

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

KELMA PINHEIRO LEITE

**PROPOSTA DE MELHORIAS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS E PROJETO EM EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS A PARTIR
DA VISÃO DO LEAN DESIGN**

FORTALEZA

2014

KELMA PINHEIRO LEITE

PROPOSTA DE MELHORIAS NO PROCESSO DE PROJETO DE PRODUTOS
IMOBILIÁRIOS A PARTIR DA VISÃO DO LEAN DESIGN

Proposta de Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Civil: Estruturas e Construção Civil da
Universidade Federal do Ceará

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: José de Paula Barros Neto

FORTALEZA

2014

RESUMO

Esta pesquisa aborda o processo de desenvolvimento de produto e projeto do mercado de incorporação imobiliária residencial multifamiliar vertical, sob a ótica do pensamento enxuto. 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 edifício (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). A partir de uma abordagem holística, é natural, então, aplicar o pensamento enxuto para todas as fases de um empreendimento na construção civil. 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 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 e projetistas através da implantação do pensamento enxuto para projetos (Lean Design) em um meio colaborativo. A partir da hipótese da existência de uma situação de comprometimento da qualidade do processo de projeto, este trabalho apresenta como questão de pesquisa a discussão de “*como melhorar o processo de projeto e de desenvolvimento de produtos em empreendimentos imobiliários através da filosofia do pensamento enxuto?*”. Visando atender à questão de pesquisa, a proposta deste trabalho é “*propor diretrizes para o planejamento e controle dos processos de desenvolvimento do produto e projeto de empreendimentos imobiliários, tomando como base a filosofia do pensamento enxuto*”. No escopo deste trabalho será apresentado um breve histórico do Processo de Projeto, Construção Enxuta, e o Lean Design. Em seguida será feita uma análise do pensamento enxuto com o desenvolvimento de produtos e de projeto imobiliário buscando o melhor modo de como os princípios das técnicas de Produção Enxuta podem adaptadas ao projeto. Será utilizado o estudo de caso como metodologia de pesquisa em empresas incorporadoras e construtoras. Após a etapa de coleta e análise de dados, foram elaboradas as diretrizes para PDP imobiliário enxuto.

Palavras-chave: projeto, arquitetura, lean design, projeto enxuto, integração.

AGRADECIMENTOS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1.1 Contextualização.....	9
1.2 Problema de Pesquisa	12
1.3 Justificativa e Motivação.....	15
1.4 Questões de Pesquisa	17
1.5 Objetivos	17
1.5.1 Objetivo Geral	17
1.5.2 Objetivos Específicos.....	17
1.6 Estrutura do trabalho	Error! Bookmark not defined.
1.7 Limitações da Pesquisa	Error! Bookmark not defined.
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 O Processo de Projeto	18
2.2 Restrições em projeto.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Métodos, planejamento e controle do processo de projeto	25
2.3.1 Histórico e contexto.....	25
2.3.2 Novas visões	28
2.4 O Pensamento Enxuto	30
2.5 Lean Project Delivery System.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Lean Design.....	33
2.6.1 Valor	36
2.6.2 Fluxo.....	39
2.6.3 Como implantar o Lean Design	41
2.6.4 Outras Questões	43
2.7 O modelo de PCP proposto pelo NORIE/UFRGS	Error! Bookmark not defined.
2.8 Casos anteriores onde foi implantado o last planner para projeto ...	Error! Bookmark not defined.
2.9 Choosing by advantages (CBA)	Error! Bookmark not defined.
2.10 Reunião enxuta.....	Error! Bookmark not defined.
2.11 O processo de desenvolvimento de produto imobiliário	46
2.12 O PDP imobiliário e o processo de projeto	48
2.13 Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto e o mercado imobiliário	51
2.14 O PDP e o Mercado Imobiliário em Fortaleza.....	57
2.15 Building Information Modeling - BIM.....	59
2.16 Modelagem do PDP e Processo de Projeto.....	Error! Bookmark not defined.
2.16.1 Lotes de Informação	Error! Bookmark not defined.

2.16.2	Mapeamento do Fluxo de Valor.....	Error! Bookmark not defined.
2.16.3	Business Process Model and Notation (BPMN) ...	Error! Bookmark not defined.
3	METODOLOGIA	63
3.1	Estratégia, Tipo e Critérios da Pesquisa.....	64
3.4.1	Survey	Error! Bookmark not defined.
3.2	Delineamento da pesquisa.....	65
3.3	Métodos de coleta	67
3.4.2	Entrevistas	68
3.6.1	Dados Documentais	69
3.6.2	Workshops.....	69
3.4	Métodos de análise.....	Error! Bookmark not defined.
3.5	Proposição de Diretrizes	Error! Bookmark not defined.
3.6	Metodologia para aplicação do Lean Design	Error! Bookmark not defined.
3.7	Caracterização geral das empresas	70
3.8	Empresa “A”.....	71
3.8.1	Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) - Empresa “A”	72
3.9	Empresa “B”.....	74
3.9.1	Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) - Empresa “B”	76
4	LEAN DESIGN EM DIFERENTES EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO.....	82
4.1	Caso 1.....	82
4.1.1	Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) - Caso 1	94
4.1.2	Análise Caso 1	98
4.2	Caso 2.....	100
4.2.1	Mapeamento do Processo de Projeto - Empresa “A”.....	105
4.2.2	Quadro (ver descrição)	106
4.2.3	Análise Empresa “A”	109
4.3	Caso 3.....	109
4.3.1	Mapeamento do Processo de Projeto Empresa “B”	117
4.3.2	Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “B” que atendem ao pensamento enxuto.....	118
4.3.3	Análise Empresa “B”.....	121
5	Oportunidades de Melhorias do Processo de Desenvolvimento de Produto e Diretrizes 125	
5.1	Análise dos princípios do SDPT e Diretrizes para PDP e projeto imobiliário	127
5.1.1	<i>Identificar o valor definido pelo cliente para separar valor agregado do desperdício.....</i>	127

5.1.2	<i>Concentrar esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar integralmente soluções alternativas, enquanto existe máxima flexibilidade de projeto</i>	128
5.1.3	<i>Criar um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto</i>	129
5.1.4	<i>Utilizar padronização rigorosa para reduzir variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis</i>	131
5.1.5	<i>Desenvolver um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento de produto do início ao fim</i>	132
5.1.6	<i>Organizar, para balancear a competência funcional com a integração multifuncional</i>	134
5.1.7	<i>Desenvolver competência técnica superior em todos</i>	135
5.1.8	<i>Integrar plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto;</i>	135
5.1.9	<i>Consolidar o aprendizado e a melhoria contínua;</i>	135
5.1.10	<i>Construir uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta</i>	135
5.1.11	<i>Adaptar a tecnologia ao pessoal e ao processo</i>	135
5.1.12	<i>Alinhar a organização mediante comunicação simples e visual;</i>	136
5.1.13	<i>Usar ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional.</i>	137
6	COMENTÁRIOS FINAIS	139

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 quanto a análise dos aspectos relacionados ao processo de projeto, métodos de projeto e desenvolvimento do produto, como também, aos problemas do planejamento do projeto, e a nova filosofia de produção como embasamento teórico para o desenvolvimento 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.

1.1 Contextualização

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

Os condomínios verticais emergiram no Brasil na década de 1950 no Rio de Janeiro (RIBEIRO, 1991 *apud* 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).

O subsetor de edificações da indústria da construção civil² tem 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 *apud* FABRÍCIO, 2002).

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

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).

onde o sistema de produção se move através do produto, em contraste com a produção industrial (JØRGENSEN, 2006). Adiciona-se o fato de que se configura de maneira temporária na medida em que o sistema de produção é montado 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 também se tornou mais fragmentado, dividido em diversas fases e as diferentes disciplinas de projeto são hoje mais especializadas. 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 projeto, 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 sim pesquisas de demanda ou de mercado. Assim, as unidades habitacionais geradas em função dessa lógica serão consumidas por futuros usuários/compradores, em geral desconhecidos (DUARTE e ELALAI, 2011).

As etapas de concepção e de produção tornaram-se mais distantes entre si a partir do momento em que há diversos profissionais alocados em etapas e funções diferentes (POCOCK *ET AL*, 1996 *apud* OLIVEIRA, 1999). 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 desta atividade se expressa nos produtos, no processo de realização 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 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 é mais complexa que uma equipe de produção da manufatura (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 pode não ser 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 (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.

Conclui-se que o setor de construção confronta-se com um processo de produção complexo e singular, com diferentes agentes envolvidos que mantém 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). Por fim, destacamos no Quadro 1 diferenças significativas entre a produção física e projeto.

Quadro 1: 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 *et al.*, 2001 e Trescastro, 2005.

1.2 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. Envolve diversas expectativas em relação à geração de valor do produto, além de um conjunto de variáveis tais como técnicas construtivas, regras de financiamento vigentes e legislações, entre outras, formando uma trama de relações aproximada da noção de sistemas e de complexidade (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.

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 desenvolvimento de produto 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 edifício (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). Em geral, a ligação entre estas organizações se desfaz após a conclusão do projeto, caracterizando como relações temporárias (ROMANO, 2003). Desta forma, o time de projeto é composto por uma relação menos hierárquica e mais horizontal (ORIHUELA *et al* 2011). 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).

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).

Eventuais problemas que ocorram durante a realização da obra, e que podem ser atribuídos aos projetos, tem 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. Deve-se também buscar a identificação de quais falhas atribuídas ao projeto 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 que 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, o fluxo da informação através das equipes de projeto até a produção (BALLARD, 1999). 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), assunto que será tratado no item 2.3. No caso de parcerias com empresas projetistas, há a necessidade de alinhar o fluxo de informação onde cada membro da equipe precisa saber exatamente o que e quando deve entregar a informação para o correto andamento do projeto (OLIVEIRA, 1999).

Freire e Alarcón (2002) citam 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 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. Portanto, mapeamento do fluxo de valor de estado atual deve refletir as atividades e o tempo real de DP. (MORGAN e LIKER, 2008).

Outra questão que se deve pontuar é a complexidade de definir o valor adicionado na execução das 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), onde 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.

O planejamento da concepção do empreendimento deve considerar as incertezas relacionadas ao projeto para atender a necessidade de gerenciá-los desde o início. Contudo, Tzortzopoulos e Formoso (1999) afirmam que há, em geral, deficiência quanto ao planejamento e controle do processo de projeto que minimizem os efeitos da complexidade de forma a garantir que o fluxo seja suficiente para realização das tarefas e redução das incertezas.

Existe uma diferença fundamental no fluxo de trabalho entre a construção e fabricação: na construção a força de trabalho se move através de um produto estático,

enquanto que na fabricação do produto se move através de uma força de trabalho estática (EMMITT *et al*, 2012).

1.3 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. Como visto anteriormente, 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.

O planejamento e o monitoramento do processo de projeto são fundamentais para que se obtenha um produto com qualidade para todos os envolvidos no processo, como os clientes, os projetistas, os investidores, os executores, os usuários, entre outros. Entretanto, Tzortzopoulos (1999), Oliveira (1999), Andersen *et al* (2005), Jorgensen (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 de sistemas construtivos e projetos mais racionais, 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 (CODINHOTO, 2003)

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 grau de detalhamento de um projeto pode 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 Constrution), 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). 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 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 e projetistas através da implantação do pensamento enxuto para projetos (Lean Design) em um meio colaborativo.

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. Alguns destes critérios, inclusive, têm dado a indústria da construção como um todo, uma visão de setor ineficiente e conservador. A construção enxuta surgiu então como uma alternativa para afastar esta imagem negativa (KAMEDULA, 2009).

1.4 Questões de Pesquisa

A partir da hipótese da existência de uma situação de comprometimento da qualidade do processo de projeto, este trabalho apresenta como questão de pesquisa a discussão de *“como melhorar o processo de projeto e de desenvolvimento de produtos em empreendimentos imobiliários através da filosofia do pensamento enxuto?”*.

As seguintes questões secundárias originaram-se do desdobramento da questão de pesquisa principal:

- a) a filosofia enxuta é apropriada para o planejamento, desenvolvimento e controle do processo de projeto?
- b) Como introduzir o conceito Lean Design no desenvolvimento de produtos imobiliários?
- c) Quais ferramentas são adequadas para o planejamento, desenvolvimento e controle do processo de projeto?
- d) Quais são os desperdícios e perdas existentes no processo de desenvolvimento de produto imobiliário?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo Geral

Visando atender à questão de pesquisa, a proposta deste trabalho é *“propor diretrizes para o planejamento e controle dos processos de desenvolvimento do produto e projeto de empreendimentos imobiliários, tomando como base a filosofia do pensamento enxuto”*.

1.5.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever e Analisar a gestão do processo de projeto em empreendimentos imobiliários;
- b) Descrever e Analisar as relações entre os intervenientes no processo de projeto de empreendimentos imobiliários;
- c) Identificar desperdícios e perdas no fluxo de informações do processo de projeto imobiliário.

- d) Determinar quais conceitos e práticas podem ser aplicados no processo de projeto imobiliário, através do estudo e interpretação destes para o desenvolvimento de produtos;
- e) Propor a melhorias do PDP de empreendimentos imobiliários com base nos conceitos, práticas e ferramentas enxutas, com a inclusão destes no PDP da empresa.

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).

2.1 O Processo de Projeto

Lawson (2011) define as seguintes características do processo de projeto: (a) é um processo sem fim, pois 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.

Para Reinertsen (1997) *apud* Trescastro (2005), há uma tendência em tomar todo o tempo disponível para realizar uma determinada atividade de projeto, corroborando com 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, por intermédio das atividades de análise, síntese e avaliação. 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).

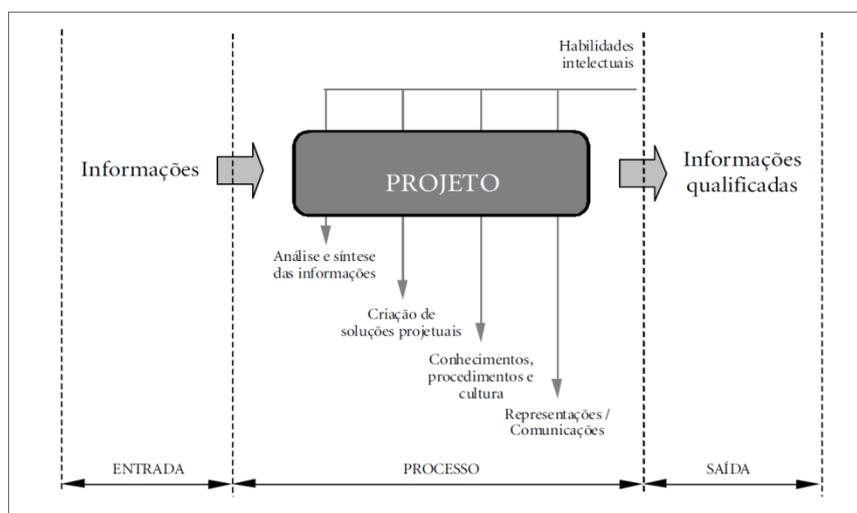


Figura 1: Processo de criação do projeto (FABRÍCIO, 2003)

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 se não 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 dos 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 onde, normalmente, em estágios diferentes de concepção não seguindo uma ordem linear de sequência de decisão (BROADBENT, 1970 *apud* KOWALTOWSKI *et al*, 2006).

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 redução de incertezas, a construção é a criação de um produto que precisa estar totalmente livre de incertezas (MITCHELL *et al*, 2010). É sob essa perspectiva que o projeto deve ser encarado como informação, seja de natureza tecnológica (locação de equipamentos, indicações de detalhes construtivos, e o próprio projeto como produto) ou como apoio ao processo gerencial, planejamento e programação da obra (OLIVEIRA, 2004).

Isto nos leva a percepção do processo de projeto como uma progressiva eliminação de incertezas (MITCHELL *et al*, 2010). O processo iterativo das equipes contribuirá para redução das incertezas ao longo do projeto, conforme Figura 2 (MITCHELL *et al* 2011).

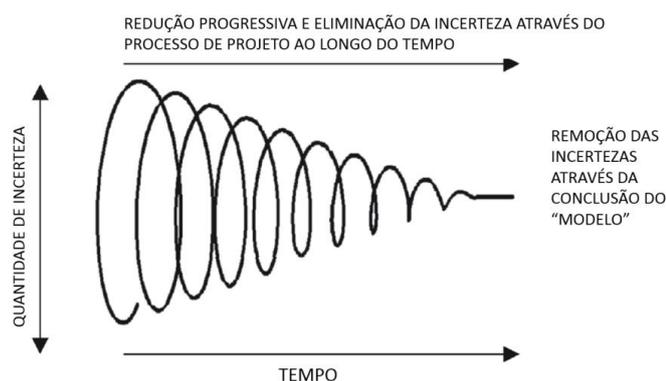


Figura 2: O processo de design como a eliminação progressiva de incerteza (Mitchell *et al* 2011)

Durante o processo de projeto, a informação passa por ciclos sucessivos de interações, filtragem e transformação, onde modelos individuais são mesclados, interferências detectadas, agregadas novas informações e novos problemas são percebidos. Muitas vezes, são adicionadas novas informações por motivo de análises. (MANZIONE, 2013)

Para Salgado (2005), quando a análise do projeto passa ter um enfoque referindo-se ao seu processo de desenvolvimento, cada etapa visa 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 análise tanto das possíveis soluções como dos problemas de projeto. Mitchell *et al* (2011) também alertam que a equipe de projeto, muitas vezes, tem que 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).

Porém, os projetistas podem ter falhas de comunicação entre si, sendo necessária a resolução de conflitos entre os projetos, utilizando para isto sua experiência e conhecimentos prévios da equipe (OLIVEIRA, 1999). Isto se deve em parte devido 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, a autora 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), 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 o tempo necessário para manutenção da equipe de trabalho. Além disso, eles 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 num workshop.

Pela sua natureza, rígida e linear, este método minimiza os conflitos humanos, mas também reduz a interação e comunicação entre os membros da equipe. Desta forma, a colaboração do processo é fraca colocando o projeto em risco (ANDERSEN, *et al*, 2013). O

³ Tradução da autora

envolvimento tardio do construtor tem, potencialmente, efeitos perigosos, como por exemplo, falta de estimativas de custos e a não verificação das questões de construtibilidade, que pode resultar em aditivos ou atrasos da obra (ANDERSEN, et al, 2013)

Na Figura 3 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. Além disso, a antecipação da interface dos projetistas também foi proposta. 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.

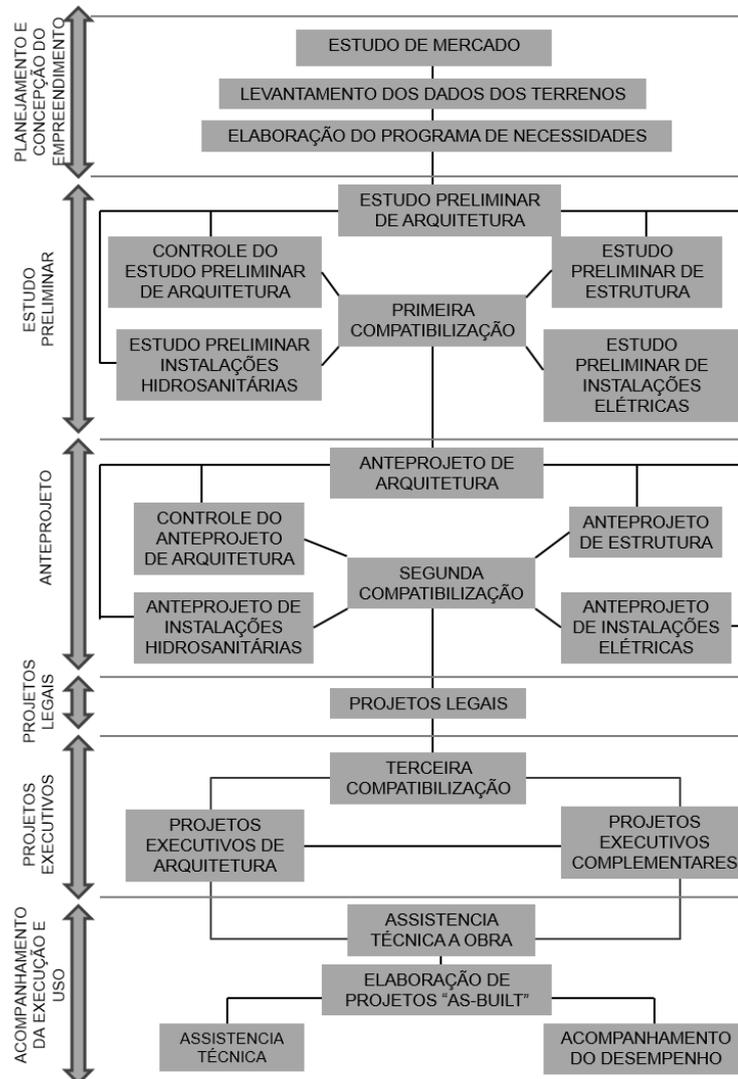


Figura 3: Modelo do processo de projeto de edificações (RODRÍGUEZ e HEINECK, 2006)

Na Figura 4, 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 de projeto. Optou-se em utilizar a terminologia utilizada por Manzione (2013) na legenda da curva, 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).

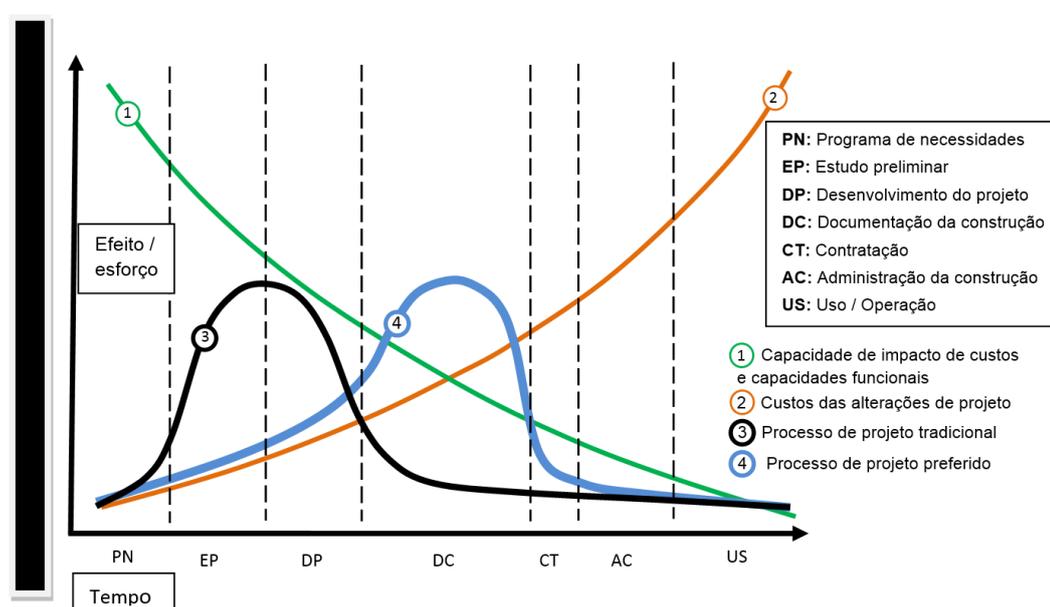


Figura 4: Comparação do processo de projeto desejado e processo de projeto tradicional. Fonte: Patrick MacLeamy, American Institute of Architects (AIA) / HOK, adaptado

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. Este conceito de IDP (*Integrated Project Delivery*) foi desenvolvido em contraponto ao processo de projeto e concepção tradicional. 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)

Para Nobre (2005), as decisões que ocasionam alterações de projeto devem ser feitas nas fases iniciais do processo. Conforme se observa no gráfico, o processo de projeto

desejado 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 a medida que se desloca para a fase de uso e operação. Mudanças nas fases mais avançadas do desenvolvimento do projeto frequentemente levam extensos retrabalhos e desperdícios.

Nesse cenário, arquitetos tem que lidar com a dificuldade e o dilema na fase de concepção do projeto. Nesse estágio, há a necessidade de liberdade para explorar formas diferentes e alternativas da configuração espacial. Argumenta-se que, ainda na fase de concepção, se esses estudos devem ocorrer respeitando os requisitos e restrições do sistema de construção a fim de produzir alternativas de projeto realistas. Problemas podem ocorrer quando arquitetos têm que confiar apenas na sua própria intuição e experiência sem acesso a informações adicionais. Essa falta de acesso reduz sua sensibilidade e entendimento das implicações sobre o sistema construtivo podendo impor mudanças posteriores.

Para Jorgensen (2006), o investimento precoce num maior nível de detalhes nas fases iniciais do projeto é compensado através de menos iteração negativa nas fases de projeto posteriores.

A colaboração e partilha de informações durante todo o processo, inclusive no 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). CITAR O CASO DA CAIXA DO ELEVADOR NA OBRA 20 DA SANTO AMARO.

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 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), também na década de 1950, 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; MANZONE e MELHADO, 2007). Dessa forma, há a tendência 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).

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 à 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).

O gerenciamento de projeto (enquanto produto), o qual tem sido denominado também de tradicional, teve início na década de 60 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).

Observa-se 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). 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 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).

As atuais teorias dos processos de projeto e construção sugerem que existem diferenças significativas onde o projeto é geralmente iterativo e de natureza cíclica (Austin *et al.*, 1999a; Brawne, 2003, p. 33 *apud* Mitchell *et al.* (2010), e a construção é linear e de natureza sequencial ((Koskela, 2000, p. 257) *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. 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 em 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 a teoria base do Gerenciamento de Projetos é obsoleta, 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).

Quadro 2: Ingredientes para uma nova fundamentação teórica do gerenciamento de projeto

Assunto da Teoria		Teorias Relevantes
Empreendimentos		Transformação Fluxo Valor
Gerenciamento	Planejamento	Gerenciamento como Planejamento Gerenciamento como Organização
	Execução	Teoria Clássica da Comunicação Perspectiva da Linguagem-Ação
	Controle	Modelo do Termostado Modelo da Experimentação Científica

Fonte: KOSKELA e HOWELL, 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, por exemplo, 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:

Avila, 2010, Mayr (2007), Moura (2005), Trescastro (2005), Codinhoto (2003), Romano (2003), Silva e Souza (2003), Melhado (2003, 2002, 1994), Fabrício (2002), Tzortzopoulos (1999), Novaes (1996), sendo a maior parte destes trabalhos voltada para a engenharia simultânea. Porém, nos casos de empreendimentos imobiliários, onde há a necessidade de aprovação prévia dos projetos e incorporação do empreendimento, a implantação da engenharia simultânea tem sua aplicação restrita, não tendo sido encontrados muitos trabalhos a respeito (NA VERDADE EU NÃO VI NENHUM). VER FONTENELLE E MANZIONE

Manzione 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; (6) Falhas no planejamento e controle de curto prazo. Na Tabela 1, relacionam-se os itens detectados como obstáculos relacionados à gestão de projetos.

Tabela 1: 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)

Segundo Romano *et al* (2001), caso a empresa deseje implementar as mudanças necessárias para a melhoria do processo de projeto, deve-se adotar ferramentas adequadas e criar um ambiente propício, além de técnicas e metodologias corretas de trabalho. Porém, é

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).

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).

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.

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.

A filosofia Enxuta iniciou seu desenvolvimento no Japão após a Segunda Guerra Mundial. 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 e Shingo, sete desperdícios da

produção⁵ e as soluções para eliminá-los. Seus conceitos estão baseados em filosofias como o JIT, com foco no trabalho em progresso e redução de estoques, e o 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, 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 ferramentas e técnicas desenvolvidas no STP, o 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.

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.

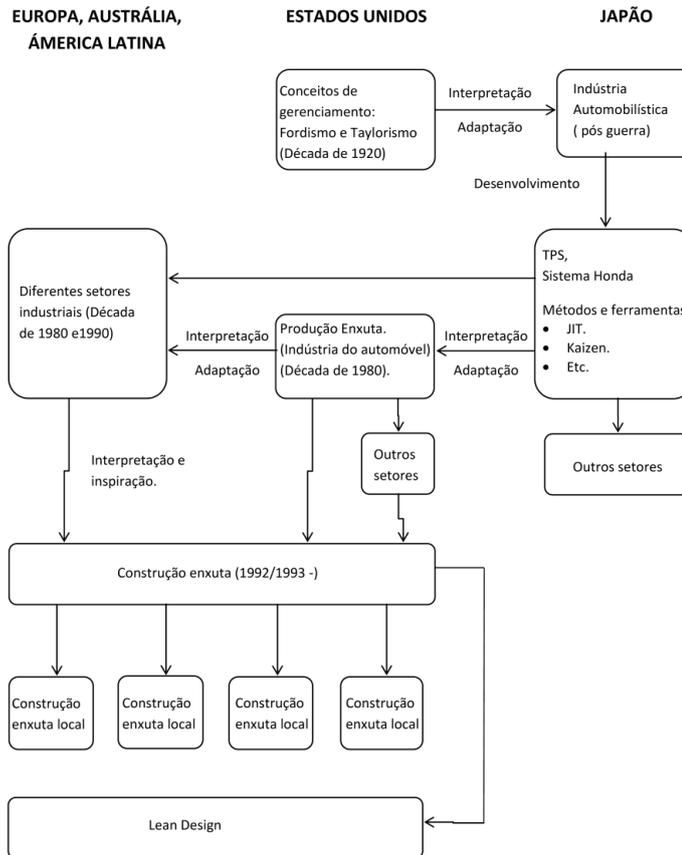


Figura 5: Visão esquemática da difusão de produção enxuta (Fonte: Jorgensen, 2006 adaptado pela autora).

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 Howell e Ballard (1998) 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.

2.4 Lean Design

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).

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 4) 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, 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 4: Três 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.

A filosofia lean tem o foco na adição de valor sob o ponto de vista do cliente e eliminação ou redução de perdas. Porém, as implicações da aplicação prática da abordagem enxuta têm sido diferentes para os casos de projeto quando comparado à construção. Os sete tipos de desperdícios identificados por Ohno podem ser abordados durante o projeto e execução, mas na perspectiva do cliente final isto não implica necessariamente que o processo de entrega é eficiente em desperdício (JØRGENSEN, 2006).

Na visão 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 6). 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" (RFI), que é algo a ser evitado, pois atrasa a conclusão de um empreendimento, tornando-o possivelmente mais caro (KAMEDULA, 2009).



Figura 6: 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). No 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).

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).

Para 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).

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).

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 mais complexa que uma equipe de produção (Orihuela *et al* 2011).

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 a 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).

Devido a alterações nas rotinas de trabalho, o comprometimento da equipe de projeto é essencial para o sucesso do processo de coordenação de projeto, na mudança do sistema tradicional de trabalho para um novo modelo, exigindo um esforço maior da equipe para inserção no processo (RODRIGUEZ; HEINECK, 2002 *apud* MOURA, 2005).

É realizado um levantamento na literatura, principalmente em anais de congressos sobre construção enxuta no período de 2010 a 2014, as práticas mais utilizadas e melhorias obtidas com a aplicação do lean design.

2.4.1 Valor

Semelhante à difusão do pensamento lean dentro do setor de manufatura, o interesse do setor da construção em valor começou a ganhar impulso posteriormente às questões relativas à racionalização da produção (JORGENSEN 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.

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.

Em outro ponto de vista, 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. De forma contrária, a indústria automobilística mundial tem como referência um único proprietário que, na maioria dos casos, também é usuário final. Isso se deve às características do mercado, onde os carros usados possuem preços bastante baixos de revenda. Ao assumir que o valor de desvalorização é constante ao longo dos anos, o valor para o cliente final irá decair à medida que o tempo passa (JØRGENSEN, 2006).

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, exceto quanto à qualidade de execução da obra e atendimento às especificações de projeto (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 7). Além disso, à medida que o valor da terra aumenta, o mesmo acontece com o valor da instalação inteira (terreno e edifício) (JØRGENSEN, 2006; RUFINO, 2012).

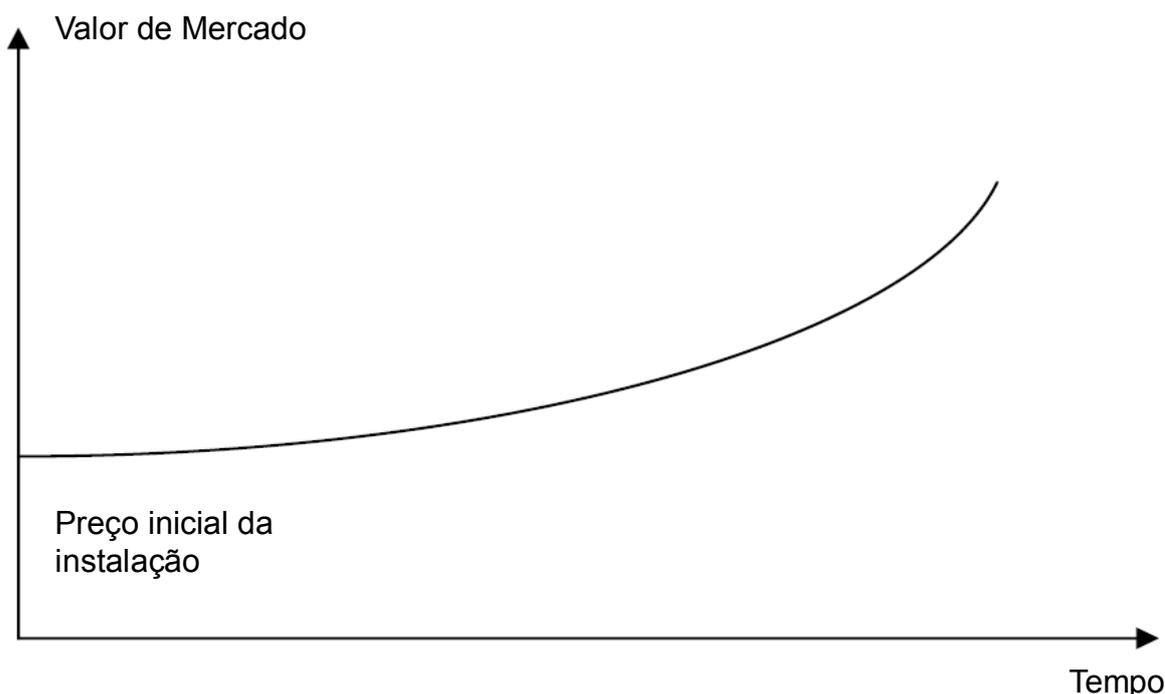


Figura 7: Típico desenvolvimento a longo prazo de valor de mercado para um edifício. Oposto ao valor de um carro novo no mercado, o edifício / terreno, em geral, aumenta seu valor. (JØRGENSEN, 2006).

O autor destaca também que, embora existam exemplos que servem apenas 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). DAÍ A NECESSIDADE DE FLEXIBILIDADE DO PRODUTO.

Para Jørgensen (2006) se em construção não é possível identificar plenamente o que resulta em valor, da mesma forma não é possível identificar totalmente o que é perda. Na prática, no entanto, um intervalo não insignificante de resíduos e atividades de desperdício pode ainda ser identificados. Atividades como, por exemplo, correções e retrabalho estão obviamente ligados ao consumo de recursos que não geram valor para o cliente ou quaisquer futuros usuários, independentemente de como uma instalação representa ou não valor para eles.

Segundo Jørgensen (2006), levado ao extremo, a construção de um edifício, ou outra instalação, a qual nunca deveria ter sido construída revela-se sem valor. Sua execução é um resíduo independentemente da forma de processo e como o uso de recurso tenha sido

⁸ O autor foca principalmente nas construções europeias.

eficiente⁹. Os resíduos só podem ser efetivamente identificados se o valor do cliente final é conhecido e compreendido. Isto representa, principalmente, um limite superior para a qual a filosofia enxuta é útil como um meio para tratar desperdício na construção (JØRGENSEN, 2006).

Quanto à integração dos processos, o autor conclui que a filosofia lean pode ser aplicada, desde que seja considerada a visão de cliente final representando todo um conjunto de stakeholders da construção, incluindo a sociedade em geral, e desde que valor seja definido em relação à perspectiva de todo o ciclo de vida da construção. Em princípio, a ambiguidade, imprecisão e incerteza em relação a aspectos de valor define o limite em que a filosofia lean pode ser aplicada em uma construção integrativa perspectiva do sistema de projeto. O contexto também influi. Para a discussão sobre a construção enxuta segue-se que operando a partir de uma percepção de valor do cliente, que é determinado com referência a apenas um momento definido no tempo (como proposto por Womack & Jones) não é apropriado para aplicação geral para o ambiente construído.

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. (JØRGENSEN, 2006).

2.4.2 Fluxo

A nova filosofia de produção propõe pensar o setor AEC¹⁰ 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

⁹ Cita-se como exemplo a análise feita por Rolnik (2012) sobre o programa de habitação de interesse social do Chile, e um paralelo com o programa brasileiro, onde autora destaca que “*deixada para o mercado a decisão de onde e como deveria ser produzida, encarada como um produto que se compra individualmente, como um carro ou uma geladeira, a cidade que resultou é simplesmente desastrosa*”.

¹⁰ Arquitetura, engenharia e construção

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 às aquelas 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). Para o cliente (interno) puxar o valor da cadeia, 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). PUXAR A PARTIR DA PESQUISA DE MERCADO, ONDE SE IDENTIFICAM AS NECESSIDADES E DEMANDA.

Entretanto, a própria natureza do processo de criação pode ser um obstáculo para a aplicação de técnicas de produção puxada em projeto. Possíveis soluções e os critérios de projeto são reciprocamente interdependentes (ver item 2.1), ou seja, cada uma evolui a partir do outro à medida que o projeto avança (Roozenburg e Eekels, 1995; Chandrasekaran, 1992, ver também Austin, *et al*, 1998, para uma descrição detalhada do projeto e sua complexidade.). Desta forma, é muito difícil determinar com muita antecedência predecessores e a lógica de processo tendo em vista que estes são desenvolvidos à medida que cada passo é dado (BALLARD, 1999). QUAL O PERÍODO IDEAL?

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).

Além das tarefas que envolvem produção física do projeto, como a produção de desenhos, existem 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).

Seria natural começar a olhar para algumas ferramentas da lean production e verificar se estas são diretamente aplicáveis ao lean design. Algumas das ferramentas do STP ou o conceito do Just-in-time, não podem ser utilizadas para otimização da fase de projeto, numa tentativa de se aproximar de um estado de perfeição (KAMEDULA, 2009).

Essas ferramentas não são aplicáveis pois na fase de projeto não se tem o fornecimento de peças e componentes como ocorre nas fábricas. As tarefas e processos na fase de projeto produzem desenhos, tendo como componente básico o trabalho de concepção dos projetistas. Portanto, deve-se olhar para novas ferramentas dentro do contexto do lean design, não se restringindo unicamente a ferramentas utilizadas na lean production (KAMEDULA, 2009).

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).

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. 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.

Segundo Freire e Alarcón (2002), a metodologia para aplicação do Lean Design inclui 04 fases para melhoria do processo de projeto em empreendimentos de construção: (1)

diagnóstico e análise; (2) implementação das mudanças; (3) monitoramento; e (4) normalização (ver Figura 8).

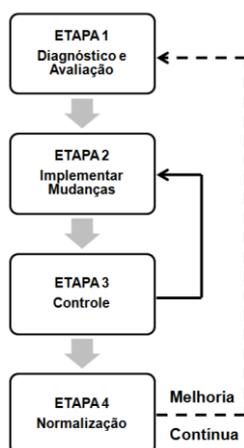


Figura 8: Metodologia de melhoria para aplicação do Lean Design (Freire e Alarcon, 2002), adaptado.

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 2.

Tabela 3: 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 contudo 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 sequência 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 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, onde só 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, 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*. Esta oitava categoria de perda se refere a uma tarefa que é iniciada sem que estejam disponíveis todas as suas entradas necessárias. 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 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. FAZER LINK COM PROCESSO DE PROJETO: ENVIO DE LOTES DE INFORMAÇÕES DE PROJETO, NOVAS ITERAÇÕES (LOOPS).

Além disso, a pesquisa de Emmitt *et al* (2012) apontou que gestores e trabalhadores não compartilham necessariamente do mesmo entendimento de trabalho concluído. 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. (NA PALESTRA DO ARTHUR NOVAES ELE DISSE QUE OS CLIENTES NÃO SABEM O PRODUTO QUE SERÁ ENTREGUE NO PROJETO, O HISSA TAMBÉM COMENTOU SOBRE ALINHAR O ENTENDIMENTO DE PROJETO BÁSICO ENTRE A CONSTRUTORA E O ESCRITÓRIO).

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 quais tipos de desperdício são gerados por esta forma de trabalho. Emmitt *et al* (2012) propõe que existe a necessidade de expandir o conhecimento atual de *making do* para incluir o conceito de sequência de trabalho que seja considerada suficientemente boa.

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

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 (2004) apud Canuto (2013) 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, ele é considerado o desenvolvimento de uma solução para necessidades identificadas, onde a diferença entre a manufatura e o setor da construção civil está na distinção entre as fases e os intervenientes (KAGIOGLOU *et al*, ANO).

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 quanto aos aspectos que tornam os diversos modelos de desenvolvimento de produtos mais adequados a um ou outro tipo 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, limitando 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 quais etapas são mais adequadas à construção civil, devemos levar em consideração que o PDP difere das demais indústrias em virtude das especificidades do setor, 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 *apud* MANSO e MITIDIERI FILHO, 2007).

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).

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).

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.

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).

2.6 O PDP imobiliário e o processo de projeto

O PDP, cujo conceito vem originalmente da manufatura, é fortemente relacionado, tanto em termos de natureza como de conteúdo, com o processo de projeto e de construção (KAGIOGLOU *et al*, 2000; SALGADO *et al*, 2010)). Percebe-se, de certa forma, que o PDP e 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, ele deve fazer parte do processo de desenvolvimento do produto, como uma etapa (BARROS NETO *et al*, 2009).

A maioria dos modelos é representada, por questões didáticas, com um início e fim bem definidos e em escala temporal, 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 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).

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 restringe somente a gestão do processo de projeto ou de produção, mas refere-se ao PDP como um todo (MIRON, 2008). Na etapa de concepção do produto imobiliário, a maioria das atividades concentra-se nos projetistas de diversas especialidades, tais como arquitetura, cálculo estrutural, instalações elétricas, hidrossanitárias e ar condicionado.

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).

Fontenelle (2002) destaca a importância o papel estratégico do processo de projeto e de seu alinhamento com o processo do negócio, visando 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.

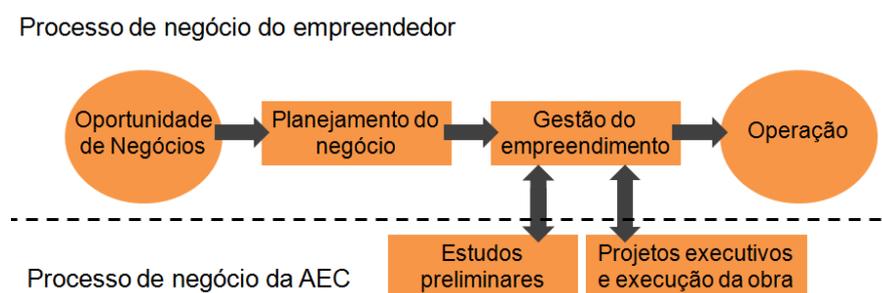


Figura 9: Alinhamento entre o processo de negócio do empreendedor e o processo de negócio em AEC. Fonte: Manzione (2013)

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.

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.

INLCUIR O MODELO DE MIRON E TZORTZOPOULOS

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, dimensões cada vez menores das unidades habitacionais e a 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 destacam 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 devem ser tomadas através de um contato mais próximo com o cliente, e com agilidade às mudanças que possam ocorrer no meio. 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 tende a ser pior, pois pode colocar em risco o sucesso do PDP (MORGAN e LIKER, 2008).

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).

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 tem uma visão da etapa de concepção e planejamento como uma despesa que deve ser minimizada, apesar da influência desta etapa no desempenho competitivo da organização. 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 (FONTENELLE, 2002). O STDP foca no planejamento cuidadoso e execução com precisão a fim de evitar modificações tardias no projeto, as quais constituem os piores tipos 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. 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 também é idealizado seguindo o *feeling* do empreendedor (GONZÁLEZ e KERN, 2007). Entretanto, os engenheiros chefes da Toyota desenvolveram uma intuição em relação a determinado modelo de carro, ao adquirir alto conhecimento tanto do produto como do processo, além da capacidade de aferir valor com a máxima precisão. Somado à utilização das ferramentas tradicionais, o engenheiro chefe (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 (MORGAN e LIKER, 2008).

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 de qual maneira o produto irá satisfazer o desejo dos clientes. 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).

Segundo os mesmos autores, é possível o entendimento do PDP como um processo repetitivo, onde as etapas são interrompidas pelo desperdício, porém não se tratam dos mesmos repetidos processos de produção. 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. Porém, existem dentro do PDP atividades que são mais repetitivas e outras menos. Estes últimos, menos repetitivos, necessitam de uma adaptação no STDP, mas a eliminação do desperdício e foco no aumento da qualidade do produto (ao longo de todo o seu ciclo de vida) são igualmente aplicáveis dentro do pensamento enxuto de desenvolvimento de produtos (MORGAN e LIKER, 2008).

No modelo tradicional de PDP, a abordagem iterativa resulta em diversos retrabalhos devido à tomada de decisões prematuras. Em consequência, consome-se tempo, recursos e resulta em um projeto subótimo (MORGAN e LIKER, 2008). Ao relacionar essa forma de trabalho com a construção seria como desenvolver um empreendimento imobiliário sem conhecer o propósito do projeto, o público alvo, riscos, ou possíveis mudanças, por exemplo.

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, onde 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. Então, a equipe de projetistas responderá a essa avaliação, interagindo negativamente no atendimento de determinadas preocupações, porém ignorando outras (MORGAN e LIKER, 2008). 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.

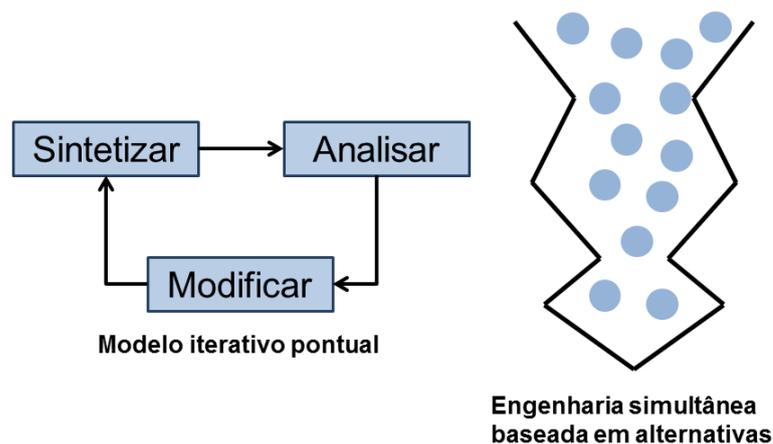


Figura 10: Modelos usados para desenvolver um produto. Fonte: Morgan, M. J e Liker, J. K. (2008), Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto.

No trabalho de Manso e Mitidieri Filho (2007), foram definidos sistemas colaborativos que integram, via internet, 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 comunicação. O STDP utiliza listas de verificação de projeto e processo como guias para condução a um projeto plenamente viável. 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 de estudo 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. Então, 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) por várias 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).

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

Sob o ponto de vista de Lean em empreendimentos imobiliários, o *kentou* deve 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, 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, orçamento, construção, qualidade, vendas, etc.

Sob outra perspectiva, Rozenfeld, et al. (2006) argumenta 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.

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 da informação sincronizado com a demanda (NAKAMURA, 2010). O princípio do sistema puxado dentro do STDP visa 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 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 projeto, porém é vital a participação de todos os intervenientes na elaboração do planejamento e no monitoramento 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 MITIDIÉRI 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. A Toyota passa, então, a adotar a engenharia simultânea, restringindo de certa forma a função do EC, passando a dar mais ênfase à padronização das peças. Somado a isso, vem promovendo a agregação de mecanismos de coordenação horizontal, tendo em vista que na engenharia simultânea, é vital um mecanismo horizontal de coordenação de DP (MORGAN e LIKER, 2008).

Um dos objetivos do desenvolvimento de produto Lean é criar um fluxo de valor no processo que inclui atividades desde o reconhecimento da oportunidade de mercado (imobiliário, por exemplo) até o lançamento do produto (edificação). Ward, Womack e Jones (2003), ressaltam a necessidade de se expressar o valor em termos de um produto específico que atenda as necessidades dos clientes para um determinado preço e em um tempo específico¹¹.

Formoso et al (2006) recomenda 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

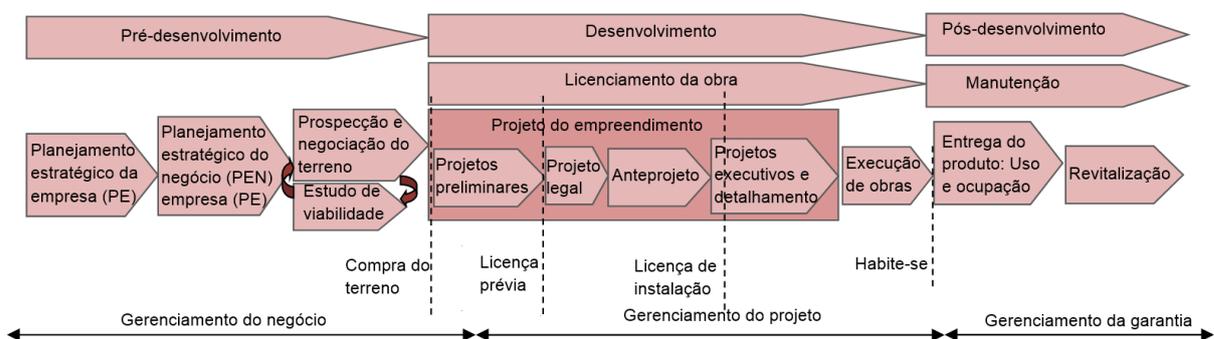
¹¹ www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/lean-design-ou-desenvolvimento-enxuto-conceitos-e-tecnicas-aplicados-nos-processos-de-man/67548/ 3/7

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 informações de projetos não elaborados. Daí, o autor recomenda como possibilidade de melhoria na gestão do projeto o planejamento de médio e curto prazo de projeto realizado de forma integrada.

O emprego do mapa de segmentação de projeto possibilita a definição inicial dos grandes lotes de informação (projeto) a serem desenvolvidos, assim como a identificação das principais interdependências, melhorando o aumento da transparência para a coordenação de projetos. Esta ferramenta permite à coordenação de projetos enxergar à frente no planejamento do processo de projeto e, sendo possível antecipar as discussões entre a equipe multidisciplinar quanto às informações e definições necessárias ao desenvolvimento dos projetos (FORMOSO, *et al* 2006).

O desenvolvimento do modelo tradicional se dá através de um processo iterativo pontual que não leva em consideração as diversas alternativas iniciais possíveis.



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* 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 de empresas de porte maior (RUFINO, 2012).

Em pesquisa sobre o mercado imobiliário em Fortaleza, 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 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, mas também realizam uma pesquisa de mercado. O preço de venda é identificado a partir destas pesquisas, que mostram a capacidade de endividamento dos compradores e quais diferenciais dos empreendimentos os clientes estariam dispostos a pagar (RUFINO, 2012). 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).

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 (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 (RUFINO, 2012). Percebe-se, então, um afastamento da visão tradicional 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 (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 na resolução de problemas com a cadeia de suprimentos, os quais eram apontados como grandes entraves do processo produtivo.

As construtoras locais passaram a buscar parcerias para o desenvolvimento de pesquisas para promoção de inovações, onde 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 e universidades, com ênfase no aprimoramento dos processos de produção e qualidade. A construção enxuta chegou ao Ceará por meio do INOVACON em 2000 (MOURÃO *et al*, 2007).

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 (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 alumínio¹².

Quanto ao processo de projeto do empreendimento imobiliário, encontramos 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 descritos devido 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 Building Information Modeling - BIM

¹² Fonte: anuário da construção e infraestrutura sustentável, 2010-2011

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 MANZIONE (2013). O potencial dos sistemas CAD (baseado em vetores) 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).

Essa nova tecnologia, diferente dos sistemas CAD, não se trata apenas de a uma forma de representação, que ocorre posteriormente às atividades de criação. O BIM é o desenvolvimento e uso de uma modelagem computacional (ver Figura 11) para simulação da construção e operação de um empreendimento (NASCIMENTO et al, 2012). 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).

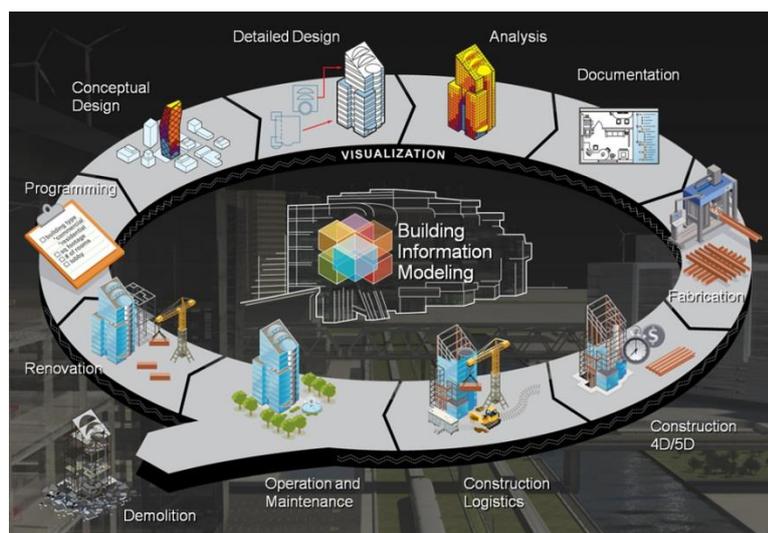


Figura 11: Representação esquemática de como o modelo BIM pode ser utilizado nas diversas etapas do ciclo de vida da edificação. Fonte: <http://buildipedia.com/in-studio/design-technology/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>

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 12.

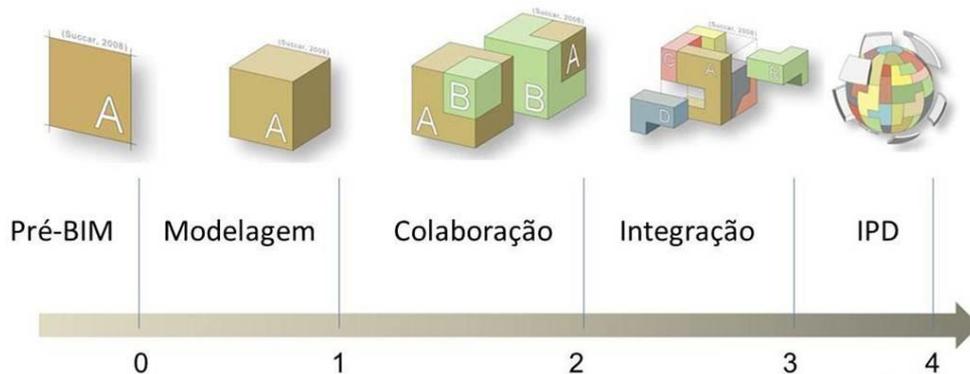


Figura 12: Estágios de evolução do BIM segundo Succar (2009). Fonte: <http://www.coordenar.com.br/estagios-de-evolucao-do-bim/>

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 1, 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 com outras disciplinas através da troca de arquivos 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 autor cita, como exemplo, a troca entre modelos de disciplinas de projeto, a troca entre disciplina de projeto e modelos de fabricação, por exemplo, estruturas metálicas e troca entre projeto e sistemas de operação, por exemplo entre modelos de arquitetura e modelos para gestão das utilidades. Há a necessidade de uma delimitação de responsabilidades maior o que exige mudanças nos contratos, porém a comunicação continua a ser assíncrona. Alguns documentos tradicionais passam a ser eliminados a partir do momento em que a colaboração passa a ser diretamente nos modelos BIM.

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 como computação em nuvem.

O último estágio, quarto, é a fase do IPD. 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 e a relação entre os diferentes modelos (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.

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).

Estes dois conceitos são algo que não foi implementado na maioria da indústria da construção ainda. BIM é uma ferramenta nova para a concepção de edifícios e aplicando digitalmente as informações a um modelo numa fase mais precoce do que anteriormente. IPD, por outro lado é sobre a inclusão de pessoas de fora da empresa para dar entrada e fazer uma melhor solução. Isso exige muito das empresas e de gestão dessas empresas, mas a indústria está começando a abrir os olhos para novas maneiras de pensar (KAMEDULA, 2009).

3 METODOLOGIA

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 e a descrição das etapas. Após a etapa de coleta e análise de dados, foram elaboradas as diretrizes para PDP imobiliário enxuto.

Deve 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 julho de 2014, quando da finalização da pesquisa. A etapa de identificação do problema levou 06 meses para ser concluído, com a pesquisadora visitando as organizações quinzenalmente (devido 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 proposto 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 diferentes percepções dos fenômenos e 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. Trata-se de 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 (2002), 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 exploratória 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, 2002).

Para tanto, foram utilizados procedimentos 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 13. 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 dos dados e, ao final, foram feitas as discussões dos resultados e propostas as diretrizes.



Figura 13: delineamento da pesquisa. Fonte: a autora

As reconsiderações e mudanças que ocorreram durante a pesquisa foram estimuladas pelas avaliações preliminares 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.

Para evitar descrições demasiadamente extensas e repetições desnecessárias, foram ressaltadas, em cada caso, as principais contribuições identificadas. Ao final, 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 mais um estudo na mesma empresa no qual se buscou aprofundar a implementação do BIM e o desenvolvimento de produtos na empresa. As questões investigadas tem relação com MFV do processo de projeto do Caso 1 e aplicação do BPMN (ver **Error! Reference source not found.**). 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 na organização de acordo com os conceitos de fluxo e valor	BIM, MFV, Last Planner
Caso 2	Analisar a implementação 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	BPMN, PDP Enxuto

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.

3.3 Métodos de coleta

Yin (2002) 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, 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 busca 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.

1.5.3 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.

Entrevistas a profissionais especialistas do setor

Especialidade	Quantidade
Arquiteto	03
Projetista Arquitetura	01
Instalações	03
Calculista	01
Paisagista	01
Arq. Interiores	01
Coordenador	03
Gerente	02
Diretor	01
Consultor Obra	01
Consultor BIM	01
TOTAL	18

1.7.1 Dados Documentais

Serão coletados os documentos relacionados abaixo, a serem utilizados para controle do processo de projeto: (1) dados que demonstrem aderência ao plano de longo prazo das equipes de projeto; (2) informações sobre retrabalho e/ou antecipações de etapas de projeto; (3) controle das atividades programadas na reunião de curto prazo; (4) anotação das causas de não-cumprimento dos pacotes; (5) indicação do responsável pela remoção de restrições; (6) Índice de Remoção de Restrições (IRR); (7) Percentual de Pacotes Concluídos (PPC) por equipe de projeto.

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

1.7.2 Workshops

RESSALTAR QUE A MODELAGEM E MAPEAMENTO FORAM FEITOS COM A PARTICIPAÇÃO DOS ENTREVISTADOS.

3.4 Caracterização geral das empresas

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 5 é apresentado o resumo das principais características das empresas. No Quadro 6 é apresentado o resumo das principais características do processo de desenvolvimento de produto das empresas. No Quadro 7 são discriminadas as datas marco dos empreendimentos.

Quadro 5: 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	520
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 6: 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 ¹³	10 ¹⁴
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

Quadro 7: Datas marco dos empreendimentos

	Início do Desenvolvimento Projeto ¹⁵	Início da Obra (*)	Término da Obra (*)
Caso 1	Fevereiro/ 2013	Julho/ 2013	Abril/ 2016
Caso 2	Fevereiro/ 2013	Maio/ 2014	
Caso 3	Abril/2013	Junho/ 2014	Fev/ 2018

Fonte: a autora. (*) previsão

3.5 Empresa “A”

A empresa pesquisada trata-se de uma incorporadora-construtora¹⁶ 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-H¹⁷) Nível A e rating "A" na avaliação da Gerência de Risco de Crédito (GERIC) da Caixa Econômica Federal (CEF)¹⁸. 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 14, a estrutura organizacional da empresa é reduzida e as funções da sala técnica, tais como projeto, coordenação 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.

¹³ Arquitetura, Estrutura, Fundações, Hidrossanitário, Elétrico, Incêndio, Ambientação

¹⁴ Arquitetura, Estrutura, Fundações, Hidrossanitário, Elétrico, Incêndio, Ambientação, paisagismo, luminotécnico, impermeabilização

¹⁵ Após a definição do produto (Estudo Preliminar de Arquitetura).

¹⁶ Para facilitar a leitura, a empresa será referenciada em alguns momentos apenas como construtora.

¹⁷ Programa coordenado pelo governo federal, cuja meta é melhorar a qualidade do habitat e trazer modernização produtiva ao setor da construção.

¹⁸ Informações obtidas no site da construtora, acesso em 21/01/2013.

Além da gestão do processo de desenvolvimento do produto, a empresa também assume o processo de aprovação dos projetos junto aos órgãos, função exercida pela diretoria¹⁹.

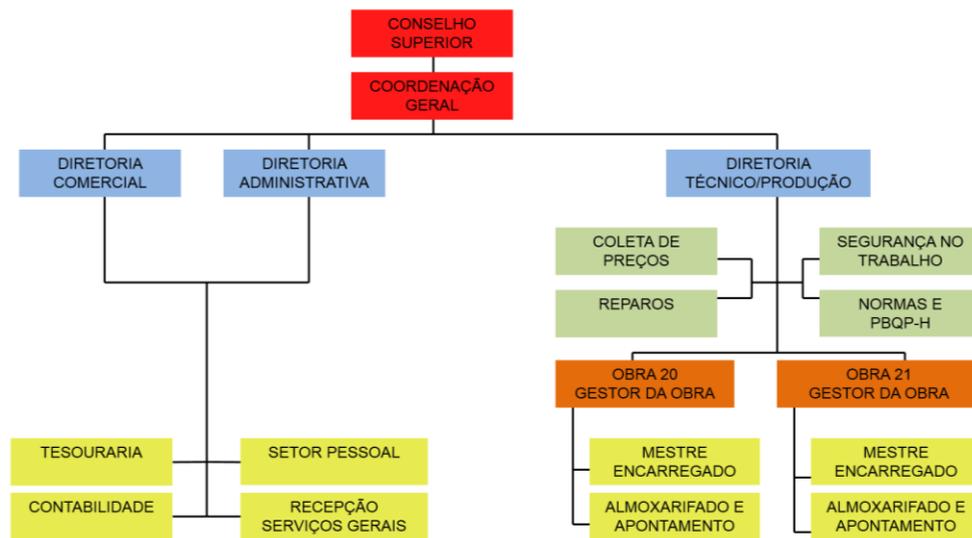


Figura 14: organograma

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) -

3.5.2

3.5.3 Empresa “A”

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 por obra com o objetivo de facilitar a integração da gestão do projeto com os processos de execução da obra. Contudo, o processo de desenvolvimento de produto da empresa e a gestão administrativa continuou sendo conduzido pelo conselho e diretoria.

¹⁹ Segundo um dos coordenadores, a participação da diretoria no processo garante “*um peso diferente nas instituições*” (entrevista em 17/07/2013).

A etapa de concepção do empreendimento é iniciada pelo conselho da empresa, apoiados por informações de mercado, pelo arquiteto (estudo de viabilidade) e por corretores de imóveis²⁰. Segundo um dos entrevistados, a empresa não contrata pesquisa de mercado, sendo o produto concebido com base no potencial de área a ser construída e “*analisado quais são as opções, o que seria melhor para aquela área*”, então é feita uma análise conjunta entre o incorporador, o arquiteto e o corretor de imóveis. Neste momento inicial, verifica-se o número de unidades a serem construídas, a área de cada unidade, gabarito e outros. No 4.1 Caso 1, o arquiteto utiliza um *checklist* próprio para o estudo de viabilidade com dados do terreno, cliente (incorporadora), indicadores urbanísticos do zoneamento e estimativas de área.

Devido ao histórico de falhas de projeto, tais como, compatibilização, falta de detalhamento e a não cumprimento de prazos²¹, a empresa estava interessada em verificar a aplicação de práticas *Lean* para projeto. Desta forma, uma metodologia de processo de projeto colaborativo foi delineada pela própria organização. Ressalva-se que a pesquisadora atuou como observadora nos casos investigados.

A incorporadora-construtora passou a adotar novas práticas de trabalho baseadas em encontros periódicos com toda a equipe (projetistas de arquitetura, estrutura e instalações; consultores BIM e de planejamento da obra; e diretoria e coordenador). Os principais fornecedores (elevadores, etc) não participaram das reuniões, e são contratados a partir do COOPERCON. 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. Foi estabelecida, desde o processo de contratação dos projetistas e consultores, que haveria a formação desta equipe multidisciplinar e a necessidade de participação de cada interveniente neste novo método²². Contudo, o modelo de contratação dos projetistas manteve-se de forma tradicional, ou seja, o mesmo formato de projetos anteriores.

Passou-se então 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

²⁰ Informações fornecidas pela diretoria da empresa em workshop do dia 15/05/2013

²¹ Semelhante ao trabalho de Miles (1998)

²² Informação dada por um dos diretores da empresa em entrevista realizada em julho/2013.

necessidade dessas reuniões se deu por assuntos específicos que surgiam no intervalo das reuniões periódicas, e tinha urgência na resolução de problemas a fim de não paralisar ou atrasar o processo.

Além disso, estava em implantação uma metodologia de modelagem do projeto através de um consultor VDC/BIM (*Virtual Design and Construction e Building Information Modeling*) específico para esta área²³. 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*) para a consultoria que 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®.

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 14 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 construída²⁴. A área de incorporações residenciais é voltada para empreendimentos caracterizados por um elevado padrão de acabamento. Por exemplo, as áreas comuns, via de regra, são entregues equipadas e decoradas.

Para melhor entendimento da sua estrutura organizacional, é apresentado na Figura 15 o organograma da empresa. Dentro do organograma da empresa, existe uma gerência técnica que é subdividida em outras gerências, dentre elas, projetos, pesquisa e desenvolvimento.

²³ O consultor (que tem formação em engenheiro civil) também executa obras (públicas) e já trabalhava com VDC/BIM em suas próprias obras.

²⁴ Dados obtidos na página da internet da construtora

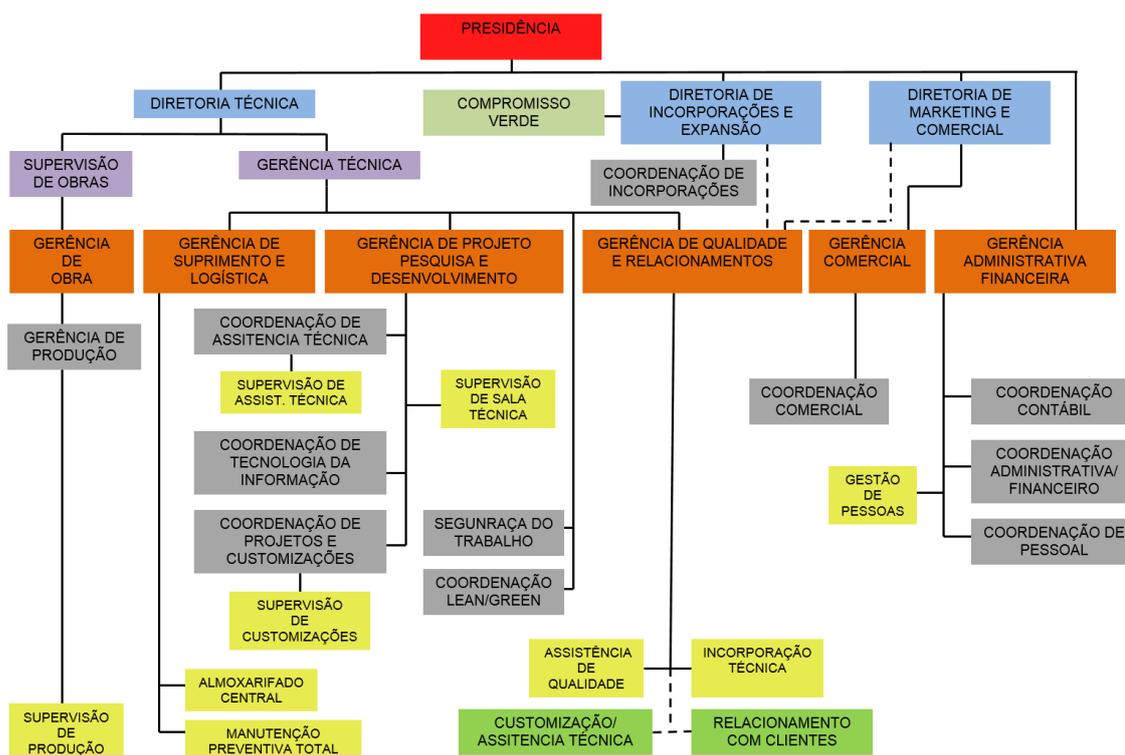


Figura 15: Organograma da Empresa “B”. Fonte: empresa adaptado pela autora.

O primeiro edifício construído foi finalizado em 1993, de um total de 14 empreendimentos verticais de apartamentos finalizados, perfazendo 500 unidades habitacionais aproximadamente²⁵. Percebe-se, também, uma tendência da empresa em diversificar a localização dos empreendimentos em novos bairros²⁶ e segmentos²⁷.

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

²⁵ Informação obtida em apresentação de seminário realizado no Sinduscon-RJ

²⁶ 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.

²⁷ Segundo 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.

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 desperdícios²⁸. 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 já pode ser visto e vivenciado nos canteiros de obra e até mesmo no escritório central, através do lean office.”²⁹

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 a coordenadora 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 (*kaizen*) 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 seção³⁰, disponibilizadas através de plataforma WEB³¹, com acesso para os projetistas.

Considerando as oportunidades de melhorias apontadas no histórico dos relatórios *kaizen* para projetos, constatou-se que 60% se referem à disciplina de arquitetura; seguido da compatibilização de projetos (13%); estrutura e fundações com 7% cada; e 13% para as demais disciplinas (instalações, paisagismo, ambientação e ar condicionado). As oportunidades de melhorias dos relatórios podem ser verificadas no

²⁸ 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.

²⁹ Site da empresa, acesso em 04/12/2013

³⁰ Projetos; gestão; parceiros; serviços preliminares; contenções; estrutura e elementos divisórios; instalações; esquadrias; acabamento; auditorias; apartamento modelo; e *hansei*.

³¹ Informações obtidas através de análise documental dos relatórios *kaizen* da empresa e entrevistas

APÊNDICE .

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

Um dos entrevistados (membro da alta direção) destacou uma limitação de lançamento de novos produtos por limitação da capacidade administrativa, onde fora a 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 meses³².

Segundo a coordenadora de projetos, a construtora tem como meta a entrega de um empreendimento por ano havendo empreendimentos simultâneos em etapas diferentes de desenvolvimento.

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. 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

³² 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.

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 relacionamentos³³, 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.”³⁴

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 um dos entrevistados, 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”³⁵*. 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:

³³ Esta gerência também está envolvida com a gestão técnica dos projetos para as incorporações (entrevista com a gerência em abril/2014).

³⁴ Entrevista com projetista em 26/02/2014

³⁵ VALÉRIA

"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"³⁶

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 [...]" (coordenadora 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 para o escritório de arquitetura³⁷, 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?"³⁸

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 estrutura que é mobilizada para o desenvolvimento do produto como, também, para execução

³⁶ Diário do Nordeste, em 06/10/2011. Fonte: http://www.lean.org.br/comunidade/clipping/clipping_213.pdf, acesso em 05/12/2013. VER (DUARTE E ELALAI, 2011).

³⁷ Entrevista com a coordenação de projetos em 11/12/2012

³⁸ Entrevista com o projetista em 07/12/2012

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 vendas³⁹. 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 imobiliário⁴⁰:

*“[...] 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.” (coordenadora)

“[...] 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. VALÉRIA

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,

³⁹ 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)

⁴⁰ Workshop realizado em 06/09/2013

a gente já tem o terreno pronto [...] trabalho muito mais no controle [...] todos os projetos para aquele empreendimento são terceirizados”⁴¹. 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, instalações, 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 empresa⁴², 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).

⁴¹ Entrevista em 11/12/2012

⁴² Informação obtida em apresentação de seminário realizado no Sinduscon-RJ

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

Neste capítulo, apresentam-se os resultados do estudo sobre processo de projeto 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 quanto ao produto imobiliário, porém em bairros distintos da cidade.

4.1 Caso 1

Trata-se de um edifício multifamiliar, composto de salão de festas, jogos, sala de musculação, sauna, quadra poliesportiva, piscina semi-olímpica e piscina infantil (ver Tabela 4).

Tabela 4 - Principais características do empreendimento

Tipo de condomínio	Residencial
N.º de torres	1
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 no estacionamento/ unidade	3 a 4

Fonte: dados do projeto

Para melhor compreensão de como ocorreu o processo de projeto, os dados das reuniões colaborativas de compatibilização de projetos foram divididas em duas fases: a primeira com reuniões integradas, lideradas pelo coordenador do projeto e da obra, mas com baixa utilização do modelo BIM; e a segunda com reuniões específicas, conduzidas pelo coordenador BIM. Com 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). Não existia hierarquização do planejamento, apenas um plano de longo prazo genérico para qualquer empreendimento.

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 instalações; 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).

A cada encontro eram estabelecidas (ver Tabela 5), 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.

Tabela 5: dados levantados nas reuniões de compatibilização, fase 1 do Caso 1

	Data	Nº participantes ⁴³	Nº deliberações	Nº Ações	Nº Metas
1	30/01/2013	08 ⁴⁴	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

As atividades para a quinzena seguinte eram listadas na ata de reunião, na qual eram previstas as entregas (que poderiam ser documentos e desenhos, por exemplo), sendo nomeados os responsáveis e o prazo 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.

Os encontros tinham duração de duas a três horas. O grande tempo de duração se deu em parte pelo elevado número de participantes, pela natureza dos assuntos tratados e a necessidade de melhoria no planejamento da reunião (por exemplo, a pauta era construída ao longo da reunião).

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 16.

⁴³ Não foi contabilizada a pesquisadora.

⁴⁴ Neste encontro não houve participação de projetistas

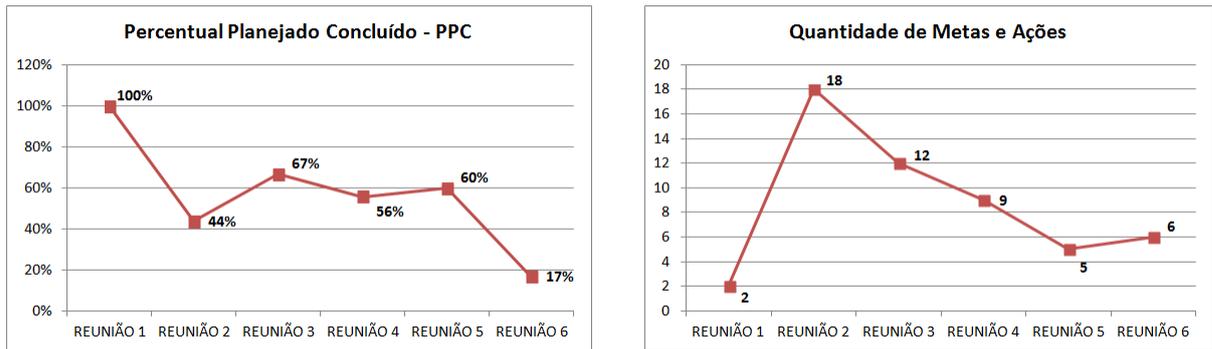


Figura 16: Percentual planejado concluído (a). Quantidade de metas e ações estabelecidas (b). Fonte: a autora.

O gráfico para o não cumprimento das tarefas (metas e ações) agendadas pode ser verificado na Figura 17. 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.



Figura 17: Razões para o não cumprimento das tarefas (metas e ações) agendadas durante a primeira fase do projeto, baseado em Ballard (2000). Fonte: a autora.

Foi explicado na primeira reunião de projeto, 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 do 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.

Nesta primeira fase, o processo de modelagem em BIM (ver Figura 18) ocorreu paralelamente ao processo de projeto convencional que foi desenvolvido pelas outras empresas. Constavam nas RDI (ver Figura 19) a identificação das disciplinas envolvidas, a categoria da requisição, o grau de prioridade, a descrição da solicitação, dentre outros. A RDI possuía um anexo indicando no modelo à localização a qual a requisição se referia (ver Figura 20).

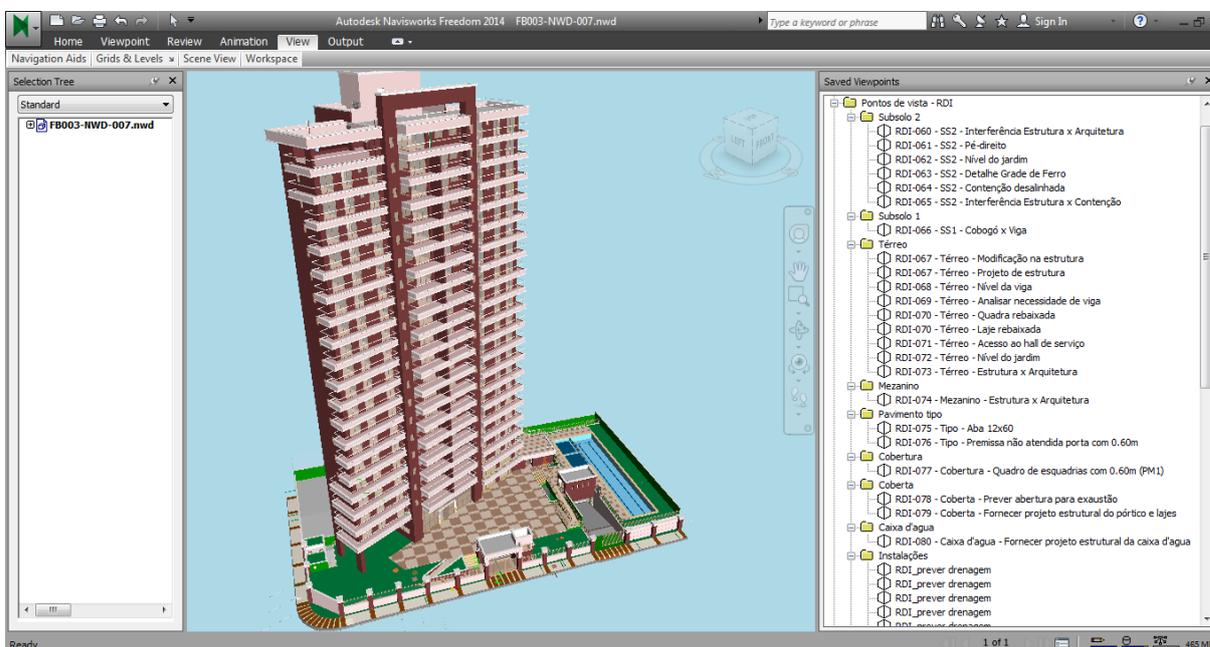


Figura 18: modelagem do projeto, Caso 1.

RDI - REQUISIÇÃO DE INFORMAÇÃO

Identificação

Contratante: [REDACTED] Obra: [REDACTED]
 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) tjo cerâmico 20x20x8 cm:
 a) gesso+tjo+gesso = 1,5+8,0+1,5 = 11,0 cm
 b) gesso+tjolo+cerâmica interna = 1,5+8,0+3,5 = 13,0 cm,
 c) cer.inter+tj. +cer.inter. = 3,5+8,0+3,5 = 15,0 cm,
 d) gesso+tj. +cer. externa = 1,5+8,0+4,0 = 13,5 cm.

Incluir arquivo de resposta

ESPESURAS DAS PAREDES NA SANTO AM

Respondido por: [REDACTED]

Figura 19: Exemplo de RDI.

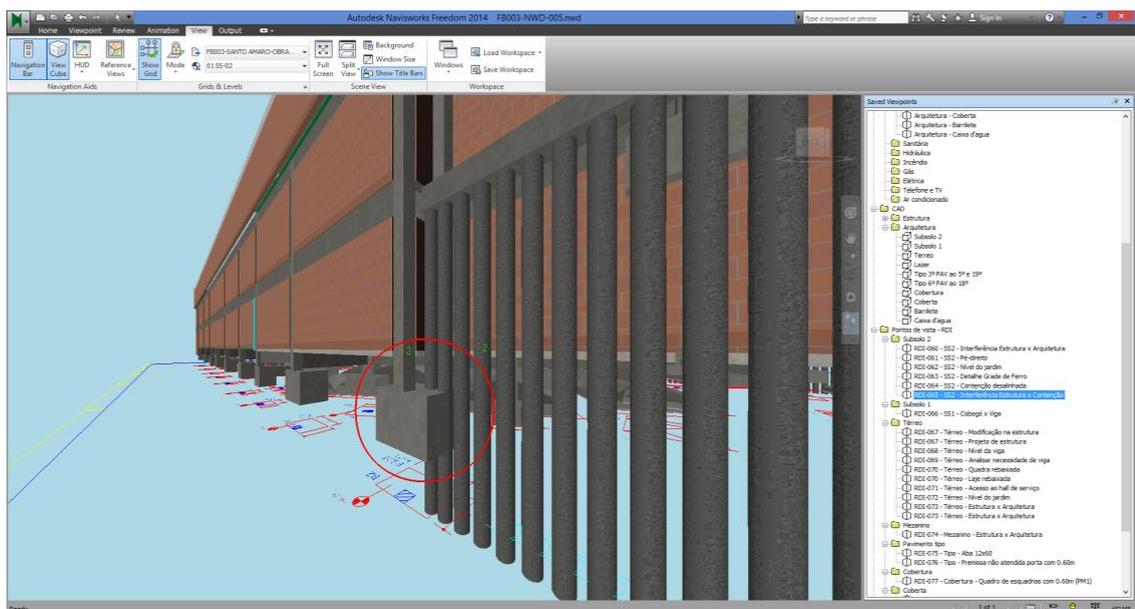


Figura 20: Exemplo do anexo da RDI. Fonte: projeto.

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 pra tomar solução de problemas, interferências*”⁴⁵. Não houve alterações de projeto quanto ao programa tendo em vista que já no início procura se chegar bem perto do produto que se deseja. Na fase 1, foram modelados os projetos de

⁴⁵ Entrevista com o consultor BIM em 12/06/2013

arquitetura e estrutura, sendo emitidos os primeiros lotes de RDI detalhados nos gráficos das **Error! Reference source not found.** e **Error! Reference source not found.**

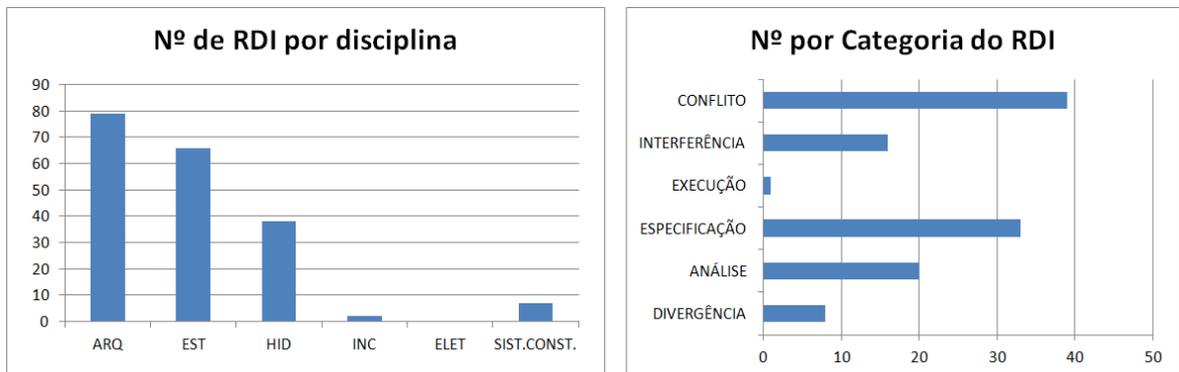


Figura 21: Número de citações por disciplina e por categoria nos RDI. Categoria da RDI. Fonte: a autora.

A categoria especificação foi a de maior incidência e tratava basicamente sobre sistema e método construtivo e materiais, enquanto na análise constavam sugestões do consultor que deveriam ser aprovadas pelos projetistas. A ferramenta BIM requer a definição antecipada de materiais, sistemas e detalhes construtivos para modelagem, pressionando as disciplinas de arquitetura e estrutura para o envio destas informações. 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, como por exemplo “prever no projeto de estrutura, aba para guarda corpo” ou “prever abertura da shaft entre a varanda dos apartamentos”.

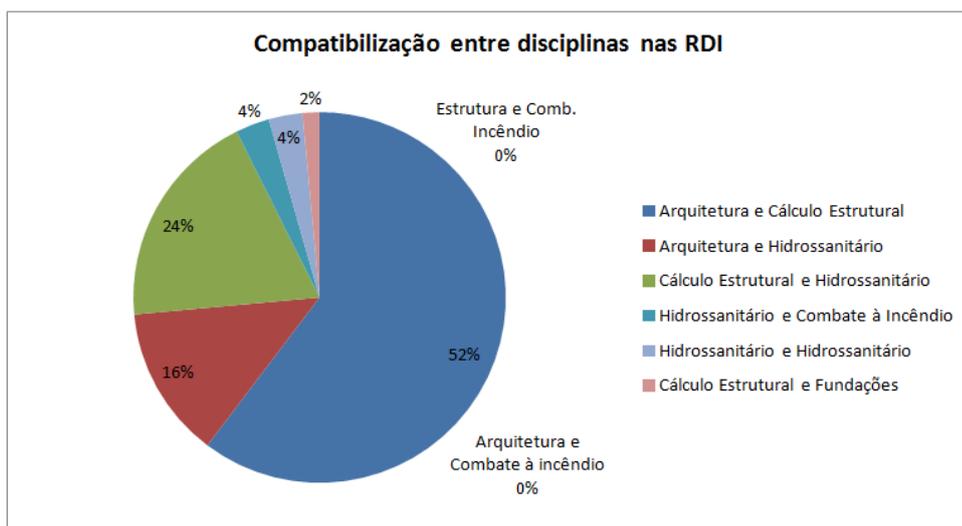


Figura 22: Percentual de compatibilização entre disciplinas nas RDI

A tecnologia construtiva foi definida pela experiência do construtor, apoiado pelas recomendações dos projetistas, porém estas definições ocorreram de forma parcelada ao longo

da evolução do projeto, gerando significativos retrabalhos. Essas informações foram fornecidas pelo engenheiro e mestre da obra e diretoria da empresa.

Por exemplo, após a finalização do projeto legal (PL) 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. 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 PL.

Com isso, foi necessária uma adequação dos projetos ao sistema construtivo utilizado em obra pela construtora, após o protocolo do projeto de prefeitura, a fim de gerar o modelo e, conseqüentemente, extrair os quantitativos para o orçamento e compor o planejamento da obra.

Ainda, após o início da obra foi definido o sistema de execução do contrapiso e montagem das esquadrias, não tendo sido objeto de revisão de projeto. Algumas sugestões dos projetistas, tais como, o fechamento do Box do banheiro foi acatado pelo construtor.

A especialidade de estrutura foi modelada em BIM a partir do software TQS⁴⁶, 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 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. Porém a modelagem não mostra a falta de ferragens. Visita a obra 16/01/2014, fala do Diego.

Uma outra questão foi relatada pelo consultor, 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. Este erro de interpretação provavelmente 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 si⁴⁷.

Ao final da sexta reunião (ver Tabela 5) houve uma suspensão dos encontros até que fossem emitidos os projetos executivos. Um dos motivos para a interrupção das reuniões

⁴⁶ TQS é um software para projetos estruturais. Disponível em <http://www.tqs.com.br>, acesso em 11/02/2013

⁴⁷ Entrevista em 14/11/2013

foi a dificuldade de agenda com os projetistas e consequente solicitação pelos profissionais. VER ARTIGO IGLC2014.

Antes da emissão dos projetos executivos, foi realizado novo encontro no dia 11/07/2013 sem a participação dos projetistas de instalações. O encontro teve como objetivo principal a análise de 26 RDI (referentes às disciplinas de arquitetura e estrutura) que ainda estavam pendentes (ver Tabela 6). 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. Até fevereiro de 2014 foram abertas 117 RDI para os projetos de arquitetura, estrutura, instalações hidrossanitárias e combate à incêndio.

Tabela 6: evolução das requisições de informação (RDI) durante o Caso 1 em 2013

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

Na fase 2, os encontros passaram a ser mais focados em questões específicas, e sem a participação da equipe de projeto completa. Os projetistas de instalações só iriam iniciar os projetos executivos após o recebimento dos projetos de arquitetura e estrutura compatibilizados. Esta foi uma premissa estabelecida pelos próprio projetista de instalações a fim de evitar retrabalhos. Nesta fase, os resultados das definições não são mais registrados em ata para posteriores soluções dos projetistas. As decisões são tomadas no local, sempre que possível, e o registro se dá pelo modelo gerado no momento da reunião. Alguns documentos tradicionais passam a ser eliminados a partir do momento em que a colaboração passa a ser diretamente nos modelos BIM REPETIDO PARA COMENTAR

Tabela 7: dados levantados nas 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

Havia uma grande expectativa de que com a adoção da modelagem BIM e as reuniões de compatibilização de projeto haja uma redução dos problemas de obra gerados por

falha de informação nos projetos e uma melhoria na qualidade e nível de detalhes dos projetos.

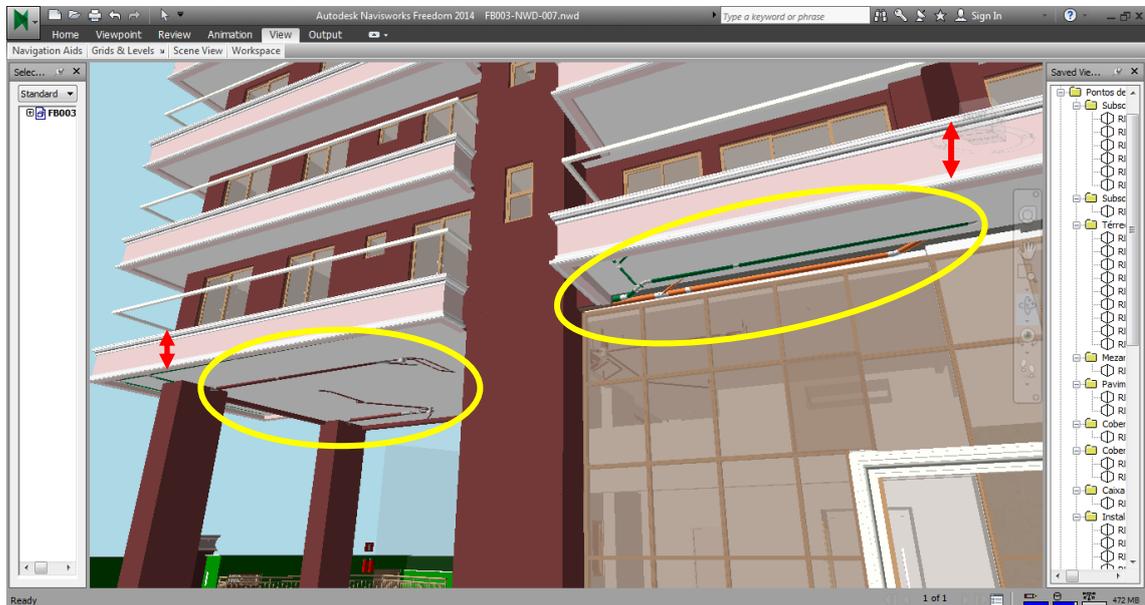


Figura 23: Interferência entre arquitetura e instalações hidrossanitárias.



Figura 24: Obra executada com correção da interferência apontada na Figura 23

Havia uma meta de integrar o projeto e o processo de planejamento da obra, ou seja, a modelagem deveria seguir as etapas de execução e os pacotes de trabalho da linha de balanço. Entretanto, como a obra foi iniciada antes da finalização dos projetos o planejamento de longo prazo foi montado a partir do histórico de obras anteriores de mesmo porte. Neste caso, parte do desenvolvimento do projeto e obra ocorreram simultaneamente, mas não pode

ser dito que trata-se de um caso de Engenharia Simultânea pois não ocorreu de forma planejada, resultando em atraso na obra.

A consultoria BIM não possuiu 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 escritórios de projeto⁴⁸, resultando em atrasos e falhas nos desenhos entregues; e a necessidade de quebra de paradigma entre os profissionais e das 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.”

⁴⁸ Tendo em vista que o mercado contrata os mesmos parceiros, conforme visto anteriormente.

Quanto à interação com o coordenador da obra, já houve uma relação direta. Na visão do consultor, as principais informações para construção do 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”*⁴⁹.

Conforme dito anteriormente, o planejamento da obra é realizado por uma segunda consultoria contratada, mas que já tem um histórico de obras junto com diversas construtoras e/ou incorporadoras, inclusive com a própria empresa deste caso. Essa empresa passou os requisitos e informações diretamente para a consultoria BIM para que o modelo também fosse gerado atendendo a equipe de planejamento.

O planejamento foi realizado seguindo a experiência do consultor e do engenheiro coordenador da obra e projeto e o 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, é um padrão do engenheiro.

Desta forma, a modelagem da edificação foi executada, inicialmente, seguindo os pacotes de trabalho definidos junto com o consultor de planejamento de obra (ver Figura 25). A interface do planejamento da obra e o BIM iniciou a partir da setorização da modelagem. Essa setorização da obra ela é influenciada, basicamente, pela maneira como a empresa executa. Outras decisões também interferem nessa setorização, por exemplo:

“[...] 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)

⁴⁹ Entrevista realizada em 12/06/2013

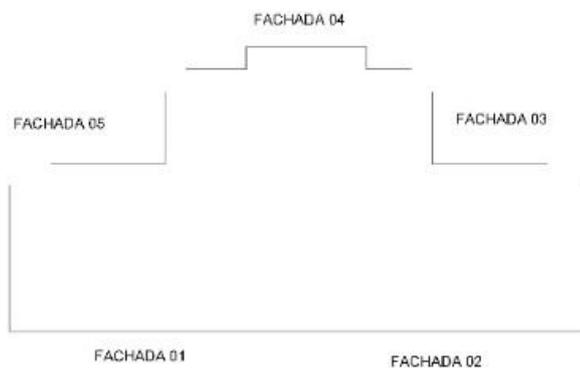


Figura 25: Zoneamento

Entretanto, a programação da construção foi iniciada a partir de histórico de obras anteriores, tendo em vista que a obra foi iniciada sem a finalização dos projetos, do orçamento e do processo de modelagem.

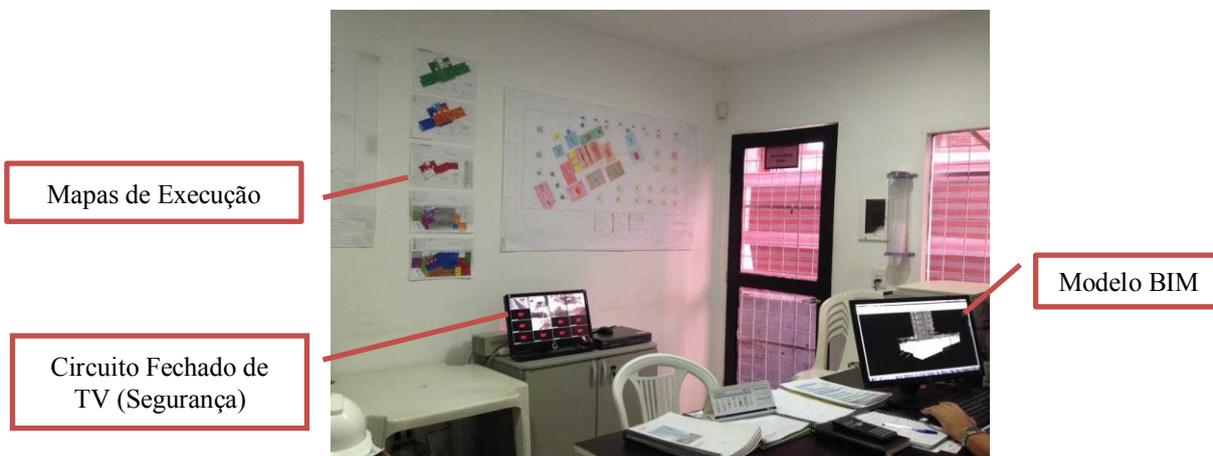


Figura 26: Procedimentos de controle do canteiro de obra



Figura 27: Procedimentos de controle do canteiro de obra

Houve uma participação efetiva da diretoria no planejamento e desenvolvimento do projeto, porém no planejamento da obra a diretoria não interferiu tanto, na visão do consultor de planejamento de obra. Eles participaram mais da discussão do resultado.

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

Neste item, será detalhado o mapeamento do fluxo de valor (MFV) simplificado do processo de projeto e do desenvolvimento de produto da empresa, seguindo as etapas propostas por Freire e Alarcón (2002) para implantação do lean design, detalhado no item 2.4.3. O sequenciamento seguiu as recomendações de Rother e Shook (1999):

1. Elaboração do mapa do estado atual do processo de projeto como um todo;
2. A partir deste mapa identificam-se os desperdícios e oportunidades de melhoria para implementação de um fluxo contínuo;
3. É proposto um mapa de estado futuro, eliminando os desperdícios, visando um fluxo de trabalho contínuo.

Desta forma, o fluxo de valor atual foi mapeado, conforme Figura 28. Foram representados os principais processos envolvidos na elaboração dos projetos do empreendimento. Os lotes de produção, considerado no contexto deste estudo, foram as etapas de projeto e as disciplinas. Nas reuniões de compatibilização, a partir dos lotes das disciplinas foram puxados lotes de informação, conforme as necessidades apontadas pela equipe.

Os fornecedores estão as várias empresas de projeto, porém também representam a produção do projeto no desenvolvimento do produto, uma vez que a equipe é totalmente externa à organização. Os dados de cada processo, inseridos nas caixas, foram obtidos através de entrevistas, observação de direta e análise documental dos arquivos de projeto (CAD). METODOLOGIA???? INCLUIR O PLANEJAMENTO DA OBRA???? OU seu tempo foi considerado no tempo total??????? O cliente, na verdade o usuário final estimado através de consultas a corretores de imóveis e benchmarking, está representado pela caixa à direita. O prazo do empreendimento e as datas de início e fim do mesmo são estabelecidas pelo fluxo de caixa previsto e as regras de financiamento vigentes.

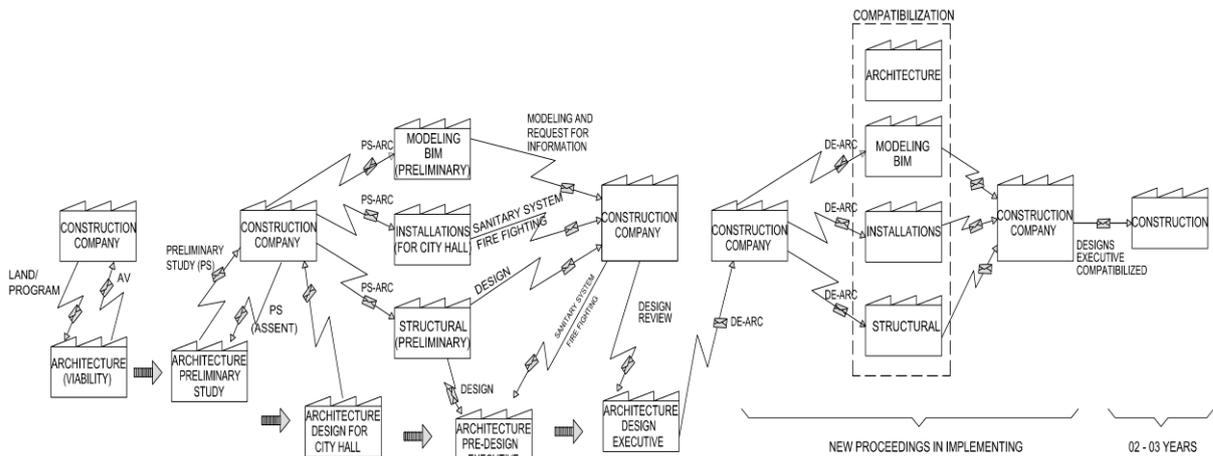


Figura 28: Mapeamento Geral do Fluxo de Valor estado atual. Fonte: a autora.

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 empreendimentos e 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.

Na parte inferior do mapa estão as caixas de processo que representam as principais atividades envolvidas na elaboração do projeto da disciplina em destaque. Cabe ao coordenador de projeto e obra gerenciar o desenvolvimento do projeto.

Os processos (disciplinas) têm ritmos diferentes, e isto resultou em períodos os quais não ocorreram atividades em algumas disciplinas (por exemplo, projeto elétrico). Acontece que determinadas disciplinas dependem da entrada de informação de outros processos, o que gerou um estoque ou trabalho em progresso???

Observou-se a postura por parte da diretoria de utilizar grandes estoques e folgas 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, houveram momentos de trabalho em progresso.

Para a realização dos mapas detalhados foi acompanhado todo o processo de desenvolvimento do projeto, desde a primeira reunião de integração da equipe até as fases iniciais da obra, quando houveram as últimas entregas do projeto. O Mapa detalhado foi dividido por disciplinas para facilitar a leitura e entendimento. Ressalta-se que, apesar do mapa conter informações sobre todo o fluxo desse empreendimento, o foco do trabalho era o projeto.

O projeto arquitetônico representa um processo crítico para a geração de valor do produto, além de ser a base para os demais projetos complementares e integração das especialidades. Desta forma, foi tomado como linha guia do mapeamento do fluxo de valor por ser a disciplina que faz a conversão do que é valor sob o ponto de vista do cliente, inicia o projeto e percorre todo o processo, além de demandar mais tempo de elaboração, conforme constatado na coleta de dados. Portanto, seu *lead time* confunde-se com o *lead time* da fase de projeto.

O MFV atual foi útil para visualizar como o processo de projeto se desenvolve na empresa, para reconhecer as diferentes atividades envolvidas e identificar as perdas existentes. Foi possível medir o tempo em cada fase de produção, e levantar dados, tais como: elaboração, revisão, correção e distribuição.

CONSIDERANDO QUE AS RDI DO EP FORAM REFERENTES À QUALIDADE DO PROJETO (NÃO FOI COMPATIBILIZAÇÃO). AS RDI DO PL FOI ARQ E EP EST SÓ FORAM CORRIGIDAS PARA O PROJETO LEGAL.

Foi realizado um workshop no dia 15/05/2013 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 intensa discussão das questões do processo de projeto e sobre as necessidades e dificuldades dos projetistas.

A partir de auditorias nos desenhos CAD, observação e entrevistas, foi possível levantar dados sobre o tempo de elaboração projeto legal (TRA) e o tempo para disponibilização deste projeto para a equipe (TP), conforme podemos verificar na Figura 29.

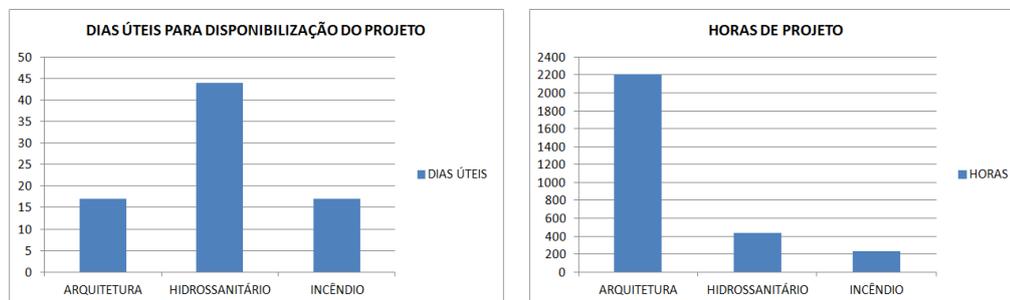


Figura 29: Tempo de Permanência de Projeto (TP) x Tempo Real de Atividade de Projeto (TRA), na fase de projeto legal (aprovação). Fonte: a autora

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. Na fase de projeto legal para aprovação nos órgãos, por exemplo, enquanto no projeto de arquitetura observou-se um percentual de 90% de horas trabalhadas efetivas no tempo de ciclo, este valor foi de apenas 10% para o projeto hidrossanitário e 30% no projeto de combate a incêndio. Portanto, o tempo usado para efetivamente projetar era apenas uma pequena fração do tempo de ciclo total, semelhante ao apontado no estudo realizado por Freire e Alarcón (2002). Documentos e desenhos passaram a maior parte do tempo nos estoques, aguardando informações para serem trabalhados.

A presença um consultor para a modelagem BIM é vista como uma vantagem por parte da equipe devido ao fato de haver certa independência, o que poderia ser fragilizado caso um dos projetistas também absorvesse essa função. Porém, não há 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 pode perceber o incremento no processo decorrente da modelagem BIM.

O engenheiro coordenador ressaltou que o seu envolvimento no projeto deveria ocorrer o mais cedo possível⁵⁰. 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.

DESCREVER OS PROBLEMAS ENCONTRADOS NO MFV ATUAL.

Para o consultor, 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 obra⁵¹.

Uma particularidade da empresa é que um dos diretores é possui bastante experiência e vivência 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*”.

Através da fase de compreensão, foi possível identificar e mapear as perdas do processo, tendo sido utilizados alguns indicadores que demonstraram que apenas cerca de X% de aderência do planejamento da organização. Este baixo percentual de atendimento ao

⁵⁰ Entrevista em junho/2013

⁵¹ Entrevista em 14/11/2013

planejamento deu-se, em parte, à falta de monitoramento do processo e o longo período de elaboração de projetos, bem como do período entre as reuniões de projeto.

4.1.2 Análise Caso 1

A empresa adotou nova metodologia para processo de projeto de novos produtos a partir dos empreendimentos pilotos objetos desta pesquisa que, portanto, não estava plenamente estruturada. Com isso, foram identificados pontos positivos como também deficiências e oportunidades de melhoria no planejamento do processo de desenvolvimento de produto e de projeto. Estes foram acompanhados desde a fase de projeto legal até os projetos executivos, exceto os projetos elétrico e telefônico. No total foram geradas 07 versões do modelo para o Caso 1.

As reuniões entre os projetistas e a implantação do BIM tinha como objetivo traçado pela própria empresa a antecipação de soluções e de interferências entre os diversos projeto. Foi apontado pelos entrevistados que parte desse objetivo foi alcançado, 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 ocorreu dentro do prazo esperado, sendo resolvida na própria obra. Quando a solução dependia exclusivamente do projetista, houveram atrasos na obra, onde o maior deles durou cerca de 03 meses, paralisando a obra.

Destaca-se, ainda, que o processo de projeto e desenvolvimento de produto ocorreu de forma tradicional, apesar do uso da plataforma BIM. Percebeu-se que não houve uma apropriação do BIM pela equipe e estava sendo utilizado pelos projetistas apenas para a visualização em 3D, auxiliando nas discussões durante as reuniões da primeira fase. 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 modelo⁵². Após as revisões, era disponibilizado pelos projetistas para modelagem BIM pelo consultor.

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.

⁵² Semelhante ao trabalho de Manzione (2013).

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. A análise crítica pelo coordenador prevista no manual de qualidade da empresa não foi considerado pré-requisito para finalização de uma etapa e início de outra, ou até mesmo, para protocolo do projeto na prefeitura. HAVIA UMA RESISTENCIA PORQUE ELE APONTAVA OS ERROS.

Por isso, a participação da equipe de projeto a partir da fase do projeto legal 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. Com a mudança da metodologia de projeto, após suspensão das reuniões quinzenais e o workshop do dia 15/05/2013 a compatibilização dos projetos passou a ser liderada pelo consultor BIM, sendo a ferramenta melhor utilizada.

As alterações no sistema construtivo das alvenarias aumentaram a pressão sobre o projeto de arquitetura e gerou, além de retrabalho, trabalho em progresso, perdas e estoques nos projetos complementares que ficaram aguardando as modificações para realizar suas alterações e continuação dos trabalhos. É importante frisar que as mudanças geraram novas necessidades de compatibilização e novas iterações de projeto.

Quanto às reuniões de gerenciamento, a avaliação das duas equipes é que as reuniões poderiam ser mais produtivas, além de um excesso do número de participantes. Segundo os entrevistados, isto contribuiu para a dispersão da equipe e uma grande dificuldade para focar no que estava na pauta, contribuindo para ocorrência de discussões paralelas. Na opinião de um dos entrevistados, certos assuntos deveriam ser tratados em estâncias separadas, evitando temas pontuais. Percebeu-se que o coordenador de projeto e obra possui relativa autonomia para aprovações, sendo mais forte na obra, até mesmo devido à sua formação e por tratar-se de um projeto piloto, onde o profissional nunca atuou na fase de projeto.

Conforme entendimento da equipe, há desperdício de tempo nas reuniões 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. Desta forma, há uma clara necessidade de um melhor delineamento de objetivos e pauta, bem como estabelecendo tempo de duração mais curto para finalização dos encontros.

Apesar da meta estabelecida pela incorporadora-construtora de iniciar a obra com todos os projetos finalizados (cujo prazo foi estimado em 06 meses), as obras foram iniciadas, por questões administrativas, sem a conclusão de nenhum projeto.

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 8 e Figura 30).

Tipo de condomínio	Residencial
N.º de torres	1
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 ou 4

Fonte: dados do projeto



(a)



(b)

Figura 30 (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 projetos⁵³.

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 instalações, 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 9). Vale ressaltar que estes encontros tiveram início na fase de projeto para prefeitura (também denominado projeto legal).

Tabela 9: dados levantados nas reuniões integradas do Caso 2, na primeira fase do projeto

	Data	Nº participantes ⁵⁴	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

Foram coletados dados quanto ao atendimento das tarefas definidas e monitorados, para fins desta pesquisa, o percentual planejado concluído (PPC) da etapa de projeto. Esse monitoramento foi importante para verificar a aderência do empreendimento ao planejamento, a estabilidade do processo, bem como o compromisso da equipe (VER TRABALHO DA DANIELA). O resultado pode ser constatado na **Error! Reference source not found.**

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

⁵³ Entrevista com o coordenador de projeto/ obra em 17/07/2013

⁵⁴ Não foi contabilizada a pesquisadora, tendo sido computadas as equipes de projeto e planejamento.

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 31) 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.

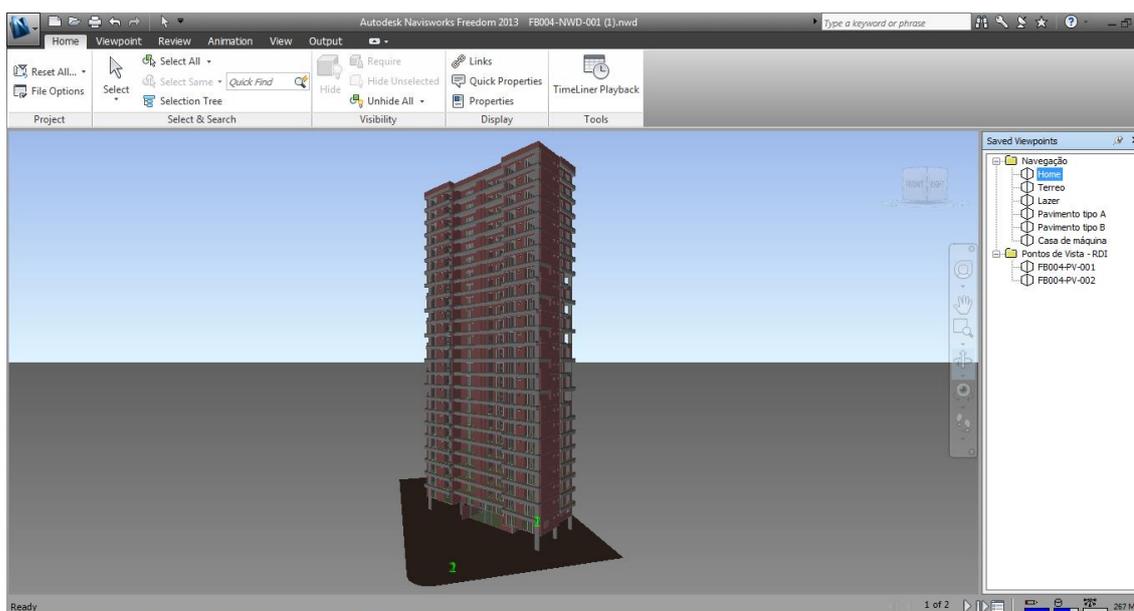


Figura 31: modelagem do projeto, Caso 2.

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.

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*”⁵⁵. O coordenador concordou em suspender as reuniões porque também entendia que as mesmas

⁵⁵ Workshop realizado no dia 16/08/2013.

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.

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 instalações⁵⁶. 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. FALTA A VISÃO HOLÍSTICA DO PROBLEMA

“[...] 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 ai sim aquela história das mantas, nos mais detalhes ai 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 ai o start já é com aquelas dimensões.”⁵⁷

Quando os encontros passaram a ter um número menor de participantes o coordenador emitiu opinião preliminar: *“agora está ótimo!”*⁵⁸. 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 utilizado.

Porém, na visão do escritório de arquitetura, o projetista de instalações 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, 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”*.⁵⁹

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

⁵⁶ E-mail trocado entre a equipe de projeto no dia 17/01/2014.

⁵⁷ Entrevista em 17/07/2013

⁵⁸ Entrevista em 17/07/2013

⁵⁹ Workshop realizado no dia 16/08/2013.

Paulo⁶⁰, que (na sua visão) possui qualidade melhor de projetos e uma relação mais profissional⁶¹.

Esta observação vai de 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.

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].”

De todas as especialidades relacionadas, somente arquitetura e estrutura estão utilizando modelo BIM. Quando questionado sobre quais disciplinas de projeto não fazem parte do processo e deveria ser contratado o coordenador citou o projeto de impermeabilização.

Boa parte das alterações na obra são devido à erros de projeto (Diogo).

COMO NÃO FOI POSSÍVEL MEDIR OS TEMPOS UTILOU-SE A FERRAMENTA BPMN. O BIM PODE PRODUZIR DESENHOS MAIS RÁPIDOS MAS O PROCESSO DE PROJETO E OS ATORES TIVERAM MAIS INFLUENCIA NO TEMPO DE DESENHO (VER LIKER)

⁶⁰ 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). **E EM FORTALEZA?**

⁶¹ Opinião dada pelo consultor BIM em 14/11/2013.

4.2.1 Mapeamento do Processo de Projeto -
 4.2.2
 4.2.3 Empresa “A”

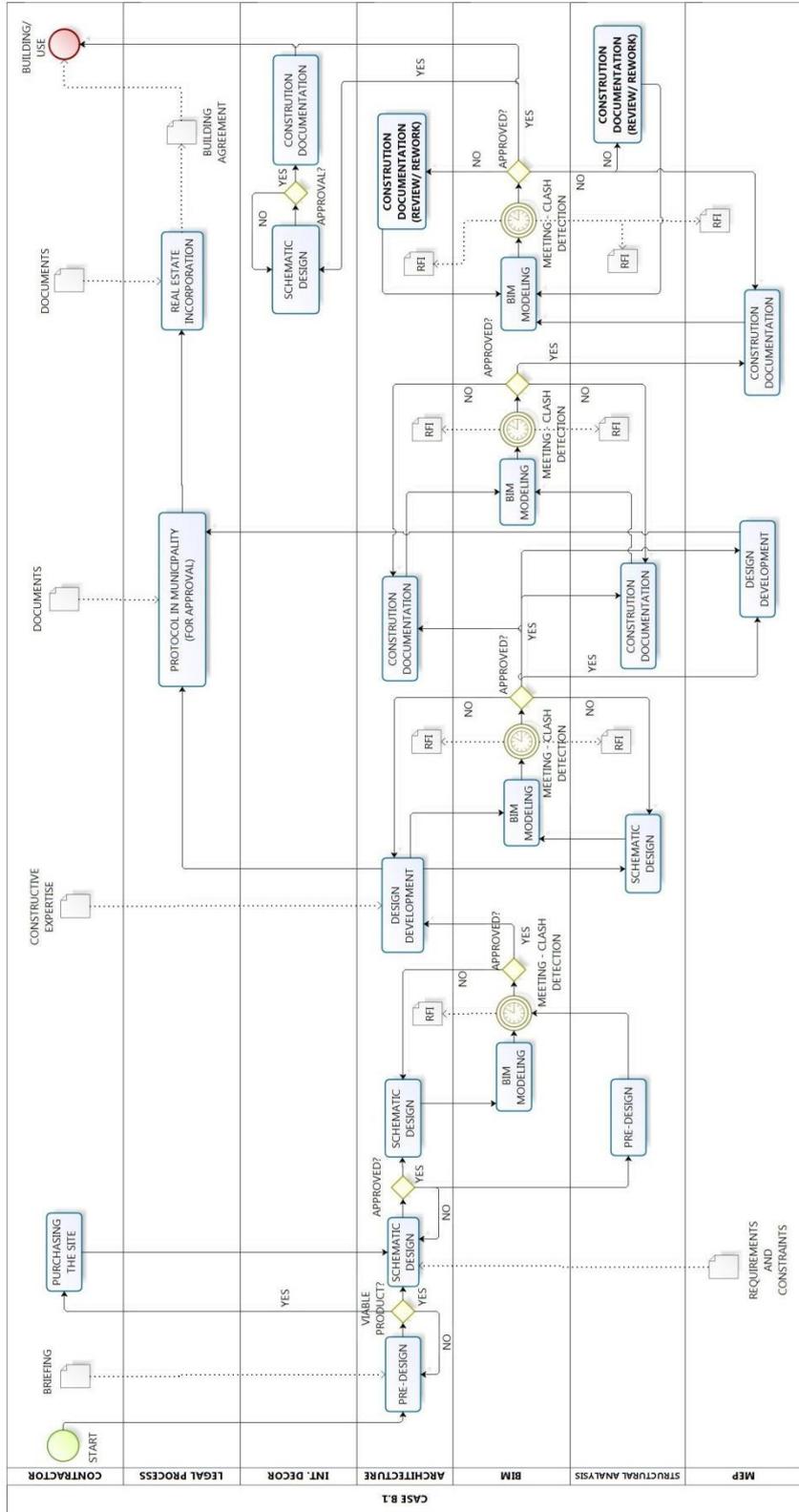


Figura 32: mapeamento

4.2.4 Quadro (ver descrição)

A partir da coleta de dados, foram identificados uma série de princípios do pensamento enxuto relativos ao caso estudado. Para tanto, adotou-se a tabela desenvolvida por Jørgensen (2006) a fim de fornecer uma visão geral sobre esses achados. A tabela contém uma série de ferramentas concretas, métodos e procedimentos que são mencionados na literatura como medidas que podem ser aplicadas para concretizar a aplicação do pensamento enxuto (na fabricação e / ou construção), além dos princípios mais abstratos da filosofia lean.

Quadro 8: Visão geral dos elementos encontrados na

Empresa “A” que atendem ao pensamento enxuto

Lean Design/ Etapa de Construção	Maioria dos processos	Em alguns aspectos	Não está presente	Contraditório	Fonte de evidência
Foco na criação de valor para clientes e usuários		×			Disponibilização de serviços e espaços, tais como, vaga para visitante;
Mapeamento do fluxo de valor				×	Não foi encontrada evidência
Valor interpretado sem ambiguidade em relação ao cliente final			×		Customização com restrições, para determinados clientes;
Foco na redução de desperdício/ perdas		×			Foco concentrado na etapa de produção, devendo melhorar a redução de perdas na atividade de elaboração do projeto.
Abordagem de valor e desperdício sob uma visão sistêmica					
Busca pela perfeição					USO DE INDICADORES???
Experimentação sistemática	×				Busca por novos métodos de trabalho (BIM) e novos sistemas construtivos (CONTRAPISO)
Estratégia de melhoria contínua do processo	×				Reuniões periódicas para avaliação das oportunidades melhorias
Estratégia para fazer melhorias permanentes					
Estratégia para reforçar a aprendizagem					

Inter organizacional e aprendizagem em equipe					
Envolvimento dos fornecedores no início de projeto	×				Por exemplo, fornecedor do sistema de contrapiso
Redução sistemática da variabilidade					
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.
Controle de produção em todo o processo de projeto / construção		×			Na obra é bem desenvolvido, mas no projeto não totalmente
Simplifique a organização					Equipe enxuta, terceirizando as equipes de planejamento da obra e modelagem BIM (ISSO REALMENTE SIMPLIFICA??)
Envolvimento efetivo do cliente no projeto				×	Consulta a corretores e benchmarking
Processo de projeto baseada em conjunto					
Transparência no processo de projeto				×	Ferramentas inadequadas
Transparência no processo de produção	×				Last planner
Medidas para melhorar sistematicamente colaboração					
Abordagem de “puxar” o projeto				×	Projeto empurrado
Abordagem de “puxar” a produção			×		Last planner, linha de balanço
Relações duradouras da cadeia de suprimentos	×				Através da Coopercon
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.
Garantia de fluxo de trabalho contínuo				×	No projeto isso não ocorre, várias interrupções e falta de monitoramento; obra iniciada sem finalização de projetos e sem implantação de engenharia simultânea.
Nivelamento da carga de trabalho			×		Equipe de projeto e consultores externos, porém acúmulo de funções do engenheiro da obra (manutenção, obra e projeto)

Last Planner System		X			Implantado para obra, sem vínculo com projeto
5S					
Just-in-time					
poke yoke					
Abordagem sistemática para a identificação de pontos fracos					

Indicadores de integração de projeto	Fonte de evidência				
	Maioria dos processos	Em alguns aspectos	Não está presente	Contraditório	
Project delivery team com um único foco e os objetivos para o projeto			X		Projetistas externos à organização, coordenador de projeto acumula funções e projetos
Project delivery team operando sem limites entre os vários membros da organização	X				
Project delivery team trabalhando para resultados mutuamente benéficos, garantindo que todos os membros apoiem uns aos outros e os resultados são compartilhados por toda a equipe			X		Há boa relação, porém os escritórios são contratados separadamente; foco na redução de custos dos fornecedores
Project delivery team capaz de prever com mais precisão, o tempo e as estimativas de custo, utilizando plenamente as habilidades coletivas e conhecimentos de todas as partes		X			Utilização de histórico dos empreendimentos; porém a estimativa da duração das etapas de elaboração de projetos apresentou falhas
Project delivery team compartilhando informações livremente entre os seus membros de tal forma que o acesso não é restrito a determinadas profissões e unidades organizacionais dentro da equipe	X				Informações disponível em sistema virtual (nuvens) com livre acesso para todos os envolvidos.
Project delivery team com uma					Apesar da integração e flexibilidade, as

composição flexível dos membros da equipe e, portanto, capaz de responder às mudanças ao longo da duração do projeto		×			decisões são bastante centralizadas
Project delivery team co-localizado com uma nova identidade					
Project delivery team oferecendo aos seus membros a igualdade de oportunidades para contribuir para o processo de entrega	×				
Project delivery team operando em um ambiente onde as relações sejam equitativas e os membros são respeitados	×				
Project delivery team com uma cultura do "não culpado"	×				

4.2.5 Análise

4.2.6

4.2.7 Empresa “A”

4.3 Caso 3

Trata-se de um edifício multifamiliar, constituído de uma torre, com três apartamentos por andar, havendo dois padrões de apartamentos, sendo que um deles possui elevador exclusivo (ver Tabela 10). 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 10: Principais características do empreendimento

Tipo de condomínio	Residencial
N.º de torres	2
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 ou 4
--------------------------------	--------

Fonte: dados do projeto



Figura 33: Maquete eletrônica do empreendimento. Fonte: folder de vendas.



Figura 34: Pavimento tipo, torre 01. Fonte: folder de vendas.

O planejamento do projeto foi dividido em: concepção do produto, restrições, desenvolvimento de projetos, e planejamento geral da obra e orçamento. Após a etapa de concepção do produto, a coordenação de projetos ficou responsável pelo monitoramento e controle do desenvolvimento dos projetos técnicos. O departamento de projetos adotou como ferramenta para o gerenciamento do processo um cronograma de barras através do gráfico de Gantt, utilizando o software específico. Figura 35: Cronograma de projetos. Fonte: empresa pesquisada.. Nesta programação eram definidas as datas marco das entregas e reuniões de compatibilização (ver Figura 35).

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	RESTRICÇÕES	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 LUMINOTÉCNICO	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 LUMINOTÉCNICO	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 35: Cronograma de projetos. Fonte: empresa pesquisada.

Depois do processo de aprovação do estudo preliminar (desenvolvidos durante a concepção do produto), foram contratados os projetos complementares de engenharia, tais como, cálculo estrutural, instalações (responsável pelas disciplinas elétrica, hidráulica, sanitária, incêndio, gás e SPDA - sistema de proteção contra descargas atmosféricas), luminotécnico e impermeabilização. Ao total, a construtora aponta uma quantidade acima de 20 disciplinas de projeto⁶².

Após a concepção do produto, o arquiteto iniciou o anteprojeto e as disciplinas complementares passaram então a realizar estudos de pré-dimensionamento de estrutura (definição do modelo estrutural e fôrma básica do pavimento tipo) e premissas para instalações, através da “Ficha de especificações técnicas para premissas de projetos”, desenvolvida pelo escritório. O objetivo principal deste documento é conhecer detalhadamente o padrão desejado para o projeto das instalações do empreendimento.

O estudo preliminar de estrutura foi considerado concluído após a análise crítica do arquiteto e do construtor e parecer final de que a estrutura do pavimento tipo atende às necessidades. No desenvolvimento do projeto, todos os pavimentos foram trabalhados simultaneamente, devido à compatibilização, principalmente quanto às interferências verticais, tais como pilares e shafts. Contudo, o projeto parte do pavimento tipo e

⁶² Informações obtidas por slides de evento do Sinduscon-RJ e entrevista com a coordenação.

implantação. A cobertura foi finalizada por último, tendo em vista que, como não há uso, não existem premissas do usuário, apenas restrições técnicas. Algumas disciplinas trabalham pavimentos específicos, tais como ambientação e luminotécnico (por exemplo, o subsolo). Por tanto, cada disciplina trabalha seu projeto de forma integral, mas somente aquilo que lhe cabe.

Em seguida, passou-se a desenvolver o projeto de prefeitura, também chamado de projeto legal. Conforme Quadro 9, a disciplina de instalações também possui uma etapa de projeto legal, e passou a coletar requisitos das redes de concessionárias; localização e pré-dimensionamento dos espaços para as shafts e prumadas; distribuição de painéis elétricos e telefônicos; solução para sistema de efluentes, dentre outros.

Quadro 9: Etapas de projeto por especialidade

Arquitetura	Estrutura	Instalações	Paisagismo
Estudo de Viabilidade			
Estudo Preliminar			Estudo Preliminar
Ante-projeto	Estudo Preliminar (estudo pavimento tipo)	Premissas	Ante-projeto
Projeto Legal		Projeto Legal	
Vendas			
Projeto Básico	Ante-projeto (pré-formas)		Projeto Básico
Projeto Básico Revisado			
Projeto Executivo 1ª etapa	Projeto Executivo	Projeto Executivo	Projeto Executivo
Projeto Executivo 2ª etapa			

Nestas etapas, deu-se início as reuniões de compatibilização de projeto entre arquitetura, estrutura e instalações. A projetista de impermeabilização participou da primeira reunião informando as premissas referentes à sua disciplina. Não houve a participação do projetista de contenção, tendo em vista que o prédio não possui subsolo, estando os pavimentos de estacionamento acima do nível do terreno. Os projetistas de ambientação e paisagismo continuaram reunindo-se periodicamente com a empresa, conforme comentado no item 3.6.1, porém não participaram do grupo de compatibilização.

Percebeu-se, nos primeiros encontros, que a pauta da reunião tinha uma orientação reativa, ou seja, os participantes passavam a maior parte do tempo descrevendo quais tarefas haviam sido concluídas, sem verificar a aderência ao planejamento. Contudo, passou-se a checar nas reuniões se as tarefas haviam sido concluídas dentro do cronograma, quais estavam pendentes e as respectivas razões. INCLUIR EVIDÊNCIA.

Segundo a coordenadora, não existe uma rigidez na periodicidade das reuniões. 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”. Contudo, na fase de projeto executivo, o desenvolvimento dos projetos ocorreu de forma mais independente. As datas e detalhes das reuniões de compatibilização podem ser verificadas Tabela 11.

Tabela 11: dados levantados nas reuniões de compatibilização do Caso 3

Data	Nº participantes ⁶³	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 tabela um alto índice (31%) de tarefas sem definição de prazo e baixo índice (23%) de definições na própria reunião, postergando as decisões. Deve-se dizer que alguns assuntos tratavam-se apenas de comunicados, decisões já tomadas.

Após as reuniões descritas na Tabela 11 e início do processo de registro de incorporação, as reuniões de compatibilização foram suspensas, tendo em vista que o projeto executivo só será elaborado após o início da obra (ver citações abaixo).

“[...] 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 precisa entrar em uma fase de projeto aprovado para estar apto às vendas para depois começar os executivos [...] não fazia sentido eu estar imobilizando dinheiro, tempo, a energia das gestões técnicas nesse momento em que nem venda ainda eu iniciei, 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, 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?”

Ressalta-se que a definição do produto ocorreu ao longo de todo o desenvolvimento do projeto, durante encontros específicos, e com a participação de vários intervenientes. As atividades que foram desenvolvidas nesse período, entre o projeto legal e o projeto executivo, referem-se à customização em massa do produto, segundo relatos abaixo:

⁶³ Não foi contabilizada a pesquisadora, tendo sido computadas as equipes de projeto e colaboradores.

“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 sabe 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)

Existe uma plataforma de gerenciamento de informações on-line, onde os projetistas transferem os arquivos para análise da incorporadora-construtora, e após a aprovação, é liberado para download (ver Tabela 12). Segundo a coordenação de projetos, a análise crítica é orientada pelo relatório *kaizen* da empresa e os procedimentos do sistema de qualidade.

Tabela 12: arquivos na plataforma de gerenciamento de arquivos em 06/12/2013

Disciplina	Etapa	Título	REV	Data
Paisagismo	AP	Paisagismo	00	09/09/13
Fundações	AP	Fundações	00	24/09/13
Cálculo Estrutural	PB	Pré-forma/ Planta de Carga	00	19/06/13
Cálculo Estrutural	PB	Pré-forma/ Planta de Carga	00	20/06/13
Cálculo Estrutural	PB	Pré-forma/ Planta de Carga	01	06/09/13
Instalações	PL	Combate a Incêndio	00	27/08/13
Instalações	PL	Hidrossanitário	00	29/08/13
Instalações	PE	ETE	00	03/09/13
Topografia	PE	Georreferenciamento	00	10/06/13

Foram realizadas inspeções em todas as etapas de entrega de projeto com a finalidade de garantir que apenas projetos validados fossem liberados para etapas subsequentes e para a execução da obra. Os projetos são inspecionados pela coordenação de projetos e os laudos dessas inspeções são encaminhados por e-mail para os projetistas, numa eventual necessidade de correção. Caso não haja revisão de projeto, o mesmo é liberado para download no sistema on-line contratado pela empresa.

Em paralelo, a Coordenação de Projetos elaborou o memorial de materiais para cada empreendimento, que é um documento que contém as informações e especificações necessárias aquisição de materiais.

Um dos entrevistados está desenvolvendo um novo projeto para a construtora e informou que a participação dos projetos complementares está ocorrendo em uma etapa ainda

mais cedo. No Caso 3 o produto já estava conceituado quando as demais disciplinas iniciaram seus estudos. Neste novo empreendimento há participação de toda a equipe no desenvolvimento de produto. Então, o time de projeto está se reunindo com os corretores, arquitetura, o paisagista e o ambientador das áreas comuns, além do profissional que vai desenvolver o folder.

Isso foi considerado positivo tendo em vista que nenhum tipo de imagem do pavimento tipo é gerada sem os shafts estarem lançados, reduzindo a área do banheiro, por exemplo. O mesmo acontece com a estrutura: nas imagens constam os pilares em tamanho real, ou um pilar no centro do ambiente que não havia sido previsto no folder. Sob o ponto de vista comercial, é interessante pois o cliente terá uma visão mais aproximada do empreendimento como um todo.

*“[...] eu acho que hoje a gente trabalhando assim no começo do desenvolvimento do produto está excelente, assim ao meu ver não tem mais o que melhorar.”
(projetista)*

O projeto de arquitetura e estrutura foram desenvolvidos com software BIM (Revit e TQS). 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”.

“O BIM até o momento, a gente tá trabalhando muito mais nessa parte de quantitativo. Pra 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 tá tirando números dele mas tá conferindo no método convencional, pra ver se o que a gente tá desenvolvendo é correto, né? Então a gente tá nesse período de transição, tradicional convencional pra ir pra informação modelada, né? Então a gente não tem ainda a compatibilização no BIM.” (coordenadora)

Quanto ao desenvolvimento de projetos para produção, a empresa tem optado em desenvolver com a própria equipe da obra. Contudo, 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 fachada; o projeto de esquadrias, com indicações, paginações e caderno de esquadrias que é tratado como um projeto totalmente a parte; e os de alvenaria, com tijolos cerâmico e de concreto no perímetro da edificação e interno com blocos de gesso. A construtora não trabalha com *drywall* nem trabalha internamente com tijolo cerâmico, devido à flexibilidade que deve ser permitida ao apartamento.

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.

4.3.2 Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “B” que atendem ao pensamento enxuto

Lean Design/ Elemento de Construção	Maioria dos processos	Em alguns aspectos	Não está presente	Contraditório	Fonte de evidência
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
Mapeamento do fluxo de valor				×	Não foi encontrada evidência
Valor interpretado sem ambiguidade em relação ao cliente final		×			Informações obtidas através de pesquisa de mercado, porém não diretamente com o cliente final. Customização com restrições.
Foco na redução de desperdício/ perdas		×			Foco concentrado na etapa de produção, devendo melhorar a redução de perdas na atividade de elaboração do projeto.
Abordagem de valor e desperdício sob uma visão sistêmica		×			Na palestra do Marcos Novaes no Conenx ele citou o caso do campo de golf que foi identificado na pesquisa de mercado e os moradores não utilizam
Busca pela perfeição	×				Implantado Kaizen, treinamento e equipe de pesquisa e desenvolvimento
Experimentação sistemática	×				Equipe de pesquisa e desenvolvimento; parceria com o INOVACON
Estratégia de melhoria contínua do processo	×				Reuniões periódicas para avaliação das oportunidades melhorias
Estratégia para fazer melhorias permanentes	×				Treinamento constante/ parcerias com universidade; disponibilização das reuniões Kaizen para os colaboradores e parceiros
Estratégia para reforçar a aprendizagem interorganizacional e aprendizagem em equipe	×				Treinamento constante/ parcerias com universidade
Envolvimento dos fornecedores no início de projeto	×				Por exemplo, fornecedor da estação elevatória de tratamento de esgoto (ETE)
Redução sistemática da variabilidade		×			Relatórios Kaizen e sistema de qualidade
Projeto simultâneo de produto e					Primeiro é definido o produto, tendo como

processo de produção				×	meta a conclusão do projeto antes do início da execução da obra.
Controle de produção em todo o processo de projeto / construção		×			Na obra é bem desenvolvido, mas no projeto não totalmente
Simplifique a organização					Crescimento do VGV anual mantendo-se a mesma equipe administrativa
Envolvimento efetivo do cliente no projeto		×			Através de pesquisa de mercado, porém ainda não o cliente final
Processo de projeto baseada em conjunto	×				
Transparência no processo de projeto				×	Ferramentas inadequadas
Transparência no processo de produção	×				Andon, A3, last planner
Medidas para melhorar sistematicamente colaboração	×				
Abordagem de “puxar” o projeto				×	Projeto empurrado
Abordagem de “puxar” a produção		×			
Relações duradouras da cadeia de suprimentos	×				Através da Coopercon
Meta de redução de custos		×			A geração de valor tem prioridade e os custos são repassados para o cliente (ver apresentação sinduscon-rj)
Garantia de fluxo de trabalho contínuo		×			No projeto isso não ocorre, várias interrupções e falta de monitoramento
Nivelamento da carga de trabalho		×			Equipe de projeto externa, utilização dos mesmos escritórios sobrecarregando
Last Planner System		×			Implantado para obra, sem vínculo com projeto
5S	×				
Just-in-time				×	Pesquisa de demanda de mercado
poke yoke	×				
Abordagem sistemática para a identificação de pontos fracos					

Quadro 10: Visão geral dos elementos encontrados na Empresa “B” que atendem ao pensamento enxuto (baseado em Jørgensen (2006))

Indicadores de integração de projeto	Maioria dos processos	Em alguns aspectos	Não está presente	Contraditório	Fonte de evidência
3Equipe de entrega do projeto com um único foco e objetivo para o projeto		X			Projetistas externos à organização, mas a equipe de coordenação (interna) acumula funções
Equipe de entrega do projeto atuando sem limites entre os vários membros da organização	X				
Project delivery team trabalhando para resultados mutuamente benéficos, garantindo que todos os membros apoiem uns aos outros e os resultados são compartilhados por toda a equipe		X			Há boa relação, porém os escritórios são contratados separadamente
Project delivery team capaz de prever com mais precisão, o tempo e as estimativas de custo, utilizando plenamente as habilidades coletivas e conhecimentos de todas as partes		X			Utilização de histórico dos empreendimentos e software de Análise de viabilidade; porém a estimativa da duração das etapas de elaboração de projetos apresentou falhas
Project delivery team compartilhando informações livremente entre os seus membros de tal forma que o acesso não é restrito a determinadas profissões e unidades organizacionais dentro da equipe		X			Informações disponíveis através do construmanager, sendo necessária autorização para acesso das informações e documentos.
Project delivery team com uma composição flexível dos membros da equipe e, portanto, capaz de responder às mudanças ao longo da duração do projeto		X			Apesar da integração e flexibilidade, as decisões são bastante centralizadas, conforme apontado pelos próprios projetistas em workshop do dia 06/09/2013.
Project delivery team co-localizado com uma nova identidade				X	
Project delivery team oferecendo aos seus membros a igualdade de oportunidades para contribuir para o processo de entrega	X				ambiente onde todos podem contribuir

Project delivery team operando em um ambiente onde as relações sejam equitativas e os membros são respeitados	×				Horizontalidade na maioria da equipe
Project delivery team com uma cultura do "não culpado"	×				

Quadro 11: Critérios para avaliação da equipe de projeto quanto ao grau de integração (baseado em Jørgensen (2006))

4.3.3 Análise Empresa “B”

A empresa já vem adotando práticas de integração da equipe de projeto, tendo realizado melhorias constantes no processo de desenvolvimento de produtos (*kaizen*). Desta forma, também foram identificados pontos positivos e oportunidades de melhoria no planejamento, desenvolvimento e controle do produto imobiliário. Assim como nos Caso 1 e Caso 2, a pesquisa iniciou a coleta de dados na fase de projeto legal, ou seja, após a concepção do produto.

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”.

Na visão da coordenadora, a evolução do projeto por pavimentos de forma sequencial (incluindo os projetos complementares e compatibilização) 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.

Porém, quanto à detecção das interferências, parte do trabalho ocorre de forma tradicional e sequencial, e a modelagem BIM do projeto de arquitetura não foi utilizada como apoio ao desenvolvimento do projeto nas reuniões de compatibilização, tendo como o foco o levantamento de quantitativos para orçamento.

Um grande fator positivo destacado pelos entrevistados foi o envolvimento de toda a equipe na concepção do produto. Ressalta-se que as reuniões foram adotadas como oportunidade de melhoria do processo de projeto, propiciado pelo ambiente favorável,

segundo publicação da construtora⁶⁴. Contudo, a equipe avaliou que as reuniões de compatibilização poderiam ser mais produtivas. O time de projeto, assim como no Caso 1, 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 colaborativa⁶⁵.

Pôde-se verificar que há preocupação da empresa com a exatidão e fidelidade do material gráfico de vendas (folders, placas, etc) 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. Além da iniciativa da própria empresa na verificação deste item, este tipo de problema foi citado pelo projetista de instalações, que desenvolveu em seu escritório um modelo de checklist que contém um item para verificação do material gráfico promocional.

Durante a pesquisa, foi relatado pelos entrevistados que a metodologia da etapa de concepção foi alterada para novos empreendimentos. 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 (quinzenais), 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 [...]”

⁶⁴ 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.

⁶⁵ Workshop do dia 06/09/2013

“[...]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, foi mais ou menos assim no [Caso 3]”

Segundo entrevista com a coordenação, as alterações de projeto mais comuns são devido à compatibilização com a estrutura e instalações (shaft) e customização durante a obra (feito por arquiteto contratado pelo cliente). Porém, 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.

Na terceira reunião, foi realizado um workshop com o time de projeto, onde foram apresentados os conceitos do pensamento enxuto e o Lean Design, além da proposta da pesquisa, tendo sido coletadas percepções do processo de projeto por parte dos projetistas. Verificou-se neste workshop que os escritórios de arquitetura e instalações possuem listas de restrições próprias que poderiam ser utilizadas no planejamento de médio prazo. Também foram repassados formalmente à construtora premissas e restrições de projeto pelas especialidades, as quais a organização retornou para os projetistas. Ou seja, a equipe verifica todos os itens de projetos e eventuais interferências com as demais especialidades para início do desenvolvimento das demais etapas de projeto. Contudo, o planejamento do desenvolvimento do projeto não considerou estas premissas e restrições.

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

O pensamento enxuto foca na eliminação de três desperdícios inter-relacionados: valor não agregado, sobrecarga (que leva ao trabalho imperfeito) e o fluxo desigual de trabalho. O que as empresas não conseguem detectar ao implementar a produção enxuta é que elas nada fizeram para estabilizar o sistema e criar o equilíbrio que permite que as ferramentas enxutas funcionem adequadamente (MORGAN e LIKER, 2008).

É importante destacar que, mesmo realizando pesquisas de mercado, a construtora identificou através de avaliações pós-ocupação desvios quanto à real demanda dos usuários, como por exemplo o empreendimento com campo de golf que não é utilizado. (JØRGENSEN,

2006). A percepção de valor é dinâmica ao longo do tempo e é possível que os artefatos (ou características de artefatos) que podem ser percebidos como resíduo ou como sem valor, ao longo do tempo começam a adquirir valor, podendo ocorrer o inverso também.

5 Oportunidades de Melhorias do Processo de Desenvolvimento de Produto e Diretrizes

O PROPRIETÁRIO DO TERRENO TAMBÉM PODE ESTABELEECER NECESSIDADES NO MOMENTO DA PERMUTA.

Neste capítulo, serão discutidas as oportunidades de melhorias identificadas e diretrizes para integração da produção e projeto em empreendimentos imobiliários, através da redução de desperdícios, geração de valor e estabilização do processo de projeto. Vale ressaltar que nem todas as melhorias propostas foram implantadas nos estudo de caso. Será feita uma análise comparativa do PDP e do processo de projeto das empresas, orientando-se pelo referencial teórico investigado, e tomando como base os aspectos investigados:

- Estrutura organizacional e aspectos gerais das empresas e posicionamento do setor de projeto;
- Instrumentos de planejamento e controle do PDP e processo de projeto;
- Etapas do PDP e do processo de projeto;
- Retrabalhos, desperdícios e perdas;
- Relação entre organização, projetistas, consultores e equipe de obra;
- Inovações tecnológicas e sistemas construtivos;

Foram realizados três estudos de caso em duas empresas diferentes, ambas com um bom nível de maturidade em Lean Construction, mas que apresentam diferenças substanciais quanto ao planejamento, desenvolvimento e controle do processo de desenvolvimento de produto. As etapas de projeto sofreram algumas variações quanto à prazos e escopo de cada fase, contudo após a aprovação do projeto legal houve alinhamento das construtoras quanto a consolidação final (projeto executivo) e detalhamento, para fase de execução de obras. Porém, como o cronograma de início das obras divergia, os projetos não seguiram o mesmo ritmo de finalização, apesar de terem iniciado quase que simultaneamente a etapa de projeto legal.

Este trabalho apresenta uma proposta de diretrizes para o desenvolvimento enxuto de produtos imobiliários, cuja aplicação foi ilustrada por meio dos estudos de caso e tomando como base o referencial teórico. As diretrizes têm as seguintes características: i) uma visão holística do PDP imobiliário, contemplando de forma integradas todas as suas etapas ao longo do ciclo de vida do produto; e ii) mecanismos que permitem planejar, executar e controlar o

PDP considerando as inevitáveis mudanças que acontecem nos requisitos e as incertezas do processo.

Deve haver o comprometimento da alta direção, e conscientização de todas as partes envolvidas, quanto à questão da geração de valor. Percebe-se uma tendência em focar exclusivamente em determinados intervenientes, tais como, o investidor (que compra unidades para revenda ou aluguel), para o proprietário terreno que interfere na definição do produto, uma vez que faz parte da negociação o recebimento de unidades, ao invés de diretamente para o cliente final (usuário) e, também, a sociedade como um todo. É essencial que a empresa que deseja gerenciar a geração de valor sob o ponto de vista do cliente final manifeste essas intenções de forma explícita em seu planejamento estratégico.

Foi realizada uma avaliação crítica dos fluxos modelados em busca de desperdícios, além de analisar as interfaces entre a equipe de projeto. A etapa de análise foi baseada na revisão bibliográfica, em opiniões coletadas da equipe e, também, mudanças sugeridas ao longo do processo. Na etapa de análise dos dados, este trabalho buscou verificar a aplicabilidade da ferramenta do BPMN para mapeamento do fluxo de informações em projetos de edificações.

Percebe-se através de diversos estudos que muitas empresas o planejamento do processo de projeto é realizado, porém de maneira informal, e este fato prejudica a eficácia e a consistência desses planos, pois negligenciam características do setor.

Para Kamedula (2009) o Lean Design seria qualquer método ou processo que gere valor e qualidade na fase de projeto, elimine o desperdício, e a busca de um resultado perfeito, além de total satisfação para o cliente / cliente. Portanto, o lean design não é algo que podemos obter utilizando uma ferramenta ou um método específico (KAMEDULA, 2009). SÓ FAZEM SENTIDO E FUNCIONAM MEDIANTE UMA CULTURA ORGANIZACIONAL VOLTADA PARA A INTEGRAÇÃO, SENDO NECESSÁRIO MUDAR AS PRÁTICAS DE PROJETO E CONTRATOS.

Os princípios do pensamento enxuto focam no fluxo de atividades que agregam valor sob o ponto de vista do cliente. Portanto, além de buscar eliminação de desperdício, e atender os requisitos dos clientes, a equipe também deve procurar maior qualidade e menor prazo através de um correto planejamento reduzindo, conseqüentemente, os custos no processo de desenvolvimento do produto (PDP).

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).

A metodologia das empresas, baseada em métodos colaborativos de DP, havendo a participação da pesquisadora nas reuniões de projeto.

5.1 Análise dos princípios do SDPT e Diretrizes para PDP e projeto imobiliário

Apesar de trabalharem com produtos semelhantes, há uma diferença na capacidade de elaboração de projetos simultâneos entre cada empresa. Enquanto a estrutura organizacional da

Empresa “A” é simplificada e por projetos, a Empresa “B” possui organização mais complexa e fortemente departamental (Figura 14 e Figura 15). Entretanto, os cargos e responsabilidades de ambas são bem definidos.

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 em seguida, com base nos treze princípios do sistema de desenvolvimento de produtos da Toyota:

5.1.1 Identificar o valor definido pelo cliente para separar valor agregado do desperdício

Identificar o cliente final da construção de um edifício e definir de valor para o mesmo está longe de ser apenas uma discussão teórica. Os três estudos de caso mostraram que também existem na prática estas questões. 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.

Apesar de haver pesquisa de mercado na Empresa “B” e consulta a corretores na

Empresa “A”, constatou-se que algumas questões ainda permanecem sendo discutidas nas reuniões sem dados, e as decisões são tomadas a partir da experiência dos projetistas. Por exemplo, foi discutido nas duas empresas em quais locais o usuário iria requisitar aquecedor no banheiro de empregada e/ou na pia da cozinha. Curiosamente, o exemplo que se destaca foi a discussão sobre o uso de água quente na cozinha e dependência de empregada nos três casos.

Desta forma, algumas decisões foram tomadas em um ambiente de grande incerteza nos três casos investigados interferindo diretamente nos conceitos de maximização de valor e redução de desperdícios.

No que diz respeito ao cliente, o pensamento enxuto é dependente de dois parâmetros: 1) o grau de conformidade entre a decisão do cliente e o que, de fato, representa valor para ele, e 2) os desperdícios e perdas consequentes de se mudar uma decisão anterior a fim agregar valor para o cliente (JØRGENSEN, 2006).

Diretriz 1: *Aferir valor para produtos imobiliários com máxima precisão através do alto conhecimento tanto do produto habitação como do processo construtivo. Estudo da voz do cliente em profundidade, extrapolando a pesquisa de mercado, através de vivências e pesquisa qualitativa da demanda.*

5.1.2 Concentrar esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar integralmente soluções alternativas, enquanto existe máxima flexibilidade de projeto

Em todos os casos, as reuniões de compatibilização iniciaram na fase de projeto legal. Ao contrário das práticas tradicionais de desenvolvimento sequencial do projeto, o desenvolvimento do projeto em todos os casos foi caracterizado pela intensa troca de informações em atividades e reuniões multidisciplinares, na tomada das principais decisões da definição do produto, inclusive nas definições relativas à seleção tecnológica dos subsistemas construtivos. A equipe que atuou de forma menos colaborativa foi a do Caso 2.

Entretanto, ainda constataram-se falhas de comunicação, desperdícios e retrabalho, apesar do desenvolvimento colaborativo por parte do time de projeto, tais como: locação da cremalheira e adoção posterior de elevador (Caso 1); vedação das alvenarias (casos 1 e 2); sistema estrutural do anexo do projeto do caso 3. No caso da cremalheira, a precipitação da definição cedo demais, resultando no foco das primeiras reuniões e modelagem, resultaram em desperdício de tempo, que poderia ter sido aproveitado em outras questões de 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.

Na empresa B, a definição das opções de planta ocorreu após a fase de projeto legal, quando os projetos de arquitetura e instalações estavam definidos. Assim, segundo Morgan e Liker (2008) as soluções para a customização em etapas posteriores podem gerar iterações negativas. Ao se trabalhar num processo de engenharia simultânea, colaborativa, reduzindo a necessidade de realizar mudanças de engenharia nas etapas mais avançadas.

A adoção de um sistema de coordenação adequado pode gerar ganhos significativos de qualidade e desempenho para o empreendimento, tais como a redução dos problemas decorrentes de incompatibilidades. A etapa de projeto é mais conveniente para simulação e teste de alternativas, requerendo, assim, o envolvimento de toda a equipe desde o início do desenvolvimento.

Na construção civil, é na fase de projeto onde soluções e inovações são desenvolvidas para geração de valor, possibilitando um planejamento eficiente com redução de custos e prazos e resultando em uma execução com qualidade. Contudo, estes ganhos financeiros e de diminuição do tempo de ciclo da construção também são vinculados à capitalização do empreendimento, atuando como um limitador.

Ressalta-se a necessidade de uma intensa observação quanto às necessidades e requisitos do usuário, como também do sistema construtivo a ser adotado pelo construtor (OLIVEIRA, 1999).

Diretriz 2: *Direcionar esforços para o início do processo de desenvolvimento de produto imobiliário a fim de explorar alternativas integralmente quanto à flexibilidade arquitetônica (customização), sistemas construtivos e processos de produção.*

5.1.3 *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 trabalho estável, onde sejam cumpridas as necessidades de todos os intervenientes e contribuam para a interação eficiente entre a equipe de projeto e obra.

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. Verificou-se que os assuntos e ações eram estabelecidos na própria reunião, ou seja, as tarefas eram definidas de forma reativa. Por tratar-se de um projeto piloto, a falta de experiência neste novo método comprometeu a metodologia de projeto colaborativo e integrado. 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. Porém, ainda foram observadas melhorias durante a investigação, como por exemplo a participação dos projetos complementares na fase de concepção do produto.

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. Segundo Fontenelle (2002), essa demora pode ocorrer, dentre outras razões, por problemas conjunturais de mercado (momento não propício para o lançamento das vendas) ou pelo surgimento de problemas legais quando da aprovação do projeto, causando prejuízos ao bom andamento do projeto. Além disso, 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.

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 à obtenção 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).

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. Desta forma alguns aspectos, tais como fluxo contínuo e sistemas puxados (baseados na demanda real dos clientes finais e internos), não estiveram em conformidade com a filosofia *lean*.

Para Fontenelle (2002) a prática de se apresentar para aprovação legal um conjunto de projetos não suficientemente definidos e suscetíveis a modificações e/ou adaptações futuras é considerada uma prática prejudicial, uma vez que novos processos de aprovação deverão ser conduzidos. Isto gera desperdícios de recursos, tais como tempo e dinheiro, podendo gerar insatisfação e problemas com o cliente final, caso haja diferenças entre o produto adquirido e o fornecido pela construtora. Porém, devido aos prazos dos órgãos de aprovação e a burocracia para obtenção do registro de incorporação, ambas as empresas pesquisadas optaram por antecipar a fase do projeto legal. Foi evidente nos três estudos de caso que a nova legislação (norma de desempenho 15.575) e afetou fortemente o processo de projeto e produção, uma vez que antecipou certas etapas e o próprio início do desenvolvimento e preparação.

A pouca definição das necessidades nas relações cliente-fornecedor internas e a interrupção do fluxo físico de trabalho em função de problemas no processo de produção ou na qualidade do produto são fatores que tendem a aumentar o tempo de ciclo, como também os custos (TZORTZOPOULOS, 1999).

Diretriz 3: Rever 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.

5.1.4 Utilizar padronização rigorosa para reduzir variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis

As empresas contratantes estabeleceram premissas para o empreendimento, tais como *know-how* construtivo e os custos da construção. Estas premissas visam associar os valores de mercado, prazos de lançamento e venda das unidades habitacionais. Enquanto na

Empresa “B” essa padronização da solução construtiva já é modelada e parametrizada em plataforma BIM, a

Empresa “A” iniciou a padronização a partir dos dois projetos pilotos. Contudo, os projetos foram elaborados de forma tradicional, sem considerar a expertise da construtora, e após a modelagem pelo consultor BIM os projetos passaram por revisões, gerando enormes retrabalhos, aumentando custos, com perdas de informação e tempo.

Quanto à padronização do processo, 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. Entretanto, verificou-se que parte do planejamento do processo de projeto não considerou a remoção de determinadas restrições no planejamento das etapas. A construtora dispõe também de uma lista de especificação de materiais, conforme o tipo do produto imobiliário projetado.

É prevista uma etapa de planejamento da produção no Caso 3, chamada de planejamento geral da obra. Ao final da elaboração dos projetos, é montada a estrutura analítica da obra, levantados os quantitativos e coletados os respectivos preços. Contudo, esta etapa ocorre de maneira sequencial e desvinculada da fase de concepção do produto imobiliário.

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, por exemplo, não há uma rigidez na periodicidade dos encontros de compatibilização. Conforme já apontado por Morgan e Liker (2008), os projetistas movem-se de grandes tarefas para outras grandes 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.

Diretriz 4: *Elaboração de listas de verificação em conformidade com o produto imobiliário, adequando às necessidades da organização empreendedora.*

5.1.5 Desenvolver um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento de produto do início ao fim

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”.

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. Os projetistas costumam visitar a obra com pouca regularidade, em geral quando há necessidade para elucidar dúvidas de execução do projeto.

De maneira geral, o planejamento foi desenvolvido de forma empírica, tendo sido observadas algumas falhas, tais como: comunicação; identificação de premissas e restrições; 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 interdependências entre as atividades de forma efetiva, como por exemplo, dados de entrada (informações).

Foi verificado, nos três casos estudados, que a atuação do coordenador de projetos foi prejudicada em todas as situações, seja pelo perfil do profissional e acúmulo de funções (comprometendo o tempo de dedicação), como pela pouca autonomia e autoridade que as organizações repassaram para os coordenadores. Assim a coordenação de projetos atuou na etapa de produção do projeto, principalmente no monitoramento, não participando da etapa de concepção e da seleção do terreno e dos projetistas. A dupla dupla significa que esse profissional dedica boa parte do seu tempo à administração reduzindo o tempo dedicado à função de integrador.

O coordenador de projetos exerce papel fundamental no processo de projeto, devendo basear-se em técnicas de coordenação. Essas técnicas permitem uma maior agilidade nos projetos identificando e controlando o fluxo de informações, antecedendo atitudes, evitando os riscos e os desperdícios.

Os gerentes de projeto carecem de informações para avaliação do desempenho do processo e para indicar ações de melhoria. Observa-se, então, a falta de informações suficientes que possam balizar tomadas de decisões. O conhecimento do nível atual de qualidade de seus produtos e processos é um fator primordial para o aprimoramento da empresa (OLIVEIRA, 1999).

Diretriz 5: *Desenvolver um sistema de gerente de projeto que atue como líder do desenvolvimento do produto imobiliário da concepção à entrega do empreendimento.*

5.1.6 Organizar, para balancear a competência funcional com a integração multifuncional

A organização matricial proporciona uma oportunidade para balancear a organização por produtos e a organização funcional, porém muitas vezes há um desbalanceamento da matriz. De acordo com os organogramas dos estudos de caso, percebe-se que a

Empresa “A” tende a ser organizada por produtos e a Empresa “B” funcional. De acordo com o sistema Toyota de desenvolvimento de produtos, deve haver um equilíbrio entre a profundidade especializada (funcional) e a integração multifuncional (produto).

Durante o processo de projeto, a demanda de recursos foi diferente ao longo das etapas dos três casos pesquisados. Houve um desbalanceamento dos recursos, oscilando momentos em que engenheiros e arquitetos das empresas estavam sobrecarregados ou subutilizados.

(JØRGENSEN, 2006) A principal questão a ser discutida não é apenas se o cliente muda uma decisão anterior ou não, mas se o cliente muda de opinião em relação ao que é desejado ou necessário para agregar o valor ao projeto. Mudanças nos projetos podem levar a uma relativa redução de geração de valor, que pode ser evitado pelos projetistas. Tais alterações entretanto geram perdas através de retrabalho. Estas perdas podem ser necessárias para serem geradas as melhores soluções através da aprendizagem e interação, mas é claro que é problemático se tal iteração não leva o projeto para a frente (em relação à entrega de valor e detalhes), pois o processo de projeto baseia-se na iteração de premissas falsas a respeito do cliente e valor às partes interessadas.

Observou-se que as construtoras pesquisadas têm procurado melhorar a estrutura do processo de desenvolvimento de projeto, valorizando tanto os aspectos de ordem técnica como os de gestão e coordenação. Isso tem ocorrido através da contratação de consultorias especializadas ou através da estruturação de departamentos que visam o desenvolvimento do projeto de acordo com as estratégias competitivas definidas pela empresa, além da garantia da compatibilidade e qualidade dos mesmos.

Diretriz 6: *Desenvolver um planejamento de desenvolvimento de produtos de médio e longo prazo de forma a balancear a capacidade produtiva das organizações empreendedoras e parceiras.*

5.1.7 *Desenvolver competência técnica superior em todos*

5.1.8 *Integrar plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto;*

5.1.9 *Consolidar o aprendizado e a melhoria contínua;*

5.1.10 *Construir uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta*

5.1.11 *Adaptar a tecnologia ao pessoal e ao processo*

Foram investigados os ganhos decorrentes da interação entre a modelagem de informações e o desenvolvimento enxuto de produtos imobiliários. Assim como no estudo de Nascimento *et al* (2012), 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,

contudo minimizou a apropriação por parte dos projetistas, ficando estes como espectadores das interferências apontadas, e fragmentou a integração. Assim, a despeito dos vários pontos positivos encontrados, ainda há campo para evolução neste processo. Ressalta-se, também, que partes das melhorias identificadas foram devido à reestruturação dos processos e melhoria na gestão de pessoal.

O processo de compatibilização foi tratado de forma diferenciada pelas duas empresas, assim como a utilização do BIM. Enquanto na Empresa “B” a compatibilização dos projetos é feita pela coordenação de projetos, de forma tradicional; a coordenação é feita na

Empresa “A” por uma empresa contratada e com utilização do BIM como ferramenta.

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. Conforme Manzione *et al* (2011), 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.

Nos dois casos investigados da

Empresa “A”, os escritórios não indicaram uma redução de prazo de projeto com a utilização do BIM, ao contrário, houve um atraso 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.

A análise das ações da

Empresa “A” sob a ótica do pensamento enxuto esclarece um maior número de atividades relacionadas aos modelos de informação (uso do BIM através de uma consultoria externa) enquanto a Empresa “B” reestruturou o processo de desenvolvimento de produtos e o próprio processo de projeto, contudo no projeto estudado a modelagem do projeto limitou-se ao auxílio no quantitativos para orçamento.

Dentre as dificuldades de implantação, pode-se salientar que algumas atividades podem demandar bastante tempo e recursos, o que poderia ser reduzido com o apoio de

ferramentas de tecnologia da informação. Além disso, a adequada realização das atividades do PDP tende a depender da mudança cultural da equipe de projeto e contratantes, na medida em que esse assunto ainda é abordado de modo informal na maioria das empresas.

Diretriz 7: *Adaptar tecnologias de projeto e produção à equipe de projeto e ao processo de desenvolvimento de produto imobiliário*

5.1.12 ***Alinhar a organização mediante comunicação simples e visual;***

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. Além disso, a equipe do Caso 3 considerou o processo de projeto da organização satisfatório, principalmente quanto a questão de agregar valor ao produto. Contudo, não se percebeu redução no prazo do projeto nem foram eliminados por completo todos os retrabalhos e falhas de comunicação.

Sabendo-se da dificuldade de implantação de sistemas de gestão, este trabalho propõe o mapeamento do desenvolvimento de produtos imobiliários de forma a garantir transparência.

RISCHMOLLER *et al* (2006) apud NASCIMENTO, 2012 ressaltam que o processo de modelagem deve ser acompanhado da observação do contexto da implantação, tendo em vista que pode diminuir a transparência ou aumentar a complexidade do processo e gerar buscas por informações (movimentação), reduzindo a simplicidade e incrementando a quantidade de atividades que não agregam valor. O uso de modelos também pode causar excesso de informação que levam a retrabalhos e desperdícios (SACKS *et al* 2009) NASCIMENTO, 2012. TEXTO REPETIDO, COMENTAR NOVAMENTE

Oliveira (1999) cita Furlan *ET AL* (1994) sobre o fato de os coordenadores receberem uma grande quantidade de relatórios baseados em diversos bancos de dados que geram um número excessivo de informações e, em algumas situações, fornecem também informações conflitantes. Desta forma, o elevado número de fontes de informação geram questões do tipo: quais informações são válidas? Ou onde posso encontrar determinada informação? Portanto, quando há um elevado acúmulo de dados, há uma tendência em atrapalhar no lugar de ajudar devido ao excesso (OLIVEIRA, 1999).

Os indicadores são essenciais para o planejamento e controle dos processos nas organizações, bem como uma das formas de completar a informação para tomada de decisão nas organizações (OLIVEIRA, 1999).

Em projetos de empreendimentos prediais, observa-se que dificilmente as informações encontram-se em um formato adequado para sua utilização ou não estão disponíveis no local onde sua utilização é necessária. Muitas vezes os documentos gráficos do projeto não estão disponíveis na obra em sua totalidade (OLIVEIRA, 1999).

Diretriz 8: Realizar o mapeamento do processo de desenvolvimento de produtos imobiliários para planejamento e controle do PDP.

5.1.13 Usar ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional.

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)

Diretriz 13: Desenvolver ferramentas para disseminar o conhecimento organizacional adquirido do processo de desenvolvimento de produto imobiliário, de forma a padronizar o PDP.

6 COMENTÁRIOS FINAIS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, Marilynne *et al.* “Identifying and modeling the integrated design process of net Zero Energy buildings”. In: High Performance Buildings-Design and Evaluation Methodologies. 2013.

Anuário da Construção e Infraestrutura Sustentável. Fortaleza: Jornal O POVO, 2010. 316p.: Il Color

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.

ASSUMPTÃO, 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.

DE ANDRADE, Karoline Cordeiro *et al.* **O Nível de Conhecimento da Construção Civil Cearense acerca da Certificação de Edifícios Verdes**. ELECS, 2009.

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.

NETO, José de Paula Barros. **O PROCESSO DE FORMULAÇÃO ESTRATÉGICA EM PEQUENAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES: UM MÚLTIPLO ESTUDO DE CASO**.

L. Bibby, S. Austin, D. Bouchlaghem, (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.

BRAITHWAITE, Jason; BLEANCH, Paula. **The Architectural Technologist's Role in Integrated Design**. *Built and Natural Environment Research Papers*, p. 238, 2011.

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.

BROOKFIELD, Elizabeth *et al.* **The architectural technologist's role in linking lean design with lean construction**. In: *Proceedings of 12th Annual Conference on Lean Construction (IGLC)*, Helsingør, Denmark, August. 2004. p. 3-5.

BOBROFF, J. (Org.) **LA GESTION DE PROJET DANS LA CONSTRUCTION: ENJEUX, ORGANISATION, METHODES ET METIERS**. Paris: Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, 1993.

BONAT, Debora. / **METODOLOGIA DA PESQUISA**. / Debora Bonat. 3. Ed. – Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. [Atualizado até abril de 2009] 132p.

Cadernos do PROARQ/ UFRJ/ Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro - ano 1, nº 9 (dez. 2005) Rio de Janeiro: UFRJ/ PRAORQ, 1997—

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

CASTELLS, E.J.F.; HEINECK, L.F.M. **A aplicação dos conceitos de qualidade de projeto no processo de concepção arquitetônica – uma revisão crítica**. In: WORKSHOP NACIONAL: gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 1, 2001, São Carlos. Anais... São Carlos: EESC/USP, 2001. CD-ROM.

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.

COELHO, H.O. & FORMOSO, C.T. **Planejamento e controle da produção em nível de médio prazo: funções básicas e diretrizes de implementação**. III SIMBRAGEC, São Carlos, 2003.

COSTA, Dayana Bastos. **Medição de Desempenho para Empresas de Construção Civil**. Porto Alegre: UFRGS/ CC/ NORIE, 2005

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.

DA SILVEIRA, Jacson Carlos *et al.* **ANÁLISE DO PROCESSO DE PROJETO DESENVOLVIDO EM UMA EMPRESA DO CEARÁ QUE TRABALHA EM REGIME DE CONDOMÍNIO A PREÇO FECHADO PARA CLASSE MÉDIA BAIXA**.

DE AQUINO LIMA, Jorge Luiz; PASSOS, Francisco Uchoa; COSTA, Dayana Bastos. **Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais**. *Ambiente Construído*, v. 13, n. 3, p. 59-77, 2013.

DE AZEVEDO FONSECA, Nuno. **O processo de produção da arquitetura do mercado imobiliário**. Anais: Encontros Nacionais da ANPUR, v. 10, 2013.

DE MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, v. 18, n. 22, 2012.

DIAS, C. A. **GRUPO FOCAL: TÉCNICA DE COLETA DE DADOS EM PESQUISAS QUALITATIVAS**. Informação e Sociedade: estudos (João Pessoa, PB), v. 10, n. 2, 2000.

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.

ETGES, Bernardo MBS; SAURIN, Tacisio A.; BULHÕES, Iamara R. IDENTIFYING LEAN CONSTRUCTION CATEGORIES OF PRACTICES IN IGLC.

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.

FABRÍCIO, Marcio Minto; BAÍA, Josaphat Lopes; MELHADO, Silvio Burrattino. Estudo da seqüência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenário e perspectivas. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, v. 18, 1998.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Proposta de política industrial para a construção civil – edificações**. São Paulo: FIESP. 2008.

FONTENELLE, EDUARDO CAVALCANTE. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 2002.

FORMOSO, C.T.; BERNARDES, M. M. S.; ALVES, T.C.L. & OLIVEIRA, K. A. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. NORIE/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil, 50p. 2001

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.

FORMOSO, Carlos T.. **REPOSICIONANDO A PESQUISA NA ÁREA DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO COMO DESIGN SCIENCE**. Porto Alegre - Rs: Norie-ufrgs, 2011. 47 p.

FREIRE, J. and ALARCON, L.F. **ARCHIEVING LEAN DESIGN PROCESS: IMPROVEMENT METHODOLOGY**. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 128, No. 3, pp. 248-256, 2002.

FREITAS, Henrique *et al.* **O método de pesquisa survey**. Revista de Administração, v. 35, n. 3, p. 105-112, 2000.

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.

HAMZEH, Farook R.; BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris D. **Is the Last Planner System applicable to design?—A case study**. In: Proc., 17th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-17), International Group of Lean Construction, Taipei, Taiwan. 2009.

HARTLEY, J.R. **Engenharia simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HEINECK, Luiz F. M.; KEMMER, Sérgio; BRITO, Felipe; BEZERRA, Bruno; CARDOSO, Hériglys. **Planejamento de médio prazo: contribuição ao gerenciamento do plano com base em aplicação prática**. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, FLORIANÓPOLIS, 2006, Florianopolis, SC, 2006. 10 p.

HICKETHIER, Gernot; TOMMELEIN, Iris D.; LOSTUVALI, Baris. **SOCIAL NETWORK ANALYSIS OF INFORMATION FLOW IN AN IPD-PROJECT DESIGN ORGANIZATION**.

HOLMSTRÖM, J., KETOKIVI, M., HAMERI, A.-P. 2009. **BRIDGING PRACTICE AND THEORY: A DESIGN SCIENCE APPROACH**. Decision Sciences. Vol. 40, No. 1, pp. 65-87

IPEA TD 1762 - Existe Bolha No Mercado Imobiliário Brasileiro?

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, B. & Emmitt, S. (2009). Investigating the integration of design and construction from a “lean” perspective. Construction Innovation, 225-240

JØRGENSEN, Bo. **Integrating lean design and lean construction: processes and methods**. 2006. Doctoral dissertation. The Technical University of Denmark.

JUNIOR, Claudino Lins Nóbrega; MELHADO, Silvio Burrattino. **COORDENADOR DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES: ESTUDO E PROPOSTA PARA PERFIL, ATIVIDADES E AUTONOMIA**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 1, n. 8, p. 69, 2013.

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.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Technic al Report nº 72, Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992

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.

KOSKELA, Mika; HAAJANEN, Jyrki. Business process modeling and execution: tools and technologies report for SOAMes project. **VTT research notes**, Espoo. 2007.

KOSKELA, L. 2008. **WHICH KIND OF SCIENCE IS CONSTRUCTION MANAGEMENT?** In: Tzortzopoulos-Fazenda, P. & Kagioglou, M. (ed.), 'Proceedings 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction', University of Salford, Manchester, UK, pp. 51-60.

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.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *ET AL* O PROCESSO DE PROJETO EM ARQUITETURA. 2011

LAWSON, Bryan. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo, 2011.

LIMA, Mariana M. X., **Análise de inadequações projetuais do setor serviço sob a ótica da geração de valor para o usuário em habitações de interesse social**. 2011. 260f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 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. BAIXADO NO NOTEBOOK –FALTA CITAR NO TEXTO

LUKKA, K. **THE CONSTRUCTIVE RESEARCH APPROACH**. In Ojala, L. & Hilmola, O-P. (eds.) Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B1: 2003, p.83-101.

MACHADO, Marcio Cardoso. Desenvolvimento enxuto de produtos.

MACIEL, L.L.; MELHADO, S.B. **QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: FUNDAMENTOS**. São Paulo: Escola Politécnica/USP, 1995. (TT/ PCC/15)

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.

MANSO, M. A. **Gestão e coordenação de projetos em empresas construtoras e incorporadoras: da escolha do terreno à avaliação pós-ocupação** / Marco Antonio Manso, Cláudio Vicente Mitidieri Filho. São Paulo: Pini, 2011.

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.

MARCONI, Marina de Andrade. Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7ed – São Paulo: Atlas, 2008.

MAYR, L. R., **Falhas de Projeto e erros de execução: Uma Questão de Comunicação**. Dissertação, Florianópolis, 2000.

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. **O plano da qualidade dos empreendimentos e a engenharia simultânea na construção de edifícios**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1999, Rio de Janeiro.

Anais... Rio de Janeiro: UFRJ/ABEPRO, 1999. CD-ROM

MILES, Robert S. **Alliance lean design/construct on a small high tech project**. In: The 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Guarujá, São Paulo, Brazil. 1998. p. 13-15.

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.

MOCROSKY, Jeferson Ferreira. **Um estudo sobre a aplicação do padrão BPMN (Business process model and notation) para a modelagem do processo de desenvolvimento de produtos numa empresa de pequeno porte do segmento metal-mecânico**. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012

MORRIS, Peter WG. **Updating the project management bodies of knowledge**. Project Management Journal, v. 32, n. 3, p. 21-30, 2001.

MOTA, B. P.; ALVES, T. C. L. **IMPLEMENTAÇÃO DO PENSAMENTO ENXUTO ATRAVÉS DO PROJETO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. In: encontro nacional de engenharia de produção, 27., 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.], 2008.

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 INOVAÇON-CE**. XXVII ENEGEP, 2007.

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, João Adriano Ponciano; BARROS NETO, J. P. **Análise da situação das empresas de projeto do estado do Ceará quanto à implantação de Sistemas da Qualidade**. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. 2001.

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.

NOBRE, João Adriano Ponciano *et al.* UM ESTUDO COMPARATIVO DO PROCESSO DE PROJETO DE EMPRESAS QUE TRABALHAM NO REGIME DE CONDOMÍNIO POR PREÇO FECHADO.

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.

ORIHUELA, P., ORIHUELA, J., ULLOA, K. (2011). **TOOLS FOR DESIGN MANAGEMENT IN BUILDING PROJECTS**. IGLC 19, 10 pp. Lima, Peru.

PEREIRA, Marcio Moacir; DALLA VALENTINA, Luiz Veriano Oliveira. **Os impactos no resultado operacional de uma empresa na aplicação de um processo de desenvolvimento de produto**. Revista Eletrônica Produção em Foco, v. 1, n. 1, 2011.

PICCHI, F. A. **Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v.3, n.1, 2003. p.7-23

POLLACK, Julien. **The changing paradigms of project management**. International Journal of Project Management, v. 25, n. 3, p. 266-274, 2007.

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

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.

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

RUSCHEL, Regina C. *et al.* **Collaborative Design in Architecture: a teaching experience**. In: CIB W096-ARCHITECTURAL MANAGEMENTE; CIB TG49-ARCHITECTURAL ENGINEERING JOINT CONFERENCE. p. 53-64.

SALGADO, Eduardo Gomes *et al.* **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos**. Gestão e Produção,

v. 16, n. 3, p. 344-356, 2009

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 suggestions 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.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, 18(3), pp. 357-375. 2009.

DE SOUZA, Livia Laubmeyer Alves; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin; DE MAGALHÃES LYRIO, Arnaldo. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 4, n. 2, p. p. 26-53, 2010.

Tan, B., Horman, M.J., Messner, J.I. & Riley, D.R. (2003) **Increasing the Understanding of Lean Principles with Advanced Visualization Technologies**. In: Proceedings for the 11th Annual Conference for the International Group for Lean Construction (IGLC-11). Blacksburg, Va, USA.

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.

TILLEY, Paul A. **Lean Design Management: A New Paradigm for Managing the Design and Documentation Process to Improve Quality?**. In: 13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings. International Group on Lean Construction, 2005. p. 283.

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.

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.

TZORTZOPOULOS, P. (2004) **The Design and Implementation of Product Development Process Models in Construction Companies**. Ph.D. thesis, University of Salford, UK.

TZORTZOPOULOS, Patricia; COOPER, Rachel. **Design management from a contractor's perspective: The need for clarity**. Architectural Engineering and Design Management, v. 3, n. 1, p. 17-28, 2007.

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. **VALUE STREAM MAPPING: MANUFACTURING ENGINEERING**. Dearborn, vol. 136, n. 5, p. 145, mai. 2006.

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 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: Nohva Engenharia
OBRA: 21 – Meireles (Rua Canuto de Aguiar, 131 – Meireles)	
PROJETO: Planejamento e compatibilização de projetos (REUNIÃO N° 03)	

PARTICIPANTES	
Diego França	Alex Amarante
Bruno Angelim	Kelma Pinheiro
Ricardo Miranda	
Eugênio Celso	
Humberto Noletto	
Vera Monteiro	
Heron Noletto	

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 Vera Monteiro;</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

- 1) Analisar conjunto de RDI's (Requisições de informação) enviadas por Bruno Angelim. (Diego França);
- 2) Providenciar as ART's necessárias para aprovação do projeto. (Eugênio Celso, Paulo Cunha e Nohva Engenharia);
- 3) Concluir pendências para aprovação dos projetos. (Eugênio Celso, Paulo Cunha e Nohva Engenharia);
- 4) Solicitar proposta de projeto de contenção para Luciano Scipião – Tecnord. (Ricardo Miranda);
- 5) Analisar posicionamento da cisterna e definir local para aprovação da Construtora Santo Amaro. Falta detalhamento da geometria. (Vera Monteiro e Eugênio Celso);
- 6) Avaliar sugestão da Vera Monteiro sobre o fechamento do Box do WC (shaft), com bloco de gesso hidrófugo até o forro. (Diego França).

	ANÁLISE CRÍTICA DO PROJETO	Código: F3P11	Revisão: 01
		Emissão: 18/02/2013	Página: 3/1

METAS

- 1) Concluir projeto de arquitetura de Prefeitura. (Eugênio Celso);
- 2) Entrar com projeto de arquitetura para aprovação junto a SEUMA. (Ricardo Miranda e Antonio Miranda);
- 3) Concluir projeto de combate a incêndio. (Nohva Engenharia);
- 4) Apresentar projeto estrutural de forma. (Paulo Cunha);
- 5) Apresentar modelo BIM com as alterações de projeto. (Bruno Angelim);
- 6) Apresentar distribuição de vagas de garagem. (Ricardo Miranda e Antonio Miranda).

ANEXO 01 – RESTIÇÕES DE PROJETO Empresa “B”

Arquitetura

Instalações

Cálculo Estrutural

Estudo Preliminar (estudo pavimento tipo):

- 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.

ANEXO 02 – SOLICITAÇÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO

Na etapa de coleta de dados foram identificadas alterações geradas pela necessidade de compatibilização de projeto e suas causas:

1ª reunião (17/04/2013) – Solicitações de compatibilização

1. Definição do RN: todas as disciplinas
2. Sistema da ETE: aprovação do contratante
3. Localização da ETE; Subestação; Cisterna; abrigo para central de Gás; Arquitetura;
4. Impermeabilização da fundação e poço do elevador: estrutura e imperme;
5. Furos das vigas-faixa e layout dos WCs e opções de planta para customização;
6. Localização do aquecedor;
7. Ventilação da cozinha devido às normas de segurança
8. Abertura das portas das suítes;
9. Local de instalação dos equipamentos de ar condicionado e infraestrutura;
10. Dimensionamento dos shafts;
11. Posicionamento do painel elétrico dentro do apartamento;

2ª reunião (14/06/2013) – Solicitações de compatibilização

Sistema da ETE (reuso ou apenas tratamento?)

Revestimento da cozinha

3ª reunião (06/09/2013) – Solicitações de compatibilização

Projeto estrutural: aprovação pelo contratante do tipo e embasamento

Projeto de Arquitetura: compatibilizar com estrutura e instalações

APÊNDICE 03 – RELATÓRIOS KAIZEN Empresa “B”

Nos relatórios Kaizen da empresa, foram encontradas as seguintes sugestões de melhoria dos projetos (INCLUI NA LISTA DE RESTRIÇÕES???)

Projeto Lumni – estrutura (2011)

- Tempo para compatibilização projeto;
- Customização deixar sempre as passagens nas lajes na concretagem (vigas faixas protensão);
- Elevador: verificar se os vãos (caixa do elevador) atendem as especificações do fabricante;
- Profundidade do poço e alturas de casa de máquinas

Paço das Águas – estrutura (2012)

- 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; 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
- Importante aparecer barras de aterramento no projeto de estrutura
- Solicitar com antecedência projeto de cimbramento e escoramento

Edifício Paço Verde – estrutura (2012)

- Importante aparecer barras de aterramento no projeto de estrutura e pedi-las antecipadamente
- Acrescentar hachura no projeto de estrutura para indicar ferragem
- Incompatibilidade entre projetos de forma e aço
- Falta de detalhes específicos nos projetos de forma.(ex.:cálice,piscina)
- Quantidade Inicial de Pranchas (estrutura): 89; Projetos Extras:22
- Maior número de revisões: prancha 01/89 – Locação dos Pilares –Torre Árvores – 09 revisões do projetista – 06 revisões da sala técnica

ANEXO 04 – RELAÇÃO DE REQUISIÇÃO DE INFORMAÇÕES – 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