

ISADORA RUIZ DIAS

**PROBLEMAS DE GESTÃO DE PROJETO ENCONTRADOS DURANTE A
EXECUÇÃO DE OBRAS: PROPOSTAS DE FERRAMENTAS DE GESTÃO EM
UMA EMPRESA INCORPORADORA E CONSTRUTORA**

São Paulo

2017

ISADORA RUIZ DIAS

**PROBLEMAS DE GESTÃO DE PROJETO ENCONTRADOS DURANTE A
EXECUÇÃO DE OBRAS: PROPOSTAS DE FERRAMENTAS DE GESTÃO EM
UMA EMPRESA INCORPORADORA E CONSTRUTORA**

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

Orientador:

Prof. MSc. Tássia Farssura Lima

São Paulo

2017

Catlogação-na-publicação

Dias, Isadora Ruiz
PROBLEMAS DE GESTÃO DE PROJETO ENCONTRADOS DURANTE
A EXECUÇÃO DE OBRAS: PROPOSTAS DE FERRAMENTAS DE GESTÃO
EM UMA EMPRESA INCORPORADORA E CONSTRUTORA / I. R. Dias --
São Paulo, 2017.
98 p.

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

1.Gestão de Projetos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Poli-Integra II.t.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo amor incondicional.

A minha orientadora, Tassia Lima, pela dedicação, incentivo e contribuição à este trabalho.

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do curso, incluindo os funcionários que sempre nos atenderam bem e os professores que conheci durante esta jornada. Em especial, ao Sílvio Melhado, pela dedicação na coordenação do curso e acompanhamento sempre próximo da classe.

À empresa e aos colaboradores que participaram desta pesquisa.

Aos amigos do curso, pela troca de informações, conversas e discussões produtivas. Em especial à Aline, Daud e Rafael pelos tantos trabalhos desenvolvidos juntos, risadas e conhecimentos compartilhados.

Por fim, minha gratidão aos meus pais e meus irmãos, pelo apoio em todos os momentos e existência fundamental em minha vida.

RESUMO

No contexto da construção civil, o processo de projeto é etapa fundamental no sucesso de um empreendimento. O projeto tem caráter de antecipação virtual do que de fato será o edifício construído, e portanto tem a função de ser o mais assertivo possível de forma a mitigar erros e retrabalhos.

Este trabalho foi desenvolvido a partir de relatos de uma empresa incorporadora e construtora, que apresentou diversas dificuldades com relação ao processo de projeto e consequente impacto nas obras, seja em prazo ou custo. Esta monografia, portanto, tem como objetivo propor ferramentas de gestão para o processo de projeto, em uma empresa incorporadora e construtora, a partir da identificação de problemas em obra.

O desenvolvimento do trabalho deu-se por meio de uma pesquisa-ação, pois a pesquisadora teve a possibilidade não somente de estudar o caso, mas também de intervir no processo e medir os benefícios das ações de melhoria. A pesquisa-ação foi apoiada pela revisão bibliográfica, que cobriu tópicos sobre ferramentas de gestão e controle, retroalimentação e melhoria contínua.

O projeto precisa ser integrado entre os diversos agentes, e para que se atinja a melhoria contínua do processo de projeto, é necessário o engajamento da equipe, disseminação de conhecimento para evitar que erros sejam repetidos, e controles internos que mantenham o processo sob domínio dos gestores.

Palavras chaves: Gestão de projetos. Processo de projeto. Construção civil. Ferramentas de gestão. Indicadores de desempenho.

ABSTRACT

In the context of construction business, the design management is a fundamental step in the success of an enterprise. The construction documents and drawings are a virtual anticipation of what the building will actually be, and therefore must be as assertive as possible to mitigate errors and rework.

This work was developed based on error reports of a real estate and construction company, which presented several difficulties regarding to the design process and consequent impact on the construction site, whether in deadlines or cost control. This paper, therefore, aims to propose management tools for the design process, in a real estate and construction company, relying on the identification of problems in the construction sites.

This paper was made possible through an action research, in other words the researcher had the possibility not only to study the case, but also to interfere in the process and to measure the benefits of the actions. The action research was supported also by a literature review, which covered topics on management and control tools, feedback and continuous improvement.

The design process needs to be integrated among the various agents, and it is necessary to engage the team in order to achieve continuous improvement of the process, disseminate knowledge to avoid repeating errors, and implement internal controls to keep the process under effective management.

Key words: Project management. Design process. Construction. Management tools. Key performance indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do serviço de assistência técnica.....	43
Figura 2 - Fluxo do processo de projeto na empresa estudada	49
Figura 3 - Processo de Coleta de Dados - 1ºCiclo	53
Figura 4 - Fonte dos dados coletados	53
Figura 5 - Principais causas de alteração de projetos em obra (considerando relatórios de compatibilização)	55
Figura 6 - Principais causas de alteração de projetos em obra (retirando relatórios de compatibilização).....	56
Figura 7 - Exemplo de ponto elétrico para bombas locado em pilares.....	58
Figura 8 - Caminhamento de elétrica em conflito com prumada de hidráulica.....	59
Figura 9 - Exemplo de gestão a vista para projetos não lançados	68
Figura 10 - Exemplo de gestão a vista para demandas dos coordenadores.....	69
Figura 11 - Média das notas dos projetistas de arquitetura.....	69
Figura 12 - Avaliação geral dos projetistas	70
Figura 13 - Volume de RFIs no sistema / mês	71
Figura 14 - Custo de Projetos sobre Custo de Construção	72
Figura 15 - Categorias inseridas pela obra corretamente x categorias que foram alteradas pelo coordenador.....	77
Figura 16 - Tipos de problemas encontrados no segundo ciclo	78
Figura 17 - Solicitações por % de andamento da obra.....	79
Figura 18 - Principais disciplinas acionadas nas RFIs	79
Figura 19 – Número de solicitações por regional total durante a pesquisa	80
Figura 20 - Exemplo de relatório mensal – Brasil.....	83
Figura 21 - Modelo de avaliação proposto, todas as áreas envolvidas no processo avaliam os projetistas logo após a fase de atuação	84
Figura 22 - Critérios de qualidade do projeto avaliado pelo departamento de projetos executivos	85
Figura 23 - Critérios de qualidade do projeto avaliado pela equipe de obra ao longo da execução, conforme momentos de avaliação determinados.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Origem das falhas de serviços em edifícios	27
Tabela 2 - Características problemáticas da representação 2D.....	29
Tabela 3 - Descrição das dificuldades no processo	30
Tabela 4 - Erros mais importantes na construção	31
Tabela 5 - Tipos possíveis de Lições Aprendidas	41
Tabela 6 - Problemas encontrados com a disciplina de Elétrica	57
Tabela 7 - Locais onde foram encontrados os problemas relativos à Elétrica.....	57
Tabela 8 – Erro na locação de ponto elétrico x disciplina envolvida	58
Tabela 9 – Interferência com outras instalações x disciplina envolvida	59
Tabela 10 – Falta de quadro de luz x disciplina envolvida	60
Tabela 11 - Indicadores propostos para comparação dos problemas.....	65
Tabela 12 - Exemplo de gestão a vista para projetos lançados	68
Tabela 13 - Ações x prazo de implantação x prazo de resultados	82
Tabela 14 - Problemas apresentados x Soluções propostas	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APO	Avaliação Pós-Ocupação
AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
EVA	Engenharia de Valor
ES	Engenharia Simultânea
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
GO	Gerente de Obra
GGO	Gerente Geral de Obra
ICC	Indústria da Construção Civil
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LA	Lições Aprendidas
NBR	Norma Brasileira
NORIE	Núcleo Orientado à Inovação e Edificação
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
RALA	Rakentamisen Laatu – Associação da Qualidade na Construção Finlândia
RFI	<i>Requests for Information</i>
SAT	Serviço de Assistência Técnica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Objetivos	14
1.3 Metodologia.....	14
1.4 Estruturação do trabalho.....	16
2. O PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.1 Características do Processo	17
2.2 Controle de Qualidade no Projeto e Compatibilização.....	22
2.2.1 Instrumentos para garantir e controlar a qualidade.....	25
2.2.2 Qualidade x Tipos de problemas e dificuldades no processo	27
3. FERRAMENTAS DO PROCESSO COM FOCO EM MELHORIA CONTÍNUA...33	
3.1 Indicadores do processo	33
3.2 Retroalimentação e Gestão do Conhecimento na Construção Civil.....	37
3.3 Soluções com BIM	43
3.4 A Aplicação de ferramentas de outras indústrias como melhoria contínua na Construção Civil.....	45
3.4.1 Seis Sigma aplicado em indústrias seriadas.....	47
3.4.2 Seis Sigma aplicado em Construção Civil.....	47
4. PRIMEIRO CICLO DA PESQUISA-AÇÃO.....	49
4.1 Caracterização do ciclo de projeto na empresa estudada.....	49
4.2 Diagnóstico apresentado.....	50
4.3 Planejamento da Pesquisa-ação.....	51
4.4 Coleta de Dados	52
4.5 Análise dos dados e planejamento das ações	54
4.5.1 Proposta e planejamento de ações.....	60

4.6	Implantar ações.....	61
4.6.1	I – Revisão dos escopos de contratação	61
4.6.2	II – <i>Check-lists</i> de Verificação.....	62
4.6.3	III – Cronogramas de Desenvolvimento e Gestão a Vista	62
4.6.4	IV – Avaliação de Fornecedores de Projetos.....	63
4.6.5	V – <i>Check-lists</i> de Compatibilização.....	64
4.6.6	VI – Demandas por coordenador.....	64
4.6.7	VII – Formalização das Demandas da obra.....	64
4.6.8	VIII – Análises de Custo de Projetos x Avaliações de Desempenho	66
4.6.9	IX – Retroalimentação.....	66
4.7	Avaliar resultados.....	66
5.	SEGUNDO CICLO DA PESQUISA-AÇÃO – PROPOSTAS DE MELHORIA E MONITORAMENTO	74
5.1	Planejamento da Pesquisa-ação.....	74
5.2	Coleta de Dados	74
5.3	Análise dos dados e propostas de melhoria.....	76
5.4	Implantar ações.....	81
5.5	Avaliar resultados.....	88
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
6.1	SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS RELACIONADAS.....	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	APÊNDICE A.....	98

1. INTRODUÇÃO

O projeto possui uma grande importância no contexto da construção civil, por se tratar de uma antecipação do que de fato será a construção. Desta forma, dois tipos de competências estão envolvidas: a gestão da produção e a gestão do empreendimento (MEDEIROS; MELHADO, 2013). Considerando a gestão do empreendimento, podemos ainda ressaltar a diferença entre Project Management e Design Management: enquanto o Project Management é mais abrangente e ligado ao negócio, o Design Management possui um foco mais técnico e no desenvolvimento do projeto em si e das suas soluções, embora ambos estejam relacionados em projetos de maior complexidade (SILVA, 2014)

Este panorama demonstra a complexidade da atividade de implantação de um empreendimento imobiliário, que envolve diversas competências e agentes. Este grau de complexidade tende a aumentar conforme os empreendimentos se tornam mais exclusivos, compreendendo mais sistemas, tecnologias e requisitos específicos.

Portanto, surge no mercado a possibilidade das construtoras atuarem como integradoras do negócio, de forma a agregar novos serviços e atividades ao seu escopo, tais como coordenação do processo de projeto integrado com a produção e engenharia de valor (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

Segundo Arrotéia, Amaral e Melhado (2014), a falta de integração entre projetar e construir gera desperdícios, patologias, retrabalhos e alterações improvisadas em obra. Assim, faz-se necessário rever a participação da construtora no processo de produção do empreendimento, de forma que agregue qualidade ao produto final, além de enriquecer o processo para futuros projetos por meio de uma gestão do conhecimento adequada.

Considerando estes aspectos, diversas pesquisas apresentam uma preocupação com a melhoria do processo de projeto, e algumas são focadas na apresentação de conceitos que pretendem alterar a forma como os projetos são desenvolvidos (SHIGAKI; OZÓRIO; HIROTA, 2012; FABRICIO, 2002).

Segundo pesquisa realizada por Freitas et al (2014), em uma avaliação acerca do processo de projeto em escritórios projetistas, o item pior avaliado foi “Melhorias

Contínuas”, o que demonstra que há espaço para progredir com relação à retroalimentação e gestão do conhecimento na construção civil.

O presente estudo visa entender o processo de projeto na complexidade que este possui, principalmente quanto à interface com a execução de obras, além de estudar soluções propostas pela bibliografia para os problemas apresentados e aplica-las no processo de projeto de uma empresa incorporadora e construtora.

1.1 Justificativa

Considerando que a melhoria contínua dos processos na construção civil ainda é um tópico que pode ser melhor explorado, nota-se que existem pontos que são mais frágeis e recorrentes. As ferramentas de “lições aprendidas” são muitas vezes ineficazes por não serem utilizadas e implantadas da melhor forma, por consequência os erros continuam se repetindo (FERRADA et al, 2016).

O potencial da construtora como peça fundamental para amarrar o ciclo do empreendimento com relação às experiências em obra, tanto positivas como negativas, e retroalimentar os envolvidos no processo de projeto é notável, e não documentar estas experiências é desperdiçar conhecimento organizacional, permitindo que o aprendizado fique apenas com os indivíduos e expondo a empresa a problemas como evasão de talentos e conhecimento. A consequência disso é a repetição de erros sistêmica.

Assim, faz-se necessário propor melhorias no processo, e empresas que acumulam a função de incorporar e construir são particularmente interessantes por controlar todo o ciclo, desde a aquisição do terreno ao suporte pós obra, e permitir alterações necessárias ao fluxo de forma a trazê-lo o mais próximo do modelo ideal, visando que o resultado final seja bem sucedido.

Portanto, diante de problemas recorrentes reportados em obra pelos engenheiros responsáveis em uma empresa incorporadora e construtora, além de histórico de diversos aditivos em contratos com empreiteiros, viu-se a necessidade de discutir e identificar os principais problemas relativos a gestão de projetos, mas que estão sendo apenas encontrados durante o período de obras.

Para tornar possível a análise destes problemas, será necessário encontrar suas origens, para em seguida propor soluções que alterem o panorama encontrado no

início dos estudos. Os problemas nascem nas mais diversas etapas do processo de projeto, e revisitar estas etapas e estratificar as situações encontradas fazem parte das atividades propostas por este trabalho.

1.2 Objetivos

Objetivo principal:

Propor ferramentas de gestão para o processo de projeto, em uma empresa incorporadora e construtora, a partir da identificação de problemas em obra.

Objetivos parciais:

- Descrever o processo de projeto, com foco em empresas incorporadoras e construtoras;
- Levantar os principais problemas encontrados em obra com relação à projeto;
- Identificar a origem destes problemas;
- Avaliar a qualidade do projeto quanto a critérios de compatibilização, quantidade de informações para a obra e qualidade gráfica;
- Avaliar os métodos adotados para avaliação do projeto;
- Propor a implantação de ações de melhoria.

1.3 Metodologia

Para atingir os objetivos propostos nesta monografia, o trabalho foi dividido em fases, nas quais foram utilizadas os seguintes métodos de pesquisa:

- *Pesquisa Bibliográfica*

Foram feitos levantamentos de referências acerca do tema, tanto para embasar outras metodologias de pesquisas utilizadas, quanto para entendimento do processo de projeto e crítica dos dados coletados.

- *Pesquisa-ação*

A pesquisa-ação consiste em um método no qual o pesquisador participa ativamente. Segundo Tripp (2005):

“É importante que se reconheça a pesquisa-ação como um dos inúmeros tipos de investigação-ação, que é um termo genérico para qualquer processo que siga um ciclo no qual se aprimora a prática

pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação”.

Nos estudos aqui realizados, a pesquisa-ação foi dirigida pelo problema, ou seja “[...] com uma organização definindo um problema e o pesquisador participando das propostas para sua solução por meio do emprego de um método de pesquisa (neste caso, a pesquisa-ação)” (MELLO et al, 2012).

Ainda segundo Mello et al (2012), a pesquisa-ação é dividida em cinco fases: planejar, coletar dados, analisar dados e planejar ações, implementar ações, avaliar resultados e gerar relatório. Por último, como fechamento deste processo de aprendizagem colaborativa, reinicia-se o ciclo de melhoria por meio da retroalimentação. Todas estas fases serão detalhadas no capítulo 4 – Primeiro ciclo da pesquisa-ação.

As fases do trabalho foram:

- Definição do problema de estudo e montagem de grupo interdisciplinar;
- Primeiro ciclo da pesquisa-ação:
 - Levantamento de dados;
 - Análise dos dados;
 - Ações de melhoria;
 - Avaliação de resultados;
- Segundo ciclo da pesquisa-ação:
 - Levantamento de dados;
 - Análise dos dados;
 - Ações de melhoria;
- Propostas para implantação no longo prazo.

Considerando o objetivo da pesquisa de melhoria do processo de projeto, a pesquisa-ação foi combinada com outra metodologia que foca em um ciclo de detecção de falhas e pensamento enxuto, o *Lean Seis-Sigma*, que será detalhado na revisão bibliográfica.

1.4 Estruturação do trabalho

O presente trabalho está organizado em seis capítulos:

O capítulo 1 apresenta a introdução, contextualização da pesquisa, justificativa, objetivos e metodologia, abordando o recorte do tema e demonstrando a importância do trabalho.

Os capítulos 2 e 3 apresentam a revisão bibliográfica sobre o tema, sendo o capítulo 2 focado na conceituação do processo de projeto na construção civil e o capítulo 3 nas ferramentas que podem ser utilizadas neste processo para gestão.

O capítulo 4 aborda o primeiro ciclo da pesquisa-ação realizada na empresa estudada, contendo diagnóstico, planejamento das ações, implantação, monitoramento e resultados.

O capítulo 5, segundo ciclo da pesquisa-ação, é a sequência de ações que se deram após os resultados apresentados no capítulo 4.

O capítulo 6 apresenta as considerações finais sobre o resultado do trabalho, bem como sugestões para futuras pesquisas relacionadas com o tema.

2. O PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 Características do Processo

Na bibliografia consultada, foram verificadas diversas definições de projeto. Melhado (2001) cita o projeto sob a ótica da criação, ou ainda do ponto de vista de resultados com um propósito individual, social, político ou cultural. Com relação ao projeto de edifícios, segundo o autor, o projeto deve ser encarado também como um processo, da atividade de construir. Neste contexto, projeto também é informação (tanto tecnológica quanto de cunho puramente gerencial), proporcionando dados para o planejamento e programação da execução da obra, dando suporte a todas as atividades relacionadas.

Nóbrega (2009) afirma que há duas formas distintas para entendimento do projeto: como produto e como serviço, sendo o primeiro um conceito estático com base nos elementos gráficos gerados, e o segundo um conceito dinâmico com o sentido de processo. A autora assume o conceito de projeto como serviço um conceito mais abrangente e completo.

Ainda, por definição da atividade de projetar, presume-se que na medida em que o projeto avança estão sendo tomadas decisões que equilibram os diversos requisitos envolvidos na implantação de um empreendimento (LIMA; NAVEIRO; DUARTE, 2012), no caso deste estudo, em específico o empreendimento imobiliário.

Os processos de concepção e projeto são estratégicos para o desempenho e a qualidade do edifício ao longo do seu ciclo de vida (FABRÍCIO, 2002). Segundo Melhado (2001), é fundamental, para a obtenção da qualidade, que o empreendedor valorize a fase de projeto.

Um empreendimento na construção civil é composto de diversas fases, desde prospecção de terrenos, viabilidade, projetos de diversas disciplinas, construção, uso e ocupação (BERTEZINI, 2006).

Fabrício (2002) destaca que os ciclos de vida são bastante longos, e esta complexidade temporal traz dificuldades para a implantação de processos aplicados em outras indústrias, em especial a engenharia simultânea.

A respeito dos agentes envolvidos no processo, Melhado (2001) descreve os principais: o empreendedor, o projetista, o construtor e o usuário. Outros agentes secundários estão envolvidos, mas sempre ligados aos agentes principais. Meseguer (1991) elenca 18 intervenientes, dentre os quais estão os citados acima. Fabrício (2002) diz que estes agentes possuem uma atuação fragmentada e com interesses próprios, as vezes divergentes entre si.

Bertezini (2006) conceitua o empreendimento como um conjunto de processos e atividades integradas com os diversos agentes, demandando uma coordenação em caráter de cooperação. Desta forma, o coordenador de projetos é o responsável por conduzir este processo. Segundo Nóbrega Junior (2012), a concepção de coordenação de projetos valoriza o indivíduo e implica no desenvolvimento de diversas habilidades para desempenho desta função. Nesta linha de pensamento, a gestão do conhecimento torna-se essencial para a manutenção da informação ao longo do processo e garantia da difusão de aprendizados.

O formato da cultura organizacional das empresas construtoras separa muitas vezes o processo de coordenação de projetos do processo de compatibilização (NÓBREGA Junior, 2012). Nota-se frequentemente que estas funções estão inclusive segregadas em departamentos distintos, ligados à Incorporadora e Construtora, respectivamente.

O controle das interfaces entre as fases de projeto e as demais fases do empreendimento, segundo Bertezini (2006), é uma atividade gerencial e muitas vezes é função do coordenador de projetos, tratando-se não somente da compatibilização e coordenação das diferentes especialidades, mas também da relação entre as fases e seus respectivos agentes.

De acordo com Nóbrega Junior (2012), “o projeto determina praticamente toda a competitividade e os custos do empreendimento”, afirmando ainda que existe uma drástica redução de possibilidade de aumento da lucratividade após o fechamento do projeto, podendo-se dizer que as intervenções realizadas em obra geralmente aumentam o custo do empreendimento.

Ao longo de todo o processo, cada decisão tomada elimina uma série de fatores desconhecidos que travavam o processo, de forma a aumentar passo a passo o nível de detalhe e aumentar a fluidez do conjunto (SHIGAKI; OZÓRIO; HIROTA, 2012).

Para Nóbrega (2009), na fase de projeto são tomadas decisões que repercutem em todo o ciclo do processo, inclusive com relação a custos. A autora citada realizou um levantamento identificando os pontos de maior importância ao processo construtivo nos quais o projeto influencia:

- Método construtivo;
- Custos de produção;
- Qualidade;
- Racionalização e construtibilidade da Obra;
- Produtividade e prazo;
- Manutenção e durabilidade;
- Competitividade da empresa;

Considerando em específico os requisitos econômicos, Lima, Naveiro e Duarte (2012) ressaltam que cada decisão de projeto impacta diretamente no resultado relativo ao custo de construção, que por vezes não são entendidos no momento da decisão, mas sim apenas em etapas mais avançadas.

Portanto, pode-se concluir que um projeto com informações adequadas é capaz de influenciar o custo global do empreendimento, reduzindo retrabalhos e desperdícios, e aumentando a produtividade (BERTEZINI, 2006).

Entretanto, Fabrício (2002) argumenta que, apesar desta importância para custos e qualidade do empreendimento como um todo, os projetos na construção civil são desenvolvidos por terceiros, não pertencentes ao quadro de funcionários da organização, contratados com base em preço de serviço, o que prejudica questões de qualidade, integração entre projetos e com o sistema de produção da própria empresa construtora.

Os esforços para redução de custos podem ocorrer por meio de ferramentas específicas como a Engenharia de Valor (EVA), ou a Engenharia Simultânea (ES) (GRANJA; PICCHI; ROBERT, 2005). A implementação de EVA busca garantir o desempenho de um produto ou serviço ao menor custo possível, e tipicamente ela

deve ser implementada no início do planejamento e desenvolvimento do produto evitando desta forma retrabalho e custos adicionais para implementá-la.

O setor da Construção tem tido iniciativas para melhorar a qualidade do seu processo produtivo (NÓBREGA Junior, 2012), o que inclui o processo de projeto, como por exemplo, a implantação do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H. Entretanto, segundo o mesmo autor, pelo alto nível de complexidade dos novos empreendimentos, as falhas decorrentes da coordenação aumentaram.

Mesmo com as iniciativas de melhoria de qualidade do processo produtivo, em estudo publicado pela FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – em fevereiro de 2016, com base em dados de 2013, afirma que a produtividade da mão de obra na construção civil brasileira não acompanhou o forte aumento da atividade do setor em anos recentes. Além disso, o estudo mostra que “[...]a evolução da produtividade foi lenta nos últimos anos. Entre 2000 e 2013, o índice de produtividade da construção civil brasileira ficou estagnado, enquanto os índices de alguns países em desenvolvimento tiveram evolução bastante satisfatória”. Com dados de 2008, também publicados pela FIESP, Goes e Santos (2011) afirmaram o que a pesquisa de 2016 continuou reiterando: A produtividade do setor no Brasil é reconhecidamente baixa frente a outros países, e mesmo frente a outros setores da indústria nacional.

Seixas et al (2016) citam que a baixa produtividade na indústria da construção civil (ICC) é dada pelo alto índice de desperdícios e retrabalho, causado tanto pelos erros de projeto quanto de execução, ou mesmo atividades que não agregam valor.

Meseguer (1991) cita as peculiaridades da indústria da construção, elencando o fato de que a produção não é em cadeia, mas sim centralizada, dificultando a organização dos trabalhos, além disso, as especificações são muito complexas (diferente de outras indústrias que, por mais complexo que seja o produto, as especificações são claras e simples).

Ainda, na ICC, é comum que os contratos de projetistas não contemplem visitas e acompanhamento de obra, o que dificulta a qualificação contínua dos projetistas, e que estes recebam *feedback* adequado considerando boas e más práticas de projeto

(NÓBREGA, 2009), o que ocasiona repetição de erros e desenhos que não serão sequer utilizados para a produção.

Portanto, cabe às construtoras revisarem o escopo de contratação dos projetistas, uma vez que, como contratantes, devem estabelecer princípios para as relações com os projetistas (AVILA et al, 2014).

Segundo Fabrício (2002), devido as crescentes demandas que o setor passa, como por exemplo exigências de agentes sociais e instabilidade de mercado, é necessário que se desenvolvam novas competências tanto para a produção quanto atendimento a clientes e usuários, os quais tem tido posição central na estratégia das empresas. Os métodos precisam ser mais ágeis e competentes.

Para armazenamento de toda a documentação do projeto na Construção Civil, além de gerenciamento de workflows, geralmente recorre-se ao uso das chamadas Extranets, ou Sistemas de Gerenciamento de Projetos Baseados na Web, com acesso controlado dos usuários participantes do projeto (SANTOS; NASCIMENTO, 2002).

Nóbrega (2009) cita a necessidade do controle do fluxo de informações e dados devido ao aumento da quantidade e velocidade da informação gerada, sendo preciso padronizar, rastrear e controlar os arquivos, tornando a troca eficiente e eficaz.

Meseguer (1991) ressalta a importância da organização dispor de um procedimento para que haja rápida e assertiva transmissão de mudanças no projeto, seja do projetista para a obra ou vice versa. Todas as mudanças devem ter justificativas adequadamente documentadas.

A utilização de extranets, conforme discutida por Santos e Nascimento (2002), é importante por centralizar a documentação, garantindo o controle de envio, recebimento, armazenamento e revisões. Mikaldo Junior (2008) reafirma que esta ferramenta pode contribuir para a mudança de paradigmas para atender as necessidades dos agentes. Entretanto, o autor posiciona-se em favor da Engenharia simultânea, ou projetos integrados, pois quanto maior o esforço neste sentido, menores os esforços para compatibilização posteriormente.

Por outro lado, devido ao formato de configuração e funcionamento das extranets disponíveis no mercado, a busca pelas informações torna-se difícil e não acompanha

a complexidade dos empreendimentos, notando-se uma sobrecarga de informações (SANTOS; NASCIMENTO, 2002). Conforme Nóbrega (2009), a tecnologia permite aumentar a produtividade, mas se mal utilizada, impacta negativamente do fluxo de informações, de forma a dificultá-lo.

2.2 Controle de Qualidade no Projeto e Compatibilização

Segundo a ISO 9001, qualidade é “a totalidade das propriedades e características de um produto ou serviço que lhe conferem capacidade de satisfazer necessidades explícitas ou implícitas” (ABNT, 2015).

Nóbrega (2009) alerta sobre um equívoco comum, de se acreditar que a qualidade é garantida quando o produto sai conforme o projeto, sem a análise crítica se este projeto atende aos requisitos para o qual foi projetado. O conceito de qualidade, segundo a autora, já foi ampliado e inclui o atendimento às necessidades dos usuários e torna importante o controle ao longo do processo de produção de um determinado bem ou serviço. Uma evolução recente deste controle de qualidade dá-se, inclusive, pela aplicação da NBR ISO 9000.

No âmbito do PBQP-H, com a implantação do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) para gestão da qualidade em construtoras em 2005, e mais especificamente no processo de projeto, este processo passa a ser melhor padronizado, com requisitos definidos e formalização das etapas.

O principal objetivo de organizar o processo e registrar informações é a padronização e formalização dos procedimentos adotados pelas empresas ao longo do desenvolvimento do projeto, tornando-as mais competitivas (FABRÍCIO, 2002; NÓBREGA, 2009).

As séries de normas ISO 9000 apontam que o sucesso de uma organização pode ser resultado da implementação e manutenção de um Sistema de Gestão da Qualidade, e da melhoria contínua da sua eficácia. A NBR ISO 9001:2015 (ABNT,2015) baseia-se nos seguintes princípios de Gestão da Qualidade:

- Foco no cliente;
- Liderança;
- Engajamento das pessoas;

- Abordagem do processo;
- Melhoria;
- Tomada de decisão baseada em evidência;
- Gestão de relacionamento.

Como o foco deste trabalho é o Projeto na interface de execução da obra, será dada atenção especial ao item 8.3.6 da norma, que diz respeito às “*Mudanças de projeto e desenvolvimento*” e o item 9.3.1 – “*Análise e Avaliação*”.

“8.3.6 Mudanças de projeto e desenvolvimento

A organização deve identificar, analisar criticamente e controlar mudanças feitas durante, ou subsequentemente a, o projeto e desenvolvimento de produtos e serviços, na extensão necessária para assegurar que não haja impacto adverso sobre a conformidade com requisitos.

A organização deve reter informação documentada sobre:

- a) As mudanças de projeto e desenvolvimento;*
- b) Os resultados das análises críticas;*
- c) A autorização das mudanças;*
- d) As ações tomadas para prevenir impactos adversos.”*

“9.1.3 Análise e Avaliação

A organização deve analisar e avaliar dados e informações apropriados provenientes de monitoramento e medição.

Os resultados das análises devem ser usados para avaliar:

- a) Conformidade de produtos e serviços;*
- b) O grau de satisfação de cliente;*
- c) O desempenho e a eficácia do sistema de gestão da qualidade;*
- d) Se o planejamento foi implementado eficazmente;*
- e) A eficácia das ações tomadas para abordar riscos e oportunidades;*
- f) O desempenho de provedores externos;*

g) A necessidade de melhorias no sistema de gestão da qualidade.

NOTA: Métodos para analisar dados podem incluir técnicas estatísticas.”

ABNT NBR ISO 9001:2015 (ABNT, 2015)

Portanto, de acordo com o exposto a respeito da série de normas ISO 9000, as melhorias devem ser implementadas baseadas nos resultados das avaliações, visando o aumento da eficiência e eficácia dos processos.

Com relação ao atendimento das necessidades dos agentes, incluindo o cliente e usuário, Bertezini (2006) aponta a carência de padronização e a falta de parâmetros para avaliar tanto o conteúdo quanto o processo de projeto, e ressalta que as empresas devem implantar sistemas de gestão da qualidade conforme as exigências do setor, buscando padronização e formalização de procedimentos, além da sistematização dos processos.

As empresas que possuem um Sistema de Gestão da Qualidade, no geral preocupam-se com instrumentos de controle e avaliação dos seus processos, mas dentre as barreiras para estas avaliações de fato promoverem melhoria contínua podemos citar as falhas no próprio sistema de avaliação (com objetivo de correção, e não prevenção) e falhas no sistema de comunicação (informações não retroalimentam os agentes) (BERTEZINI, 2006).

Meseguer (1991) cita dois tipos de controle de qualidade: o controle da produção, realizado por quem de fato executa a tarefa, e o controle de recepção, que se dá nas interfaces e transições de uma responsabilidade para a próxima.

O conceito de garantia da qualidade, no entanto, é diferente do conceito de controle de qualidade. A garantia refere-se a um conjunto de ações sistemáticas e planejadas, que trazem a confiança de que os requisitos de qualidade quanto a produtos, processos e serviços estão sendo atendidos (MESEGUER, 1991). Assim, trata-se de uma ferramenta de gestão da qualidade, não significando trazer evidências para comprovar, mas sim definir em cada etapa do processo quais ações devem ser tomadas para cumprimento dos requisitos. Segundo Meseguer (1991), cada agente do processo deve determinar um responsável que irá garantir a qualidade.

2.2.1 Instrumentos para garantir e controlar a qualidade

Os métodos para controlar e avaliar o processo de projeto podem ser considerados estratégicos sob o ponto de vista da garantia da qualidade, mostrando-se fundamental para o sucesso do empreendimento e conseqüentemente da organização (BERTEZINI, 2006). As avaliações garantem subsídios para decisões em busca da melhoria contínua, conforme o princípio da norma NBR ISO 9001:2015 (ABNT,2015) sobre a tomada de decisão com base em evidências.

Segundo Novaes (2000), as atividades de análise crítica do projeto são importantes instrumentos para melhoria da qualidade no processo. A falta de qualidade do projeto é uma grande barreira para o avanço do setor, e para a melhoria da qualidade é necessário que os agentes estejam cientes de suas responsabilidades (NÓBREGA, 2009).

A compatibilização de projeto, tal como atividade, exerce uma das principais influências na qualidade final do projeto e da obra, reduzindo retrabalhos, desperdício, além de tempo de execução tanto do projeto como da obra (GOES; SANTOS, 2011). Nóbrega (2009) cita que a diversidade dos agentes aumenta a possibilidade das incompatibilidades entre os projetos.

Portanto, para Nóbrega Junior (2012), o feedback da obra é fundamental inclusive para a formação profissional de um coordenador de projetos, aperfeiçoando sua visão crítica a respeito do que será cobrado da sua atividade.

Para Mikaldo Junior (2008), embora a necessidade de coordenar e compatibilizar tenha nascido de uma separação histórica entre as atividades de projeto e construção, esta também se justifica devido a outros motivos, como a alta complexidade dos projetos atuais, cada vez mais especializados entre as diversas áreas e com equipes separadas geograficamente.

A detecção de incompatibilidades em etapas adiantadas é frequente no processo construtivo. A visão de algumas normas vigentes adotam o projeto de arquitetura como base para todos as outras especialidades, prejudicando a troca de informações entre os agentes e traduz-se em perda de qualidade, tanto do processo quanto do produto (BERTEZINI, 2006).

Para Mikaldo Junior (2008), compatibilizar é “[...]atividade que torna os projetos compatíveis proporcionando soluções integradas entre as diversas áreas que tornam um empreendimento real”. Ainda, o autor cita que compatibilizar não é somente tornar o projeto eficiente e racional, mas também contribuir para compensar falhas de integração entre a equipe e as tarefas, e, portanto, ter a chance de complementar as fases de realização do projeto onde faltou engenharia simultânea.

Com o conceito de Projeto Simultâneo (FABRÍCIO, 2002), o processo de compatibilização na verdade é realizado por meio da integração de todos os envolvidos, retirando a sobrecarga de responsabilidade apenas do coordenador de projetos. A Engenharia Simultânea, da qual deriva-se este conceito de processo de projeto, tem como uma das principais características para o desenvolvimento de novos produtos a colaboração precoce e paralela de projetistas, equipe de produção, fornecedores e clientes.

Segundo Shigaki, Ozório e Hirota (2012), considerando os avanços na tecnologia da informação e a elevada complexidade que os projetos de edificações atingiram, as equipes envolvidas no desenvolvimento do empreendimento tem procurado utilizar conceitos como projeto integrado, projeto simultâneo e design colaborativo, buscando melhores resultados para o processo.

Segundo Nóbrega (2009), a verificação, validação e a análise crítica são ferramentas importantes para controle de qualidade e coleta de dados, monitorando as etapas e permitindo a redução de falhas, para isto, normalmente utilizando-se de *check-lists*. Estas fases estão previstas nos sistemas de gestão da qualidade como PBQP-H e na ISO, ressaltando que é necessário assegurar-se que as saídas de projeto atendem aos requisitos de entrada e às necessidades do cliente, além de manter todos os registros.

Bertezini (2006) afirma que, embora a análise crítica seja de fato importante, e muitas empresas tem a preocupação de realiza-la, elas se encerram dentro do empreendimento e o resultado destas avaliações nem sempre retroalimentam o processo.

Em estudo de caso a respeito do processo de projeto em escritórios de Arquitetura, Nóbrega (2009) aponta boas práticas para prevenção de erros de projeto como o uso

de manuais e diretrizes. Após implementados, estes controles reduziram o número de falhas nos projetos liberados para a obra, porém o escritório estudado ainda era solicitado devido a outros problemas, como incompatibilidades, erros de desenho, informações imprecisas e insuficientes, especificação de produtos fora de linha e falta de entendimento gráfico das informações por parte da obra.

2.2.2 Qualidade x Tipos de problemas e dificuldades no processo

Comparada outras indústrias e países, as falhas encontradas no processo da indústria da construção civil dividem-se aproximadamente da seguinte maneira (MESEGUER, 1991):

- 20% devido ao processo de produção;
- 40% devido aos fornecedores;
- 40% devido a defeitos de concepção-projeto.

Segundo o mesmo autor, as falhas em edifícios mantem proporções semelhantes, conforme tabela 1.

Tipo	Bélgica	Reino Unido	R. F. Alemã	Dinamarca	Romênia	Espanha	MÉDIA
Projeto	46 a 49	49	37	36	37	41	40-45
Execução	22	29	30	22	19	31	25-30
Materiais	15	11	14	25	22	13	15-20
Uso	8 a 9	10	11	9	11	11	10
Causas naturais imprevisíveis						4	

Tabela 1 - Origem das falhas de serviços em edifícios

Fonte: Meseguer (1991)

A qualidade do projeto com relação à construtibilidade e compatibilização exerce fundamental papel no sucesso do empreendimento em prazo e custo (GOES; SANTOS, 2011). Os problemas referentes a estas questões que são corrigidos ainda em fase de projeto são parte da rotina dos projetistas e coordenadores de projetos, mas quando estes problemas são encontrados na fase de execução, cabe mensurar os impactos para possibilitar uma análise de desempenho e retroalimentação para projetos futuros. Neste sentido, Bertezini (2006) também afirma que muitos dos

problemas enfrentados na construção são originados devido à baixa qualidade das informações que são fornecidas no projeto.

Ainda, Grandiski (2004) aponta a falta de detalhamento de projetos como uma das razões de patologias no pós-obra. Desta forma, as repercussões dos problemas relacionados com projetos não somente afetam até a fase de construção, mas sim toda a vida útil do empreendimento. Ele afirma também que, em perícias, cerca de 40% das patologias constatadas poderiam ter sido evitadas em fase de projeto, e dificilmente são corrigidas de forma satisfatória com a construção já em andamento.

A falta de integração entre o processo de projeto e o processo de produção ocorre normalmente pela falta de um representante da obra no desenvolvimento do projeto, e vice-versa, resultando em desenhos e detalhamentos que não representam a cultura construtiva da empresa ou a necessidade da obra (NÓBREGA, 2009).

A falta de compreensão do empreendedor quanto a importância do projeto no processo construtivo também prejudica a qualidade do projeto, uma vez que é enxergado como ônus e despesa a ser minimizada antes do início da obra (NÓBREGA, 2009).

Outro problema está relacionado à entrada tardia dos projetistas na sequência das atividades do processo. Nóbrega (2009) cita que o fato do projeto de Arquitetura ser concebido separadamente e avançar muito antes da intervenção das demais disciplinas, acarreta grande retrabalho e numerosas incompatibilidades.

Além disso, a própria representação 2D, ainda predominante da ICC e no estudo de caso aqui utilizado, possui características que na realidade são limitações, e podem gerar problemas (GOES; SANTOS, 2011 e FERREIRA; SANTOS, 2007):

Características Problemáticas da Representação 2D	
Classificação	Definição
Omissão	A fim de sintetizar o desenho, são omitidas informações consideradas "óbvias" para o especialista que está projetando, mas desconhecidas para os outros agentes envolvidos, que não as levam em consideração por não estarem representadas. Também pode se caracterizar pela omissão de uma elevação ou corte necessário para a correta interpretação do projeto.
Simplificação	Peça escala do desenho, o projetista simplifica uma determinada representação, alterando o volume real do objeto ilustrado, embora com dimensões proporcionais.

Simbolismo	O objeto é representado por um símbolo cujas dimensões e formas não tem relação com o objeto real.
Ambiguidade	A mesma representação pode ser interpretada de mais de uma forma, mesmo que adicionada de notas, símbolos ou esquemas, em geral em algum ponto do contexto do desenho que pode não ser claramente percebido.
Fragmentação	Separação da informação em várias vistas ortográficas (planta, elevação, corte) e pode ser agravada com a eventual representação destas vistas em folhas separadas. O esforço cognitivo é aumentado quando é necessário correlacionar informações representadas em duas vistas diferentes, favorecendo o erro. Esse procedimento é diferente do desenho mecânico, onde as vistas devem sempre ser alinhadas, facilitando a correlação dos detalhes das vistas.

Tabela 2 - Características problemáticas da representação 2D

Fonte: Ferreira, Santos (2007)

Codinhoto e Ferreira (2004) classificaram os principais problemas percebidos durante o desenvolvimento de projetos com foco em vedações, mas que representam também problemas notados em outras especialidades:

- **Compatibilização:** Interferências e inconsistências geométricas entre projetos;
- **Construtibilidade:** Inconsistências relacionadas ao desempenho e à execução dos sistemas e subsistemas;
- **Coordenação:** Inconsistências relacionadas ao controle da comunicação, do tempo, do escopo, de custos, riscos e integração dos projetos / projetistas;
- **Especificação:** Omissões, contradições ou inexistência de informações relacionadas ao produto.

Neste mesmo estudo, os autores encontraram a seguinte proporção: 16% Compatibilização, 42% Construtibilidade, 7% Coordenação e 35% Especificação.

Ferreira e Santos (2007), na coleta de dados para estudo de caso, associaram os problemas encontrados aos problemas e limitações da representação 2D acima mencionadas, como por exemplo situações de incompatibilidade devido à simplificação, ou problemas de construtibilidade devido à omissão e a generalização. De acordo com os autores, os agentes envolvidos no projeto precisam da habilidade de recriar mentalmente as informações omissas e simplificadas, e falhas nesse processo geram os problemas detectados em obra. Neste sentido, Goes e Santos

(2011) também comentam sobre a abstração necessária para compreensão do projeto, além da capacidade de inferência de todas as simbologias e representações.

A representação 2D deveria ser o fim do processo, em termos de registro e documentação, e não limitar todo o processo em torno desta representação, devido à diversos fatores que combinados levam a uma visão parcial do espaço (FERREIRA; SANTOS 2007).

Com relação às dificuldades no processo, Bertezini (2006) categoriza-as de acordo com o contexto, e descreve as dificuldades (tabela 3).

Categorias	Descrição das Dificuldades
(a) Durante o processo de desenvolvimento do projeto	<ul style="list-style-type: none"> → Desenvolver características do produto que atendam às necessidades e expectativas dos clientes; → Desenvolver processos que sejam capazes de produzir as características desejadas dos produtos; → Estabelecer controles dos processos e produtos (avaliações internas e externas); → Retroalimentar os processos com informações confiáveis; → Promover melhorias;
(b) Nas interfaces entre a fase de desenvolvimento de projetos e as demais fases do empreendimento	<ul style="list-style-type: none"> → Identificar os clientes (internos e externos); → Identificar as necessidades e expectativas dos clientes; → Retroalimentar os processos com informações confiáveis; → Promover melhorias;
(c) Nas relações dos projetistas com os demais agentes	<ul style="list-style-type: none"> → Cumprimento de prazos; → Comprometimento dos projetistas com as soluções adotadas; → Formação de equipes multidisciplinares desde o início dos trabalhos; → Comunicação e fluxo de informações entre os projetistas e os demais agentes.

Tabela 3 - Descrição das dificuldades no processo

Fonte: Bertezini (2006)

Podemos notar que, segundo a autora, a retroalimentação é considerada como uma das dificuldades, juntamente com a promoção de melhorias. Ainda, destacam-se do quadro o estabelecimento de controles e processos e o fluxo de informação entre todos os agentes.

Melhado (2001) também identificou as deficiências deste fluxo de informação como um dos maiores problemas nas empresas de incorporação e construção.

A falta de qualidade pode também resultar da falta de controle do processo, sendo que os prejuízos neste caso são diversos, como retrabalho, perda de informação, baixa produtividade, desperdício, ineficiência, entre outros (NÓBREGA, 2009).

Segundo a autora, existem aspectos do processo de projeto que influenciam na qualidade, e divide os erros mais importantes entre técnicos e humanos, sendo que controle de qualidade combate apenas os erros técnicos, pois os humanos requerem medidas para a garantia da qualidade.

Nóbrega (2009), após estudo de caso envolvendo empresas projetistas de arquitetura, afirma que a forma de projetar ainda está muito voltada ao produto, não à produção, apontando esta como mais uma causa das falhas no processo de desenvolvimento do projeto. Os erros técnicos e humanos, segundo Meseguer (1991) possuem ainda uma subdivisão.

Tipos de Erros		Exemplos
Técnicos		Erros durante o planejamento Erros de projeto Erros na fabricação de materiais Erros durante a execução Erros de uso ou manutenção
Humanos	De organização ou gestão pessoal	Erros na definição de responsabilidades Erros de informação Erros de comunicação entre participantes Erros na contratação
	Pessoal	Erros por falta de formação Erros por falta de motivação Erros por negligência Erros por excesso de confiança Erros intencionais

Tabela 4 - Erros mais importantes na construção

Fonte: Meseguer (1991)

Os erros técnicos, de acordo com o autor, podem ser minimizados pelo controle de qualidade, mas os erros humanos requerem medidas de garantia da qualidade.

Segundo Nóbrega (2009):

“Para obtenção da melhoria contínua, necessita-se de maior controle do processo, procedimentos para captação de dados durante o projeto, a obra e as fases de uso e ocupação e a criação de um banco de dados com indicadores que sirvam de referência para tomada de decisão e evolução dos processos da empresa”.

Portanto, faz-se necessário que sejam aprimorados os instrumentos de controle, captando dados de forma eficaz e organizá-los visando a extração de informações que sejam úteis à organizando, construindo conhecimento.

3. FERRAMENTAS DO PROCESSO COM FOCO EM MELHORIA CONTÍNUA

3.1 Indicadores do processo

Segundo Meseguer (1991), ao se julgar a qualidade de um projeto, devemos ter atenção a três aspectos:

- Qualidade da solução: aspectos funcionais e técnicos, estética, custo, prazo para execução;
- Qualidade da descrição da solução: desenhos, especificações;
- Qualidade da justificativa da solução: cálculos, memoriais explicativos.

Bertezini (2006) elenca as principais razões pelas quais são importantes as medições e avaliações, dentre as quais citamos:

- Proporcionar padrões para comparação e visibilidade por meio de um “quadro de resultados” para que os colaboradores monitorem seus próprios níveis de desempenho (gestão a vista);
- Determinar áreas prioritárias de melhoria;
- Retroalimentar.

A gestão a vista é uma ferramenta importante para apresentação dos indicadores à equipe, de modo que a situação do processo possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos (WERKEMA, 2010).

A medição do desempenho é um processo, e deve-se decidir primeiro o que medir, como se dará a coleta e o processamento, além do método para avaliação dos dados (COSTA et al, 2005). Segundo o manual do Núcleo Orientado à Inovação e Edificação – NORIE (COSTA et al, 2005), a medição deve ser utilizada de forma a identificar problemas e aplicar as devidas ações corretivas, e os indicadores normalmente são expressos em médias e limites de controle superior e inferior.

Um dos principais erros é definir indicadores sem alinhamento com a estratégia da organização e fatores críticos de sucesso para o processo do negócio (COSTA et al, 2005). Assim, o entendimento da estratégia é o primeiro ponto para a elaboração de indicadores.

Costa et al (2005) levantam os seguintes tipos: indicadores de qualidade e produtividade; indicadores gerenciais (ou estratégicos) e operacionais; indicadores de

resultado e processo; indicadores financeiros e não-financeiros. Para fins deste estudo, daremos maior atenção aos indicadores de resultado e processo.

A maior parte dos indicadores relativos à qualidade do projeto refere-se às suas características geométricas e aproveitamento do espaço, por exemplo, índice de compacidade, área privativa, que são critérios passíveis de avaliação mensurável antes da execução. Novaes (2000) discute a necessidade do setor para definição de valores de referência, por meio da quantificação de indicadores, que hoje convive com estimativas que muitas vezes são conflitantes devido à carência de informações. A proposta de Novaes (2000) é que sejam identificados indicadores na área de influência de cada agente – produto e produção.

Bertezini (2006) ressalta que a definição dos indicadores a serem monitorados devem estar com foco na melhoria contínua, e promover o estabelecimento de critérios de excelência, e não padrões mínimos. Além disso, a autora afirma que a escolha deve ser com base em parâmetros que tenham o potencial de identificar o avanço no desempenho do processo, contribuindo efetivamente para revelar a evolução e auxiliar na tomada de decisão.

Com relação às avaliações do processo, Bertezini (2006) levanta questões iniciais importantes para obtenção da qualidade. Primeiramente deve-se questionar o *que* deve ser avaliado, *como* deve ser avaliado, e *de que forma* estes resultados retroalimentam e auxiliam no desempenho e na melhoria de projetos futuros.

A mesma autora também elenca três momentos nos quais é importante que sejam realizadas avaliações: durante o desenvolvimento do projeto, ao final de cada etapa e nas interfaces entre a fase de projeto e demais fases do empreendimento.

Conforme Nóbrega (2009), os indicadores devem ser armazenados em bancos de dados para comparações futuras, de onde serão obtidos valores de desempenho. Em uma empresa de arquitetura estudada pela autora, eram levantadas as quantidades de solicitações para modificação de planta durante a obra, mas um importante dado para a retroalimentação era perdido: o motivo pelo qual solicitavam-se alterações.

Nóbrega (2009), ao sugerir um roteiro para montagem de banco de dados de controle e retroalimentação de empresas projetistas, separa o processo de projeto com relação

às suas etapas e quais as entradas principais para controle. Com foco no recorte deste estudo, são elencados os pontos abaixo quanto à etapa de execução de obra:

- Controle de alteração do projeto durante a execução;
- Controle de satisfação do cliente (promotor do empreendimento) quanto a apresentação, inteligibilidade, qualidade dos desenhos e detalhes, construtibilidade, racionalidade, custos previstos;
- Dificuldade de execução de detalhes do projeto;
- Patologias ocorridas e prováveis causas (execução, projeto);
- Confiabilidade das informações (erros de cotas);
- Compatibilidade dos projetos;
- Facilidade de comunicação com os projetistas.

Ainda, Nóbrega (2009) também sugere indicadores para esta mesma etapa:

- Quantificação do número e motivo das solicitações de revisão por não atendimento de legislação e normas técnicas;
- Quantificação do número e motivo das solicitações de revisão por não atendimento dos requisitos de órgãos oficiais (bombeiros, saúde pública);
- Atendimento aos padrões construtivos da empresa;
- Critérios de racionalização e construtibilidade;
- Quantificação da carência ou excesso de informações nas pranchas;
- Quantificação das solicitações de modificações no layout da planta, com vistas a avaliar a flexibilidade do projeto;
- Quantificação do desvio em relação à meta do custo realizado;
- Quantificação da avaliação do construtor da qualidade das soluções propostas;
- Quantificação das solicitações de revisão de aspectos gráficos;
- Quantificação das solicitações de revisão de informações de projeto (confiabilidade das informações);
- Quantificação do motivo e quantidade de problemas de compatibilização com os projetos de outras disciplinas;
- Quantificação do grau de utilização do projeto em obra e os motivos do não uso;
- Quantificação da dificuldade para execução dos detalhes propostos em projeto;

- Quantificação do atendimento às necessidades e às expectativas dos clientes (promotor do empreendimento). Ex.: atendimento a previsão inicial de custos, acesso aos diários de obra e quantificação dos problemas de projeto, etc.

Bertezini (2006) aponta que as avaliações devem traduzir o nível de eficiência do processo e o desempenho, utilizando para isto comparações com referências e metas estabelecidas. O que será avaliado deve estar claro a todos os agentes, focando na simplicidade para coleta de informações e os pontos principais do processo. É fundamental que se conheçam as metas desejadas para o processo.

Ainda, a autora destaca que a análise da eficiência e eficácia nos processos de projeto ainda é uma atividade pouco norteadada pelo uso dos indicadores, mas que está em desenvolvimento.

Com relação ao que deve ser monitorado pelos construtores, as necessidades levantadas por Bertezini (2006) quanto a avaliação dos projetos são:

- Qualidade dos projetos;
- Projetos completos;
- Detalhes construtivos coerentes;
- Compatibilidade entre projetos;
- Apresentação dos projetos aos construtores;
- Contato com o projetista durante a execução dos serviços em obra para esclarecimento de eventuais dúvidas.

Bertezini (2006) também apresenta possíveis formas de avaliação de projetos, dos quais destacam-se para este trabalho:

- Número de incompatibilidades entre os projetos das diferentes especialidades – durante a fase de elaboração de projetos e execução da obra;
- Verificação na obra, *in loco*, de questões relativas à: construtibilidade, racionalização construtiva e produtividade das soluções propostas em projeto (*check list* e sugestões de melhoria);
- Verificação *in loco* quanto ao grau de utilização dos projetos (por exemplo, carência ou excesso de informações nas pranchas de desenho, etc.);

- Número de solicitações de modificações do projeto solicitadas pelos construtores, cliente ou demais projetistas;
- Número de alterações do projeto solicitadas pelos agentes do processo

Bertezini (2006) também alerta que, caso as avaliações não sejam de fato encaradas como instrumentos de gestão, pouco irão contribuir para a melhoria contínua dos processos e produtos. É necessário que sejam vistas como auxílio na identificação de falhas, dificuldades e pontos críticos, bem como fornecerem subsídios para embasar processos decisórios.

Para avaliação dos fornecedores de projetos, Costa et al (2005) levantam os seguintes critérios:

- Cumprimento do prazo de entrega;
- Captação e atendimento aos requisitos do cliente;
- Qualidade da solução adotada;
- Qualidade do processo;
- Apresentação do projeto.

3.2 Retroalimentação e Gestão do Conhecimento na Construção Civil

A retroalimentação, ou o termo em inglês “*feedback*” como é bastante conhecido, é conceituado por Nóbrega (2009) como “[...]um método de troca de experiências, observações, interesses e sugestões para melhorar o desempenho do processo ou do produto”.

No setor da ICC, considerando-se o longo ciclo de vida, o *feedback* pode ser acerca de etapas ou do processo construtivo completo (NÓBREGA, 2009). A retroalimentação permite que as informações obtidas pelos métodos de controle citados anteriormente retornem ao processo de projeto com a intenção de melhorá-lo. O fluxo natural das informações deveria ser a retroalimentação, visando a melhoria contínua (BERTEZINI, 2006).

É importante notar que o papel da retroalimentação não diz respeito apenas à melhoria de desempenho de uma determinada empresa ou processo, mas deve ser encarada como um avanço para o setor construtivo como um todo, inclusive com reflexos no meio ambiente, uma vez que a ICC é responsável por grande volume de dejetos na

natureza, e diminuir retrabalhos e manutenções garante um menor impacto ambiental (NÓBREGA, 2009).

Uma ferramenta de Lições Aprendidas (LA), sejam elas de exemplos positivos ou negativos, é fundamental para o processo, mas segundo Ferrada et al (2016) estas lições não são sistematicamente incorporadas em projetos futuros devido a falta de gestão do conhecimento e de uma cultura de aprendizagem nas construtoras. Estudos apontam que, como a ICC é uma indústria baseada no conhecimento gerado em projetos, e muito focada nas informações geradas por diferentes indivíduos integrantes do time, estas construtoras precisam captar e distribuir o conhecimento de forma a não perder estes ativos importantes (FERRADA et al, 2016; PARANAGAMAGE et al, 2012).

Segundo Jalili et al (2011), a LA é algo bastante claro em um projeto pequeno, mas no contexto de diversos projetos em uma organização, ou em projetos maiores e mais complexos, LA torna-se um processo bastante trabalhoso. O fator mais importante é como a experiência é interpretada e documentada.

Para o gerenciamento das lições aprendidas, Ferrada et al (2016) sugerem a utilização de um sistema web, baseado em *cloud computing* e de fácil acesso por termos de pesquisa. Paranagamage et al (2012) elencam os principais benefícios da sistematização destas lições:

- Aprender a partir de projetos similares no passado, evitando a repetição de erros;
- Garantir que experiências bem sucedidas no passado possam ser replicadas para projetos futuros;
- Ganhar vantagem competitiva de Mercado;
- Evitar evasão de talentos e, conseqüentemente, conhecimento;
- Encorajar inovação.

O aprendizado sobre experiências anteriores passa pela reflexão acerca do que foi feito, como funcionou e como pode ser feito melhor em experiências futuras (NÓBREGA, 2009), o sucesso destas futuras empreitadas depende da capacidade de se aprender com o passado (JALILI et al, 2011). Senge (1990), em seu livro *A Quinta Disciplina*, já falava a respeito do potencial de aprendizagem em grupo dentro das

organizações, mantendo sempre o sentido de conexão com o todo maior, como um sistema entrelaçado e relacionado.

O setor da construção carece bastante de referências acerca dos problemas, tal como benchmarking. A respeito do tema, Nóbrega (2009) cita o exemplo na Finlândia da Associação de Qualidade na Construção, conhecida por RALA (Rakentamisen Laatu), uma associação que busca a melhoria da qualidade na construção civil, na qual as empresas tem acesso a um banco de dados sobre as avaliações das concorrentes, e em contrapartida disponibilizam suas informações. A intenção é formar uma comparação de desempenho, de forma que no longo prazo todo o setor consiga crescer. Bertezini (2006) cita a importância de se ter indicadores ou padrões de desempenho tanto internos quanto externos à organização.

O NORIE desenvolveu um programa de benchmarking no sul do Brasil, e o manual deste programa ressalta que o benchmarking é um mecanismo que facilita a medição de desempenho e a definição de novos desafios, com foco na melhoria contínua e gerando valores de referência para todo o setor (COSTA et al, 2005).

Segundo Bertezini (2006), as empresas devem buscar meios ou mecanismos para levantamento de dados, garantindo a retroalimentação e a eficácia de ações de melhoria eventualmente tomadas.

Ainda, em busca de organizar este conhecimento, existe um grande esforço mundial para integrar processos e produtos das mais variadas indústrias, por meio da interoperabilidade, por exemplo, obtida com a classificação de produtos e processos para a criação de padrões semânticos (SANTOS; NASCIMENTO, 2002). Estes padrões tem a função de integrar o setor e facilitar a comunicação e a definição de diretrizes, como os guias publicados pela Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (AsBEA).

Após a coleta das informações em banco de dados, estas devem se tornar item de lista de verificações (*check-lists*) (NÓBREGA, 2009).

Conforme afirmado por Nóbrega Junior (2012), a medição do desempenho também deve ser parte integrante de todo o processo de desenvolvimento de projetos, uma vez que provê informações importantes acerca da eficácia e promove a melhoria contínua.

Ainda, o mesmo autor afirma que grande parte dos estudos acerca da coordenação de projetos concentra-se na produção, criação e uso da informação. Sendo a informação o principal ativo dentro de um projeto, é de suma importância que este conhecimento gerado seja retroalimentado. As representações gráficas geradas podem sofrer alterações ao longo do processo para viabilizar a edificação, e o rastreamento das alterações e suas causas são dados valiosos neste processo. Nóbrega (2009) também afirma que as informações perdidas durante o processo de projeto e obra em decorrência da falta de procedimentos nas empresas é de alta relevância, e que, com a gestão da qualidade do processo implantada nestas organizações, o processo se fortalece e a qualidade é obtida por meio da retroalimentação entre as fases, desde o projeto até a ocupação. A ausência de um banco de dados sistematizado para retroalimentação prejudica a qualidade do projeto, segundo a autora, se analisarmos do ponto de vista da repetição de erros e falta de referências.

Um fórum de benchmarking também seria uma ferramenta importantíssima para analisar princípios de gestão e boas práticas, permitindo às organizações que aderissem, a chance de pensar a frente e criar coletivamente o conhecimento (COSTA et al, 2005).

A coleta de informações para lições aprendidas começa com um evento de aprendizagem, e, segundo Jalili et al (2011), continua por meio de duas possibilidades: ativa e passiva. Na abordagem passiva, os eventos são reconhecidos pelos colaboradores e reportados voluntariamente, dependendo totalmente, portanto, da motivação dos colaboradores em compartilhar conhecimento. A abordagem ativa pode complementar a passiva, na qual o responsável pela gestão do conhecimento no projeto reconhece os eventos interessantes para aprendizagem em grupo e reporta este evento com a ajuda dos colaboradores envolvidos.

Gorkem et al (2015) sugerem a criação de categorias para as lições aprendidas, uma vez que podem ser de naturezas diversas, positivas ou negativas, além dos atributos que são interessantes de mapear.

Tabelas de Lições Aprendidas	Atributos
Projeto	ID do projeto, Nome do projeto, País, Data de início, Data de finalização, Escopo do projeto, Tipo do projeto, Tipo de contrato, Tecnologias empregadas, Moeda
Melhores Práticas	ID da experiência, Descrição, Fatores-chave, Como foi atingido, Tempo economizado, Dinheiro economizado
Problemas	ID da experiência, O que aconteceu?, Solução empregada, Ação preventiva possível, Tempo desperdiçado, Dinheiro desperdiçado
Mudanças Financeiras	ID da mudança, Razão da mudança, Nível de importância
Custos	ID da mudança, Quantia, Era inevitável?, Estratégia possível de prevenção
Orçamento	ID da mudança, Quantia orçada, Quantia utilizada, Motivo, Recomendação
Atrasos	ID do atraso, Motivo, Duração da atividade, Duração do atraso, Ação mitigante, Recomendação
Disputas	ID da disputa, Resolução, Resultado, Problemas encontrados, Recomendação, Duração

Tabela 5 - Tipos possíveis de Lições Aprendidas

Fonte: Gorkem et al (2015)

Para fins deste estudo, utilizou-se com maior ênfase o proposto pelo autor na categoria PROBLEMAS, grifado na tabela.

Paranagamage et al (2012) adicionam aos tipos descritos acima quesitos específicos para Desenhos, Suprimentos e Entregas e “Passagens de Bastão” como tipos importantes de LA.

Segundo Ferrada et al (2016), um dos motivos pelos quais sistemas de lições aprendidas não são muito eficazes é a disseminação do fato que foi ou não bem sucedido (conhecimento do produto), ao invés de focar na causa real pela qual a experiência foi ou não satisfatória, além de como isto foi atingido (conhecimento do processo).

Uma outra forma de retroalimentar o processo de projeto é coletando informações acerca da satisfação dos clientes. Segundo Sampaio et al (2011), existe uma ausência de sistematização do processo de coleta dos dados e retroalimentação do processo, mas que a sequência projeto-construção-uso não deveria ter caráter linear, mas sim um ciclo contínuo, “Uma vez que a retroalimentação tenha se tornado uma prática realizada pelo incorporador, os clientes finais tendem a se satisfazer mais”. Os autores

também afirmam que o cenário ideal seria já realizar as pesquisas de satisfação com o foco em retroalimentação do processo de projeto.

Dentre as formas de avaliação e exemplos de *feedback*, Nóbrega (2009) cita auditorias, avaliação de desempenho, monitoramento de processos e a avaliação pós-ocupação (APO), destacando a importância da identificação de agentes, etapas e articulação das informações.

A avaliação pós-ocupação pode ter o comportamento de um banco de dados que retroalimentará o processo de projeto (SAMPAIO et al, 2011). Bertezini (2006) também afirma que a APO é uma das maneiras de promover a melhoria contínua do processo de projeto.

Bertezini (2006) define a APO como uma metodologia sistemática de avaliação do ambiente construído, avaliando-se as consequências das decisões de projeto no desempenho do edifício.

Conforme Nóbrega (2009), o acompanhamento no canteiro de obras durante a produção e a APO são ferramentas fundamentais para aprimoramento de futuros empreendimentos, sendo que esta última permite a comparação do desempenho real do edifício ao desempenho esperado em projeto.

Resende, Melhado e Medeiros (2002) citam que dentre os principais serviços agregados ao produto, está a Assistência Técnica, ressaltando-se a importância desta para a retroalimentação do sistema de produção de edifícios. Os autores destacam dentre as etapas do Serviço de Assistência Técnica (SAT), as seguintes fases:

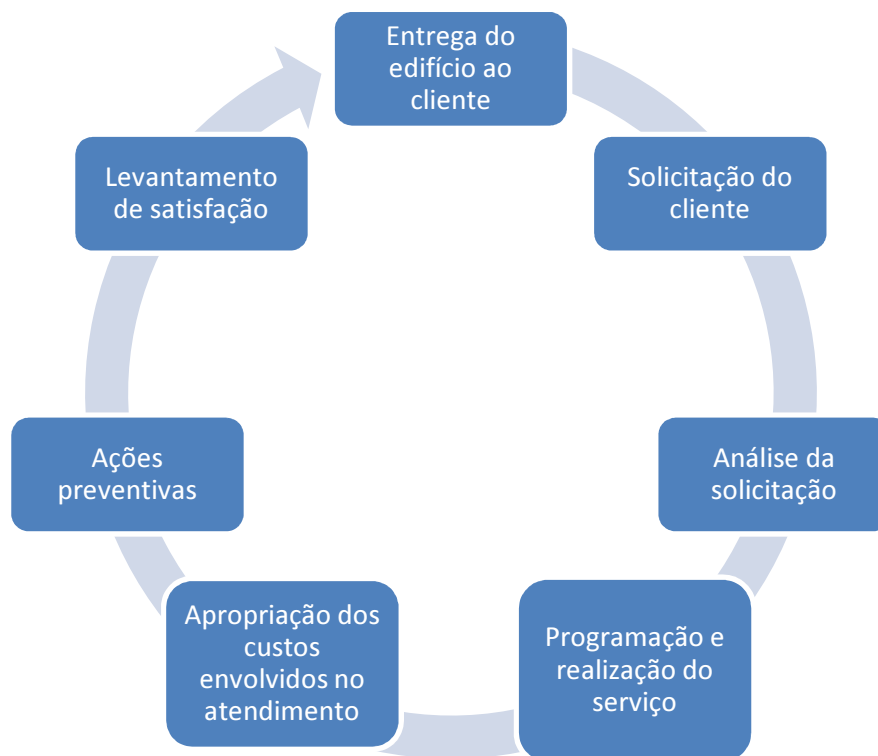


Figura 1 - Etapas do serviço de assistência técnica

Fonte: Resende, Melhado e Medeiros (2002), adaptado pela autora

Segundo Resende, Melhado e Medeiros (2002), a contribuição da assistência técnica para o aperfeiçoamento da qualidade deve-se, além da estatística de custo e frequências de patologias, à identificação da causa raiz (ou causa fundamental) de cada patologia, como por exemplo com a utilização de um diagrama de causa-raiz. Esta identificação é necessária que seja feita por diversos membros técnicos, como projetos, suprimentos e execução de obras, e todos os dados catalogados em bancos.

Uma das formas de se chegar a causa raiz é por meio da utilização do diagrama de Ishikawa, também conhecido por diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe, que possui uma estrutura clara e permite a visualização das relações entre as causas, em seus diversos níveis (MELO et al, 2016).

3.3 Soluções com BIM

Em Nóbrega (2009), comenta-se da dificuldade na ICC de realizar-se protótipos. O projeto tem, portanto, um caráter de antecipação virtual dos processos que se seguirão (BERTEZINI, 2006). Esta antecipação virtual, quando amparada de outros meios além do 2D, podem obter significativas minimizações de erros e

incompatibilidades das disciplinas, por proporcionarem representações do produto em vários níveis de detalhe (NÓBREGA, 2009).

Como Eastman et al (2008) definem, BIM é “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de projetos para produção, comunicação e análise do modelo de construção”.

BIM é descrito por Basto e Lordsleem Junior (2016) como um paradigma que se baseia na colaboração entre as equipes para a elaboração de um modelo integrado e 3D da edificação do qual serão retiradas as informações necessárias para a gestão do empreendimento. Quanto à organização dos dados em um modelo, os autores afirmam que o BIM pode contribuir para solucionar a fragmentação das informações, que resulta em problemas como falta de compatibilidade entre os projetos de arquitetura e engenharia, perda de documentos e baixa produtividade.

Ferreira e Santos (2007) evidenciaram que a modelagem 3D potencialmente resolve várias limitações do 2D, em diversas categorias de problemas, não apenas de compatibilidade, com exceção dos problemas relacionados à coordenação, que de fato referem-se a falhas na gestão do processo e na comunicação humana. Muitos dos problemas encontrados em outro estudo de caso, em Goes e Santos(2011), tanto no projeto básico como no projeto executivo, estavam relacionados à falta de informação e detalhamentos que compensassem esta informação.

No mesmo estudo de caso, agora comparando-se quantidades de inconsistências encontradas, os modelos BIM no processo de compatibilização detectaram 78% mais inconsistências do que o modelo convencional, uma vez que a própria modelagem exige mais informações de projetos e contribui positivamente para a detecção, somado a ferramenta de detecção de interferências geométricas nos softwares específicos. Se discriminarmos este resultado, a diferença maior entre o modelo BIM e o modelo tradicional foi encontrada no projeto executivo (123%, contra 50% maior no projeto básico).

Entretanto, cabe ressaltar que algumas interferências significativas foram encontradas devido à experiência do compatibilizador, no modelo tradicional, e não foram detectadas pelo modelo BIM.

Segundo Goes e Santos (2011), as ferramentas BIM:

“[...]se utilizadas em todo o seu potencial, podem trazer economia e benefícios para o processo de projeto e coordenação, antecipando problemas que escapem aos olhos dos projetistas dentro de um procedimento convencional de avaliação, e assim encurtando etapas”.

3.4 A Aplicação de ferramentas de outras indústrias como melhoria contínua na Construção Civil

Apesar da diferença da indústria de produção seriada, ou manufatureira, apresentar grandes diferenças com relação à ICC, métodos de gestão desenvolvidos naquelas indústrias apresentam grandes possibilidades de serem aplicadas neste setor (PICCHI, 2003). O conceito tradicional tal como o guia *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) apresenta para o gerenciamento na construção civil, segundo Pereira et al (2012), não controla eficazmente todas as atividades do fluxo de produção. Portanto o autor também defende que sejam adaptados conceitos de outras indústrias.

Um dos métodos que podemos citar neste contexto é o *Lean Thinking*. Segundo Rodrigues e Picchi (2010), o *Lean Thinking* pode ser caracterizado como uma filosofia gerencial que busca a redução do desperdício e a melhor utilização dos recursos, e que de acordo com Fontanini e Picchi (2005) foi baseada no Sistema de Produção da Toyota. Segundo Pereira et al (2012), *Lean Construction* (construção enxuta) foi desenvolvido a partir do *Lean Production* (produção enxuta), e reitera que se trata principalmente da eliminação de desperdícios na construção civil.

O *Lean Enterprise Institute* levanta cinco princípios fundamentais do *Lean Thinking*: valor (*value*), fluxo de valor (*value stream*), fluxo contínuo (*create flow*), produção puxada (*establish pull*) e perfeição (*seek perfection*). Destes pontos, destacam-se para este estudo o valor (definido pelo cliente final), o fluxo de valor (ações exigidas ao longo da produção) e a produção puxada (o cliente “puxa” o produto que ele quer, não o que nós julgamos ser importante) e perfeição (processo com puro valor, sem desperdício).

Para atingir estes pontos, podem ser utilizadas um conjunto de ferramentas, como o mapeamento do fluxo de valor, *last planner*, *kanban* ou linha de balanço (RODRIGUES; PICCHI, 2010).

Enquanto o modelo tradicional de controle foca principalmente em entradas e saídas (inputs x outputs, matérias primas x produtos finais), o *lean construction* considera as demais atividades do fluxo, como transporte, espera de materiais e inspeção da produção (PEREIRA, 2012).

Os benefícios resultantes são diversos, dentre eles aumento de transparência no processo, redução de variabilidade, desperdícios, custos, prazos, redução de equipes de trabalho, aumento da produtividade e qualidade (RODRIGUES; PICCHI, 2010).

O pensamento *lean* pode ser aplicado inclusive em processos administrativos, como um processo de análise de projetos (FONTANINI; PICCHI, 2005), principalmente com a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor, identificando de fato o que agrega ou não valor, sendo um importante meio de verificar os desperdícios no processo.

Na adaptação desta ferramenta ao ambiente administrativo, a principal questão é que o fluxo de materiais e o fluxo de informações é, na realidade, apenas informações. As dificuldades são devido à maior dependência de pessoas (e não equipamentos como na indústria manufatureira), ao ciclo de cada atividade ou etapa que demandam tempo bastante variáveis e de difícil mensuração, o estoque invisível, e além disso, erros e retrabalhos não são registrados e existe uma baixa padronização de tarefas entre os colaboradores envolvidos (FONTANINI; PICCHI, 2005).

Freitas et al (2014) comentam que a carência de ferramentas que permitam resolver problemas relacionados aos erros de documentação na ICC justificam a adaptação de ferramentas como o *lean thinking*, que se trata de um processo colaborativo com potencial de conformidade e agregação de valor ao produto final.

Entretanto, o pensamento *lean* não conta com um método estruturado e de análise detalhada para solução de problemas, aspecto que pode ser aliado à outra ferramenta como o Seis Sigma (WERKEMA, 2010). Já a ferramenta Seis Sigma pode ser definida como uma estratégia gerencial disciplinada e quantitativa, visando o aumento de performance, por meio da melhoria da qualidade e processos, além do aumento de satisfação dos clientes.

3.4.1 Seis Sigma aplicado em indústrias seriadas

Segundo Nóbrega (2009), a preocupação com qualidade de início surgiu no meio industrial, focando principalmente no atendimento ao que fora especificado para o produto.

Fabrício (2002) cita que, apesar da ICC lidar com empreendimentos individuais, com um caráter fundiário único, e sendo um setor bastante complexo e heterogêneo, as experiências de gestão de projeto que são aplicados em outras indústrias podem servir como ponto de partida para modernizar o processo de projeto na construção.

De acordo com Tchidi, He e Li (2011), a metodologia seis sigma é utilizada na indústria de produção em larga escala para reduzir desperdícios ocorridos por falhas no processo de produção, sendo considerado uma poderosa ferramenta estratégica para os negócios, que emprega uma metodologia de melhoria contínua bem estruturada.

A ferramenta Seis Sigma utiliza um procedimento sistemático, os cinco passos DMAIC (Definir, Medir, Analisar, melhorar – *Improve* – e Controlar), ainda segundo Tchidi, He e Li (2011), e cujos princípios são uma estrutura para resolução de problemas que baseia-se em pesquisas e análises de dados estatísticos.

Segundo Resende, Melhado e Medeiros (2002), os conceitos de qualidade que foram amplamente desenvolvidos na área de produção, tem sido aplicados também para serviços agregados ao produto.

3.4.2 Seis Sigma aplicado em Construção Civil

Nóbrega Junior (2012) cita que a demanda por métodos de operação mais eficientes em na construção civil existe pela complexidade e necessidade de entregar mais valor aos clientes. Entretanto, Nóbrega Junior (2012) também alerta que muitos processos aplicados em manufatura não são diretamente aplicáveis ao processo de projeto, por este apresentar características únicas, mas sim que deve existir grande atenção ao se transferir técnicas de coordenação da manufatura para o ambiente de projetos.

Analisando-se a ICC neste contexto, Tchidi, He e Li (2011) citam que quando analisamos as realizações e pensamos em ações de melhorias, o maior obstáculo são dados confusos, tornando a aplicação do método Seis Sigma difícil. Ainda, o processo da construção civil por característica é afetada por diversas condições externas, além de menos repetitiva que o processo de manufatura.

Tchidi, He e Li (2011) fizeram um estudo objetivando demonstrar o potencial da aplicação do Seis Sigma na Indústria da Construção Civil. Ele destaca que, quando os problemas da construção são encontrados tardiamente, o preço da retificação é alto, e, portanto a qualidade do processo de projeto deve ser melhorado.

Os estudos relacionados ao Seis Sigma foram baseados na indústria seriada, e portanto sua aplicação para o processo de projeto passou por adaptações de conceitos. O método utilizado para implantação de melhorias é o DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control* – Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar), conforme atividades descritas por WERKEMA (2010):

- **DEFINE (Definir):** Descrever o problema e definir a meta, coletar e organizar informações e dados básicos, planejar ações e notificar as áreas envolvidas;
- **MEASURE (Medir):** Determinar o foco do problema, mapear o fluxo de valor do processo e observar o local de ocorrência dos problemas, visando coletar dados relevantes;
- **ANALYZE (Analisar):** Determinar as causas fundamentais do problema (causas-raiz), e fontes de desperdício. Determinar as melhorias do processo;
- **IMPROVE (Melhorar):** Implementar as soluções para o problema, executar as ações, treinar os envolvidos, verificar os resultados e efetuar ajustes se necessário;
- **CONTROL (Controlar):** Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo, padronizar as alterações, desenvolver um plano de monitoramento da performance do processo.

Este estudo está concentrado na gestão da qualidade do processo de coordenação, com recorte na melhoria contínua baseada na coleta de informações durante o período de construção de empreendimentos em diversas fases, buscando a formação de banco de dados de principais problemas como forma de aprendizado com os próprios erros e retroalimentação para evitar que sejam repetidos.

4. PRIMEIRO CICLO DA PESQUISA-AÇÃO

Os problemas relacionados com o processo de projeto, relatados na revisão bibliográfica, são comuns em diversas empresas do mercado. Desta forma, este estudo surgiu mediante o relato de problemas semelhantes em uma construtora.

O primeiro ciclo da pesquisa-ação foi caracterizado pelo engajamento de um grupo em busca de propostas de melhoria, além do entendimento real dos problemas e as causas possíveis.

4.1 Caracterização do ciclo de projeto na empresa estudada

A empresa estudada está presente no setor da construção civil como incorporadora e construtora. Portanto, ela é responsável por todo o ciclo do empreendimento, desde a viabilidade e compra do terreno, até a entrega ao cliente final e assistência técnica.

O ciclo de projeto adotado na empresa é apresentado no fluxograma da figura 2.



Figura 2 - Fluxo do processo de projeto na empresa estudada

Fonte: Autora

Atribuições dos Coordenadores de Projeto na empresa – Design Management – Incorporação:

- Contratação do escritório de arquitetura, paisagismo e interiores;
- Coordenação das fases de concepção, estudo preliminar e anteprojeto;
- Acompanhamento da aprovação do projeto legal;
- Elaboração dos materiais de venda (folder, maquete, plantas contratuais) – kit lançamento;

Atribuições dos Coordenadores de Projeto na empresa – Design Management – Construção:

- Contratação das demais disciplinas (projetos complementares);
- Estudo de soluções técnicas para viabilização dos projetos;
- Análise técnica dos materiais de venda;
- Coordenação das fases de pré-executivo e executivo;
- Compatibilização de projetos;
- Apoio às demandas de obra.

4.2 Diagnóstico apresentado

A empresa apresentou um diagnóstico discutido com a alta gestão, que demonstrava impactos negativos na obra de problemas que ocorriam ao longo do ciclo do empreendimento. Neste relatório também estavam presentes sugestões de melhorias. As recomendações foram descritas de forma macro e sem ações detalhadas. Os pontos levantados foram:

- Otimizar as equipes de apoio às obras: Redimensionamento e reorganização das equipes de coordenação dos projetos para garantir respostas rápidas à obra, além de não parar os projetos em desenvolvimento. A alta demanda e sobrecarga compromete a tempestividade e qualidade do trabalho.
- Desenvolver parceiros de projetos de engenharia: Desenvolver parcerias com escritórios de projetos de modo a aumentar a competitividade das contratações, além de estabelecer critérios de “*sourcing*” para seleção e gestão da demanda (carga de trabalho) dos projetistas. Os projetistas atrasam a entrega dos projetos que impactam no orçamento e início da obra.
- Estabelecer processos de avaliação dos projetistas e de lições aprendidas do desenvolvimento dos projetos;
- Diminuir a falta de compatibilidade dos projetos de engenharia liberados para a obra: Foi relatado nas entrevistas o alto índice de incompatibilizações encontradas nos projetos que são recebidos pela obra;
- Evitar a entrega parcial dos projetos: Nas visitas às obras foi relatado que os projetos eram entregues parcialmente, houveram atrasos e incompatibilizações pela falta de tempo para a devida análise dos projetos, e comprometeu a

qualidade da informação para orçamento (este item também está relacionado ao problema de gestão da demanda dos projetistas).

4.3 Planejamento da Pesquisa-ação

Como a iniciação foi dirigida pelo problema, conforme pontos levantados no item anterior, o contexto e definição do problema precedeu a pesquisa bibliográfica, citada na metodologia.

Neste caso, a principal dificuldade apresentada pela empresa foi uma questão recorrente no mercado: entender e mapear os problemas que impactam a obra (por exemplo em prazo, custo ou retrabalho) e são decorrentes de falhas no processo de projeto, além de atuar visando diminuir estes problemas. Apesar de todas as recomendações descritas no diagnóstico inicial, ainda existia um desconhecimento sobre quais as melhores ações a serem tomadas, e como medir o resultado real de melhoria (tanto entender a fotografia atual do momento, como medir qual patamar foi atingido após implantação).

Para isto, reuniu-se um grupo multidisciplinar, composto por profissionais-chave do ciclo do projeto: um gerente de desenvolvimento de produto, um gerente de projetos, um coordenador de projetos locado em obra, um gerente de obra, um representante de assistência técnica e a pesquisadora.

Com as discussões realizadas neste grupo, planejou-se a coleta de dados por meio de entrevistas individuais com profissionais da organização, guiadas por um roteiro simples de entrevista, além de análise de relatórios de compatibilização após o projeto já ter sido liberado para a obra, pois em teoria estes não poderiam mais conter problemas de compatibilidade. Foi definido que tudo que fosse coletado seria inserido em um banco de dados com as seguintes informações:

- Regional;
- Projeto;
- Descrição do problema;
- Fonte da informação (gerente da obra, gerente geral da obra, coordenador de projetos, relatórios, aditivos com instaladoras, etc);

- Confirmação se o coordenador de projetos responsável pelo empreendimento foi informado do problema e se foi envolvido nas discussões para resolução (verificação entre a versão da obra x versão do coordenador de projetos);
- Local do problema (pavimento/ ambiente);
- Categoria do problema:
 - Entre o projeto executivo e o projeto aprovado;
 - Entre o projeto aprovado e o material de vendas (imagens em folders, por exemplo);
 - Entre projeto executivo e execução de obra realizada diferente, gerando incompatibilidades;
 - Incompatibilidade entre projetos executivos de disciplinas distintas;
 - Problemas de conceito, envolvendo apenas uma disciplina;
 - Entre projeto executivo e normas;
 - Solicitação pós-entrega.
- Disciplinas (projetistas) envolvidas;
- Custos para a correção (principalmente no caso de retrabalho com aditivo de instaladoras).

4.4 Coleta de Dados

Foram coletados dados de 19 projetos, em três regiões do Brasil nas quais a empresa possui obras, sendo:

- Entrevistas com 12 Gerentes de Obras (GO) e Gerentes Gerais de Obra (GGO);
- Aditivos de instaladoras (elétrica e hidráulica) em 9 obras;
- Relatórios de Compatibilização de Projetos Liberados para a Obra em 2 obras;
- Entrevistas com coordenadores de projetos responsáveis pelas obras verificadas nos três itens acima.

O processo da coleta de dados do 1º ciclo da pesquisa deu-se conforme a figura 3.

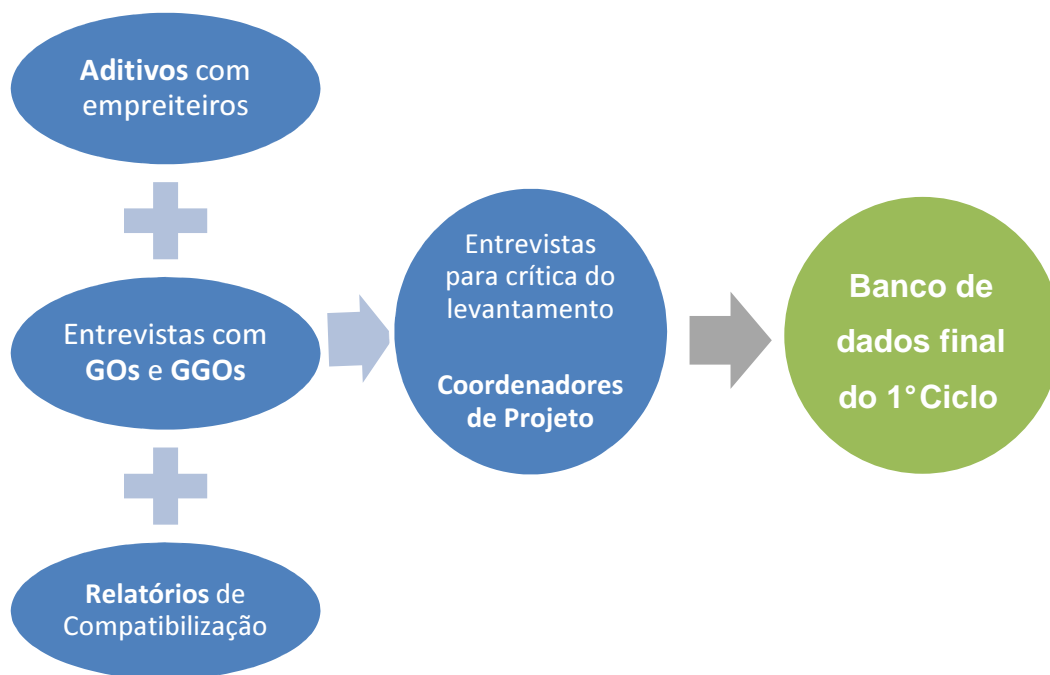


Figura 3 - Processo de Coleta de Dados - 1º Ciclo

Fonte: Autora

Este banco de dados inicial resultou em 540 problemas compilados, relatados pelas fontes na proporção apresentada na figura 4.

Fonte de dados - % do total geral

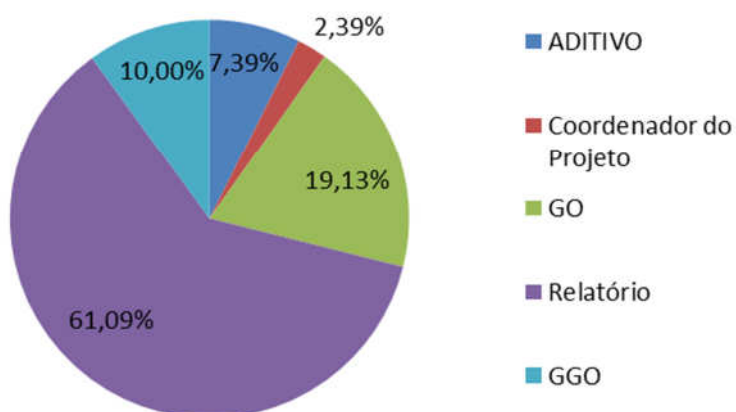


Figura 4 - Fonte dos dados coletados

Fonte: Dados de pesquisa

4.5 Análise dos dados e planejamento das ações

Durante a análise dos dados, percebeu-se que como os relatórios de compatibilização levantavam diversas questões mais detalhadas, incluindo situações de menor relevância do que as que foram relatadas pelas demais fontes, talvez fosse mais interessante realizar duas análises distintas, com e sem os relatórios. Por meio das entrevistas o grupo acreditou ter coletado o que de fato foi mais relevante na rotina dos Gerentes de Obra, e, portanto, teve maior impacto.

Os problemas compilados foram primeiramente discutidos com os coordenadores de projeto responsáveis, item por item, afim de sanar possíveis divergências ou parcialidades de informação, e encontrar a dificuldade real. Desta forma, após sanadas as dúvidas, os problemas foram separados segundo as categorias estabelecidas neste ciclo, e verificado estatisticamente qual etapa do ciclo era afetada de maneira mais recorrente.

Os gráficos abaixo demonstram, portanto, as duas abordagens: primeiro considerando-se os relatórios, e segundo excluindo-se. Existe nesta análise uma grande diferença entre estes resultados, pois os problemas mais notados pela equipe de obra poderiam ter sido de fato evitados apenas com uma análise mais detalhada das disciplinas ainda que isoladamente, enquanto pelos relatórios de compatibilização foram encontrados problemas de compatibilização em uma maior proporção.

Principais causas levantadas para alteração de projeto no período de obra

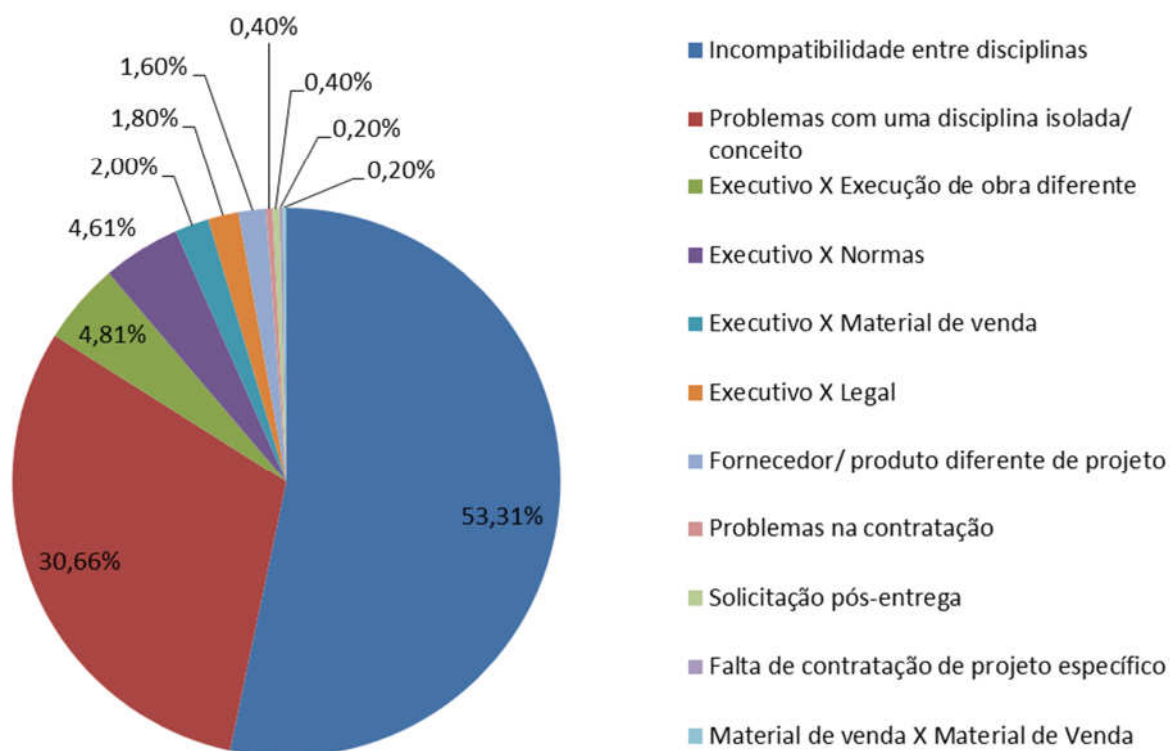


Figura 5 - Principais causas de alteração de projetos em obra (considerando relatórios de compatibilização)

Fonte: Dados de pesquisa

Principais causas levantadas para alteração de projeto no período de obra (s/ relatórios de compatibilização)

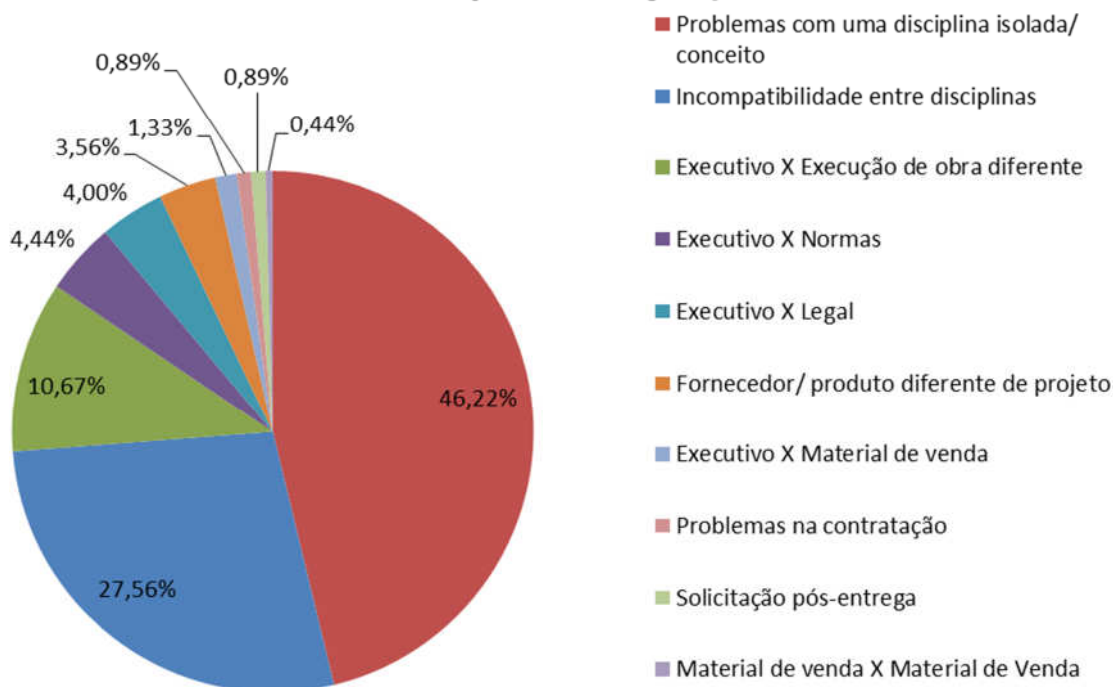


Figura 6 - Principais causas de alteração de projetos em obra (retirando relatórios de compatibilização)

Fonte: Dados de pesquisa

O estudo detalhou ainda os problemas mais recorrentes por disciplina. Dos principais problemas levantados, foram feitos diagramas de causa-raiz para entendimento do que deveria ser tratado. Abaixo um exemplo de como os planos de ação foram abertos por disciplina.

PROBLEMAS LISTADOS	REPRESENTATIVIDADE
Elétrica	100,00%
Erro na locação de ponto elétrico	13,89%
Falta de Ponto Elétrico	12,50%
Interferência com Outras Instalações	12,50%
Falta de Quadro de Luz	8,33%
Falta de Caminhamento	6,94%
Erro na Locação de ponto de iluminação	5,56%
Tomada Blindada não especificada claramente	5,56%
Falta de ponto de iluminação	5,56%
Erro na locação de quadro de luz	5,56%
SPDA inadequado	4,17%
Falta de informação de elementos aterrados	4,17%
Base desatualizada	2,78%
Falta de indicação em projeto trocador de calor	2,78%
Falta de Diretriz	2,78%
Erro na Locação de Interruptor	1,39%
Mark-up inexequível	1,39%
Falta de sensor de presença	1,39%
Falta de indicação em projeto acesso ao transformador	1,39%
Representação incorreta do caminhamento de prumadas	1,39%
Total Geral	100,00%

Tabela 6 - Problemas encontrados com a disciplina de Elétrica

Fonte: Dados de pesquisa

LOCAL DOS PROBLEMAS	REPRESENTATIVIDADE
Tipo	39,58%
Áreas Comuns	31,25%
Cobertura	14,58%
Subsolo	14,58%
Total Geral	100,00%

Tabela 7 - Locais onde foram encontrados os problemas relativos à Elétrica

Fonte: Dados de pesquisa

Quase 40% dos problemas de elétrica encontrados foram no tipo, ou seja, são replicados e causam um custo de retrabalho maior. Ainda, analisando os 5 problemas mais representativos, temos as tabelas que demonstram as parcerias com outras disciplinas que geraram os problemas, e foram discutidos os diagramas de causa raiz para chegar no fato gerador do que foi relatado.

a. ERRO NA LOCAÇÃO DO PONTO ELÉTRICO

PROBLEMA X DISCIPLINAS ENVOLVIDAS	REPRESENTATIVIDADE
Elétrica	100,00%
Erro na locação de ponto elétrico	100,00%
Estrutura	37,50%
Arquitetura	25,00%
Luminotecnica	12,50%
Paisagismo	12,50%
Ar Condicionado	12,50%
Total Geral	100,00%

Tabela 8 – Erro na locação de ponto elétrico x disciplina envolvida

Fonte: Dados de pesquisa

O principal problema relacionado a Elétrica é decorrente de incompatibilidade entre projeto, sendo a maior parte envolvendo ESTRUTURA (pontos elétricos em Pilar/Viga).

Com relação a ARQUITETURA, LUMINOTÉCNICA e PAISAGISMO, todos os problemas foram referentes a não absorção dos projetos específicos (no caso de luminotécnica e paisagismo, em parte é pelo fato dos projetos serem entregues após a disciplina de elétrica no cronograma).

As incompatibilidades referentes a AR CONDICIONADO são devido a não absorção de revisão de projeto já durante a obra.

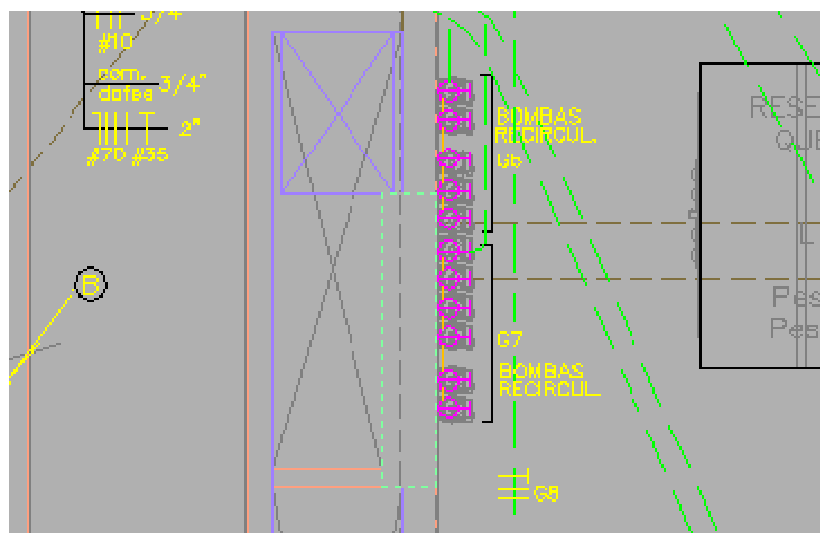


Figura 7 - Exemplo de ponto elétrico para bombas locado em pilares

Fonte: Dados de pesquisa

b. FALTA DE PONTO ELÉTRICO

Ocorre tanto por incompatibilidade quanto por problemas isolados com a disciplina de Elétrica. Falta de ponto elétrico mais recorrente:

- Acionamento do Exaustor de Churrasqueira – INDIVIDUAL E COLETIVO;
- Dois pontos de força em portões de acesso de veículos – Um motor de cada lado para suportar o portão basculante;
- Pontos referentes a Ar Condicionado – Ventokits e Condensadora.

c. INTERFERÊNCIA COM OUTRAS INSTALAÇÕES

PROBLEMA X DISCIPLINAS ENVOLVIDAS	REPRESENTATIVIDADE
Elétrica	100,00%
Interferência com Outras Instalações	100,00%
Bombeiro	66,67%
Hidráulica	22,22%
Ar Condicionado	11,11%
Total Geral	100,00%

Tabela 9 – Interferência com outras instalações x disciplina envolvida

Fonte: Dados de pesquisa

Trata-se de interferências em prumadas ou caminhamentos horizontais, geralmente em subsolos.

A maior parte das interferências ocorreram com relação ao projeto de BOMBEIRO, projeto que é realizado após a emissão do projeto de instalações e não é feita uma compatibilização adequada após isso.



Figura 8 - Caminhamento de elétrica em conflito com prumada de hidráulica

Fonte: Dados de pesquisa

d. FALTA DE QUADRO DE LUZ

PROBLEMA X DISCIPLINAS ENVOLVIDAS	REPRESENTATIVIDADE
Elétrica	100,00%
Falta de Quadro de Luz	100,00%
Ar Condicionado	100,00%
Total Geral	100,00%

Tabela 10 – Falta de quadro de luz x disciplina envolvida

Fonte: Dados de pesquisa

Todos os quadros de luz não inseridos em projeto eram referentes à Ar Condicionado, também demonstrando que houve uma falta de integração entre os projetos.

e. FALTA DE CAMINHAMENTO

Faltaram ligações principalmente com a guarita:

- Ligação dos exaustores da churrasqueira (Quadro e acionamento pela guarita);
- Tubulação seca do cabo de interfone do elevador para a guarita;
- Tubulação seca até a guarita para poder abrir e fechar o segundo portão da clausura.

Entretanto, na coleta de dados, o que mais chamou atenção foram as entrevistas com coordenadores de projeto, quando foi discutido, problema a problema, tudo que foi relatado pelas obras. Cerca de 40% dos problemas que apareceram nas entrevistas com as equipes de obras não eram de conhecimento dos coordenadores dos projetos responsáveis. Na dinâmica da obra, estes problemas eram resolvidos muitas vezes sem o envolvimento dos coordenadores e estes não conseguiam aplicar as lições aprendidas em projetos posteriores. Além disso, a disseminação de conhecimento entre coordenadores não era sistêmica, apenas ocorria em algumas reuniões de departamento que não geravam diretrizes de projeto. Isto demonstrou que a retroalimentação era falha e necessitava melhorias.

4.5.1 Proposta e planejamento de ações

A partir do panorama apresentado acima, as ações planejadas pelo grupo foram:

- Revisar os escopos de contratação de projetistas;

- II. Criar *check-lists* de análise crítica e entrega de informações para orçamento e obra;
- III. Implantar cronogramas de desenvolvimento do projeto e cruzar entre os projetistas envolvidos em outros projetos, além de trabalhar com instrumentos de gestão a vista;
- IV. Implantar avaliação de fornecedores de projeto;
- V. Melhorar os *check-lists* de compatibilização utilizados;
- VI. Verificar demandas por coordenador/ arquiteto, por meio da análise da quantidade de demandas das obras e quantidade de projetos em desenvolvimento, além do escopo de trabalho;
- VII. Registrar e formalizar todas as dúvidas, sugestões de mudança, pedidos de revisão de projeto por quaisquer motivos, em um sistema e formar um banco de dados passível de extrair estatísticas (*Requests for Information – RFI*), criar categorias para todos os RFI gerados pela obra;
- VIII. Montar e acompanhar banco de dados de custos de projetos x Avaliações de desempenho;
- IX. Verificar possibilidades de melhoria e retroalimentação, considerando também dados de Assistência Técnica e sistematização dos dados coletados pelas ações anteriores.

4.6 Implantar ações

4.6.1 I – Revisão dos escopos de contratação

Os escopos foram revisados seguindo a dinâmica: Divisão dos escopos das disciplinas entre os participantes do grupo (um responsável por escopo), crítica do escopo utilizado no momento, verificação dos Manuais de Escopo de Contratação de Projetos e Serviço da AsBEA, reescrita do escopo pelo responsável seguindo a base de informações da AsBEA e as sugestões de obra, aprovação do escopo reescrito no comitê formado pelo grupo, sugestões e aprovação do escopo pela diretoria.

Seguindo esta dinâmica, foram revisados os seguintes escopos: Arquitetura, Interiores, Paisagismo, Estrutura, Instalações (Elétrica, Hidráulica e Gás), Fundações, Bombeiro.

4.6.2 II – *Check-lists* de Verificação

Foram padronizados os *check-lists* de verificação para as fases de anteprojeto, pré-executivo e executivo, seguindo o nível de detalhamento por disciplina que era considerado ideal pela empresa para cada uma das fases. No *check-list* haviam informações que deveriam constar nos desenhos e representações.

Considerando-se que estas fases também marcavam as etapas de orçamentação do projeto, foi consultado o Gerente de Orçamento para que este pudesse apontar nos *check-lists* quais informações mínimas precisavam estar definidas, de forma a garantir a assertividade necessária, o que estabeleceria se o projeto estaria maduro o suficiente para a próxima fase. Estes marcos de projeto claros auxiliariam, portanto, a empresa a medir e evidenciar os riscos de seguir com as indefinições de projeto. No momento da passagem dos projetos para o departamento de orçamento, estaria claro a todos os envolvidos as informações ainda pendentes.

4.6.3 III – Cronogramas de Desenvolvimento e Gestão a Vista

Como os cronogramas dos projetos dependiam da forma de trabalho de cada coordenador, estes não eram padronizados e por vezes eram macro e não detalhados. Assim, a visualização do andamento dos projetos ficava apenas ligada à fase na qual cada projeto se encontrava, sem entendimento de quais eram as etapas de cada fase. Além disso, é frequente que um projetista participe ao mesmo tempo de diversos projetos, e a falta de visualização do cronograma de todos os projetos juntos impedia a priorização de forma adequada das entregas, e o auxílio aos projetistas para cumprirem os prazos solicitados.

Assim, estabelecendo-se marcos de projeto mínimos para constarem no cronograma, bem como prazos esperados e a sobreposição dos diversos cronogramas e responsáveis, permitir-se-ia um planejamento adequado para a gestão de prioridades e a obtenção de datas mais reais e possíveis, evitando atrasos.

Ainda, a empresa por vezes precisava entender em qual estágio estavam os projetos, e a informação não era de acesso livre e fácil, até mesmo para os demais membros do departamento de projetos. Portanto, discutiu-se no grupo a implantação de instrumentos de gestão a vista, que evidenciassem claramente os cronogramas, entregas e fases dos projetos.

4.6.4 IV – Avaliação de Fornecedores de Projetos

Durante as discussões do grupo, por vezes percebeu-se que a visão da gerente de produtos acerca dos projetistas não era a mesma do gerente de projetos executivos, ou mesmo das equipes de obra. Portanto, elaborou-se um questionário a respeito do atendimento e qualidade dos projetos elaborados, e o mesmo questionário foi disponibilizado para os departamentos de Produtos, Projetos Executivos e Equipe de obra, para que a visão dos três momentos distintos estivesse contemplada na análise.

A princípio os questionários foram enviados à todas as obras, independente de fase, para que o GO e o GGO avaliassem os projetistas envolvidos. Os gerentes poderiam optar pela não avaliação de determinado projetista caso não tivessem participado daquela etapa da obra.

No caso dos coordenadores de projetos, como já haviam tido experiências com os projetistas em diversos empreendimentos, a avaliação foi realizada independente de obra, apenas com a percepção geral a respeito do projetista para obtenção de uma visão do histórico destes fornecedores, uma vez que o processo de avaliação formal não era realizado até então.

A intenção do grupo era que, a partir do próximo ciclo, fosse implantada formalmente uma avaliação ao término de cada fase do projeto.

Critérios utilizados nesta avaliação (notas de 1 a 5):

- 1) PROJETO COMPATIBILIZADO COM AS DEMAIS DISCIPLINAS: Bases atualizadas e compatibilizadas;
- 2) QUALIDADE NA APRESENTAÇÃO DOS SERVIÇOS: Projeto claro e objetivo de fácil compreensão;
- 3) NÍVEL DE DETALHE COMPATÍVEL PARA EXECUÇÃO: Detalhes objetivos e com diretrizes claras de execução;
- 4) EXEQUIBILIDADE DO PROJETO: Detalhes construtivos e grau de dificuldade de execução;
- 5) ATENDIMENTO AOS PRAZOS ESTABELECIDOS PELA OBRA: Não causar atrasos nos trabalhos programados.

4.6.5 V – Check-lists de Compatibilização

Ainda que já houvessem *check-lists* para verificação de documentos e análise crítica, viu-se a necessidade de ter *check-lists* específicos para a fase de executivo, mais minucioso e detalhado, afim de garantir a compatibilização. Conforme novos problemas eram mapeados em outras obras, os *check-lists* ganhavam novos itens.

Foi amarrado no escopo do contrato, revisado no item I, que o primeiro agente do processo a preenche-lo seria o próprio projetista. A responsabilidade por garantir que o projeto esteja com as informações adequadas e integrado às demais disciplinas parte do projetista, conforme estudado na revisão bibliográfica. A verificação por parte do coordenador de projetos é importante, e foi desenhado que faria parte inclusive da avaliação dos projetistas no segundo ciclo, dependendo da qualidade do preenchimento destes instrumentos de compatibilização.

4.6.6 VI – Demandas por coordenador

No diagnóstico verificou-se que os coordenadores possuíam cargas de trabalho bastante diferentes, que não refletiam exatamente a complexidade dos projetos ou a senioridade do profissional. Portanto, decidiu-se mapear as demandas por coordenador, bem como verificar se o escopo de trabalho de todos estava similar (por exemplo, alguns coordenadores verificavam projetos de produção de comunicação visual, enquanto outros deixavam a cargo da obra).

A matriz de responsabilidades clara entre os agentes do processo foi fundamental para mapear as demandas e balancear a carga de trabalho entre o departamento.

4.6.7 VII – Formalização das Demandas da obra

Esta ação foi implantada via um sistema do tipo extranet, que já era utilizada como depositório de arquivos, e passou-se também a ser utilizada para arquivamento de todas as RFIs.

O grupo também discutiu novas categorizações dos problemas, que foram inseridas como opções padrão no extranet, além de ouvir opiniões de engenheiros de obra e coordenadores de projetos, que seriam efetivamente quem operaria o sistema para criação e atualização das RFIs.

Todas as obras foram treinadas para correta utilização do sistema e foi elaborado um manual explicativo. Além disso, mudanças no capítulo de controle de projetos no

Manual da Qualidade foram realizadas para garantir que o processo fosse implantado e auditado.

Ainda quanto a esta ação, verificou-se o potencial de extrair dados estatísticos uma vez que o volume de RFIs aumentasse no sistema. Durante este primeiro ciclo, por meio das entrevistas, surgiram as primeiras propostas do que poderia ser monitorado.

REG	OBRAS LEVANTADAS	ÁREA CONST	FONTE RESUMIDA	% DE PROBLEMAS COM CUSTO ESTIMADO	CUSTO PROBLEMAS/ CUSTO DE OBRA (PONDERADA)	QUANTIDADE PROBLEMAS/ CHAMADOS A CADA 1000m ²	SEGMENTO
SP	OBRA 1	29.237	ENGENHEIRO	82,35%	0,56%	0,62	RESIDENCIAL
SP	OBRA 2	30.864	ENGENHEIRO	46,67%	0,74%	0,52	RESIDENCIAL
SP	OBRA 3	62.479	ADITIVO + ENGENHEIRO	96,00%	0,47%	0,45	RESIDENCIAL
SP	OBRA 4	22.464	ADITIVO + ENGENHEIRO	92,86%	2,24%	1,11	COMERCIAL
SP	OBRA 5	37.480	ADITIVO + ENGENHEIRO	50,00%	0,26%	0,11	COMERCIAL
SP	OBRA 6	45.045	ADITIVO + ENGENHEIRO	83,33%	0,36%	0,27	RESIDENCIAL
SP	OBRA 7	14.503	ENGENHEIRO	100,00%	1,12%	1,31	RESIDENCIAL
SP	OBRA 8	50.205	ADITIVO (SÓ INSTALAÇÕES)	100,00%	0,37%	0,14	COMERCIAL
SP	OBRA 9	54.382	ADITIVO + ENGENHEIRO	42,86%	0,39%	0,26	RESIDENCIAL
SP	OBRA 10	27.695	ADITIVO + ENGENHEIRO	7,69%	0,61%	0,47	RESIDENCIAL
SP	OBRA 11	30.605	ADITIVO + ENGENHEIRO	40,74%	1,09%	0,91	RESIDENCIAL
SP-INT	OBRA 12	69.078	ADITIVO (SÓ INSTALAÇÕES)	100,00%	0,06%	0,04	RESIDENCIAL

Tabela 11 - Indicadores propostos para comparação dos problemas

Fonte: Dados de pesquisa

**Ponderada a partir do % de custo estimado.*

Para auxiliar na definição dos dados a serem coletados e na utilização destes de forma a refletir ações de melhoria, foram iniciadas as discussões sobre o método DMAIC, apresentado na Revisão Bibliográfica. Enquanto o método utilizado no Seis Sigma parte do conceito de “defeitos por milhão”, foi pensado em medir a quantidade de problemas e incompatibilidades a cada 1000m² construídos, e chegar em um parâmetro do que seria considerado um projeto bem compatibilizado.

4.6.8 VIII – Análises de Custo de Projetos x Avaliações de Desempenho

A empresa possuía um histórico muito interessante sobre custos de projetos, que não estavam tabelados e nem analisados, e portanto não geravam parâmetro para contratações futuras.

Ainda, com relação aos projetistas que tinham um preço mais elevado por alguma especificidade, como tempo de atuação no mercado ou qualidade diferenciada, não era mensurado se de fato os projetos eram percebidos como melhores pelos demais agentes do processo, como a obra ou até mesmo o usuário final.

Portanto, decidiu-se cruzar os dados de preços praticados, segmentando por uso e público-alvo, com as avaliações, a princípio apenas das equipes internas, mas com potencial de ser ampliado com pesquisas pós-ocupação a ser discutido no segundo ciclo.

4.6.9 IX – Retroalimentação

Considerando-se que o portfólio de empreendimentos já lançados e construídos pela empresa é grande, perde-se a chance de retroalimentar em diversas frentes, como pesquisa de satisfação, assistência técnica, lições aprendidas em obra, etc.

Como as oportunidades seriam muitas, optou-se por inicialmente trabalhar com a retroalimentação de obra e assistência técnica para desenvolvimento de produtos e projetos executivos.

Para isto, foram utilizadas as formalizações das dúvidas das obras de forma sistemática, além de discutir a implantação de workshops de engenharia e reuniões de finalização de obra para apresentação de lições aprendidas, tanto positivas como negativas.

4.7 Avaliar resultados

Os resultados decorrentes das ações I, II e V são de ciclo mais longo, e portanto não puderam ser medidas durante os meses da pesquisa e grupo de estudos. Conseguiu-se avaliar, entretanto, a opinião dos coordenadores que passaram a utilizar os *check-lists* padronizados, além dos projetistas que foram contratados segundo o novo escopo.

Portanto, para as ações de *check-lists* II e V, durante a utilização pelos coordenadores notou-se a necessidade de diversas adaptações. Os *check-lists* passaram a ser um documento dinâmico, passível de revisão a cada nova reunião de departamento, na qual os coordenadores discutiam com a gerência e entre si as situações ocorridas nos projetos durante a quinzena, e os itens de *check-list* eram alterados, inseridos ou retirados de acordo com os feedbacks que surgiam ou conforme novos problemas não mapeados eram relatados. Estas alterações ficavam evidenciadas no documento de controle de revisões, informando o motivo da alteração para que o histórico não fosse perdido.

No caso da ação I, os projetistas que receberam os novos escopos de contratação e já trabalhavam com a empresa anteriormente questionaram as alterações, e houve um aumento na média por m² dos preços praticados por estes projetistas, pois estariam formalizadas em contrato diversas entregas e responsabilidades que anteriormente ficavam subentendidas, gerando dúvidas e entregas incompletas. Para novos projetistas, que ainda não conheciam o escopo anterior, não houve questionamento. Entretanto, devido ao momento de mercado em baixa no ano de 2015, até o término da pesquisa ainda não haviam sido contratados projetistas seguindo o novo formato.

Os instrumentos de gestão a vista implantados foram úteis para a comunicação do estágio de desenvolvimento de cada projeto, e novas ideias acerca de painéis de controle visual surgiram a partir deste piloto (ação III). Quanto aos cronogramas, houve dificuldade na aceitação dos coordenadores para adaptar os cronogramas utilizados nos projetos já em andamento, e ficou estabelecido que os novos cronogramas só seriam implantados para novos projetos. Esta decisão impactou na implantação do controle, uma vez que os novos projetos acabaram sendo suspensos por situação de mercado, e o controle se perdeu.

UN	PROJETO	FASES DO PROJETO						PROJETO LEGAL			
		CONCEPÇÃO		ESTUDO PRELIMINAR		ANTEPROJETO		PRE-EXECUTIVO			
		AQUISIÇÃO APROVADA AGUARDANDO LIBERAÇÃO PROPOSTAS PROJETISTAS	VALIDAÇÃO DO TIPO	TIPO VALIDADO	INPUTS COMPLEMENTARES	PROJETO COMPLETO	PROJETO LEGAL PROTOCOLADO	1º COMUNIQUE-SE BASE CADASTRADA AP	AP EM ANDAMENTO OU COM ALTERAÇÃO	ANTEPROJETO OK	PRE-EXECUTIVO INICIADO
RJ	A										
RJ	B										
SP	C										
SP	D										
SP	E										
SP	F										
SP	G										
SP	H										
SP	I										
SP	J										
SP	K										
SP	L										
SP	M										
SP	N										
SP	O										
SP-INT	P										
SP-INT	Q										

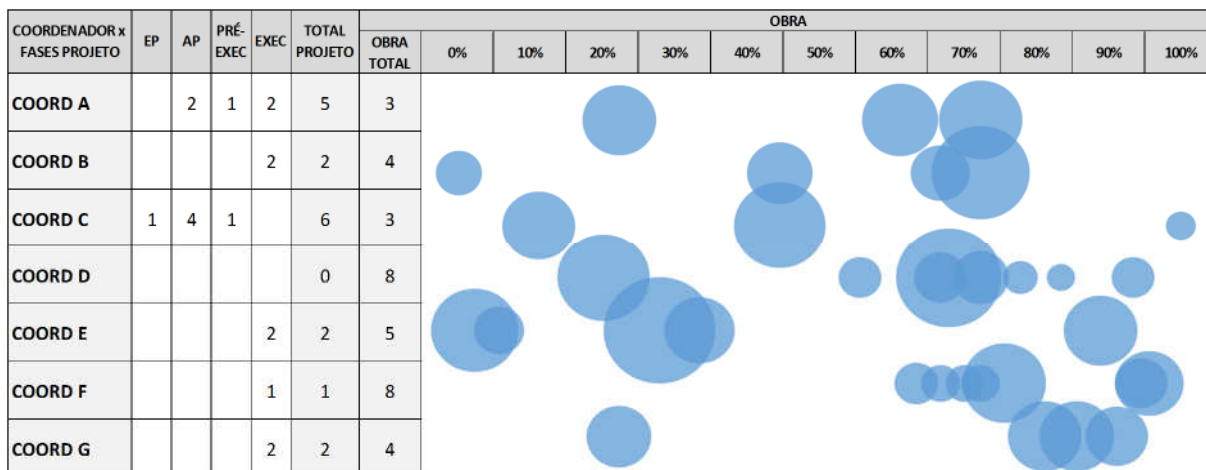
Figura 9 - Exemplo de gestão a vista para projetos não lançados

Fonte: Dados de pesquisa

FASE	REG	PROJETO	STATUS % PROJ EXEC	PREVISÃO DE CONCLUSÃO PROJETO EXECUTIVO	INÍCIO OBRA	FAROL	OBSERVAÇÕES PROJETOS EXECUTIVOS	
EXECUTIVO - OBRA INICIADA	SP	R	98,4%	jul-14	abr-14		Projeto executivo finalizado. Status das revisões solicitadas (Duplex 31° Pav) e viga de borda do tipo para evitar o complemento de alvenaria.	
		S	96,6%	jul-14	fev-14		Pendências ainda em armação, elétrica, paisagismo e decoração	
		T	97,0%	jul-14	mai-14		Projetos Executivos finalizados. Entretanto, o cliente pediu que revisássemos detalhes pertencentes ao core	
EXECUTIVO - OBRA NÃO INICIADA	RJ	U	100,0%	OK	Definir		-	
		V	78,6%	set-14	mar-15		Paisagismo ainda não entregue	
	SP	X	100,0%	OK	ago-14	mar-15		-
		Y	84,0%	ago-14	mar-15		Pendências em armação e decoração	
		Z	46,0%	nov-14	mar-15		Faltam entregas de estrutura, paisagismo, decoração e instalações elétricas e hidráulicas	
SP-INT	W	88,9%	set-14	Definir		Pendências em estrutura (armação)		

Tabela 12 - Exemplo de gestão a vista para projetos lançados

Fonte: Dados de pesquisa




 Proporção da área construída

Figura 10 - Exemplo de gestão a vista para demandas dos coordenadores

Fonte: Dados de pesquisa

Com relação à rodada de avaliação de projetistas (ação IV), o resultado foi paradoxal considerando-se todos os problemas reportados pela empresa: avaliações bastante positivas de todos os projetistas (principalmente nos resultados da obra), e variavam de acordo com a etapa na qual a obra se encontrava. Por exemplo, obras que já estavam na fase de acabamento avaliaram muito bem os projetistas de estrutura e fundações, o que levantou a questão se de fato a obra nesta etapa avançada conseguia avaliar um projeto que foi mais utilizado nas etapas iniciais.

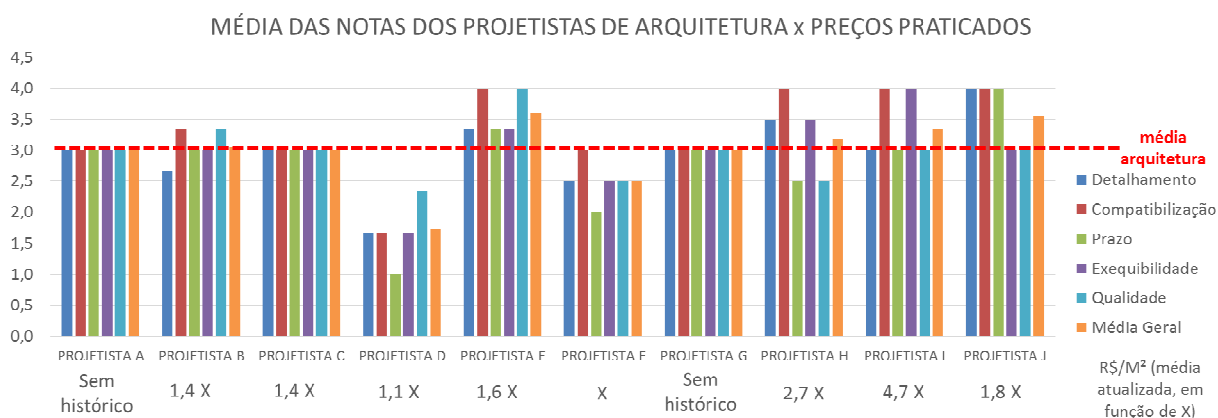


Figura 11 - Média das notas dos projetistas de arquitetura

Fonte: Dados de pesquisa

Os preços praticados divergem em até 4,7 vezes, comparando-se o projetista com custo de projeto menor ao projetista com maior custo. Entretanto, percebeu-se que a qualidade não era notada na mesma proporção em que o preço subiu: o projetista com maior preço não foi sequer o melhor avaliado nos critérios estabelecidos. Portanto, esta comparação foi um alerta para que fosse medido o custo-benefício de determinados escritórios, e que no momento da negociação de novos projetos fosse possível levar em conta esta análise.

Notou-se ainda que a avaliação geral de todos os projetistas aparentou ser muito mais positiva do que as entrevistas e relatórios demonstravam. Todos os itens estavam na média de 3+, em uma escala de 1 a 5.

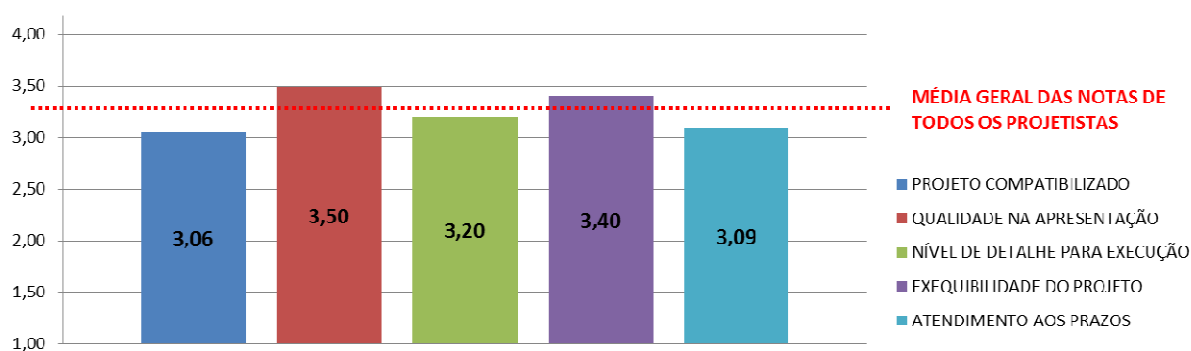


Figura 12 - Avaliação geral dos projetistas

Fonte: Dados de pesquisa

Cada disciplina teve um plano de ação de acordo com os itens mais críticos, e todas foram avaliadas neste ciclo, propiciando ferramentas para *feedback* e alinhamento de expectativas com os projetistas.

Com a entrada das RFIs no sistema, bem como o mapeamento do avanço físico de todos os projetos, a avaliação de resultado da ação VI ficou clara: Algumas obras demandavam menos que outras, bem como alguns estágios iniciais de projeto enquanto estes ainda estavam no departamento de Incorporação. Assim, foi feito um estudo e nova divisão de projetos, de forma a balancear a carga de trabalho.

O volume de RFI no sistema após a implantação da ação VII foi crescente, e apenas após o quarto mês estabeleceu-se de fato, como é possível ver no gráfico abaixo. Notou-se com as entrevistas e demandas via sistema que diversos pontos deveriam ser alterados inclusive no contrato das instaladoras. Levantou-se o valor de aditivos

pagos referente aos problemas de projeto, e notou-se a possibilidade da diminuição dos aditivos com as alterações realizadas no escopo de contratação ou mesmo na forma de negociação com a instaladora (envolvendo o departamento de projetos, por exemplo).

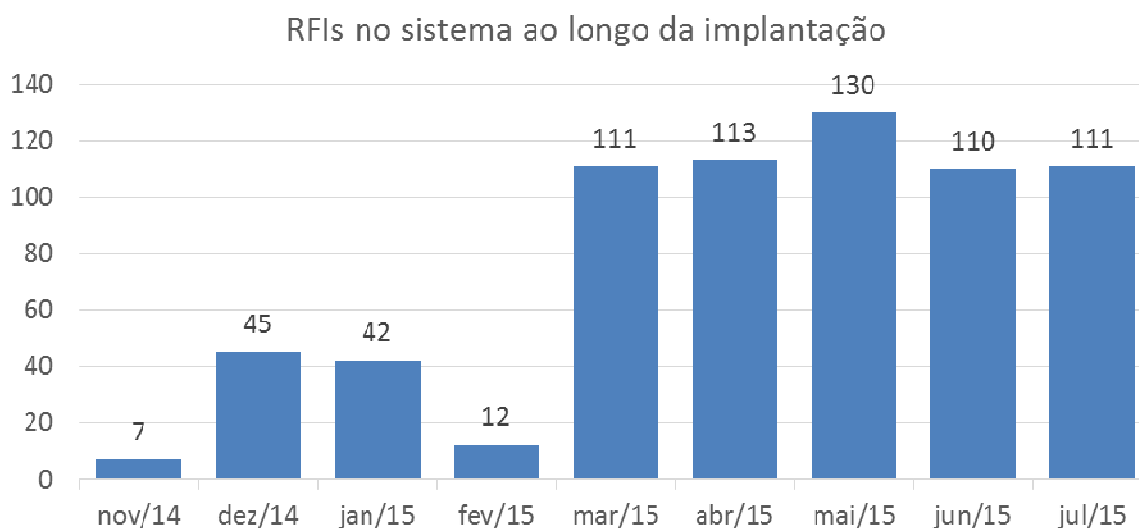


Figura 13 - Volume de RFIs no sistema / mês

Fonte: Dados de Pesquisa

Alguns aditivos pagos pela obra à instaladoras poderiam ter sido renegociados caso a área de Projetos tivesse sido acionada. Aditivos foram pagos alegando-se falta de informação no projeto orçado, mas que estavam descritos em memorial.

Entretanto, a principal causa de aditivos foi com relação aos elevadores, evidenciando que a consulta prévia não atende completamente e é demasiado genérica, sendo as principais alterações referentes a instalações elétricas (cabos, posicionamento de quadros) e quebra ou enchimento de vigas. Em média, os aditivos referentes a elevadores correspondem de 2 a 8% do valor contratado dos elevadores. Discutiu-se a possibilidade de já considerar este desvio como contingência nos orçamentos para construção, ou engajar as empresas de elevadores de forma diferente do que fazemos atualmente para uma consulta mais assertiva.

As RFIs trouxeram um grande potencial de retroalimentação, mas a categorização por parte das obras ainda estava muito falha. Discutiu-se que melhorias com relação a este ponto precisariam ser planejadas no próximo ciclo, entendendo-se a real falha no

momento da categorização, se as obras estavam sabendo ler os projetos adequadamente ou se o projetista apresentava as informações da melhor forma possível, uma vez que diversos itens questionados na RFI estavam no projeto.

Conforme explicado no item 4.6.7, com a implantação das RFIs também objetivou-se a extração de dados estatísticos, e neste primeiro ciclo foram estabelecidas as bases para que fosse possível a implantação do método Seis Sigma no segundo ciclo. Do método DMAIC, conseguimos implantar nesta fase apenas o D – *DEFINE* (definir) e iniciar o *MEASURE* (mensurar).

Com relação aos custos de projetos (ação VIII), notou-se que algumas contratações estavam de fato sem um parâmetro calibrado, principalmente com relação a disciplinas que desviavam muito o custo. Criou-se então nos mapas de cotação de projetistas um campo para inserção de custo histórico de mesmo tipo de projeto, e estabeleceu-se uma cultura de análise destes custos a cada nova contratação. Ainda, foi criado um parâmetro com relação ao custo de construção, por segmento e por área construída, da soma total dos projetos

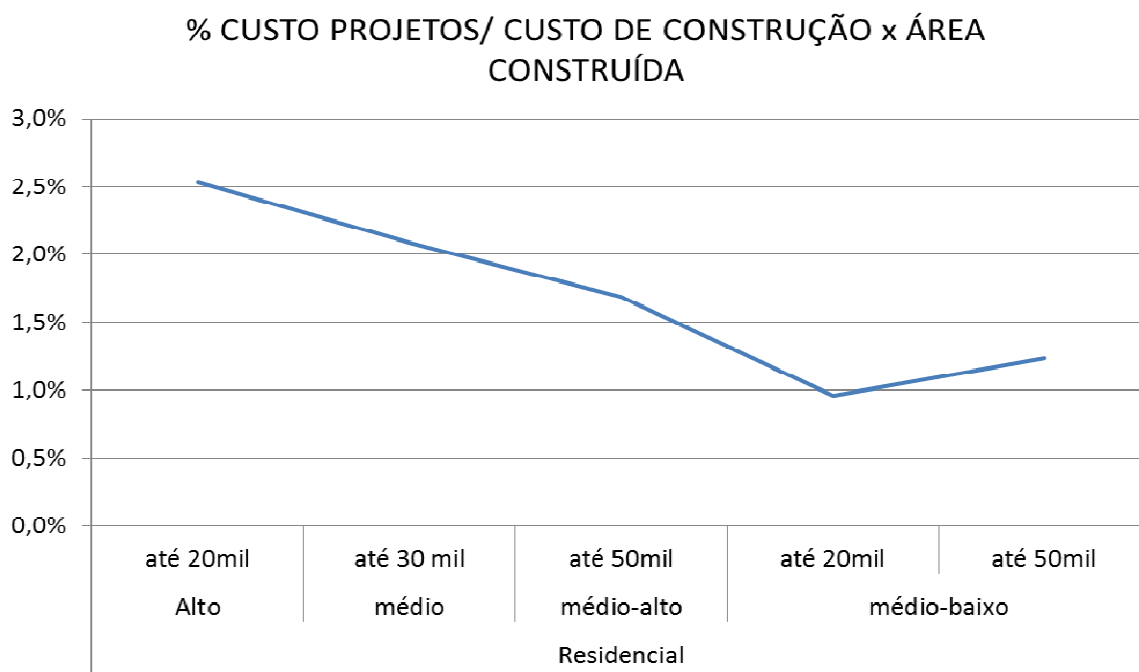


Figura 14 - Custo de Projetos sobre Custo de Construção

Fonte: Dados de Pesquisa

Foram estabelecidos parâmetros para cada disciplina, tanto para contratação quanto para considerar para orçamento no momento da viabilidade de compra do terreno. Quanto menor a área construída, a tendência é que o custo com os projetos seja mais relevante com relação ao custo da obra.

Para os fornecedores de projeto com uma relação custo x benefício mal avaliada, discutiu-se que no próximo ciclo seriam planejadas sessões de feedback e alinhamento de expectativas com os projetistas, buscando firmar parcerias mais interessantes e aumentar a qualidade do projeto, bem como estimular o crescimento do setor como um todo.

Os resultados deste primeiro ciclo foram apresentados aos agentes envolvidos, tanto interna quanto externamente, uma vez que já foram acionados alguns projetistas com resultados inferiores. Estas apresentações foram as primeiras em busca de sistematizar a retroalimentação (ação IX).

5. SEGUNDO CICLO DA PESQUISA-AÇÃO – PROPOSTAS DE MELHORIA E MONITORAMENTO

Ao término do primeiro ciclo de pesquisa-ação, notou-se que diversos pontos no processo deveriam ser realinhados para um entendimento completo e real da situação, para depois efetivamente propor melhorias.

Portanto, o segundo-ciclo de pesquisa-ação foi marcado pela implantação destas melhorias intermediárias, visando preparar tanto o processo de projeto como o de execução de obras, com foco no monitoramento permanente, melhoria contínua e retroalimentação.

5.1 Planejamento da Pesquisa-ação

O grupo manteve as reuniões semanais para acompanhamento das ações que foram implantadas no primeiro ciclo, dinamicamente revisando estas ações, uma vez que quando o processo passou a rodar em um novo formato, diversas situações não ocorreram exatamente conforme idealizadas.

Assim, a ferramenta que demonstrou ter maior importância para esta segunda fase foram as RFIs registradas em sistema, por evidenciarem com dados objetivos as demandas da obra e permitirem a mensuração dos problemas. Ainda, houve uma dificuldade inicial de conscientizar tanto as equipes de projeto como as equipes de obra de que este controle era necessário e não se tratava de uma burocracia. O sucesso da implantação das melhorias é impactado diretamente pela compreensão e aceitação das equipes, uma vez que por essência o processo de projeto e execução de obras é bastante dependente de atividades humanas, como já discutido na revisão bibliográfica.

Com o volume de dados tabulados aumentando no sistema, iniciou-se a fase de agrupamento dos dados para gerar informação. Passou-se então a discutir a melhor forma de apresentar os dados, quais relações poderiam ser feitas com a quantidade de informação, quais indicadores do processo poderiam ser extraídos, e como este volume de dados poderia retroalimentar o departamento de projetos.

5.2 Coleta de Dados

Conforme apresentado, os dados principais desta fase foram coletados de forma automática pelo sistema, cabendo ao grupo apenas a conscientização das equipes

quanto a importância de toda a comunicação referente a dúvidas e alterações de projetos ser via extranet.

A alteração deste formato para registro de dúvidas é contínuo, entretanto para fins de estudo pelo grupo, foram consideradas todas as dúvidas inseridas no sistema até o dia 31/07/2015, em cima das quais foram feitas análises e novas propostas. Este novo banco de dados contou com em torno de 700 problemas/ dúvidas registradas, em 53 obras.

Foi mantida também a rotina de reuniões com os coordenadores de projeto para discussão e entendimento dos problemas encontrados nas obras, e passou-se a utilizar, para isto, as reuniões semanais de departamento para discussões amplas que surgiram em mais de um projeto, além de reuniões rápidas individuais para discussão de situações específicas nas quais o entendimento do exposto em sistema não estivesse claro. Estas reuniões se mostraram importantes para engajamento da equipe, alinhamento de processos e categorização de problemas semelhantes, garantindo um banco de dados padronizado.

Este processo de repassar problemas *versus* a qual categoria de problema se tratava foi importante do ponto de vista de padronização dos indicadores estatísticos que passamos a levantar. A equipe de obra por vezes categorizava o problema de forma incorreta, seja pelo não entendimento da causa real ou por erro de uso do sistema, portanto a atribuição dos coordenadores de projeto era tratar os primeiros dados imputados no sistema e utilizar uma ferramenta de “recategorização”, pela qual era possível monitorar também a assertividade da obra quanto a análise crítica do problema levantado.

As categorias foram alteradas com relação ao ciclo anterior, e foi adotado o padrão abaixo no sistema:

- Falta de informação em projeto: detalhes e informações que foram omitidas e precisaram ser questionadas;
- Problema de compatibilização: incompatibilidade entre dois ou mais projetos;
- Dúvida: obra não conseguiu entender claramente alguma representação do projeto;

- Resistência do Concreto: consulta ao projetista de estrutura sobre possíveis desvios na resistência do concreto fornecido;
- Preferência de execução diferente de projeto: obra entrou em contato para verificar a possibilidade do projeto ser diferente;
- Execução já realizada diferente de projeto: obra executou diferente do projeto sem consulta prévia, e precisou informar à equipe para revisão de projeto e análise dos impactos;
- Problema na Concepção: problemas de conceito envolvendo apenas uma disciplina. Este problema pode refletir o não atendimento de uma norma, por exemplo;
- Impossibilidade de execução do projeto: constatou-se que algum detalhe ou parte do projeto não era viável (por exemplo, falta de exequibilidade), e obra entrou em contato solicitando uma análise do projetista e revisão do projeto;
- Espessura de Fachada/ Contrapiso superior a projeto: execução de obra com espessuras superiores ao especificado em projeto e houve necessidade de entrar em contato com o projetista estrutural para análise dos impactos e liberação;
- Fornecedor / Produto diferente de projeto: a compra de determinado produto só viabilizou com um fornecedor ou especificação diferente, e obra entrou em contato para análise do impacto e/ou revisão de projeto contemplando nova especificação;
- Excentricidade Estacas: estacas de fundação executadas que apresentaram excentricidade e houve a necessidade de entrar em contato com o projetista;
- Improcedente: obra alegou algum problema, mas ao verificar o projeto constatou-se que era apenas falha de interpretação do projeto.

A partir das discussões em reunião, implantou-se também a prática de se achar a origem dos problemas por meio da análise de diagramas de causa-raiz, de forma a aprimorar o sistema de categorização dos problemas e elaborar planos de ação para correções.

5.3 Análise dos dados e propostas de melhoria

Com o volume de dados no sistema, foi percebido que as obras no geral tinham dificuldade de entender qual era o real problema no projeto. Isto é demonstrado no

gráfico abaixo, onde vemos que apenas 39% das ocorrências estavam classificadas adequadamente quanto ao tipo de problema. As demais foram todas reclassificadas pelo coordenador de projeto.

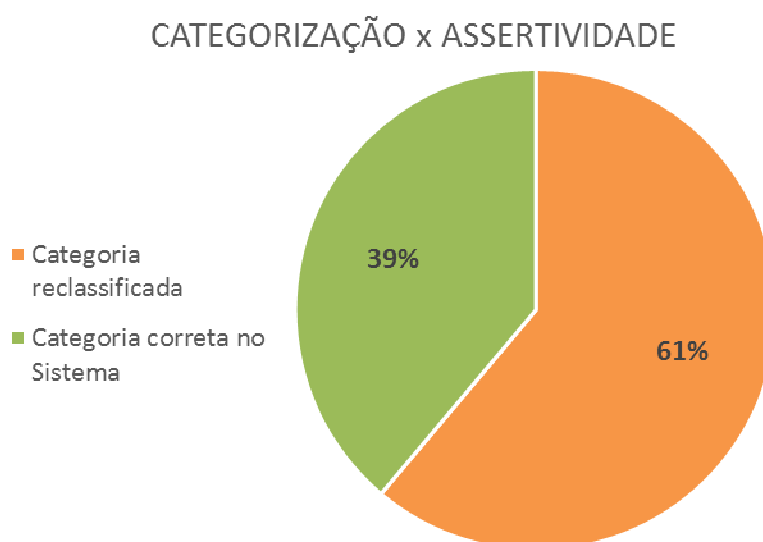


Figura 15 - Categorias inseridas pela obra corretamente x categorias que foram alteradas pelo coordenador

Fonte: Dados de pesquisa

Ainda, ao serem agrupados os problemas por categorias, vimos que a classificação “improcedente” foi a terceira mais relevante, o que reitera a dificuldade da obra em entender o projeto e encontrar as informações facilmente. Este resultado precisaria ser cruzado com as avaliações dos projetistas para entender se o alto volume de dúvidas e problemas “não existentes” se trata de dificuldade da obra em ler a representação ou falha do projetista em apresentar as informações claramente. Portanto, para possibilitar a análise deste item, uma das ações propostas foi a melhoria da objetividade das avaliações dos fornecedores de projetos.

PRINCIPAIS CAUSAS DAS SOLICITAÇÕES NO SISTEMA

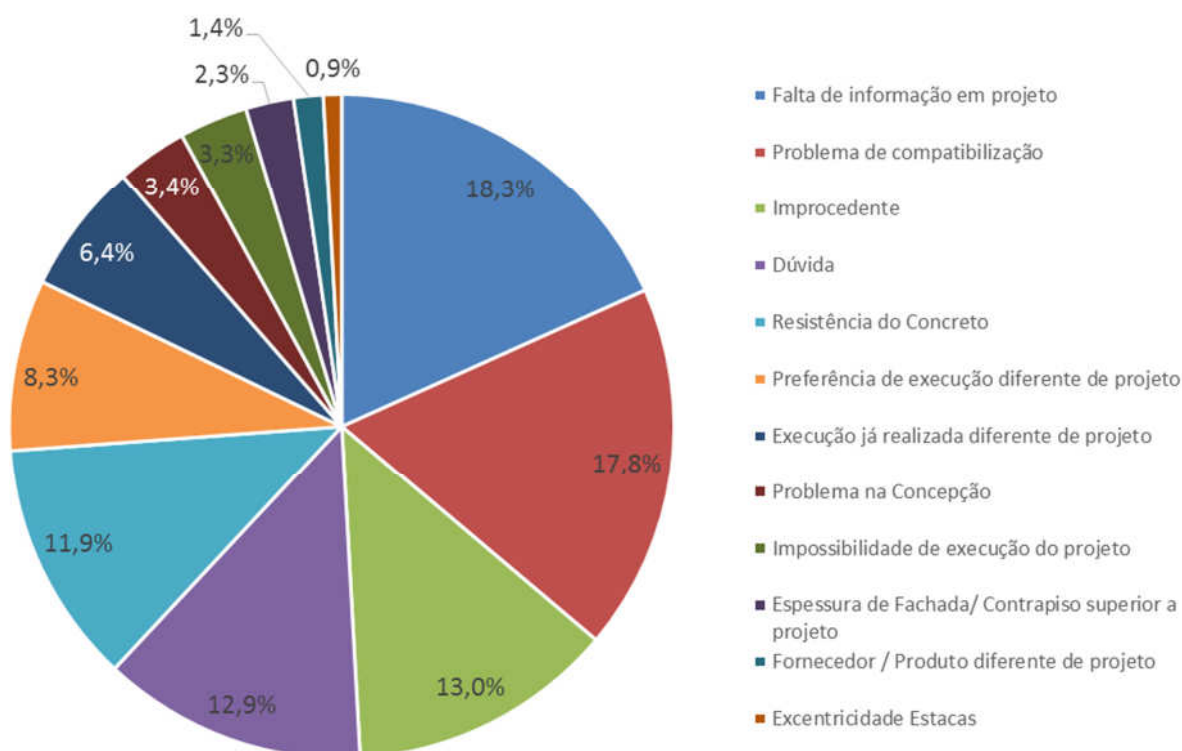


Figura 16 - Tipos de problemas encontrados no segundo ciclo

Fonte: Dados de pesquisa

Os dois problemas mais recorrentes foram falta de informação em projeto e problema de compatibilização. Mesmo os projetos para os quais foram contratados relatórios de compatibilização 2D apresentavam problemas de complexa resolução com relação a compatibilidade, ou seja, concluiu-se que este método não era o mais eficiente para reduzir os erros de compatibilização e reiterou-se a ideia da contratação de relatórios 3D em BIM.

Ao serem cruzadas as datas das solicitações com o andamento físico da obra no momento da solicitação, nota-se que a maior parte das solicitações foram feitas após a obra atingir 50% de andamento. Cabe ser ressaltado que a obra possui a diretriz de analisar todos os projetos durante os primeiros meses, e o alto volume em fases avançadas pode demonstrar que os responsáveis pela execução não estão fazendo uma análise detalhada como o esperado.

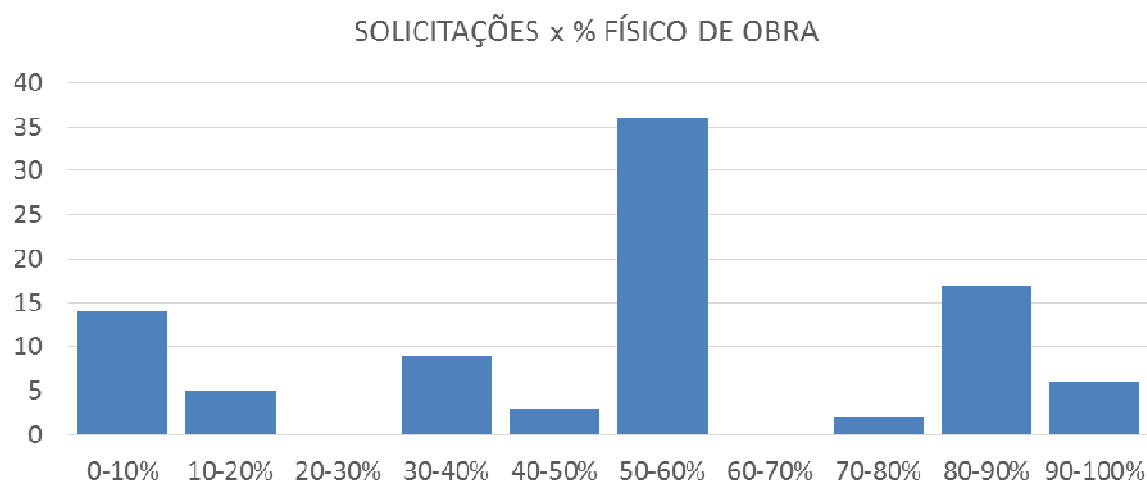


Figura 17 - Solicitações por % de andamento da obra

Fonte: Dados de pesquisa

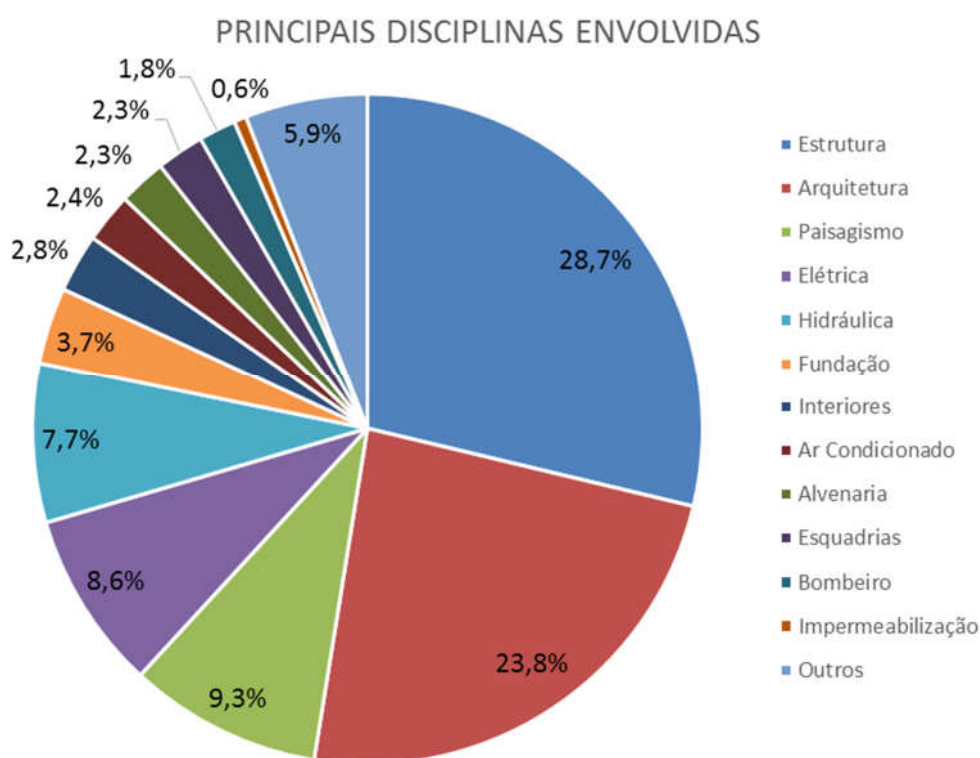


Figura 18 - Principais disciplinas acionadas nas RFIs

Fonte: Dados de pesquisa

Em média, os coordenadores demoravam 18 dias para encerrar uma ocorrência, muitas vezes envolvendo revisões de projeto. Considerando que algumas revisões dependem de diversos agentes e decisões, mas outras são bastante rápidas (como

dúvidas ou problemas que não procedem, por exemplo), a média ainda foi considerada alta pela empresa, e ações para melhorar a tempestividade foram discutidas.

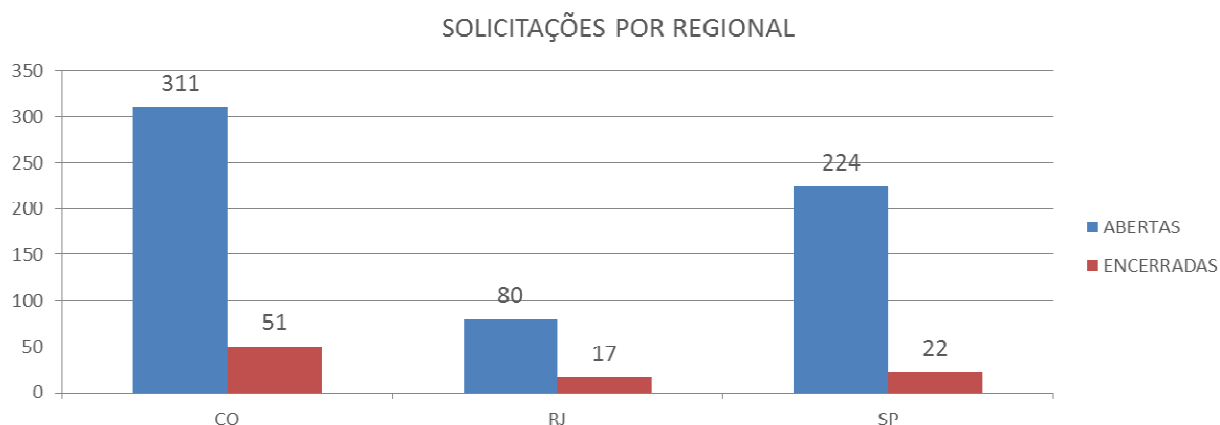


Figura 19 – Número de solicitações por regional total durante a pesquisa

Fonte: Dados de pesquisa

Houve uma grande diferença no nível de aceitação do controle entre as regionais, conforme gráfico. O nível baixo de chamados não refere-se à quantidade inferior de dúvidas/ revisões, mas sim pouca adesão aos controles implantados. Tornou-se necessário que fosse feito um trabalho de conscientização sobre a importância dos instrumentos para gestão do processo.

Considerando o panorama apresentado neste segundo ciclo, novas ações foram traçadas em busca da melhoria contínua do processo. As ações possuem diferentes complexidades considerando prazo de implantação e prazo para apresentação dos resultados de melhoria. Abaixo seguem as ações planejadas pelo grupo neste ciclo, separadas pela complexidade de implantação (curto ou longo prazo).

Ações de curto prazo:

- I. Consolidar indicadores estatísticos envolvendo as RFIs;
- II. Revisar os *check-lists* de projeto;
- III. Acompanhar tempo médio para resposta aos problemas identificados em obra e entender como diminuir este tempo e aumentar a tempestividade;
- IV. Revisar o processo de avaliação dos projetistas segundo dados objetivos, principalmente coletados nas RFIs;

- V. Contratar verificações de projeto do tipo clash detection.

Ações de longo prazo:

- VI. Vincular as RFIs com as alterações de orçamento e estouro do cronograma, possibilitando a mesma análise quantitativa mas com a dimensão de custo e prazo – cálculo do custo do retrabalho e foco nos principais problemas que geram mais estouros;
- VII. Mensurar os problemas e avaliar os indicadores contando com a implantação do BIM na empresa;
- VIII. Acompanhar os resultados dos empreendimentos na fase de pós-entrega: assistência técnica e avaliação pós-ocupação.

5.4 Implantar ações

Até o término da pesquisa, as ações de curto prazo puderam ser implantadas, e algumas inclusive tiveram seus resultados analisados. As ações de longo prazo foram apenas idealizadas. O quadro abaixo exemplifica as ações que foram implantadas, tanto do primeiro ciclo quanto do segundo.

Ciclo Pesquisa - Item proposto	Ações Propostas	Prazo Implantação	Prazo Resultados de Melhoria
1 - I	Revisar os escopos de contratação de projetistas	CURTO	LONGO
1 - II	Criar check-lists de análise crítica e entrega de informações para orçamento e obra	CURTO	CURTO
1 - III	Implantar cronogramas de desenvolvimento do projeto e cruzar entre os projetistas envolvidos em outros projetos	CURTO	CURTO
1 - IV	Implantar avaliação de fornecedores de projeto	CURTO	MÉDIO
1 - V	Alterar os check-lists de compatibilização utilizados	CURTO	MÉDIO
1 - VI	Verificar demandas por coordenador/ arquiteto, por meio da análise da quantidade de demandas das obras e quantidade de projetos em desenvolvimento	CURTO	MÉDIO
1 - VII	Registrar e formalizar todas as dúvidas, sugestões de mudança, pedidos de revisão de projeto por quaisquer motivos, em um sistema e formar um banco de dados passível de extrair estatísticas (Requests for Information – RFI), criar categorias para todos os RFI gerados pela obra	CURTO	CURTO
1 - VIII	Montagem e acompanhamento de banco de dados de custos de projetos x Avaliações de desempenho	CURTO	CURTO
1 - IX	Verificar possibilidades de melhoria e retroalimentação, considerando também dados de Assistência Técnica e sistematização dos dados coletados pelas ações anteriores	MÉDIO	LONGO
2 - I	Indicadores estatísticos a partir das RFIs	MÉDIO	MÉDIO
2 - II	Revisão dos check-lists de projeto com base nas RFIs	CURTO	CURTO
2 - III	Verificação do tempo médio para responder à obra	CURTO	CURTO
2 - IV	Avaliação de Projetistas segundo dados objetivos de RFIs e check-lists	MÉDIO	MÉDIO
2 - V	Vínculo das RFIs com os estouros de orçamento e aumento de cronograma (estimar prazo e custo dos problemas)	LONGO	LONGO
2 - VI	Analisar possibilidade de contratação de compatibilização externa utilizando ferramentas BIM - "clash detection"	CURTO	MÉDIO
2 - VII	Aprimorar os indicadores estatísticos com o uso de BIM	LONGO	LONGO
2 - VIII	Acompanhar estatísticas pós entrega: pesquisa pós-ocupação e assistência técnica	MÉDIO	MÉDIO

Ferramentas implantadas
 Ferramentas implantadas e obtidos os primeiros resultados

Tabela 13 - Ações x prazo de implantação x prazo de resultados

Fonte: Autora

Ação 2-I – Os indicadores propostos nos dois ciclos geraram relatórios mensais para acompanhamento dos projetos e gestão de demandas. Os indicadores, portanto, tem três focos principais:

- a) Acompanhar e avaliar os resultados dos projetos e projetistas;
- b) Verificar as demandas dos coordenadores de projeto, bem como a eficiência com relação às respostas;
- c) Demonstrar pontos críticos para investigação da causa raiz e retroalimentação de todos os agentes envolvidos.

Para atingir os objetivos, o relatório foi formatado segundo o exemplo abaixo:

RELATÓRIO PROJETOS EXECUTIVOS

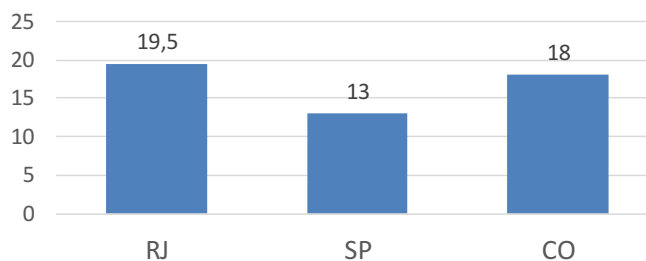
SOLICITAÇÕES DE OBRA VIA SISTEMA

jul/15

SOLICITAÇÕES ABERTAS POR PROJETO NO PERÍODO

Regional e Projeto	Nº chamados
CO	58
PROJETO 1	5
PROJETO 2	3
PROJETO 3	5
PROJETO 4	10
PROJETO 5	7
PROJETO 6	8
PROJETO 7	4
PROJETO 8	12
PROJETO 9	4
RJ	8
PROJETO 10	3
PROJETO 11	5
SP	45
PROJETO 12	5
PROJETO 13	4
PROJETO 14	8
PROJETO 15	7
PROJETO 16	9
PROJETO 17	3
PROJETO 18	2
PROJETO 19	7
Total Geral	111

MÉDIA DE DIAS EM ABERTO - SOLICITAÇÕES ENCERRADAS EM JULHO



SOLICITAÇÕES POR FAIXA DE DIAS EM ABERTO

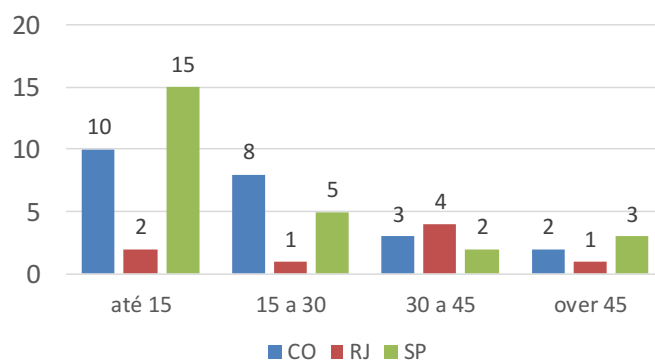


Figura 20 - Exemplo de relatório mensal – Brasil

Fonte: Dados de pesquisa

Com relação ao método DMAIC, era necessário um maior volume de dados para que fosse representativo o suficiente. Mas o conceito de medir a quantidade de problemas por área construída e apresentar como um indicador comparativo entre obras foi aprovado.

Ação 2-II – Foi estabelecido o hábito de verificar nas reuniões quinzenais de departamento quais os novos problemas relatados, discutir soluções entre os membros da equipe caso necessário, e inserir novos itens no *check-lists* de forma dinâmica, conforme apareciam outros pontos de atenção que não foram identificados anteriormente.

Ação 2-III – Conforme discutido no item 5.3, a empresa julgou ainda que as respostas às dúvidas e demandas de obra não estavam na velocidade necessária, e para correção foram utilizados os instrumentos e levantamentos das pesquisas para divisão

das demandas, análise da necessidade de novas contratações de coordenadores e arquitetos, e possibilidade de inserir nos contratos dos projetistas um prazo para posicionamento e respostas das dúvidas que surgem no período de obra.

Ação 2-IV – Com relação à avaliação dos fornecedores de projetos, foi desenhado um processo buscando dados objetivos extraídos do sistema e dos *check-lists* implantados, para que todas as ferramentas se integrassem e fizessem sentido dentro do processo de projeto.

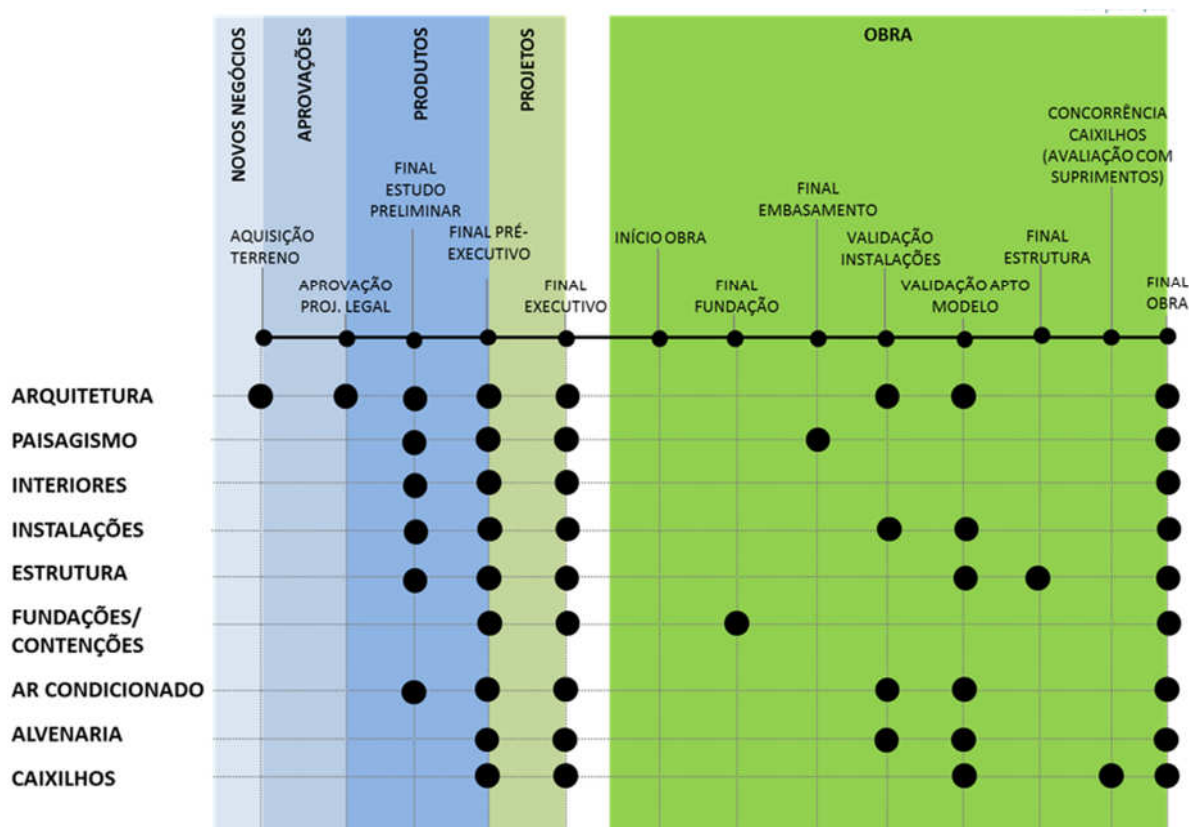


Figura 21 - Modelo de avaliação proposto, todas as áreas envolvidas no processo avaliam os projetistas logo após a fase de atuação

Fonte: Dados de pesquisa

Cada agente envolvido preenche a avaliação de acordo com os itens relevantes para a sua fase. Por exemplo, o critério “qualidade do projeto” é avaliado de forma diferente pelo departamento de projetos e pela obra, pois cada fase possui características específicas. A preocupação do grupo foi criar um formulário que retirasse ao máximo a subjetividade na avaliação, permitindo que os avaliadores tivessem clareza no que seria considerada uma nota 4, por exemplo.

Cabe ressaltar que o parâmetro de indicador do que seria considerado “bom” pela empresa quanto aos problemas por m² ainda não estavam calibrados de acordo com a fotografia real da situação.

1	Atendimento ao escopo de contrato:
4	Atendimento a 100% na primeira entrega do check-list referente aos itens de escopo
3	Atendimento a 80% na primeira entrega do check-list referente aos itens de escopo
2	Atendimento a 60% na primeira entrega do check-list referente aos itens de escopo
1	Atendimento a 40% na primeira entrega do check-list referente aos itens de escopo
2	Qualidade gráfica e clareza na apresentação:
4	Atendimento a 100% na primeira entrega do check-list referente aos itens de qualidade
3	Atendimento a 80% na primeira entrega do check-list referente aos itens de qualidade
2	Atendimento a 60% na primeira entrega do check-list referente aos itens de qualidade
1	Atendimento a 40% na primeira entrega do check-list referente aos itens de qualidade
3	Compatibilização entre Projetos Aprovados e Executivo:
4	Projeto Executivo igual ao Projeto Legal, sem necessidade de reaprovação
3	Projeto Executivo com diferenças do Projeto Legal, mas sem necessidade de reaprovação
2	Projeto Executivo com diferenças do Projeto Legal, mas sem necessidade de reaprovação pois é possível readequar o Projeto Executivo
1	Projeto Executivo diferente do Projeto Legal, sendo necessária a reaprovação do projeto
4	Eficiência do Projeto comparado com os índices na viabilidade:
4	Os índices de eficiência dos projetos são melhores
3	Os índices de eficiência dos projetos são iguais
2	Os índices de eficiência dos projetos são piores
1	Os índices de eficiência são piores e inviabilizam o andamento do projeto
5	Compatibilidade do Projeto Executivo com Material de Vendas:
4	Não houveram incompatibilidades
3	Houve incompatibilidade, mas não impactou em custo nem aprovação
2	Houve alguma incompatibilidade que impactou em custo
1	Houve alguma incompatibilidade que impactou em custo e aprovação
6	Compatibilidade do projeto entregue com os demais:
4	Atendimento a todos os comentários na primeira solicitação na análise das interferências, independente da fase de compatibilização
3	Atendimento parcial aos comentários na primeira solicitação na análise das interferências, independente da fase de compatibilização
2	Não atendeu os comentários na primeira solicitação na análise das interferências, mas não causou atrasos no cronograma
1	Causou atrasos no cronograma por não atender comentários no primeiro envio

Figura 22 - Critérios de qualidade do projeto avaliado pelo departamento de projetos executivos

Fonte: Dados de pesquisa

1	Qualidade gráfica e clareza na apresentação:
4	Não houve chamado na extranet com Dúvida ou Falta de Informação em Projeto
3	Houve até 1 chamado a cada 5000m ² construídos
2	Houve até 1 chamado a cada 2000m ² construídos
1	Houve até 1 chamado a cada 1000m ² construídos
2	Compatibilização entre Projetos Aprovados e Executivo:
4	Projeto Executivo igual ao Projeto Legal, sem necessidade de reaprovação
3	Projeto Executivo com diferenças do Projeto Legal, mas sem necessidade de reaprovação
2	Projeto Executivo com diferenças do Projeto Legal, mas sem necessidade de reaprovação pois é possível readequar o Projeto Executivo
1	Projeto Executivo diferente do Projeto Legal, sendo necessária a reaprovação do projeto
3	Compatibilidade do Projeto Executivo com Material de Vendas:
4	Não houve incompatibilidade
3	Houve incompatibilidade, mas não impactou em custo nem aprovação
2	Houve alguma incompatibilidade que impactou em custo
1	Houve alguma incompatibilidade que impactou em custo e aprovação
4	Compatibilidade do projeto entregue com os demais:
4	Não houve chamado na extranet com relação a incompatibilização de projeto
3	Houve até 1 chamado a cada 5000m ² construídos
2	Houve até 1 chamado a cada 2000m ² construídos
1	Houve até 1 chamado a cada 1000m ² construídos

Figura 23 - Critérios de qualidade do projeto avaliado pela equipe de obra ao longo da execução, conforme momentos de avaliação determinados

Fonte: Dados de pesquisa

Ação 2-V – Pelos levantamentos realizados no primeiro e segundo ciclo, percebeu-se que a dificuldade de mensurar os custos do retrabalho era grande, e havia a necessidade de integrar melhor as áreas para ser possível avaliar os impactos. Portanto, foi alinhado com o departamento de planejamento, custos e orçamentos que cada alteração (tanto de prazo como custo) seria reportada e inserida na extranet ligada à solicitação já existente de RFI.

Por exemplo, quando houvesse uma revisão de custo devido à um aditivo com a instaladora pela inserção de pontos elétricos não previstos, isto geraria uma revisão de projeto solicitada via sistema, e seriam inseridos dentro desta ocorrência qual o custo extra que foi gerado para a obra, e o impacto no cronograma da instaladora.

Desta forma, tornar-se-á possível rastrear os principais pontos de melhoria não apenas com relação a quantidade, mas também com relação ao custo e prazo para resolução destes problemas.

Ação 2-VI – Conforme demonstrado pelo gráfico de tipos de problemas, os problemas de compatibilização eram numerosos, e mesmo nos casos em que contratou-se compatibilização de projetos 2D, os problemas existiram.

Nas últimas semanas das pesquisas, após apresentação de todos os dados estatísticos dos problemas e dos ganhos potenciais com o investimento em uma compatibilização mais assertiva, viabilizou-se a contratação de compatibilização do tipo “*clash detection*” para dois projetos pilotos em andamento, ainda que este custo não estivesse previsto no orçamento inicial. O resultado, entretanto, depende do ciclo longo da construção e não foi possível a avaliação. Porém, com todos os dados de custos e problemas levantados nos projetos com compatibilização 2D, o benefício do investimento ficou de fácil mensuração para a empresa no futuro.

Ação 2-VII – De acordo com os estudos realizados por Tribelsky e Sacks (2010), é possível rastrear e medir o fluxo de informação entre os participantes do projeto por meio de monitoramento do site para compartilhamento de arquivos e quantidade de informação contida em um modelo BIM. Segundo os autores, o cálculo pode ser automatizado nos modelos, e é possível verificar a quantidade de problemas encontrados na obras em comparação com a quantidade de informação no modelo, não somente a área construída, conforme apresentado neste estudo.

Assim, considerando também que a empresa já tinha intenção de implantar o BIM em projetos futuros, apresentou-se junto com a pesquisa que seria possível automatizar, facilitar ou mesmo ampliar os indicadores que eram utilizados no método 2D.

Ação 2-VIII – Conforme apresentado na revisão bibliográfica, diversas possibilidades de retroalimentação estão presentes na fase pós-entrega, em especial com relação à assistência técnica e avaliação pós-ocupação.

A assistência técnica na empresa já é bastante consolidada e possui diversos indicadores, mas principalmente com relação ao processo de atendimento. Foi proposto ao gestor da área que, com relação às principais patologias encontradas, fossem feitos estudos de caso para apresentações à engenharia, bem como comessem a verificar as causas reais da patologia: má execução, fornecedor de má qualidade, projeto, concepção do produto ou mesmo mau uso.

Já com relação à avaliação pós-ocupação, a implantação seria mais longa pois ainda não era realizada na empresa e não haviam dados a respeito. Foi proposta a inserção do questionário na régua de comunicação com o cliente, com perguntas principalmente com relação ao uso do espaço e materiais aplicados, e um questionário específico para síndicos, zeladores e administradoras com relação às áreas comuns do edifício, inclusive análise de frequência de utilização dos espaços, para que fossem aplicados em projetos futuros.

5.5 Avaliar resultados

Conforme explicitado no quadro acima, apenas algumas ações puderam ser avaliadas quanto aos resultados, portanto neste item focaremos nas ações 2-I, 2-II e 2-III, uma vez que devido à característica do ciclo longo da construção civil, mesmo as ações implantadas no curto prazo podem demandar um período maior para verificação da eficácia.

Com relação à ação 2-I, apenas resultados parciais foram coletados: os relatórios mensais permitiam aos gestores monitorar a quantidade e qualidade das dúvidas, verificar a tempestividade na resposta e analisar pontos de atenção. Entretanto, a apresentação dos relatórios ainda dependia da atuação da pesquisadora e, embora a gestão entendesse que aquilo a auxiliava, não estava disposta a dedicar mais tempo nos instrumentos para que se tornassem automáticos e presentes na rotina diária das equipes de projeto. O método DMAIC não foi completamente aplicado via sistema pois não haviam projetos iniciando que pudessem ser medidos do começo ao fim, apenas por etapas dos projetos já em andamento com volume de dados ainda insuficiente.

Já quanto aos *check-lists* da ação 2-II, estes foram totalmente absorvidos na rotina dos coordenadores, e a cada reunião quinzenal ao menos uma disciplina tinha o *check-list* revisado com novos itens ou melhoria de itens existentes. Se tornou um instrumento bastante útil na verificação de projetos.

Analisando-se a tempestividade de respostas para a obra, notou-se uma melhoria durante o período de acompanhamento das solicitações e cobrança por parte da gestão. Entretanto, como a ação 2-I não teve a implantação estabilizada, a verificação deste tempo de resposta também sofreu prejuízos e não foi acompanhada após a saída da pesquisadora do departamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma contribuição quanto aos instrumentos de controle possíveis de serem utilizados na gestão de projetos, destacando possibilidades de mensuração de falhas, análise de problemas e ações em busca de melhoria contínua.

A revisão bibliográfica realizada sobre o processo de projeto e estes instrumentos de controle, aliada à pesquisa-ação desenvolvida em uma empresa incorporadora e construtora, possibilitou que fossem tratados diversos assuntos sobre o tema e coloca-los em prática enriqueceu a análise. Como uma importante característica da pesquisa-ação é a possibilidade de aplicar conceitos teóricos em situações reais, foi percebido que a cada ciclo da pesquisa e coleta de dados, novas ideias surgiram no grupo e era estimulante para o trabalho a utilização de dados quantitativos e qualitativos como indicadores para correção da rota a ser percorrida pelos projetos dentro da empresa.

O primeiro ciclo da pesquisa-ação foi mais abrangente, envolveu uma quantidade maior de questões e diversidade de problemas a serem discutidos: escopo de projetistas, responsabilidades, *check-lists*, entrevistas sobre os problemas de projeto verificados em obra, avaliações de projetistas, parâmetros de custos de projetos, demandas dos coordenadores e retroalimentação.

Já o segundo ciclo girou em torno de uma das ações mais importantes implantadas no primeiro ciclo: a formalização das *Requests for Information* – RFIs. Este sistema tornou-se uma fonte importante de dados para os ajustes no processo, e embasou quantitativamente decisões a respeito de *feedbacks* para projetistas, demandas de coordenadores e revisão de *check-lists*. Ainda, o potencial da ferramenta é extenso e não foi totalmente explorado neste segundo ciclo, como as sugestões de ação de longo prazo demonstraram.

A empresa apresentou ao grupo o desafio de corrigir alguns problemas notados não somente em auditorias, mas também no custo e prazo das obra, e melhorar a gestão do processo de projeto. O papel da diretoria apoiando as ações foi fundamental para que os agentes do processo entendessem a importância do trabalho e participassem ativamente destes ciclos de mudança e melhorias. Ainda assim, foi necessário um forte trabalho de conscientização para que as equipes comprassem a ideia. O quadro abaixo exemplifica cada problema relatado pela diretoria e quais as ações da pesquisa

responderam à estas questões. Entretanto, cabe ressaltar que todas as medidas tomadas foram integradas, e as ações não são estanques. Ou seja, ainda que uma ação específica responda diretamente à um determinado problema, o conjunto precisa funcionar para que o processo realmente melhore como um todo.

PROBLEMAS APONTADOS PELA EMPRESA E COMPLEMENTADOS NO 1º CICLO DE PESQUISA-AÇÃO	SOLUÇÕES PROPOSTAS (Itens 4.5.1 e 5.3)
Problemas de Compatibilização	<p>2-VI) Contratar Compatibilização 3D</p> <p>1-V) Melhorar os Check-lists de compatibilização</p> <p>1-VI) Verificar demandas por coordenador/ arquiteto</p> <p>2-II) Revisão dos check-lists de projeto com base nas RFIs</p>
Registros das alterações de projeto se perdem	1-VII) Implantar sistema para formalização e registros de dúvidas dentro da extranet de projetos utilizada
Equipes de apoio a obra precisam ser otimizadas/ redimensionadas	<p>1-III) Cruzar cronogramas entre projetos de mesmos coordenadores e entregas de obras</p> <p>1-VI) Verificar demandas entre coordenadores/ arquitetos</p> <p>2-III) Verificação do tempo médio para responder a obra x Tipos de problemas</p>
Relação com as empresas projetistas: adequação de demandas e critérios de contratação, Escopo de contratação de projetos incompleto e entregas parciais de projetos	<p>1-I) Revisar escopos de contratação</p> <p>1-III) Cruzar cronogramas entre projetos de mesmos projetistas</p> <p>1-IV) Implantar avaliação de fornecedores de projeto</p> <p>1-VIII) Custos de Projetos x Avaliações de Desempenho</p> <p>1-III) Implantação de cronogramas</p> <p>1-II) Check-lists de análise crítica e qualidade de informações para orçamento e obra</p> <p>2-IV) Avaliação de projetistas segundo dados objetivos de RFIs e check-lists</p>
Falta de Retroalimentação: Obra - Projeto Assistência Técnica - Projeto Projeto - Projetista	<p>1-VII) Implantar sistema para formalização e registros de dúvidas gerando estatísticas de problemas encontrados em obra</p> <p>1-V) Melhorar os check-lists de compatibilização</p> <p>1-IV) Implantar avaliação de projetistas</p> <p>1-II) Criar check-lists de análise crítica</p> <p>1-IX) Verificação das possibilidades de retroalimentação no processo</p> <p>2-IV) Avaliação de projetistas segundo dados objetivos de RFIs e check-lists</p> <p>2-VIII) Acompanhar estatísticas pós entrega</p>
Dificuldades na mensuração dos problemas, análise da origem e verificação de melhoria contínua	<p>2-I) Indicadores estatísticos a partir da RFI</p> <p>2-V) Vínculo das RFIs com os estouros de orçamento e aumento do cronograma (estimar prazo e custo dos problemas)</p> <p>2-VII) Aprimorar os indicadores estatísticos com o uso de BIM</p>

IMPLANTADO 100%

IMPLANTADO PARCIALMENTE OU IMPLANTADO SEM MEDIÇÃO DE RESULTADOS

NÃO IMPLANTADO DURANTE A PESQUISA

Tabela 14 - Problemas apresentados x Soluções propostas

Fonte: Autora

Ainda que durante os meses da pesquisa diversas ações de melhoria tenham surtido efeito, houve uma troca de gestão ao final da pesquisa, incluindo a realocação da

pesquisadora para outro departamento, e muitas ações se perderam. O fato da empresa não cobrar continuidade de ações positivas na troca de gestão causou um impacto bastante negativo nas melhorias implantadas. O momento de mercado também dificultou a continuidade: com a queda dos lançamentos em 2015/ 2016, não foi possível consolidar as ações em novos projetos, apenas planejá-las para quando fossem retomados.

6.1 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS RELACIONADAS

O presente trabalho poderá ser ponto de partida para futuros trabalhos com o mesmo tema. Como exemplos, sugerem-se algumas possibilidades:

- Pesquisas quantitativas que acompanhem a quantidade de problemas encontrados no processo de projeto do início ao fim durante a etapa de construção;
- Cruzamento de dados entre os problemas encontrados e os estouros de obra, tanto em prazo como custo;
- Análise de indicadores após implantação BIM *versus* indicadores levantados em projetos apenas em 2D;
- Análise dos problemas de assistência técnica e pós entrega com base nos problemas evidenciados durante a etapa de obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 9001:2015. **Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos.**

ARROTÉIA, Aline Valverde; AMARAL, Tatiana Gondim do; MELHADO, Silvio Burrattino. **Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras (PEO).** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 183-200, out.dez. 2014.

AVILA, Ticiania et al. **Gestão de projetos na construção civil: avaliação do processo em empresas construtoras de Florianópolis.** XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, 2014

BASTO, Priscilla Elisa de Azevedo; LORDSLEEM Junior, Alberto Casado. **Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso.** Ambiente Construído, v.16, n.4, Porto Alegre, 2016.

BERTEZINI, Ana Luisa. **Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

CODINHOTO, Ricardo; FERREIRA, Rita. **Elaboração do projeto de vedações integrada ao processo de compatibilização: levantamento quantitativo dos benefícios obtidos.** In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DE PROJETO, Rio de Janeiro, 2004.

COSTA, Dayana. B. et al. **Sistema de indicadores para benchmarking na construção civil: Manual de utilização.** Núcleo Orientado para Inovação da Edificação do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM – um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Bookman, Porto Alegre, 2014.

FIESP, Observatório da Construção, Boletins - 29/02/2016. **Baixa produtividade da construção compromete remuneração do trabalho.** Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/observatoriodaconstrucao/noticias/baixa-produtividade-da-construcao-compromete-remuneracao-do-trabalho/>, acessado em 2 de Dezembro de 2016.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto simultâneo na construção de edifícios.** Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FERREIRA, Rita Cristina, SANTOS, Eduardo Toledo. **Limitações da representação 2D na compatibilização espacial em projetos de edifícios e a aposta no CAD 3D como solução.** III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, Porto Alegre, 2007.

FERRADA, Ximena et al. ***A lessons-learned system for construction project management: a preliminary application.*** Procedia - Social and Behavioral Sciences 226, p. 302–309, 2016.

FONTANINI, Patrícia Stella Pucharelli, PICCHI, Flavio Augusto. ***Lean thinking em processos administrativos – mapeamento do fluxo de aprovação de projetos na prefeitura.*** IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Porto Alegre, 2005.

FREITAS, Maria do Carmo et al. ***Lean thinking and lean project delivery system.*** XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, 2014.

GOES, Renata Heloisa de Tonissi e Buschinelli de, SANTOS, Eduardo Toledo. **Compatibilização de projetos: comparação entre o BIM e CAD 2D.** V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, Salvador, 2011.

GORKEM, Eken et al. ***A lessons learned database structure for construction companies.*** Creative Construction Conference 2015, Procedia Engineering 123, p. 135–144, 2016.

GRANDISKI, Paulo. **Entrevista para Revista Techne – Olhar de Perito**, Ed.87, Julho de 2004. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/87/artigo285316-1.aspx>, acessado em 15 de Maio de 2016.

GRANJA, Ariovaldo Denis, PICCHI, Flavio A., ROBERT, Gabriel R. T. **Gestão de custos na construção civil sob um enfoque de processos: target e kaizen costing**. IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Porto Alegre, 2005.

JALILI, Yasha A. et al. **How can we systematically manage Lessons Learned in projects?**. 2nd International Conference on Construction and Project Management, IPEDR vol.15, IACSIT Press, Singapore, 2011.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE – **What is Lean: Principles**. Disponível em: <http://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>, acessado em 10 de Dezembro de 2016.

LIMA, Flavia, NAVEIRO, Ricardo, DUARTE, Francisco. **A integração entre decisões de projeto e seus custos no desenvolvimento de produtos da construção civil**. XIV Encontro Nacional do Ambiente Construído, Juiz de Fora, 2012.

MEDEIROS, Márcia Cristina Ito, MELHADO, Sílvio Burrattino. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil: estudos de caso em construtoras**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/581. São Paulo, 2013.

MELHADO, Sílvio Burrattino. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MELO, Larissa S. de, COSTA, Helder G., FARIAS filho, José R. de. **Aplicação do diagrama de causa e efeito como instrumento de gestão de resíduos de construção**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, 2016.

MELLO, Carlos Henrique Pereira et al. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. Produção, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012.

MESEGUER, Alvaro Garcia. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Tradução Roberto José Falcão Bauer, Antônio Carmona Filho, Paulo Roberto do Lago Helene. Sinduscon-SP/Projeto/PW, São Paulo, 1991.

MIKALDO Junior Jorge, SCHEER, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?** Gestão e Tecnologia de Projetos, v. 3, n. 1, 2008.

NÓBREGA, Carolina Pepitone da. **Qualidade do Processo de Projeto em Empresas de Arquitetura no DF com foco em Retroalimentação.** 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

NOVAES, Celso Carlos. **Indicadores da qualidade do projeto do edifício sob a ótica da empresa incorporadora-construtora.** Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, 2000.

NÓBREGA Junior, Claudino Lins. **Coordenador de projeto de edificações: estudo e propostas para perfil, atividades e autonomia.** Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

PARANAGAMAGE, P. et al. **Lessons learned practices in the UK construction sector: current practice and proposed improvements.** Engineering Project Organization Journal, 2 (4), pp.216-230, 2012.

PICCHI, Flavio Augusto. **Oportunidades da aplicação do *lean thinking* na construção.** Ambiente Construído, v.3, n. 1, p. 7-23, Porto Alegre, 2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, PMBOK: **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.** 5ª edição, 2010.

RESENDE, Maurício Marques, MELHADO, Sílvio B., MEDEIROS, Jonas Silvestre. **Gestão da qualidade e assistência técnica aos clientes na construção de edifícios.** V Congresso de Engenharia Civil. Juiz de Fora, 2002.

RODRIGUES, Monique Rieger, PICCHI, Flavio Augusto. **Análise de experiências de aplicação do *lean thinking* na construção de edificações no Brasil.** XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Canela, 2010.

SAMPAIO, Juliana Carvalho Schlachter et al. **Modelo de retroalimentação do processo de projeto a partir de informações sobre satisfação de clientes.**

Ambiente Construído, v.11, n.4, Porto Alegre, 2011.

SANTOS, Eduardo Toledo, NASCIMENTO, Luiz Antonio. **Recuperação de informação em sistemas de informações na construção civil: o caso das extranets de projetos**. Seminário de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, Curitiba, 2002.

SEIXAS, Renato de M. et al. **Perfil do trabalhador da construção civil na cidade de Belém**. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2016.

SENGE, Peter M. **A Quinta Disciplina**. Editora Best Seller, São Paulo, 1990.

SILVA, Tássia Farssura Lima da. **O processo de projeto no segmento de projetos industriais**. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SHIGAKI, Jeferson Shin-Iti, OZÓRIO, Karina Beatriz Kreling, HIROTA, Ercília Hitomi. **Mapeamento de tomada de decisões no processo de projeto integrado de edificações**. XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Juiz de Fora, 2012.

TCHIDI, Megan Florent, HE, Zehn, LI, Yan Bo. **Process and quality improvement using six sigma in construction industry**. Journal of Civil Engineering and Management, v. 18, p. 158-172, 2012.

TRIBELSKY, Effi, SACKS, Rafael. **Measuring information flow in the detailed design of construction projects**. Research in Engineering Design. Londres, v. 21, n. 3, p. 189-206, 2010.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VILLA, Simone Barbosa, ORNSTEIN, Sheila Walbe. **Projetar apartamentos com vistas à qualidade arquitetônica a partir dos resultados da Avaliação Pós-Ocupação (APO)**. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2009.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Lean Seis Sigma – Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. Werkema Editora, Belo Horizonte, 2010.

APÊNDICE A

Roteiro de entrevista com os Gerentes de Obra (GO) e Gerentes Gerais de Obra (GGO)

- Qual a obra de sua responsabilidade?
- Presente na obra desde o início? (Caso não, verificar se é possível completar o histórico da obra com outro profissional que tenha acompanhado desde o início);
- Qual os problemas detectados na época das fundações? Foram relativos à projetos?
- Perguntas idem acima para as fases: estrutura, fachada, vedações, etc.;
- O contrato com a instaladora foi aditivado? Se sim, houve aditivo referente a um problema relacionado a projeto? (Analisar a base de aditivos);
- Houve desvio do custo de obra? Consegue se lembrar dos principais motivos? Estes desvios tiveram relação com problemas do projeto?
- Houve atraso na obra? Consegue se lembrar dos principais motivos? Estes atrasos tiveram relação com problemas do projeto?
- Alguma observação geral sobre problemas de projeto que encontrou nesta obra, ou em outras obras que tenha participado nesta empresa?