do processo de desenvolvimento do produto, como uma etapa (BARROS NETO *et al*, 2009). Na etapa de concepção do produto imobiliário, a maioria das atividades concentra-se nos projetistas de diversas especialidades, tais como arquitetura, cálculo estrutural, sistemas prediais elétricas, hidrossanitárias e ar condicionado.

Fontenelle (2002) destaca ainda a importância do papel estratégico do processo de projeto e de seu alinhamento com o processo do negócio, visando a um melhor desempenho competitivo das empresas, tais como a diferenciação e a liderança no custo. Manzione (2013) desenvolveu um modelo neste sentido para demonstrar o alinhamento entre o empreendedor com os processos específicos de projeto e a produção da AEC (Figura 8).

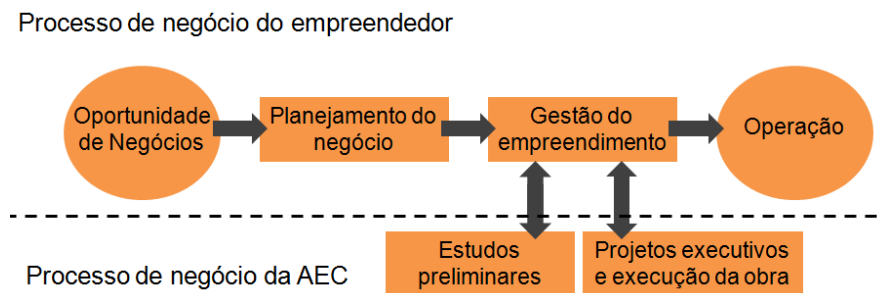


Figura 8: Alinhamento entre o processo de negócio do empreendedor e o processo de negócio em AEC. Fonte: Manzione (2013)

Salgado (2005) e Avila (2010) consideram duas interfaces que envolvem o projeto: (1) produto-projeto, que se refere ao conceito e requisitos, além dos aspectos mercadológicos; e (2) projeto-produção, que se refere às soluções técnicas, tais como sistema

construtivo e normas aplicáveis. Numa outra abordagem, Melhado (1994) classifica a atividade de projeto em duas dimensões: projeto como processo estratégico, voltado para as definições das características do produto final com o objetivo de atender exigências e necessidades; e o projeto como processo operacional, visando a confiabilidade e a eficiência dos processos que resultam no produto.

Para Nobre (2005), o foco na melhoria do PDP a partir da evolução do processo de projeto parece ser o caminho natural e prático na construção civil. Porém, a influência do projeto e o papel deste na produção foram percebidos mais cedo na manufatura do que no setor da construção (OLIVEIRA, 2004; NAKAMURA, 2010).

Quanto a subdivisão do processo de projeto, Fontenelle (2002) encontrou as seguintes etapas gerais: (1) pesquisa de mercado; (2) Análise de viabilidade para aquisição de terreno para incorporação; (3) Desenvolvimento do projeto legal e lançamento do empreendimento; (4) Projetos executivos e projetos para produção.

A maioria dos modelos de PDP é representada, por questões didáticas, com um início e fim bem definidos e em escala temporal (Figura 9), contudo o PDP também é interativo sendo necessário voltar a algumas fases ou etapas (SALGADO *et al*, 2010). Em essência, o PDP é um processo de geração de valor através da redução de incertezas ao longo do tempo (WINCH, 2001 *apud* MIRON, 2008), assim como o projeto (MITCHELL, 2011). Trata-se do processo responsável pela transformação da concepção do empreendimento em especificações (projeto) e, por fim, em um produto tangível e que deve atender a multiplicidade de requisitos, considerando todas as fases do ciclo de vida do empreendimento (AMARAL *et al*, 2006 *apud* NASCIMENTO *et al*, 2012).

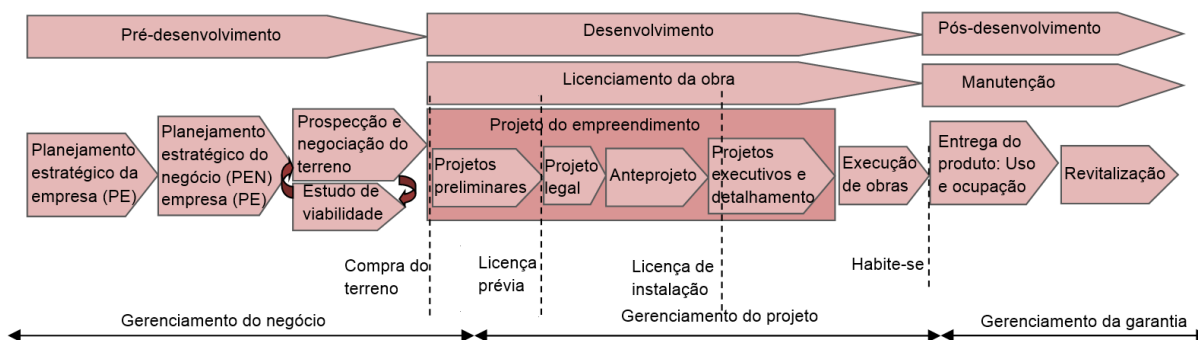


Figura 9: Visão geral do modelo de referência do PDP do negócio imobiliário. Fonte: a autora, adaptado de Rozenfeld *et al*. (2006)

O valor do produto imobiliário é especificado a partir dos projetos cuja função, segundo Barros Neto (2009) corroborando com Ulrich e Eppinger (2000), é definir a sua forma física, buscando o melhor atendimento às necessidades dos clientes. Assim, os esforços

na geração de valor para o cliente não se restringem somente a gestão do processo de projeto ou de produção, mas refere-se ao PDP como um todo (MIRON, 2008).

Contudo, para Nobre (2005), muitas empresas realizam a captação dos anseios dos clientes através de APO ou junto aos parceiros de vendas, porém sem um procedimento correto de retroalimentação das informações coletadas. Ainda, a empresa não deve ter um único canal de comunicação para reclamações ou insatisfação do cliente/ usuário, restringindo a participação de clientes e usuários no processo de desenvolvimento de produtos imobiliários, devendo buscar uma variação de canais e métodos (CORDEIRO, 2003).

Duarte e Elalai (2011) chamam atenção para, ainda que possa aparentar ser um projeto simples, a habitação é um produto extremamente complexo, sobretudo ao se considerar que as diversas necessidades dos usuários (físicas, de conforto, sociais, psicológicas) e a sua inserção urbana. A tendência à verticalidade, a dimensões cada vez menores das unidades habitacionais e à falta de áreas de lazer públicas nos centros urbanos, intensificou a oferta de condomínios com áreas comuns, lazer e serviços, tais como, piscina, quadra poliesportiva e salão de festas, academia de ginástica, brinquedoteca, espaço gourmet e outros (DUARTE e ELALAI, 2011). Estima-se que esses itens agregam valor de venda ao produto, podendo o usuário aceitar um acréscimo no preço de até 10% (JACOMIT, 2010).

Contudo, os mesmos autores acima citados afirmam que, apesar do destaque dado pelo marketing, o *morar em um clube* nem sempre satisfaz a todos os moradores de forma que, para ampliar a satisfação dos usuários, o projeto deve também atender àquelas pessoas que não são usuárias das áreas comuns. Para Morgan e Liker (2008) as decisões sobre geração de valor devem ser tomadas através de um contato mais próximo com o cliente e com agilidade às mudanças que possam ocorrer. Por fim, considerando a filosofia enxuta de desenvolvimento de produtos, identificar corretamente o que gera valor para o cliente (pretendido) é um desafio, porém entender esses fatores de maneira equivocada pode colocar em risco o sucesso do PDP (MORGAN e LIKER, 2008).

2.7 Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto e o mercado imobiliário

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) conecta-se a outros processos essenciais, tais como, produção, compras, vendas e marketing. Muitos desperdícios verificados nesses setores originam-se de projetos inadequados e falta de integração entre ferramentas, processos e pessoas no desenvolvimento de novos produtos. Parte do sucesso alcançado pelo STP tem sua origem em fases anteriores à produção, ou seja, no Sistema

Toyota de Desenvolvimento de Produto (STDP). Numa visão enxuta, o foco na compatibilidade do sistema, e não na conclusão do projeto individual, inclui a compatibilidade do projeto com toda a cadeia produtiva (MORGAN e LIKER, 2008).

Algumas incorporadoras têm uma visão da fase de concepção e planejamento como uma despesa que deve ser minimizada, apesar da influência desta etapa no desempenho competitivo da organização. Segundo Fontenelle, (2002), isto ocorre devido ao alto risco inerente ao produto imobiliário, principalmente nas fases iniciais, somado à falta de capitalização do empreendimento, que só ocorre após o início das vendas. Porém, conforme visto no item 2.6, cada produto a ser disponibilizado para o mercado é único, e necessita de um processo de desenvolvimento de produto. Embora resulte numa carga de trabalho maior na fase de projeto de edificações, e que aparentemente acrescente custos, o envolvimento da equipe de projeto nas fases iniciais é benéfico no sentido de facilitar a coordenação dos processos e sistemas, trazendo retorno positivo durante a execução da obra (PERALTA e TUBINO, 2002). O STDP foca, então, no planejamento cuidadoso e execução com precisão a fim de evitar modificações tardias no projeto, as quais constituem os piores tipos de desperdícios (MORGAN e LIKER, 2008).

Antes do início do desenvolvimento de um determinado produto, a equipe deve possuir total conhecimento a respeito dos atributos que realmente importam para o cliente e todas as questões técnicas decorrentes destas necessidades. Neste sentido, ressalta-se que é um desafio acertar o que é valor para o cliente, contudo o entendimento de maneira errada desses fatores tende a ser pior, tendo em vista que pode colocar em risco o sucesso do PDP (MORGAN e LIKER, 2008).

Em um sistema de desenvolvimento de produto tradicional, são realizadas pesquisas de mercado, coletados dados de mercado e realizados grupos focais a fim de obter informações adequadas sobre as necessidades dos clientes (MORGAN e LIKER, 2008). Muitas vezes, o produto (empreendimento) também é idealizado seguindo o *feeling* do empreendedor (GONZÁLEZ e KERN, 2007). Os engenheiros chefes (EC) da Toyota desenvolveram uma intuição em relação a determinado modelo de carro, além da capacidade de aferir valor com a máxima precisão, ao adquirir alto conhecimento tanto do produto como do processo. Este profissional conta com o manual de conceito do engenheiro chefe; dados de campo de garantia da qualidade; relatórios comparativos de competidores; e dados atuais do processo de produção para o desenvolvimento desta intuição (MORGAN e LIKER, 2008).

Somado à utilização das ferramentas tradicionais descritas acima, o EC se propõe a estudar a voz do cliente em profundidade, extrapolando a pesquisa de mercado, aproximando o seu trabalho de uma pesquisa qualitativa. Inclusive, o EC realiza práticas de vivência como simulação e melhor entendimento das necessidades do cliente. O processo criativo dentro do sistema Toyota de desenvolvimento de produtos possui como meta captar e refinar a visão do EC para um novo veículo, pois são eles que entendem a maneira que o produto poderá satisfazer o desejo dos clientes (MORGAN e LIKER, 2008).

Segundo os mesmos autores, é possível o entendimento do PDP como um processo repetitivo, no qual as etapas são interrompidas pelo desperdício. Alguns projetistas que trabalham com desenvolvimento de produto podem alegar que seus trabalhos não são tão repetitivos a ponto de alinhar com os princípios da filosofia enxuta e que também podem interferir nos seus aspectos criativos (MORGAN e LIKER, 2008). A intensificação da tecnologia está exigindo que as empresas subcontratadas interajam cada vez mais com as organizações e entre si. Não raramente, os produtos têm combinado diferentes tecnologias, passando a exigir competências específicas, portanto, difíceis de serem encontradas em uma única organização (AMARAL, 2006).

No modelo tradicional de PDP, a abordagem iterativa resulta em diversos retrabalhos devido à tomada de decisões prematuras. Em consequência, consome-se tempo, recursos, resultando em um projeto subótimo (MORGAN e LIKER, 2008). Ao relacionar essa forma de trabalho com a construção civil seria como desenvolver um empreendimento imobiliário sem conhecer o propósito do projeto, o público alvo, riscos, ou possíveis mudanças, por exemplo. Em muitas situações, a transição da fase de projeto para construção envolve uma mudança de responsabilidades dentro da organização (PERALTA e TUBINO, 2002).

No STDP, processo e produto são co-desenvolvidos e as soluções são projetadas, no lugar de se tornarem acréscimos, de forma que as necessidades da produção possam, também, guiar o projeto de produtos. Uma característica essencial consiste no fato de envolver muitas atividades interdependentes, paralelas, em vez de etapas seriadas. Morgan e Liker (2008) chamam o STDP de processo de engenharia simultâneo, colaborativo, no qual os participantes interagem com objetivo de avaliar múltiplas alternativas. Portanto, levando em conta as diferentes perspectivas de projeto (*design*), sob o ponto de vista de diferentes setores. Cada solução é estudada em profundidade de maneira a prever situações futuras.

A sistemática da Toyota é extremamente linear no exame do conjunto de alternativas e a convergência para a solução. Este pensamento é diferente de uma análise pontual posterior do projeto feita pelo engenheiro de produção que, em seguida, fornece uma relação daquilo que lhe parece impraticável. Isto leva à equipe de projetistas responder a essa avaliação numa interação negativa no atendimento de determinadas preocupações, porém ignorando outras (MORGAN e LIKER, 2008). Contudo, deve haver uma capacitação da equipe de projeto na formulação de alternativas. Estas devem ser estudadas dentro do processo de concepção, otimizando a antecipação em projeto do ato de construir (MANSO e MITIDIERI FILHO, 2007). Na Figura 10, temos dois gráficos comparando o modelo iterativo pontual de outras montadoras e o modelo linear da Toyota, que utiliza a engenharia simultânea baseada em alternativas.

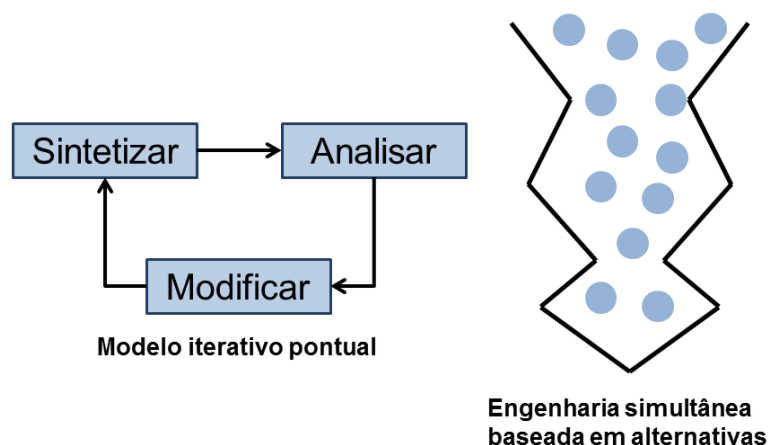


Figura 10: Modelos usados para desenvolver um produto. Fonte: Morgan, M. J e Liker, J. K. (2008), Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto.

No trabalho de Manso e Mitidieri Filho (2007), foram definidos sistemas colaborativos que integram, via internet, com todos os envolvidos na elaboração do produto imobiliário. Esses sistemas utilizam um único banco de dados para gestão on-line de todo o ciclo do projeto, além de fóruns de discussões, reuniões on-line e agendas compartilhadas. Contudo, os autores enfatizam que apenas a utilização de uma ferramenta colaborativa não é suficiente para garantir o funcionamento correto da gestão da informação. O STDP, por sua vez, utiliza listas de verificação de projeto e processo como guias para condução a um projeto plenamente viável. Estas listas podem ser adaptadas para a construção civil. O uso e a manutenção destas listas ficam sob a responsabilidade das pessoas encarregadas pelo trabalho, pois a Toyota entende que essa jamais será uma função de TI (MORGAN e LIKER, 2008).

O STDP possui uma fase anterior ao projeto propriamente dito, chamada de *kentou* (fase de estudo). O intuito desta fase é utilizar a experiência do líder de cada setor para

prever problemas futuros que possam atrasar o desenvolvimento. Somente após a solução ser profundamente discutida e definida, é iniciado o desenvolvimento do projeto. Devem ser levantadas todas as possibilidades, eliminando as opções inadequadas, em busca da melhor solução, ou seja, aquela que estabelecer maior valor agregado para o cliente. Assim, o *kentou* depende da experiência dos envolvidos em antecipar futuros problemas e soluções de um projeto. A partir disso, as informações são disseminadas entre todos os participantes do PDP de forma que todos os envolvidos fiquem sintonizados, evitando desperdício de tempo em tarefas que não agregam valor para o cliente (NAKAMURA, 2010).

A fase de estudo é descrita por Morgan e Liker (2008) como tendo algumas características: engenharia simultânea baseada em alternativas; alinhamento dos envolvidos; participação dos colaboradores sênior de todas as áreas da empresa; participação dos principais fornecedores; dentre outros. No início do *kentou*, antes de participar das reuniões, a equipe de engenharia simultânea da Toyota estuda as informações de projeto que são transmitidas eletronicamente. Assim, são analisadas as propostas existentes e discutidas alternativas para se alcançar as metas do processo e do produto. Há uma forte motivação no sentido de avaliar as implicações em termos de qualidade e produtividade nos mínimos detalhes, realizando diversas e longas reuniões de forma eficiente (MORGAN e LIKER, 2008).

Sob o ponto de vista de *Lean* em empreendimentos imobiliários, o *kentou* pode representar as reuniões feitas no início de um projeto considerando várias alternativas e soluções relacionadas à concepção da edificação e seu processo construtivo, como por exemplo: programa de necessidades, áreas de lazer, sistema construtivo, construtibilidade, soluções técnicas, acabamentos, requisitos legais e de desempenho, garantias, flexibilidade arquitetônica, custos e regras de financiamento, demanda de mercado, formação da equipe de projeto, e prazos. Nessas reuniões, devem participar todas as áreas da empresa, na figura dos líderes, por exemplo: marketing, projetos, orçamento, construção, qualidade, vendas, etc.

Para Manso e Mitidieri Filho (2007), a análise de terrenos, contratação dos projetistas, bem como a definição do produto, têm sido de responsabilidade do incorporador na maioria dos casos, contudo, sempre que possível, é importante a participação do coordenador de projetos.

Sob outra perspectiva, Rozenfeld, *et al.* (2006) argumentam que ainda que se procure, no início do DP, tomar decisões e acertar as definições, mudanças no projeto sempre ocorrerão ao longo do desenvolvimento, devido às incertezas envolvidas. O STDP propõe que

se retardem certas decisões críticas de projetos até haja uma maior compreensão do projeto. Desta forma, serão assumidas as decisões apropriadas em consenso entre a equipe, evitando possibilidades de modificações futuras (NAKAMURA, 2010).

Numa tentativa de agilizar os processos de DP, muitas organizações tentam empurrar mais trabalho no início do processo sem, contudo, ter um entendimento claro das implicações dessa decisão. Isto pode conduzir a erros, como por exemplo, dedicar-se a projetos não amadurecidos ou precipitar a adoção de componentes individuais cedo demais no processo, resultando em quantidades cada vez maiores de retrabalho (MORGAN e LIKER, 2008). O pouco conhecimento das empresas a respeito de seus processos acaba dificultando o diagnóstico das atividades que não agregam valor (KOSKELA, 2000).

Em um contexto de PDP, deve ser garantida a distribuição da informação e o conhecimento no momento adequado em que esta é requerida, ou seja, tempo takt (*takt time*), ritmo, da informação sincronizado com a demanda (NAKAMURA, 2010). O princípio do sistema puxado dentro do STDP visa a garantir que a informação certa seja entregue no momento correto, no local certo e na quantidade necessária. Este princípio foca no momento ideal para disseminação das informações, pois, conforme já visto, a troca tardia ou prematura de informações ao longo do PDP pode gerar atrasos ou erros nos processos de desenvolvimento (NAKAMURA, 2010).

A metodologia de desenvolvimento de produtos enxuta vai além da simples aplicação de ferramentas enxutas, as quais focam na redução do desperdício, por exemplo, de informação (NAKAMURA, 2010). O STDP utiliza listas de verificação como uma base de conhecimentos acumulados, que transmitem tudo aquilo que uma organização conseguiu aprender sobre boas e más práticas de projeto. Tornam-se poderosas se atualizadas regularmente e utilizadas adequadamente. Contudo, passam a ser inúteis se pouco usadas. Assim, a Toyota se capacita a desenvolver um produto viável a partir da primeira tentativa à medida que o desenvolvimento avança, novos itens a serem inspecionados são acrescentados (MORGAN e LIKER, 2008).

Na construção civil, em um projeto de empreendimento imobiliário, a programação e a lista de tarefas de projeto para próximas duas semanas podem se tornar importantes ferramentas de colaboração (KEROSUO *et al*, 2012). Trescastro (2005), em sua pesquisa, encontrou pouca resistência por parte dos projetistas em trabalhar com ciclos semanais de planejamento e controle e lotes pequenos de projeto.

Um sistema enxuto de desenvolvimento de produto precisa combinar a agilidade, qualidade, e as vantagens da padronização (redução de custo) com inovações, inclusive tecnológicas, através de permanente pesquisa e desenvolvimento. Entretanto, a inclusão de uma inovação ou nova tecnologia deve passar por testes rigorosos antes da inclusão. Há a criação de um conjunto de tecnologias comprovadas que ficam à disposição do engenheiro chefe que decide o momento adequado para sua utilização (MORGAN e LIKER, 2008).

O EC da Toyota é um líder de projeto em organização matricial com capacidade de superar as barreiras funcionais e departamentais. É também responsável pelo desempenho do trabalho em equipe e alinha os objetivos do projeto para cada uma das equipes de projeto. Este profissional possui responsabilidades e autoridade baseadas em necessidades e no conhecimento do projeto (MORGAN e LIKER, 2008).

Para Manso e Mitidieri Filho (2007), o coordenador do empreendimento imobiliário deve ser o líder do processo de desenvolvimento do produto, porém é vital a participação de todos os intervenientes na elaboração do planejamento e no monitoramento do processo de projeto a fim de se obter um comprometimento da equipe com as metas estabelecidas. A garantia da qualidade do projeto, como produto e como processo, deve ser buscada pelo coordenador através da integração dos diversos intervenientes, do incentivo à realização da compatibilização entre as diversas especialidades pelos respectivos projetistas, mesmo havendo um responsável pela compatibilização geral. As ações desse coordenador devem ser apoiadas pela gestão do conhecimento e orientadas pelo planejamento estratégico definido para o produto (MANSO e MITIDIERI FILHO, 2007).

A Toyota continuou a enxugar seu processo de desenvolvimento de produtos e, com o passar do tempo (século XXI), ficou claro que este processo acelerado de DP exigia colaboração ininterrupta da equipe tendo em vista que na engenharia simultânea, é vital um mecanismo horizontal de coordenação de DP. A Toyota passou, então, a adotar a engenharia simultânea, restringindo, de certa forma, a função do EC, passando a dar mais ênfase à padronização das peças (MORGAN e LIKER, 2008).

Para Fabrício (2002), durante o desenvolvimento do produto imobiliário deve haver um revezamento na coordenação conforme as diversas fases. Durante a concepção, o promotor deve assumir a gestão do processo, enquanto na fase de desenvolvimento um técnico (arquiteto ou engenheiro) assumiria essa função. Na fase de execução da obra, o responsável pela gestão da obra deve coordenar a equipe de projetistas. Desta forma, o time de projeto seria caracterizado por uma relação mais horizontal e menos hierárquica. Com o

acúmulo de funções, o coordenador acaba relegando para segundo plano a gestão do processo de projeto e perpetuando práticas obsoletas (MANZIONE E MELHADO, 2007).

Formoso *et al* (2006) recomendam que o planejamento do empreendimento seja dividido em planos de acordo com o nível em que a tomada de decisão é realizada (longo, médio e curto prazo). Os autores citam também que a tomada de decisão seja desta forma segmentada, para facilitar a coordenação do processo. Portanto, sugere-se que a definição das metas de projeto e produção sejam estabelecidas em conjunto, levando-se em conta a capacidade de produção das equipes de projeto e de execução no atendimento das demandas. Estas metas também servirão de guia para o controle ao longo do processo de desenvolvimento e execução do produto imobiliário.

No trabalho de Codinhoto (2003), o autor observou que as restrições à execução das tarefas planejadas, em geral, constituíam-se informações de projetos não elaborados. Daí, este o autor recomenda, como possibilidade de melhoria na gestão do projeto, o planejamento de médio e curto prazo de projeto realizado de forma integrada. Abaixo, lista-se os treze princípios do sistema de desenvolvimento de produtos da Toyota:

Processos:

1. Identificar o valor definido pelo cliente para separar valor agregado do desperdício;
2. Concentrar esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar integralmente soluções alternativas, enquanto existe máxima flexibilidade de projeto;
3. Criar um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto;
4. Utilizar padronização rigorosa para reduzir variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis;

Pessoal Habilitado:

5. Desenvolver um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento de produto do início ao fim;
6. Organizar, para balancear a competência funcional com a integração multifuncional;
7. Desenvolver competência técnica superior em todos os engenheiros;
8. Integrar plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto;
9. Consolidar o aprendizado e a melhoria contínua;
10. Construir uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta;

Ferramentas e Tecnologia:

11. Adaptar a tecnologia ao pessoal e ao processo;
12. Alinhar a organização mediante comunicação simples e visual;

13. Usar ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional surgem vários problemas durante a concepção, execução e entrega, exigindo mudanças no projeto (iteração negativa).

No próximo tópico, será abordado o PDP imobiliário considerando o âmbito do mercado de Fortaleza e seus principais agentes.

2.8 O PDP e o Mercado Imobiliário em Fortaleza

Segundo o SINDUSCON-CE *apud* Cruz Rufino (2012), 12% das construtoras em 2001 detinham 58% do total de unidades ofertadas no mercado de Fortaleza. Além disso, 64% das construtoras possuíam apenas um empreendimento na fase de execução. Embora houvesse pulverização da produção entre um grande número de empresas, já se percebia uma concentração na oferta, demonstrando a existência empresas de porte maior (CRUZ RUFINO, 2012).

Em pesquisa sobre o mercado imobiliário em Fortaleza, Cruz Rufino (2012) identificou quatro etapas fundamentais adotadas pelas empresas na realização de uma operação imobiliária (PDP): (1) a aquisição do terreno, (2) a concepção do empreendimento, (3) a construção e (4) a comercialização. Segundo a referida autora, fica evidente a influência e o protagonismo da empresa de incorporação na organização dos agentes e a hierarquia entre os mesmos.

As empresas utilizam da sua experiência e conhecimento para formatação do produto que será lançado, e raramente realizam uma pesquisa de mercado. Segundo Souza e Oliveira (2009) *apud* Avila (2010), a pesquisa de mercado indica a viabilidade do empreendimento para o mercado, diferentemente da viabilidade financeira. Esta etapa trata-se de um pré-requisito para definição do produto imobiliário, principalmente como forma de direcionar a aquisição de terrenos (FONTENELLE, 2002). O preço de venda é identificado a partir destas pesquisas, mostrando a capacidade de endividamento dos compradores e os diferenciais dos empreendimentos que os clientes estariam dispostos a pagar (CRUZ RUFINO, 2012).

A captação do terreno ocorre de diversas formas e arranjos contratuais, tais como compra e permuta, ou negociação com investidores. Após a aquisição do terreno, as incorporadoras iniciam a concepção do empreendimento. A realidade do mercado em Fortaleza aponta para certa padronização das unidades habitacionais, onde os elementos diferenciais relacionam-se à valorização das áreas comuns (CRUZ RUFINO, 2012).

Para Nobre (2005), há a real necessidade do envolvimento de diversas áreas de conhecimento no PDP através de uma abordagem interdisciplinar a fim de garantir métodos sistemáticos de projeto, tendo em vista a falta de qualidade observada no processo de desenvolvimento de produto da construção civil.

Coordenada pela lógica da incorporação, participam da fase de concepção do empreendimento imobiliário os profissionais que detêm o conhecimento do mercado imobiliário, tais como profissionais de marketing, corretores imobiliários e investidores, além dos projetistas de arquitetura, ambientação e paisagismo (CRUZ RUFINO, 2012). Percebe-se, então, um distanciamento da visão de projeto, na qual construtores e arquitetos eram os únicos responsáveis pela concepção. Neste sentido, a concepção do empreendimento compreende o desenvolvimento de uma dimensão mais ampla, distanciando-se de uma visão única e restrita ao projeto arquitetônico (CRUZ RUFINO, 2012).

Segundo Mourão *et al* (2007), as grandes empresas de construção em Fortaleza procuraram adotar, a partir da década de 1990, procedimentos de qualidade na busca de certificações, sem alcançar êxito na melhora das condições de produtividade. Então, as empresas passaram a desenvolver iniciativas de aprimoramento da gestão da produção, buscando a padronização das atividades e dos serviços, como também a resolução de problemas com a cadeia de suprimentos, os quais eram apontados como grandes entraves do processo produtivo.

As construtoras locais passaram, então, a buscar parcerias para o desenvolvimento de pesquisas para promoção de inovações, no qual se destaca o Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVACON), criado em 1998 a partir de uma articulação entre as empresas, as universidades e o Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), com ênfase no aprimoramento dos processos de produção e qualidade. A construção enxuta chegou a Fortaleza a partir do CONENX (Seminário Internacional sobre Construção Enxuta), em 2004.

Devido ao isolamento geográfico de Fortaleza e, conseqüentemente, às dificuldades de aquisição de vários insumos da construção, foi criada em 1997 a Cooperativa da Construção Civil do Ceará (COOPERCON) visando à compra conjunta para construtoras concorrentes (CRUZ RUFINO, 2012). Tida como diferencial do setor imobiliário de Fortaleza nas negociações para aquisição de materiais, a cooperativa recebe 2% das negociações dos

contratos que resultam em economia de 15% a 20% para as construtoras na aquisição de elevadores, cimento, portas, cerâmicas e esquadrias de alumínio¹⁰.

Por fim, quanto ao processo de projeto do empreendimento imobiliário, encontra-se no trabalho de Da Silveira *et al* (2002), a partir de entrevistas realizadas com engenheiros de obra de uma empresa de construção em Fortaleza, problemas relativos às deficiências de projetos. Os principais problemas detectados foram: atraso na entrega do projeto executivo; falta de detalhamentos; a não compatibilização entre os projetos, inclusive entre aqueles desenvolvidos dentro de um mesmo escritório; análise crítica dos projetos negligenciada pelo contratante; e ausência de alguns projetos que auxiliariam na execução da obra, tais como impermeabilização e fachada. Estas deficiências geram, por exemplo, retrabalhos, pedidos de compra com erros e atrasos na execução da obra.

2.9 Lean Project Delivery System

O *Lean Project Delivery System* (LPDS) é um modelo estrutural desenvolvido por Ballard (2000) para guiar a implementação integrada do pensamento enxuto na indústria da construção de forma holística (Figura 11). Assim, o LPDS deve ser sistematicamente aplicado a todas as fases do empreendimento (BALLARD, 2000). Uma melhor execução da obra pode acontecer sem ocorrer necessariamente o aumento do custo da obra ou redução dos requisitos que geram valor para o cliente.

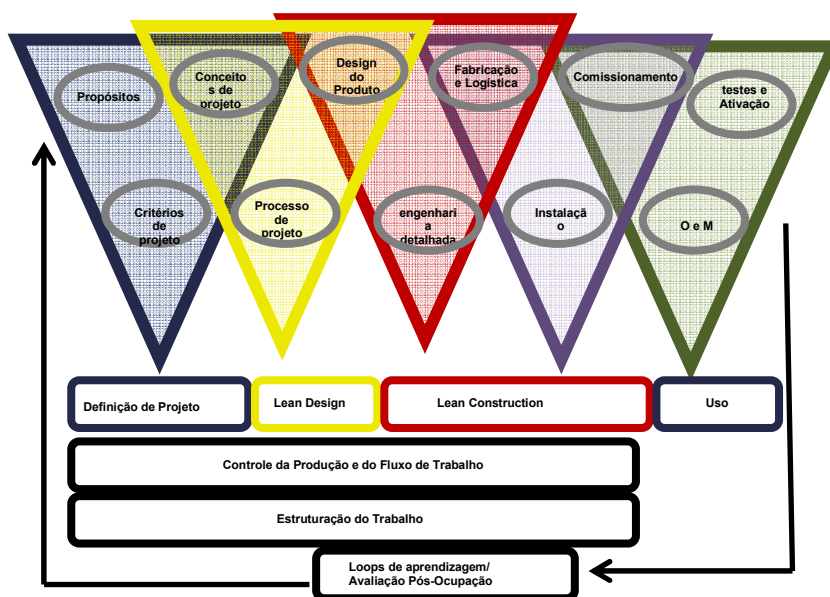


Figura 11: *Lean Project Delivery System* (Ballard, 2000 adaptado).

¹⁰ Fonte: anuário da construção e infraestrutura sustentável, 2010-2011

Através do LPDS proposto por Ballard (2000), o processo de projeto é representado como um alinhamento de fins, meios e restrições. A estabilização do fluxo de trabalho exige o alinhamento impecável de toda a cadeia de tal forma que haja a maximização de valor e a minimização de desperdícios que é obtido através dos requisitos do cliente e as restrições sobre os meios para atingir os seus fins. Acrescenta-se que no início de cada fase do projeto, fins, meios e restrições são analisados em um esforço para manter o alinhamento ao longo do processo (BALLARD, 2008).

O modelo promove um maior grau de colaboração entre as partes envolvidas no projeto e um *feedback* do cliente. Ballard (2008), também, não remove completamente a divisão de fases, mas propõe uma transição mais suave entre as fases como uma mudança dentro da filosofia enxuta (KAMEDULA, 2009). No LPDS é assumido que o trabalho de toda a equipe do empreendimento deve trabalhar de forma colaborativa para se alcançar o que se pretende. Consequentemente, é necessário ter pleno conhecimento do escopo do projeto e suas limitações (custo, prazo, regulamentos e outros), e estudar as alternativas possíveis (Ballard, 2008).

Este modelo tira o máximo partido da colaboração entre as partes e desafia os processos contratuais e as estruturas tradicionais da indústria. Isto exige novas formas de comportamento e de pensamento das equipes de projeto e, portanto, mudanças na estrutura e cultura (Ballard, 2008) além do desenvolvimento de confiança entre os envolvidos. Entretanto, o sistema continua em desenvolvimento e apenas algumas ferramentas foram bem investigadas, como por exemplo, o *Last Planner System*. O LPDS não ofereceu ainda uma metodologia completa para aplicação uma prática (JØRGENSEN, 2006).

Isto nos leva a um modelo que extrapola a divisão tradicional em fases do processo de desenvolvimento do produto na construção civil. Elaborar um projeto utilizando o conceito "Lean" inclui a incorporação de diferentes ferramentas ou métodos de trabalho, que são pensados para aumentar a produtividade e/ou a qualidade do projeto. Algumas das ferramentas que poderiam ser inovadoras na indústria da construção são o *Integrated Project Delivery* (IPD) e *Building Information Modeling* (BIM) (KAMEDULA, 2009).

Rischmoller *et al* (2006) *apud* Nascimento *et al* (2012) citam que o uso das *Computer Advanced Visualization Tools* – CAVT (ferramentas computacionais avançadas de visualização) – juntamente com os princípios do pensamento enxuto combatem desperdícios no processo de projeto como a não observação aos requisitos dos clientes; falta de

coordenação interdisciplinar e indisponibilidade de informações (NASCIMENTO *et al*, 2012). Estes dois conceitos ainda não foram implementados na maioria da indústria da construção ainda. O que seria interessante explorar é se esses conceitos tornam o processo de trabalho mais eficiente e as vantagens e desvantagens no uso de tais métodos (KAMEDULA, 2009).

2.10 Building Information Modeling - BIM

Durante o processo de projeto, informações são geradas e aplicadas gerando um modelo abstrato que pode ser um conjunto de desenhos em CAD (*computer aided design ou drafting*) ou um modelo BIM (*building information modeling*) (MANZIONE, 2013). O impacto dos sistemas CAD (baseado em vetores) no processo de projeto foi reduzido, comparando-se a uma prancheta de desenho virtual, em virtude do poder de processamento limitado dos primeiros computadores para a enorme quantidade e complexidade das atividades envolvidas no projeto de produtos (CELANI, 2003).

O BIM é o desenvolvimento e uso de uma modelagem computacional (ver Figura 12) para simulação da construção e operação de um empreendimento (NASCIMENTO *et al*, 2012). Essa nova tecnologia, diferente dos sistemas CAD, não se trata apenas de a uma forma de representação, que ocorre posteriormente às atividades de criação. Trata-se de uma modelagem paramétrica, caracterizada pela interoperabilidade, que inclui processos, ferramentas e tecnologias, visando à eficiência, o planejamento, a construção e, posteriormente, a operação de uma edificação (EASTMAN *et al*, 2008).

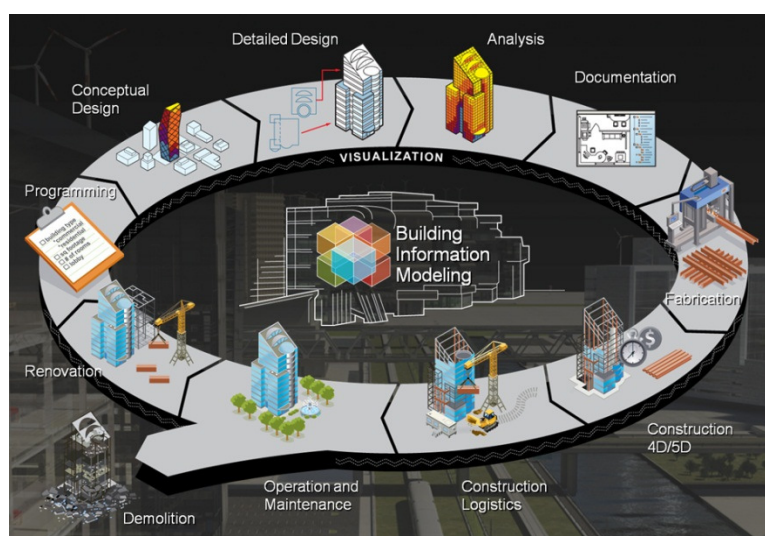


Figura 12: Representação esquemática de como o modelo BIM pode ser utilizado nas diversas etapas do ciclo de vida da edificação. Fonte: <http://buildipedia.com/in-studio/design-technology/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>

Apesar dos claros potenciais, a implantação do BIM também traz novos desafios à medida que modifica a própria dinâmica de projetar (ROMCY, 2012). Desta forma, para uma melhor compreensão das oportunidades e desafios gerados no processo de implantação do BIM, Succar (2009) propôs cinco estágios de implantação do BIM que podem ser verificados através da Figura 13.

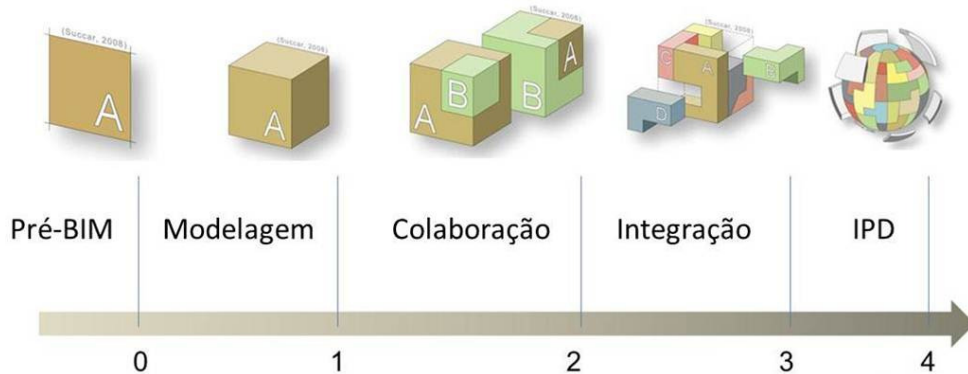


Figura 13: Estágios de evolução do BIM segundo Succar (2009). Fonte: <http://www.coordenar.com.br/estagios-de-evolucao-do-bim/>

O Estágio zero é baseado em desenhos CAD 2D, com possibilidade de visualizações em 3D. Contudo, sem integração entre os diferentes documentos adotando práticas de trabalho não colaborativas, cujo processo de projeto é sequencial e assíncrono. No estágio um, acontece a modelagem individual das disciplinas havendo a compatibilização de projetos, visualizações 3D e levantamento simples de quantitativos, porém o processo de trabalho continua a ocorrer de forma não colaborativa.

Já no estágio dois, tendo os projetistas adquirido habilidade na modelagem de suas especialidades, dão início ao processo de colaboração entre disciplinas através da troca de arquivos (IFC) em formatos adequados entre softwares BIM. Segundo Manzione (2013), esse processo colaborativo pode ocorrer dentro de uma ou duas fases do ciclo de vida do edifício. O referido autor cita, como exemplo, a troca entre modelos de disciplinas de projeto, a troca entre disciplina de projeto e modelos de fabricação, ou a troca entre projeto e sistemas de operação. Alguns documentos tradicionais passam a ser eliminados a partir do momento em que a colaboração passa a ser diretamente nos modelos BIM. Há a necessidade de uma delimitação de responsabilidades maior o que exige mudanças nos contratos, porém a comunicação continua a ser assíncrona.

No estágio três, há a integração do projeto sendo caracterizado uma troca interdisciplinar de modelos, o que permite análises mais complexas do desempenho do

edifício. Nesse estágio os modelos são criados, compartilhados e mantidos de forma colaborativa através de todo o ciclo de vida do edifício. Além disso, as trocas são síncronas ocorrendo através do modelo BIM. Desta forma, ocasionam a superposição de fases do projeto, tendendo a um “processo sem fases”. A integração pode ocorrer com o uso de diversas tecnologias, tais como, computação em nuvem.

O último estágio, quarto, é a fase do IPD (*integrated project delivery*). Esse estágio caracteriza-se pela alteração das relações contratuais e baseia-se na efetiva colaboração entre todos os agentes envolvidos. De acordo com o *American Institute of Architects* (AIA), os princípios do IPD são: confiança e respeito mútuos; recompensas e benefícios mútuos; inovação e decisões feitas em conjunto; envolvimento de todos os agentes e definição dos objetivos no princípio do processo; planejamento intenso; comunicação aberta; tecnologia adequada; organização; e liderança.

O BIM surge como uma ferramenta básica para o desenvolvimento de projetos totalmente integrados durante todo o processo de desenvolvimento do produto. Contudo, esta ferramenta pode não obter sucesso total devido às barreiras departamentais e culturais (AIA, 2007). De acordo com Manzione (2013), ainda falta conhecimento sobre a integração da nova tecnologia na melhoria do processo de projeto e precisa ser adotado um novo paradigma para o trabalho colaborativo em projeto para incorporação da tecnologia BIM. Falta uma visão geral e uma compreensão abrangente de fatores não tecnológicos, tais como as relações e interdependências na intersecção entre a gestão do processo de projeto e o BIM.

Conforme já tratado no item 2.1, o processo de desenvolvimento de um projeto é cíclico e interativo. No caso do BIM, além da coordenação do processo de projeto, devem ocorrer, de maneira simultânea, a coordenação do desenvolvimento do modelo BIM e a relação entre os diferentes modelos BIM (MANZIONE, 2013). Cada disciplina desenvolve seu modelo em softwares específicos, que muitas vezes não são integrados, isto exige que os demais projetistas transformem as informações para formatos compatíveis entre si. Nesta ação, pode haver perdas de informações e na disseminação do valor na cadeia de desenvolvimento (NASCIMENTO *et al*, 2012).

Ainda sobre a questão do parágrafo anterior, existem diferentes visões do modelo que podem ser desenvolvidas buscando atender às necessidades de informação de cada agente. Por exemplo, o modelo do projeto de cálculo estrutural pode ser concebido com seus pilares contínuos para a criação de pórticos, porém no modelo de construção esses pilares contínuos podem ser interrompidos para adequar o modelo à forma de execução da estrutura

do edifício do construtor, sequenciada pela sucessão de seus pavimentos (MANZIONE, 2013).

A implantação do BIM deve observar o contexto e as práticas de trabalho de cada organização, o que pode gerar adequações, durante ou após a implementação do processo de modelagem (MANZIONE *et al*, 2011). Para o mesmo autor, não existe ainda uma solução clara para a falta de uma metodologia padrão para a implantação de BIM. NASCIMENTO *et al* (2012) ressaltam que, ao se desconsiderar o contexto da organização, pode haver uma diminuição na transparência, aumentar a complexidade do processo ou gerar buscas por informações (movimentação). Isto reduz a simplicidade do processo e incrementa a quantidade de atividades que não agregam valor.

O envolvimento de profissionais com interesses, conhecimentos e habilidades diferentes no processo produtivo e em um determinado ambiente, pode concorrer para o surgimento de problemas de comunicação nas interfaces entre os envolvidos e também nas etapas do processo. A integração da informação e alinhamento com os objetivos da organização são, desta forma, indispensáveis (OLIVEIRA, 1999).

Para o projeto, a modelagem de informações contribui significativamente na geração de valor, pois oferece diversas facilidades aos projetistas, por exemplo, validação, resultando em projetos com maior qualidade técnica e num menor espaço de tempo (NASCIMENTO *et al*, 2012). O uso de ferramentas computacionais avançadas de visualização, juntamente com os princípios do pensamento enxuto, combatem desperdícios no processo de projeto, tais como, a não observação aos requisitos dos clientes, falta de coordenação interdisciplinar e indisponibilidade de informações (NASCIMENTO *et al*, 2012).

2.11 Modelagem do PDP e Processo de Projeto

Um modelo é uma simplificação da realidade e de um padrão de comportamento esperado de um sistema ou processo. Ao se criar um modelo inteligível, não se descreve plenamente o processo real, pois seria praticamente impossível de ser entendido. A modelagem de processos é um problema difícil e tende a ser infinito devido a quantidade de tarefas. Segundo Tzortzopoulos (1999), devido ao elevado número de informações envolvidas no processo de projeto e da sua complexidade, a utilização de fluxogramas é a opção mais adequada para sua representação.

Da mesma forma, Fontenelle (2002) destaca que qualquer esforço para melhoria da gestão do processo de projeto deve partir, pelo menos inicialmente, do mapeamento de um fluxo básico que atenda às necessidades e interesses de todos os intervenientes envolvidos do empreendimento em questão. Contudo, muitas vezes o processo não é repetitivo ou estruturado. Assim, destaca-se a dificuldade de se estabelecer um fluxo padrão de fases de desenvolvimento dos projetos em decorrência da própria variabilidade inerente à produção de edifícios (SALGADO, 2005). Portanto, um dos maiores desafios é criar um modelo que seja uma simplificação da realidade e ao mesmo tempo represente a variabilidade intrínseca ao estado de incerteza inerente ao processo de projeto. Assim, o modelo deve ser considerado uma referência e, portanto, precisa ser flexível para que se possa controlar e modificar (KAGIOGLOU *et al*, 2000). Contudo, esse modelo não deve ser muito genérico, dificultando o entendimento, transparência e eficácia, como também não deve ser muito detalhado, gerando excesso de documentação, tornando a implementação difícil. Ainda, deve ser respeitada a variabilidade intrínseca do processo de projeto (TZORTZOPOULOS, 1999).

Para um melhor planejamento do trabalho na fase de projeto, Orihuela *et al* 2011 e Oliveira e Melhado (2006) sugerem a identificação das diferentes tarefas que devem ser realizadas durante a etapa de definição e elaboração do projeto. Os diagramas de fluxo devem indicar a sequência completa de tarefas para a equipe de projeto. Trata-se, portanto, de um esboço geral do fluxo de atividades e suas relações de precedência e interdependência. Segundo Tzortzopoulos (1999), a equipe de projeto deve contribuir na confecção do fluxo geral do processo de projeto, bem como no planejamento das etapas, atividades e operações.

Para Tzortzopoulos (1999) deve haver uma definição clara das atividades do processo, em conjunto com a definição dos principais intervenientes envolvidos, bem como sua atuação em cada atividade, além do fluxo principal de informações.

No desenvolvimento de produtos, o ambiente da construção utiliza representações de fenômenos ou sistemas (modelagem), com a intenção de prever o seu comportamento e compreender melhor a sua natureza (NASCIMENTO *et al*, 2012). A modelagem permite a identificação de problemas e soluções com maior precisão e agilidade (SHIGAKI *et al*, 2012). Além disso, os processos são considerados, atualmente, recursos intelectuais estratégicos (COSTA e POLITANO, 2008). A modelagem torna mais fácil a compreensão da complexidade inerente aos processos de desenvolvimento de produto e tomada de decisão (SHIGAKI *et al*, 2012). Acrescenta-se o fato de que por tratar-se de uma ferramenta gráfica, a compreensão do modelo torna-se mais fácil por parte dos projetistas.

Porém, já foi tratado no item 2.1 que o processo de projeto é frequentemente mal definido, iterativo, e usualmente contém ciclos de projeto que não podem ser efetivamente modelados utilizando técnicas de planejamento sequencial (Mitchell *et al* (2011)). Assim, existe uma restrição na determinação do sequenciamento mais adequado das atividades de projeto logo no início de um empreendimento de construção, tendo em vista a forte dependência nas decisões de projeto que deve ser tomadas (KOSKELA *et al*, 1997). Para Tzortzopoulos *et al.* (1999), a definição antecipada de uma lista detalhada dos pacotes de trabalho torna-se muito difícil devido a esta incerteza, inclusive para coleta das informações para análise das restrições, requisito fundamental para o uso efetivo dos planos de médio prazo.

Um fluxograma geral do processo deve ser montado inicialmente, com uma subdivisão hierárquica do processo, diferenciando as etapas das atividades do processo, melhorando assim a transparência do modelo. Estes não devem ser demasiadamente longos, pois se corre o risco de que percam sua eficácia, portanto é necessária a elaboração de fluxogramas específicos para detalhamento do mapa geral, e nestes ser detalhado as relações entre as atividades (TZORTZOPOULOS, 1999).

Emmitt (2007) *apud* El Reifi *et al* (2013) destacou a importância de mapear e compreender os fluxos de informação dentro do processo de gestão de projeto, e entender o desperdício associado dentro deste contexto. De acordo com Tribelsky e Sacks (2011) *apud* El Reifi *et al* (2013) a informação é matéria-prima do projetista e os resultados do projeto são imprevisíveis, devido ao fluxo de informações instável. Fluxo ineficiente de informações resulta em alguns tipos de resíduos, tais como espera (de informações, por exemplo) e retrabalho (quando a informação torna-se disponível).

Por fim, destaca-se que modelar é diferente de mapear um processo, uma vez que este tem a intenção de ajudar a melhorá-lo. A ferramenta *lean* MFV (mapeamento do fluxo de valor) é de baixa tecnologia e ajuda a enxergar e eliminar os desperdícios, que podem ser difíceis de encontrar (MORGAN e LIKER, 2008).

Considerando a complexidade de informações e interações do processo de projeto de edificações e a realidade organizacional e de tecnologia da informação em empresas de construção, é necessário o desenvolvimento de um modelo simplificado e transparente para um melhor planejamento e controle do processo de projeto. Para Cordeiro (2003), um modelo complexo poderia consumir tempo excessivo e dificultar a sua implementação e manutenção.

2.12 Mapeamento do Fluxo de Valor

Seja na manufatura ou adaptado para o PDP, o MFV é uma prática que tem sido usado como passo inicial para visualizar o processo e a equipe se familiarizar com o processo. O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta *lean* essencial para enxergar e compreender o fluxo produtivo com foco em viabilizar a identificação das fontes de desperdícios, tais como, produtos em espera e estoques que se acumulam, retrabalho, informações que se perdem no processo, atividades que não agregam valor, e perdas com os trabalhos não necessários realizados, além da identificação de oportunidades de melhoria (ROTHER e SHOOK, 1999).

A metodologia do MFV exige o desenvolvimento de um plano de implantação, que acompanha as ações de migração do estado atual para o estado futuro/ ideal. Assim, os mapas ajudam as organizações em dois objetivos básicos: analisar e eliminar as atividades que geram desperdício. Com o MFV é possível melhorar o fluxo de informação no processo de projeto, através da sugestão de métodos alternativos para controlar o fluxo. Esta ferramenta cria uma base para incentivos e ações futuras de geração de valor. (FREIRE e ALARCÓN, 2002).

Utilizando uma linguagem gráfica padronizada (ROTHER e SHOOK, 1999), o processo produtivo de projeto é mapeado em todas suas fases, deixando claro quais atividades agregam valor e aquelas que não geram valor (na visão do cliente). Desta forma, propicia uma visão mais clara dos fluxos de materiais e de informações e que facilita a tomada de decisões. Ressalta-se que no caso de projeto, as atividades do fluxo de informações é o principal fluxo a ser mapeado.

Dentre as vantagens apresentadas pelo emprego do MFV, destacam-se as apontadas por ROTHER e SHOOK (1999): a possibilidade de se enxergar o todo e não partes isoladas do processo; acompanhar produtos, documentos e informações ao longo do tempo em diferentes departamentos e organizações; a visibilidade simultânea dos fluxos de materiais e informações; visualização de indicadores tais como tempo de atravessamento, percentual de agregação de valor, tamanho dos lotes e tempo de ciclo para realização das atividades, dentre outros.

Womack (2006) divide o processo de MFV em alguns passos. O primeiro passo, para qualquer trabalho de mapeamento, é focar em uma família de produtos. No presente estudo, as famílias são representadas pelas disciplinas de projeto. O passo seguinte é mapear o estado atual do fluxo de valor. A obtenção do estado atual certo é crítico, porque ao mapa de

fluxo de valor futuro, onde se prevê as melhorias no fluxo, é elaborado a partir da identificação precisa dos problemas durante MFV atual (ROTHER e SHOOK, 1999). Trata-se de um desafio, tendo em vista que se deve ser criterioso na coleta de dados e a equipe pesquisada está, normalmente, dedicada ao trabalho tendendo a relacionar os problemas com anormalidades do sistema (WOMACK, 2006).

Inicialmente, para desenhar o mapa de fluxo futuro é impositivo verificar se cada estágio do fluxo está realmente criando valor. Retrabalhos e estoques não agregam valor para o cliente, devendo ser eliminados sempre que possível (ROTHER e SHOOK, 1999). Em seguida, propõe-se transformação do fluxo de valor em um fluxo contínuo. Por fim, devem-se criar condições para fazer a produção puxada. Onde não for possível manter um fluxo contínuo, utilizam-se técnicas *lean*, tais como, supermercados para regular o fluxo.

Para mensuração dos tempos de realização das atividades que compõem o *lead time* do processo mapeado, utilizam-se métricas como, tempo de realização da atividade (TRA) e tempo de permanência (TP).

Dos Reis e Picchi (2003) conceituam o tempo de permanência (TP) como o tempo de atravessamento da informação entre a entrada e a saída em determinado processo. Soma-se ao TP o tempo em que a informação fica esperando em filas (estoques) ou sendo em atividades que não agregam valor. A soma de todos os TP é o *lead time* do processo total. O tempo de realização da atividade (TRA), segundo os mesmo autores citados acima, é o tempo de realização efetiva de trabalho que transformam criando valor dentro do processo, sendo, portanto menor ou igual ao TP.

Tapping e Shuker (2002) propõem adaptações para a aplicação do MFV ao fluxo de informações. É neste fluxo que se concentra o fluxo de valor, no caso de projetos. Esse mapeamento inclui os volumes e tipos de informação e documentos que circulam pelo processo, a identificação das pessoas responsáveis pelas atividades, os tempos necessários para preparação e troca de documentos, além dos tempos em espera de cada atividade (KEYTE; LOCHER, 2004).

O método proposto por Tapping e Shuker (2002) sugere a adoção de oito passos: (1) comprometer-se com o *lean*; (2) escolher um fluxo de valor; (3) aprender sobre o *lean*; (4) mapear o estado atual; (5) identificar as métricas *lean*; (6) mapear o estado futuro; (7) criar planos de melhoria (kaizen); (8) implantar os planos de melhoria. Este trabalho consiste na aplicação dos passos 2, 4, 5 e 6 do método proposto por Tapping e Shuker (2002) em um ambiente de projeto formado por escritórios e incorporadora, semelhante à metodologia

adotada por Bisio (2011). A aposta-chave é que entendendo o fluxo de valor pode-se identificar e eliminar os desperdícios, melhorando os processos de produção.

Os coordenadores de projeto podem ajustar a capacidade produtiva, reduzindo o tempo ocioso dos recursos ou excesso de produção (BALLARD, 1999). Entretanto, para de Orihuela *et al* (2011), na fase de projeto, os recursos e as tarefas necessários para elaboração do projeto não tem sido bem definidos e o tempo de execução não é fácil de estimar. Como consequência, os processos de controle e programação são, em geral, informais ou simplesmente não são implantados (ROMANO, 2003).

Também, devido a grande variedade de empreendimentos, atividades e produtos desenvolvidos pelas empresas de projetos, o levantamento das horas trabalhadas de cada profissional alocado à equipe e prazos para a conclusão dos serviços é bastante complexa. Além disso, é importante frisar que os coeficientes de produtividade irão variar entre profissionais e entre as equipes principalmente porque este coeficiente depende do conhecimento e da capacitação de cada membro e da eficiente integração da equipe. Assim, pode-se afirmar, neste caso, que a equipe de projeto é extremamente complexa (Orihuela *et al* 2011).

Uma maior compreensão do processo de projeto e sua programação conduzirá à diminuição de perdas decorrentes de falhas na coordenação e gerenciamento do processo (PERALTA e TUBINO, 2002). Um ponto de partida para a integração entre projeto e execução é o conhecimento da evolução ótima do projeto alinhado com o planejamento da construção (PERALTA e TUBINO, 2002).

2.13 Lotes de Informação

Para Formoso *et al* (2006), na etapa de preparação do processo de planejamento de projeto é necessária a definição preliminar dos lotes de projeto a serem desenvolvidos. Segundo os autores, com esta definição é possível identificar as principais interdependências entre as diferentes disciplinas de projeto, aumentando a transparência além de contribuir com a redução da incerteza ao longo do planejamento do processo de projeto.

Sacks e Tribelski (2010) *apud* Manzione (2013) demonstraram que os problemas que caracterizam um fluxo pobre em sistemas de produção genéricos, tais como, longos tempos de ciclo, grandes tamanhos de lotes, grandes inventários de trabalho em processo, e gargalos no fluxo, podem ser identificados e medidos na etapa de projetos executivos.

Newbold (1998) *apud* Trescastro (2005) ressalta a importância do tamanho dos lotes de informação e também a forma como ocorre a transferência destes lotes de uma etapa à outra. Eventuais perdas devido à transferência de grandes lotes podem ser minimizadas se os lotes de informação transferidos tiverem menor tamanho. Por exemplo, o projeto de arquitetura de um edifício tratado como um lote do processo, a partir do qual desenhos de parte do projeto, ou lotes de transferência, podem ser entregues a outros projetistas (i.e. calculista) antes da conclusão do projeto como um todo.

No trabalho de Trescastro (2005), foram definidos lote¹¹ de projeto (por exemplo, documento formal de projeto, para aprovação em órgãos públicos ou para desenvolvimento de outro lote de projeto, por exemplo) e lote de informação (todas as comunicações entre os profissionais envolvidos no processo de projeto e que não envolvem a produção de documentos formais). Assim, um problema a ser resolvido pelas organizações é a definição de quais informações devem ser produzidas e coletadas e sua forma de integração (OLIVEIRA, 1999).

Formoso *et al* (2006) entendem que existem fatores determinantes para redução do tamanho dos lotes no planejamento de curto prazo tais como as interdependências entre as disciplinas de projeto e o aumento da complexidade dos empreendimentos. Hopp *et al* (1990) *apud* Koskela (2000) apontam a redução do tamanho dos lotes dentre as abordagens práticas diminuir o *lead time*, além da mudança das atividades sequenciais para simultâneas. A redução do *lead time* no projeto pode representar a redução em cancelamentos ou mudanças devido ao menor tempo disponível para o cliente solicitar alterações. Há ainda uma maior probabilidade de mudanças dos requisitos do cliente quanto mais longo for o desenvolvimento do projeto (NEWBOLD, 1988, *apud* TRESCASTRO, 2005).

Porém, em uma outra abordagem, a redução de *lead time* em projeto também pode contribuir com a perda de oportunidades de atender a requisitos do cliente, ou seja em agregar valor ao produto, principalmente aqueles que são captados ao longo do desenvolvimento do projeto (TRESCASTRO, 2005). A evolução das soluções propostas também geram novos requisitos ou restrições, bem como a exploração de novas oportunidades de negócios ou melhores sistemas tecnológicos, ou seja, itens que não haviam sido previstos no *brief* do projeto (LAWSON, 2011; EL REIFI *et al*, 2013).

¹¹ Na Teoria das Restrições, baseada no conceito *Optimized Production Technology*, são definidos os lotes de processamento (pode ser variável e não fixo) e lotes de transferência (é sempre uma fração do lote de processamento) (Corrêa e Corrêa 2011).

A Figura 14 apresenta um exemplo de dois tipos de fluxo de informações: o primeiro, da esquerda, demonstra a troca de informações de uma atividade A para uma atividade B de modo sequencial, ou seja, B aguarda finalização de A para iniciar, neste caso, as informações são enviadas em grandes lotes. No segundo caso, apresenta um fluxo dinâmico onde a comunicação entre A e B são realizadas antes que A esteja completamente concluída, neste caso, as informações são enviadas em lotes menores, acelerando a execução da atividade B, sem prejudicar a atividade A.



Figura 14: transferência de lotes de informação.

Tzortzopoulos (1999) apresenta em seu estudo uma sequência de setenta atividades/ operações, aproximadamente, que são distribuídas de forma ordenada entre sete etapas: planejamento e concepção do empreendimento; estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal de arquitetura, projeto executivo, acompanhamento da obra e acompanhamento do uso. O trabalho de Peralta (2002) distribui noventa e nove atividades/ operações em oito etapas, acrescentando o planejamento estratégico às etapas propostas por Tzortzopoulos (1999). Romano (2003) modela o processo de projeto com 335 atividades, e ainda subdivide em 1122 tarefas. Já o trabalho de Austin *et al* (1999) apresenta um modelo genérico com 600 atividades e 4.600 tipos de lotes de informações que são necessários na fase de projeto de edifícios.

2.14 Design Structure Matrix (DSM)

A DSM é uma matriz quadrada, onde $m = n$, utilizada para representar e analisar o fluxo de informações e atividades de um processo (RODRÍGUEZ, 2005). Também, clarifica as dependências das tarefas, na qual se pode avaliar a influência de cada atividade e a necessidade de coordenação entre elas (PERALTA e TUBINO, 2002). No caso de projeto, as atividades ou tarefas representam os lotes de informação.

A DSM permite uma visão global dos fluxos de informações de projeto e torna possível sua sistematização, através do ordenamento eficiente das tarefas e lotes de informação, observando-se suas inter-relações (CORDEIRO, 2003). Esta ferramenta

possibilita a representação de sistemas complexos através das interdependências, interações e interfaces entre os elementos do processo (PERALTA e TUBINO, 2002).

Para Koskela *et al* (1997), a DSM é uma ferramenta adequada para o planejamento e gerenciamento do processo de desenvolvimento de projeto do produto, uma vez que permite a análise do fluxo de informações. Assim, a DSM é uma ferramenta de análise de sistemas e, ao mesmo tempo, uma ferramenta de gerenciamento de projeto (CORDEIRO, 2003). Diversos autores demonstraram a aplicação da DSM em processo de projeto de edificações (HUOVILA *et al*, 1995, AUSTIN *et al*, 1997, TUHOLSKI e TOMMELEIN, 2009, PERALTA e TUBINO, 2002, BULLOCH e SULLIVAN, 2009, BONELLI e GUERRA, 2012).

A matriz contém uma lista de todas as atividades ou lotes de informação com suas relações de dependências. Desta forma, indica qual tarefa ou lote de informação é requerido para iniciar certa atividade e qual lote de informação é gerado como insumo para novas tarefas ou na finalização do produto. Cada cruzamento de uma coluna com uma linha da matriz representa uma dependência unidirecional entre duas atividades.

Cada atividade do projeto é anotada na DSM em uma linha, tendo uma coluna correspondente. As atividades ou tarefas são organizadas numa ordem cronológica nas linhas e colunas a partir do vértice superior esquerdo. Quando a marca está abaixo da diagonal central, a tarefa depende de uma atividade ou informação que já foram produzidas. Caso a marca esteja acima da diagonal central, a tarefa é dependente de uma atividade ou informação que ainda não foi produzida. O cruzamento de uma linha X com uma coluna Y indica uma dependência unidirecional entre duas atividades. Contudo, a marcação simples (“X” para indicar dependência e célula vazia, quando não há dependência) não acrescenta nenhuma informação acerca da natureza da interação (CORDEIRO, 2003).

Deve ser analisada a possibilidade de as atividades serem relocadas de modo que todas as marcas fiquem abaixo da diagonal central. Caso não seja possível, procura-se reordenar de forma que a marca fique próxima da diagonal, reduzindo os ciclos iterativos. O cruzamento das linhas com as colunas revela, nas linhas, as entradas (insumos) e, nas colunas, as saídas (produto de uma atividade ou lote de informação) necessárias para a realização da tarefa.

Uma marca na DSM abaixo da diagonal central indica a dependência da tarefa da linha de uma tarefa da coluna que já foi realizada. Uma marca acima da diagonal central representa a dependência da tarefa da linha de uma tarefa da coluna que ainda não foi

executada. Analisando o exemplo da Figura 15, identifica-se que para a realização da atividade D é necessário finalizar as atividades A e B. Portanto, a atividade D receberá informações das atividades A e B. Por sua vez, a atividade D após concluída fornecerá informações para a atividade B. Na literatura, é possível encontrar orientações de marcação de forma contrária, porém este trabalho irá utilizar a marcação conforme descrito acima.

	A	B	C	D	E
Atividade A			X		
Atividade B				X	
Atividade C		X			
Atividade D	X	X			
Atividade E			X		

Figura 15: Exemplo de Design Structure Matrix. Fonte: adaptado de The MIT Design Structure Matrix.

Para as atividades que não estão abaixo da diagonal central, podem-se estimar as informações que faltam para serem verificadas posteriormente, contudo esse processo não é eficiente pois caso não se confirme a estimativa haverá revisões e retrabalhos das atividades dependentes. A eliminação das estimativas ou a redução das mesmas pode ser alcançada através do reordenamento da matriz de forma que as marcas fiquem abaixo da diagonal central ou o mais próximo possível (ver Figura 16).

	B	C	A	D	E
Atividade B				X	
Atividade C	X				
Atividade A		X			
Atividade D	X		X		
Atividade E		X			

Figura 16: Exemplo de Design Structure Matrix, após o reordenamento. Fonte: adaptado de The MIT Design Structure Matrix.

A partir do reordenamento da matriz, é possível estabelecer um cronograma com o sequenciamento adequado do projeto quanto ao prazo e execução das atividades (RODRÍGUEZ, 2005). Nos estágios iniciais do projeto, pode ser difícil estabelecer uma

ordem ótima de atividades, tendo em vista que este sequenciamento depende de decisões de projeto a serem tomadas. Rodríguez (2005) cita como exemplo a definição do sistema estrutural que, por sua vez, vai determinar o ordenamento das atividades de projeto. No caso de empreendimentos imobiliários, questões financeiras tais como a capitalização do empreendimento também irá influenciar no ordenamento da matriz.

Os tipos de dados que serão representados na DSM desta pesquisa referem-se à base de atividades de projeto, suas relações de entrada e saída, programação do projeto, sequenciamento das atividades e redução dos tempos de ciclos iterativos. Existem três tipos de interações entre os elementos de um determinado sistema, conforme Figura 17.

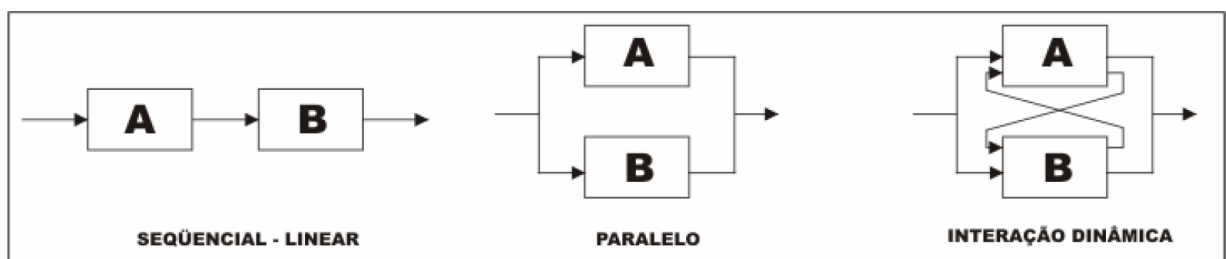


Figura 17: tipos de relações dos dados.

Numa matriz DSM, as relações sequencial ou linear, paralelo ou simultânea, e interação dinâmica, podem ser representados conforme Figura 18.

Relacionamento	Seqüencial		Paralelo		Interação Dinâmica	
	A	B	A	B	A	B
Representação						
DSM						
	A		A		A	X
	B	X	B		B	X

Figura 18: tipos de relações dos dados.

Em projetos complexos, há um grande número de dependências, necessidade de interface gráfica e interface entre a modelagem do projeto e a execução da obra. Adota-se a DSM para auxiliar a tarefa de mapeamento do modelo de processo de projeto das empresas dos estudos de caso, bem como, para análise das dependências e interdependências das atividades de projeto.

Contudo, muitas atividades não precisam limitar-se ao tipo de relacionamento término-início. Em certos casos, as tarefas podem ser simultâneas e produzir informações por lotes, conforme visto no 2.13. Sob outra perspectiva, a duração de uma atividade pode se sobrepor a diagonal principal. Ainda, atividades que podem ser executadas em paralelo podem ser atrasadas devido às restrições de recursos.

A aplicação da DSM seguiu os passos propostos por Cordeiro (2003): (1) definir o sistema e seu escopo; (2) listar todos os elementos do sistema; (3) estudo do fluxo de informações entre os elementos do sistema; (4) construção da matriz para representar o fluxo de informações; (5) validação da matriz pelos intervenientes para uso e comentários.

Uma das metas da DSM é auxiliar a organização a entender melhor o processo de projeto, onde a sua visualização antes do início dos trabalhos e aplicação na etapa de desenvolvimento do produto contribui para melhoria do processo (CORDEIRO, 2003). Entretanto, o uso da ferramenta pelas empresas não será realizado nesta pesquisa, e sim uma análise do sistema de desenvolvimento de produtos imobiliários na etapa de projeto.

Segundo Ford (1995), existem limitações na aplicação da DSM, a saber: (1) capacidade limitada de apresentar uma escala de tempo e suas durações; (2) compatibilidade limitada com métodos de programação baseados em redes. A DSM assume que as dependências entre as fases são fixas e não identifica as atividades que não agregam valor.

2.15 Business Process Model and Notation (BPMN)

Na visão tradicional, em que projeto deve ser concluído antes da construção (*design-bid-build*), o gerenciamento do projeto é voltado para a gestão das atividades dos projetistas e a produção de documentos de projeto para o cliente (ANDERSEN *et al*, 2005).

Nesta visão tradicional, o projeto segue através de uma progressão linear e a comunicação entre as partes envolvidas é restrita durante as fases (Figura 19). A comunicação ocorre durante uma tarefa ou processo apenas quando os problemas são encontrados, por exemplo, quando os desenhos produzidos não são suficientes para realizar a construção. Esta é a chamada requisição de informações (RDI), que é algo a ser evitado, pois atrasa a conclusão de um empreendimento, tornando-o possivelmente mais caro (KAMEDULA, 2009).



Figura 19: Processo tradicional de projeto.









O modelo tradicional tem a vantagem de fácil entendimento, porém não há retroalimentação do processo ou correta comunicação entre as partes e, por isso, não há aprendizado o que torna difícil determinar se os requisitos do cliente foram atendidos (KAMEDULA, 2009). Na visão do *lean design* há a necessidade do aprendizado contínuo ao

longo do processo, o que não ocorre no modelo tradicional. Segundo Ballard (1999), o projeto pode ser entendido como um tipo de produção e, por isso, requer planejamento e controle. O gerenciamento do processo de projeto é uma cadeia de atividades, mas há a necessidade de permitir ciclos (ver item 2.1) dentro do processo para permitir uma nova visão e evolução das diferentes propostas e alternativas (EL REIFI *et al*, 2013).

Para Amarilla (2013) a definição de processo na visão do *Business Process Management* (BPM) trata-se de um processo de negócio que estabelece uma sequência e atividades que ao serem executadas transforma insumos em um resultado com valor agregado. Em cada processo, existe uma entrada, uma transformação (conversão) e o resultado desta transformação que chamamos de produto.

A modelagem de processos de negócios é usada para facilitar a comunicação de uma grande variedade de informação para diferentes públicos, facilitando o gerenciamento e controles de fluxo do processo. BPMN define um diagrama de processo de negócio criando modelos gráficos através de mecanismos simples (ver Tabela 2). Ao mesmo tempo, é capaz de lidar com a complexidade inerente aos processos de negócios. O *Business Process Model and Notation* (BPMN) permite criar muitos tipos de modelagem em diferentes níveis, tais como, segmentos de processo ou processos de negócios de ponta a ponta (WHITE, 2004). Ao mesmo tempo, é capaz de lidar com a complexidade inerente aos processos de negócios (FISHER, 2004).

Tabela 2: Legenda BPMN

Um evento é algo que ocorre durante um processo de negócio	
Atividade são tarefas realizadas em um processo de negócio.	
Direcionadores representados por losangos, são elementos de modelagem utilizados para controlar como os Fluxos de Sequência interagem em um processo.	
Fluxo de sequência é utilizado para mostrar a ordem das atividades de um processo.	
Uma associação é utilizada para associar dados, informações ou artefatos com os respectivos Objetos de Fluxo.	
Uma piscina (Pool) representa um processo composto por uma série de atividades que são realizadas unicamente dentro de uma empresa.	
Raias (Lanes) uma sub-partição dentro de uma piscina e se estende por todo o comprimento desta, verticalmente ou horizontalmente. Os objetos do tipo raias são utilizados para separar as atividades associadas para uma função e papel específico.	
Objeto de dados mecanismos para ilustrar como os dados são requeridos ou produzidos pelas atividades.	

Esta notação foi selecionada tendo em vista a capacidade de representar os *loopings* e interações de projeto, por isso, atende ao objetivo de facilitar a transparência. Existem vários métodos disponíveis para modelagem de processos. A ferramenta denominada BPMN, através do software Bizagi, foi adotada para modelar e analisar o fluxo de informações ao longo da elaboração de projetos residenciais. Com a modelagem BPM, este trabalho não se propõe a atender todas as necessidades de informação das organizações, mas fornecer um entendimento do fluxo e das informações requeridas para o gerenciamento do processo de projeto. Isto será possível uma vez que o modelo explicita a lógica de organização e a forma do processo de trabalho das empresas, de forma integrada.

3 MÉTODO

Neste capítulo, será apresentado o método de pesquisa utilizado para realização desse trabalho, de forma a garantir procedimentos adequados para que os objetivos sejam atingidos. Apresentam-se a estratégia de pesquisa, delineamento da pesquisa e, por fim, os métodos de coleta e análise, bem como a descrição das etapas. Após a coleta e análise dos dados, foram elaboradas as diretrizes para PDP imobiliário enxuto. Ressalva-se que a pesquisadora atuou como observadora nos casos investigados.

Deve-se destacar que, devido à grande duração PDP dos casos estudados, a pesquisa se deu em determinadas etapas do processo de desenvolvimento de produtos imobiliários, notadamente no desenvolvimento do projeto, dentro do período de tempo determinado para a elaboração da dissertação. As duas empresas pesquisadas firmaram parceria para a realização do estudo no período de janeiro de 2013 a outubro de 2014, quando da finalização da pesquisa. A etapa de identificação do problema durou cerca de 06 meses, onde a pesquisadora visitou as organizações quinzenalmente, adequando-se ao ritmo do andamento dos projetos.

3.1 Estratégia, Tipo e Critérios da Pesquisa

O paradigma adotado, fenomenológico, foi determinado pelo problema de pesquisa que envolve a proposição de diretrizes para o processo de gestão de projeto de empreendimentos imobiliários, ou seja, evento característico da vida real. Esse paradigma converge com o trabalho realizado à medida que propõe uma interpretação social de mundo e o exame das percepções dos agentes (suposição ontológica); minimiza a distância entre o pesquisador e o que está sendo pesquisado (suposição epistemológica); utiliza de métodos diferentes de coleta e análise dos dados para percepções diversas dos fenômenos e consequente compreensão da situação.

A pesquisa se alinha ao pressuposto não-positivista. Para Meredith (1998), a pesquisa racionalista tem como característica principal a crença que o fenômeno estudado existe a despeito das concepções do pesquisador e do contexto da pesquisa. Os fatos existem independentemente da teoria utilizada para explicá-los.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa na medida em que onde há uma proximidade entre o pesquisador e o objeto a ser investigado, além de muitas variáveis e uma coleta de

dados detalhada. É uma pesquisa de natureza aplicada tendo em vista a sua finalidade prática e a motivação em resolver problemas reais.

Além disso, este trabalho possui um caráter sócio-técnico que implica a abordagem de dois temas, a saber: (1) conhecimentos tecnológicos e técnicos envolvidos nos projetos e nos processos produtivos da construção civil; e (2) aos critérios de natureza social e cultural que pautam as inter-relações entre os diversos agentes envolvidos no processo de produção de edifícios, principalmente ao que tange a comunicação no projeto.

A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso múltiplo. Segundo Yin (2001), o estudo de caso se aplica quando são colocadas questões do tipo “como” e “por que”; quando o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos; e quando o foco se dá sobre fenômenos contemporâneos dentro de um contexto da vida real, preservando as características dos eventos. O estudo de caso procura esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões, os motivos e como foram implementadas e quais foram seus resultados.

Quanto ao tipo de pesquisa, em relação aos seus objetivos, é considerada exploratório-descritiva à medida que buscou investigar situações nas quais o fenômeno que foi avaliado não apresentava um conjunto claro e simples de resultados. Como enfatiza Gil (2008), o caráter exploratório proporciona maior familiaridade com o problema ao explicitá-lo. Assim, o estudo exploratório permitiu um aprofundamento da pesquisadora com os temas processo de projeto e processo de desenvolvimento de produto imobiliário em um contexto real. Também possui natureza descritiva à medida que procurou descrever o fenômeno e o seu contexto (YIN, 2001).

Para tanto, foram utilizados procedimentos múltiplos de coleta de dados, tais como, entrevistas, pesquisa documental e realizada profunda revisão bibliográfica (caráter exploratório); e estudo de campo através de observações diretas sistemáticas dos estudos de caso (caráter descritivo). A etapa de análise se deu através de levantamento de dados do processo atual, buscando mapear e entender o sequenciamento das atividades realizadas e os fluxos envolvidos, os papéis de cada agente no processo de projeto, bem como suas atribuições e responsabilidades.

3.2 Delineamento da pesquisa

O delineamento apresenta a sequência de desenvolvimento da pesquisa, descrevendo as etapas que podem ser verificadas na Figura 20. O trabalho teve início com a definição e o planejamento da pesquisa, juntamente com a revisão bibliográfica. Em seguida,

deu-se início a pesquisa de campo e coleta de dados. À medida que os dados eram coletados, iniciava-se a análise preliminar e, ao final, foram feitas as discussões dos resultados e propostas as diretrizes.



Figura 20: delineamento da pesquisa. Fonte: a autora

As reconsiderações e mudanças que ocorreram durante a pesquisa foram estimuladas pelas avaliações preliminares, pela necessidade de ajuste ao andamento dos projetos dos estudos de caso, bem como pela evolução da pesquisa bibliográfica. Essa evolução da compreensão do fenômeno permitiu o aprofundamento das análises possibilitando que a questão de pesquisa pudesse ser respondida.

No desenvolvimento desta pesquisa, foram traçados os seguintes passos:

- Formulação do problema de pesquisa;
- Pesquisa bibliográfica;
- Contato com empresas construtoras e incorporadoras do setor imobiliário;
- Definição dos estudos de caso (escolhidos pelas empresas);
- Coleta de dados;
- Mapeamento do processo de projeto através de diversas ferramentas (Mapeamento do Fluxo de Valor - MFV, *Design Structure Matrix* - DSM e *Business Process Modeling Notation* - BPMN);
- Validação os processos mapeados através de entrevistas, documentos e evidências;
- Análise comparativa processos e ferramentas destacando desperdícios, falhas e oportunidades de melhoria;
- Reflexão final e proposição de diretrizes.

Para evitar descrições demasiadamente extensas e repetições desnecessárias, foram ressaltadas, em cada caso, as principais contribuições identificadas. Ao final do texto, será feita uma análise do processo projeto das duas empresas e propostas diretrizes para o

planejamento, desenvolvimento e controle do processo de desenvolvimento de produto (DP) e de projeto no mercado imobiliário sob a ótica do *lean design*.

O Caso 1 teve um caráter exploratório, sendo norteado pela proposição de Freire e Alarcón (2002) descrito no 2.4.3 para aplicação do *lean design* no processo de projeto. Foi realizado um segundo estudo de caso na mesma empresa no qual se buscou aprofundar a implementação do BIM e o desenvolvimento de produtos na empresa. As questões investigadas têm relação com MFV do processo de projeto do Caso 1 e aplicação do BPMN (ver 2.15). Estas proposições eram relacionadas ao desempenho do processo de acordo com os conceitos de fluxo e valor. No caso 3, a questão principal investigada foi referente à forma de implementação do processo colaborativo de projeto e o Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto descrito no item 2.7.

Estudo Empírico	Objetivo	Ferramentas
Caso 1	Verificar o desempenho do processo de projeto na organização de acordo com os conceitos de conversão, fluxo e valor	Percentual Planejado Concluído (PPC) do projeto, BIM, DSM, MFV
Caso 2	Analisar a implementação do BIM e do processo colaborativo de projeto	BIM, BPMN
Caso 3	Analisar a implementação do processo colaborativo de projeto e o Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto em empreendimentos imobiliários	BPMN, DSM

Paralelamente ao desenvolvimento do projeto, a pesquisadora coletou dados e indicadores a partir do processo de planejamento e controle do PDP e projeto das empresas. A fim de resguardar o anonimato das organizações e dos participantes, os nomes reais serão omitidos, sendo substituídos por Empresa “A” e Empresa “B” e os empreendimentos denominados Caso 1, Caso 2 e Caso 3.

Foi identificado o grau de desenvolvimento enxuto de produtos e projetos, bem como o grau de integração do processo de projeto. Além disso, serão determinadas as etapas do fluxo de projetos de produtos imobiliários, suas atividades, precedências, lotes de informações, e duração das etapas. Então, será montado um modelo do processo de projeto

adotado atualmente pelas empresas, verificando suas similaridades e diferenças, propondo melhorias e diretrizes para o desenvolvimento enxuto de produtos imobiliários.

3.3 Métodos de coleta

Yin (2001) recomenda maximizar a eficácia das técnicas de coletas de dados a fim de aumentar a validade e a confiabilidade do estudo de caso através de alguns princípios: (1) uso de múltiplas fontes de evidência; (2) criação de uma base de dados do estudo de caso (possibilitando inclusive novos estudos sobre a mesma base de dados); (3) manter uma cadeia de evidências; e (4) processo de triangulação (dados, pesquisadores, teórica e metodológica).

Buscou-se utilizar múltiplas fontes de dados e, portanto, múltiplos procedimentos de coleta a fim de obter dados: documentos da empresa (atas, projetos, manuais e relatórios) e dados referentes aos planos e ao desempenho do processo de projeto; entrevistas; observação direta nos encontros de planejamento e controle de projeto e produção; e observação direta no canteiro a fim de identificar problemas de execução ocorridos em função de falhas no processo de projeto.

Foi permitida a manipulação de alguns documentos (em destaque: os projetos), onde foi possível extrair o máximo de informações. A partir dessas fontes de evidências, foi possível realizar um processo de triangulação de dados. Assim, foram realizadas avaliações do fenômeno reduzindo ao máximo o risco de enviesamento da pesquisa. Além disso, houve seminários internos (com a equipe de projeto) com o intuito de expor e discutir as análises obtidas.

Para montagem da coleta de dados proposta, são necessárias algumas considerações de caráter metodológico e prático. Inicialmente, no processo de projeto de edifícios participam ou têm interesse direto, e indireto, vários agentes envolvidos no empreendimento, que podem ser responsáveis por uma ou mais das seguintes funções: o empreendedor do negócio, o incorporador do terreno, o agente financeiro, o poder público por meio das regulamentações financeiras e de ocupação do solo, os diversos projetistas e consultores contratados, a construtora responsável pela obra, os subempreiteiros de serviços e mão-de-obra, os fornecedores de materiais e equipamentos e finalmente os clientes e usuários dos edifícios.

A pesquisa de campo para este trabalho buscou levar em conta a multiplicidade de agentes envolvidos e a variabilidade existente na configuração dos empreendimentos de construção que são montados por diferentes agentes e cumprem diferentes objetivos. Contudo,

mapear todos os envolvidos e interessados e aprofundar a investigação do papel de todos os agentes nos empreendimentos seria uma tarefa muito complexa e que levaria a poucas conclusões claras. Assim, optou-se por restringir a investigação aos principais agentes pela participação direta nos projetos e, em alguns casos, consultar outros agentes envolvidos no processo de projeto.

Foi realizado estudo de caso em duas empresas de incorporação e construção que atuam no estado do Ceará no segmento de classe média alta, ambas com experiência em *lean construction*. Foram conduzidas várias entrevistas com os principais interlocutores responsáveis pela gestão do projeto, bem como seus projetistas; observação direta em reuniões e encontros.

3.3.1 Entrevistas

Foram realizadas visitas às empresas, membros das equipes de projetos de coordenação e gerenciamento foram entrevistados, e colhidos relatos sobre a de coordenação de projetos e desenvolvimento de produtos imobiliários. As entrevistas tinham como objetivo entender, a partir da opinião dos envolvidos, quais os benefícios e dificuldades do sistema de planejamento, monitoramento e controle do desenvolvimento de produto imobiliário.

Foram realizadas entrevistas em profundidade semiestruturadas, as quais foram gravadas e transcritas para posterior análise, e guiada por um roteiro elaborado pela autora, tomando como base outras pesquisas, tais como FABRÍCIO (2002) e BISIO (2011). Esse modelo é adequado para a pesquisa proposta, pois permite uma flexibilização do roteiro e ampliação das questões à medida que o entrevistado acrescenta informações relevantes e que não estavam estabelecidas previamente.

A coleta de dados, na pesquisa de campo, é realizada nas condições naturais em que os fenômenos ocorrem, sendo observados sem intervenção por parte do pesquisador. Adicionalmente à observação, deve ser feito um levantamento de referencial teórico e de resultados de pesquisas anteriores a fim de garantir embasamento e preparo para a coleta de dados.

Foram montados os roteiros para se conduzir as entrevistas semiestruturadas, sendo um para os projetistas, um para os coordenadores de projeto, um para os engenheiros de obra e outro para os consultores. Os entrevistados foram escolhidos por seu envolvimento no gerenciamento dos projetos, quais sejam: gerente de projetos, projetistas, diretores, gerentes de obra. Inicialmente, foram identificadas informações sobre as empresas e seus

empreendimentos. Num segundo momento, foram identificadas as práticas usadas, numa avaliação qualitativa da compatibilidade destas com boas práticas apontadas na literatura. As entrevistas com os profissionais podem ser verificadas no Quadro 6.

Quadro 6: entrevistas.

Especialidade	Quantidade
Arquiteto	03
Projetista Arquitetura	01
Sistemas prediais	03
Calculista	01
Paisagista	01
Arq. Interiores	01
Coordenador	03
Gerente	02
Diretor	01
Consultor Obra	01
Consultor BIM	01
Corretor de Imóveis	01
Estagiários	02
TOTAL	20

3.3.2 Dados Documentais

Foram coletados os documentos relacionados abaixo, utilizados para controle do processo de projeto: (1) dados que demonstrem aderência ao plano de longo curto e médio prazo das equipes de projeto; (2) informações sobre retrabalho e/ou antecipações de etapas de projeto; (3) atividades programadas na reunião de curto prazo; (4) anotação das causas de não-cumprimento dos pacotes; (5) Percentual de Planejado Concluídos (PPC) por equipe de projeto (Caso 1 e Caso 2).

A pesquisa documental utiliza como fonte dados os quais não tiveram tratamento analítico, atividade a ser desempenhada pelo pesquisador. Foram também considerados documentos: revistas das empresas, entrevistas a jornais, e-mails, dentre outros.

O levantamento de informações foi realizado através de análise documental do processo de projeto na construtora (repositório virtual, arquivos dos projetos, atas de reuniões, requisição de informações e e-mails), observação direta através da participação em reuniões de projeto (como pesquisadora), visita às empresas, escritórios e obras, e entrevistas

semiestruturadas com os projetistas, contratantes, consultores e coordenador de projeto (ver Quadro 7).

Quadro 7: Descrição da coleta de dados

Fonte	Dados Coletados
E-mail	Agendamento de reuniões; atas de reuniões; Informação de nova versão e conteúdo.
Repositório virtual	Arquivo com projeto (CAD e BIM) e controle de versões; Data de carregamento dos arquivos; requisições de informação; status da etapa e do projeto.
Arquivos dos projetos com as pranchas dos projetos	Autor do desenho, datas, revisões, tempo de trabalho no arquivo e conteúdo da prancha.
Atas de reunião	Datas acordadas, metas, lotes de informação e solicitações de alteração.
Requisição de Informação	Quantidade, categorias, disciplinas e soluções de interferências.
Observação direta	Monitoramento da coleta de dados; anotações dos diálogos e de impressões da pesquisadora durante as reuniões.
Entrevistas	Mapeamento e validação do fluxo; informações de prazos em contratos e reais, e quantidade de projetistas envolvidos em cada escritório.
Visitas às obras	Verificação das interferências de projeto.

Os tempos para o mapeamento do fluxo de valor foram extraídos dessas coletas de dados, sendo necessária uma análise cruzada. A coleta de dados para o mapeamento apresentado ocorreu durante 20 meses.

O mapeamento de todas as atividades de cada disciplina seria inviável, pois os projetistas estão em diferentes escritórios e, nestes, são alocadas diversas equipes. Além disso, a diversidade de atividades realizadas pelas empresas de projetos torna bastante complexa o levantamento do fluxo das horas trabalhadas de cada profissional alocado à equipe. Assim, foram mapeadas as atividades que estão num nível mais estratégico, ou seja, etapas e disciplinas de projeto.

3.4 Caracterização geral das Incorporadoras e Construtoras

Definiu-se como foco organizações que adotem o pensamento enxuto, operando principalmente com empreendimentos verticais residenciais. Mantido um primeiro contato, foram selecionadas aquelas que estariam abertas para realização do estudo, a fim de garantir o

acompanhamento em profundidade. As duas empresas pesquisadas têm reconhecido destaque no mercado de incorporação e construção na cidade.

No Quadro 8 é apresentado o resumo das principais características das empresas. No Quadro 9 é apresentado o resumo das principais características do processo de desenvolvimento de produto das empresas. No Quadro 10 são discriminadas as datas marco dos empreendimentos.

Quadro 8: caracterização geral das empresas pesquisadas

Descrição	Empresa	
	“A”	“B”
Início de atuação no mercado	1988	1977
Praça de atuação	Ceará	Ceará
Número de funcionários	54	800
Obras entregues (Residencial/ Comercial/ Industrial)	19	63
Projetos em desenvolvimento	01	03
Obras em regularização (para início dos serviços)	01	03
Obras em andamento	01	04

Fonte: a autora.

Quadro 9: Resumo das principais características do processo de projeto das empresas

QUADRO COMPARATIVO RESUMO	Empresa “A”		Empresa “B”
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Gerenciamento do Processo de Projeto	Externo	Externo	Interno
Planejamento da Obra	Externo	Externo	Interno
Quantidade de disciplinas de projeto	07	07 ¹²	10 ¹³
Quantidade de escritórios de projeto	04	04	07
Reuniões de compatibilização	09		
Tipo de contrato (escritório de arquitetura)	Tabela CUB	-	% de Venda
Aquisição do terreno	Permuta 09 unidades		Permuta 23 unidades

¹² Arquitetura, Estrutura, Fundações, Hidrossanitário, Elétrico, Incêndio, Ambientação

¹³ Arquitetura, Estrutura, Fundações, Hidrossanitário, Elétrico, Incêndio, Ambientação, paisagismo, luminotécnico, impermeabilização

Quadro 10: Datas marco dos empreendimentos

	Início do Desenvolvimento Projeto ¹⁴	Início da Obra	Término da Obra (*)
Caso 1	Fevereiro/ 2013	Julho/ 2013	Abril/ 2016
Caso 2	Fevereiro/ 2013	Maio/ 2014	
Caso 3	Abril/2013	Dezembro/ 2014	Fev/ 2018

Fonte: a autora. (*) previsão

Segundo o Estatuto da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, Lei 7.256/1984, estabelece a receita bruta anual como critério para classificação do porte da empresa, mas não foi possível coletar esses dados. O SEBRAE classifica as empresas pelo número de funcionários, sendo os critérios da indústria e construção, conforme abaixo:

- Micro: com até 19 empregados;
- Pequena: de 20 a 99 empregados;
- Média: 100 a 499 empregados;
- Grande: mais de 500 empregados.

3.5 Empresa “A”

A empresa pesquisada trata-se de uma incorporadora-construtora¹⁵ que atua a mais de 25 anos no mercado em Fortaleza, possuindo certificado NBR ISO 9001 (Associação..., 2008), certificado Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H¹⁶) Nível A e rating "A" na avaliação da Gerência de Risco de Crédito (GERIC) da Caixa Econômica Federal (CEF)¹⁷. Foram entregues 18 edifícios residenciais multifamiliares e 01 edifício comercial. Encontra-se em execução 02 obras (nº20 e nº21), cujos projetos foram objeto desta pesquisa, perfazendo um total de 21 empreendimentos.

Conforme Figura 21, a estrutura organizacional da empresa é enxuta que, segundo um dos diretores, “*é uma equipe qualificada, multifuncional e altamente motivada.*” As funções da sala técnica, tais como projeto, coordenação e modelagem BIM, orçamento e planejamento da obra, e uma parte dos serviços de construção, são executados por fornecedores externos. Entretanto, não constam estas assessorias no organograma disponibilizado para a pesquisa. Além da gestão do processo de desenvolvimento do produto,

¹⁴ Após a definição do produto (Estudo Preliminar de Arquitetura).

¹⁵ Para facilitar a leitura, a empresa será referenciada em alguns momentos apenas como construtora.

¹⁶ Programa coordenado pelo governo federal, cuja meta é melhorar a qualidade do habitat e trazer modernização produtiva ao setor da construção.

¹⁷ Informações obtidas no site da construtora, acesso em 21/01/2013.

a empresa também assume o processo de aprovação dos projetos junto aos órgãos, função exercida pela diretoria¹⁸.

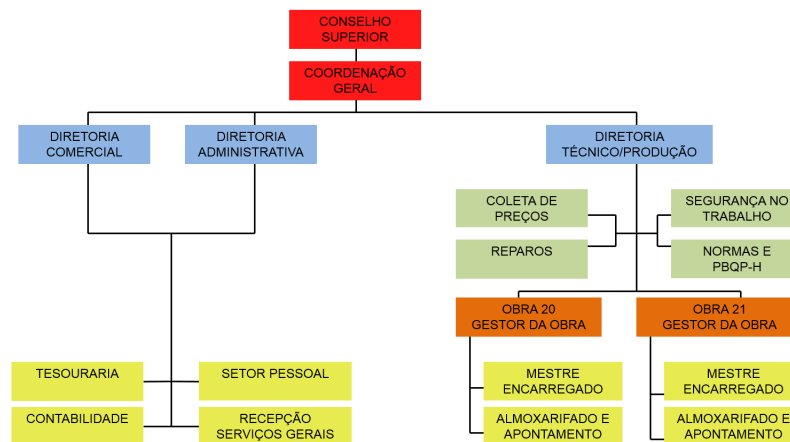
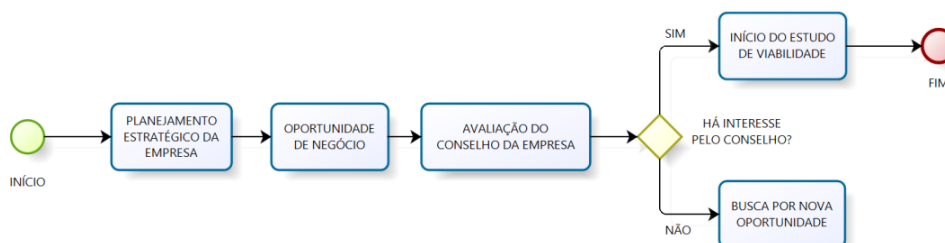


Figura 21: organograma empresa “A”. Fonte: a autora.

Devido a critérios estratégico, logístico e administrativo, a empresa atua prioritariamente em bairros próximos entre si, ou seja, de classe média alta. Segundo um dos diretores, a escolha do terreno para edificação dos empreendimentos é limitada pela carência de disponibilidade na região. Recentemente, houve uma expansão da área de atuação, tendo sido entregue um empreendimento no ano de 2013 em um bairro diferente, porém também de classe média.

3.5.1 Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) – Empresa “A”

Diante de uma oportunidade de negócio, o empreendimento é autorizado pelo conselho da empresa (ver



¹⁸ Segundo um dos coordenadores, a participação da diretoria no processo garante “um peso diferente nas instituições” (entrevista em 17/07/2013).

Figura 22), quando a diretoria da empresa, apoiada por informações de mercado e benchmarking, pelo arquiteto (estudo de viabilidade) e por corretores de imóveis¹⁹, iniciam a etapa de concepção do projeto.

Figura 22: Autorização para início da fase de concepção do empreendimento.

Segundo um dos entrevistados, o produto é concebido com base no potencial de área a ser construída e “*analisadas quais são as opções, o que seria melhor para aquela área*”, entretanto a empresa não contrata pesquisa de mercado. Então, é feita uma análise conjunta entre o incorporador, o arquiteto e o corretor de imóveis. Neste momento inicial, verifica-se a legislação, o número de unidades a serem construídas, a área de cada unidade, itens de lazer e outros. No Caso 1, por exemplo, o arquiteto utiliza um *checklist* próprio para o estudo de viabilidade com dados gerais do terreno, indicadores urbanísticos do zoneamento e estimativas de área.

A empresa identificou que havia uma falta de integração entre o projeto, o planejamento e o orçamento. Inicialmente, a empresa focou na melhoria da gestão das obras, através da construção enxuta, integrando o planejamento e o orçamento. Nessa etapa, foram identificadas restrições no planejamento de médio prazo relacionadas a falhas de projeto, tais como, falta de detalhamento e, no curto prazo, problemas de compatibilização, atrasando a execução do empreendimento.

Diante deste quadro, diretoria estava interessada em ampliar a implementação do fluxo contínuo para o processo de projeto através de práticas enxutas e, então, uma metodologia de processo de projeto colaborativo foi delineada pela própria organização em dois projetos piloto.

A função de coordenador de projetos (atividade exercida anteriormente apenas pela diretoria da empresa) foi criada como piloto nos projetos do Caso 1 e Caso 2. Esta função foi absorvida de forma acumulada pelos engenheiros responsáveis pela obra com o objetivo de facilitar a integração da gestão do projeto com os processos de execução da obra. Contudo,

¹⁹ Informações fornecidas pela diretoria da empresa em workshop do dia 15/05/2013

o processo de desenvolvimento de produto da empresa e a gestão administrativa continuou sendo conduzida pela diretoria.

A incorporadora-construtora passou a adotar novas práticas de trabalho baseadas em encontros periódicos com toda a equipe (projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais; consultor BIM; consultor de planejamento da obra; e diretoria e coordenador). Os principais fornecedores (elevadores, etc) não participaram das reuniões, e foram contratados posteriormente, na fase da obra. Optou-se em trazer todos os membros juntos, desde etapas iniciais (após a conceituação do produto, ou seja, o estudo preliminar de arquitetura), visando melhorar a comunicação e a iteração, e aspectos construtivos. Durante a execução da obra, a equipe de projeto passa a ser reduzida entre o coordenador de projeto e obra, e os consultores de planejamento da obra e modelagem BIM (ver Quadro 11). Ressalta-se que um único consultor BIM atuou nos dois empreendimentos, assim como um único consultor realizou o planejamento das duas obras.

Quadro 11: Divisão das equipes de projeto por etapas

Equipe	Caso 1	Caso 2
Projeto	Diretor	Diretor
	Coordenador 01	Coordenador 02
	Arquitetura 01	Arquitetura 02
	Cálculo Estrutural 01	Cálculo Estrutural 01
	Sistemas prediais 01	Sistemas prediais 02
	Consultor BIM	Consultor BIM
	Consultor de Planejamento da Obra	Consultor de Planejamento da Obra
Obra	Diretor	Diretor
	Coordenador 01	Coordenador 02
	Consultor BIM	Consultor BIM
	Consultor de Planejamento da Obra	Consultor de Planejamento da Obra

Os escritórios de projeto parceiros da construtora estavam sobrecarregados, não sendo possível desenvolver os dois projetos simultaneamente. Então, a fim de evitar desgastes, foram montadas duas equipes diferentes para os empreendimentos. Foi esclarecido aos projetistas e consultores, no momento da contratação, que haveria a formação desta equipe multidisciplinar e a necessidade de participação nas reuniões de compatibilização de projeto²⁰. Contudo, não houve alteração no modelo de contrato dos projetistas, mantendo-se o mesmo formato de projetos anteriores.

²⁰ Informação dada por um dos diretores da empresa em entrevista realizada em julho/2013.

Daí, passaram-se a realizar reuniões quinzenais pré-agendadas. Aconteceram também troca de informações por meios diversos (telefone e e-mail) além de encontros intermediários com a participação apenas de alguns membros do projeto, em geral a diretoria e o projetista de uma disciplina, ou projetistas de duas disciplinas específicas, a depender do tema em questão. Estes ocorriam entre os encontros quinzenais em situações específicas. A necessidade dessas reuniões se deu por assuntos que surgiam no intervalo das reuniões periódicas, e tinha urgência na resolução de problemas a fim de não paralisar ou atrasar o processo.

Para um dos diretores da empresa, a implantação do BIM é possível em empresas com tamanhos e estruturas organizacionais diferentes. Desde 2008, havia interesse por parte da empresa em adotar BIM, porém a diretoria percebeu que antes era necessário modificar a sua cultura organizacional o que demandou tempo. Também, não haviam, na época, profissionais no mercado qualificados com a essa nova tecnologia. Atualmente, os escritórios de projeto estão migrando para o BIM, havendo também novos profissionais especializados no gerenciamento de projetos em BIM, chamados *BIM Manager*.

A implantação de uma metodologia de modelagem do projeto foi viabilizada através de um consultor VDC/BIM (*Virtual Design and Construction e Building Information Modeling*)²¹. A consultoria foi contratada simultaneamente aos projetos complementares. Tinha como objetivo validar o projeto desde a leitura dos desenhos, modelagem de informações para coordenação 3D, identificação das interferências, erros e omissões, quantitativos e orçamentos setorizados, protótipo virtual e simulação do planejamento 4D.

Os projetos eram fornecidos em CAD (*computer aided design*) e a consultoria realizava a modelagem utilizando o pacote da Autodesk® (Revit e Navisworks). As dúvidas e incompatibilidades de projeto eram listadas através das requisições de informações (RDI), que deveriam ser respondidas no sistema pelo coordenador do projeto/ obra. Para confecção dos formulários on-line (RDI), foi utilizado o Adobe® FormsCentral. Para orçamento e planejamento da obra, a consultoria utiliza do software Vico®.

Foi realizado um workshop com a equipe apresentando os dados levantados durante o estudo exploratório, bem como o MFV. Também, foram explicados os conceitos, práticas e ferramentas da construção enxuta e seus benefícios para o processo de projeto. Tratou-se de um fórum aberto, tendo um retorno positivo dos participantes, permitindo uma

²¹ O consultor (que tem formação em engenheiro civil) também executa obras (públicas) e já trabalhava com VDC/BIM em suas próprias obras.

intensa discussão das questões do processo de projeto e sobre as necessidades e dificuldades dos projetistas.

3.6 Empresa “B”

Trata-se de uma construtora e incorporadora de médio porte com 35 anos atuando no mercado, e que faz parte de um grupo com 12 empresas de diferentes áreas. Possui duas divisões de atuação: (1) Residencial, tendo construído um total 185.000m²; e (2) Comercial e Industrial (tais como universidades, shoppings, indústrias, etc), com 200.000m² de área total construída²². A área de incorporações residenciais é voltada para as classes A e B com empreendimentos caracterizados por um elevado padrão de acabamento. Por exemplo, as áreas comuns, via de regra, são entregues equipadas e decoradas.

O primeiro edifício residencial construído foi finalizado em 1993, de um total de 14 empreendimentos verticais de apartamentos finalizados, perfazendo 500 unidades habitacionais aproximadamente²³. Recentemente, percebeu-se uma tendência da empresa em diversificar a localização dos empreendimentos em novos bairros²⁴ e segmentos²⁵.

Para melhor entendimento da sua estrutura organizacional, é apresentado na Figura 23 o organograma da empresa. Dentro deste organograma, existe uma gerência técnica que é subdividida em outras gerências, dentre elas, projetos, pesquisa e desenvolvimento.

²² Dados obtidos na página da internet da construtora

²³ Informação obtida em apresentação de seminário realizado no Sinduscon-RJ

²⁴ Este fator localização se deve a uma migração ou expansão do nicho de mercado ou produto das empresas, porém não cabe nesta pesquisa uma investigação mais aprofundada, pela complexidade do tema.

²⁵ Segundo Cruz Rufino (2013), a diversificação de segmentos passa a ser vista de maneira positiva por investidores, fundamentados na existência de “um grande déficit habitacional”, na ascensão de classes e na disponibilidade de financiamento no âmbito do SFH.

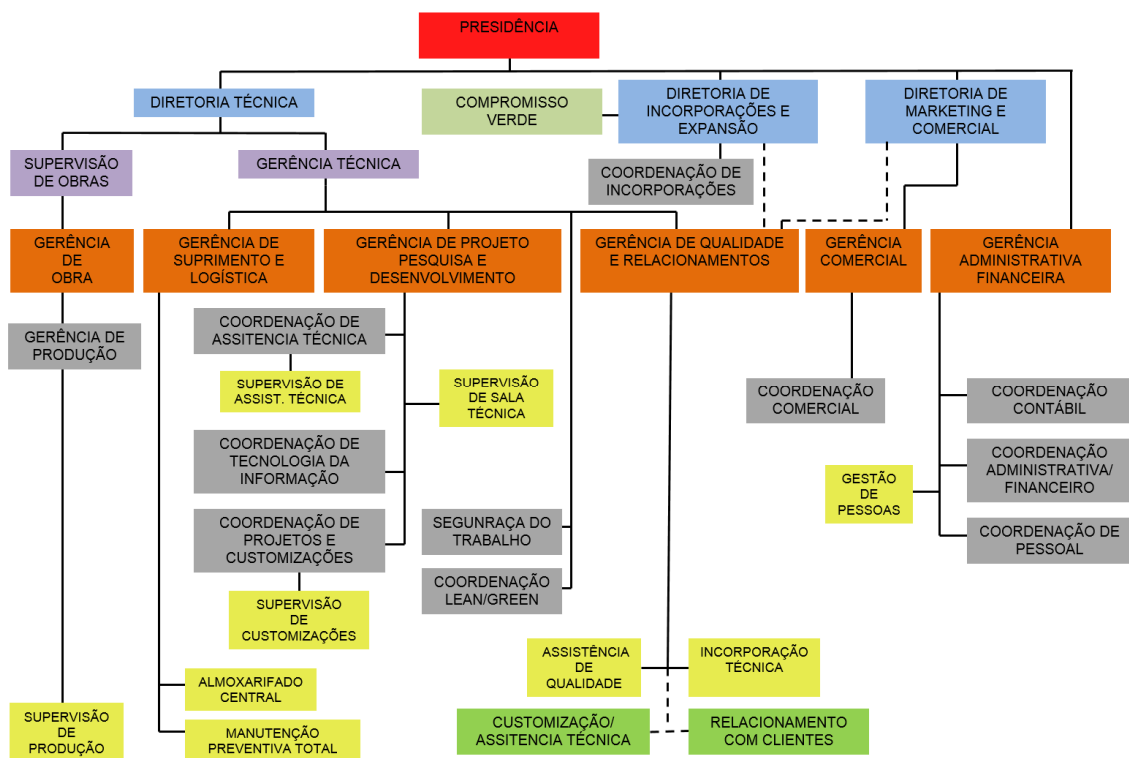


Figura 23: Organograma da Empresa “B”. Fonte: empresa adaptado pela autora.

A empresa participa de programas de qualidade e inovação, tais como o Coopercon (Cooperativa da Construção Civil do Ceará) e Inovacon (Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado), além de ser membro do *Green Building Council* (GBC) e certificada pela ISO 9001 (Associação..., 2008) desde 1998. Desta forma, existem procedimentos estabelecidos no manual de qualidade para seleção, contratação e avaliação das empresas de projeto e fornecedores de serviço.

Desde 2004, a construtora aplica os conceitos da *Lean Construction* em substituição à filosofia de gerenciamento de projetos do PMI (*Project Manager Institute*) (KEMMER, 2006 e KEMMER *et al*, 2009). Após a migração para a filosofia enxuta, a empresa aponta que houve uma redução de 4% do custo direto da obra e de dois a quatro meses no prazo de execução, acrescentando a diminuição de desperdícios²⁶. Ainda, afirma direcionar esforços para fomentar e disseminar os princípios e conceitos da Construção Enxuta entre seus colaboradores, parceiros e comunidade da construção civil, relatando que:

“[...] tem-se obtido significativos resultados na satisfação dos clientes, redução de desperdícios e de estoques, além de reforçar valores próprios da empresa como transparência, agregação de valor para o cliente e busca pela perfeição. Tudo isso

²⁶ Entrevista do diretor técnico da construtora concedida ao jornal Diário do Nordeste, em 06/10/2011. Fonte: <http://diariodonordeste.globo.com/materia.asp?codigo=1052226>, acesso em 05/12/2013.

já pode ser visto e vivenciado nos canteiros de obra e até mesmo no escritório central, através do lean office.”²⁷

Dentro da filosofia *lean* da empresa, a construtora adota uma série de ferramentas e procedimentos para obra, tais como: planejamento de longo, médio e curto prazo; *andon*; *kanban*; e outros. Além disso, desde 2009 ocorrerem duas reuniões *kaizen* com os colaboradores da construtora: uma ao final da etapa de execução da estrutura e outra na entrega do empreendimento. Este procedimento de melhoria contínua tem forte interface como o processo de projeto. Contudo, segundo o coordenador de projetos, raramente há participação dos projetistas nessas reuniões, tratando-se de um evento interno. Ao final das reuniões é gerado um relatório com as lições aprendidas (anexos 09 e 10) a fim de alimentar o banco de dados da empresa onde estão listados os diversos problemas e desafios enfrentados em obras pela empresa. As oportunidades de melhoria são segmentadas por seção²⁸, disponibilizadas através de plataforma WEB²⁹, com permissão de acesso para os projetistas.

3.6.1 Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) - Empresa “B”

Segundo o coordenador de projetos, a construtora tem como meta a entrega de um empreendimento por ano havendo empreendimentos simultâneos em etapas diferentes de desenvolvimento. Um dos entrevistados (membro da alta direção) destacou que o lançamento de novos produtos é limitado pela capacidade administrativa da organização onde, além da sobrecarga dos parceiros projetistas, há a sobrecarga dos gestores da própria empresa: *“por mais que eles tenham ciência do nosso modo de trabalho, dos nossos detalhes executivos, se faz necessário sim um acompanhamento, um monitoramento, uma compatibilização”*.

O tempo de construção dos empreendimentos residenciais gira em torno de dois a três anos, sendo o prazo vinculado ao financiamento de imóveis pelo setor financeiro, ou seja, a capitalização do empreendimento. A estimativa de prazo inicial dada pela coordenação responsável para elaboração de projetos foi de nove meses³⁰.

A função de coordenadora de projeto passou a ser exercida por uma arquiteta, titular da sala técnica, e que já atuava anteriormente como coordenadora de customização.

²⁷ Site da empresa, acesso em 04/12/2013

²⁸ Projetos; gestão; parceiros; serviços preliminares; contenções; estrutura e elementos divisórios; sistemas prediais; esquadrias; acabamento; auditorias; apartamento modelo; e *hansei*.

²⁹ Informações obtidas através de análise documental dos relatórios *kaizen* da empresa e entrevistas

³⁰ No trabalho de Fontenelle (2002) o desenvolvimento dos projetos executivos acontecia num total de 6 reuniões com a equipe e prazo máximo estimado de 5 a 6 meses.

Assim, no início desta pesquisa, a arquiteta passou a acumular estas três funções. No decorrer do projeto, houve uma nova reestruturação da empresa e a coordenação passou a ser exercida por outro profissional, com formação em engenharia de produção, que também é responsável pela pesquisa e desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Os dois profissionais que atuaram como coordenadores de projetos foram os principais interlocutores desta pesquisa dentro da organização e, juntamente com os projetistas, possibilitaram o entendimento da gestão do processo de projetos na empresa. Contudo, a gestão de contratos, concepção do produto e planejamento estratégico são exercidas por outros setores da empresa. A aquisição e gerenciamento da entrega de equipamentos e mobiliários das áreas comuns também competem à outra gerência (qualidade).

A conceituação do produto inicia, de maneira geral, pela alta direção e presidência junto com a gerência de marketing comercial, gerência de qualidade e relacionamentos³¹, o projetista de arquitetura, o parceiro comercial (corretor), o projetista de paisagismo e o projetista de ambientação. Segundo um dos entrevistados, *“nesse momento de desenvolvimento do produto, está trabalhando simultaneamente variáveis que tem impactos diretos, neste momento, nessas parcerias”*. A organização adota como prática reuniões periódicas semanais entre a alta direção e os parceiros projetistas, consultores e corretores para discussão e análise dos produtos da empresa, conforme citação abaixo:

“[...] como eles tem vários investimentos sendo feitos ao mesmo tempo... então mesmo que a reunião seja sobre [empreendimento X], por exemplo, surge o [empreendimento Y] para comentar [...] Então por mais que em uma reunião o foco seja um empreendimento, os outros como estão sendo feito simultaneamente acaba, surgindo no meio das conversas.”³²

Com base em dados históricos de obras anteriores e uma pesquisa mercadológica, define-se o produto. Para cada empreendimento, é feita uma pesquisa de mercado, pois segundo o gerente de qualidade, o mercado é sazonal *“então, por maior sucesso que tenha tido um determinado empreendimento com uma determinada tipologia, ele pode não ter o mesmo êxito um ano depois, dois anos depois”*. A partir desta pesquisa, é montado o *briefing* do empreendimento, definindo: área (m²), equipamentos das áreas comuns e itens de diferenciação. Um dos diretores da construtora concedeu entrevista para um jornal local descrevendo como é feita a pesquisa de mercado:

³¹ Esta gerência também está envolvida com a gestão técnica dos projetos para as incorporações (entrevista com a gerência em abril/2014).

³² Entrevista com projetista em 26/02/2014

"Costumamos entrevistar pelo menos 400 pessoas. Nossa preocupação é justamente desenvolver projetos que agreguem valor aos clientes. Quando se fala em residenciais, o que as pessoas mais querem hoje é um empreendimento com boa estrutura de academia, segurança e ampla área de lazer para a família"³³

Após a montagem do *briefing* do empreendimento, são realizados os estudos de viabilidade. A seleção do terreno é feita diretamente pela alta direção (presidência e a diretoria) e o escritório responsável pelo projeto de arquitetura e consultores, não tendo a participação da coordenação de projetos (ver citação abaixo).

"O três se reúnem, acho que com mais algumas pessoas, e eles fazem um tipo de avaliação, entendeu? Essa questão do sentimento que eu te falei inicialmente do [vice-presidente], que ele dirá: "Ah, eu quero colocar o edifício dessa forma", e aí eles vão estudando quantas torres cabem ali [...]" (coordenador de projetos)

Caso a incorporadora não possua o terreno, é providenciada a aquisição através de compra ou permuta, se o empreendimento for considerado viável. No momento em que o terreno já está na posse da empresa, é encaminhado o levantamento topográfico e sondagem para o escritório de arquitetura³⁴, e iniciada a concepção do produto.

São realizadas de 10 a 15 reuniões para análise de viabilidade e concepção do produto (estudo preliminar). Conforme dito anteriormente, além do escritório de arquitetura e da alta direção da empresa, participaram desta fase as disciplinas ambientação e paisagismo. Esta etapa foi descrita da seguinte forma:

"[...] não sabe se vai ser uma torre, dois por andar... aí ela [a construtora] nos passa esse problema e de acordo com o tamanho do terreno e as limitações que a legislação impõe... dá pra fazer uma torre que teria 40 andares, então são 2 torres de 2 apartamentos por andar... mas por que não fez ao invés de 2 torres, uma torre com 4 apartamentos por andar? Então isso é uma definição que o projetista insinua o que ele acha melhor e aí é discutido com a construtora isso. Ah, o apartamento tem 160m², dá, mas 4 por andar não dá, mas tem duas torres, mas 2 torres fica muito apertadinho no terreno, não dá... então aumenta o tamanho da torre, tá entendendo?"³⁵

Existem indicadores de desempenho de projeto para tomada de decisão na fase de incorporação, que se referem: ao coeficiente da área que vai ser construída em relação às áreas comuns; ao coeficiente da área do pavimento tipo com as áreas de circulação; indicadores em relação à área do terreno (área mínima de terreno viável para início da análise de desenvolvimento, vinculada a uma viabilidade financeira). Isto ocorre devido a uma

³³ Diário do Nordeste, em 06/10/2011. Fonte: http://www.lean.org.br/comunidade/clipping/clipping_213.pdf, acesso em 05/12/2013.

³⁴ Entrevista com a coordenação de projetos em 11/12/2012

³⁵ Entrevista com o projetista em 07/12/2012

estrutura que é mobilizada para o desenvolvimento do produto como, também, para execução do produto. Então, foi estabelecido um indicador que diz respeito a terrenos menores do que uma meta estipulada não seria viável.

Segundo o arquiteto, há a participação do projetista na definição do programa de necessidades básico havendo, desde a concepção, previsão de flexibilidade de uso dos ambientes. São permitidas modificações pelo usuário (customização) antes mesmo da ocupação do imóvel, mas a quantidade das opções de planta a serem disponibilizadas para o comprador é limitada pela empresa contratante, também em conjunto com a equipe de vendas³⁶. Para o entrevistado, essa limitação se deve a questões do planejamento da obra.

O processo de projeto como entrega de desenhos não é o foco da organização. Um dos pontos fortes destacados pelos projetistas é a preocupação da empresa no valor gerado do produto imobiliário³⁷:

*“[...] a gente no momento, não costuma ter essa parte engessada não, sabe? A gente tem a flexibilidade, se no térreo é importante ter alguma área lá que tenha um zelo pela aquela área, acha que aquela área é importante, é preciso rotacionar um pilar que interfira no pavimento tipo a gente modifica, a gente não trabalha engessando não [...] porque a gente ainda trabalha com a parte de customização [...]”
(coordenadora)*

A coordenação de projetos também relatou que as disciplinas que agregam valor e compõem o material publicitário do produto (ambientação e paisagismo, além da arquitetura) participam do processo desde a concepção do produto. Então, definido e aprovado o estudo preliminar, são iniciados os estudos para composição do material de marketing (a planta e ilustrações de vendas):

“Para que quando nasça folder, lance o empreendimento... esse tipo de marketing de publicidade já tenha a cara do paisagismo, porque a imagem que dá é a do paisagismo, então a gente já tenta no início partir pro paisagismo depois do paisagismo é que a gente coloca os complementares, estrutura de subsolo, de fundações, esse tipo de coisa.” (coordenador)

*“[...] assim que tiver algo mais elaborado, que não seja apenas um briefing, é disparado para o projetista de instalações onde ele já começa a dar as premissas que são necessárias para que a arquitetura, mesmo a nível de aprovação, já esteja contemplando necessidades que não tem como fugir e o pavimento tipo para que seja estabelecida a premissa também de toda parte de estrutura do prédio.”
(gerente de qualidade)*

³⁶ Ressalta-se que a ideia de oferecer maior flexibilidade ao cliente, impõe ainda maiores desafios à gestão dos projetos, contrato e orçamento e no planejamento e execução da obra. Por exemplo, nas opções de revestimentos, principalmente nas opções entre pisos que possuem diferentes espessuras, todas as soluções para desníveis entre ambientes têm que ser pensadas antecipadamente na fase de projeto. (FONTENELLE, 2002)

³⁷ Workshop realizado em 06/09/2013

A atuação da coordenação de projetos se inicia após as etapas de conceituação do produto, aquisição do terreno e análise de viabilidade: *“Quando a gente começa no processo, a gente já tem o terreno pronto [...] trabalho muito mais no controle [...] todos os projetos para aquele empreendimento são terceirizados”*³⁸. A partir deste ponto, ocorre um trabalho integrado entre o departamento de projetos e outros setores da empresa.

Além das reuniões de concepção e definição do produto, houveram as de desenvolvimento e compatibilização de projeto que ocorreram nas etapas de projeto legal e projeto básico, com intervalos em média de 02 meses. Nesta etapa, a coordenação de projetos era responsável pela condução do processo.

Apesar de haverem procedimentos específicos para contratação no manual de qualidade, a construtora tem adotado como prática a parceria com os mesmos escritórios de projeto. Basicamente, existem dois projetistas de cada área (arquitetura, sistemas prediais, estrutura, paisagismo, etc) e normalmente apenas um de cada já trabalha em BIM (Revit ou TQS). Alguns escritórios de projeto (arquitetura e paisagismo, por exemplo) atuam como parte do marketing dos produtos empresa³⁹, em folders, página na web e outras peças publicitárias.

A empresa realiza reuniões com a equipe de obra (no término da execução da estrutura e ao final da obra) para avaliação de falhas e oportunidades de melhoria, tanto de execução da obra como dos projetos. O resultado dos encontros é catalogado em relatórios e disponibilizado via internet para os colaboradores da empresa e equipes de projeto.

Todas as falhas estão registradas como lições aprendidas sendo amplamente divulgadas e utilizadas para as análises críticas de projeto. Contudo, não foi constatado o uso de uma lista de verificação com esses dados atualizados. As análises são feitas utilizando o checklist do sistema de qualidade, porém sem a devida atualização. O engenheiro da obra participa das reuniões sempre que possível, adequando à sua agenda de obras. Os projetistas visitam as obras, geralmente, para tirar dúvidas dos executores e para feedback para o escritório (por iniciativa do projetista, mais raramente). No total, a construtora aponta uma quantidade acima de 20 disciplinas de projeto⁴⁰.

Por fim, a empresa adota como prática a validação do projeto através da execução da primeira unidade na obra como protótipo, realizando eventuais ajustes no projeto a fim de melhorar o produto final e corrigir falhas de execução. A construtora tem focado no

³⁸ Entrevista em 11/12/2012

³⁹ Informação obtida em apresentação de seminário realizado no Sinduscon-RJ

⁴⁰ Informações obtidas por slides de evento do Sinduscon-RJ e entrevista com a coordenação.

planejamento cuidadoso da obra, através do processo enxuto de execução, e com precisão quanto ao projeto a fim de evitar modificações tardias.

Os projetos de fôrma e de vedações verticais são fornecidos pelo calculista, enquanto a arquitetura elabora, além do próprio projeto de arquitetura, o projeto de paginação de fachada; o projeto de esquadrias, com indicações, paginações e caderno de esquadrias, que é feito um contrato específico junto ao escritório de arquitetura; e os de alvenaria.

4 LEAN DESIGN EM DIFERENTES EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO.

Neste capítulo, apresentam-se os resultados do estudo sobre processo de projeto e PDP de empresas de incorporação e construção sob a ótica do pensamento enxuto no contexto do mercado imobiliário em Fortaleza. Os projetos investigados (Caso 1, Caso 2 e Caso 3) apresentam características semelhantes, porém em bairros distintos da cidade.

Os estudos envolveram, além das duas empresas, três escritórios de arquitetura, três escritórios de cálculo estrutural, três escritórios de sistemas prediais, um escritório de paisagismo, uma consultoria de planejamento de obra e uma consultoria BIM.

4.1 Caso 1

Trata-se de um edifício multifamiliar, composto de salão de festas, jogos, sala de musculação, sauna, quadra poliesportiva, piscina semiolímpica e piscina infantil (ver Tabela 3).

Tabela 3 - Principais características do empreendimento

Características do condomínio	Residencial
N.º de torres	01
N.º de andares / torre	23
Unidades / andar / torre	02
Cobertura	01
Total de unidades	37
Área parcial da unidade (m ²)	136,45
Nº. de vagas de estacionamento/ unidade	3 a 4

Fonte: dados do projeto

O início do processo de projeto ocorreu no final de 2012 com o estudo de viabilidade e concepção do produto que durou cerca de um ano. O proprietário do terreno realizou uma permuta no processo de aquisição do lote pela construtora, ficando com 10 unidades do empreendimento. Por isso, o mesmo solicitou a participação nas reuniões de concepção do produto, atuando fortemente nas decisões. Após a definição do produto, deram início as reuniões de compatibilização de projeto.

Na primeira reunião de compatibilização de projeto, foi explicado o método de trabalho para a modelagem estabelecido pelo consultor BIM, onde o fluxo de informações entre a equipe deveria ocorrer da seguinte forma: a comunicação centralizada na

incorporadora-construtora (coordenador de projeto-obra), que recebe as demandas e os arquivos de projeto dos especialistas, disponibilizando para os demais membros por meio de arquivamento em um depósito virtual gratuito; e em seguida disponibilizadas (após a modelagem) as requisições de informação (RDI) on-line pelo consultor BIM. Além disso, e-mails alertando o carregamento de novos arquivos eram enviados para a equipe, pelo coordenador de projeto. Porém, constatou-se também troca de informações de maneira informal e não documentada, em menor intensidade.

Para melhor compreensão de como ocorreu o processo de projeto, os dados das reuniões colaborativas de compatibilização de projetos foram divididos em duas fases: (1) a primeira com reuniões integradas, lideradas pelo coordenador do projeto e da obra, mas com baixa utilização do modelo BIM; e a (2) segunda com reuniões específicas (por especialidades), conduzidas pelo coordenador BIM com apoio do coordenador do projeto/obra.

Na fase 1, foram realizadas seis reuniões durante um período de três meses, envolvendo uma equipe multidisciplinar com cerca de nove profissionais: projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais; consultores BIM e planejamento da obra; e diretoria e coordenador. Vale lembrar que estes encontros tiveram início após a concepção do produto, na fase de projeto para prefeitura (também denominado projeto legal). Com essa nova metodologia de projeto, o consultor de planejamento de obra passou a ter contato com os projetistas, coisa que não ocorria anteriormente. A participação do consultor foi voltada para análise das tomadas de decisões que interfeririam na execução e no prazo da obra. O projeto de ambientação é contratado posteriormente e, em geral, gera retrabalho na obra. Neste caso, o projeto foi contratado numa etapa um pouco antes para tentar diminuir isto, mas sem participar das reuniões de compatibilização.

Em relação ao planejamento do desenvolvimento do produto e do projeto, existia um fluxograma padrão elaborado pela diretoria que correspondente ao plano de longo prazo do empreendimento (ver anexo 01). Entretanto, não existia hierarquização do planejamento, apenas um plano de longo prazo genérico para qualquer empreendimento.

A cada encontro eram estabelecidas (ver Tabela 4), para o planejamento de curto prazo, algumas atividades: deliberações (definições repassadas para a equipe); metas (lote de informações a ser entregue no prazo estipulado); e ações (atividades necessárias para se alcançar as metas). Nesta tabela, é possível identificar o volume de informações geradas durante as reuniões. Assim, houve uma preocupação com a qualidade e a padronização da

informação durante o desenvolvimento do projeto. Os padrões de comunicação facilitaram a compreensão e a integração da equipe, sem restringir a liberdade dos agentes envolvidos no projeto.

Tabela 4: dados levantados nas reuniões de compatibilização, fase 1 do Caso 1

	Data	Nº participantes ⁴¹	Nº deliberações	Nº Ações	Nº Metas
1	30/01/2013	08 ⁴²	06	01	01
2	07/02/2013	12	06	12	06
3	01/03/2013	08	10	06	06
4	15/03/2013	07	05	05	04
5	05/04/2013	08	04	03	02
6	19/04/2013	09	02	05	01

Os encontros tinham duração de duas a três horas. As atividades acordadas para a quinzena seguinte eram listadas na ata de reunião, na qual eram previstas as entregas (que poderiam ser documentos e desenhos, por exemplo). Os prazos eram fixados para a próxima reunião, sendo nomeados os responsáveis para a execução das mesmas na própria ata (ver anexo 02). Além da definição destas atividades de curto prazo, nas reuniões também eram discutidos requisitos dos clientes internos e externos que não haviam sido considerados, como por exemplo, a instalação de água quente na bancada da cozinha. Também, eram discutidas questões de caráter financeiro, contratuais e custos, porém em menor intensidade. Em todas as reuniões houve a participação da pesquisadora como observadora.

Durante as participações nas reuniões, foram coletados dados quanto ao atendimento das ações e metas, monitorando paralelamente o percentual planejado concluído (PPC) da fase 1 do projeto. O resultado pode ser constatado na Figura 24 que mostram os indicadores de aderência do planejamento de curto prazo do processo de projeto.

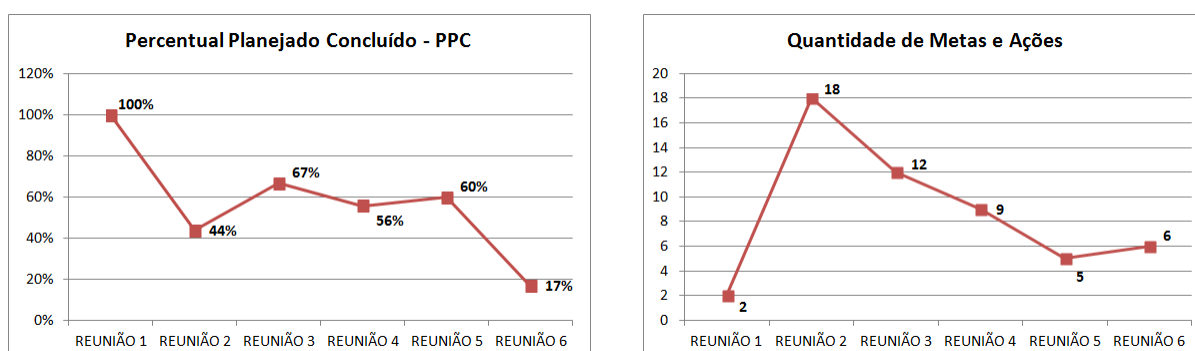


Figura 24: Percentual planejado concluído (a). Quantidade de metas e ações estabelecidas (b). Fonte: a autora.

⁴¹ Não foi contabilizada a pesquisadora.

⁴² Neste encontro não houve participação de projetistas

Uma das mudanças mais importantes propostas para este Caso 1 foi a introdução das reuniões de compatibilização de projeto, envolvendo o coordenador de projeto, projetistas, engenheiro de obra e outros. Porém, verificou-se um baixo percentual de atendimento ao planejamento de curto prazo demonstrando uma dificuldade em estimar a duração da execução dos lotes de projeto e a falta de identificação e remoção de restrições. Além disso, houve falhas no monitoramento do processo quando os prazos não foram checados antes das reuniões, sendo agravado pelo longo período entre as reuniões de projeto, gerando perdas de informações.

A análise das requisições de informação (RDI) emitidas pelo consultor BIM não seguiram o ritmo esperado. Percebeu-se que, nos primeiros encontros, os participantes passavam a maior parte do tempo descrevendo quais tarefas haviam sido concluídas, sem verificar quais não foram finalizadas e o porquê do não cumprimento. Contudo, passou-se a checar nas reuniões se as tarefas haviam sido concluídas e quais estavam pendentes.

Na Figura 25, foi montada uma DSM com as dependências de cada tarefa estipuladas na ata da 3ª reunião de compatibilização (anexo 02). Percebe-se o alto grau de dependência entre as atividades fixadas para a quinzena e grandes lotes de informação, gerando filas. A não remoção de restrições junto a prazos que não foram corretamente avaliados contribuiu para o baixo PPC verificado na Figura 24, pois não foi analisado se era possível executar na quinzena prevista.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Corrigir afastamento da piscina	1	■												
Analisar conjunto de RDI	2		■											
Providenciar ART para aprovação	3			■										
Concluir pendências para aprovação	4	X	X		■									
Solicitar proposta de projeto de contenção	5					■								
Analisar posicionamento da cisterna	6	X	X				■							X
Avaliar fechamento do box do WC	7							■						
Projeto de Arquitetura de Prefeitura	8	X	X		X		X		■					X
Protocolar projeto de arquitetura na Prefeitura	9			X	X				X	■				
Concluir projeto de combate a incêndio	10	X	X				X		X		■			
Apresentar projeto estrutural (forma)	11	X	X				X		X		X	■		
Apresentar modelo BIM com alterações de projeto	12	X	X				X	X	X		X	X	■	X
Apresentar distribuição de vagas de garagem	13		X				X					X		■

Figura 25: DSM das atividades da ata da 3ª reunião de compatibilização. Fonte: a autora.

Estas reuniões podem evoluir para um sistema puxado de informações em lotes menores, por cada disciplina, fornecedor ou obra. Ressalta-se que o lote de projeto não é necessariamente igual ao de execução de da obra. O lote de projeto deve atender ao

sequenciamento estabelecido para as atividades de projeto e, na fase de projeto executivo, ao planejamento de produção obra, atendendo aos prazos de entrega solicitados pelos processos posteriores.

As razões para o não cumprimento das tarefas (metas e ações) foram mapeadas tendo como principais: a falta de pré-requisitos (38%) e tempo insuficiente (25%), conforme pode ser verificado na Figura 26. As razões foram divididas segundo critérios utilizados por Ballard (2000), quais sejam: ausência de definição; falta de pré-requisitos; falta de recurso; mudança de prioridade; tempo insuficiente; atraso no início; conflito de demanda; ações externas à organização; mudança no projeto; outros. A análise das causas do não cumprimento das tarefas não é sistematizado pela empresa, tendo sido elaborado por esta pesquisadora.



Figura 26: Razões para o não cumprimento das tarefas (metas e ações) agendadas durante a primeira fase do projeto, baseado em Ballard (2000). Fonte: a autora.

Nesta primeira fase, o processo de modelagem em BIM (ver Figura 27) ocorreu sequencialmente ao processo de projeto desenvolvido pelos demais projetistas em plataforma CAD. A modelagem era utilizada nas reuniões de compatibilização para auxiliar as discussões através da visualização em 3D.

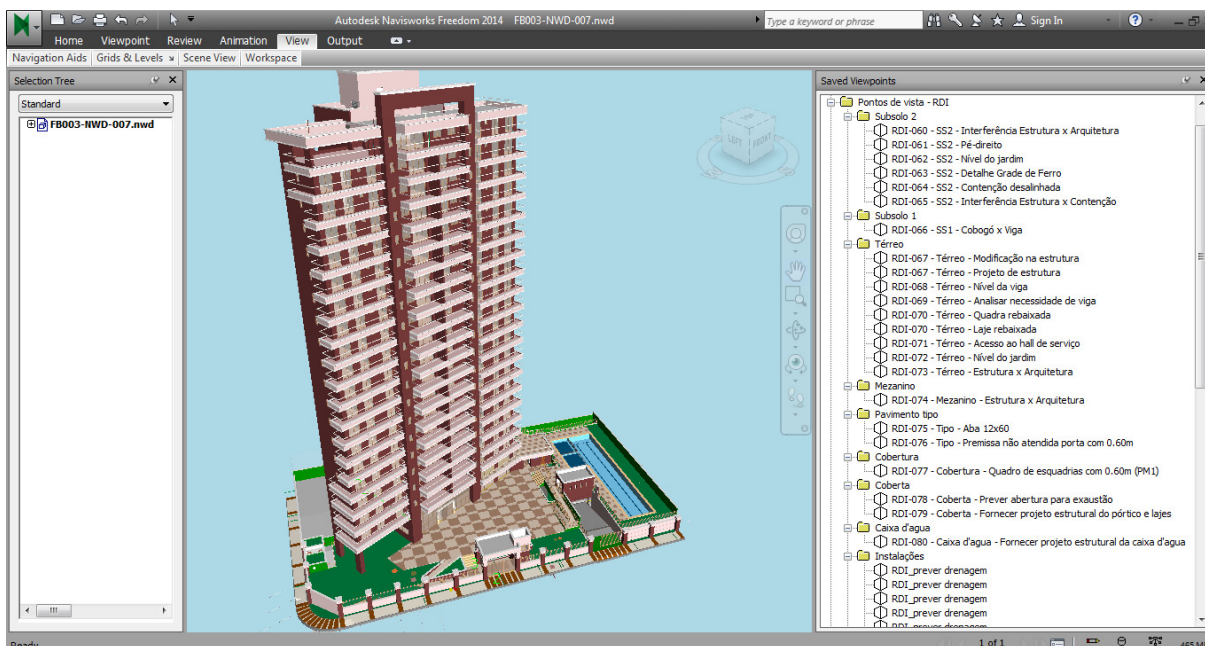


Figura 27: modelagem do projeto, Caso 1.

Constavam nas RDI (ver Figura 28) a identificação das disciplinas envolvidas, a categoria da requisição, o grau de prioridade, a descrição da solicitação, dentre outros. Nesta fase, o consultor aguarda o preenchimento da resposta no formulário on line do RDI e envio dos projetos pelo coordenador do projeto/ obra para, então, emitir nova versão do modelo.

A categoria especificação tratava basicamente sobre sistema e método construtivo e materiais. As categorias divergência, conflito e interferência (prever e verificar) tratavam, respectivamente, sobre falhas nos documentos, conflito entre especialidades e necessidade de atendimento de requisitos entre disciplinas (Quadro 12).

Quadro 12: Exemplo de solicitações dos RDI.

Categoria	Exemplo
Divergência	Verificar a divergência entre a locação da contenção prevista na arquitetura e estrutura.
Conflito	Analisar o conflito entre a altura mínima no projeto de arquitetura e estrutura. (piso>laje 2,20; piso>viga 1,75)
Especificação	Detalhar vigas da escada
Interferência	Prever abertura para shaft
Análise	Analisar possibilidade de recalque diferencial na piscina, entre estrutura e aterro.

RDI - REQUISIÇÃO DE INFORMAÇÃO

Identificação

Contratante: Obra:

Código: FB003-RDI-0008 Data de criação: 05/02/2013

Categoria: Especificação Localização: Projeto

Disciplinas envolvidas: Arquitetura - Execução Prioridade: Alta

Modelo de referência: FB003-NWD-001

Pontos de vista:

Pressuposto no modelo:

Descrição

Assunto:

Espessura de revestimentos

Solicitação:

Qual a espessura pretendida para os revestimentos cerâmicos, rebocos de paredes e rebocos de lajes?

Sugestão:

Resposta:

Isso vai depender da alvenaria utilizada:

1) tijo cerâmico 20x20x8 cm:

a) gesso+tijolo+gesso = $1,5+8,0+1,5 = 11,0$ cm;

b) gesso+tijolo+cerâmica interna = $1,5+8,0+3,5 = 13,0$ cm;

c) cer.inter+tij.+cer.inter. = $3,5+8,0+3,5 = 15,0$ cm;

d) gesso+tij.+cer. externa = $1,5+8,0+4,0 = 13,5$ cm.

Incluir arquivo de resposta

Respondido por:

Figura 28: Exemplo de RDI.

A RDI possuía um anexo indicando no modelo a localização da requisição (Figura 29). As análises tornaram-se mais objetivas, uma vez que as interferências já estavam demarcadas e catalogadas, o que tornou ágil a busca pelas soluções e tomada de decisões.

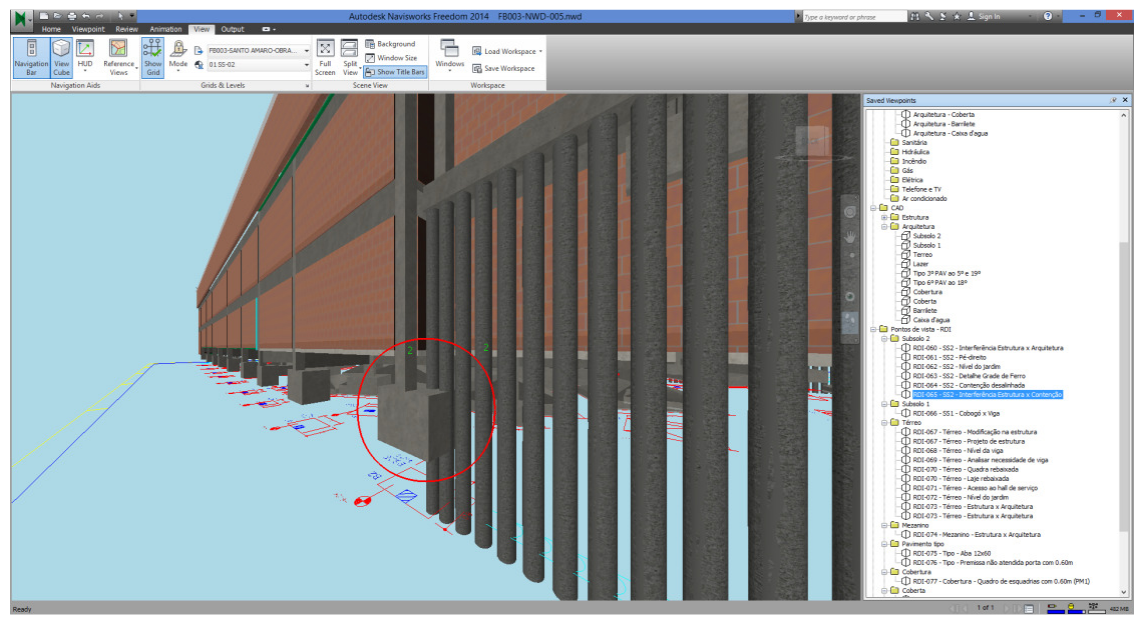


Figura 29: Exemplo do anexo da RDI. Fonte: projeto.

Na fase 1, foram modelados os projetos de arquitetura (projeto legal) e, em seguida, estrutura (planta de forma), sendo emitidos os primeiros lotes de RDI, conforme Tabela 5. Os primeiros RDI emitidos em fevereiro eram referentes à disciplina de arquitetura, e os demais (abril e julho), arquitetura e estrutura. Os projetistas de sistemas prediais só iriam iniciar os projetos executivos após o recebimento dos projetos de arquitetura e estrutura compatibilizados. Esta foi uma premissa estabelecida pelos próprios projetistas de sistemas prediais a fim de evitar retrabalhos, na visão deles. As alterações no projeto que ocorreram ao longo do processo foram, em sua maioria, devido às mudanças de ordem técnica do que do próprio produto, “*são decisões para corrigir falta de informação... mais para tomar solução de problemas, interferências*”⁴³.

Tabela 5: evolução das requisições de informação (RDI) durante o Caso 1

2013							2014															
Fase 1							Fase 2															
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Aberta	20	0	9	0	0	22	0	0	0	0	24	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fechada	0	17	0	0	0	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

(*) não há registro formalizado

A tecnologia construtiva foi definida pela experiência do construtor, sob análise dos projetistas, porém estas definições ocorreram de forma parcelada ao longo da evolução do projeto. Por exemplo, após a finalização do projeto legal (PL) de arquitetura, foi demandada uma alteração de projeto referente ao sistema construtivo (vedações) da edificação que resultou em enormes retrabalhos para todas as disciplinas de projeto. A definição do substrato das alvenarias de vedação (material, tipos e dimensões dos blocos e tijolos) e a espessura do revestimento a ser adotado foram definidas após o projeto legal (ver Figura 28). Essas informações foram discutidas pela equipe da obra (engenheiro e mestre da obra e diretoria da empresa) e repassado para o time de projeto em uma das reuniões, quando o projeto legal de arquitetura já estava finalizado.

Na verdade, essa informação foi puxada pelo consultor BIM. O BIM requer a definição de materiais, sistemas e detalhes construtivos para modelagem, pressionando as disciplinas por estas informações, principalmente a especialidade de arquitetura cujo modelo é base para as demais. Como o consultor iniciou suas atividades após a finalização do projeto legal, foi necessária uma adequação dos projetos a fim de gerar um modelo fiel ao sistema construtivo utilizado em obra pela construtora e, conseqüentemente, extrair os quantitativos para o orçamento e compor o planejamento da obra.

⁴³ Entrevista com o consultor BIM em junho/ 2013

Estas alterações aumentaram a pressão sobre o projeto de arquitetura e gerou perdas e estoques de informações dos projetos complementares que ficaram aguardando as modificações para continuação dos trabalhos. É importante frisar que as mudanças geraram novas necessidades de compatibilização e novas iterações de projeto.

Ao final da sexta reunião (ver Tabela 4) houve uma suspensão dos encontros até que fossem emitidos os projetos executivos. A equipe de projetistas solicitou a interrupção das reuniões, tendo sido acatado pela construtora/ incorporadora. O time apontou um relativo excesso do número de participantes nas reuniões que, na visão da equipe, contribuiu para a dispersão e uma grande dificuldade para focar no que estava na pauta, ocorrendo discussões paralelas. Na opinião de um dos entrevistados, certos assuntos deveriam ser tratados em estâncias separadas, evitando temas pontuais.

Segundo entendimento dos profissionais, as reuniões poderiam ter sido mais produtivas, havendo desperdício de tempo quando o assunto não lhe diz respeito diretamente. Outro ponto negativo citado foi o fato de um não especialista emitir opinião sobre determinado tema, sendo considerado nocivo para o projeto pela equipe. Assim, o grande tempo de duração das reuniões (2h-3h) se deu em parte pelo elevado número de participantes, como pela natureza dos assuntos tratados e principalmente pela necessidade de melhoria no planejamento da reunião. Por exemplo, a pauta era construída ao longo da reunião, e não de forma antecipada. Conclui-se que há uma clara necessidade de melhor delineamento dos objetivos, e o estabelecimento de menor duração para os encontros.

Antes da emissão dos projetos executivos, foi realizado novo encontro no dia 11/07/2013 sem a participação dos projetistas de sistemas prediais. O encontro teve como objetivo principal a análise de 26 RDI (referentes às disciplinas de arquitetura e estrutura) que ainda estavam pendentes (ver Tabela 5). As compatibilizações relacionadas até julho/2013 não haviam sido atendidas em tempo hábil (durante a fase 1), sendo sanadas nos meses de setembro e outubro de 2013, atrasando o projeto.

Com a mudança da metodologia de projeto, após suspensão das reuniões quinzenais e o workshop, as reuniões de compatibilização dos projetos passaram a ser lideradas pelo consultor BIM. Na fase 2, os encontros passaram a ser mais focados em questões específicas, e sem a participação da equipe de projeto completa (Quadro 13). Nesta fase, os resultados das definições não são mais registrados em ata para posteriores soluções dos projetistas. As decisões são tomadas na própria reunião e o registro se dá anotações pessoais e e-mails, não havendo mais a formalização das soluções no RDI, apenas no próprio

modelo segundo o consultor BIM: “as RDI são solicitadas nas primeiras reuniões de compatibilização, nas demais reuniões utilizamos o modelo para agilizar o processo de correção junto aos projetistas [...]”.

Quadro 13: participantes das reuniões de compatibilização, fase 2 do Caso 1

	Data	Disciplinas
1	11/07/2013	BIM/ Arquitetura/ Cálculo Estrutural
2	28/08/2013	BIM/ Cálculo Estrutural
3	13/02/2014	BIM/ Hidrossanitária/ Combate a Incêndio
4	27/02/2014	BIM/ Arquitetura/ Cálculo Estrutural

Nesse momento, houve um relativo distanciamento dos projetistas e uma redução do fluxo de informações, onde os trabalhos tornaram-se mais individualizados e as compatibilizações postergadas ainda mais, ou seja, apenas após a modelagem BIM. O projeto executivo de arquitetura foi concluído apenas em outubro/2013 (com emissão posterior de diversas revisões de projeto) e o estrutural foi sendo finalizado por etapas, também com várias revisões.

As reuniões entre os projetistas e a implantação do BIM tinham como objetivo traçado pela própria empresa a antecipação de soluções e de interferências entre os diversos projetos. Foi apontado pelos entrevistados que parte desse objetivo foi alcançada, tendo sido identificadas interferências antes da execução da obra, agilizando o processo de compatibilização e também permitindo mais tempo para discussão da melhor solução. Porém, em outras situações, a detecção das interferências e sua solução não ocorreram dentro do prazo esperado, sendo resolvida na própria obra ou, então, atrasos onde o maior deles durou cerca de três meses, paralisando a obra.

Por isso, a participação da equipe de projeto não surtiu o efeito desejado quanto à integração. Isto se deu em função da falta de um planejamento melhor das reuniões, do próprio projeto, e de conhecimento geral do processo, como também, pela falta de uma sistematização do que efetivamente deveria ser a contribuição de cada um em cada etapa, o que gerou esquecimento de itens a serem verificados.

No total foram geradas 07 versões do modelo para o Caso 1 até fevereiro de 2014 e foram abertas 125 RDI para os projetos de arquitetura, estrutura, instalações hidrossanitárias e combate a incêndio (Figura 30). Destas, 07 RDI foram repetidas e foram excluídas. O projeto elétrico não foi modelo até a conclusão deste trabalho (ver anexo 03).

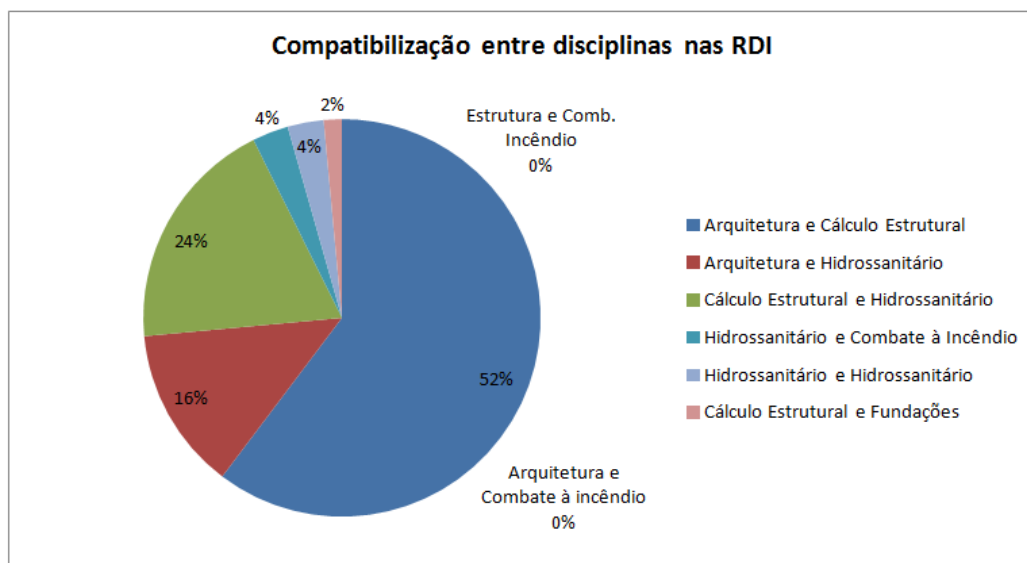


Figura 30: Percentual de compatibilização entre disciplinas nas RDI. Fonte: a autora.

Na Figura 31, constam o número de citações por disciplina e por categoria levantados nas requisições de informação (RDI) já apresentada na Figura 28. De acordo com a Figura 31, até a emissão da sétima versão do modelo BIM em fev/2014, a categoria especificação foi a de maior incidência e tratava basicamente de assuntos relacionados a sistema, método construtivo e materiais, enquanto na análise constavam sugestões do consultor que deveriam ser aprovadas pelos projetistas. Não foram disponibilizados dados quanto à compatibilização do projeto elétrico, por isso não há indicador.

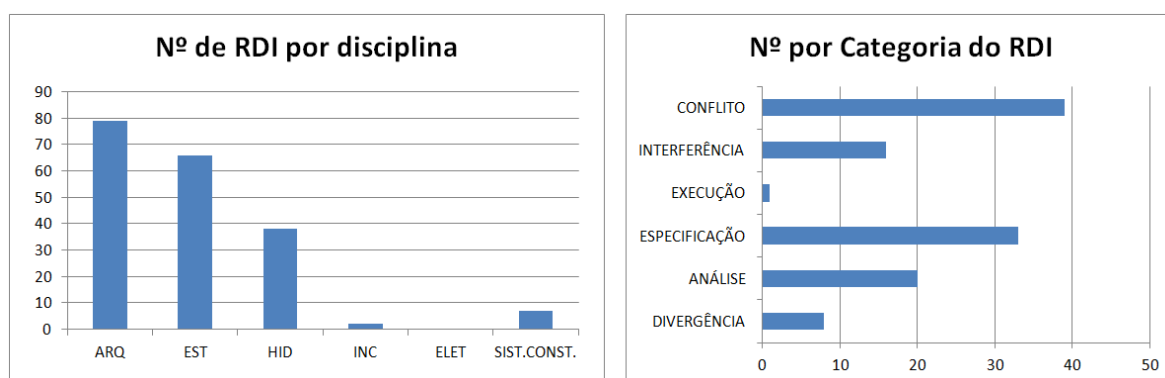


Figura 31: Número de citações por disciplina e por categoria nos RDI – caso 1 (até a emissão da sétima versão do modelo BIM em fev/2014). Categoria da RDI. Fonte: a autora.

A especialidade de estrutura foi modelada em BIM a partir do software TQS⁴⁴, porém ao invés da exportação do arquivo em IFC, a consultoria preferiu ela própria fazer a modelagem dessa especialidade a partir da leitura do projeto, assim como as demais

⁴⁴ TQS é um software para projetos estruturais. Disponível em <http://www.tqs.com.br>, acesso em 11/02/2013

disciplinas. Um dos motivos alegados foi que a exportação feita a partir do software TQS gera problemas de qualidade, tais como, falhas na representação das peças estruturais.

Foi relatada pelo consultor uma situação onde uma viga havia sido projetada com altura de 1,00m, estava modelada no software de cálculo como sendo semi-invertida (portanto 0,40m acima da laje), porém esta informação do posicionamento da viga não constava na prancha enviada o que gerou interferências equivocadas nas esquadrias da fachada na modelagem, ou seja, falsas incompatibilidades na leitura das pranchas. Este erro de interpretação fatalmente, também, ocorreria na obra. Após reunião com o engenheiro calculista, detectou-se a falha de comunicação antecipando problema que haveria na execução da obra. O consultor ressaltou que, se recebesse a modelagem diretamente dos projetistas, não seria possível detectar esta falha, pois o problema estava na especificação na prancha e não do projeto em si⁴⁵.

Um novo exemplo de requisição de informação pode ser dado na compatibilização de projeto entre arquitetura, instalações hidrossanitárias e estrutura, conforme Figura 32. Após a compatibilização dos projetos de arquitetura e estrutura, foram elaborados os projetos de instalações hidrossanitárias e combate a incêndio. Foi detectada interferência onde não havia espaço suficiente entre o forro e a laje nervurada para passagem da tubulação, ficando esta aparente.

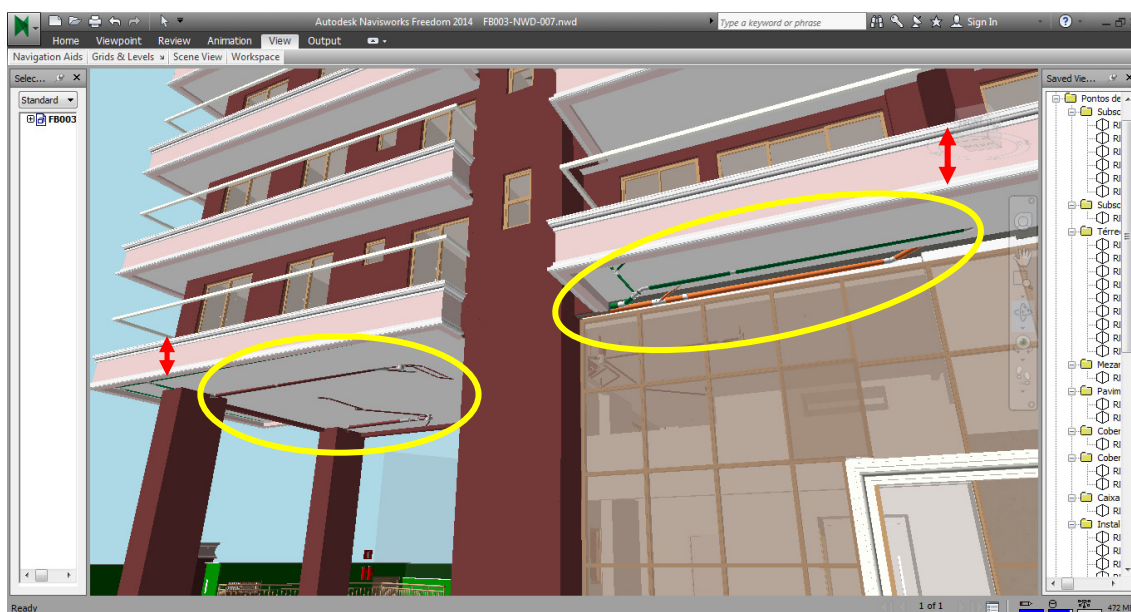


Figura 32: Interferência entre arquitetura e instalações hidrossanitárias.

⁴⁵ Entrevista em novembro/2013

A solução encontrada pela equipe de projeto foi o rebaixamento do forro, e consequentemente, das vigas do perímetro da edificação (Figura 33). Foi comentada na reunião que, com essa detecção antecipada, foi dada uma melhor solução uma vez que esse problema só seria identificado na obra após a concretagem da viga, quando da execução dos sistemas prediais.



Figura 33: Obra executada com correção da interferência apontada na Figura 32

Havia uma resistência no uso do modelo, tendo em vista que ele apontava as incompatibilidades. Porém, a presença de um consultor para a modelagem BIM foi vista como uma vantagem por parte da equipe devido ao fato de haver certa independência na detecção das interferências, o que poderia ser fragilizado caso um dos projetistas também absorvesse essa função.

A consultoria BIM não possuía relação direta com os projetistas. Esta relação era intermediada pelo coordenador de projeto/obra. Segundo o consultor, em outros contratos a sua relação direta com os projetistas não obteve bons resultados (ver citação abaixo).

“[no caso 1] Tem a figura do coordenador de projetos da contratante que é ele que fica encarregado de centralizar essa comunicação, e isso já foi [resultado de] uma experiência que nós tivemos em outro contrato e que não funcionou bem quando a nossa empresa entrava em contato direto com os projetistas. Não tinha tanta força como quem está pagando tem. A diferença é bem grande! (risos) E apesar de o coordenador ter muita dificuldade também. Apesar de ser a pessoa que paga mesmo assim eles têm dificuldade de receber informações, de correção de projeto, demora muito.” (consultor)

Na visão do consultor, o treinamento do coordenador de projeto é vital para o sucesso da implantação de uma metodologia de projetos com BIM. Além disso, apontou como

dificuldade o grande volume de projetos demandados para os escritórios⁴⁶, resultando em atrasos e falhas nos desenhos entregues; e a necessidade de quebra de paradigma entre os profissionais e as organizações (ver citação abaixo).

“[...] a partir desse dia aqui você vai receber as críticas, os problemas e interferências para você corrigir o seu projeto. Está faltando isso ainda porque quando você chega com essa informação pra ele [o projetista], ele diz que a proposta não cobre isso, aí muitas vezes tem aditivo ao contrato por causa desse novo serviço, então assim, se os projetistas forem envolvidos logo e informados que é um fluxo novo de trabalho talvez isso melhore o resultado.”

Quando questionado sobre a coordenação de projeto e qual é o papel do BIM no processo de projetos, o consultor respondeu que:

“[...] no processo de projeto eu não tenho como te dizer muito porque a gente não está projetando, a gente já pega a informação fechada, então o BIM está auxiliando nessa parte de coordenação apenas nas interferências e em algumas críticas que o nosso escritório faz do projeto em si [...] Então a gente critica, não pode modificar o projeto porque o projeto não é nosso, mas é enviado através de uma requisição de informação e aí o projetista vai alterar o projeto dele em função de uma crítica [...] a gente entende que a gente está em uma fase posterior, eu não trabalho em uma fase de desenvolvimento de projeto, eu auxilio uma informação que chega já definida [...] o que eu recomendo é que [...] os envolvidos no projeto também utilizem a plataforma porque o benefício já começa lá do berço e não só deixar todo mundo fazer em CAD, como está acostumado, aí o coordenador BIM vai fazer a compatibilização, o número de interferências vai ser muito maior do que se o escritório de projeto já tivesse a plataforma [...] eles [os projetistas] têm que gerar uma informação e essa informação vai ser construída, como se eu fosse o engenheiro da obra, eu já recebo pronto.”

Quanto à interação com o coordenador da obra, já houve uma relação direta. Na visão do consultor, as principais informações sobre o sistema construtivo para o modelo virtual são obtidas junto ao engenheiro que irá executar a obra e, muitas vezes, também com o diretor técnico uma vez que este possui larga experiência e *“toma mais decisões do que o próprio engenheiro da obra. Então tem esse bate bola entre os dois”*.

4.1.1 Interface Projeto e Obra

A interface o planejamento da obra e o BIM iniciaram-se a partir da setorização da modelagem. Essa setorização da obra é influenciada, basicamente, pela maneira como a empresa prevê a execução dos pacotes de trabalho (Figura 34). A consultoria de planejamento de obra passou os requisitos e informações diretamente para a consultoria BIM para que o modelo também fosse gerado atendendo aos pacotes de execução da obra. Outras decisões também interferem nessa setorização, por exemplo:

⁴⁶ Tendo em vista que o mercado contrata os mesmos parceiros, conforme visto anteriormente.

“[...] a gente precisa discutir aonde vai ficar a cremalheira [...] porque, dependendo de onde a cremalheira vai ficar, ela interfere em outros aspectos [...] no caso de uma dessas obras, a cremalheira ficou de frente para a sala então naquela coluna de apartamentos a gente definiu que a sala e aquela varanda tinham que ser modelados separados, porque eu só vou poder executar aquela sala e aquela varanda depois. Então isso interfere já na partida da modelagem.”
(consultor)



Figura 34: Zoneamento da modelagem do pavimento tipo. Fonte: projeto.

Para esse zoneamento, foi dispensado tempo de modelagem e discussões nas primeiras reuniões de compatibilização, que não se efetivou no planejamento da obra. A obra foi iniciada, por questões administrativas, sem a conclusão de nenhum projeto. Assim, o planejamento de longo prazo foi montado a partir do histórico da última obra, que foi piloto na implantação do *last planner* e linha de balanço.

Os projetos não foram disponibilizados em tempo hábil para orçar, planejar e executar as obras. Isto se deu em parte devido a atrasos nos projetos executivos como por falhas no planejamento e falta de conhecimento do tempo necessário para elaboração de um projeto.

Desta forma, parte do desenvolvimento do projeto e obra ocorreu paralelamente, mas não pode ser dito que se tratou de um caso de Engenharia Simultânea (ES) não tendo sido de forma planejada, resultando em atraso na obra. Inclusive, para um dos diretores a aplicação da ES para empreendimentos imobiliários não é aplicável, devido às características do desenvolvimento do produto que depende do processo de aprovação de projetos (que é extremamente burocrático) e da incorporação e capitalização do empreendimento.

O processo de projeto e desenvolvimento de produto ocorreu de forma sequencial, apesar do uso da plataforma BIM e das reuniões de compatibilização. Não houve uma integração plena da equipe no desenvolvimento simultâneo do projeto do produto e não foi

desenvolvido um projeto para produção com foco na racionalização da execução da obra. A troca de informações entre as etapas de projeto e construção, contexto da ES, permite que a concepção, o planejamento e o desenvolvimento do projeto racionalizem o sistema construtivo e produtivo, ou seja, orientando o projeto à execução.

Além disso, houve falhas de comunicação e ausência de um método claro de melhoria contínua por meio da retroalimentação de informações coletadas em campo para os projetistas. Isso permitiria que o projeto fosse voltado para tirar o máximo proveito do sistema construtivo, mão de obra e equipamentos, evitando erros e dificuldades na execução.

Conforme dito anteriormente, o planejamento da obra é realizado por uma segunda consultoria contratada, aplicando o modelo desenvolvido pelo NORIE (*last planner* e planejamento de longo prazo), que já tem um histórico de obras junto com diversas construtoras e/ou incorporadoras, inclusive com a própria empresa deste caso (ver Figura 35).

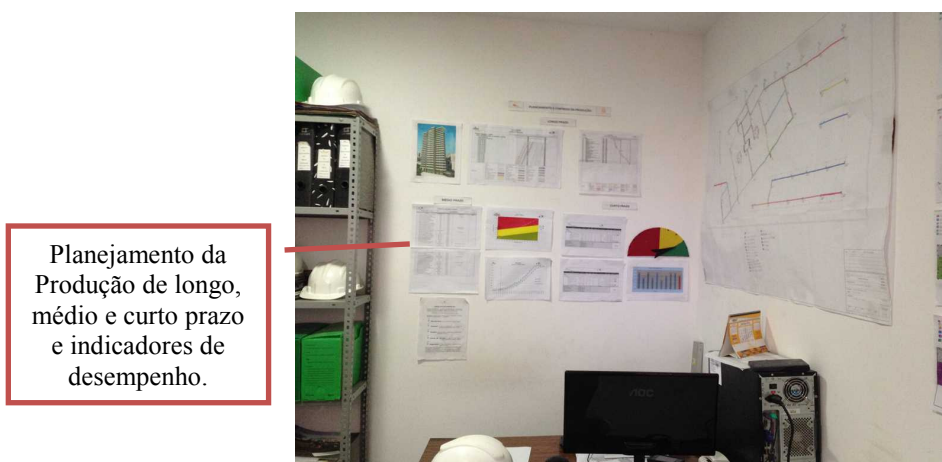


Figura 35: Procedimentos de controle do canteiro de obra

Esse planejamento foi realizado seguindo a experiência do consultor, do coordenador da obra e projeto, e do mestre de obra. O primeiro passo foi entender como a empresa iria trabalhar a execução de obra, junto ao engenheiro da obra. Segundo o consultor de planejamento, a forma de execução depende, muitas vezes, mais do engenheiro que está coordenando a obra do que da própria empresa. Então, ocorre que não é um padrão da empresa, e sim, um padrão do engenheiro.

Antes da implantação do BIM, a consultoria iniciava o planejamento a partir do projeto básico, quando era possível elaborar o orçamento da obra. Após a implantação do BIM, houve a participação do consultor nas fases iniciais do projeto. A modelagem também foi utilizada na obra para elucidar eventuais dúvidas de execução pela equipe de obra (ver Figura 36).

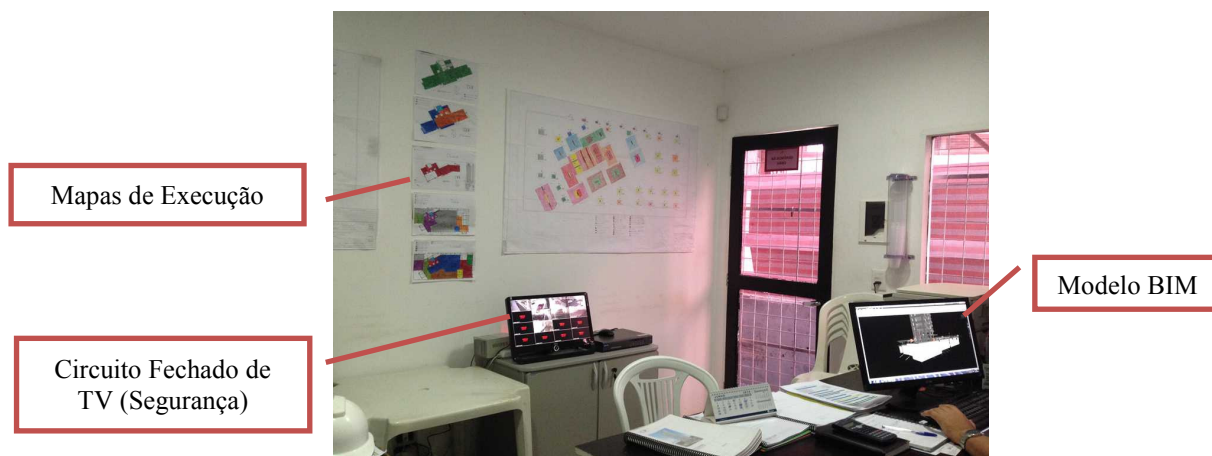


Figura 36: Procedimentos de controle do canteiro de obra

Uma particularidade da empresa é que um dos diretores é possui bastante experiência e vivencia prática, levando-os para a obra e para o operacional. Segundo o consultor de planejamento de obra, em algumas empresas o diretor técnico fica muito distante da obra, trabalhando basicamente no escritório analisando relatórios, e visitando a obra apenas para “*ser um cobrador, ele não é um solucionador, um aproveitador de oportunidades*”.

Houve uma participação efetiva da diretoria no planejamento e desenvolvimento do projeto, porém no momento do planejamento da obra a diretoria houve uma menor interferência, na visão do consultor de planejamento de obra. Ela participou da discussão do resultado.

4.1.2 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) - Caso 1

Neste item, será empregada a ferramenta MFV para mapear e analisar o fluxo de informações ao longo da elaboração de projetos residenciais multifamiliar verticais. Como fluxo de valor a ser melhorado, foi selecionado o processo de projeto. Os lotes de produção, considerados no contexto deste estudo, foram os lotes de informação, as disciplinas e as etapas de projeto.

O projeto de arquitetura foi tomado como linha guia do MFV do macroprocesso de projeto do estado atual por ser a disciplina que, além de demandar mais tempo de elaboração, inicia o projeto (ver 3.5.1) e percorre uma significativa parte do processo. Somado a isso, o projeto arquitetônico representa um processo crítico para a geração de valor do produto, além de ser a base para os demais projetos complementares. Este primeiro MFV foi

mapeado e validado junto aos intervenientes, tendo sido apresentado aos membros da equipe para análise e comentários, resultando no mapeamento mostrado na Figura 37.

Os fornecedores são as várias empresas de projeto e consultoria. O usuário final, estimado através de consultas a corretores de imóveis e benchmarking, está representado pela caixa à direita. Foram puxados lotes de informação nas reuniões de compatibilização, conforme as necessidades apontadas pela equipe. Além da construtora/incorporadora, o consultor responsável pela modelagem BIM foi quem mais solicitou informações durante o processo.

Na busca de um fluxo contínuo do projeto, a empresa estabeleceu que o desenvolvimento do projeto ocorresse por meio de uma equipe multidisciplinar e a adoção de lotes no projeto. Este lote não é necessariamente o mesmo lote de produção, pois existem características do desenvolvimento do produto imobiliário que limitam a adoção da engenharia simultânea.

A partir dessas reuniões de compatibilização, houve a intenção de uma sistemática de exame integrado do conjunto de alternativas e uma tentativa de convergência para a solução linear de projeto. Contudo, a compatibilização foi realizada por meio de análises pontuais posteriores dos projetos realizadas pelo consultor BIM, que modelava e emitia uma relação de requisições de informação (RDI) das interferências (anexo 03).

Esta ação levou à equipe de projetistas responderem as RDI numa interação negativa, atendendo determinadas interferências, porém ignorando outras. É importante frisar, também, que as mudanças geraram novas necessidades de compatibilização e novas iterações de projeto. Por isso, o PPC medido nesta fase foi baixo e alto índice de RDI. Por exemplo, a compatibilização sequencial onde primeiramente ocorreu entre arquitetura e estrutura e num segundo momento entre essas disciplinas e sistemas prediais, resultou em novas compatibilizações em projetos considerados finalizados, conforme visto anteriormente na Figura 32.

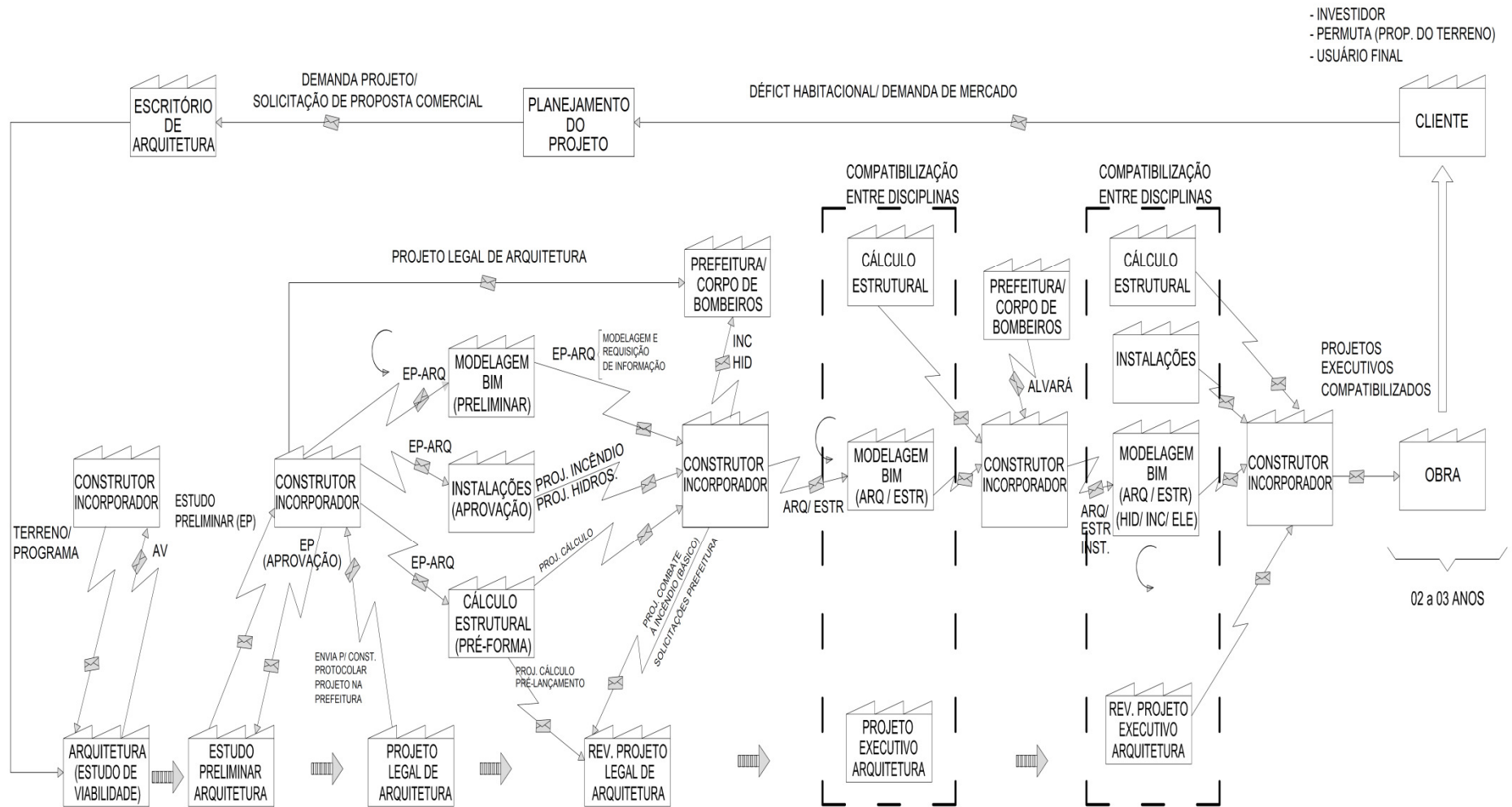


Figura 37: Mapeamento Geral do Fluxo de Valor estado atual. Fonte: a autora.

O mapeamento detalhado foi dividido por disciplinas para facilitar a leitura e entendimento das perdas quanto aos prazos. Na parte inferior do mapa estão as caixas de processo que representam as principais atividades envolvidas na elaboração do projeto da disciplina em destaque. As caixas de processo nos mapas estão divididas possuem as seguintes informações: o nome do processo; setor ou pessoa responsável pela realização do processo; a descrição do processo; o TRA (Tempo de Realização da Atividade); e o TP (Tempo de Permanência) dos processos. Foi possível medir o tempo em cada disciplina por categorias, tais como: tempo sem valor agregado, modelagem BIM/ espera pela análise dos órgãos de aprovação e tempo com valor agregado.

Na Figura 38, é apresentado o MFV da disciplina de arquitetura. A diferença entre o lead time do projeto (533,50 dias úteis – D.U.) e o TRA (438 D.U.) é de 95,50 D.U.. Considerando que as revisões de projeto (com 69 D.U.), apesar de necessárias, não agregam valor, há uma redução do TRA para 369 D.U.. Isto significa que, na formação do fluxo de valor desta disciplina, o tempo não agregou valor passa de 17,90% (considerando as atividades de revisão) para 30,83% (apenas atividades que agregam valor).

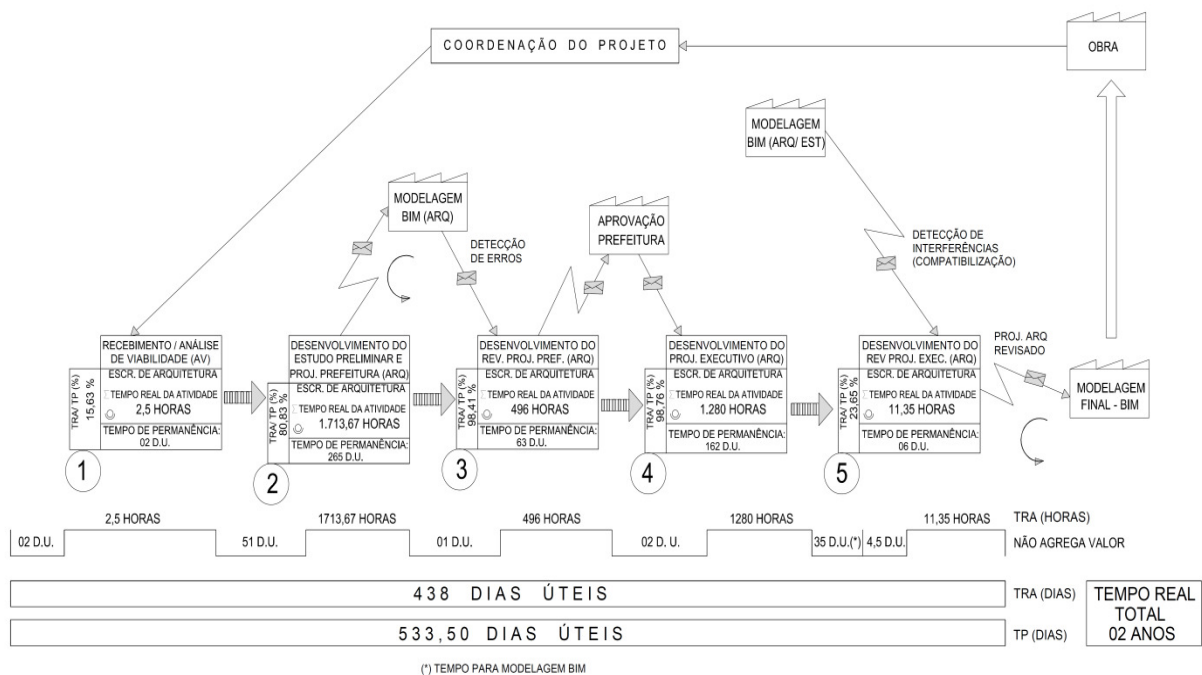


Figura 38: Mapeamento do Fluxo de Valor estado atual (projeto arquitetônico). Fonte: a autora.

Na Figura 39, é apresentado o MFV da disciplina de combate a incêndio. A diferença entre o lead time do projeto (309 dias úteis – D.U.) e o TRA (25 D.U.), que é de 284 D.U.. Considerando que as revisões de projeto (com 01 D.U.), apesar de necessárias, não

agregam valor, há uma redução do TRA para 24 D.U.. Isto significa que, na formação do fluxo de valor desta disciplina, o tempo não agregou valor é de 92,23%.

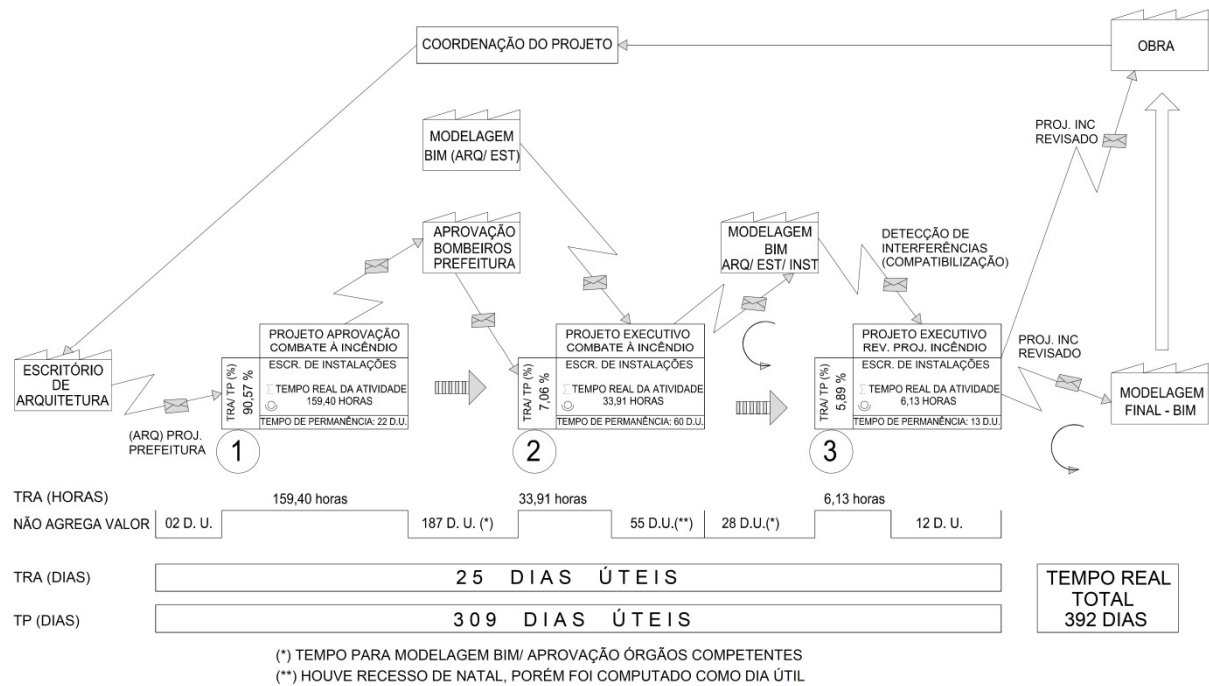


Figura 39: Mapeamento do Fluxo de Valor estado atual (projeto de combate a incêndio). Fonte: a autora.

Na Figura 40, é apresentado o MFV da disciplina de projeto hidrossanitário. A diferença entre o lead time do projeto (309 dias úteis – D.U.) e o TRA (80 D.U.), que é de 229 D.U.. Considerando que as revisões de projeto (com 05 D.U.), apesar de necessárias, não agregam valor, há uma redução do TRA para 75 D.U.. Isto significa que, na formação do fluxo de valor desta disciplina, o tempo não agregou valor é de 75,73%.

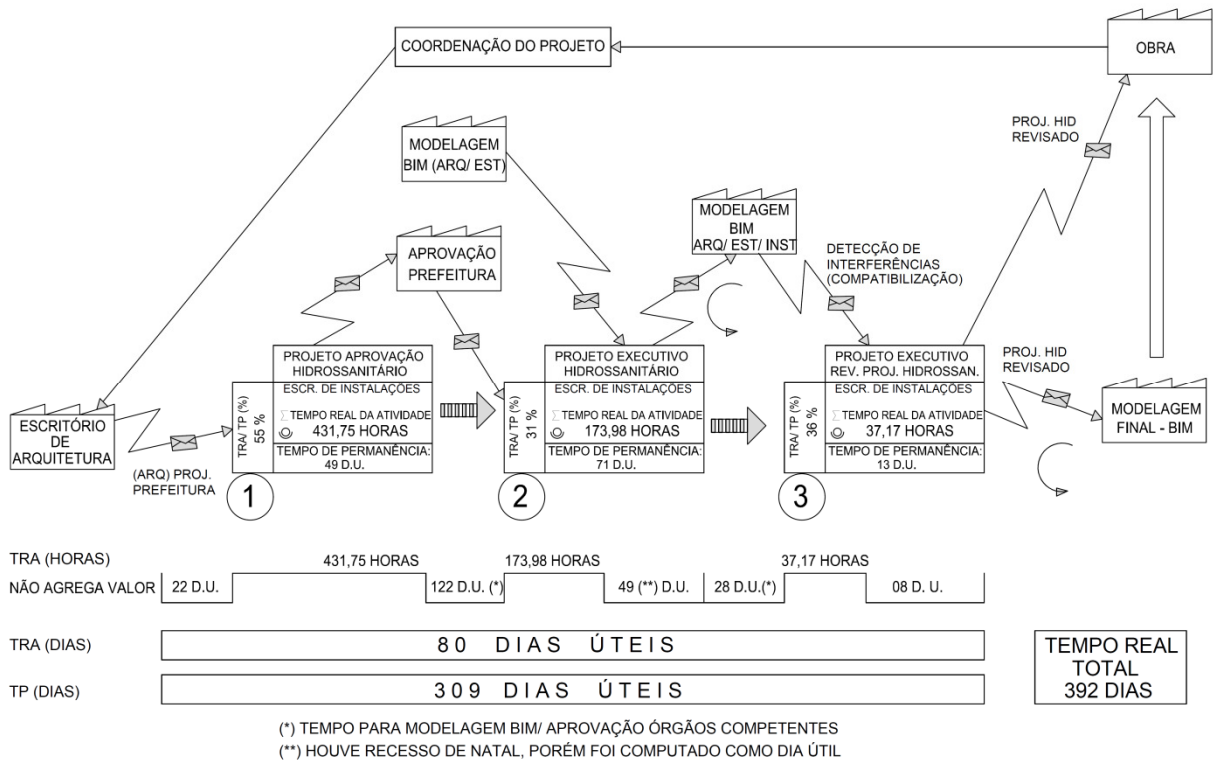


Figura 40: Mapeamento do Fluxo de Valor estado atual (projeto hidrossanitário). Fonte: a autora.

A partir da análise do MFV atual (por disciplina), foi possível realizar um comparativo entre as disciplinas sobre o tempo de elaboração projeto (TRA) e o tempo de permanência. Uma das principais constatações deste estudo exploratório é que há uma grande quantidade de trabalho em estoque ou em progresso entre as diferentes fases de produção dos desenhos e documentos. Portanto, o tempo usado para efetivamente projetar possuía um alto percentual de desperdício, tendo a disciplina de arquitetura alcançado o melhor desempenho (Figura 41).

Na prática, observou-se que as atividades de elaboração dos projetos possuem poucos desperdícios nas atividades de conversão. Estes ocorrem principalmente por falhas no fluxo de informação, nas iterações negativas e retrabalhos. Por exemplo, após a finalização do projeto legal de arquitetura, foi demandada uma alteração de projeto referente ao sistema construtivo da edificação que resultou em enormes retrabalhos para todas as disciplinas de projeto. Estas alterações aumentaram a pressão sobre o projeto de arquitetura e gerou perdas e estoques nos projetos complementares que ficaram aguardando as modificações para continuação dos trabalhos.

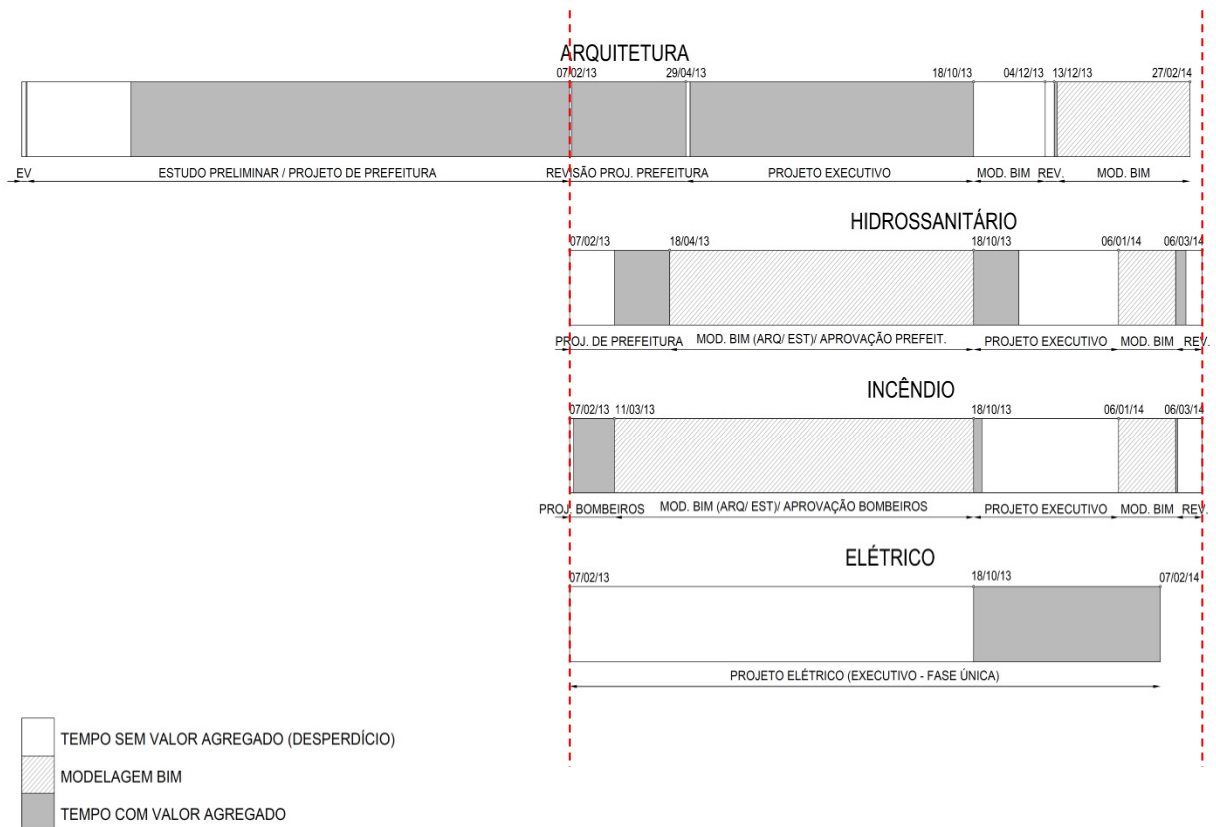


Figura 41: Visão geral do processo de desenvolvimento de projeto do Caso 1, conforme MFV atual (exceto cálculo estrutural). Fonte: a autora.

Acontece que as disciplinas dependem da entrada de informação mutuamente e de outros processos, o que gerou estoques de informação entre as diferentes etapas de produção de desenhos e documentos devido à espera por informações, ou trabalho em progresso. Essas questões somadas à demora dos órgãos na análise aprovação da documentação criou um fluxo descontínuo de trabalho. Ainda, os requisitos do sistema construtivo da empresa foram passados de forma descontínua, pela ausência de listas de verificação de entradas, gerando muitos retrabalhos principalmente da disciplina de arquitetura e espera dos demais projetistas pelas novas versões do projeto de arquitetura.

Apesar de uma das metas deste projeto piloto ter sido a geração iterativa de soluções ótimas para projeto entre as fases de projeto e execução da obra, uma das categorias de perdas mais recorrente foi o retrabalho nos projetos que muitas vezes iniciaram sem que todas as entradas de informação estivessem disponíveis. Desta forma, os principais desperdícios no fluxo do processo de projeto da Empresa “A” foram: espera por liberação de etapas ou informações de projeto; problemas de compatibilização; baixa reutilização de conhecimento (soluções de projeto); reutilização pobre de projeto; retrabalho; tarefas

interrompidas; e filas. No Quadro 14, tem-se a caracterização dos desperdícios mapeados no Caso 1.

Quadro 14: Caracterização dos desperdícios

Desperdício		Causas dos desperdícios
Teórico	Empírico	
Espera	Espera por liberação de lotes de informação	Demora na análise (tanto internamente quanto externamente, pelos órgãos de aprovação); espera por entradas de informações.
Transporte	Ir e vir das tarefas/ tarefas interrompidas	Digitalização da ata de reunião;
		Compatibilizações de projeto sequencial, resultando em novas compatibilizações/ interações negativas.
Movimentação desnecessária	Movimentação desnecessária	Envio do projeto por e-mail para o coordenador que era responsável em carregar os arquivos no repositório virtual;
Processos inadequados	Precisão e detalhes desnecessários	Precisão e detalhes desnecessários em etapas iniciais do processo de projeto
	Uso inadequado das competências	Falta de capacitação do coordenador em gerenciamento de projeto.
	Uso inapropriado de ferramentas e métodos	Utilização de repositório virtual que não tinha função de gerenciamento; Retrabalho na modelagem BIM, com diversas iterações negativas.
Inventário	Filas	Lotes de informações dos projetos aguardando informações
Superprodução	Baixo sincronismo do tempo considerado e a capacidade produtiva	Estimativas de prazo erradas para realização das tarefas
Defeitos	Retrabalho devido a erros em projetos	Nas requisições de informação da modelagem BIM, a categoria divergência referia-se a erros nos desenhos. Esta categoria teve um índice de 6,83% de recorrência.
Reinvenção	Reutilização pobre de projetos e conhecimento	Não há histórico/ banco de dados de falhas ou boas práticas de projetos anteriores.
Falta de disciplina	Definição pobre de dependência entre atividades	Não há mapeamento ou planejamento do processo de projeto, sendo feito a cada reunião um planejamento de curto prazo, sem uma visão sistêmica (Figura 25).
Limitações nos recursos de TI	Problemas de compatibilidade e uso de ferramentas inadequadas.	Limitações no gerenciamento da informação do repositório virtual utilizado;
		Uso de softwares incompatíveis sendo necessário remodelar os projetos (CAD/ BIM).
		O coordenador era responsável em enviar e-mail para a equipe sobre nova versão de projeto

Uma das grandes causas dos desperdícios listados acima (segundo um dos diretores da empresa e relatado no item 4.1) foi a falta de um modelo de projeto e listas de verificação de cada fase, que orientasse as reuniões e quais informações deveriam ser produzidas. Com isso, foram identificados pontos positivos como também deficiências e oportunidades de melhoria no planejamento do processo de desenvolvimento de produto e de projeto que serão descritas no próximo item.

Alterações nos projetos continuaram ocorrendo durante a fase de execução da obra, por novas solicitações do contratante. Ainda, após o início da obra foi discutido um sistema de execução do contrapiso e montagem das esquadrias, não tendo sido objeto de revisão de projeto.

Apesar das diversas perdas durante o processo, os projetistas relutaram em admitir falta de compatibilização e retrabalhos. Além disso, existiam procedimentos para análise crítica para as etapas de projeto, porém como o coordenador acumulou muitas funções, a análise foi comprometida.

Pode-se concluir que o processo de projeto da empresa “A” ocorreu de forma tradicional, apesar do uso do BIM e das reuniões de compatibilização. Percebeu-se um baixo intercâmbio entre os projetistas a partir do número de incompatibilidades identificadas pelo BIM. Isso resultou em um longo tempo de duração do projeto, maior inclusive que o prazo verificado em projetos anteriores, conforme destacado por um dos entrevistados.

4.1.2.1 Proposição de melhorias para implementar fluxo contínuo em projeto

O mapeamento permitiu a identificação dos desperdícios e oportunidades de melhoria através da compreensão dos principais problemas no processo de projeto. O objetivo fundamental deste novo mapa é eliminar ou minimizar os estoques de informação permitindo o fluxo contínuo do processo de projeto. Os tempos das atividades e o trabalho em progresso neste novo mapa foram estimados com base nas entrevistas, na observação da pesquisadora e na coleta de dados. As melhorias propostas são identificadas através de nuvens no MFV futuro. Neste tópico, será proposto um MFV para o estado futuro buscando soluções para reduzir o desperdício, o retrabalho e diminuir o lead time dos processos, bem como perdas de requisitos do projeto (ver Figura 37).

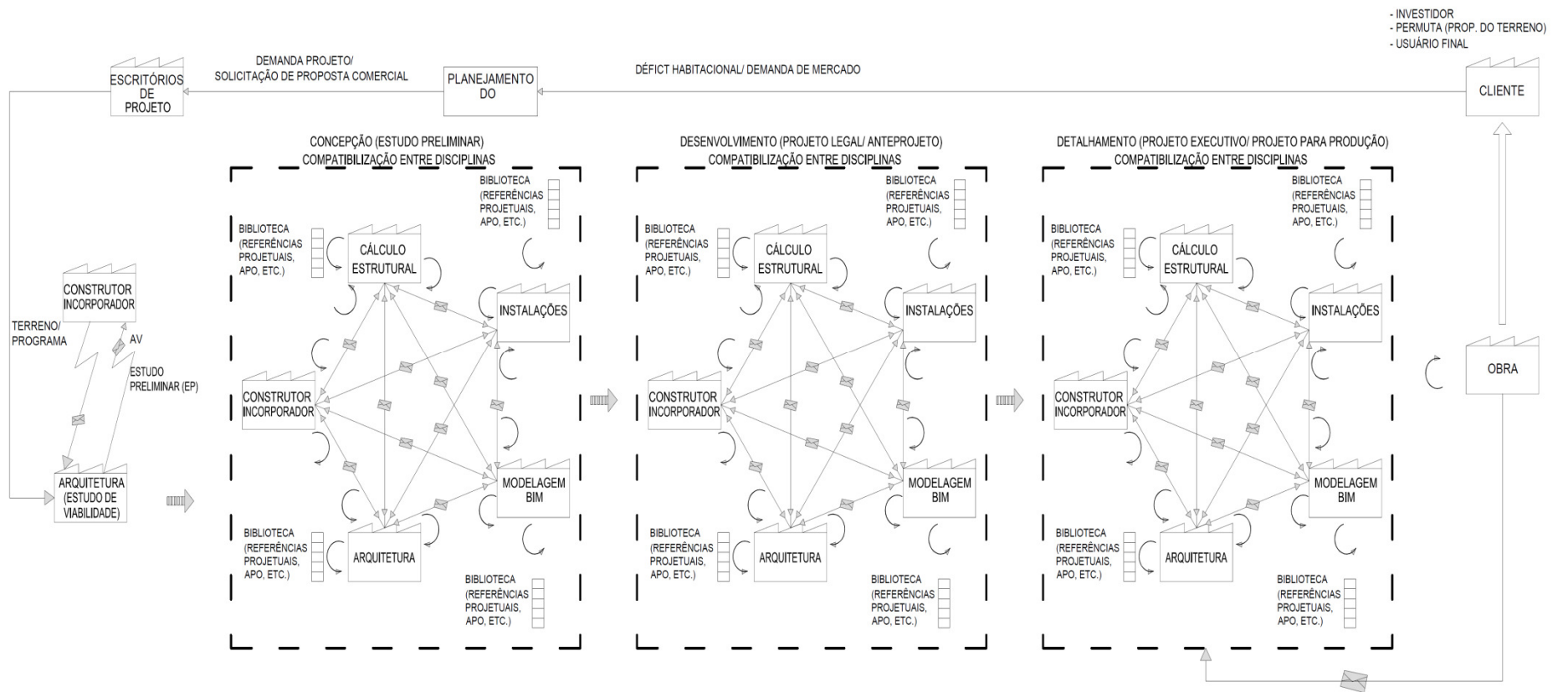


Figura 42: Mapa do Fluxo de Valor Futuro. Fonte: a autora.

A possibilidade de criação de uma célula de trabalho envolvendo todos os processos foi considerada inviável tendo em vista que os projetos são executados por profissionais diferentes e em locais diferentes. Mas, sugere-se o incremento nas reuniões de compatibilização das trocas de informações entre os projetistas, de forma a evitar detecções de interferências posteriores aos projetos e adoção de uma biblioteca de soluções projetuais.

Outra sugestão é a introdução de uma reunião de definição dos fluxos do empreendimento, envolvendo o coordenador de projeto e obra, projetistas, e consultores de planejamento da obra e *BIM manager*. O principal objetivo desta reunião é definir pequenos lotes de informação para adoção de um sistema puxado de projeto, onde os lotes de execução puxam as atividades de projeto. Porém, o lote de projeto pode ser diferente do lote de execução desde que atenda ao sequenciamento estabelecido nos planos de ataque da obra. Assim, esta reunião visa criar condições para um planejamento de forma integrada entre projeto e obra, no desenvolvimento de produto imobiliário.

A utilização de bibliotecas de projeto é melhor aproveitada pelos projetos de sistemas prediais (prumadas e cortes esquemáticos e isométricos) e na fase de detalhamento. Nenhuma das empresas pesquisadas monitora e mede o retrabalho das atividades e seu impacto no andamento do projeto.

Os principais desperdícios eliminados neste MFV futuro são os tempos de espera. Contudo, observaram-se desperdícios entre as fases de projeto legal e executivo devido ao tempo de análise e aprovação do projeto para licenciamento pela prefeitura e obtenção do registro de incorporação. Assim, apesar da busca do fluxo contínuo pela organização, houve momentos de trabalho em progresso.

Por exemplo, substituindo a coleta de dados por um supermercado de informações e fundindo a etapa de modelagem com a de criação dos projetos (não posteriormente ao desenho em CAD). A ideia do supermercado é concentrar em um local todas as soluções de projeto que a construtora possui domínio e puxar as informações quando necessário.

Os subprocessos de análise crítica do projeto e da obra deveriam realizar um monitoramento sistemático das falhas de projeto de forma a retroalimentar os projetistas, evitando evitar a reincidência de problemas, num processo de melhoria contínua. Desta forma, no longo prazo, esta atividade poderia ser eliminada, que a rigor não agrega valor.

O fato de haver um único profissional desenvolvendo o papel de coordenador de projeto e obra permite que na transição da fase de projeto para construção não haja mudança de responsabilidades dentro da organização, diminuindo eventuais perdas de comunicação,

mas sobrecarregando o profissional. Ainda, o profissional responsável não tinha experiência no processo de projeto e no processo de desenvolvimento de produto. Também, o coordenador possui autonomia limitada para aprovações das soluções de projeto, sendo mais independente na obra.

Para um dos entrevistados, a empresa é enxuta e muitas vezes conhece o problema mas não tem capacidade de resolver (como por exemplo cobrar as entregas de projeto) porque existem poucos profissionais. É imprescindível, na sua visão, a existência de um coordenador de projetos exclusivo, que não deveria ser o engenheiro de execução, pois ele está focado na obra⁴⁷.

Constatou-se a aplicabilidade da ferramenta lean MFV para o processo de projetos imobiliários da construção civil, tendo sido realizadas pequenas adaptações das mesmas para este contexto. A aplicação do MFV no processo de projeto possibilitou a identificação de diversos problemas, principalmente na identificação daqueles que não agregam valor. Porém, houve dificuldade em representar atividades simultâneas, iterativas e cíclicas do processo de projeto.

Após a implantação deste MFV futuro, será necessária uma nova avaliação e a proposição de um novo MFV buscando eliminar folgas entre os processos (geradas pelo tempo de análise dos órgãos de aprovação). Por fim, é necessária a eliminação da atividade de desenvolver o projeto em CAD e depois modelar em BIM, capacitando os projetistas a fornecer os projetos em BIM. Assim, os arquivos poderiam ser trocados em IFC, ou trabalhar em um único modelo, reduzindo drasticamente a necessidade de compatibilização. Este procedimento elimina esta atividade de remodelagem, que não agrega valor.

4.1.3 Considerações Finais – Caso 1

Conforme discutido nos itens 3.5.1 e 4.1, as melhorias implementadas pela empresa nesse projeto piloto foram: uso de repositório virtual de arquivos; coordenação de projeto; reuniões de compatibilização; e modelagem BIM do projeto. Com o repositório, todos tinham acesso à versão mais recente de cada disciplina. As reuniões de compatibilização agilizaram a análise dos projetistas, uma vez que era feito em conjunto e discutidas todas as interferências simultaneamente. Ao se trabalhar num processo de engenharia simultânea,

⁴⁷ Entrevista em 14/11/2013

colaborativa, reduz-se a necessidade de realizar mudanças de engenharia nas etapas mais avançadas.

Havia uma grande expectativa de que com a adoção da modelagem BIM e as reuniões de compatibilização de projeto houvesse uma redução dos problemas de obra gerados por falha de informação nos projetos e uma melhoria na qualidade e nível de detalhes dos projetos. Como resultado positivo da modelagem BIM, destaca-se uma melhor programação da execução da obra, detecção das principais interfaces e interferências entre disciplinas de projeto, e histórico do projeto.

Porém, faltou um planejamento de longo prazo na fase de projeto que orientasse as reuniões quinzenais. Os profissionais, por serem experientes, sabiam o que deveria ser feito, mas a falta de um modelo do processo de projeto, indicando as entradas e saídas de cada atividade, comprometeu o desenvolvimento e o fluxo contínuo do processo de projeto.

Outro ponto levantado foi a necessidade de implementação de indicadores de desempenho, por exemplo, um percentual planejado concluído (PPC) mostrado na Figura 24, realizado paralelamente pela pesquisadora. Não existe um banco de dados com indicadores históricos de projeto que possibilitasse análises comparativas. Ainda, a falta de sistematização dos dados obtidos no processo de execução e análise da satisfação pós-ocupação do usuário prejudica o processo de retroalimentação de diretrizes de projeto.

Foi apontada também a importância de ter em todas as reuniões a presença de um responsável técnico da empresa experiente que detenha o know-how construtivo para criação de uma base de dados e bibliotecas de famílias no BIM. Desta forma, o BIM manager não substitui o gestor técnico que conhece o sistema construtivo da empresa.

Outra deficiência apontada foi a falta de um software de gerenciamento das etapas e versões do projeto. A utilização de um repositório virtual que não tinha funções de gerenciamento comprometeu a comunicação do projeto em vários aspectos, tais como, a não confirmação de que todos os projetistas estavam cientes das novas versões (ver citação abaixo). Por exemplo, um projeto complementar foi desenvolvido em uma versão desatualizada de arquitetura, gerando retrabalhos e desperdícios de tempo.

“A falta do controle de versões faz com os projetistas começam a discutir entre eles, excluindo o BIM manager [...], então começam a surgir versões intermediárias que não estão sendo modeladas e compatibilizadas pelo BIM manager. Então, semanas depois após várias discussões entre o calculista e o arquiteto, surge uma versão que aí sim é passada para o BIM manager para que ele faça a modelagem e, quem sabe, encontre algum problema que os dois não encontraram. Ora, só que, enquanto eles ficaram duas semanas discutindo entre eles, o BIM manager já poderia estar ali em paralelo modelando, apontando problemas, e não foi o que aconteceu. Perdemos tempo com isso, perdemos qualidade com isso. Então, esse foi um problema que nós

percebemos, a falta de um processo de projeto mais detalhado em termos de etapas e decisões. Pela falta de uma ferramenta, de um software de gestão de controle de versões. É preciso ter um processo de projeto bem estruturado. O BIM é uma ferramenta com um potencial impressionante, mas ele não vai ter todo o seu potencial atingido desde cedo se essas boas práticas na gestão de projetos não forem incorporadas. O BIM não faz mágica! ”(diretor)

A compatibilização entre os projetistas continuou sendo feita pela plataforma CAD pelas empresas de arquitetura e estrutura, por questões de adaptação cultural e falta de apropriação do modelo⁴⁸. Após as revisões, era disponibilizado pelos projetistas para modelagem BIM pelo consultor.

Também, havia uma disparidade na equipe de projetistas, onde alguns já conheciam a ferramenta e estavam parcialmente adaptados e para outros era tudo novo. Para o diretor, foi preciso ter tolerância nesse estágio inicial para que os projetistas se adaptassem, porque o contexto do mercado atual não está maduro ainda pra isso.

Existe uma retroalimentação imediata entre obra e coordenação do projeto, uma vez que o mesmo profissional acumula as duas funções. Contudo, este profissional não participa das fases iniciais de concepção do produto podendo haver perdas de informações quanto às necessidades e geração de valor sob o ponto de vista do cliente.

Uma questão também levantada pelo coordenador do projeto foi a necessidade de iniciar a obra com os projetos executivos finalizados. O engenheiro coordenador ressaltou que o seu envolvimento no projeto deveria ocorrer o mais cedo possível⁴⁹. Entretanto, a acumulação das duas funções (obra e projeto) atrasou a sua participação no processo de projeto, pois ainda estava envolvido com a obra anterior que ainda não havia sido finalizada.

Uma parte dos problemas apontados foi decorrente de uma falta de modernização dos contratos, como também da falta de maturidade no novo processo colaborativo e uso do BIM. Não houve, na visão da diretoria, compartilhamento de ganhos. Nesse momento, *“há mais ansiedade de perceber esses ganhos do que os ganhos percebidos nesse estágio.”*

Não houve um consenso entre os participantes quanto à otimização da metodologia de trabalho de modelagem e os custos de projeto com a utilização da plataforma BIM. Contudo, como o processo ainda está em implantação, ainda não se pôde medir os ganhos no processo decorrente da modelagem BIM. A diretoria ao ser questionada se houve revisões de contrato e se os projetistas também terão ganhos, foi respondido que

“Agora, com certeza, quando a obra começar e eu não ligar para o arquiteto: venha aqui na minha obra, me ajuda com isso... Com certeza já vai ser um

⁴⁸ Semelhante ao trabalho de Manzione (2013).

⁴⁹ Entrevista em junho/2013

sentimento de: puxa, isso funcionou bem! Hoje, existe mais expectativa do que ganhos.”(diretor)

A empresa deu depoimento em um seminário realizado pelo Inovacon que, caso essas observações não sejam atendidas, não haverá incremento do uso do BIM no processo de projeto, e “o BIM será utilizado, efetivamente, apenas no final do processo de projeto”, gerando apenas quantitativos e indicações de interferências que resultam em iterações negativas (Figura 31).

Diferente dos sistemas CAD, o BIM não é apenas uma forma de representação, que ocorre posteriormente às atividades de criação. Ele envolve um novo delineamento colaborativo do processo de projeto. Não houve uma apropriação do BIM pela equipe e estava sendo utilizado pelos projetistas apenas para a visualização em 3D, auxiliando nas discussões.

Uma das questões a serem sanadas, segundo o coordenador do empreendimento, é o fato de que o projeto de fundações é um dos últimos sistemas a ser projetado, devido à necessidade primeira do cálculo estrutural da edificação. Contudo, as fundações são requisitadas no início da construção impondo uma pressão na finalização antecipada deste projeto, ou seja, sugere uma alteração na ordem de elaboração do projeto.

Embora o termo valor nem sempre foi explicitamente mencionado pelos projetistas e outros participantes do projeto, ficou claro que eles eram, em geral, preocupados com questões sobre o cliente e o valor de usuário. Esta observação às necessidades do usuário forneceu importantes pontos de referência em argumentos por trás das decisões de projeto e para orientar discussões entre os participantes. Em situações em que não havia informações suficientemente claras a respeito do cliente (interno) ou quanto ao que gerava valor na visão do usuário, isso se refletiu nas discussões de projeto, bem como nas possibilidades de aplicação de uma abordagem enxuta no projeto.

A empresa “A” além de utilizar o modelo BIM para compatibilização de todas as fases de projeto, incorporou o modelo nas reuniões de projeto auxiliando na tomada de decisões mais ágeis e sempre que possível na própria reunião, minimizando análises individuais no escritório, o que resultaria em novas interações. Isto permitiu uma maior precisão e integração da equipe.

A Empresa “A” desenvolveu seus projetos em BIM. Ainda assim, ocorreu uma detecção tardia de interferências, gerando retrabalhos, apesar do uso do BIM. Além disso, a empresa “A” antecipou erradamente lotes de informação de projeto na fase de concepção, deixando questões estruturais de lado.

A diretoria considerou a realização da coordenação técnica pelo próprio engenheiro da obra necessária na medida em que entendem que assim é possível minimizar os problemas durante a execução. Parte da coordenação foi dividida com o BIM Manager (figura exercida por um consultor) cuja função foi avaliada importante pois gerou mais confiabilidade às informações de projeto e, assim, mais segurança durante a execução, uma vez que as definições dos projetos já foram analisadas e validadas pelo modelo BIM.

A relação de parceria permanece com momentos raros de acompanhamento técnico e o feedback dos projetistas quanto às práticas produtivas da empresa “A”.

4.2 Caso 2

Trata-se de um edifício multifamiliar, composto de salão de festas, jogos, sala de musculação, sauna, quadra poliesportiva, piscina semi-olímpica, piscina infantil (ver Tabela 6 e Figura 43).

Tabela 6 - Principais características do empreendimento

Características do condomínio	Residencial
N.º de torres	01
N.º de andares / torre	27
Unidades / andar / torre	02
Total de unidades	46
Área privativa da unidade tipo I (m ²)	130,00 (10 unidades)
Área privativa da unidade tipo II (m ²)	158,00 (36 unidades)
Nº. de vagas no estacionamento	3 a 4

Fonte: dados do projeto



(a)



(b)

Figura 43 (a, b):

Este projeto foi desenvolvido simultaneamente com o Caso 1, porém com uma segunda equipe de projeto (exceto os consultores BIM e de planejamento da obra os quais

foram mantidos os mesmos). Houve esta premissa de separação das equipes devido a um dos objetivos da empresa que era avaliar os novos métodos de trabalho e, assim, poder comparar a atuação e evolução dos dois projetos⁵⁰.

No total, foram realizadas cinco reuniões de planejamento e controle de projeto durante um período de três meses, participando uma equipe multidisciplinar de 08 profissionais em média (projetistas de arquitetura, estrutura e sistemas prediais, consultores BIM e planejamento da obra, diretoria e coordenador).

Assim como no Caso 1, foram definidas deliberações, metas e ações, de forma reativa a cada reunião, para planejamento de curto prazo (ver Tabela 7). Vale ressaltar que estes encontros tiveram início na fase de projeto para prefeitura (também denominado projeto legal).

Tabela 7: dados levantados nas reuniões integradas do Caso 2, na primeira fase do projeto

	Data	Nº participantes ⁵¹	Nº deliberações	Nº Ações	Nº Metas
1	20/02/2013	09	03	05	02
2	11/03/2013	08	04	05	04
3	26/03/2013	05	08	06	03
4	18/04/2013	10	09	04	03
5	29/04/2013	07	05	04	02

Assim como no Caso 1, as tarefas, responsáveis e prazos foram registrados em ata. A pauta também era definida ao longo da reunião, aumentando o tempo de discussão, em torno de 2h a 3h. A função de coordenador de projetos também foi absorvida de forma acumulada pelo engenheiro coordenador da obra, que se dividiu durante o período de um ano entre a coordenação da obra anterior e o empreendimento 20 (projeto e planejamento da obra).

Desta forma, a identificação de eventuais atrasos era de difícil percepção e, conseqüentemente, prejudicou a tomada de ações corretivas. Além disso, algumas tarefas foram lançadas e o monitoramento não foi totalmente eficaz, havendo perdas de informação durante o processo e comprometimento de um futuro rastreamento da informação.

Nesta primeira fase, o processo de modelagem em BIM ocorreu paralelamente à elaboração do projeto para emissão do alvará junto a prefeitura (ver Figura 44) e seguiu o modelo convencional já adotado pelos projetistas. O BIM foi utilizado apenas para a visualização em 3D, auxiliando nos debates durante as reuniões.

⁵⁰ Entrevista com o coordenador de projeto/ obra em 17/07/2013

⁵¹ Não foi contabilizada a pesquisadora, tendo sido computadas as equipes de projeto e planejamento.

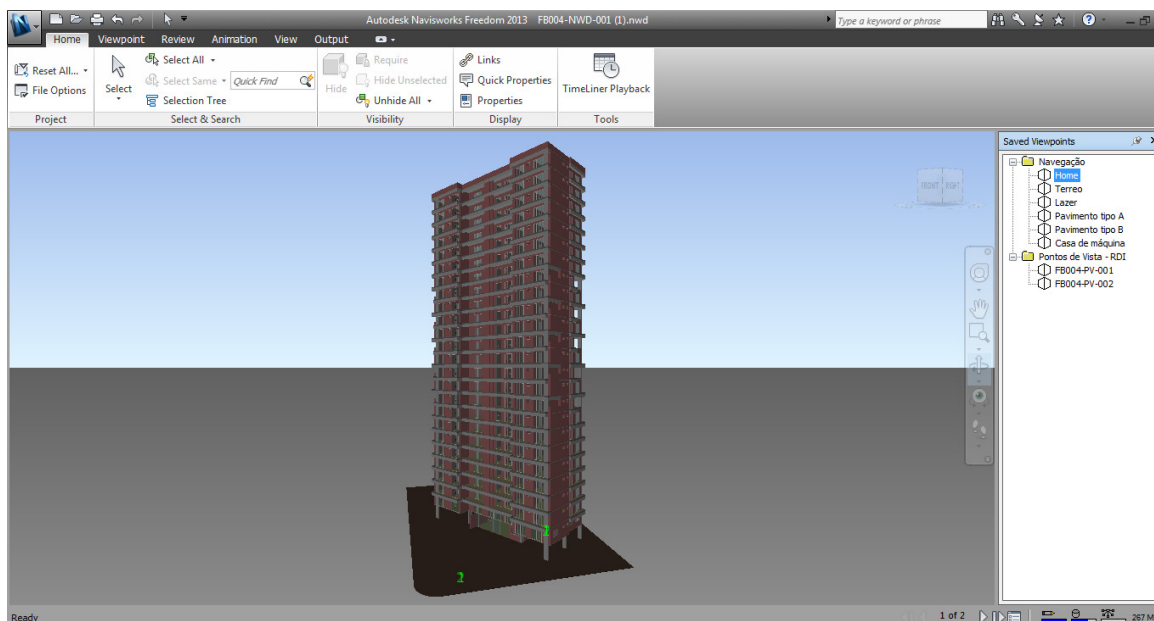


Figura 44: modelagem do projeto, Caso 2.

Diferentemente do caso anterior, não houve uma apresentação do método e do fluxo de informações para a equipe, porém manteve-se, na primeira fase, a mesma sistemática do Caso 1. Ao final da quinta reunião, também houve uma suspensão dos encontros até que fossem emitidos os projetos executivos. A interrupção dos encontros foi solicitada pelos projetistas que alegaram, além da dificuldade de agenda, a necessidade da equipe ter um momento isolado para compatibilização do projeto (ver citação abaixo).

“Para dar prosseguimento ao projeto executivo, preciso das plantas de arquitetura compatibilizadas com a estrutura executiva, conforme ficou estabelecido na última reunião. Até o momento, não recebi por email nem vi postado no dropbox. Se já tiver esses projetos (arquitetura e estrutura), favor nos enviar.” (projetista de instalações).

O fluxo de comunicação na primeira fase do projeto não foi totalmente adequado, segundo o coordenador, devido a vários fatores, tais como: a quantidade de pessoas envolvidas no processo, suas diferentes especialidades e visões, e ao fato de nenhum membro do time de projeto está com dedicação exclusiva.

Ainda, as reuniões da primeira fase não foram consideradas produtivas, pois haviam muitos envolvidos e *“não era necessário realmente, naquela fase, tanta gente”*⁵². O coordenador concordou em suspender as reuniões porque também entendia que as mesmas estavam sendo improdutivas. A sistemática dos encontros foi, então, alterada após a finalização desta primeira fase. A partir desta nova fase, as reuniões passaram a ser mais focadas em algumas disciplinas, assim como no caso 1.

⁵² Workshop realizado no dia 16/08/2013.

Desta forma, foi estabelecido que houvesse inicialmente uma versão definitiva do projeto de arquitetura e cálculo totalmente compatibilizados para posterior envio para o consultor BIM e escritório de sistemas prediais⁵³. Esta compatibilização ocorria, basicamente, por trocas de e-mails. O coordenador justificou este procedimento, pois nesta etapa as preocupações estão voltadas para os macroproblemas, não cabendo os demais integrantes do time de projeto:

“[...] neste momento estamos preocupados em compatibilizar arquitetura com estrutura só isso, quando terminarem isso que é daqui há uns tempos, eu ligo para lá, vamos marcar uma reunião que é pra entrar o [...] o hidrossanitário. Só na fase posterior é que eu vou pensar na obra como é que vai estar a obra aí sim aquela história das mantas, nos mais detalhes aí sim vai entrar o [consultor] e já vamos amarrar o orçamento também pelo planejamento.”

“[...] quando tiver bem definido sem esses erros entre a arquitetura e a estrutura passamos toda essa informação para o hidrossanitário e assim já faz de uma vez só, já que o pilar não vai mais mexer aí o start já é com aquelas dimensões.”⁵⁴

*“A versão mais recente do arquitetônico ainda é a que lhe mandei no fim do ano passado, no dia 19/12/13, com aquelas pontuações referentes a alguns ajustes finais necessários de serem feitos com o cálculo para finalizarmos essa etapa Arquitetura x Estrutura. Lembro, também, que essa versão do dia 19/12/13 enviada por email foi mandada também para o [nome do calculista], com o intuito de que ele visse essas ponderações e desse um feedback sobre as questões levantadas, mas não foi encaminhada nem para o [projetista de instalações] nem para o [consultor BIM], justamente por termos combinado de **não enviar para eles enquanto não houvesse uma versão definitiva do projeto com a arquitetura e o cálculo totalmente compatibilizados**. Portanto, seria interessante que o [calculista] desse um parecer sobre essas questões antes de enviarmos o projeto aos demais.” (projetista de arquitetura).*

Quando os encontros passaram a ter um número menor de participantes o coordenador emitiu opinião preliminar: *“agora está ótimo!”*. Contudo, após as discussões, os projetistas retornavam aos escritórios para desenvolvimento dos projetos e para futuras interações, via e-mail ou telefone. Não haviam ferramentas adequadas para tomadas de decisões e modelo BIM não estava sendo plenamente utilizado.

Porém, na visão do escritório de arquitetura, o projetista de sistemas prediais deveria iniciar seu trabalho logo após a concepção do produto (estudo preliminar de arquitetura), pois a participação deste profissional apenas após a compatibilização da arquitetura e estrutura poderá gerar um retrabalho e *“atraso nos processos, pois arquitetura,*

⁵³ E-mail trocado entre a equipe de projeto no dia 17/01/2014.

⁵⁴ Entrevista em 17/07/2013

estrutura e instalações vão ter que ser revistos”. O uso do BIM deveria ser um “*processo como um todo e não um compartimento do processo ou etapa de projeto*”.⁵⁵

Segundo o consultor BIM, a baixa remuneração dos projetos pode interferir na qualidade dos projetos, pois há disparidade quanto a outros mercados, como por exemplo São Paulo⁵⁶, que (na sua visão) possui qualidade melhor de projetos e uma relação mais profissional⁵⁷.

Esta observação vai ao encontro a uma fala de um dos diretores, que ressaltou que com um melhor planejamento de projeto e redução de retrabalhos poderia haver uma reformulação dos contratos, separando a etapa de desenho e de acompanhamento da obra. Assim, há uma expectativa de redução de custos tanto para projetos como para obra, uma vez que haja diminuição dos prazos, melhoria da qualidade e confiança no planejamento. Para que isso ocorra, na visão do arquiteto, tem que haver um nivelamento com toda a equipe quanto a prazo, qualidade, e confiança, não sendo a atual realidade.

Não foi possível medir o retrabalho através do MFV como no caso 1, porém as conclusões daquele caso são parcialmente aplicáveis devido a espera da aprovação dos órgãos competentes. Diferente do Caso 1, o prazo para início deste empreendimento era maior, pois tinha vínculo do tipo término-início com obra 19. O coordenador ainda estava envolvido na finalização desta obra e, por isso, a cobrança junto aos projetistas se dava em menor intensidade, portanto:

“[...] não há pressa em ser feito porque as atenções estão claramente voltadas para essa obra aqui, que é o meu problema, a obra vinte é quase um “hobby” quando nós temos tempo vamos tratar da obra vinte, não existe esse cronograma como disse anteriormente, nem existem necessidades sufocantes de ir atrás ver como as coisas estão sendo feitas. Nós demos tempo aos projetistas, nós também não temos pressa. Dá tempo até o final do ano [2013].”

Algumas diferenças foram observadas no desenvolvimento dos projeto e na implantação da nova metodologia de projeto. Além da não apresentação do fluxo de informação que deveria ser seguido durante os trabalhos, não houve a discussão do zoneamento da modelagem e localização da cremalheira na obra. Segundo um dos entrevistados, isso ocorreu:

“Porque como é o processo que nós estamos criando agora, eu não lembro nem o que foi que disparou essa discussão da primeira obra da cremalheira... Isso é até

⁵⁵ Workshop realizado no dia 16/08/2013.

⁵⁶ No trabalho de Fontenelle (2002), segundo relatos da gerente de projetos, o custo do item projetos nos empreendimentos da empresa pesquisada situava-se entre 3% a 4% sobre o custo de construção (fora os custos ligados à incorporação, marketing e aquisição do terreno).

⁵⁷ Opinião dada pelo consultor BIM em 14/11/2013.

uma coisa que tem que criar um roteiro para lançar a cremalheira ou grua, o que quer que seja logo no começo da discussão.”(consultor de planejamento da obra)

No total foram geradas 04 versões do modelo para o Caso 2 até setembro de 2014 e foram abertas 132 RDI para os projetos de arquitetura, estrutura, instalações hidrossanitárias e combate a incêndio (Figura 45). O projeto elétrico não foi modelado até a conclusão deste trabalho (ver anexo 04).

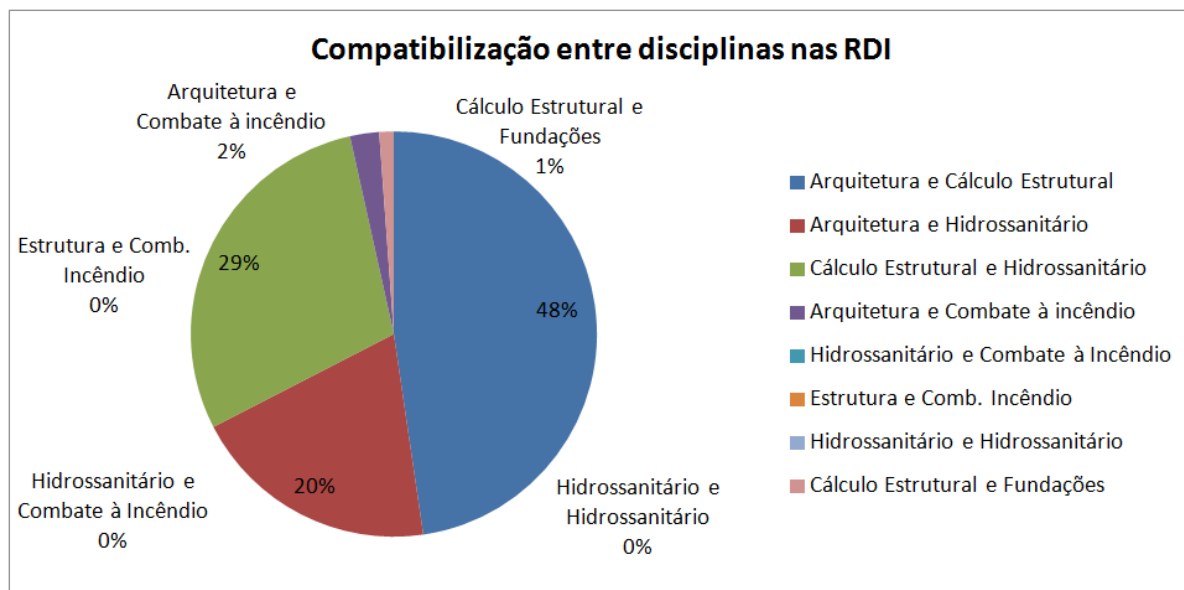


Figura 45: Percentual de compatibilização entre disciplinas nas RDI. Fonte: a autora.

De acordo com a Figura 46, até a emissão da quarta versão do modelo BIM em setembro de 2014, a categoria análise foi a de maior incidência (34,15%). Não foram disponibilizados dados quanto à compatibilização do projeto elétrico, por isso não há indicador.

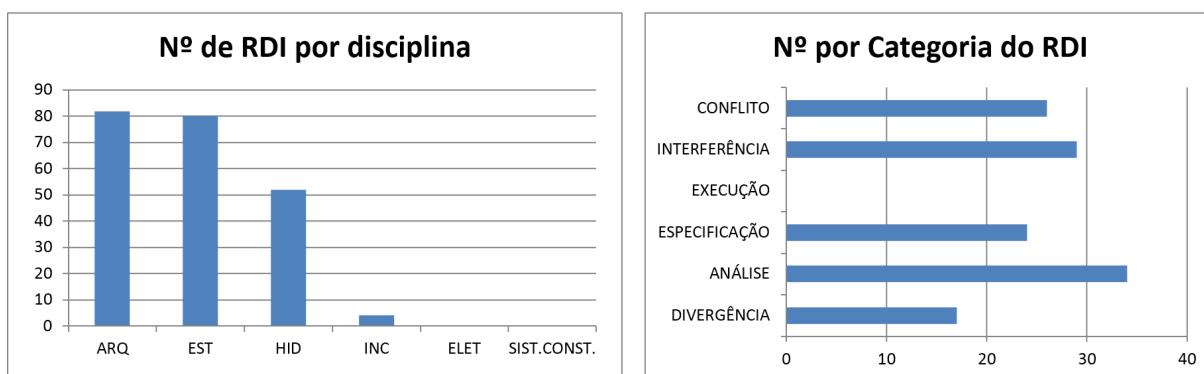


Figura 46: Número de citações por disciplina e por categoria nos RDI – caso 2 (até a emissão da quarta versão do modelo BIM em fev/2014). Categoria da RDI. Fonte: a autora.

Na Figura 47, pode-se comparar a compatibilização dos projetos entre as disciplinas através do número de RDI emitidos na modelam BIM Figura 31. Pelo gráfico, verifica-se enquanto a interface arquitetura/estrutura manteve o mesmo número de RDI, as interfaces cálculo estrutural/hidrossanitário e arquitetura/hidrossanitário obtiveram uma quantidade maior de requisição de informação. Conclui-se que, como o processo colaborativo do caso 2 durante o desenvolvimento do projeto obteve um desempenho pior se comparado ao caso 1, resultou em um número maior de incompatibilidades na disciplina que menos participou da iteração de projeto.

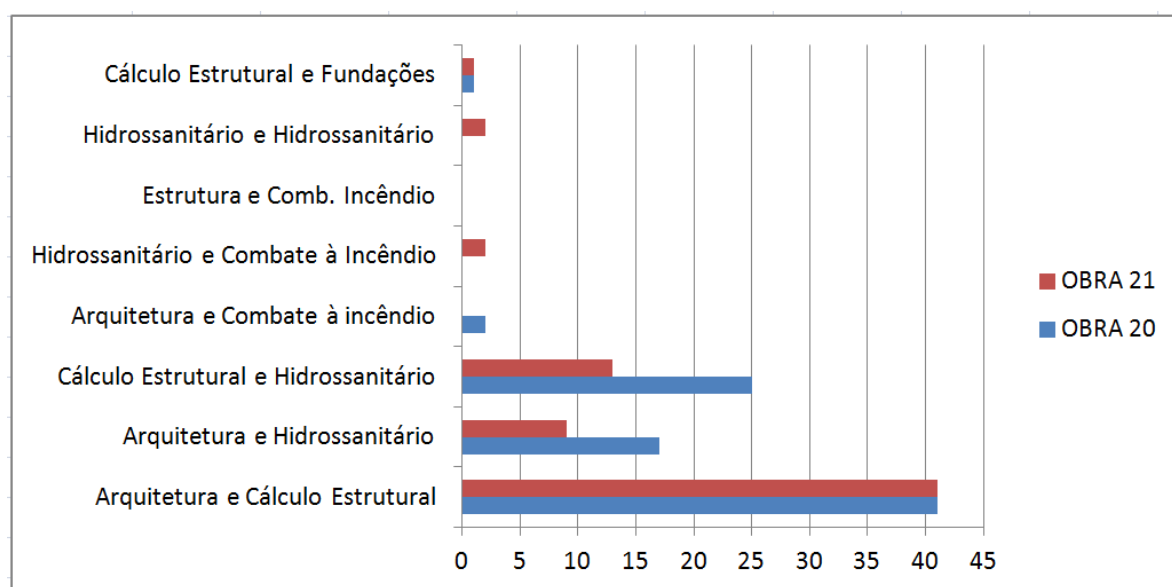


Figura 47: comparativo de compatibilização entre disciplinas (número de RDI) entre o caso 1 obra 21) e caso 2 (obra 20). Fonte: a autora.

A Figura 48 mostra a modelagem do processo de projeto da empresa “A”, conforme verificado na observação direta, entrevistas e análise documental. O anexo 01 ilustra o mapeamento das principais atividades no desenvolvimento de produtos imobiliários e no processo de projeto da empresa. A modelagem tomou como base documentos da empresa que descreviam as atividades e fluxos, bem como validada em reuniões com intervenientes do processo.

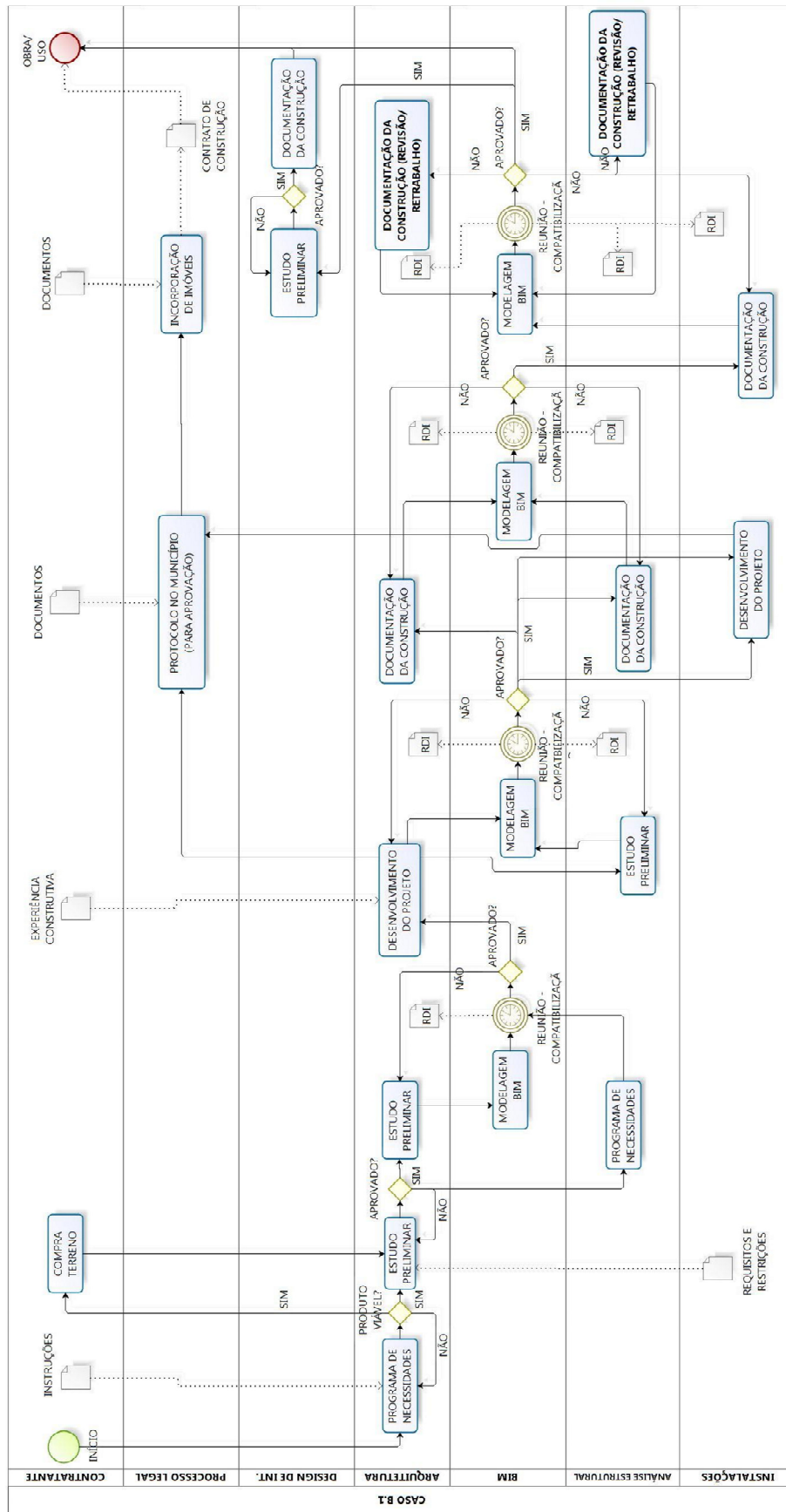


Figura 48: modelagem do processo de projeto da empresa “A”. Fonte: a autora.

Para avaliar o grau/maturidade de desenvolvimento de projetos enxuto, adotou-se método desenvolvido por Jørgensen (2006), conforme Quadro 15. A tabela contém uma série

de ferramentas, métodos e procedimentos que são mencionados na literatura como medidas que podem ser aplicadas para concretizar a aplicação do pensamento enxuto (na produção e/ou construção), além dos princípios mais abstratos da filosofia *lean*.

Quadro 15: Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “A” que atendem ao pensamento enxuto de produção

Lean Design/ Etapa de Construção					Fonte de evidência
	Totalmente	Parcialmente	Inexistente	Não se Aplica	
1. Foco na criação de valor para clientes e usuários		×			Disponibilização de serviços e espaços, tais como, vaga para visitante;
2. Mapeamento do fluxo de valor				×	Não foi encontrada evidência
3. Valor interpretado sem ambiguidade em relação ao cliente final			×		Customização com restrições, para clientes específicos;
4. Foco na redução de desperdício/perdas		×			Foco concentrado na etapa de produção, devendo melhorar a redução de perdas na atividade de elaboração do projeto, iniciado nos estudos de caso pesquisados.
5. Abordagem de valor e desperdício sob uma visão sistêmica	×				Projeto voltado para itens essenciais
6. Busca pela perfeição	×				Processos voltados para melhoria constante.
7. Experimentação sistemática	×				Busca por novos métodos de trabalho (BIM) e novos sistemas construtivos; parceria com o INOVACON
8. Estratégia de melhoria contínua do processo		×			Reuniões periódicas para avaliação das oportunidades melhorias, contudo falta a sistematização das oportunidades de melhoria.
9. Estratégia para fazer melhorias permanentes		×			Reuniões periódicas para avaliação das oportunidades melhorias, contudo falta a sistematização das oportunidades de melhoria.
10. Estratégia para reforçar a aprendizagem Interorganizacional e aprendizagem em equipe	×				Treinamento constante/ parcerias com universidade

11. Envolvimento dos fornecedores no início de projeto	×				A maioria dos fornecedores eram contratados através da Coopercon; para casos específicos, fornecedores eram consultados.
12. Redução sistemática da variabilidade		×			Sistema de qualidade, porém o mercado da construção possui variações externas de mercado que influenciam a estabilização do processo.
13. Projeto simultâneo de produto e processo de produção			×		Primeiro é definido o produto, tendo como meta a conclusão do projeto antes do início da execução da obra. Planejamento da obra posterior ao projeto.
14. Controle de produção em todo o processo de projeto / construção		×			Na obra é bem desenvolvido, mas no projeto não totalmente
15. Simplifique a organização	×				Equipe enxuta, segundo entrevista com a diretoria da empresa, terceirizando as equipes de projeto, planejamento da obra e modelagem BIM.
16. Envolvimento efetivo do cliente final no projeto			×		Consulta a corretores e benchmarking
17. Processo de projeto planejado em conjunto			×		Processo de projeto definido pela diretoria da empresa
18. Transparência no processo de projeto			×		Ferramentas com foco nas atividades de transformação, não explicitando o fluxo de informações.
19. Transparência no processo de produção	×				Uso de ferramentas, tais como: A3 e last planner
20. Medidas para melhorar sistematicamente colaboração		×			
21. Abordagem de “puxar” o projeto		×			Informações de projeto puxadas pelo consultor BIM e não pelos projetistas.
22. Abordagem de “puxar” a produção	×				Uso de ferramentas, tais como: Last planner, linha de balanço
23. Relações duradouras da cadeia de suprimentos	×				Através da Coopercon
24. Meta de redução de custos	×				Busca por melhorias na produção, no projeto e no planejamento. Neste último caso, na visão da empresa, se há melhor planejamento os fornecedores – materiais e

					serviços – também se beneficiam e, por isso, devem reduzir os preços.
25. Garantia de fluxo de trabalho contínuo		×			No projeto isso não ocorre, várias interrupções e falta de monitoramento.
26. Nivelamento da carga de trabalho		×			Equipe de projeto e consultores externos, utilização dos mesmos escritórios, sobrecarregando em alguns momentos; acúmulo de funções do engenheiro da obra (manutenção, obra e projeto).
27. Last Planner System		×			Implantado para obra, sem vínculo com projeto
28. 5S		×			Sistema de qualidade implantado parcialmente
29. Just-in-time			×		Benchmarking
30. poke yoke		×			
31. Abordagem sistemática para a identificação de pontos fracos		×			
TOTAL	10	14	6	1	

Fonte: adaptado de Jørgensen (2006).

Para avaliar o grau/maturidade na integração de projetos, também adotou-se método desenvolvido por Jørgensen (2006), conforme Quadro 16.

Quadro 16: Integração de projeto na empresa “A”

Indicadores de integração de projeto	Fonte de evidência				
	Totalmente	Parcialmente	Inexistente	Não se Aplica	
1. Equipe de projeto com um único foco e objetivo para o projeto		×			Projetistas externos à organização, coordenador de projeto acumula funções e projetos
2. Equipe de projeto atuando sem limites (horizontalmente, com menos hierarquia) entre os vários membros da organização	×				Projetistas externos à organização, havendo mais horizontalidade;
3. Equipe de projeto trabalhando para resultados mutuamente benéficos,		×			Há boa relação, porém os escritórios são contratados separadamente; foco na redução

garantindo que todos os membros apoiam uns aos outros e os resultados são compartilhados por toda a equipe					de custos do construtor/ incorporador;
4. Equipe de projeto capaz de prever, com mais precisão, o tempo e as estimativas de custo, utilizando plenamente as habilidades coletivas e conhecimentos de todas as partes		×			Utilização de histórico dos empreendimentos; porém a estimativa da duração das etapas de elaboração de projetos apresentou falhas uma vez que não existem indicadores de projeto para este quesito.
5. Equipe de projeto compartilhando informações livremente entre os seus membros de tal forma que o acesso não é restrito a determinados profissionais e unidades organizacionais	×				Informações disponível em sistema virtual (nuvens) com livre acesso para todos os envolvidos. Decisões de projeto discutidas livremente.
6. Equipe de projeto com uma composição flexível dos membros da equipe e, portanto, capaz de responder às mudanças ao longo da duração do projeto		×			Apesar da integração e flexibilidade, as decisões são bastante centralizadas (diretoria)
7. Equipe de projeto trabalhando em um mesmo ambiente			×		Cada projetista trabalha no seu escritório, sendo necessário deslocar-se para reuniões;
8. Equipe de projeto permitindo igualdade de oportunidades de contribuição para todos os membros	×				Ambiente onde todos podem contribuir;
9. Equipe de projeto operando em um ambiente onde as relações sejam equitativas e os membros são respeitados	×				Horizontalidade na maioria da equipe
10. Equipe de projeto com uma cultura do "não culpado"	×				Foco nas oportunidades de melhoria
TOTAL	5	4	1		

Fonte: adaptado de Jørgensen (2006).

Quadro 17: Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “A” que atendem aos princípios de desenvolvimento de produto enxuto

Princípios de desenvolvimento de produto enxuto considerando a fase de projeto	Fonte de evidência			
	Totalmente	Parcialmente	Inexistente	Não se Aplica
Processos:				
1. Identificar o valor definido pelo cliente para separar valor agregado do desperdício;		×		O produto é definido, em reuniões, pelo incorporador e o arquiteto. Foi observado no caso 1 que o proprietário do terreno permutado também participou da definição do produto.
2. Concentrar esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar integralmente soluções alternativas, enquanto existe máxima flexibilidade de projeto;		×		Apesar de não ser disponibilizado opções de planta para os clientes, é possível modificações do layout após a ocupação.
3. Criar um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto;	×			O planejamento do processo de projeto não estava plenamente estruturado na Empresa “A”, por tratar-se de um projeto piloto, mas importantes conclusões puderam ser tiradas dos estudos de caso. Como demonstrado no caso 1, as atividades de conversão têm pouco impacto no desperdício nas atividades de conversão, ocorrendo principalmente por falhas no fluxo de informação. Por tratar-se de um projeto piloto, a falta de experiência neste novo método comprometeu a metodologia de projeto colaborativo e integrado.
4. Utilizar padronização rigorosa para reduzir variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis;		×		A empresa adotou uma rigidez nos encontros periódicos da primeira fase do projeto (quinzenais). Porém, os coordenadores de projeto da empresa não tinham históricos de informações para avaliação do desempenho do processo e para indicar ações de melhoria.

Pessoal Habilitado:					
5. Desenvolver um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento de produto do início ao fim;	×				Foi criada a figura do coordenador de projeto e obra, porém com limitações quanto à tomada de decisão.
6. Organizar, para balancear a competência funcional com a integração multifuncional;	×				Estrutura organizacional matricial.
7. Desenvolver competência técnica superior em todos os engenheiros;	×				Treinamentos internos e externos
8. Integrar plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto;			×		Os principais fornecedores não participaram das reuniões, e foram contratados posteriormente, na fase da obra
9. Consolidar o aprendizado e a melhoria contínua;		×			
10. Construir uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta;	×				
Ferramentas e Tecnologia:					
11. Adaptar a tecnologia ao pessoal e ao processo;		×			A empresa priorizou a detecção de interferências na utilização do BIM, devendo melhorar o processo de projeto também.
12. Alinhar a organização mediante comunicação simples e visual;		×			Foi elaborado mapeamento do processo de desenvolvimento de produto da empresa, porém com pouca visualização e deve ser atualizado com as modificações que a empresa vem realizando.
13. Usar ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional.		×			A partir dos projetos dos estudos de caso, os projetos foram elaborados com interface do know-how construtivo, melhorando o processo, porém falta sistematização da transferência de conhecimento.
TOTAL	6	6	1	0	

4.3 Caso 3

Trata-se de um edifício multifamiliar, constituído de uma torre, com três apartamentos por andar. Existem dois padrões de apartamento: tipo A e tipo B (ver Tabela 8). O projeto também conta com equipamentos e áreas de lazer (Figura 49). Assim como na Empresa “A”, uma das metas da construtora era iniciar a obra com o projeto e orçamentos concluídos, tendo sido informado pela organização que esta última meta nunca havia sido alcançada.

Tabela 8: Principais características do empreendimento

Características do condomínio	Residencial
N.º de torres	02
N.º de andares / torre	21
Unidades / andar / torre	03
Total de unidades	102
Área parcial da unidade (m ²)	182,32m ² (tipo A) 141,83m ² (tipo B)
Nº. de vagas no estacionamento	3 a 4

Fonte: dados do projeto



(a)



(b)

Figura 49: Maquete eletrônica do empreendimento (a); e planta baixa do pavimento tipo (b). Fonte: folder de vendas.

Conforme descrito no item 3.6.1, o estudo preliminar foi desenvolvido na etapa de estudo de viabilidade e concepção do produto que consistiu na definição do pavimento tipo, implantação, paisagismo, ambientação e projeto luminotécnico. Depois do processo de aprovação do estudo preliminar, foram contratados os projetos complementares de engenharia, tais como: cálculo estrutural, sistemas prediais (responsável pelas disciplinas

elétrica, hidráulica, sanitária, incêndio, gás e sistema de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA) e impermeabilização.

Após a concepção do produto, o arquiteto iniciou o anteprojeto e as disciplinas complementares passaram, então, a realizar estudos de pré-dimensionamento de estrutura (ver anexo 05) e premissas do projeto de sistemas prediais através da “Ficha de especificações técnicas para premissas de projetos”, desenvolvida pelo escritório (ver anexo 06). O objetivo principal deste documento é conhecer detalhadamente o padrão desejado para o projeto dos sistemas prediais do empreendimento e dirimir quaisquer dúvidas referentes aos projetos de sistemas prediais. O escritório de arquitetura também possuía lista própria com as restrições e saídas de cada etapa de projeto (anexo 07).

De posse das definições preliminares de todas as disciplinas, foi desenvolvido o projeto de prefeitura, também chamado de projeto legal de arquitetura e sistemas prediais. Após a aprovação do projeto pelos órgãos competentes (prefeitura e corpo de bombeiros), deu-se o início do processo de registro de incorporação.

Na etapa do projeto legal, deram-se início às reuniões de compatibilização de projeto entre arquitetura, estrutura e sistemas prediais. O projetista de impermeabilização participou da primeira reunião informando as premissas referentes à sua disciplina. Tendo em vista que o prédio não possui subsolo, não houve a necessidade de participação de um projetista de contenção. Os responsáveis pelos projetos de ambientação, iluminação e paisagismo continuaram reunindo-se periodicamente com a diretoria da empresa, conforme comentado no item 3.6.1, porém não participaram das reuniões de compatibilização.

Segundo o coordenador, não existe uma rigidez na periodicidade das reuniões de compatibilização. Os encontros são agendados à medida que o projeto vai progredindo, ou seja, “[...] *não é uma regra todo mês uma reunião. As reuniões vão acontecendo quando os resultados vão chegando, mas normalmente não passa de dois meses não*”.

Um pouco diferente da Empresa “A”, as reuniões de projeto tinham como objetivo principal agregar valor, além da compatibilização de projeto, tendo sido destacado pela equipe de projeto e constatado na observação direta. Também foi ressaltado pelo time de projeto que outras incorporadoras de maior porte focam excessivamente na padronização do produto, comprometendo a geração de valor, tornando este um diferencial para a Empresa “B”.

As datas e detalhes destas reuniões podem ser verificados na Tabela 9. A pesquisadora dividiu os assuntos na tabela para facilitar a análise dos dados coletados nas atas (anexo 08). Deve-se dizer que alguns assuntos se tratavam apenas de comunicados

(equivalente às deliberações da Empresa “A”), fruto de decisões já tomadas e que não demandavam análise.

Tabela 9: dados levantados nas reuniões de compatibilização do Caso 3

	Data	Nº participantes ⁵⁸	Nº Assuntos na Pauta	Nº Assuntos Incluídos	Já havia definição	Definido na reunião	Sem Prazo Definido
1	17/04/13	11	41	7	3	11	15
2	14/06/13	10	25	1	0	3	12
3	06/09/13	11	17	1	2	1	09

Percebe-se, na referida tabela, um alto índice médio de tarefas sem definição de prazo (43,37%) e baixo índice de definições na própria reunião (18,29%), postergando as decisões. Estes indicadores poderiam apresentar resultados melhores com o uso do modelo BIM para guiar as discussões, que ainda se baseiam nos desenhos em 2D.

Os projetos de arquitetura e estrutura foram desenvolvidos com plataforma BIM (Revit e TQS). Contudo, o principal objetivo da modelagem BIM para a construtora é a extração dos quantitativos da obra. Assim, o parceiro de arquitetura tem criado, a cada empreendimento, bibliotecas conforme o sistema construtivo da Empresa “B”. Quanto à detecção das interferências, parte do trabalho ocorre de forma tradicional e sequencial, uma vez que a modelagem BIM do projeto de arquitetura não foi utilizada como apoio ao desenvolvimento do projeto nas reuniões de compatibilização.

“O BIM até o momento, a gente está trabalhando muito mais nessa parte de quantitativo. Para projeto ainda não, porque a gente vai parte por parte, então nosso primeiro objetivo com o BIM foi o quantitativo, quando a gente dominar essa parte do quantitativo, tiver a confiança de que nosso modelo pode gerar número que a gente não precise mais conferir, porque a gente está tirando números dele mas tá conferindo no método convencional, pra ver se o que a gente tá desenvolvendo é correto, né? Então a gente está nesse período de transição, tradicional convencional pra ir pra informação modelada, né? Então a gente não tem ainda a compatibilização no BIM.” (coordenador de projeto)

Não foi possível a medição do percentual planejado concluído (PPC), tendo em vista que, como as reuniões eram bimensais, tornou-se difícil o acompanhamento da conclusão das tarefas no curto prazo. Porém, o coordenador informou que os projetistas enviavam a maior parte dos projetos e documentos acordados somente quando recebiam o

⁵⁸ Não foi contabilizada a pesquisadora, tendo sido computadas as equipes de projeto e colaboradores.

comunicado da próxima reunião, com uma semana de antecedência. Portanto, na maior parte do tempo havia trabalho em progresso.

Após as reuniões descritas na Tabela 9, as reuniões de compatibilização foram suspensas, tendo em vista que o projeto executivo só seria elaborado próximo ao início da obra, após a emissão do registro de incorporação e início das vendas (ver citações abaixo da gerência de qualidade e relacionamentos).

“[...] realmente não existe reunião de projeto executivo antes da fase adequada, dentro até mesmo da filosofia lean não seria, vamos dizer assim, interessante eu estar demandando uma energia nesse momento [...] quando existem outros empreendimentos que estão demandando uma energia [...] ou ainda no caso de empreendimentos que estão iniciando e que precisam entrar em uma fase de projeto aprovado, para estar apto às vendas, para depois começar os executivos [...] não fazia sentido eu estar mobilizando dinheiro, tempo, e energia das gestões técnicas nesse momento em que nem venda ainda eu iniciiei. Então, é aquela questão do tempo certo, da hora certa, da programação certa.”

“[...] os contratos que são fechados com grandes projetistas, eles estabelecem percentuais. Então, não faria sentido eu estar adiantando um serviço de executivo mesmo que eu só tivesse aquela obra [...] como é que faria sentido, financeiramente falando, se eu nem comecei ainda a vender e já estou desenvolvendo um projeto executivo onde daqui a sessenta dias ou noventa dias eu já teria que mobilizar um pagamento constante no contrato firmado com cada parceiro-projetista para justificar o desenvolvimento do executivo feito por cada um?”

Os encontros que ocorreram entre o projeto legal e o projeto executivo referiam-se à customização em massa do produto. Foi discutido o memorial de materiais do empreendimento. Este documento contém as informações e especificações necessárias para as opções de materiais para os clientes, segundo relatos abaixo:

“Em uma das reuniões [...] [os arquitetos] mostraram o projeto deles [...] os tipos de plantas que eles tinham conseguido: as opções. E a [arquiteta de interiores] estava mostrando as opções de plantas para o interior [...] ai era discutido "Ah, muda esse granito [...] para outro tipo de granito". O pessoal de instalações (teve uma vez que foi o rapaz que estava fazendo a subestação)... a gente tinha colocado um canteiro no lugar onde ele queria colocar a subestação [...] algumas vezes o corretor interferiu, por exemplo, no projeto [de arquitetura] [...] tinha conseguido colocar acho que era cinco suítes em uma planta de um apartamento, ai ele disse: "Não, é melhor quatro porque o valor vai elevar muito, a população de poder aquisitivo padrão não vai conseguir comprar esse imóvel se tiver cinco suítes"[...] surgia de tudo na hora da apresentação, cada profissional ia dando seu ponto de vista de acordo com a sua linha.” (projetista de paisagismo)

Um grande fator positivo destacado foi o envolvimento de toda a equipe na concepção do produto. No caso 3, o produto já estava conceituado quando as demais disciplinas iniciaram seus estudos. Entretanto, foi relatado pelos entrevistados que a metodologia da etapa de concepção foi alterada para novos empreendimentos e a participação dos projetos complementares está ocorrendo em uma etapa ainda mais cedo. Além dos

profissionais envolvidos no início do projeto (destacados no item 3.6.1), toda a equipe de projeto passou a colaborar desde a definição do produto imobiliário em encontros periódicos (semanais), conforme citações a baixo:

“[...] tem o arquiteto responsável pela arquitetura, o engenheiro responsável pelo hidráulico, pelo elétrico, cálculo estrutural, o vendedor dos imóveis [corretor], consultor, a arquiteta de interiores, o [nome do diretor], o diretor técnico, o engenheiro da obra [...] o responsável pelas maquetes eletrônicas [...] Então toda essa equipe se reúne e um profissional apresenta seu projeto e todos discutem [...] eles conversam na hora e assim que se dá a “construção” do empreendimento [...]” (projetista de paisagismo).

“[...]o projetista apresenta o pavimento tipo da obra, a gente já está lá junto e já pega esse pavimento tipo faz uma proposta de lançamento dos shafts [...] eu acho que hoje a gente trabalhando assim no começo do desenvolvimento do produto está excelente! Assim, a meu ver, não tem mais o que melhorar.” (projetista de sistemas prediais).

As reuniões integradas foram adotadas pela empresa como oportunidade de melhoria do processo de projeto, segundo publicação da construtora⁵⁹. A gestão das múltiplas interfaces do processo de projeto é complexa e a participação integrada dos diversos intervenientes, em todos os níveis de concepção, desenvolvimento e decisão, propicia um ambiente adequado para geração de valor e diminuição de desperdícios. Contudo, a equipe avaliou que as reuniões de compatibilização poderiam ser mais produtivas. Assim como nos Caso 1 e 2, os encontros tinham duração de duas a três horas, e a equipe de projeto, também, apontou um relativo excesso do número de participantes na reunião.

Há centralização da tomada de decisões, porém mais acentuada do que a verificada na empresa “A”. O coordenador de projeto não possui autonomia para aprovações, exercendo apenas a função de monitoramento e controle. Para os projetistas, apesar de haver a figura de um coordenador de projeto, este deveria atuar de forma dedicada, sem acúmulo de atribuições, com mais autonomia, e poder de decisão. Além disso, a coordenação não deveria atuar apenas em cobrança de prazo e compatibilização de projeto, mas também de forma colaborativa⁶⁰.

Percebe-se que, durante o desenvolvimento do projeto, todo o empreendimento foi estudado simultaneamente pelas disciplinas, de forma interdependente, com foco na compatibilidade do sistema, onde as soluções eram discutidas e analisadas num fluxo contínuo. As soluções eram estudadas em profundidade de forma colaborativa, buscando a

⁵⁹ Artigo intitulado “Desmistificação do sofrimento de auditorias da qualidade na indústria da construção civil mediante exemplos de melhoria contínua: estudo de caso em uma construtora de Fortaleza-Ce” publicado em revista da construtora.

⁶⁰ Workshop do dia 06/09/2013

melhor solução visando agregar o máximo valor sob o ponto de vista do cliente. O time de projeto interagia com objetivo de avaliar múltiplas alternativas.

A disciplina de sistemas prediais, por exemplo, na etapa de projeto legal passou a coletar requisitos (puxar informações) das redes de concessionárias de energia e de água e esgoto; e analisar em conjunto nas reuniões de compatibilização: definir preliminarmente a localização, pré-dimensionamento e os espaços para as *shafts* e prumadas; localização e distribuição de painéis elétricos e telefônicos; solução para sistema de esgotamento sanitário; requisitos da norma do corpo de bombeiros; posicionamento do aquecedor a gás, dentre outros.

Além da iniciativa da própria empresa na compatibilidade do sistema, a ficha de especificações desenvolvida pelo projetista de sistemas prediais contém itens de verificação do material gráfico promocional. Assim, nenhum material de marketing, tais como folder, foi gerado sem que os *shafts* estivessem lançados, reduzindo a área do banheiro, por exemplo. O mesmo acontece com a estrutura: nas imagens constam os pilares em localização e tamanho real, evitando futuras reclamações pelos compradores.

Há preocupação da empresa com a exatidão e fidelidade do material gráfico de vendas para que não ocorram reclamações por parte dos clientes após o recebimento das chaves. Isso evita um grave problema que se trata da falta de compatibilização que compromete ou descumpre o produto que foi vendido aos clientes (planta de vendas e material promocional) e muitas vezes só descobertos na etapa de projeto executivo.

Algumas disciplinas eram focadas nas áreas comuns, tais como ambientação, paisagismo e luminotécnico, porém sempre com foco na compatibilidade do sistema. Assim, levavam-se em conta as diferentes perspectivas, a partir do ponto de vista dos diferentes setores, onde processo e produto foram co-desenvolvidos. Portanto, o PDP da empresa alinha-se à filosofia linear do STDP, descrito no item 2.7, onde as soluções são projetadas e não acrescidos a partir do exame do conjunto de alternativas e na convergência das soluções de projeto.

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) da Empresa “B” possui forte integração com outros processos dentro da própria organização, tais como, produção, vendas e marketing. Desta forma, são evitados desperdícios decorrentes de projetos inadequados e falta de integração entre ferramentas, processos e pessoas no desenvolvimento de novos produtos. Além das práticas de integração da equipe de projeto e demais setores da organização, existem práticas melhorias constantes (*kaizen*) no processo de desenvolvimento de produtos.

Como a equipe de projeto trabalha integrada desde as fases iniciais de projeto, permitiu uma melhor coordenação entre disciplinas e entre o fluxo dos processos do desenvolvimento de produto, por exemplo: vendas (na elaboração do material publicitário) e processo de produção (coordenação *lean e green*).

4.3.1 Coordenação do processo de projeto

Após a etapa de concepção do produto, a coordenação de projetos ficou responsável pelo monitoramento e controle do desenvolvimento dos projetos técnicos, conforme descrito no item 3.6.1. Apesar de a empresa utilizar os princípios do pensamento enxuto para produção e em muitos itens para projeto, o planejamento do projeto foi montado de forma tradicional.

O departamento de projetos adotou como ferramenta para o gerenciamento do processo um cronograma de barras através do gráfico de Gantt, utilizando para tal software específico. O planejamento do projeto foi dividido em: concepção do produto, restrições, desenvolvimento de projetos, e planejamento geral da obra e orçamento (ver Figura 50). Nesta programação foram definidas as datas marco das entregas e reuniões de compatibilização.

EF_Cronograma de Projetos.mpp						
Id	Nome da tarefa	Duração	% concluída	RESPONSÁVEL	Início	Término
1	PROJETO	328 dias	20%		Seg 29/10/12	Qua 09/04/14
2	RESTRIÇÕES	200 dias	42%		Seg 29/10/12	Ter 24/09/13
3	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	5 dias	100%		Seg 29/10/12	Seg 05/11/12
4	DEMOLIÇÃO DAS EDIFICAÇÕES EXISTENTES	19 dias	100%		Seg 15/04/13	Sex 10/05/13
5	SONDAGEM DO TERRENO	40 dias	100%		Sex 01/02/13	Qui 28/03/13
6	MEMORIAL DE MATERIAIS	3 dias	0%		Sex 14/06/13	Ter 18/06/13
7	PROJETO DE MAQUETES	8 dias	0%		Sex 14/06/13	Qua 26/06/13
8	PROJETO DE STAND DE VENDAS	15 dias	100%		Seg 07/01/13	Sex 25/01/13
9	MAQUETE	60 dias	0%		Sex 28/06/13	Ter 24/09/13
10	EXECUÇÃO STAND DE VENDAS	40 dias	0%		Seg 15/07/13	Sex 06/09/13
11	DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS	271 dias	12%		Qua 30/01/13	Qua 09/04/14
12	PROJETO LEGAL DE ARQUITETURA	15 dias	100%		Qua 30/01/13	Ter 19/02/13
13	ANTEPROJETO DE PAISAGISMO	10 dias	100%		Qua 27/02/13	Ter 12/03/13
14	ESTUDO PRELIMINAR DE ARQUITETURA	20 dias	100%		Sex 22/03/13	Qui 18/04/13
15	PREMISSAS DE INSTALAÇÕES	5 dias	100%		Ter 16/04/13	Seg 22/04/13
16	PRÉ-FORMAS	7 dias	100%		Seg 10/06/13	Ter 18/06/13
17	PLANTA DE CARGAS	5 dias	0%		Sex 14/06/13	Sex 21/06/13
18	REUNIÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO	0 dias	0%		Sex 14/06/13	Sex 14/06/13
19	PROJETO BÁSICO DE ARQUITETURA	25 dias	0%		Seg 12/08/13	Sex 13/09/13
20	REUNIÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO	0 dias	0%		Sex 06/09/13	Sex 06/09/13
21	FORMAS DEFINITIVAS	13 dias	0%		Qua 18/09/13	Sex 04/10/13
22	PROJETO BÁSICO DE FUNDAÇÕES	11 dias	0%		Sex 06/09/13	Sex 20/09/13
23	PROJETO BÁSICO DE INSTALAÇÕES - TIPO	23 dias	0%		Seg 16/09/13	Qua 16/10/13
24	PROJETO BÁSICO DE INSTALAÇÕES - ÁREAS COMUNS	20 dias	0%		Qui 17/10/13	Qua 13/11/13
25	REUNIÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO	0 dias	0%		Qua 16/10/13	Qua 16/10/13
26	PROJETO EXECUTIVO DE ESTRUTURA	45 dias	0%		Seg 07/10/13	Seg 09/12/13
27	PROJETO EXECUTIVO DE ARQUITETURA	45 dias	0%		Seg 07/10/13	Seg 09/12/13
28	PROJETO EXECUTIVO DE FUNDAÇÕES	15 dias	0%		Seg 23/09/13	Sex 11/10/13
29	PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	20 dias	0%		Ter 10/12/13	Sex 17/01/14
30	REUNIÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO	0 dias	0%		Seg 09/12/13	Seg 09/12/13
31	ANTEPROJETO DE AMBIENTAÇÃO	30 dias	0%		Ter 10/12/13	Sex 31/01/14
32	ANTEPROJETO LUMINOTECNICO	15 dias	0%		Seg 03/02/14	Sex 21/02/14
33	PROJETO EXECUTIVO DE INSTALAÇÕES	40 dias	0%		Ter 10/12/13	Sex 14/02/14
34	PROJETO EXECUTIVO DE PAISAGISMO	30 dias	0%		Ter 10/12/13	Sex 31/01/14
35	REUNIÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO	0 dias	0%		Sex 31/01/14	Sex 31/01/14
36	PROJETO DETALHAMENTO DE ARQUITETURA	40 dias	0%		Seg 03/02/14	Qua 02/04/14
37	PROJETO EXECUTIVO DE AMBIENTAÇÃO	45 dias	0%		Seg 03/02/14	Qua 09/04/14
38	PROJETO EXECUTIVO LUMINOTECNICO	15 dias	0%		Seg 03/02/14	Sex 21/02/14
39	PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO	85 dias	0%		Qui 03/04/14	Qua 06/08/14
40	LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS	20 dias	0%		Qui 03/04/14	Ter 06/05/14
41	ESTRUTURAÇÃO DA ÁRVORE ORÇAMENTÁRIA	15 dias	0%		Qua 07/05/14	Ter 27/05/14
42	COLETA DE PREÇOS DE MATERIAIS	15 dias	0%		Qua 07/05/14	Ter 27/05/14
43	LANÇAMENTO DO ORÇAMENTO	25 dias	0%		Qua 28/05/14	Qua 02/07/14
44	REVISÕES	20 dias	0%		Qui 03/07/14	Qua 30/07/14
45	FECHAMENTO DO PGO	5 dias	0%		Qui 31/07/14	Qua 06/08/14

Figura 50: Cronograma de projetos. Fonte: empresa pesquisada.

A empresa B utilizou o cronograma de Gantt para o planejamento do projeto, contudo como a empresa trabalha com os mesmos projetistas, não ficou claro a vinculação deste cronograma com o programa de projetos da organização. Desta forma, as ações foram planejadas pela coordenação de projetos sem a atenção devida com os demais empreendimentos. Percebeu-se também que a estimativa de tempo das atividades não foi cumprida e seu monitoramento prejudicado tendo em vista que o Gantt não é adequado para o processo de projeto. Não foi possível detectar a real causa da não aderência ao planejamento, se por mudança de prioridade da empresa, por sobrecarga dos projetistas ou se houve falha da estimativa de tempo.

Foi usada uma plataforma on-line para gestão de projetos que possui as seguintes funções: compartilhamento de arquivos, controle automático de revisões, workflow, mecanismos para revisão, listas mestras, acompanhamento de atividades, controle de cópias e visualizadores. O sistema de gerenciamento dos arquivos é flexível de forma que cada projetista ou o coordenador fizessem o *upload* ou *download* dos desenhos nas etapas do projeto (ver Tabela 10).

A equipe é comunicada automaticamente quando uma atualização de uma das especialidades de projeto é disponibilizada, informando seu status. Contudo, o projetista deve solicitar a liberação do *download* para a coordenação de projeto. Desta forma, todos possuíam responsabilidade quanto à qualidade das informações divulgadas, porém coube à coordenação de projetos o gerenciamento do fluxo de informações, controlando a disseminação. Os usuários avaliaram a utilização da ferramenta de forma positiva.

Tabela 10: arquivos na plataforma de gerenciamento de arquivos em 13/10/2014⁶¹

Disciplina	Etapa ⁶²	Título	REV	Data	Status
Topografia	PE	Georreferenciamento	00	10/06/13	Aprovado
Cálculo Estrutural	PB	Pré-forma/ Planta de Carga	00	19/06/13	Aprovado
Cálculo Estrutural	PB	Pré-forma/ Planta de Carga	00	20/06/13	Aprovado
Sistemas prediais	PL	Combate a Incêndio	00	27/08/13	Aprovado
Sistemas prediais	PL	Hidrossanitário	00	29/08/13	Aprovado
Sistemas prediais	PE	Estação de Tratamento de Esgoto	00	03/09/13	Aprovado
Cálculo Estrutural	PB	Pré-forma/ Planta de Carga	01	06/09/13	Aprovado
Paisagismo	AP	Paisagismo	00	09/09/13	Aprovado
Fundações	AP	Fundações	00	24/09/13	Aprovado
Cálculo Estrutural	PB	Formas	00	28/04/14	Aprovado

⁶¹ O projeto de arquitetura não estava disponibilizado no sistema.

⁶² (PE) projeto executivo; (PB) projeto básico; (PL) projeto legal; (AP) anteprojecto.

Cálculo Estrutural	PB	Formas	01	07/06/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PB	Formas	01	09/06/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PB	Formas	01	10/06/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PB	Formas	01	18/06/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PB	Pl. de Cargas/ Loc. dos Pilares	01	26/06/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Formas	02	11/07/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Pl. de Cargas/ Loc. dos Pilares	02	11/07/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Pl. de Cargas/ Loc. dos Pilares	01	14/07/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Formas	02	14/07/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Formas	02	04/08/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	00	04/09/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Formas	04	04/09/14	Em aprovação
Cálculo Estrutural	PE	Formas	05	04/09/14	Em aprovação
Cálculo Estrutural	PE	Formas	03	06/09/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	00	06/09/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	00	09/09/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	00	10/09/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	-	03	01/10/14	Arquivo errado
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	00	08/10/14	Aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	00	10/10/14	aprovado
Cálculo Estrutural	PE	Formas	01	10/10/14	Em aprovação
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	01	10/10/14	Em aprovação
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	00	11/10/14	Em aprovação
Cálculo Estrutural	PE	Armaduras/ Protensão	01	11/10/14	Em aprovação
Cálculo Estrutural	PE	Formas	06	11/10/14	Em aprovação

A análise crítica dos projetos é orientada pelo relatório *kaizen* (ver anexo 09) da empresa e os procedimentos do sistema de qualidade⁶³. Os projetos são inspecionados pela coordenação de projetos através destas listas de verificação e os laudos dessas inspeções são encaminhados por e-mail para os projetistas, numa eventual necessidade de alteração. Uma vez o projeto sendo aprovado, o mesmo é disponibilizado para *download* no sistema on-line contratado pela empresa.

Constatou-se que o gerenciador on-line de projetos foi utilizado para controle das versões de projeto e não eliminou a comunicação por e-mail. Lotes de informações eram trocados via correio eletrônico, através de arquivos anexados com desenhos e observações (ver Figura 51).

⁶³ As listas de verificação do sistema de qualidade não foram disponibilizadas.

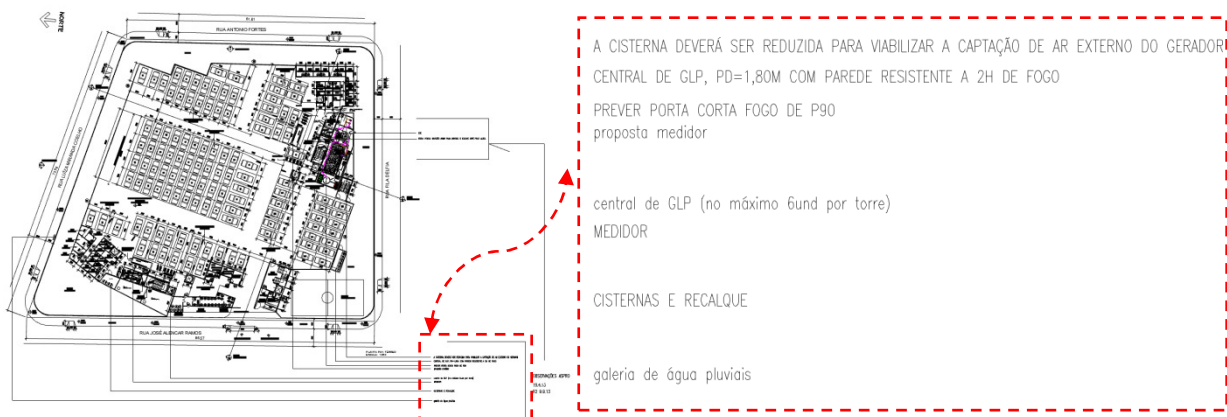


Figura 51: Lotes informação puxados pelo projetista de sistemas prediais. Fonte: a autora.

A empresa B apresentou um processo mais integrado, apesar do uso do CAD. Na empresa “A”, os projetos executivos foram desenvolvidos separados da fase de execução. A empresa B vincula isto à questão financeira e não de produção.

Foram gerados grandes retrabalhos no projeto por falhas de comunicação, por exemplo, o projeto estrutural do anexo ao prédio foi concebido em pré-moldado de concreto quando havia sido definida pela construtora uma estrutura convencional. O projetista havia sugerido duas propostas de solução estrutural, porém houve uma falha de comunicação e o projeto foi elaborado em um sistema diferente do aprovado pela diretoria da empresa. Esta falha resultou em atrasos e retrabalhos para o projeto. Como foi considerado um prazo excessivo para a etapa de projeto, este erro não comprometeu o cronograma final de elaboração dos projetos.

Observaram-se diferenças na nomenclatura das etapas de projeto (ver Quadro 18), fato que foi destacado pelo projetista de arquitetura no workshop realizado pela pesquisa.

Quadro 18: Etapas de projeto por especialidade, conforme informações dos projetistas

Tzortzopoulos	Coordenação de Projetos	Gerenciador (sistema web)	Arquitetura	Estrutura	Sistemas prediais
Planejamento Estratégico					
Planejamento e concepção do empreendimento	Cronograma de projetos	Coordenação de Projetos	Estudo de Viabilidade		
Estudo preliminar	Estudo preliminar			Estudo Preliminar	Premissas
Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto	
Projeto legal	Projeto Legal	Projeto Legal	Projeto Legal		Projeto Legal
			Vendas		

	Projeto Básico	Projeto Básico	Projeto Básico Proj. Básico Revisado		
Projeto executivo	Projeto Executivo	Projeto Executivo	PE 1ª etapa PE 2ª etapa	Projeto Executivo	Projeto Executivo
	Projeto de Detalhamento				
Acompanhamento da obra	Planejamento da Obra e Orçamento	Planejamento da Obra e Orçamento			
Acompanhamento do uso					

Além disso, a empresa B adota procedimento de execução de protótipo do apartamento, realizando estudos que validam o projeto através do “caderno *kaizen* do apartamento protótipo”, complementando e corrigindo eventuais falhas do projeto (anexo 10). Também eram realizadas visitas (*Gemba*) com a equipe da empresa e fornecedores para melhoria da produção e planejamento da obra. Na Figura 52, temos um exemplo de interferência detectada em relatório *kaizen* de apartamento protótipo (empreendimento entregue anterior a este estudo de caso). Acontece que, como a obra já está em execução, nem sempre é possível dar a melhor solução para o problema detectado, neste tipo de situação. Caso houvesse uma compatibilização através de plataforma BIM, seria possível detectar diversas interferências com antecedência evitando que soluções sejam discutidas com a obra em andamento.



Figura 52: Exemplo de interferência detectada em relatório *kaizen* de apartamento protótipo (empreendimento entregue anterior a este estudo de caso).

4.3.2 Aplicação da ferramenta *Design Structure Matrix* (DSM)

Para análise do processo de projeto da Empresa “B”, será apresentado, neste item, o uso da DSM como ferramenta de investigação e proposição de melhorias no fluxo das atividades do processo, identificando as atividades que podem ser realizadas sequencialmente, em paralelo e/ou acopladas. Serão tomadas como referências as etapas do fluxo de projeto, suas atividades, lotes de informação (LI), dependências e responsáveis.

Conforme descrito no item 2.14, é necessária uma coleta apurada dos elementos/atividades, suas dependências e de seus relacionamentos para que a DSM seja realmente efetiva. Para tanto, a aplicação da ferramenta foi dividida em duas etapas: (1) DSM montada a partir da definição, sequenciamento e dependência das etapas, atividades e lotes de informação extraídos do planejamento da coordenação de projetos, conforme apresentado na Figura 50; (2) DSM acrescentando à primeira DSM as atividades e LI das listas de verificação dos escritórios de projeto, sugestões de melhoria dos projetistas bem como o reordenamento com propostas de melhoria da pesquisadora, tomando como base o referencial teórico apresentado nesta dissertação.

Ressalta-se que os dados foram coletados seguindo a metodologia do capítulo 3. A linha representa a entrada de informação e a coluna, a saída de informação (ver item 2.14). Tendo em vista que nos dados documentais coletados não estavam descritos os níveis de dependência entre as atividades e LI, adotou-se uma DSM binária.

A primeira DSM, que pode ser verificada na Figura 53, representa o desenvolvimento de produto conforme visão da coordenação de projetos da empresa. A partir desta primeira DSM, torna-se mais clara a hierarquia da estrutura do processo de projeto. Por exemplo, a planta de cargas (projeto estrutural) da linha 14 é dependente da linha 11 (estudo preliminar de arquitetura).

Quanto ao sequenciamento do processo de projeto, a coordenação frisou que não existe uma ordem fixa para desenvolvimento dos trabalhos. Pode haver alterações entre um empreendimento e outro, em virtude de questões específicas.

Na visão da coordenadora, a evolução do projeto por pavimentos de forma sequencial deixaria o processo mais rígido e previsível, porém não aplicável para a construtora: “*então se fosse alguma coisa que a gente... vai engessar e o cliente não vai modificar, então talvez valesse a pena a gente trabalhar*” dessa forma.

para projetos imobiliários, com base no referencial teórico. Este modelo orientará a proposição de diretrizes para o desenvolvimento enxuto de produtos imobiliários, tomando como base o *lean design*. Existem checklists na análise crítica do sistema de qualidade da empresa, mas as listas de verificação dos projetistas determinam a qualidade e o nível de informação requerida para cada etapa de projeto.

À matriz da Figura 53, foram incluídas etapas da etapa de concepção (estudo de viabilidade e estudo preliminar) e etapa de produção (obra) a fim de destacar as interfaces existentes e as interações que já ocorrem no PDP da empresa. A “Ficha de especificações técnicas para premissas de projetos”, desenvolvida pelo escritório deveria ser preenchida no início, mas só foi depois do workshop. O objetivo principal deste documento é conhecer detalhadamente o padrão desejado para o projeto dos sistemas prediais do empreendimento. Também, foi possível avaliar quais atividades são simultâneas e não sequenciais.

Ressalta-se que ainda é necessário um refinamento e alinhamento dos checklists dos projetistas, quanto à definição de etapas e nomenclaturas. Existem divergências nas premissas e restrições nos manuais dos projetistas. Por exemplo, segundo o calculista, no “estudo preliminar de estrutura (estudo pavimento tipo), é emitida uma forma básica do pavimento tipo para avaliação da arquitetura e do construtor”. Acontece que no documento Ficha de Especificações Técnicas para Premissas de Projetos do escritório de sistemas prediais, são requisitados diversos dados do estudo preliminar de estrutura.

Quando reordenada a matriz a partir das listas de verificação dos projetistas, percebe-se que ela fica próxima a ideal, ou seja, a maioria das interdependências abaixo da diagonal central. Assim, identifica-se uma sucessão ótima, na visão dos projetistas, de tarefas para o desenvolvimento do projeto baseando-se nas suas listas de verificação. Contudo, as listas de verificação dos projetistas não definem de uma hierarquia no grau de dependência entre as atividades.

Aqui, abre-se um parêntese para uma limitação da ferramenta destacada por Cordeiro (2003). Como a construção da DSM está baseada na cultura organizacional da empresa e seu processo de DP, se existirem falhas nas relações de dependência do sistema, estas permanecerão no reordenamento até que um novo exame das atribuições seja realizado, permitindo um novo entendimento dos fluxos. Diferentemente dos casos 1 e 2, a equipe de projeto permanece integrada durante todas as etapas de projeto, havendo troca de informações direta (lotes), permitindo atividades em paralelo até as fases finais do processo. A Figura 54 mostra a modelagem do processo de projeto da empresa B.

Para avaliar o grau/maturidade de desenvolvimento de projetos enxuto, adotou-se método desenvolvido por Jørgensen (2006), conforme Quadro 19. A tabela contém uma série de ferramentas, métodos e procedimentos que são mencionados na literatura como medidas que podem ser aplicadas para concretizar a aplicação do pensamento enxuto (na produção e/ou construção), além dos princípios mais abstratos da filosofia *lean*.

Quadro 19: Visão geral dos elementos encontrados na empresa B que atendem ao pensamento enxuto

Lean Design/ Elemento de Construção					Fonte de evidência
	Totalmente	Parcialmente	Inexistente	Não se Aplica	
1. Foco na criação de valor para clientes e usuários	×				Pesquisa de mercado; Ineditismo na disponibilização de serviços e espaços, tais como, varanda gourmet, selo verde, depósito no subsolo
2. Mapeamento do fluxo de valor				×	Não foi encontrada evidência
3. Valor interpretado sem ambiguidade em relação ao cliente final		×			Informações obtidas através de pesquisa de mercado, porém não diretamente com o cliente final; Customização em massa.
4. Foco na redução de desperdício/perdas	×				Aplicação de diversas ferramentas visando a redução de desperdício tanto na fase de projeto como de produção (obra).
5. Abordagem de valor e desperdício sob uma visão sistêmica		×			A empresa relatou caso onde a pesquisa de mercado indicou que os clientes se interessavam por campo de golf, porém na avaliação pós ocupação verificou-se que os moradores não utilizavam.
6. Busca pela perfeição	×				Processos voltados para melhoria constante.
7. Experimentação sistemática	×				Equipe de pesquisa e desenvolvimento; parceria com o INOVACON
8. Estratégia de melhoria contínua do processo	×				Reuniões periódicas para avaliação das oportunidades melhorias, sistematização das oportunidades de melhoria através e check lists, relatórios e catalogação de biblioteca de melhores práticas e lições aprendidas.
9. Estratégia para fazer melhorias					Treinamento constante/ parcerias com

permanentes	×				universidade; disponibilização das reuniões Kaizen para os colaboradores e parceiros
10. Estratégia para reforçar a aprendizagem interorganizacional e aprendizagem em equipe	×				Treinamento constante/ parcerias com universidade
11. Envolvimento dos fornecedores no início de projeto	×				A maioria dos fornecedores eram contratados através da Coopercon; para casos específicos, fornecedores eram consultados.
12. Redução sistemática da variabilidade		×			Relatórios Kaizen e sistema de qualidade, porém o mercado da construção possui variações externas de mercado que influenciam a estabilização do processo.
13. Projeto simultâneo de produto e processo de produção			×		Primeiro é definido o produto, tendo como meta a conclusão do projeto antes do início da execução da obra. Planejamento da obra posterior ao projeto.
14. Controle de produção em todo o processo de projeto / construção		×			Na obra é bem desenvolvido, mas no projeto não totalmente
15. Simplifique a organização		×			Segundo entrevistas, houve um crescimento do VGV anual mantendo-se a mesma equipe administrativa, contudo pelo organograma da empresa, constatamos uma estrutura complexa e de muitas funções.
16. Envolvimento efetivo do cliente final no projeto		×			Através de pesquisa de mercado, porém ainda não o cliente final
17. Processo de projeto planejado em conjunto			×		Processo de projeto definido pela diretoria da empresa
18. Transparência no processo de projeto			×		Ferramentas com foco nas atividades de transformação, não explicitando o fluxo de informações.
19. Transparência no processo de produção	×				Uso de ferramentas, tais como: Andon, A3, last planner
20. Medidas para melhorar sistematicamente colaboração	×				Reuniões sistemáticas
21. Abordagem de “puxar” o projeto	×				Listas de verificação
22. Abordagem de “puxar” a produção	×				Uso de ferramentas, tais como: Last planner, linha de balanço
23. Relações duradouras da cadeia de					Através da Coopercon

suprimentos	×				
24. Meta de redução de custos	×				Busca por processos mais eficientes.
25. Garantia de fluxo de trabalho contínuo		×			No projeto isso não ocorre, várias interrupções e falta de monitoramento
26. Nivelamento da carga de trabalho		×			Equipe de projeto externa, utilização dos mesmos escritórios, sobrecarregando em alguns momentos.
27. Last Planner System		×			Implantado para obra, sem vínculo com projeto
28. 5S	×				Sistema de qualidade implantado
29. Just-in-time			×		Pesquisa de demanda de mercado
30. poke yoke	×				
31. Abordagem sistemática para a identificação de pontos fracos		×			
TOTAL	16	10	4	1	

Para avaliar o grau/maturidade na integração de projetos, também adotou-se método desenvolvido por Jørgensen (2006), conforme Quadro 20.

Quadro 20: Integração de projeto na empresa B. Fonte: a autora, adaptado de Jørgensen (2006)

Indicadores de integração de projeto	Fonte de evidência				
	Totalmente	Parcialmente	Inexistente	Não se Aplica	
1. Equipe de projeto com um único foco e objetivo para o projeto		×			Projetistas externos à organização, mas a equipe de coordenação (interna) acumula funções;
2. Equipe de projeto atuando sem limites (horizontalmente, com menos hierarquia) entre os vários membros da organização	×				Projetistas externos à organização, havendo mais horizontalidade;
3. Equipe de projeto trabalhando para resultados mutuamente benéficos,		×			Há boa relação, porém os escritórios são contratados separadamente; foco na redução

garantindo que todos os membros apoiam uns aos outros e os resultados são compartilhados por toda a equipe					de custos do construtor/ incorporador, porém com contratos com ganhos variáveis (percentuais);
4. Equipe de projeto capaz de prever, com mais precisão, o tempo e as estimativas de custo, utilizando plenamente as habilidades coletivas e conhecimentos de todas as partes		×			Utilização de histórico dos empreendimentos e software de Análise de viabilidade; porém a estimativa da duração das etapas de elaboração de projetos apresentou falhas uma vez que não existem indicadores de projeto para este quesito
5. Equipe de projeto compartilhando informações livremente entre os seus membros de tal forma que o acesso não é restrito a determinados profissionais e unidades organizacionais		×			Informações disponíveis através do software gerenciador, com permissões diferenciadas, sendo necessária autorização para acesso das informações e documentos. Além disso, os projetos não foram atualizados sistematicamente; Decisões de projeto discutidas livremente.
6. Equipe de projeto com uma composição flexível dos membros da equipe e, portanto, capaz de responder às mudanças ao longo da duração do projeto		×			Apesar da integração e flexibilidade, as decisões são bastante centralizadas, conforme apontado pelos próprios projetistas em workshop do dia 06/09/2013.
7. Equipe de projeto trabalhando em um mesmo ambiente			×		Cada projetista trabalha no seu escritório, sendo necessário deslocar-se para reuniões;
8. Equipe de projeto permitindo igualdade de oportunidades de contribuição para todos os membros	×				Ambiente onde todos podem contribuir
9. Equipe de projeto operando em um ambiente onde as relações sejam equitativas e os membros são respeitados	×				Horizontalidade na maioria da equipe
10. Equipe de projeto com uma cultura do "não culpado"	×				Foco nas oportunidades de melhoria
TOTAL	4	5	1	0	

Quadro 21: Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “A” que atendem aos princípios de desenvolvimento de produto enxuto

Princípios de desenvolvimento de produto enxuto considerando a fase de projeto					Fonte de evidência
	Totalmente	Parcialmente	Inexistente	Não se Aplica	
Processos:					
1. Identificar o valor definido pelo cliente para separar valor agregado do desperdício;		×			A empresa não contrata pesquisa de mercado. O produto é definido, em reuniões, pelo incorporador, o arquiteto e o corretor de imóveis.
2. Concentrar esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar integralmente soluções alternativas, enquanto existe máxima flexibilidade de projeto;	×				A empresa desenvolveu um sistema de customização em massa (CM), ou seja, o cliente adquire o imóvel sendo possível personalizar de acordo com suas necessidades.
3. Criar um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto;	×				Não houve rigidez na periodicidade dos encontros de compatibilização, mas haviam encontros quinzenais com a diretoria. Em relação ao planejamento do processo de projeto, a empresa dispõe de setores internos de coordenação de projeto, qualidade, planejamento de obra, e pesquisa e desenvolvimento, dentre outros.
4. Utilizar padronização rigorosa para reduzir variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis;	×				Antes da realização de determinada etapa ou tarefa, a equipe busca possuir total conhecimento a respeito dos requisitos e restrições de projeto. o método colaborativo de projeto já havia sido implantado em outros projetos, tendo os projetistas e a própria organização atestado sua eficácia na redução de perdas e retrabalhos na fase de projeto e, principalmente, o aumento no valor agregado ao produto.
Pessoal Habilitado:					

5. Desenvolver um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento de produto do início ao fim;		×			Existe um coordenador de projeto e um coordenador de obra, porém com limitações quanto à tomada de decisão.
6. Organizar, para balancear a competência funcional com a integração multifuncional;	×				Apesar de departamental, os colaboradores da empresa entendem a importância do foco no cliente e da cooperação multifuncional.
7. Desenvolver competência técnica superior em todos os engenheiros;	×				Treinamentos internos e externos
8. Integrar plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto;		×			Participação de alguns fornecedores nas reuniões de projeto (ex.: impermeabilização e ETE)
9. Consolidar o aprendizado e a melhoria contínua;	×				Visitas gema com a equipe de projeto e obra e fornecedores.
10. Construir uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta;	×				Execução de protótipo do apartamento e caderno kaizen do apartamento protótipo.
Ferramentas e Tecnologia:					
11. Adaptar a tecnologia ao pessoal e ao processo;		×			BIM é utilizado pela empresa para levantamento de quantitativos e orçamento, não é utilizado no processo de projeto (que, entretanto, utiliza listas de verificação).
12. Alinhar a organização mediante comunicação simples e visual;		×			Existe comunicação visual bem desenvolvida para a fase de produção (obra), porém para a fase de projeto não explicitação das etapas e monitoramento de fácil acesso;
13. Usar ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional.	×				A análise crítica dos projetos é orientada pelos procedimentos do sistema de qualidade e relatório kaizen da empresa (disponibilizado em site)
TOTAL	8	5	0	0	

4.4 Considerações Finais: estudos de caso

Podemos ver na figura 55 um comparativo dos indicadores de processos enxutos tanto para projeto, produto e integração de projeto. Foi verificado, nos três casos estudados, que a atuação do coordenador de projetos foi comprometida, seja pelo acúmulo de funções (comprometendo o tempo de dedicação), ou pela necessidade de treinamento para exercer tal função. Com o acúmulo de funções, esse profissional dedicou boa parte do seu tempo ao monitoramento/controle reduzindo o tempo dedicado à função de integrador.

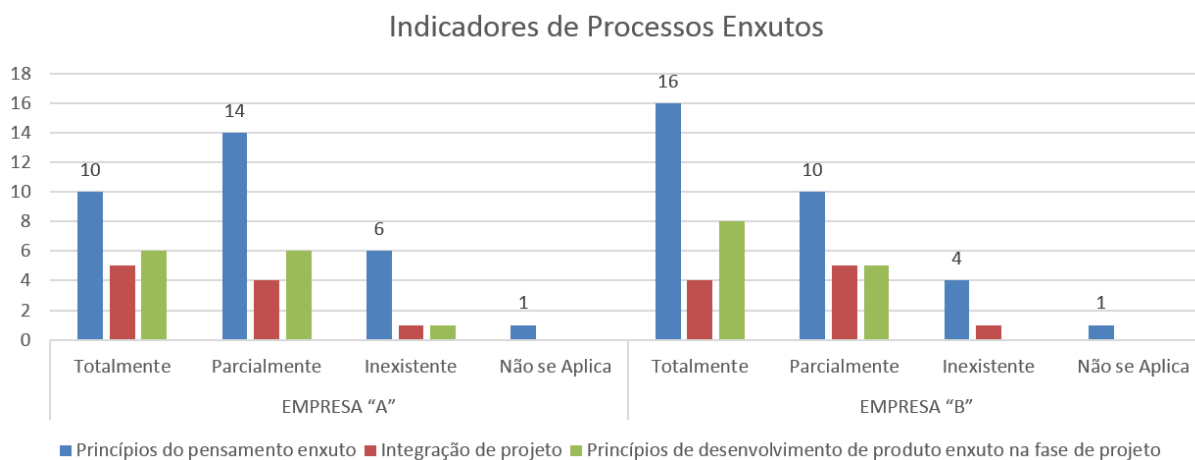


Figura 55: indicadores de processos enxutos. Fonte: a autora.

Apesar de haver pesquisa de mercado na Empresa “B” e consulta a corretores na empresa “A”, constataram-se que algumas falhas na identificação dos clientes e suas necessidades. Por exemplo, na Empresa “A”, o proprietário do terreno que adquiriu 10 unidades habitacionais por meio de permuta, tornando-se também cliente e atuando como forte interveniente na definição do produto, inclusive alterando a fachada da edificação após a finalização do projeto executivo.

A Empresa “B” identificou desvios quanto às preferências reais dos usuários, como por exemplo, um empreendimento anterior ao estudo de caso em que a pesquisa apontou que os usuários gostariam de morar em um apartamento com campo de golfe, porém nenhum dos usuários jogavam golfe. Desta forma, algumas decisões ainda são tomadas em um ambiente de grande incerteza interferindo diretamente nos conceitos de maximização de valor e redução de desperdícios. Outro exemplo pode ser dado de questões que ainda permaneceram sendo discutidas nas reuniões sem dados de pesquisa. Foi discutido nas duas empresas em quais locais o usuário iria requisitar aquecedor (no banheiro de empregada e/ou na pia da cozinha), mas sem um levantamento da opinião do cliente final. Curiosamente, o exemplo que se destaca ocorreu nos três casos.

5 Diretrizes

Neste capítulo, serão discutidas as oportunidades de melhorias identificadas para o desenvolvimento enxuto de produtos (PDP) e projetos imobiliários, através da redução de desperdícios, geração de valor, estabilização do processo de projeto e integração com a produção. Será confrontado o conjunto de princípios do desenvolvimento enxuto de produtos da Toyota com o processo de projeto dos empreendimentos imobiliários pesquisados para, então, propor diretrizes para este setor. Os princípios focam em integrar o sistema de processos, pessoas e tecnologias, conforme visto no item 2.7. Foram realizados três estudos de caso em duas empresas diferentes, ambas aplicando conceitos da *Lean Construction*, mas que apresentam diferenças quanto ao planejamento, desenvolvimento e controle do processo de desenvolvimento de produto e de projeto.

As diretrizes propostas giram em torno do desenvolvimento enxuto de produtos imobiliários e seu processo de projeto, considerando os níveis de maturidade das empresas (incorporadoras e construtoras) que trabalham com produção enxuta, e os fatores de sucesso para aplicação do Lean no PDP que podem proporcionar resultados significativamente positivos para o contexto. As diretrizes visam a sistematização do fluxo de informações, a racionalização do processo de projeto, e a convergência de soluções, levando em conta a maturidade, o porte e estrutura organizacional das empresas para implantação de um processo enxuto de desenvolvimento de produto e de projeto.

A aplicabilidade das diretrizes fica condicionada às especificidades das empresas pesquisadas sem comprometer a aplicação em outras empresas construtoras e incorporadoras com características semelhantes. Vale ressaltar que algumas das diretrizes foram implantadas nos estudos de caso e outras propostas a partir da análise cruzada da pesquisa. Assim, as empresas podem avaliar o grau de maturidade quanto a processos enxutos e trilhar etapas e metas evolução até um ponto ótimo de desenvolvimento de produto e de projeto imobiliário.

A busca pela produção enxuta tem início justamente no processo de desenvolvimento de produto, que envolve o processo de projeto. Como se pôde perceber, as organizações possuem forte alinhamento com a filosofia enxuta quanto aos processos de produção e desenvolvimento de produtos, alcançando bons resultados. Porém, com base na revisão bibliográfica foram identificadas diversas oportunidades de melhoria, que serão

analisadas sem seguida, com base nos treze princípios do sistema de desenvolvimento de produtos da Toyota.

5.1 Utilizar padronização rigorosa para reduzir variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis

A base para melhoria contínua, na visão lean, é a padronização. Assim, a padronização do processo e do produto é fundamental para o sucesso de todos os princípios enxutos. O desafio no desenvolvimento do produto enxuto é reduzir a variação nas atividades preservando a criatividade que é necessária para o processo de concepção. A Toyota desenvolveu um alto nível de flexibilidade do sistema, padronizando tarefas de menor nível.

Padronização de projeto tem sido buscada na empresa B através do processo de melhoria contínua da empresa (kaizen, hansei e gemba) onde são identificadas soluções de projeto que funcionam adequadamente, e devem ser aplicadas em novos empreendimentos. Também, são identificadas falhas ou soluções que resultam em dificuldade de execução, chamados de assistência técnica e baixo desempenho, sendo catalogadas e retiradas de novos projetos. Os projetistas parceiros também desenvolveram listas próprias de verificação, com base em experiências de projetos junto a empresa e outros clientes. Desta forma, são criadas listas de verificação com as práticas (boas e ruins) e conhecimentos acumulados que devem ser observadas a cada novo produto.

Quanto à padronização do processo de projeto, observou-se no caso 3 que os projetistas possuem listas próprias de premissas e restrições, enquanto a empresa possui lista de verificação (análise crítica) do sistema de qualidade.

A Padronização de processo de projeto é realizada através da execução com base em um sequenciamento e duração de tarefas conhecido. Apesar de o produto imobiliário ser único, as fases do PDP podem ser categorizadas em um modelo genérico como o apresentado pelas empresas pesquisadas.

Enquanto a Empresa “A” adotou uma rigidez nos encontros periódicos da primeira fase do projeto (quinzenais), a Empresa “B” adota a padronização do processo de projeto de forma mais flexível, não havendo uma rigidez na periodicidade dos encontros de compatibilização. Os coordenadores de projeto da empresa “A” não tinham históricos de informações para avaliação do desempenho do processo e para indicar ações de melhoria. Observa-se, então, a falta de indicadores do nível atual de qualidade dos projetos e processos informações suficientes que possam balizar tomadas de decisões.

Em relação ao planejamento do processo de projeto, a empresa “B” dispõe de setores internos de coordenação de projeto, qualidade, planejamento de obra, e pesquisa e desenvolvimento, dentre outros; enquanto a empresa “A” terceiriza parte do planejamento do projeto e obra. Conseqüentemente, o orçamento foi elaborado externamente na Empresa “A”, a partir do modelo BIM e desenvolvido internamente na Empresa “B”.

Além disso, a empresa B desenvolveu diversos tipos de indicadores que ajudam a medir os resultados esperados, tais como: customização, quantidade de pranchas e número de revisões por prancha, produtividade da obra. Contudo, nos caso 1 foram realizadas medições do percentual planejado concluído para projeto, bem como a quantificação e classificação das interferências detectadas na compatibilização. Esses históricos e indicadores auxiliam na tomada de decisão em quais as ações a serem tomadas para melhoria do processo de projeto e PDP. A sistematização e documentação desses processos permitirão que melhores práticas de projeto sejam identificadas e adotadas como padrão para cada empresa para o desenvolvimento de novos empreendimentos.

Diretriz 1: *Sistematizar e documentar o processo de projeto e desenvolvimento de produto imobiliário com base em históricos e indicadores (da construtora e dos projetistas), através da elaboração de listas de verificação em conformidade com o produto imobiliário, adequando às necessidades da organização empreendedora.*

5.2 Integrar plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto;

Fornecedores de componentes devem ser integrados no processo de desenvolvimento de produto com capacidades e cultura compatíveis com o pensamento enxuto. O elevado número de produtos em uma obra dificulta o envolvimento de todos os fornecedores de equipamentos e sistemas na fase de projeto. Porém, parte dos insumos e equipamentos é adquirida pela Coopercon o que poderia facilitar a aproximação dos fornecedores. Também, as empresas passaram a buscar parcerias para o desenvolvimento de pesquisas para promoção de inovações e treinamento por meio do INOVACON (item 2.8).

Quanto ao envolvimento de fornecedores de materiais e sistemas construtivos na fase de projeto, houve a participação apenas no Caso 3 com o fornecedor da estação de tratamento de esgoto. Ainda, a empresa B realiza projetos para produção e apartamentos protótipo de forma a complementar as definições dos projetos.

A terceirização de projetos é um processo tradicional no desenvolvimento de produtos imobiliários. Participam da equipe escritórios de projeto e consultoria, onde as diversas disciplinas técnicas não são desenvolvidas por uma mesma empresa. Assim, cada projetista trabalha no seu ambiente, gerenciando o seu próprio trabalho, caracterizando uma horizontalidade da equipe. Apesar de externos, estes fornecedores dão apoio à concepção e planejamento do empreendimento e seu processo de construção.

Esse modelo garante que a organização se dedique em seus processos principais dando uma maior flexibilidade empresarial, como se pôde constatar na empresa “A”, que montou duas equipes para projetos paralelos, inclusive para planejamento da obra e compatibilização de projetos.

Contudo, para que essa estratégia seja bem sucedida, requer uma relação de confiança mútua e interação com os fornecedores, como a alcançada pela empresa B. Nesta empresa as parcerias firmadas não ocorrem isoladamente em um único empreendimento, e sim em diversas iniciativas, envolvendo os projetistas ao sistema de desenvolvimento de produto e planejamento estratégico, com foco no sucesso do empreendimento. Para tanto, essa relação de parceria é baseada em novos modelos de contrato, expandindo o envolvimento e atuação de cada agente, aproximando interesses. Assim, as relações contratuais com as empresas devem ser revistas.

Nos projetos piloto da empresa “A” (caso 1 e caso 2), as relações de parcerias estão iniciando e foram estabelecidas para um empreendimento cujo conceito de parceria foi entendido como antecipação do envolvimento da equipe de projeto (além da ampliação e integração desta). Essa configuração permite a resolução de problemas, mas limita o processo de melhoria contínua e a ampliação da sinergia entre a equipe.

A integração dos projetistas com o sistema de desenvolvimento de produto requer, portanto, novos paradigmas nas relações entre os agentes envolvidos, através de parcerias e novas práticas de colaboração. Essa cooperação foi identificada nas duas organizações pesquisadas, com pequena diferença no nível de maturidade devido ao tempo de implantação da colaboração técnica entre a equipe de projeto.

Diretriz 2: *Integrar projetistas ao PDP imobiliário da empresa, buscando novas relações contratuais e estabelecimento de parcerias, e envolver principais fornecedores de equipamentos e insumos através de treinamentos para a equipe de projeto.*

5.3 Consolidar o aprendizado e a melhoria contínua;

A aprendizagem organizacional é uma condição necessária o desenvolvimento enxuto de produtos. O foco no conhecimento explícito é mais comum entre as empresas, porém o conhecimento tácito é igualmente importante, ou além, constitui uma fonte de vantagem competitiva.

Conforme já dito, a empresa “B” possui listas de verificação, solução do problema focada no aprendizado, banco de dados com conhecimento construtivo catalogado, eventos de reflexão (hansei, gemba e kaizen), execução de apartamento protótipo, dentre outros que garantem a disseminação do conhecimento tácito. A empresa “A” conta com um diretor bastante experiente, com vasto conhecimento técnico quanto a questões de obra, que tem sido considerado um diferencial.

Entretanto, os projetistas costumam visitar a obra com pouca regularidade, em geral quando há necessidade para elucidar dúvidas de execução do projeto. Para suprir essa deficiência, as informações dos projetos de cada especialidade foram compatibilizadas e adequadas aos padrões construtivos de cada empresa. Contudo, é recomendável desenvolver o parceiro através da troca de conhecimento, transferência de tecnologia, capacitação e qualificação dos projetistas, e manter regularidade de visitas em obra como forma de transferência do conhecimento tácito para os projetistas de forma direta.

Diretriz 03: Implementar e estender aprendizado organizacional através do conhecimento explícito e tácito do produto imobiliário para todos os membros da equipe de projeto, envolvendo inclusive os parceiros projetistas nos eventos de reflexão em obra e avaliação pós-ocupação.

5.4 Construir uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta

Para implantação de um processo de projeto enxuto, devem ocorrer transformações na organização. Apesar de estar em estágios diferentes e possuírem porte e organização em níveis variados, ambas as empresas possuem cultura voltada para a melhoria e busca por excelência.

A Empresa “B” realiza procedimentos de coleta de dados durante a execução e após a entrega da obra, tornando possível a retroalimentação de projetos. Além disso, acompanha a obra através de visitas e reuniões por buscas de melhorias (Gemba, hansei e

kaizen) sistematizando em relatórios as oportunidades de melhoria a fim de retroalimentar projetos futuros, inclusive através das assistências técnicas e avaliações pós-ocupação.

Diretriz 04: *Implantar o pensamento enxuto através de transformações na organização visando o apoio à mudança cultural.*

5.5 Adaptar a tecnologia ao pessoal e ao processo

O processo de desenvolvimento de projeto foi tratado de forma diferenciada pelas duas empresas, assim como a utilização de ferramentas, tais como, a plataforma BIM e extranets. Apesar de serem empresas que atuam no mesmo segmento e nicho de mercado, com aplicação da produção enxuta para obra, houve diferenças no processo de projeto. As equipes trabalharam com ferramentas e formas diferentes (CAD/BIM; gerenciador de projeto/repositório virtual de arquivos), como também as reuniões integradas tiveram resultados diversos.

A Empresa “B” reestruturou o processo de desenvolvimento de produtos e o próprio processo de projeto, contudo no Caso 3, a modelagem do projeto limitou-se ao levantamento de quantitativos para orçamento. Ou seja, os equipamentos e ferramentas de informática de alto custo foram utilizados com foco nas atividades de conversão, limitando ou mesmo excluindo a possibilidade de sua utilização como elemento de simulação e análise como o que ocorreu nos casos 1 e 2. Porém, a integração do projeto na Empresa “B” buscou a compatibilidade dos sistemas e geração de valor, e a Empresa “A” priorizou a detecção de interferências.

As listas de verificação desenvolvidas pela Empresa “B” e seus parceiros garantiram a redução de interações negativas do processo de projeto e minimização de falhas. Há apoio à interface relacionada à construtibilidade dos projetos e os métodos construtivos dos subsistemas da obra que são discutidos nas reuniões e balizados pelas listas de verificação dos projetistas e construtora e relatórios de reflexão e aprendizado durante a execução da obra, como já comentado. Contudo, ao longo do tempo haverá um acúmulo de informação muito grande tornando-se difícil de gerenciar. Além disso, a ferramenta BIM pode ser incorporada para além do levantamento de quantitativos, ajudando na eliminação de incertezas, de retrabalhos e da necessidade de desenvolvimento de soluções em obra que

poderiam ser antecipadas durante o processo de projeto, conforme implantado na empresa “A”. Ressalta-se que o BIM abre novas possibilidades projetuais ligadas para a simulação e validação de possibilidades e análises.

A análise das ações da Empresa “A”, sob a ótica do pensamento enxuto, esclarece as atividades relacionadas aos modelos de informação, os fluxos gerados nesses modelos, e detecção de interferências. Enquanto na Empresa “B” a análise crítica dos projetos é feita de forma tradicional (CAD) pela própria coordenação de projetos, a compatibilização é feita na Empresa “A” por uma consultoria contratada e com utilização do BIM como ferramenta.

Foram investigados os ganhos decorrentes da interação entre a modelagem de informações e o desenvolvimento enxuto de produtos imobiliários. Os casos demonstram que existem limitações quanto à interoperabilidade entre softwares de projeto dificultando o uso integral dos modelos de informação. Nos casos 1 e 2, a presença do consultor independente e dedicado exclusivamente para a modelagem se mostrou como grande diferencial para modelagem, mas minimizou a apropriação por parte dos projetistas, ficando estes como espectadores das interferências apontadas, e fragmentou a integração.

Por tratar-se de um projeto piloto, a falta de experiência da organização e dos projetistas comprometeu a metodologia proposta pelo consultor para a adoção do projeto integrado com uso do BIM. A adoção do BIM deve reconhecer e considerar as práticas de trabalho da organização, ainda que estas práticas gerem adequações, durante ou após a implementação. Assim, a despeito dos vários pontos positivos encontrados, ainda há campo para evolução neste processo. Isso não ocorreu por questões de treinamento com a ferramenta, uma vez que o consultor BIM possui vasta experiência. Portanto, reforça que a aplicação de novas ferramentas não trarão resultados positivos a menos que dentro de um processo eficiente.

O projeto em plataforma BIM exige um processo projetual mais preciso que em CAD. Porém, um processo extremamente detalhado no início do projeto, sem o tempo de maturação das etapas do projeto de forma adequada, também pode resultar em perdas e desvio de foco (por exemplo, a setorização do projeto para uso de cremalheira que não se confirmou). Assim, o detalhamento precoce antes das entradas corretas de lotes de informação sobre sistemas construtivos, de execução ou requisitos dos clientes pode prejudicar o fluxo contínuo do processo de projeto.

Nos dois casos investigados da Empresa “A”, os escritórios não indicaram uma redução de prazo de projeto com a utilização do BIM, ao contrário, relataram atrasos no

desenvolvimento do projeto. Entretanto, parte do tempo de acréscimo de projeto se deu às atividades de compatibilização que não ocorriam de forma sistematizada. Acredita-se que com a experiência de uso da tecnologia, uma maior adaptação dos profissionais e da própria empresa ao novo processo de projeto e o uso efetivo do BIM essa redução de prazo e aumento da qualidade dos projetos será possível.

O uso eficiente da tecnologia da informação (TI) em processos complexos como o de projetos de edificações multifamiliares é uma importante ferramenta no gerenciamento do fluxo de informações. Repositórios virtuais de arquivos (gerenciadores ou não) minimizam problemas que podem acontecer quando o intercâmbio de arquivos é realizado via e-mail. Contudo, a adoção exclusiva de ferramentas TI para tal função não é suficiente, devendo haver o uso de transparência e uso de métodos simples de integração do processo. Deve haver uma convergência de processos e ferramentas para o desenvolvimento enxuto de produtos imobiliários e projetos.

Diretriz 05: *Adaptar tecnologia da informação para apoio do projeto considerando a complexidade do produto imobiliário, a necessidade de um processo de projeto enxuto e linear, integrando ferramentas simples e transparência. Otimizar a organização dos dados para que estes tornem-se informação de fácil acesso.*

5.6 Alinhar a organização mediante comunicação simples e visual;

A comunicação no projeto, ou seja, entre os diversos especialistas é de extrema importância para um desenvolvimento de produtos eficiente. A troca de informações foi considerada eficiente nos três casos na visão dos projetistas. A relação de parceria entre a equipe de projeto e a incorporação do pensamento enxuto pelas organizações contribuiu para este cenário.

Na empresa “B”, a transparência do processo de projeto concentrou-se ao uso de uma plataforma on-line para gestão de projetos que informava dados do projeto e envio de cronograma (gráfico de gantt). Na empresa “A”, havia um modelo do processo de desenvolvimento de produto (anexo 01), porém o mesmo não estava disponível em local de fácil visualização, e não detalhava o processo de projeto.

Apesar do uso de sistemas de gerenciamento da informação, os procedimentos de organização do fluxo de informações ainda são deficientes, utilizando ferramentas inadequadas ou mesmo com ausência total de ferramentas e modelos (casos 1 e 2). Além

disso, o uso da TI não substitui a simplificação de ferramentas e processo e a transparência do processo.

Sabendo-se da dificuldade de implantação de sistemas de gestão, este trabalho propõe o mapeamento do desenvolvimento de produtos imobiliários, observando o contexto da empresa, de forma a garantir transparência do processo. Propõe-se o uso de modelos simplificados evitando o excesso de informação que podem levar a retrabalhos e desperdícios.

Além disso, propõe-se a gestão visual com indicadores do projeto, tais como percentual planejado concluído, razões para o não cumprimento das tarefas e ferramenta A3 em locais de fácil acesso e visualização e outras informações que exibe o status do projeto.

Diretriz 06: Realizar o mapeamento do processo de desenvolvimento de produtos imobiliários e processo de projeto, facilitando o planejamento, o controle, a transparência e a comunicação do projeto.

5.7 Usar ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional.

A utilização de banco de dados para arquivamento do conhecimento tácito não substitui o conhecimento dos especialistas funcionais que detém o *know how* e experiência que devem ser repassados para a organização, e principalmente para novos projetistas. Tecnologia é vista na Toyota como um conjunto de ferramentas que permite executar e melhorar o processo, mas não muda a forma de trabalhar da empresa. A tecnologia deve ser personalizada e sempre subordinada aos processos e pessoas.

Na empresa “A”, muitos dos dados gerados não foram documentados, apesar de ter adotado uma prática de arquivamento dos projetos. A falta de memória construtiva (ou uma melhor sistematização dessa memória extraindo a vivência e experiência do diretor técnico) limita o aprendizado organizacional. A Empresa “B” possui procedimentos para coleta e disponibilização da aprendizagem adquirida com falhas em obra e projetos. Contudo, a transferência desse aprendizado para os parceiros projetistas e sua equipe ainda pode ser melhorada, pois as reuniões de reflexão são voltadas para os colaboradores da empresa.

As diversas especialidades não costumam visitar o canteiro de obras com regularidade. A visita ocorre somente através de uma demanda muito específica, como por exemplo, dúvidas ou falhas de projeto. Em nenhuma dos casos foi relatada a exigência, em contrato, de visitas periódicas dos projetistas ao canteiro de obras. Ressalta-se a importância

das visitas à obra por parte das empresas de projeto, mantendo contato direto com o engenheiro responsável da obra, para que haja troca de informações.

A maneira como o projeto é conceituado e praticado influencia as ações para a melhoria do processo de projeto. Assim, a organização do conhecimento existente sobre ele é o ponto de partida fundamental para a sua melhoria MANZIONE (2013).

A constante análise e avaliação de características que possam impactar no desempenho do processo e do produto, bem como a transferência das lições aprendidas, resultam, conseqüentemente, em melhorias para a organização (OLIVEIRA, 1999).

Diretriz 07: *Desenvolver ferramentas para disseminar o conhecimento organizacional adquirido do processo de desenvolvimento de produto imobiliário, de forma a padronizar o PDP.*

5.8 Criar um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto

Para elaboração dos projetos de um empreendimento imobiliário, torna-se necessário o estabelecimento de um fluxo (de valor) de trabalho estável. A cadeia de agregação de valor é dependente (além das atividades que geram valor, obviamente) de dois fatores principais: a qualidade das entradas em cada etapa do processo e a disponibilidade (informações, dados, desenhos, e outros). Portanto, além de buscar eliminação de desperdício, e atender os requisitos dos clientes, a equipe também deve procurar o correto planejamento do processo de desenvolvimento de produto e projeto reduzindo, conseqüentemente, os custos e prazos.

O primeiro passo para a sistematização do fluxo de informações do processo de projeto é o desenvolvimento de um modelo do processo, principalmente quanto às relações de dependência entre atividades. O fato de não haver planejamento adequado de longo, médio e curto prazo do processo de projeto, ou um modelo que consideres as atividades cíclicas do processo de projeto, prejudicou o desempenho dos casos pesquisados. Assim, houve falhas na identificação e remoção de restrições, tendo um reflexo direto no valor médio e na variabilidade do PPC do caso 1, por exemplo. Constatou-se que os projetistas não conseguiam atender as metas, ora pela falta de correta análise das dependências e pré-requisitos, ora por falhas na estimativa de tempo para execução das tarefas, ou mesmo por um monitoramento ineficiente do atendimento das metas no período entre reuniões.

De maneira geral, o planejamento foi desenvolvido de forma empírica pelas empresas, tendo sido observadas algumas falhas, tais como: fluxo de comunicação; identificação de premissas e remoção de restrições; e na montagem e monitoramento da programação e estimativa de duração das atividades. Percebeu-se que, em alguns momentos, os cronogramas foram elaborados sem levar em conta as dependências entre as atividades de forma efetiva, como por exemplo, dados de entrada (informações) e com ferramentas inadequadas (gráfico de Gantt).

O planejamento de projeto e a estimativa de tempo para realização das atividades e etapas é muito difícil. Os projetistas dirigem-se de tarefas para outras tarefas, em um meio de grande incerteza, impossibilitando a padronização do trabalho de forma rígida, especificando com exatidão o que será feito em um curto período de tempo.

Além disso, diferentemente do que ocorre na execução das obras, através do *last planner*, o compromisso não foi firmado pelo setor operacional de projetos e sim pelos titulares do escritório. Assim, os projetistas são pressionados a informar datas sem a consulta da sua equipe interna e, portanto, muitas vezes não é cumprido o prazo acordado.

A eficiência do processo de projeto se constitui em uma das prioridades de melhoria dentro das organizações investigadas, com foco na compatibilização de projetos, geração de valor e no controle de custos. Porém, o planejamento do processo de projeto não estava plenamente estruturado na Empresa “A”, por tratar-se de um projeto piloto, mas importantes conclusões puderam ser tiradas dos estudos de caso. Como demonstrado no caso 1, as atividades de conversão têm pouco impacto no desperdício nas atividades de conversão, ocorrendo principalmente por falhas no fluxo de informação. Por tratar-se de um projeto piloto, a falta de experiência neste novo método comprometeu a metodologia de projeto colaborativo e integrado.

As equipes trabalharam com lotes menores de informação, conforme evidenciado no item 4. Apesar disso, ainda houve certo grau de desenvolvimento sequencial de projeto nos casos 1 e 2, tendo o caso 3 alcançado maior sucesso quanto ao desenvolvimento integrado e trocas simultâneas de informações. Os escritórios de sistemas prediais foram quem ofereceram maior resistência em iniciar o trabalho com lotes menores de informação, apesar de fornecerem a dados sempre que puxados pelos demais membros das equipes. Para eles, o ambiente de incerteza decorrente do risco de mudança nos projetos de arquitetura e estrutura é maior do que as interferências ocasionadas pelos sistemas prediais.

A afirmação de que a atual estrutura onde se desenvolve o fluxo de informações ainda é deficiente foi comprovada por meio da medição das diversas requisições de informação dos casos 1 e 2, e o reordenamento do planejamento do processo de projeto do caso 3, baseado nas listas de verificação dos projetistas. Essa situação pode ser minimizada com a adoção de ações gerenciais planejadas, controladas e medidas através do mapeamento do fluxo de valor e da modelagem do processo de projeto e PDP.

Na Empresa “B”, o método colaborativo de projeto já havia sido implantado em outros projetos, tendo os projetistas e a própria organização atestado sua eficácia na redução de perdas e retrabalhos na fase de projeto e, principalmente, o aumento no valor agregado ao produto. Porém, ainda foi observado durante a pesquisa que oportunidades de melhorias para projetos futuros, como por exemplo, a participação dos projetos complementares na fase de concepção do produto.

Na Empresa “B”, antes da realização de determinada etapa ou tarefa, a equipe busca possuir total conhecimento a respeito dos requisitos e restrições de projeto. Entretanto, ainda constataram-se falhas de comunicação, desperdícios e retrabalho, tais como: locação da cremalheira e adoção posterior de elevador sem casa de máquinas (Caso 1); vedação das alvenarias (casos 1 e 2); sistema estrutural do anexo do projeto do caso 3.

A aprovação tardia do projeto de fachada pelo proprietário do terreno do caso 1 (que se tornou cliente após a permuta) resultou em retrabalho de projeto considerado finalizado (fase executiva). A alteração do tipo de elevador (sem casa de máquinas) também gerou iterações negativas, com retrabalhos após a finalização do projeto.

No caso da cremalheira, a precipitação da definição nas primeiras reuniões e modelagem, resultou em desperdício de tempo, que poderia ter sido aproveitado em outras questões de projeto. A definição o problema errado ou a convergência prematura na solução errada gerou desperdícios durante o desenvolvimento do projeto. Isto se deu em função da falta de um planejamento melhor dos encontros e a falta de uma sistematização do que efetivamente deveria ser a contribuição de cada um em cada etapa.

A recomendação do envolvimento dos principais fornecedores na fase de concepção do produto é bastante conhecida, mas ainda existem dificuldades na realização, e apenas um exemplo nos três casos estudados. Ainda, deve-se considerar a avaliação durante as entrevistas e workshop, onde as equipes apontaram número excessivo de participantes e longa duração dos encontros.

O projeto legal aparece como uma etapa estratégica e ao mesmo tempo como gargalo do processo, devido ao longo prazo de análise por parte dos órgãos responsáveis. Durante as reuniões, as discussões de projeto muitas vezes giravam em torno da incerteza quanto ao prazo de aprovações dos órgãos competentes. Houve um consenso entre os profissionais que a estrutura e a burocracia existente para emissão do alvará de construção não beneficia nenhuma das partes (sociedade, órgãos públicos e investidores). Nos três casos, foi verificada uma descontinuidade no processo de desenvolvimento do projeto a partir do protocolo da documentação para aprovação legal até a fase de projeto executivo, e início da execução e comercialização do produto.

Essa descontinuidade afeta tanto o planejamento do processo de vendas e de produção como, conseqüentemente, o desenvolvimento do projeto. Além disso, torna o processo de planejamento ainda mais complexo devido à necessidade de alinhamento das aprovações e minimização de desembolsos antes da viabilização do empreendimento (pagamento de fornecedores e projetistas); disponibilização em tempo hábil dos projetos para elaboração do planejamento e execução da obra; e em relação à otimização da capacidade produtiva dos projetistas. Conseqüentemente, houve uma redução nas reuniões de compatibilização na etapa do projeto executivo, onde foi alegado que a interação entre os projetistas e a organização era bem menor. Desta forma alguns aspectos, tais como fluxo contínuo e sistemas puxados (baseados na demanda real dos clientes finais e internos), foram prejudicados. Contudo, a execução da obra também é vinculada à capitalização do empreendimento, atuando como um limitador.

Diretriz 8: Procurar ações que agilizem o processo de aprovação de projetos dos órgãos públicos competentes a fim de agilizar a emissão do alvará e registro de incorporação, possibilitando o nivelamento do processo de desenvolvimento de produto imobiliário.

6 COMENTÁRIOS FINAIS

A presente dissertação teve como objetivo propor diretrizes para melhoria do processo de projeto e o desenvolvimento enxuto de produtos imobiliários tomando como base a filosofia do pensamento enxuto. Para a proposição das diretrizes foram realizados três estudos empíricos ao longo da pesquisa em duas empresas (incorporadoras e construtoras). Porém, a implementação dessas diretrizes no processo de desenvolvimento de produto e projeto das empresas dos estudos de casos demanda um período de tempo maior do que o previsto para uma dissertação de mestrado.

A pesquisa apresentou referencial teórico quanto aos modelos de processo de projeto. Proposição de melhorias do processo de projeto e de desenvolvimento de produtos em empreendimentos imobiliários como um dos objetivos apresentados pela pesquisa foi atendido através das diretrizes propostas a partir do esclarecimento do modelo de processo de projeto das empresas construtoras e incorporadoras com base no referencial teórico. Contudo, o número e a complexidade das atividades e de informações são elevados para serem incluídas detalhadamente em diretrizes.

A abordagem enxuta aplicada ao PDP, além de proporcionar maior dinamismo e flexibilidade, aumenta a interação das equipes de projeto e, conseqüentemente, uma diminuição do tempo total de desenvolvimento. Entretanto, observou-se nos estudos de caso que existem entraves burocráticos e de capitalização do empreendimento externos às empresas que limitam eventuais ganhos na redução do tempo total de desenvolvimento.

Assim, apenas processos de produção eficientes não garantem um processo de projeto enxuto a menos que haja perfeita concordância entre o projeto e valor na visão do cliente, que é algo difícil de se atingir totalmente. Além de exigir uma pesquisa criteriosa e detalhada, também requer um processo de projeto e planejamento de produção com um certo grau de flexibilidade para mudanças, devido a incerteza quanto a concordância do projeto com a entrega de valor ideal ao longo do tempo, principalmente em situações onde o usuário final não é conhecido, como no caso de empreendimentos imobiliários.

Neste sentido, os dados do mapeamento do fluxo de valor, mapeamento do processo de projeto e a DSM foram comparados entre si possibilitando a transparência do processo através dos modelos, identificação das perdas, explicitação das interfaces e identificação das oportunidades de melhoria. Além disso, através de múltiplas ferramentas foi

possível trabalhar de forma complementar nas qualidades e deficiências de cada ferramenta, uma vez que a modelagem do processo de projeto é extremamente complexa.

A escolha de empresas de um mesmo subsetor da construção civil e dentro de um mesmo contexto e nicho de mercado possibilitou destacar as diferenças do processo de projeto. Desta forma, os casos estudados permitiram uma melhor compreensão da realidade do processo de projeto de empreendimentos imobiliários residenciais.

Identificar problemas e criar processos mais eficientes não é uma tarefa fácil, mas *acabar* com o desperdício é um desafio ainda maior. Fazer as mudanças organizacionais e culturais que realmente eliminem as perdas ocorra é um propósito que requer certo esforço.

Desta forma, identificaram-se falhas e desperdícios, bem como as melhores práticas para o processo de projeto e as evidências de adoção da filosofia *lean* de forma holística, como defende Ballard (2000) no seu conceito de *Lean Project Delivery System*.

Obviamente, este trabalho não pretende esgotar um tema tão extenso. Ao contrário, sua intenção é apenas incentivar a discussão crítica desse processo, sobretudo no âmbito de um grupo de trabalhos preocupado com pesquisas de tendência e de mercado relacionadas à projeção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARILLA, Rosemara Santos Deniz. **Identificação e análise dos processos de negócio de empresas de pequeno porte do setor da construção civil** / Rosemara Santos Deniz Amarilla – 2013. 159 f. : il. ; 30 cm

AMARAL, Daniel Capaldo. **Projetos cooperados de desenvolvimento de produtos: uma revisão multidisciplinária**. 2006. XIII SIMPEP - Bauru, SP.

ANDERSEN, Janthea *et al.* **Design management in a construction company**. In: 2005 ASEE/AaeE 4th Global Colloquium on Engineering Education. The School of Engineering, The University of Queensland, 2005. p. 1-10.

ANDERSEN, Marilyne *et al.* **Identifying and modeling the integrated design process of net Zero Energy buildings**. In: High Performance Buildings-Design and Evaluation Methodologies. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO 9001:2008: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2008. 21p.

AVILA, T. C. F. (2010). **Gestão de projetos na construção civil: avaliação do processo em duas empresas construtoras de Florianópolis**. UFSC/ENGENHARIA CIVIL, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

ASSUMPCÃO, J. F. P.; FUGAZZA, A. E. C.. **Coordenação de Projetos de Edifícios: Um sistema para programação e controle do fluxo de atividades do Processo de Projetos**. Artigo. São Paulo, 2000.

AUSTIN, S. *et al.* **Application of design structure matrix to the building design process**. Schriftenreihe WDK, p. 217-220, 1997.

BALLARD, Glenn; KOSKELA, Lauri. **On the agenda of design management research**. In: Proceedings of the 6th annual conference of the International Group for Lean Construction. 1998.

BALLARD, Glenn. **Can pull techniques be used in design management?**. CIB REPORT, p. 149-160, 1999.

BALLARD, Glenn. **Managing work flow on design projects**. Atlanta, v. 19, p. 20, 2000.

BALLARD, G. and Zabelle, T. (2000). **Project definition**. White Paper #9, Lean Construction Institute, USA. <http://www.leanconstruction.org>

BALLARD, G. **Lean project delivery system**. LCI White Paper-8. 2000

BALLARD, Glenn. **Positive vs negative iteration in design**. In: Proceedings Eighth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-6, Brighton, UK. 2000. p. 17-19.

BALLARD, G. H. **The last planner system of production control**. Ph.D. Thesis. Faculty of Engineering. School of Civil Engineering. The University of Birmingham, 2000.

BALLARD, Glenn. **Managing work flow on design projects: a case study**. Engineering Construction and Architectural Management, v. 9, n. 3, p. 284-291, 2002.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. **Lean project management**. Building Research & Information, v. 31, n. 2, p. 119-133, 2003.

BALLARD, Glenn (2008). **The lean project delivery system: an update**. Lean Construction Journal 2008. 2008: pp. 1-19. Available at www.leanconstruction.org/files.

BARROS NETO, J. P.; NOBRE, J. A. P. **O processo de desenvolvimento de produto imobiliário: estudo exploratório em uma incorporadora**. Produção, v. 19, n.1, p. 87-104, 2009.

BARROS NETO, José de Paula; FENSTERSEIFER, Jaime Evaldo; FORMOSO, Carlos Torres. **Os critérios competitivos da produção: um estudo exploratório na construção de edificações**. Revista de Administração Contemporânea, v. 7, n. 1, p. 67-85, 2003.

BARROS NETO, José de Paula. **O processo de formulação estratégica em pequenas empresas de construção de edificações: um múltiplo estudo de caso**.

BIBBY, L., AUSTIN, S., BOUHLAGHEM, D., (2006) **The impact of a design management training initiative on project performance**, Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 13 Iss: 1, pp.7 - 26

BISIO, Larissa Rolim de Assunção. **Proposta de melhorias no gerenciamento de prazo do processo de projeto de arquitetura atendendo às particularidades de habitação de interesse social** / Larissa Rolim de Assunção Bisio, 2011. 167 f. Dissertação (Mestrado) – UFC, Fortaleza, 2011.

BOBROFF, J. (Org.) **La gestion de projet dans la construction: enjeux, organisation, methodes et metiers**. Paris: Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, 1993.

BONELLI, Steven Vincent; GONZÁLEZ GUERRA, Adrián M. **Application of the Design Structure Matrix (DSM) to the real estate development process using modular construction methods**. 2012. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology.

BRITO, J. N. S. **Retroalimentação do processo de desenvolvimento de empreendimentos de Habitação de Interesse Social a partir de reclamações de usuários: estudo no Programa de Arrendamento Residencial**. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BULLOCH, Benjamin Benjamin Edward; SULLIVAN, John. **Application of the Design Structure Matrix (DSM) to the real estate development process**. 2009. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology.

CAIADO, Valéria NS; SALGADO, Mônica S. **A gestão de contratos e sua influência na qualidade do processo de projeto: estudo de caso em construtoras do Rio de Janeiro**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 1, n. 1, p. 58-75, 2006.

CARVALHEIRO, J. A. P., SILVA, D. C. da. **Tendências em gerenciamento de projetos**. E-News PMI São Paulo - junho 2012. Disponível em: <<http://www.pmisp.org.br/enews/edicao1206/tendencias.asp>> Acesso em: 29/08/2013

CELANI, G. **CAD criativo**. São Paulo: Campus, 2003

CODINHOTO, R.; **Diretrizes para o planejamento integrado dos processos de projeto e produção na construção civil**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado

para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CORDEIRO, Rony Helder Nogueira. **Diretrizes para a sistematização do fluxo de informações do processo de projeto de edificações de empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio porte.** Belém, 2003. 183 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará. Centro Tecnológico.

CORRÊA, Henrique L.; CORREA, Carlos A. **Administração de Produção E Operações: Manufatura E Serviços: Uma Abordagem Estratégica.** Editora Atlas SA, 2011.

COSTA, Eugênio Pacceli; POLITANO, Paulo Rogério. **Modelagem e mapeamento: técnicas imprescindíveis na gestão de processos de negócios.** Encontro nacional de engenharia de produção, v. 28, 2008.

CLOKE, B., 2000. **Lean Products Start with Lean Design.** Advanced Manufacturing. 2/2: 35–39. (available at <<http://www.advancedmanufacturing.com>)

CROSS, Nigel. **Designerly ways of knowing.** Design studies, v. 3, n. 4, p. 221-227, 1982.

CRUZ RUFINO, Maria Beatriz. **Incorporação da metrópole: centralização do capital no imobiliário e nova produção do espaço em fortaleza.** 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CRUZ RUFINO, Mara Beatriz. **Reestruturação do setor imobiliário e mudanças no padrão espacial de reprodução do capital: a produção imobiliária como elemento central na reconfiguração das cidades brasileiras.** Anais: Encontros Nacionais da ANPUR, v. 15, 2013.

DA SILVEIRA, Jacson Carlos *et al.* **Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: visão do engenheiro de obra.** In: II Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edificações. 2002.

DE AZEVEDO FONSECA, Nuno. **O processo de produção da arquitetura do mercado imobiliário.** Anais: Encontros Nacionais da ANPUR, v. 10, 2013.

DOS REIS, T; PICCHI, F.A. **Aplicação da “Mentalidade Enxuta” ao fluxo de negócios na construção civil.** In: Anais do III SIMPÓSIO BRASILEIRO de GESTÃO e ECONOMIA da CONSTRUÇÃO, UFSCar, São Paulo – 16 a 19 set. de 2003

DUARTE, Matheus; ELALI, Gleice Azambuja. **Valor de troca, valor de uso: alguns subsídios para (re) pensar o projeto de condomínios verticais.** In: Anais do V Projetar (2011), EdUFMG, Belo Horizonte-MG, 2011.

EL REIFI, M. H., EMMITT, S., RUIKAR, K., **Developing a conceptual lean briefing process model for lean design management.** IGLC 21, 10 pp. Fortaleza, Brazil, 2013.

EL. REIFI, M. H.; EMMITT, S. **Perceptions of lean design management.** Architectural Engineering and Design Management, v. 9, n. 3, p. 195-208, 2013.

EMMITT, Stephen; PASQUIRE, Christine; MERTIA, Basant. **Is good enough “making do”?: An investigation of inappropriate processing in a small design and build company.** Construction Innovation: Information, Process, Management, v. 12, n. 3, p. 369-383, 2012.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to**

Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, 2008.

FABRÍCIO, Márcio Minto. **Projeto simultâneo na construção de edifícios.** 2002. 350 f. Tese (Doutorado) - USP, São Paulo, 2002.

FABRÍCIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (Org.). **Qualidade no Projeto de Edifícios.** São Carlos/ Porto Alegre: RIMA Editora /ANTAC, 2010.

FISHER, David M. **The business process maturity model. A practical approach for identifying opportunities for optimization.** Business Process Trends, v. 9, n. 4, p. 11-15, 2004.

FONTENELLE, Eduardo Cavalcante. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção.** São Paulo, 2002.

FORD, David N. **The Dynamics of Project Management: an investigation of the impacts of project process and coordination on performance.** 1995. In.: MIT – Massachusetts Institute of Technology – Department of civil and environmental engineering. Tese de doutorado.

FORMOSO, Carlos Torres; TRESCASTRO, Marcel; CODINHOTO, Ricardo. **Planejamento e controle integrado do projeto e da produção em ambientes simultâneos na construção civil.** Núcleo de pesquisa em tecnologia da arquitetura e urbanismo, 2006.

FREIRE, J. and ALARCON, L.F. **Archiving lean design process: improvement methodology.** Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 128, No. 3, pp. 248-256, 2002.

GIL, A. C. (2008). **Estudo de caso.** São Paulo: Atlas.

GOMES, DANILO FERNANDO DE OLIVEIRA. **Investigando as ações de problematização no processo de projeto de arquitetura.** 2009. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado-Programa de pós-graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf; KERN, Andrea Parisi. **Sustentabilidade Econômica– Proposta de aplicação de descobrimento de conhecimento no processo de concepção de produtos imobiliários.** Anais do III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

HUOVILA P, KOSKELA L, LAUTANALA M, TANHUANPAA V (1995). **Use of the design structure matrix in construction.** Proceedings of 3rd International workshop on lean construction, Albuquerque.

JACOMIT, Ana Mitsuko. **Modelo para incorporação do custeio-meta ao processo de desenvolvimento de produtos em edificações / Ana Mitsuko Jacomit. --Campinas, SP: [s.n.], 2010.**

JØRGENSEN, Bo, EMMITT, Stephen (2008). **Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction.** Engineering, Construction and Architectural Management Vol. 15 No. 4, 2008 pp. 383-398. Emerald Group Publishing Limited 0969-9988. DOI 10.1108/09699980810886874.

JØRGENSEN, Bo. **Integrating lean design and lean construction: processes and methods.** 2006. Doctoral dissertation. The Technical University of Denmark.

KAGIOGLOU, Michail *et al.* **Rethinking construction: the generic design and construction process protocol.** Engineering construction and architectural management, v. 7, n. 2, p. 141-153, 2000.

KAMEDULA, J. M., **Lean design.** Copenhagen School of Design and Technology, 2009. http://www.erik-ole-jorgensen-design.dk/Lean_Design.pdf

KEMMER, S. L.; ALVES, T. C. L.; BARROS NETO, J. P.; MACEDO, M.. **Implantação do lean office em uma empresa construtora.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 6., 2009, São Paulo. Anais... São Paulo, 2009.

KEMMER, S. L. **Análise de diferentes tempos de ciclo na formulação de planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

KEROSUO, H., Mäki, T., CODINHOTO, R., KOSKELA, L. & MIETTINEN, R. (2012). **In Time at Last Adaption of Last Planner Tools for the Design Phase of a Building Project.** Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. San Diego, USA: International Group for Lean Construction.

KEYTE, Beau; LOCHER, Drew A. **The complete lean enterprise: Value stream mapping for administrative and office processes.** CRC Press, 2004

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical Report n° 72, Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992

KOSKELA, L., HUOVILA, P. **On Foundations of Concurrent Engineering.** In: ALARCÓN, L. (Ed.). Lean Construction. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997. p. 22-32.

KOSKELA, L. (2000). **An exploration towards a production theory and its application to construction.** PhD Dissertation, VTT Building Technology, Espoo, Finland. 296 pp., VTT Publications: 408, ISBN 951-38-5565-1; 951-38-5566-X. (available at <http://www.leanconstruction.org>)

KOSKELA, L. J.; HOWELL, Gregory. **The underlying theory of project management is obsolete.** In: Proceedings of the PMI Research Conference. PMI, 2002. p. 293-302.

KOSKELA, L. J. **Making do-the eighth category of waste.** In: Proceedings of the 12th annual conference of the International Group for Lean Construction. 2004.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *et al.* **Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 7-19, abr./jun. 2006.

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

LAWSON, Bryan. **Como arquitetos e designers pensam.** São Paulo, 2011.

LAMORÉA, Fernanda MM *et al.* **Técnicas de coordenação: o uso de extranets, sobreposição de projetos e listas de checagem.** In: VII Workshop brasileiro de gestão do processo de projeto na construção de edifícios. 2007.

MANSO, Marco Antonio; MITIDIERI FILHO, Cláudio Vicente. **Modelo de sistema de**

gestão e coordenação de projetos para empresas construtoras e incorporadoras. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 2, n. 1, p. 103-123, 2007.

MANZIONE, Leonardo; MELHADO, S. B. **Porque os projetos atrasam? uma análise crítica da ineficácia do planejamento de projetos adotada no mercado imobiliário de São Paulo.** *Encontro de tecnologia e comunicação na construção civil*, 3., 2007, Porto Alegre, RS, 2007, Porto Alegre, RS, 2007. 10 p.

MANZIONE, Leonardo *et al.* **Desafios para a implementação do processo de projeto colaborativo: análise do fator humano.** V TIC - Salvador, Bahia, Brasil, 2011

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM / L. Manzione.** -- São Paulo, 2013. 353 p.

MAYR, L. R., **Modelo da participação do cliente na produção de edificações por encomenda.** Tese de doutorado, Florianópolis, 2007.

MELHADO, S. B. **Gestão de Projetos Complexos e as Novas Demandas.** In: SALGADO, M. S. *et al.* **Projetos Complexos e seus Impactos na Cidade e na Paisagem.** Rio de Janeiro: UFRJ/FAU/PROARQ; ANTAC, 2012.

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** São Paulo, 1994. 294p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

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

MIRON, L. I. G. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MIRON, L. I. G. **Gerenciamento dos Requisitos dos Clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social: proposta para o programa integrado entrada da cidade em Porto Alegre, RS.** 2008. 351 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MITCHELL, Adrian *et al.* **A conceptual framework of the interface between the design and construction processes.** *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 18, n. 3, p. 297-311, 2011.

MORGAN, J. M.; LIKER, J. K.. **Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto: integrando pessoas, processo e tecnologia.** Tradução Raul Rubennich, Porto Alegre, Bookman, 2008.

MORRIS, Peter WG. **Updating the project management bodies of knowledge.** *Project Management Journal*, v. 32, n. 3, p. 21-30, 2001.

MOURA, Patricia Moreira. **Um estudo sobre a coordenação do processo de projeto em empreendimentos complexos.** 2005. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

MOURÃO, Carlos Alexandre Martiniano *et al.* **A geração e transferência de conhecimentos**

na indústria da construção civil através do programa inovacon-ce. XXVII ENEGEP, 2007.

NAKAMURA, Gledson. **Inclusão dos conceitos enxutos nas fases iniciais do processo de projeto de produtos** [dissertação] / Gledson Nakamura ; orientador, Fernando Antônio Forcellini. – Florianópolis, SC, 2010. 155 p.: il., grafs.

NASCIMENTO, E. L. DO, BIZ, A. A., FREITAS, M. C. D., SCHEER, S. Modelagem de Informações no Desenvolvimento Enxuto de Projetos. In: SALGADO, M. S. *et al.* **Projetos Complexos e seus Impactos na Cidade e na Paisagem**. Rio de Janeiro: UFRJ/FAU/PROARQ; ANTAC, 2012.

NOBRE, J. A. P. **Proposição de Melhorias no Processo de Desenvolvimento de Produto da Construção Civil Mediante a Captação das Informações dos Clientes**. 2005. Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Mestrado Profissional em Administração, Universidade Federal do Ceará, 2005.

NOVAES, C.C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. São Paulo, 1996. 389p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, K. A. Z. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção: proposta baseada em estudo de caso**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil).

OLIVEIRA, O. J. **Gestão do processo de projeto na construção de edifícios**. Integração (São Paulo), São Paulo, v. 38, p. 201-217, 2004.

OLIVEIRA, O. J. de, MELHADO, S. B. **Como administrar empresas de projeto de arquitetura e engenharia civil** - São Paulo: Pini, 2006.

OHNO, T. **Toyota production system**. Cambridge: Production System, 1988.

ORIHUELA, P., ORIHUELA, J., ULLOA, K. (2011). **Tools for design management in building projects**. IGLC 19, 10 pp. Lima, Peru.

PEGORARO, Camila; SAURIN, Tarcisio Abreu; DE PAULAC, Istefani Carísio. **Gestão de requisitos na construção civil: um estudo de caso focado nos requisitos ambientais de um projeto urbanístico**. Produção. São Paulo, SP. Vol. 23, n. 2 (abr./jun. 2013), p. 345-363, 2013.

PERALTA, Antônio C.; TUBINO, Dálvio F. **O uso da DSM no processo de projetos de edificações**. XXII Encontro nacional de engenharia de produção. Anais... Curitiba: PUC-PR, 2002.

QUEIROZ, F., TRAMONTANO, M. **Uma visão sistêmica do processo de design de edifícios de apartamentos**. In VIRUS. N. 3. São Carlos: Nomads.usp, 2010. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus03/nomads/layout.php?item=2&lang=pt>. Acessado em: 14/10/2013

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.

RODRIGUEZ,M.A.A; HEINECK, L.F.M. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações**. Santa Catarina, 2006.

ROMANO, Fabiane Vieira; BACK, Nelson; OLIVEIRA, Roberto de. **A importância da modelagem do processo de projeto para o desenvolvimento integrado de edificações.** In: WORKSHOP NACIONAL: gestão do processo de projeto na construção de edifícios. 2001.

ROMANO, Fabiane Vieira. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações.** Florianópolis, 2003. 326p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

ROMCY, N. M. S. **Proposta de tradução dos princípios da coordenação modular em parâmetros aplicáveis ao building information modeling.** 2012. 181 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Estrutura e Construção Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

ROTHER, M. e SHOOK, J. (1999). **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** v. 1.2. The Lean Enterprise Institute, Massachusetts, EUA. 1999

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de Produtos – Uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SALGADO, Mônica Santos. **Gestão do Processo do Projeto do Edifício: uma discussão.** Cadernos do PROARQ, v. 9, p. 29-42, 2005.

SALGADO, Eduardo Gomes et al. **Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. Product development reference models: classification, analysis and sugestions for future research.** Revista Produção Online, v. 10, n. 4, p. 886-911, 2010.

SCHRAMM, Fábio Kellermann. **Projeto de sistemas de produção na construção civil utilizando simulação computacional como ferramenta de apoio à tomada de decisão.** 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

SHIGAKI, Jeferson Shin-Iti; OZÓRIO, Karina Beatriz Kreling; HIROTA, Ercília Hitomi. **Mapeamento de tomadas de decisões no processo de projeto integrado de edificações.** XIV ENTAC. 2012.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.** Automation in Construction, 18(3), pp. 357-375. 2009.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Value stream management for the lean office: 8 steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas.** USA: Productivity Press, 2002.

TAVARES JÚNIOR, Wandemberg; POSSAMAI, Osmar; BARROS, NETO. **Um modelo de compatibilização de projetos de edificações baseado na engenharia simultânea e FMEA.** Porto Alegre, RS, 2002.

TRESCASTRO, M.G. **Diretrizes para a segmentação e sequenciamento das atividades no processo de projeto em ambientes simultâneos na construção civil.** 2005. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TUHOLSKI, Stan J.; TOMMELEIN, Iris D. **Design structure matrix implementation on a seismic retrofit.** Journal of Management in Engineering, v. 26, n. 3, p. 144-152, 2009.

TZORTZOPOULOS, P. (1999). **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** UFRGS, Porto Alegre- RS, Brazil, 149 pp.

TZORTZOPOULOS, P. & Formoso, C. (1999) **Considerations on Application of Lean Construction to Design Management.** In: Proceedings for the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7). Berkeley, California, pp. 335-344.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development.** United States of America: The McGraw-Hill Companies, 2 ed., 2000.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de Projetos** (3a edição). Brasport, 2005.

WESZ, J. G. B., RECK, R. H., ECHEVESTE, M. E. S., FORMOSO, C. T. **Avaliação da satisfação dos funcionários de empresa de sistemas construtivos metálicos em relação ao seu processo de desenvolvimento de projetos.** XIV ENTAC, Juíz de Fora, 2012.

WHITE, Stephen A. **Introduction to BPMN.** IBM Cooperation, v. 2, n. 0, p. 0, 2004.

WOMACK, James; ROSS, Daniel; JONES, Daniel. **The machine that changed the world.** Boston: Rawson Associates Scribner, 1990.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas Lean Thinking: elimine o desperdício e crie riqueza.** Elsevier Editora, 2004.

WOMACK, James P. **Value stream mapping: manufacturing engineering.** Dearborn, vol. 136, n. 5, p. 145, mai. 2006.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método.** 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

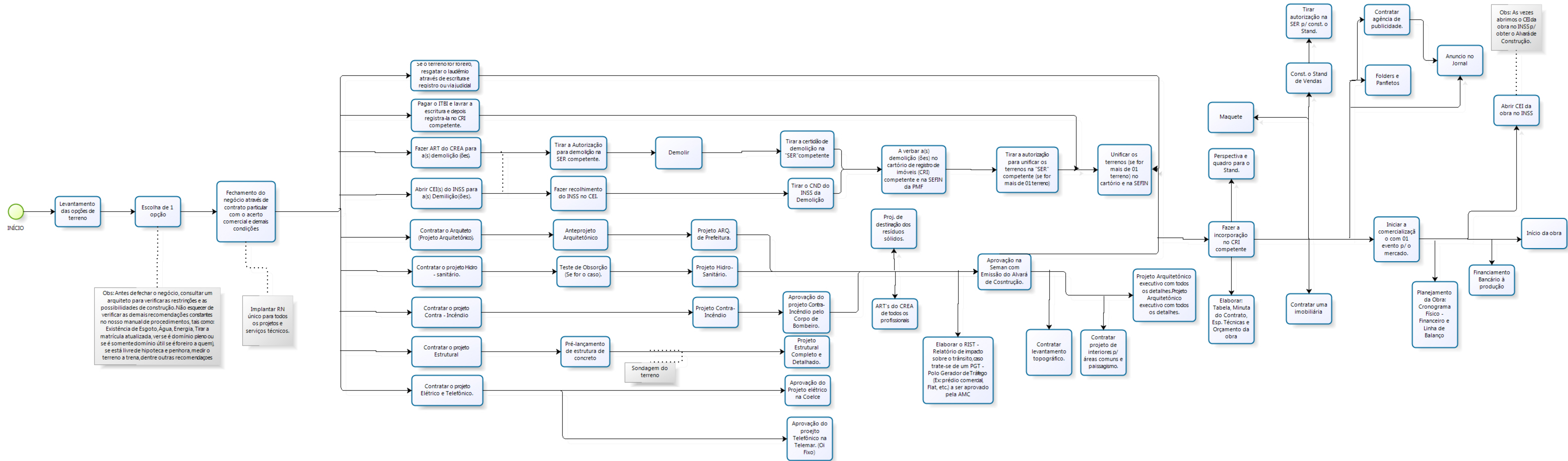
OUTROS

IV Seminário de Inovação na Construção Civil: "Instrumento para a Sustentabilidade e a Competitividade" – PALESTRA MARCOS NOVAES – CROLIM – SINDUSCON-RIO

<http://raquelrolnik.wordpress.com/2012/05/10/eu-sou-voce-amanha-a-experiencia-chilena-e-o-minha-casa-minha-vida/> acesso em 02/01/2014

<http://changeagents.blogs.com/thinkspace/2008/11/effects-of-bim-on-project-lifecycle-phases.html>, acesso em 23/01/2014

ANEXO 01 – FLUXOGRAMA DO PDP DA EMPRESA “A”



ANEXO 02 – EXEMPLO DE ATA DE REUNIÃO (EMPRESA “A”)

	ANÁLISE CRÍTICA DO PROJETO	Código: F3P11	Revisão: 01
		Emissão: 18/02/2013	Página: 1/1


DATA: 01/03/13 (sexta-feira)	LOCAL:
OBRA: 21 – Meireles (Rua Canuto de Aguiar, 131 – Meireles)	
PROJETO: Planejamento e compatibilização de projetos (REUNIÃO N° 03)	

PARTICIPANTES			







DELIBERAÇÕES
<p>1) Definida a solução para complemento (7%) da taxa de permeabilidade entre projeto de instalações e de arquitetura;</p> <p>2) Definida a solução da continuação dos shafts do pavimento tipo para cobertura;</p> <p>3) Acertado que a piscina deverá ter um afastamento de 3,00m do limite do terreno, conforme orientação da Prefeitura;</p> <p>4) Em consequência, as plantas do térreo, subsolo e local da central de gás serão atualizadas, inclusive no projeto de combate a incêndio. A casa de gás ficará a 1,50m da lixeira;</p> <p>5) Volume da cisterna será de 48.000L, conforme informações da </p> <p>6) Segundo as normas do Corpo de Bombeiros, a alvenaria entre o apartamento e o hall deverá ter 15 cm;</p> <p>7) Definida a solução e o posicionamento do barrilete e o acesso para manutenção (local: circulação);</p> <p>8) As áreas comuns e os dois elevadores sociais serão alimentados pelo gerador;</p> <p>9) Definido local para cremalheira (coluna 2);</p> <p>10) Para modelagem BIM, na fachada 2 (Sul/ Leste) será separada a faixa que compreende a frente da varanda.</p>

	ANÁLISE CRÍTICA DO PROJETO	Código: F3P11	Revisão: 01
		Emissão: 18/02/2013	Página: 2/1

AÇÕES
<p>1) Analisar conjunto de RDI's (Requisições de informação) enviadas por [REDACTED]</p> <p>2) Providenciar as ART's necessárias para aprovação do projeto. [REDACTED] Engenharia);</p> <p>3) Concluir pendências para aprovação dos projetos. [REDACTED]</p> <p>4) Solicitar proposta de projeto de contenção para [REDACTED]</p> <p>5) Analisar posicionamento da cisterna e definir local para aprovação da Construtora [REDACTED] Falta detalhamento da geometria. [REDACTED]</p> <p>6) Avaliar sugestão da [REDACTED] sobre o fechamento do Box do WC (shaft), com bloco de gesso hidrófugo até o forro. [REDACTED]</p>

	ANÁLISE CRÍTICA DO PROJETO	Código: F3P11	Revisão: 01
		Emissão: 18/02/2013	Página: 3/1

METAS

- 1) Concluir projeto de arquitetura de Prefeitura. 
- 2) Entrar com projeto de arquitetura para aprovação junto a SEUMA. 
- 3) Concluir projeto de combate a incêndio. 
- 4) Apresentar projeto estrutural de forma. 
- 5) Apresentar modelo BIM com as alterações de projeto. 
- 6) Apresentar distribuição de vagas de garagem. 

ANEXO 03 – RELAÇÃO DE REQUISIÇÃO DE INFORMAÇÕES – Caso 1

Caso 1

Data	Nº	Disciplina 1	Disciplina 2	Cat.	Descrição
05/02/13	1	ARQ		ESP	Especificação de blocos para alvenarias de elevação
05/02/13	2	ARQ		ESP	Rebaixos: varanda, sacadas, banheiros, lajes
05/02/13	3	ARQ	SIST. CONST.	ESP	Impermeabilização: método construtivo
05/02/13	4	ARQ		EXE	Impermeabilização: execução no pilar
05/02/13	5	ARQ	SIST. CONST.	ESP	Suporte para guarda-corpo: estrutura
05/02/13	6	ARQ	SIST. CONST.	ESP	Enchimento da parede do box: material
05/02/13	7	ARQ	SIST. CONST.	ESP	Fechamento do shaft: material
05/02/13	8	ARQ	SIST. CONST.	ESP	Espessura de revestimentos: cerâmica, reboco parede e laje
05/02/13	9	ARQ	SIST. CONST.	ESP	Espessura de pisos: contrapiso e regularização
05/02/13	10	ARQ		DIV	dimensões da esquadria JA5
05/02/13	11	ARQ		DIV	dimensões da esquadria JA9
05/02/13	12	ARQ		DIV	dimensões da esquadria PA1
05/02/13	13	ARQ		DIV	dimensões da esquadria JA5 no closet
05/02/13	14	ARQ		DIV	dimensões da esquadria PM3
05/02/13	15	ARQ		ANA	altura da contenção da jardineira
05/02/13	16	ARQ		ANA	transição do shaft entre térreo e mezanino
05/02/13	17	ARQ	SIST. CONST.	ESP	metodo const verga e contra-verga
05/02/13	18	ARQ		DIV	esq. JA6 e JA9 fachada 02
05/02/13	19	ARQ		ANA	dimensão da porta corta-fogo
05/02/13	20	ARQ		ANA	abertura do elevador na cobertura
05/02/13	21	ARQ		ANA	definir nova altura da janela da cx escada
	22				REPETIDO/ ANULADO
	23				REPETIDO/ ANULADO
	24				REPETIDO/ ANULADO
	25				REPETIDO/ ANULADO
	26				REPETIDO/ ANULADO
	27				REPETIDO/ ANULADO
	28				REPETIDO/ ANULADO
	29				REPETIDO/ ANULADO
04/07/2013	30	ARQ		ESP	Verificar a ausência de acesso para casa de bombas e especificar o tipo de porta.
04/07/2013	31	ARQ	EST	DIV	Verificar a divergência entre a locação da contenção prevista na arquitetura e estrutura
04/07/2013	32	ARQ	EST	COM	Analisar o conflito entre a altura mínima no projeto de arquitetura e estrutura. (piso>laje 2,20; piso>viga 1,75)
04/07/2013	33	EST		ESP	Detalhar vigas da escada
04/07/2013	34	ARQ		ESP	Especificar porta de acesso à cisterna

04/07/2013	35	ARQ	EST	INT	Verificar conflito entre a locação da rampa de acesso ao subsolo 01, comprometendo de vagas
04/07/2013	36	ARQ	EST	ESP	Especificar fechamento entre os pilares do subsolo 01 e o aterro.
04/07/2013	37	ARQ	EST	COM	Incluir no projeto de estrutura a laje solicitada pelo projeto de arquitetura, inclusive apoio estrutural para alvenaria do guarda corpo.
04/07/2013	38	ARQ	EST	COM	Incluir no projeto de estrutura a abertura para o shaft.
04/07/2013	39	ARQ	EST	COM	Incluir no projeto de estrutura o fechamento parcial do shaft padrão pav. Tipo
04/07/2013	40	ARQ	EST	COM	Incluir no projeto de estrutura o fechamento parcial do shaft padrão pav. Tipo
04/07/2013	41	ARQ	EST	COM	Corrigir no projeto de estrutura o nível que acontece a transição da escada
04/07/2013	42	ARQ	EST	COM	Analisar o conflito da esquadria PA5 com a Viga 12x100cm
04/07/2013	43	ARQ	EST	COM	Analisar o conflito da porta PM1 com o pilar do wc próximo a área externa do salão de festas
04/07/2013	44	ARQ	EST	COM	Analisar o conflito da esquadria JA14 com a viga 12x100cm e jardim.
04/07/2013	45	ARQ		COM	
04/07/2013	46	ARQ	EST	ANA	Analisar possibilidade de recalque diferencial na piscina, entre estrutura e aterro.
04/07/2013	47	ARQ	EST	INT	
04/07/2013	48	ARQ	EST	INT	Prever no projeto de estrutura a laje, aba para guarda corpo e cálculo da escada do terraço descoberto
04/07/2013	49	ARQ	EST	INT	Verificar conflito entre esquadria JA9 e lavatório no wc masculino
04/07/2013	50	ARQ		ESP	Especificar esquadria localizada no hall
04/07/2013	51	ARQ	EST	INT	Verificar alinhamento da alvenaria de 1,20 localizada no salão de jogos/fitness, não coincide com a estrutura
04/07/2013	52	ARQ		INT	Verificar transição de shaft entre os níveis lazer e térreo. (depósito)
04/07/2013	53	ARQ	EST	INT	Prever abertura da shaft entre a varanda dos apartamentos
04/07/2013	54	ARQ	EST	INT	Prever abertura da shaft entre a varanda dos apartamentos
04/07/2013	55	ARQ	EST	ESP	Prever aba de 20cm na varanda principal (proj. de estrutura); Documentar no projeto de arquitetura a aba de concreto.
04/07/2013	56	ARQ	EST	ANA	Analisar a possibilidade de estender a aba até o encontro da alvenaria para evitar a falta de arremate para o forro.
04/07/2013	57	ARQ	EST	ANA	Analisar a possibilidade de utilizar a mesma espessura para viga e bloco de concreto.
04/07/2013	58	ARQ	EST	ESP	Especificar verga para grandes vãos

04/07/2013	59	ARQ	EST	ANA	Verificar a possibilidade de reduzir a dimensão da viga para passagem do forro.
05/12/2013	60	ARQ	EST	COM	RDI-060 - SS2 - Interferência Estrutura x Arquitetura
05/12/2013	61	ARQ	EST	COM	RDI-061 - SS2 - Pé-direito
05/12/2013	62	ARQ	EST	COM	RDI-062 - SS2 - Nível do jardim
05/12/2013	63	ARQ		ESP	RDI-063 - SS2 - Detalhe Grade de Ferro
05/12/2013	64	EST		DIV	RDI-064 - SS2 - Contenção desalinhada
05/12/2013	65	EST	EST	COM	RDI-065 - SS2 - Interferência Estrutura x Contenção
05/12/2013	66	ARQ	EST	COM	RDI-066 - SS1 - Cobogó x Viga
05/12/2013	67	EST	ARQ	ANA	RDI-067 - Térreo - Modificação na estrutura
05/12/2013	68	EST		ESP	RDI-067 - Térreo - Projeto de estrutura
05/12/2013	69	EST	ARQ	COM	RDI-068 - Térreo - Nível da viga
05/12/2013	70	EST		ESP	RDI-069 - Térreo - Analisar necessidade de viga
05/12/2013	71	EST	ARQ	COM	RDI-070 - Térreo - Quadra rebaixada
05/12/2013	72	EST	ARQ	COM	RDI-070 - Térreo - Laje rebaixada
05/12/2013	73	EST	ARQ	COM	RDI-071 - Térreo - Acesso ao hall de serviço
05/12/2013	74	EST	ARQ	COM	RDI-072 - Térreo - Nível do jardim
05/12/2013	75	EST	ARQ	COM	RDI-073 - Térreo - Estrutura x Arquitetura
05/12/2013	76	EST	ARQ	COM	RDI-073 - Térreo - Estrutura x Arquitetura (DIGITADO ERRADO NO MODELO)
05/12/2013	77	EST	ARQ	COM	RDI-074 - Mezanino - Estrutura x Arquitetura
05/12/2013	78	EST		ESP	RDI-075 - Tipo - Aba 12x60
05/12/2013	79	ARQ		ESP	RDI-076 - Tipo - Premissa não atendida porta com 0.60m
05/12/2013	80	ARQ		ESP	RDI-077 - Cobertura - Quadro de esquadrias com 0.60m (PM1)
05/12/2013	81	EST		ESP	RDI-078 - Coberta - Prever abertura para exaustão
05/12/2013	82	EST		ESP	RDI-079 - Coberta - Fornecer projeto estrutural do pórtico e lajes
05/12/2013	83	EST		ESP	RDI-080 - Caixa d'agua - Fornecer projeto estrutural da caixa d'agua
13/02/2014	84	HID		INT	Prever drenagem
13/02/2014	85	HID		INT	Prever drenagem
13/02/2014	86	HID		INT	Prever drenagem
13/02/2014	87	HID		INT	Prever drenagem
13/02/2014	88	HID		INT	Prever drenagem
13/02/2014	89	HID		INT	Prever drenagem
13/02/2014	90	HID		ESP	Substituir por caixa de drenagem
13/02/2014	91	HID	EST	COM	Interferência gordura/ estrutura
13/02/2014	92	HID	HID	COM	Interferência hid/ saída cx montana
13/02/2014	93	HID	HID	COM	Interferência hid/ saída cx montana
13/02/2014	94	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária
13/02/2014	95	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária
13/02/2014	96	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária

13/02/2014	97	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária
13/02/2014	98	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária
13/02/2014	99	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária
13/02/2014	100	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária
13/02/2014	101	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária
13/02/2014	102	HID	EST	COM	Interferência estrutura/ instalação sanitária
13/02/2014	103	HID	ARQ	ANA	Tubulação aparente
13/02/2014	104	HID	ARQ	ANA	Tubulação aparente
13/02/2014	105	HID	ARQ	ANA	Tubulação aparente
13/02/2014	106	HID	ARQ	ANA	Verificar altura disponível (pé direito)
13/02/2014	107	HID	ARQ	ANA	Tubulação aparente
13/02/2014	108	HID	ARQ	ANA	Tubulação aparente
13/02/2014	109	HID	ARQ	ANA	Tubulação aparente
13/02/2014	110	HID	INC	COM	Interferência hid/ dreno sprinkler
13/02/2014	111	INC	HID	COM	Interferência incêndio/ sanitária
13/02/2014	112	HID	ARQ	ANA	Tanque de água mineral e instalações sem abrigo
13/02/2014	113	HID	ARQ	COM	Interferência ponto de água mineral/ esquadria
13/02/2014	114	HID		ESP	detalhar destino da limpeza da água mineral
13/02/2014	115	HID		INT	Rever ponto de gordura
13/02/2014	116	HID		INT	Relocar caixa de gordura
27/02/2014	117	EST		ESP	Prever vigas
27/02/2014	118	EST	HID	COM	Prever viga mais alta
27/02/2014	119	EST		ESP	Verificar apoio da escada
27/02/2014	120	EST	HID	COM	Retirar aba 12x68 do 1º piso
27/02/2014	121	EST	ARQ	COM	Conflito arquitetura x estrutura (NESTE CASO O CONSULTOR LEU O PROJETO ERRADO)
27/02/2014	122	EST	ARQ	ANA	Analisar pilares
27/02/2014	123	EST	HID	ANA	Analisar ambiente (equipamentos de água mineral)
27/02/2014	124	EST	ARQ	COM	Elementos vazados
27/02/2014	125	EST	ARQ	COM	Elementos vazados

ANEXO 04 – RELAÇÃO DE REQUISIÇÃO DE INFORMAÇÕES – Caso 2

Caso 2

Data	Nº	Disciplina 1	Disciplina 2	Cat.	Descrição
14/03/2013	1				
14/03/2013	2				
04/11/2013	3	EST		ESP	Detalhar apoio das vigas
04/11/2013	4	ARQ	EST	INT	Pilar invadindo vaga
04/11/2013	5	ARQ	EST	CON	Alvenaria de 14cm e viga de 19cm (caixa de escada)
04/11/2013	6	ARQ	EST	ANA	Analisar pé-direito do subsolo
04/11/2013	7	EST		ESP	Falta cálculo estrutural da rampa
04/11/2013	8	ARQ	EST	DIV	Parede desalinhada da viga
04/11/2013	9	ARQ	EST	DIV	Parede desalinhada da viga
04/11/2013	10	EST		ESP	Falta projeto de contenção
04/11/2013	11	EST	HID	ESP	Falta projeto da cisterna
04/11/2013	12	ARQ	EST	CON	Esquadria conflita com viga
04/11/2013	13	ARQ	EST	INT	Pilar invadindo vaga
04/11/2013	14	ARQ	EST	ANA	Analisar pé-direito do subsolo
04/11/2013	15	EST		ESP	Falta cálculo estrutural da rampa
04/11/2013	16	ARQ	EST	DIV	Parede desalinhada da viga
04/11/2013	17	ARQ	EST	CON	Conflito entre arquitetura e estrutura
04/11/2013	18	ARQ	EST	DIV	Parede desalinhada da viga
04/11/2013	19	ARQ	EST	CON	Esquadria conflita com viga
04/11/2013	20	ARQ	EST	INT	Redução da área de ventilação do subsolo
04/11/2013	21	ARQ	EST	INT	Redução da área de ventilação do subsolo
04/11/2013	22	ARQ	EST	INT	Redução da área de ventilação do subsolo
04/11/2013	23	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre grelha e estrutura
04/11/2013	24	ARQ	EST	ESP	Alvenaria sem apoio estrutural
04/11/2013	25	ARQ	EST	CON	Estrutura conflita com arquitetura
04/11/2013	26	ARQ	EST	INT	Pilar invadindo entrada da vaga
04/11/2013	27	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre alvenaria e estrutura
CON	28	ARQ	EST	INT	Redução da área de ventilação do subsolo
CON	29	ARQ	EST	INT	Redução da área de ventilação do subsolo
CON	30	ARQ	EST	INT	Redução da área de ventilação do subsolo
CON	31	ARQ	EST	INT	Redução da área de ventilação do subsolo
CON	32	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre grelha e estrutura
04/11/2013	33	ARQ		ESP	Detalhar passeios e praça
04/11/2013	34	EST		ESP	Pilar inexistente no projeto estrutural
04/11/2013	35	EST		ESP	Falta cálculo estrutural da piscina
04/11/2013	36	ARQ		ANA	Analisar nível da entrada de veículos
04/11/2013	37	ARQ		DIV	Diferença na prumada da alvenaria
04/11/2013	38	ARQ		ANA	Analisar tipo e altura do elemento de iluminação da escada

04/11/2013	39	ARQ		ESP	Falta detalhe da lixeira e casa de gás
04/11/2013	40	ARQ	EST	CON	Escada da estrutura conflita com escada da arquitetura
04/11/2013	41	EST		ESP	Falta laje no projeto estrutural
04/11/2013	42	ARQ	EST	INT	Redução da área de ventilação do subsolo
04/11/2013	43	ARQ	EST	ESP	Estrutura do pórtico
04/11/2013	44	ARQ	EST	ANA	Analisar posição da viga V35
04/11/2013	45	ARQ		ESP	Falta detalhe
04/11/2013	46	EST		ESP	Falta projeto estrutural
04/11/2013	47	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre estrutura e arquitetura (A e B)
04/11/2013	48	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre estrutura e arquitetura (A e B)
04/11/2013	49	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre estrutura e arquitetura (A e B)
04/11/2013	50	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre estrutura e arquitetura (A e B)
04/11/2013	51	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre estrutura e arquitetura (A e B)
04/11/2013	52	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre estrutura e arquitetura (A e B)
04/11/2013	53	ARQ	EST	ESP	Suporte estrutural para guarda-corpo (A e B)
04/11/2013	54	ARQ		ANA	Confirmar rebaixo nas varandas e sacadas (A e B)
04/11/2013	55	ARQ		ESP	Espessuras diferentes para o mesmo revestimento (A e B)
04/11/2013	56	ARQ		ESP	Espessuras diferentes para o mesmo revestimento (A e B)
04/11/2013	57	ARQ		ESP	Espessuras diferentes para o mesmo revestimento (A e B)
04/11/2013	58	EST		ANA	Analisar necessidade de viga intermediária no patamar da escada (A e B)
04/11/2013	59	ARQ		ANA	Analisar falta de ventilação natural (A e B)
04/11/2013	60	ARQ		ESP	Detalhe da janela de alumínio conjugada com porta de madeira (A e B)
04/11/2013	61	ARQ		ESP	Alvenaria sem espessura para acabamento interno (B)
04/11/2013	62	ARQ		ESP	Falta detalhe da jardineira (B)
04/11/2013	63	EST		ANA	Analisar viga de borda (B)
04/11/2013	64	ARQ	EST	DIV	Desalinhamento entre alvenaria e estrutura
04/11/2013	65	EST	EST	DIV	Alinhamento viga superior com viga inferior
04/11/2013	66	EST		ANA	Analisar necessidade de reforço estrutural
04/11/2013	67	ARQ		ANA	Analisar moldura obstruindo a abertura
04/11/2013	68	ARQ		ANA	Analisar moldura obstruindo a abertura
04/11/2013	69	ARQ		ANA	Analisar moldura obstruindo combogó
04/11/2013	70	ARQ		ANA	Analisar moldura obstruindo combogó
29/09/2014	71	INC	EST	CON	Conflito, incêndio x estrutura
29/09/2014	72	HID	ARQ	ANA	Tubulação abaixo do forro
29/09/2014	73	HID	ARQ	ESP	Entrada para casa de bombas
29/09/2014	74	ARQ	EST	INT	Aumentar laje para preencher vazio entre contenção e acesso zeladoria
29/09/2014	75	ARQ		ESP	Porta sem identificação

29/09/2014	76	ARQ	EST	INT	Jardim em laje
29/09/2014	77	INC			Conexão com 34°
29/09/2014	78	INC	ARQ	INT	Casa de Gás, espaço insuficiente
29/09/2014	79	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	80	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	81	ARQ	HID	ANA	Sem forro
29/09/2014	82	HID	EST	INT	Verificar cota
29/09/2014	83	HID	EST	INT	Verificar cota
29/09/2014	84	HID	ARQ	ANA	Verificar possibilidade de mudança de local
29/09/2014	85	INC	ARQ	ANA	Sprinklers em área descoberta
29/09/2014	86	ARQ	ARQ	ANA	Piso da quadra invadiu área do jardim
29/09/2014	87	ARQ	EST	DIV	Locação da estrutura da churrasqueira divergente da arquitetura
29/09/2014	88	ARQ		ANA	Definir elemento que delimitará pedra portuguesa e jardim
29/09/2014	89	ARQ	HID	INT	Prever furos
29/09/2014	90	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	91	ARQ	EST	ESP	Prever apoio para pórtico
29/09/2014	92	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	93	ARQ	HID	INT	Prever furos
29/09/2014	94	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	95	HID	EST	INT	Prever passagem em viga faixa
29/09/2014	96	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	97	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	98	HID	EST	INT	Prever passagem em viga faixa
29/09/2014	99	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	100	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	101	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	102	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	103	ARQ	HID	ANA	Tubulação abaixo do forro
29/09/2014	104	ARQ	HID	INT	Prever enchimento
29/09/2014	105	ARQ	HID	INT	Prever enchimento
29/09/2014	106	ARQ	HID	INT	Prever enchimento
29/09/2014	107	ARQ	HID	CON	Conflito Hidrante x Esquadria
29/09/2014	108	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	109	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	110	HID	EST	INT	Prever passagem em viga faixa
29/09/2014	111	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	112	HID	EST	INT	Prever passagem em viga faixa
29/09/2014	113	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	114	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	115	ARQ	HID	INT	Prever furos
29/09/2014	116	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	117	HID	EST	CON	Conflito, tubulação x estrutura
29/09/2014	118	ARQ	HID	ANA	Tubulação abaixo do forro

29/09/2014	119	ARQ	HID	INT	Prever enchimento
29/09/2014	120	ARQ	HID	INT	Prever enchimento
29/09/2014	121	ARQ	HID	INT	Prever enchimento
29/09/2014	122	ARQ	HID	ANA	Tubulação abaixo do forro
29/09/2014	123	HID		ANA	Tubulações na mesma cx dagua
29/09/2014	124	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem
29/09/2014	125	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem
29/09/2014	126	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem
29/09/2014	127	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem
29/09/2014	128	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem
29/09/2014	129	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem
29/09/2014	130	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem
29/09/2014	131	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem
29/09/2014	132	HID		ANA	Confirmar ventilação Drenagem

ANEXO 05 – RESTIÇÕES DE PROJETO – CALCULO ESTRUTURAL
Empresa “B”

Restrições de Projeto - Cálculo Estrutural

1. Estudo Preliminar (estudo pavimento tipo):

a. Descrição: nesta etapa trabalhamos na definição do modelo estrutural a ser adotado no pavimento tipo com estimativa de índices.

b. Emissão: é emitida uma forma básica do pavimento tipo para avaliação da arquitetura e do construtor.

c. Restrições:

Para realização do desenvolvimento desta etapa é necessário:

- pelo menos arquitetura preliminar do pavimento e esquema vertical da edificação (número e descrição dos pavimentos e pés-direitos). Se existir estudo arquitetônico dos pavimentos do embasamento pode ser feito o lançamento de pilares levando em consideração estes pavimentos (inclusive um lançamento preliminar dos pilares periféricos pode ser emitido).
- o construtor deve deixar claro suas preferências quanto a altura das vigas de bordo, necessidade de rebaixos nas áreas molhadas, pé-direito livre, tipo de alvenarias externas e internas (convencional, gesso ou dry-wall) e revestimentos de piso.

d. Conclusão: a etapa se dará como concluída quando, após todas as avaliações necessárias, a arquitetura e o construtor concluírem que a estrutura do pavimento atende suas necessidades. Após a emissão da primeira forma preliminar do pavimento tipo, arquiteto e construtor, realizarão comentários e a estrutura realizará ajustes quantas vezes forem necessários até que se chegue a uma conclusão quanto ao melhor lançamento estrutural. Nesta etapa é possível realizarmos estudos diversos usando modelos diferentes de estrutura para que se tenha condições de escolher o modelo estrutural mais adequado ao empreendimento em termos técnicos e econômicos.

2. Ante-projeto (pré-formas):

a. Descrição: desenvolvimento das pré-formas de todos os pavimentos

b. Emissão: após aprovação do pavimento tipo desenvolvido na etapa 1, são emitidas todas as pré-formas de todos os pavimentos com o mínimo de informações necessários para que a estrutura seja compreendida por todos os envolvidos no processo. Além de planta de cargas provisórias nas fundações para que se possa realizar os estudos preliminares relativos a fundações e contenções.

c. Restrições:

Para realização do desenvolvimento desta etapa é necessário:

- Ante-projeto de arquitetura completo (todos os pavimentos, cortes e fachadas) contempando lançamento estrutural do tipo (e lançamento preliminar dos pilares periféricos se existir) realizado na etapa 1;
- É recomendável que a arquitetura leve em consideração comentários ou estudos preliminares realizados pelos projetistas de instalação para que os shafts e outras aberturas já possam ser levados em consideração no lançamento estrutural de forma correta.

d. Conclusão: após recebimento de relatórios com comentários da arquitetura e construtor e estudo preliminar de contenções (que leva em consideração o tipo de fundação que será adotado na obra), a estrutura realizará os devidos ajustes e reemitirá as pré-formas para uma nova verificação e confirmação do atendimento a todas as solitações. Caso não exista mais comentários a serem atendidos as pré-formas estarão aprovadas e a etapa estará concluída, caso contrário o processo se repetirá quantas vezes forem necessárias. Alertamos que nesta etapa a arquitetura está definida ao ponto de não termos mais alterações de porte significativo (as soluções arquitetônicas de importância foram estudadas usando os estudos emitidos na etapa 1. Exemplo: elevadores já devem estar definidos para que a arquitetura seja modelada com as dimensões corretas das caixas de elevador e níveis das lajes de platô e teto da casa de máquinas).

Obs.: ajustes na arquitetura para compatibilização com as instalações após a emissão das pré-formas, devem constar nos relatórios de compatibilização mesmo que estejam mostrados nas plantas do projeto arquitetônico. Será levado em consideração para realização dos ajustes na estrutura o relatório de compatibilização, tendo como orientação possíveis novos desenhos de arquitetura (ou seja, a emissão de um novo projeto de arquitetura com modificações não elimina a necessidade de emissão de um relatório de compatibilização).

3. Projeto executivo:

a. Descrição: nesta etapa a estrutura já está consolidada (compatibilizada com arquitetura) restando converter as pré-formas em material a ser encaminhado para a obra e o detalhamento das armaduras.

b. Emissão: plantas de formas definitivas (cotadas, cortes acabados e etc..), cargas nas fundações para realização de projeto executivo de fundações e detalhamento das armaduras.

c. Restrições:

Para realização do desenvolvimento desta etapa é necessário:

- aprovação formal das pré-formas por quem de direito;
- plantas de furações (instalações sanitárias, elétricas, etc.)
- reservatórios inferiores definidos em comum acordo entre instalações, arquitetura e construtor (este item pode ter influência em fundações, contenções)
- Projeto executivo de contenções e fundações (para detalhamento da infraestrutura)

d. Conclusão: levando-se em consideração que não teremos qualquer alteração na estrutura lançada o desenvolvimento se dará normalmente de forma a atender os prazos acordados com cliente. Qualquer modificação futura não está descartada, porém é prudente chegarmos ao fim desta etapa sem interrupções para que o processo se dê forma que não tenhamos problemas com os detalhes de armaduras e por consequência com a execução da obra.

ANEXO 06 – RESTIÇÕES DE PROJETO – SISTEMAS PREDIAIS
Empresa “B”

FICHA DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA PREMISSAS DE PROJETOS (ESCRITÓRIO DE SISTEMAS PREDIAIS).

Nome da Obra: _____

Prezado Cliente,

Apresentamos a seguir a FICHA DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA
PREMISSAS DE PROJETOS.

O objetivo principal desta ficha é conhecermos detalhadamente o padrão desejado para o projeto das instalações do vosso empreendimento. Concentramos nesta ficha, perguntas e definições estratégicas, extraídas ao longo dos últimos 20 anos de experiência.

Neste momento é muito importante que “percamos um tempo” nos debruçando sobre essas especificações, pois na próxima etapa de DESENVOLVIMENTO , vamos imprimir um ritmo ágil e objetivo, pois nossa equipe não terá mais dúvidas quantos as vossas necessidades e anseios.

Desta forma o preenchimento deste documento deverá ser elaborado com cautela, pois o mesmo servirá de NORTE para todas as decisões e padrões técnicos adotados para este empreendimento.

O preenchimento da ficha é fácil e objetivo, pois nela estão apresentadas as alternativas mais usuais nos projetos de sistemas prediais.

Favor assinalar com um “X” os itens que mais se enquadram aos padrões executivos do empreendimento.

Caso alguma particularidade do empreendimento não tenha sido citada abaixo gentileza, utilizar o campo **observações de projeto**, indicado ao final de cada módulo, para fazer as considerações necessárias.

Temos desde já o maior prazer em ouvi-lo, caso tenha alguma dúvida no preenchimento destas informações, não hesite em nos consultar estamos às ordens.

PROJETO HIDROSSANITÁRIO:	SIM	NÃO
Medição individual de água – Hidrômetros serão entregues pela construtora? (Em Fortaleza/CE é obrigatório)		
Hidrômetros com saída pulsada (para telemedição das contas de água no térreo)		
Construção ENXUTA com a instalação de tubulação hidráulica e esgoto (PIA/MLL, LAVATÓRIO, TANQUE/MLR) com carenagens de fibra , PVC (Padrão ASTRA) ou similar		
Instalação de tubulação hidráulica e esgoto embutida na alvenaria. Obs.: Quando tiver vigamento sob a alvenaria será previsto enchimento sob a bancada		
Caixa sifonada com diâmetro de 150mm ou 100mm, assinalar o padrão desejado.		
Caixa de Descarga Acoplada		
Caixa de Desc. c/ válvula de descarga		
Ducha banheiro social		
Ducha lavabo		
Ducha banheiro serviço		
Banheira de Hidromassagem (com água quente oriunda do aquecedor de passagem a gás ou aquecedor elétrico 7000W incorporado na banheira)		
Previsão p/ Máq. de Lavar Roupas		
Previsão p/ Máq. de Lavar Pratos		
Previsão p/ Triturador sob a bancada		
Aquecedor de Água á Gás – Individual de passagem com previsão de RG em cada WC ou apenas 1 (um) RG GERAL próximo ao aquecedor		
Para rede de aquecedor de Água á Gás – Individual prever para água quente (além da água fria) RG em cada WC ou apenas 1 (um) RG GERAL próximo ao aquecedor?		
Prever sistema de recirculação de água quente no interior do apartamento ? Sistema SMART RINNAI		
Aquecedor de Água á Gás – Central		
Aquecimento Solar – Central		
Misturador monocomando ou tradicional (2xRegistros de Pressão)		
Indicar , caso tenha alguma preferência , tubulação para uso da AF (água fria) : PVC, PPR, PP, PEX , CPVC, COBRE.		
Indicar , caso tenha alguma preferência , tubulação para uso da AQ (água quente) : PVC, PPR, PP, PEX , CPVC, COBRE.		
A construtora possui cisterna padrão? Concreto ou Fibra. Caso seja concreto indicar dimensões altura, comprimento , largura ou MARCA da preferência		
A edificação será provida de Poço Profundo?		
Prever ralos para lavagem dos solos		
Rede de Esgoto Público no Local (enviar croquis com o local da rede na situação)		
Rede de abastecimento de Água Pública		
Sistema Fossa e Sumidouro		
O prédio será equipado com SAUNA ? Elétrica ou a GÁS		
Podemos usar tudo de PPR (polipropileno) para o Recalque e alimentação da válvula redutora de pressão ?		

DEFINIÇÃO DAS ALTURAS DOS PONTOS HIDRÁULICOS E ESGOTO:

LOCAL: WC

- Registro de gaveta no interior do Box: h=1,80m, outra altura adotada (____ m)
- Ponto para Chuveiro: h=2,10m do piso , outra altura adotada (____ m)
- Registro de pressão chuveiro: h=1,10m do piso , outra altura adotada: (____ m)
- Ponto hidráulico para lavatório: h=0,60m do piso, outra altura adotada (____ m) (obs.: torneira será de bancada)
- Ponto esgoto para lavatório: h=0,60m do piso , outra altura adotada (____ m) (obs.: o sifão será em Polipropileno
- Ponto para ducha de mão: 0,30m do piso , outra altura adotada (____ m) (posição : sempre do lado direito de quem está no vaso)

- Ponto para caixa de descarga acoplada: 0,30m do piso , outra altura adotada (_____ m) (posição : sempre do lado direito de quem está no vaso)

Importante: Caso a construtora opte por uma solução de **construção enxuta**, carenagens PVC/FIBRA sob as bancadas, com o uso de coifas nas tubulações, sugerimos a aplicação do ponto de abastecimento da bacia sanitária pelo piso do WC. Com uso de engates especiais da ASTRA PEX. Neste caso aplicaremos 1 tê adaptador cromado na bacia para alimentação da ducha de mão e bacia. Gostaria de implanta esse sistema no projeto SIM () ou NÃO ()

LOCAL: COZINHA

- Registro de gaveta no shaft da cozinha ou área de serviço : h=1,80m, outra altura adotada (_____ m)
- Ponto hidráulico da torneira da PIA DE COZINHA : 0,60 m (_____ m) (torneira de bancada)
- Ponto esgoto da PIA DE COZINHA : 0,60 m (_____ m)
- Ponto hidráulico para Máquina de Lavar Louça , abaixo da PIA DE COZINHA : 0,40 m (_____ m)
- Ponto esgoto para Máquina de Lavar Louça compartilhado com a PIA através de sifão duplo em polipropileno , abaixo da PIA DE COZINHA : 0,40 m (_____ m)
- Ponto esgoto para Máquina de Lavar Louça INDEPENDENTE da PIA com ramal de esgoto 50mm exclusivo + cap: 0,40 (_____ m)
- Ponto esgoto para TRITURADOR DE LIXO , abaixo da PIA DE COZINHA : 0,60 m (_____ m)

LOCAL: ÁREA DE SERVIÇO

- Registro de gaveta no shaft da cozinha ou área de serviço : h=1,80m, outra altura adotada (_____ m)
- Ponto hidráulico da torneira do TANQUE : 0,40 m (_____ m) (torneira de bancada)
- Ponto hidráulico da torneira do TANQUE : 1,20 m (_____ m) (torneira de parede)
- Ponto esgoto do TANQUE : 0,40 m (_____ m)
- Ponto hidráulico para Máquina de Lavar Louça , abaixo da PIA DE COZINHA : 0,40 m (_____ m)
- Ponto esgoto para Máquina de Lavar Roupas compartilhado com o TANQUE através de sifão duplo: 0,40m (_____ m)
- Ponto esgoto para Máquina de Lavar Roupas INDEPENDENTE do TANQUE com ramal de esgoto exclusivo com joelho de 45 graus + cap: 0,80 (_____ m)
- Ponto hidráulico água fria , água quente e gás para aquecedor de passagem : 1,20 m (_____ m)
- Registro de gaveta para água fria e água quente do AQUECEDOR: 2,10m (O registro de alimentação de água fria do aquecedor poderá alimentar os pontos MLR e TANQUE da área de serviço [opção 01 ()], ou terá que ser independente e exclusivo para o aquecedor [opção 02 ()]?)

CAMPO OBSERVAÇÕES GERAIS DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PROJETO ELÉTRICO	SIM	NÃO
Ar-Condicionado Tipo Split – Existe local específico para os condensadores		
Ar-Condicionado Janelheiro? Os equipamentos deverão ser definidos na fachada pelo arquiteto.		
Ar – Condicionado Quartos		
Ar – Condicionado na Sala		
Ar – Condicionado na Varanda		
Tomada depurador de ar sobre o fogão (h=1,80m)		
Circuito para Triturador de Lixo (300W) (h=0,4m)		
Circuito para Micro-ondas (1200W) (h=1,0m)		
Circuito Mini Forno elétrico (1200W) (h=1,0m)		
Circuito exclusivo para Geladeira (300W) (h=1,0m)		
Circuito exclusivo para Máquina de Lavar Louças (1200W) (h=1,0m)		
Circuito para Máquina de Lavar Roupas (1200W) (h=1,0m)		
Circuito para Máquina de Secadora de Roupas (1200W) (h=1,0m)		
Circuito para Ferro Elétrico (1200W) (h=1,0m)		
Cx 4x4 com tampa cega com Circuito para chuveiro elétrico (6000W) (h=2,20m)		
Three – Way nos Quartos (h=1,0m)		
Three – Way na Sala (h=1,0m)		
Sensor de presença com minuteria nas escadas + bloco autônomo (h=1,0m)		
Sensor de presença com minuteria nos Halls do Tipo (h=1,0m)		
Grupo Gerador para áreas comuns do condomínio (elevadores, iluminação de emergência, bombas INC)		
Apenas o elevador de serviço ficará em funcionamento quando o grupo gerador partir, ok? Os demais serão levados ao térreo (um a um) e ficarão com as portas abertas.		
Bombas de piscina, fonte, sauna – ficarão FORA DO GERADOR		
Grupo Gerador (100%) Edifício. Áreas comuns + Apartamentos		
Distribuição da rede elétrica de ILUMINAÇÃO no subsolo será em condutores ou perfilados ?		
Prever no TIPO algum ponto de Iluminação e Tomada especial ligados ao gerador ? Quantos e em quais ambientes? (não recomendável)		
Prever no tipo tomada especial para bloco autônomo ? Quantas e em quais locais?		
Sensor de presença nas garagens? Sendo 1und para cada 3 vagas?		
Outros Equipamentos não citado na lista		
Rede Elétrica Baixa Tensão “ <i>in loco</i> ” (enviar croquis com a posição da rede)		
Rede Elétrica Alta Tensão “ <i>in loco</i> ” (enviar croquis com a posição das redes)		

Tomadas baixas: h=40cm
Tomadas médias : h=1,0m
Interruptores : h=1,0m

CAMPO OBSERVAÇÕES GERAIS DO PROJETO ELÉTRICO

PROJETO PARA ANTENA COLETIVA DE TV	SIM	NÃO
TV Quartos Sociais (h=1,0m)		
TV Quarto de Casal (h=1,0m)		
TV Cozinha (h=1,0m)		
TV Dep. De Empregada (h=1,0m)		
TV Varanda (h=1,0m)		
TV Salão de festas (h=1,0m ou conforme ambientação)		
TV Guarita (h=1,0m)		

CAMPO OBSERVAÇÕES GERAIS DO **PROJETO DE TV**

PROJETO TELEFÔNICO/ INTERNET	SIM	NÃO
Telefone Quartos Sociais (h=0,40m)		
Telefone Quarto de Casal (h=0,40m)		
Telefone Cozinha (h=1,50m)		
Interfone na Cozinha (h=1,50m)		
Central Particular de PABX no apartamento (h=0,40m)		
Prever quadro de TELECOMUNICAÇÕES NO TIPO para onde convergem os dutos de TV/TELEFONE/DADOS/AUTOMAÇÃO se houver?		
Ramais para cada ambiente das áreas comuns (Deck, Cozinha, Salão de Festas, Casa de Maquinas, portaria, halls, etc...)		
Será prevista infraestrutura independente para internet ou a mesma irá caminhar junto com a telefonia e/ou antena coletiva?		

CAMPO OBSERVAÇÕES GERAIS DO **PROJETO TELEFÔNICO/ INTERNET**

PROJETO DE GLP	SIM	NÃO
O padrão construtivo aceita a rede de GLP embutida no contrapiso		
Central gás coletiva com Medição de GLP em cada andar? Os medidores serão entregues ?		
A tubulação para GLP será Cobre ou FG? Obs.: No nordeste sugerimos o uso do cobre em função da maresia.		
Central coletiva sem Medição de GLP		
Instalação do P190kg – individual		
<i>Medição de GLP</i>		
Previsão de saída pulsada no medidor de GLP (para telemedição)		
A construtora vai fornecer os medidores		

Ponto de gás para fogão será instalado sob a bancada da cozinha h=0,60m.

Ponto de gás para aquecedor será instalado abaixo do aquecedor h=1,20m.

CAMPO OBSERVAÇÕES GERAIS DO **PROJETO DE GPL**

INFRA ESTRUTURA PARA AUTOMAÇÃO / TELECOM

- Infra-estrutura para automação: sim () não ()
- Quadro para automação: sim () não ()
- o Automação das cortinas: sim () não ()
- o Fechadura biométrica: sim () não ()
- o Fechadura biométrica: sim () não ()
- o Sensor de vazamento de GLP sem corte de gás: sim () não ()
- o Sensor de vazamento de GLP com corte de gás: sim () não ()
- Previsão para quadro de TELECOM: sim () não ()
- o Cabos para telefonia com CCI: sim () não ()
- o Cabos para telefonia com UTP: sim () não ()

CAMPO OBSERVAÇÕES GERAIS DO PROJETO DE AUTOMAÇÃO/ TELECOM

PROJETO DE ARQUITETURA	SIM	NÃO
Folder		
Projeto de Ambientação das área comuns ? Quando receberemos?		
Projeto de paisagismo com luminotécnico? Quando receberemos ?		
O apartamento será forrado ?		
Topologia da Tubulação		
Tubulações no entre –forro (eletroduto PVC RÍGIDO)		
Tubulações aparentes na laje (ELETRODUTO PVC RÍGIDO)		
Tubulações embutidas na laje (ELETRODUTO FLEXÍVEL – MÉDIO - LARANJA)		
Tubulações embutidas em alvenaria (ELETRODUTO FLEXÍVEL – MÉDIO - AMARELO)		
Tipo de Laje		
Apto. Tipo - Laje Nervurada		
Apto. Tipo - Laje Maciça		
Apto. Tipo – Laje Plana		
Apto Tipo – Laje Volterrana		
Estrutura		
Alvenaria estrutural		
Estrutura de concreto armado convencional		
Vedação		
Alvenaria de Bloco Cimento		
Alvenaria Tijolo Cerâmico		
Alvenaria Tijolo Maciço		
Outros:		

No intuito de melhorarmos continuamente, o nosso padrão de projeto, toda e qualquer crítica referente a metodologia deste formulário será sempre bem vinda. A sua opinião é muito importante!


ANEXO 07 – RESTIÇÕES DE PROJETO – ARQUITETURA
Empresa “B”

ETAPA	Restrições:	RECEBIDO EMI:	PRAZO DE ENTREGA:	SERVE PARA:	ENTREGUE EMI:
Estudo de Viabilidade	<ul style="list-style-type: none"> Dados do terreno. Programa de necessidades. Levantamento topográfico georreferenciado 			<ul style="list-style-type: none"> Análise do produto. Pré-lançamento do paisagismo e da ambientação. Pré-lançamento dos pilares no pavimento tipo. Pré-lançamento do projeto de instalações do pavimento tipo (shafts, previsão de ar-condicionado e exaustão). Previsão do volume de sistema e de caixa d'água. Locação dos shafts de instalação no pavimento tipo. 	
Anteprojeito	<ul style="list-style-type: none"> Sondagem Pré-lançamento do paisagismo e da ambientação. Pré-lançamento dos pilares no pavimento tipo. Pré-lançamento do projeto de instalações do pavimento tipo (shafts, previsão de ar-condicionado e exaustão). Previsão do volume de sistema e de caixa d'água. Locação dos shafts de instalação no pavimento tipo. 			<ul style="list-style-type: none"> Pré-lançamento de estrutura de todos os pavimentos (vigas e pilares). Dimensionamento do espaço para gerador, quadro medidores, casa de bombas, subestação, depósito de lixo e gás. Pré-lançamento do projeto de instalações de todos os pavimentos (shafts, previsão de ar-condicionado e exaustão). 	
Projeto Legal	<ul style="list-style-type: none"> Matrícula do terreno. Pré-lançamento de estrutura de todos os pavimentos (vigas e pilares). Dimensionamento do espaço para gerador, quadro medidores, casa de bombas, subestação, depósito de lixo e gás. Pré-lançamento do projeto de instalações de todos os pavimentos (shafts, previsão de ar-condicionado e exaustão). 			<ul style="list-style-type: none"> Anteprojeito de estrutura de todos os pavimentos. Anteprojeito de instalações hidráulicas e elétrica de todos os pavimentos. Anteprojeito de ar-condicionado e exaustão de todos os pavimentos. 	
Vendas	<ul style="list-style-type: none"> Estudo preliminar de paisagismo e ambientação. Locação dos pilares no pavimento tipo. Locação dos shafts de instalação no pavimento tipo. 			<ul style="list-style-type: none"> Pré-comercialização. 	
Projeto Básico	<ul style="list-style-type: none"> Anteprojeito de estrutura de todos os pavimentos. Anteprojeito de instalações hidráulicas e elétrica de todos os pavimentos. Anteprojeito de ar-condicionado e exaustão de todos os pavimentos. 			<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento definitivo dos projetos complementares de estrutura, instalações, paisagismo e ambientação. 	
Projeto Básico revisado	<ul style="list-style-type: none"> Aprovação do projeto básico pela construtora e demais projetistas. 			<ul style="list-style-type: none"> Projetos complementares de finitivos de estrutura, instalações, paisagismo e ambientação. 	
Executivo 1a. Etapa	<ul style="list-style-type: none"> Projetos complementares de finitivos de estrutura, instalações, paisagismo e ambientação. 			<ul style="list-style-type: none"> Desenhos para execução do projeto na obra. 	
Executivo 2a. Etapa	<ul style="list-style-type: none"> Projetos complementares de finitivos de estrutura, instalações, paisagismo e ambientação. 			<ul style="list-style-type: none"> Desenhos para execução do projeto na obra. 	

ANEXO 08 – ATA DE REUNIÃO - EMPRESA B

ASSUNTO	RESPONSÁVEL	PRAZO	SITUAÇÃO
Execução Stand de Vendas		15/09/2013	
Cronograma de projetos		06/09/2013	
Concreto in locu ou convencional (<i>comparativo de custos</i>)			Convencional
Aprovação dos pilares do pavimento tipo e do embasamento compatibilizando com arquitetura atualizada		18/09/2013	Convencional
Especificações pendentes no Caderno Visual de Especificações (<i>2 opções de piso e cuba de semi-encaixe do Lavabo</i>)		👍	Especificações já passadas para André Rolim
Projetos de maquetes (com definição dos revestimentos de fachada)		Entregue	👍
Projeto Básico Revisado (contemplando premissas de estrutura, instalações e locação da ETE)		13/09/2013	
Postar Projeto Básico Revisado no construmanager		16/09/2013	
Desenvolver demais opções de plantas (customização em massa)			Stand-by
Pré formas - Áreas Comuns e Tipo, torres A e B - postado no construmanager (Pilares da torre)		Entregue	👍
Planta de Cargas - Torre			👍
Pilares do anexo para liberar definições de vagas de garagem		Entregue	👍
Planta de Cargas - Anexo		04/10/2013	junto com as pré-formas definitivas
Pré-formas definitivas (área comum, torres e anexo)		04/10/2013	10dd úteis após CRE aprovar pilares e arquitetura
ETE concluída - postada no construmanager		Entregue	👍
Pontos de iluminação e tomadas (térreo interno)			após básico de arquitetura revisado
Preenchimento de check-list Padrão Aspro		18/09/2013	
Projeto Básico de Instalações (Unidades Tipo)		16/10/2013	30 dias após básico de arquitetura
Projeto Básico de Instalações (Áreas Comuns)			30 dias após iluminação, tomadas e
Resultado do ensaio de absorção		Entregue	👍
Ensaio de absorção: proposta e orçamento assinados			👍
Emissão de ART			
Anteprojeto de Fundações		20/09/2013	
Compatibilizar arquitetura, adaptar ETE, detalhar piscina e indicar pontos de iluminação externa			após básico de arquitetura revisado

ANEXO 09 – RELATÓRIOS KAIZEN EMPRESA B

<p style="text-align: center;">Índice KAIZEN</p> <p style="text-align: center;"> Projetos Gestão Parceiros Serviços Preliminares Contenções Estrutura e Elementos Divisórios Instalações Esquadrias Acabamento Auditorias Apartamento Modelo HANSEI - Paço do Bem HANSEI - Bossa Nova HANSEI - Paço Verde HANSEI - Paço das Águas KAIZEN - Assistência Técnica </p>	<p style="text-align: center;">1. PROJETOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ausência de algumas pranchas no canteiro ✓ Falta de detalhes específicos nos projetos de forma (ex.: caixa d'água, aerogerador, cisterna, muro de arrimo, tanque de retardo) ✓ Quantidade Inicial de Pranchas (estrutura): 93 <ul style="list-style-type: none"> • Extras: 9 ✓ Maior número de revisões: 3 – Pranchas 01, 18, 27, 28, 29, 58, 77 e 78 ✓ Ausência de projetos de Instalações Hidro-Sanitárias ✓ Ausência de indicação do rebaixo no WC Casal ✓ Incompatibilidades entre projetos de arquitetura e estrutura na guarita e rampa de acesso ao subsolo 1 <p>✓ Importante aparecer barras de aterramento no projeto de estrutura e pedi-las antecipadamente (cabo cobre nu ou barras em aço soldadas?)</p> <p>✓ Executar escadas aptos cobertura conforme projeto de estrutura</p>
<p style="text-align: center;">ESTRUTURA DE CONCRETO</p> <p style="text-align: center;">OPORTUNIDADE DE MELHORIA CUSTOMIZAÇÃO</p> 	<p style="text-align: center;">1. PROJETOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Importante aparecer barras de aterramento no projeto de estrutura e pedi-las antecipadamente ✓ Acrescentar hachura no projeto de estrutura para indicar ferragem <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ausência de algumas pranchas no canteiro ✓ Pranchas desatualizadas na sala técnica da obra ✓ Incompatibilidade entre projetos de forma e aço ✓ Falta de detalhes específicos nos projetos de forma. (ex.: cálice, piscina) ✓ Quantidade Inicial de Pranchas (estrutura): 89 <ul style="list-style-type: none"> -Projetos Extras: 22 ✓ Maior número de revisões: prancha 01/89 – Locação dos Pilares – Torre Árvores <ul style="list-style-type: none"> -09 revisões da Hepta -06 revisões da sala técnica
<p style="text-align: center;">4. VEDAÇÕES & FORROS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conferência e recebimento do encarregado da terceirizada e supervisor de produção ✓ Providenciar projeto alvenaria compatibilizado com arquitetura. ✓ Definição espessura tijolo baseada estrutura/instalações. ✓ Arquiteto visitar apto modelo para dirimir possíveis incompatibilidades e uso ferramenta BIM. ✓ Estudar viabilidade de revestimento de gesso colado em paredes ✓ Pacote de alvenaria iniciado sem projeto de paginação ✓ Não compatibilização das espessuras de vigas com tijolo especificado ✓ Ocorrência de vãos de portas maiores ou menores que vão disponível ✓ Execução de alvenaria de poço dos elevadores 3 vezes ✓ Forro executado com grandes desnivelamentos (principalmente trecho curvo) ✓ Tabicas mal pintadas e desalinhas ✓ Fissuras nas juntas das placas de gesso cartonado 	

ANEXO 10 – CADERNO KAIZEN DO APARTAMENTO PROTÓTIPO

COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO E SACADA



11. Montar poka-yokes dos eletrodomésticos da cozinha para correção de medidas.



2. Atentar para a largura do espaço para fogão na cozinha, pois, no projeto inicial, não cabia um fogão de seis bocas. De acordo com o executado no protótipo, agora cabe.



Fig. 2.1

2. Quando abertas, as janelas do WC Casal e do Quarto Serviço se encostam. Inserir trava na janela do Quarto Serviço, para limitar abertura e priorizar ventilação do WC Casal.



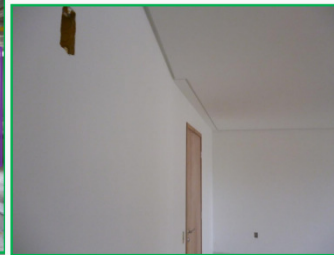
16- Modificações na alvenaria;



- Previsão de estruturas sobrepostas e áreas molhadas, evitando dentes e desperdício de material;



7- Altura do forro sala x viga;



- A altura do forro prevista em projeto era de 2,46m. Devido a viga V9 estar a uma altura de 2,40m do piso, foi decidido rebaixar a altura do forro para igualar a viga.

APÊNDICE 01 – DSM PROPOSTA EMPRESA B

