

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ALEXANDRE LOPES BORGES

**ESTUDO SOBRE ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

CAMPO MOURÃO

2017

ALEXANDRE LOPES BORGES

ESTUDO SOBRE ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira

CAMPO MOURÃO
2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

ESTUDO SOBRE ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

por

Alexandre Lopes Borges

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 16h30min do dia 27 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Jorge Luís N. de Góes

(UTFPR)

Prof. Paulo Henrique Rodrigues

(UTFPR)

Profa. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira

(UTFPR)

Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

*À minha avó, Iracy, e a todos os
trabalhadores da construção civil.*

AGRADECIMENTOS

Com absoluta certeza não cheguei até aqui sozinho, e hoje ao estar concluindo esse processo, forma-se na minha mente toda memória coletiva das pessoas que construíram comigo o caminho para que eu pudesse seguir em frente.

Acima de tudo, agradeço a Deus por toda força, proteção, entendimento e benevolência.

Aos meus pais, Aparecida e Emival, e irmã, Paula, deixo expressa minha eterna gratidão por estarem comigo, mesmo distantes, nos dias de paz e nos dias de imensa tempestade. Por colocarem fé no meu potencial, e jamais desacreditarem dos meus anseios.

Registro, aqui, minha profunda gratidão à minha orientadora Professora Fabiana Goia pela experiência compartilhada, pelo apoio e contribuição no amadurecimento do meu conhecimento. E também por sempre estar pronta a ajudar com muita paciência e dedicação, doando-se em um trabalho conjunto.

Devo, também, meu reconhecimento a todos os professores do Departamento Acadêmico de Construção Civil que colaboraram com meu aprendizado através de ensinamentos que serão de vital importância no meu futuro profissional.

Aos colaboradores e servidores da UTFPR expressei minha gratidão pelo trabalho bem-feito que pude acompanhar nesses anos, pela atenção com os alunos e com o cuidado pela instituição.

Aos muitos amigos, que com o passar dos dias se tornaram minha segunda família, agradeço por fazerem de Campo Mourão um lar, por estarem ao meu lado quando precisei, pelos ótimos momentos vividos e experiências compartilhadas. Sem vocês tudo seria mais difícil.

À Pórticos – Empresa Júnior de Engenharia Civil, deixo aqui meu reconhecimento por toda capacitação, amizades e crescimento profissional.

Certamente estes parágrafos não atenderam a todos que fizeram parte dessa importante fase da minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àqueles que não estão presentes entre essas palavras, mas podem ter certeza que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

RESUMO

BORGES, Alexandre L. **Estudo sobre engenharia simultânea na construção civil**. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e os processos relacionados à materialização do item final. Desta maneira, as etapas do processo produtivo devem ser realizadas paralelamente ao invés de ocorrerem de forma sequenciada, e as modificações, quando necessárias, devem acontecer o quanto antes, interferindo minimamente na execução do item em questão. Assim, o propósito deste trabalho foi pesquisar sobre como as premissas e os conceitos da Engenharia Simultânea podem ser desenvolvidos no âmbito da construção civil. Para isso, foram feitas análises bibliográficas para buscar, entender e organizar os conhecimentos sobre Engenharia Simultânea. E em um segundo momento, foi realizada a aplicação de um questionário a engenheiros e arquitetos buscando-se avaliar o nível de entendimento desses profissionais acerca da realização de um projeto paralelo e suas especificidades. Os resultados indicaram que grande parte dos profissionais têm conhecimento sobre o tema em questão, mas são poucos os que aplicam os preceitos dessa ciência em seus trabalhos e projetos.

Palavras-chave: Engenharia simultânea. Construção civil. Projeto. Execução. Questionário.

ABSTRACT

BORGES, Alexandre L. **Study about Concurrent Engineering at the construction.** 2017. 60 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

Concurrent Engineering is a systematic approach to the integrated and parallel development of a product design and the processes related to the materialization of the final item. In this way, the steps of the production process must be carried out in parallel rather than occurring sequentially, and modifications, when necessary, should happen as soon as possible, minimally interfering at the execution of the item in question. At this way, the purpose of this work was to investigate how the premises and concepts of Concurrent Engineering can be developed in the scope of civil construction. For this, bibliographic analyzes were made to search, understand and organize the knowledge about Concurrent Engineering. In addition, in a second moment, a questionnaire was applied to engineers and architects seeking to evaluate the level of understanding of these professionals about the accomplishment of a parallel project and its specificities. The results indicated that most of the professionals have knowledge about the subject in question, but few apply the precepts of this science in their works and projects.

Keywords: Concurrent engineering. Construction. Project. Execution. Questionnaire.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Engenharia Sequencial x Engenharia Simultânea.....	19
Figura 2 - Equipe multidisciplinar de projeto simultâneo.....	20
Figura 3 - Potencial de influência no custo final de um empreendimento de edifício e suas fases.....	23
Figura 4 - A chance de reduzir o custo de falhas do edifício em relação ao avanço do empreendimento	24
Figura 5 - Esquema de proposta de projeto simultâneo para construção civil, privilegiando o paralelismo e a interatividade entre as etapas de projeto	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese das principais discrepâncias entre o ambiente de projeto na construção de edifícios e na indústria de manufaturados em série	27
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tempo de atuação no mercado dos profissionais entrevistados	33
Gráfico 2 - Área de atuação dos profissionais entrevistados	34
Gráfico 3 - Nível de satisfação quanto a troca de informações entre os profissionais do ciclo produtivo da construção civil	35
Gráfico 4 - Nível de satisfação quanto a passagem de um empreendimento da fase de projetos para a fase de execução	36
Gráfico 5 - Nível de satisfação quanto ao trabalho do projetista de arquitetura com os demais projetistas	37
Gráfico 6 - Nível de satisfação quanto à compatibilização de todos os projetos.....	37
Gráfico 7 - Um empreendimento executado atinge os resultados planejados no projeto?	38
Gráfico 8 - Frequência de reuniões para compatibilização de projetos	40
Gráfico 9 - Profissional responsável pela solução construtiva de problemas na execução	40
Gráfico 10 - Análise do uso de projetos específicos para execução de edifícios	41
Gráfico 11 - Você conhece o termo “Engenharia Simultânea” ou “Projeto Simultâneo”?	42
Gráfico 12 - Projetos que mais acarretam problemas dentro do Canteiro de Obras .	43
Gráfico 13 - Com que intensidade as possíveis falhas de comunicação repercutem nos aspectos Qualidade, Custo e Desperdício de Materiais?.....	45

LISTA DE SIGLAS

DARPA	Defense Advanced Research Project Agency
ES	Engenharia Simultânea
IDA	Institute for Defense Analysis

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	JUSTIFICATIVAS	17
4	REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1	HISTÓRICO E CONCEITO DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA	18
4.2	ANÁLISE SOBRE O CONTEXTO DA GERÊNCIA DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA	21
4.3	O EMPREENDIMENTO DA CONSTRUÇÃO E A IMPORTÂNCIA DO PROJETO PARA QUALIDADE DA EDIFICAÇÃO	22
4.4	INCORPORAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA EM BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	25
4.4.1	Compatibilização de projetos	28
4.4.2	Projetos para produção de edifícios	28
4.4.3	Proposta para o desenvolvimento simultâneo de projetos elaborada por FABRÍCIO, BAÍA, MELHADO (1998)	29
5	METODOLOGIA	32
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6.1	PERFIL DOS PROFISSIONAIS ENTREVISTADOS	33
6.2	ANÁLISE DA CONCORDÂNCIA ENTRE O TRABALHO DOS PROJETISTAS E DA EQUIPE DE CONSTRUÇÃO	34
6.3	ORGANIZAÇÃO QUANTO AO GERENCIAMENTO DE OBRAS E GESTÃO DE PROJETOS.....	39
6.4	ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	43
7	CONCLUSÕES	50

REFERÊNCIAS	51
ANEXO A	54
ANEXO B	57

1 INTRODUÇÃO

O setor brasileiro de construção de edifícios, frente a um mercado cada vez mais competitivo e globalizado, tem se inserido em movimentos de melhoria da qualidade, principalmente no âmbito do processo de desenvolvimento dos projetos, pois esse tipo de investimento traz melhoras tanto na qualidade do produto edifício, quanto na eficiência do seu processo de produção (SILVA; NOVAES, 2008).

Nessa atual conjuntura, é comum a atuação de diversos profissionais de empresas distintas no processo de elaboração de projetos. Esse número de profissionais vem crescendo em todo o processo de construção, no projeto e na obra, em consequência do aumento da complexidade dos projetos, do aumento da quantidade de novos materiais, tecnologias e da quantidade de serviços que antes não existiam (JUNIOR; MELHADO, 2013).

No entanto, o projeto tem deixado a desejar tanto no desenvolvimento tecnológico, quanto no gerencial, a partir do momento em que se passa a observar a dissociação entre o projeto e a fase de produção. Segundo Gehbauer et al. (2002), a integração entre o projeto e a execução está longe da ideal, indicando que essa falha é uma grande responsável pela falta da promoção de uma correta racionalização da execução em uma edificação.

Logo, grande parte dos problemas vividos durante a obra é decorrente da falta de compatibilização entre projetos inerentes e da falta de detalhamento dos mesmos. Comumente, os projetos não são contratados de modo formal, com as considerações e premissas definidas, o que leva a interpretações distintas pelos projetistas. Outro grande problema exposto por Crespo (2013) é que as obras são iniciadas antes da conclusão dos projetos executivos, o que pode gerar modificações durante a sua execução.

Em contrapartida a esse cenário da construção civil, o setor industrial manufatureiro já apresenta, há vários anos, uma maior responsabilidade quando se fala sobre integração entre fase de projeto e a concretização do produto final. Isso ocorre porque tal setor tecnológico já possui um histórico bem-sucedido de investimentos nessa área, desenvolvendo técnicas como a da Engenharia Simultânea, que vem a acrescentar vários benefícios na escala de produção.

A prática da Engenharia Simultânea (ou Projeto Simultâneo), basicamente valoriza a integração do desenvolvimento do produto ao desenvolvimento dos demais processos envolvidos (no caso da construção civil, agregação da fase de projeto à fase de execução), por meio de cooperação entre os diversos agentes envolvidos.

Posto isso, este trabalho visa discutir questões sobre como a incorporação da Engenharia Simultânea pode trazer benefícios ao setor da construção civil perante o atual cenário vivido.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Pesquisar sobre como as premissas e os conceitos da Engenharia Simultânea podem ser desenvolvidos no âmbito da construção civil, a partir de análises bibliográficas e de um questionário a ser aplicado em profissionais da área.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Organizar o conhecimento sobre Engenharia Simultânea;
- Estudar maneiras de incorporar a Engenharia Simultânea para a área da construção civil;
- Elaborar um questionário sobre a aplicação da Engenharia Simultânea na construção civil;
- Aplicar o questionário em profissionais da área;
- Avaliar e comparar os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário.

3 JUSTIFICATIVAS

As empresas brasileiras do setor da construção civil vêm buscando aumentar sua produtividade e, ao mesmo tempo, reduzir seus custos de produção. Entretanto, tal objetivo torna-se um desafio diante das características do setor, que é conhecido pelo elevado desperdício de materiais, ineficiência de tempo da mão de obra e pela falta de planejamento e controle no processo construtivo como um todo (COSTA, et al. 2014).

Logo, para uma obra ser bem-sucedida deve haver planejamento, execução de qualidade, controle e correção. Poucas vezes esses quatro termos são utilizados de forma adequada, isso prejudica o andamento da obra, principalmente quando se fala no tempo e no custo de produção, sendo esse último o principal, pois na medida em que o custo aumenta para a construtora, ele é repassado para o comprador final (DORTAS, et al. 2013).

Diante deste cenário, fica evidente a necessidade de se buscar cada vez mais melhores maneiras de beneficiar os métodos de produção e execução das edificações, alcançando-se um nível de qualidade elevado e uma tendência cada vez maior de preocupação com a eficiência do produto final.

Deste modo, o presente trabalho visa a apresentação da Engenharia Simultânea como elemento mitigador das deficiências enfrentadas no setor da construção civil nacional.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 HISTÓRICO E CONCEITO DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Em meados da década de oitenta, o advento de novas tecnologias e o consequente aumento na complexidade dos produtos, trouxe ao meio de produção industrial a necessidade de as empresas lançarem novos produtos em espaços de tempo cada vez menores. Assim, uma organização se manteria competitiva e atuante no mercado.

Desta maneira, enquanto um produto era lançado, outro já precisava ser pensado para substituir aquele que está nas prateleiras. Para que isso ocorresse de maneira ordenada, a indústria de produção seriada se viu obrigada a estabelecer um novo processo organizacional que atendesse as novas necessidades e substituísse o modelo até então vigente.

Assim, segundo Crespo (2013), os anos 80 foi iniciado com um estudo pelo *Defense Advanced Research Project Agency (DARPA)*, sobre formas de aumentar o grau de paralelismo das atividades, diminuindo o ciclo de desenvolvimento dos produtos. Nesse estudo estabeleceu-se métodos para que tarefas que eram executadas apenas depois da conclusão e aprovação das atividades precedentes são antecipadas, independentemente das entregas anteriores.

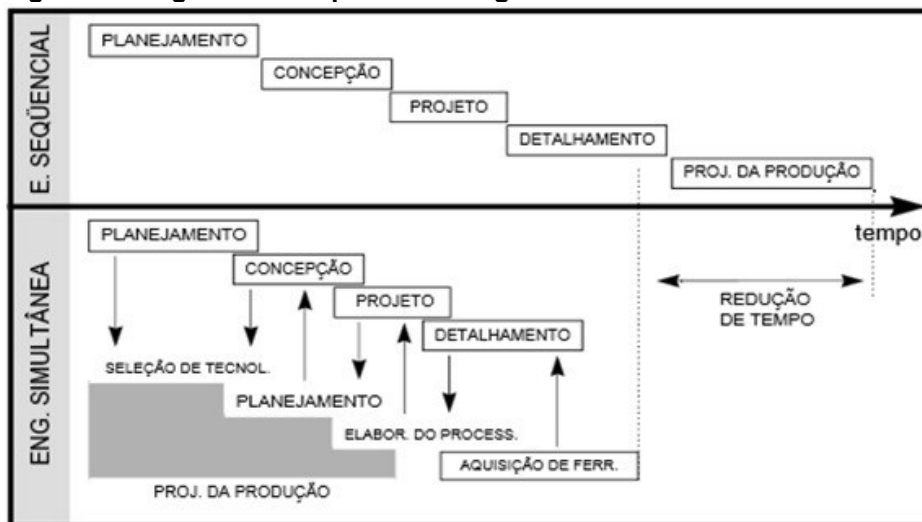
Desse modo, o estudo realizado pela DARPA definiu o conceito de engenharia simultânea (ES), também conhecida como Engenharia Paralela, da seguinte forma (CRESPO, 2013):

Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e os processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem procura fazer com que as pessoas envolvidas no desenvolvimento considerem, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazos e requisitos dos clientes (WINNER et al., 1988).

Deste modo, o antigo modelo de produção em série (Engenharia Sequencial) baseado em fundamentos *taylorista-fordista* abre espaço para o novo paradigma da Engenharia Simultânea (FABRÍCIO, 2002).

Na figura 1 estabelece-se um paralelo comparativo entre os dois métodos de produção (CRESPO, 2013):

Figura 1 – Engenharia Sequencial x Engenharia Simultânea



Fonte: Crespo (2013)

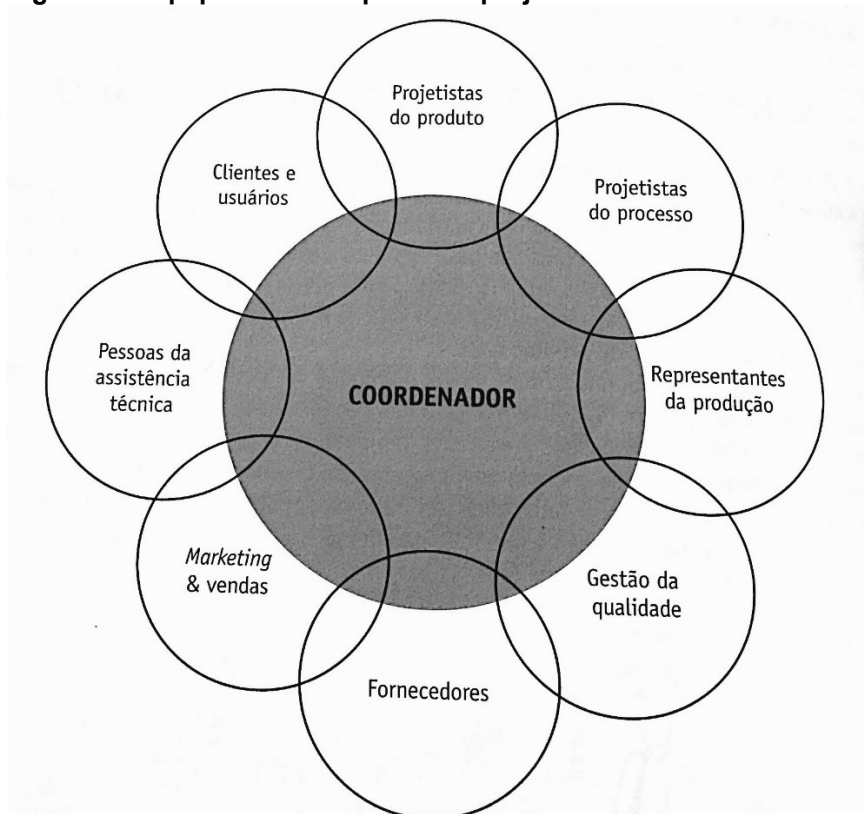
Como é possível observar na Figura 1, os princípios da Engenharia Simultânea evidenciam que as etapas do projeto devem ser realizadas paralelamente ao invés de ocorrerem de forma sequenciada, e que as modificações, quando necessárias, devem acontecer o quanto antes. Crespo (2013) expõe que essas mudanças tornam o processo mais “rápido, vantajoso e econômico”.

Segundo Jerônimo (2014), a primeira vez que o termo *Concurrent Engineering* (tradução comum de Engenharia Simultânea para o inglês) foi utilizado oficialmente se tratava do documento R-388 intitulado *The Role of Concurrent Engineering* emitido em 1988 pelo IDA (*Institute for Defense Analysis*), para explicar um método sistemático de projeto simultâneo, tanto como de produto como no processo, desenvolvido pela indústria bélica norte-americana, em resposta ao crescimento dos japoneses no mercado mundial.

O projeto simultâneo pressupõe que haja trabalho em equipe, comunicação sistemática, treinamento de recursos humanos e parcerias. Representantes de todos os principais agentes do processo devem participar dessas equipes de projeto com o objetivo de levar as suas necessidades e expectativas a todo o processo. Na filosofia do projeto simultâneo, engenheiros de produção são deslocados para trabalhar com os engenheiros de projeto, em equipes multidisciplinares, propiciando melhor desempenho e menores prazos na elaboração do projeto. Dessa forma, cada integrante da equipe pode contribuir com a sua experiência e conhecimento da área específica para diminuir falhas potenciais, tanto do produto quanto do processo de produção (MELHADO et al., 2005, p. 54).

Na figura 2 apresenta-se, através de um esquema, a exemplificação de como pode ser organizada uma equipe multidisciplinar genérica de projeto simultâneo:

Figura 2 – Equipe multidisciplinar de projeto simultâneo



Fonte: Fabrício e Melhado (2004)

4.2 ANÁLISE SOBRE O CONTEXTO DA GERÊNCIA DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA

Desde 1990, todo o país vem sofrendo transformações aceleradas em seu cenário produtivo e econômico. E o setor da construção civil, como parcela integrante desse sistema, tem acompanhado toda essa movimentação. Segundo Souza e Abiko (1997), todos estavam acostumados com uma economia em que o preço do produto final era resultante da soma dos custos de produção da empresa e do lucro previamente arbitrado.

Entretanto, perante a esse novo contexto, a lucratividade passou a ser um fator dependente da capacidade de uma empresa em racionalizar seus processos de produção, reduzir seus custos, aumentar sua produtividade e satisfazer as exigências dos clientes (SOUZA e ABIKO, 1997).

Segundo Melhado et al. (2005), sob todas essas transformações econômicas as construtoras e empresas ligadas à construção civil vêm sendo pressionadas a modificar seus processos de produção, no sentido de reduzir custos e adequar a realidade dos produtos ofertados às novas condições de mercado.

Essas modificações se baseiam em estratégias diversas, até chegarem à racionalização da produção e à busca da qualidade em seus processos. Porém, agora a qualidade não é apenas entendida como consequência de cautelas relativas aos insumos utilizados no processo de produção, envolvendo materiais, mão de obra e controle dos serviços contratados. Passou-se a entender que os projetos eram entregues às obras repletos de erros e de lacunas, levando a graves perdas de eficiência nas atividades de execução (MELHADO et al., 2005).

Ainda segundo Melhado et al. (2005), tudo isso pode ser comprovado pela enormidade de problemas patológicos dos edifícios cujas causas são relacionadas a falhas de projeto e adiamento de decisões, especialmente nas fases iniciais de concepção do projeto, potencializando uma grande quantidade de erros e de retrabalho para todos os agentes envolvidos, constituindo uma fonte relevante de desperdícios que acaba por incidir sobre o produto final entregue.

Assim, aos poucos está sendo construída essa tendência contemporânea de que o projeto deve ser capaz de suprir os trabalhos de produção em canteiro de obras com informações de alto nível e que não poderiam ser igualmente obtidas no

ambiente de obra. A partir de um bom projeto, torna-se viável elaborar um planejamento e uma programação mais eficientes, assim como um programa efetivo de controle de qualidade para materiais e serviços (MELHADO et al., 2005).

4.3 O EMPREENDIMENTO DA CONSTRUÇÃO E A IMPORTÂNCIA DO PROJETO PARA QUALIDADE DA EDIFICAÇÃO

Os edifícios, produtos gerados pela indústria de produção imobiliária, são caracterizados por sua singularidade. Pois, apresentam elevada magnitude, elevado valor, longa vida útil, importância social e econômica, e variabilidade do mercado consumidor. A inserção urbana e cultural das edificações confere a estes produtos um caráter único e particular dentro das estruturas produtivas e de consumo da sociedade (FABRÍCIO, 2002).

Segundo Tahon (1997), o edifício é um objeto complexo pela enormidade de técnicas, de agentes e de pontos de vistas envolvidos na sua concepção e realização, sendo assim, nunca existirá dois ou mais empreendimentos de construção idênticos.

Outra característica singular da área da construção civil que a difere das indústrias de produção seriada é que os negócios e as execuções geradas na construção são organizados em ciclos de produção únicos e não repetitivos que estão vinculados em determinado local (terreno) onde se erguerá a edificação que se estabelecerá como produto final (FABRÍCIO, 2002).

Sendo assim, o planejamento e a realização de projetos bem elaborados para produção de edifícios são de vital importância. O processo de projeto na construção de edifícios é composto por várias especialidades de projeto (arquitetura, estruturais, sistemas, prediais, etc.) as quais desenvolvem as soluções em nível crescente de detalhamento, cumprindo diferentes etapas do projeto (FABRÍCIO; BAÍA; MELHADO, 1998).

Amorim (1996) expõe que a complexidade de cada produto e de cada processo de produção de edifício faz com que a construção se comporte como uma

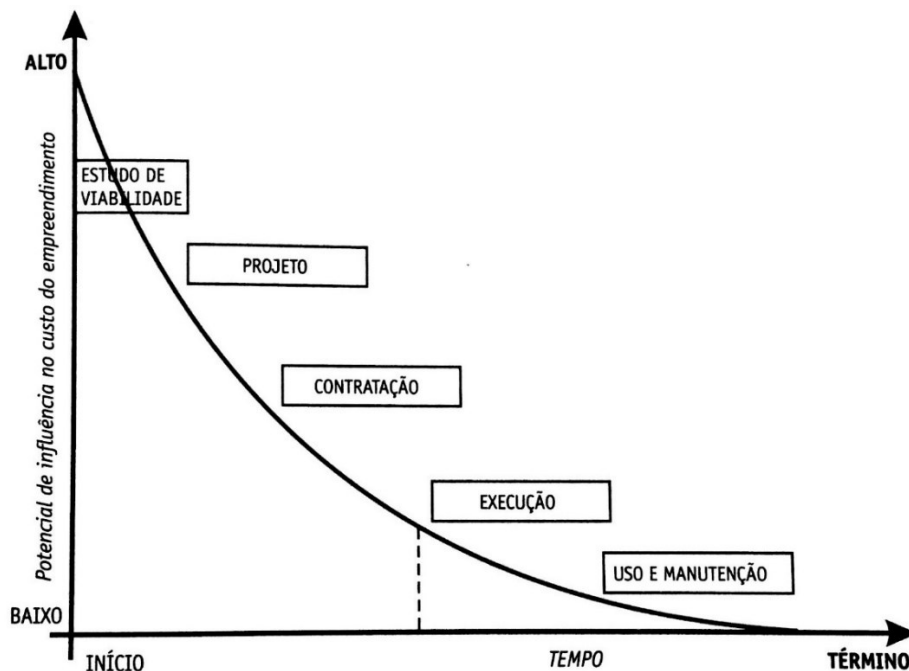
indústria de protótipos, organizada para a produção de produtos únicos e diferenciados.

Porém essa devida importância imposta ao segmento de projetos se deu no Brasil apenas ao final de 1993, onde começaram a serem publicados os primeiros trabalhos voltados para a Gestão da Qualidade no segmento de Edificações, abrangendo grupos de construtoras. De acordo com Melhado et al. (2005), entre 1994 e 1997 houve uma intensa busca por esses programas.

Dentro da procura pela qualidade, percebe-se que o projeto, além de instrumento de decisões sobre características do produto, influi diretamente nos resultados econômicos do empreendimento e interfere na eficiência de seus processos, como informação de apoio à produção (MELHADO et al., 2005).

São as decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento que possuem maior capacidade de influenciar sobre o custo final da edificação. Tal situação pode ser observada na figura 3:

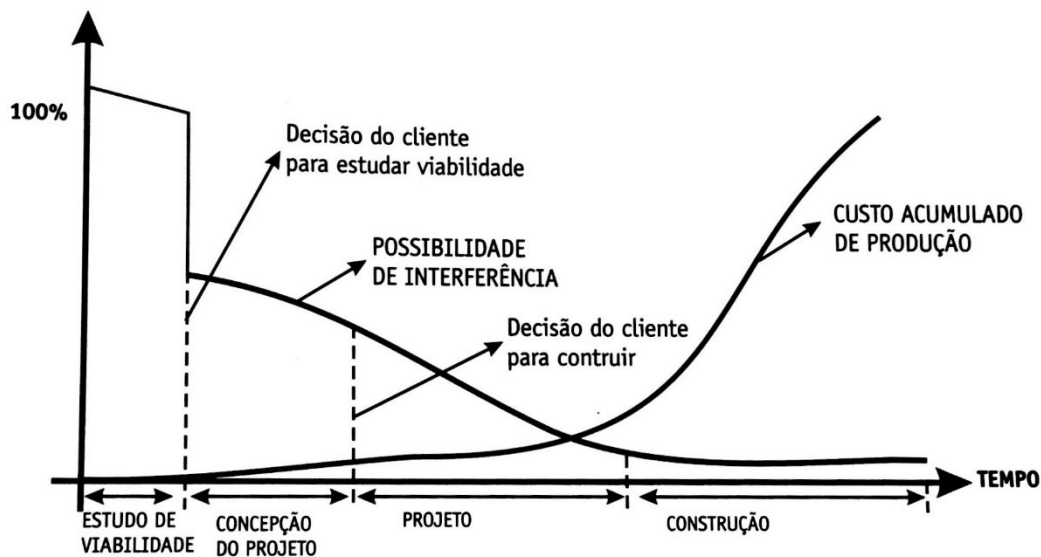
Figura 3 – Potencial de influência no custo final de um empreendimento de edifício e suas fases



Fonte: Melhado et al. (2005)

Além disso, nas fases iniciais, é expressivo o destaque para estudo da viabilidade à conclusão da edificação, deste modo, as decisões tomadas no início do empreendimento são as mais importantes, podendo ser atribuída a principal participação na redução dos custos de falhas no edifício. Na figura 4 ilustra-se através de um gráfico a chance de reduzir o custo de falhas de edifício, em relação ao avanço do empreendimento.

Figura 4 – Redução de custo de falhas em relação ao avanço do empreendimento



Fonte: Melhado et al. (2005)

Mas, na maioria das vezes, de acordo com Melhado et al. (2005) o projeto de um edifício é entendido como uma despesa que o empreendedor deve ter antes do início da execução e, portanto, como um gasto que deve ser reduzido o máximo possível, já que, antes de aprovar o projeto junto aos órgãos competentes, os recursos financeiros necessários e suficientes para executar o empreendimento não estão disponíveis.

Esta situação, apesar de ser bastante frequente, retrata a falta de organização e planejamento dos processos envolvidos na construção de empreendimentos, abrindo espaço para a busca de alternativas que garantam uma técnica de projeto mais eficaz em relação às obras e à qualidade dos edifícios gerados (FABRÍCIO; BAÍA; MELHADO, 1998).

4.4 INCORPORAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA EM BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Melhado et al. (2005) expõem a existência de falhas em uma questão fundamental envolvendo a passagem da fase de projeto à execução. Segundo os autores, a passagem da fase de imagem e criação (projetos) à etapa de materialização é complexa e conflituosa.

A dificuldade nesse transcurso é um dos efeitos decorrentes do fato de que a fase de concepção do edifício ocorre de forma separada do desenvolvimento do projeto, ou seja, “a atuação do projetista de arquitetura ocorre previamente e sem a interação com os demais projetistas” (MACIEL, 1997).

É frequente na área da construção civil uma relação hierárquica entre o arquitetonico e todos os demais projetos que compõem o edifício. De acordo com Melhado (1997), as normas em vigor e a grande maioria dos textos institucionais consideram o projeto arquitetônico como o responsável pelas indicações a serem seguidas pelos projetos estruturais e instalações.

Porém, este processo é falho ao passo que a atuação dos diversos projetistas envolvidos no empreendimento não ocorre de maneira conjunta e o esquema é elaborado sem a efetiva contribuição de todos os participantes ao longo das diferentes etapas do processo de projeto (FABRÍCIO; BAÍA; MELHADO, 1998).

Em decorrência desse distanciamento entre a atividade de concepção e projeto da atividade de produzir, ocorre o comprometimento do desempenho da fase de execução, gerando desperdícios, levando também à uma inadequação do desempenho do edifício, o que traz custos adicionais durante e após essa fase, no período de uso, operação e manutenção (MELHADO et al., 2005).

Melhado et al. (2005) expõem que, em contrapartida a esse cenário presente na construção civil, outros setores industriais não concebem a fabricação dos seus produtos sem que haja uma direção clara e objetiva de como fabricá-los, sendo que nos dias de hoje, talvez a construção civil seja a única indústria que exerce essa prática de fabricar seu produto (edifício) sem uma definição precisa de como produzi-lo.

Posto isso, seria prudente a incorporação dessas práticas aplicadas no setor industrial à área da engenharia civil como solução mitigadora dos problemas

enfrentados pelo mercado, podendo trazer os resultados positivos do sistema industrial à construção.

A prática da engenharia simultânea se encaixa bem nesse aspecto, pois o enfoque do projeto simultâneo é integrar o desenvolvimento do produto ao desenvolvimento dos demais processos envolvidos, por meio de cooperação entre os diversos agentes.

Assim, a cadeia imposta pelo processo de projeto tradicional, no qual os trabalhos são realizados sequencialmente, é substituída por trabalho paralelo das equipes, o que objetiva um melhor desempenho do processo, com a remoção das fronteiras que as separavam.

Porém, para incorporar essa prática na construção civil são encontradas algumas dificuldades, pois, o conceito de engenharia simultânea foi desenvolvido para o setor industrial, e para aplicar essa filosofia na gestão de projetos de edifícios é notório uma diferença na cultura, estruturas produtivas e desafios competitivos entre ambas as áreas (FABRÍCIO, 2004).

Segundo Fabrício (2002), na construção os processos de projeto acontecem de forma pouco sistematizada e são fragmentadas em diversos subprocessos independentes, já na indústria, ocorre o desenvolvimento de um novo produto abrangendo pesquisas de mercado e identificação de oportunidades de negócios, passando pelas formulações estratégicas de marketing, programas de necessidades e pela realização dos projetos que caracterizam e especificam o produto, até o desenvolvimento do processo, envolvendo até a fabricação de protótipos e simulação do desempenho do produto e do processo.

Além disso, os empreendimentos da Construção Civil são desenvolvidos baseados nos padrões tradicionais e não aplicam inovações, contrariando as séries industriais, que fazem elevados investimentos financeiros e mobilizam equipes em tempo integral.

Baseado nessas diferenças entre os ambientes de projeto na construção de edifícios e na indústria de manufaturados em série (área em que a Engenharia Simultânea foi introduzida), Fabrício (2004) elaborou o seguinte quadro (Quadro1).

Quadro 1 – Síntese das principais discrepâncias entre o ambiente de projeto na construção de edifícios e na indústria de manufaturados em série

Natureza do empreendimento de construção	<p>Na construção, o planejamento e a programação do empreendimento, concepção e projeto, e produção são muito mais pulverizados (a cargo de diferentes agentes) que na manufatura;</p> <p>O negócio da construção de edifícios envolve aspectos imobiliários que condicionam o sucesso do edifício à capacidade de incorporar terrenos, deslocando parte dos requisitos de sucesso do empreendimento da esfera produtiva para a área imobiliária.</p>
Tipo e características do produto	<p>O longo ciclo de vida faz com que seja problemático o planejamento de todas as transformações e solicitações que o edifício sofrerá durante sua existência;</p> <p>Além disso, a grande duração dos edifícios cria superposições entre o ciclo de vida do empreendimento, o ciclo de vida do usuário e as dinâmicas urbanas.</p>
Peculiaridades do projeto no setor	<p>Dimensões estéticas, culturais, históricas e urbanas envolvidas no projeto de arquitetura;</p> <p>Cisão entre concepção do empreendimento enquanto negócio, a cargo de promotores e incorporadores; enquanto produto, a cargo dos projetistas de arquitetura e engenharia; e enquanto construção, a cargo das construtoras e subempreiteiros e do pessoal de obra;</p> <p>Os projetistas frequentemente estão envolvidos em mais de um empreendimento ao mesmo tempo.</p>
Cultura e aspectos relacionais	<p>As relações entre agentes são muito mais sazonais e contratuais pautadas pelo ciclo de empreendimentos não repetitivos;</p> <p>Ao contrário da manufatura, na construção, os clientes contratantes costumam interferir significativamente na gestão interna do empreendimento e na sua produção;</p> <p>A formação dos engenheiros e arquitetos é fragmentada e pouco voltada à gestão de processos. O mercado de trabalho é mais dinâmico que os perfis curriculares e o modelo de formação das universidades e faculdades nacionais.</p>
Fornecedores	<p>Predomina no setor uma forte fragmentação e heterogeneidade entre os tipos de fornecedores (indústrias, subempreiteiros, projetistas, etc.) que participam do empreendimento;</p> <p>Por diversas razões geográficas e de mercado, a manutenção dos mesmos fornecedores, em diferentes empreendimentos, é bastante dificultada;</p> <p>Dados os diferentes portes das empresas envolvidas, o poder de negociação com os fornecedores é mais restrito e variado conforme o tipo de fornecedor;</p> <p>Parte substancial da inovação tecnológica no setor de construção é desenvolvida pelos fornecedores materiais e componentes.</p>
Escala de produção	<p>A construção costuma trabalhar com pequenas escalas, o que reduz, relativamente, a possibilidade de amortização dos custos do projeto;</p> <p>Na indústria de produção seriada ES trata a gestão do projeto e desenvolvimento de produtos até a realização de protótipo e disponibilização do projeto para produção em escala. Na construção, a realização do protótipo se confunde com a realização do empreendimento e, assim, a ES se sobrepõe à gestão do empreendimento.</p>
Limitações do canteiro	<p>Na construção o local de produção (canteiro) é muito mais sujeito a variações e intempéries.</p>

Fonte: FABRÍCIO (2004)

Posto estas diferenças entre o setor da construção civil e a indústria manufatureira, nos itens a seguir são apresentadas algumas alternativas de como aplicar a Engenharia Simultânea em benefício da construção civil, tentando diminuir

essa discrepância existente entre os dois segmentos produtivos, apesar das peculiaridades de cada área.

4.4.1 Compatibilização de projetos

Nascimento (2015) expõe que as partes de um todo devem ocupar o mesmo espaço de maneira harmoniosa sem que ocorram conflitos entre elas. No caso da engenharia civil, essas partes são compostas dos diferentes projetos que juntos se tornam a essência de uma edificação.

Porém, a atividade de sobreposição desses projetos geralmente acontece apenas na fase de elaboração dos projetos executivos, acarretando alterações onerosas, muitas vezes difíceis de resolver, comprometendo antes de tudo a qualidade do empreendimento (GEHBAUER et al., 2002).

Então, para Gehbauer et al. (2002), para melhorar essa estrutura de planejamento, é recomendável aplicar a compatibilização de projetos já na fase de estudo preliminar com a inclusão de fatores como custos, fornecedores e construtores, coordenados.

Para o autor, isso deve ser feito com reuniões periódicas entre as coordenações de cada equipe de projeto e a equipe de gerenciamento. E no processo de decisões, devem ser consideradas as experiências do maior número possível de pessoas. O tempo gasto nessas reuniões, na busca de soluções otimizadas é um bom investimento, uma vez que é mais econômico realizar alterações na fase de planejamento que durante na fase de execução.

4.4.2 Projetos para produção de edifícios

É um método em que se desenvolvem projetos voltados para a execução do produto final, ou seja, são elaborados projetos que indicam as diretrizes para execução específica de cada subsistema construtivo. Assim, não se deixaria

somente nas mãos de quem produz as decisões de como executar o que foi projetado. (MELHADO et al., 2005).

Segundo Maciel e Melhado (2011), o projeto para produção proporciona a racionalização das atividades desenvolvidas no canteiro de obras, significando sua melhor organização e otimização e contribuindo para a qualidade do produto final.

O projeto para produção dos diversos subsistemas pode ser elaborado por uma equipe, ou mesmo por um profissional pertencente à empresa construtora, ou contratado pela mesma para essa finalidade, e que tenha conhecimento sobre execução de obra. (MACIEL; MELHADO, 2011).

A apresentação desses projetos deve ser feita através de desenhos e informações sintetizadas das especificações dos procedimentos de execução. Sendo importante ressaltar que a linguagem utilizada nesses projetos deve ser acessível não só aos engenheiros, mas também às pessoas que vão efetivamente utilizá-lo em serviço, que são os mestres de obras, encarregados e operários.

Melhado et al. (2005) ainda enfocam que os projetos para produção funcionam como um conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do produto e que traz essencialmente elementos da atividade de produção como disposição e sequência das atividades, frentes de serviço, arranjo e evolução do canteiro de obras.

De forma genérica, os projetos para produção objetivam responder a como fazer algum serviço de maneira correta, aproximando o projeto do produto das necessidades de produção.

4.4.3 Proposta para o desenvolvimento simultâneo de projetos elaborada por FABRÍCIO, BAÍA, MELHADO (1998)

No trabalho *Estudo da sequência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenário e perspectivas*, Fabrício, Baía e Melhado (1998) propõem uma sequência de atividades que permita que conteúdos de projetos distintos sejam resolvidos paralelamente, tentando adequar a realidade da construção civil aos conceitos estabelecidos na engenharia simultânea.

Os pesquisadores propuseram que seria necessário que o processo de projeto fosse dividido em etapas de forma a delimitar as várias atividades em cada estágio do projeto de cada especialidade. Essa divisão do processo tem como objetivo permitir que informações determinadas por algumas atividades estejam disponíveis para serem utilizadas e criticadas por outras especialidades de projeto sem que toda a etapa da primeira especialidade esteja definida e, demande, para ser alterada, a realização de retrabalho e a redefinição de soluções já desenvolvidas.

A partir desse preceito de divisões e subdivisões do processo, foi possível configurar uma sequência para os projetos que preveja a realização de estágios de mesmo grau de detalhamento, mas de diferentes especialidades de forma paralela e interativa.

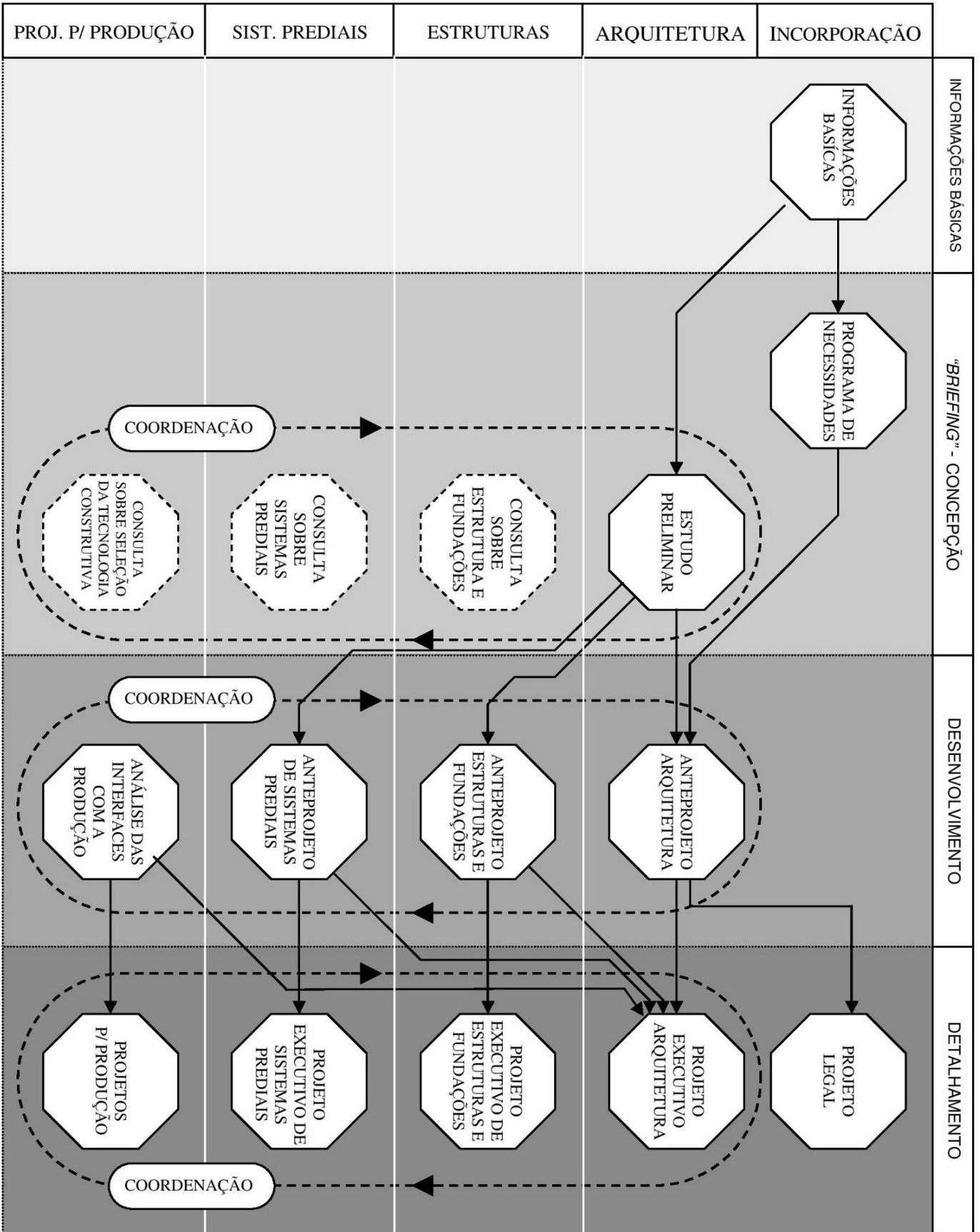
Na figura 5 é apresentado o esquema dessa proposta de desenvolvimento de projeto simultâneo. Esta proposta, então, é dividida em quatro etapas.

No primeiro estágio (Informações Básicas), ocorre o levantamento e apresentação de informações básicas sobre as características do terreno e de sua ocupação.

Já no segundo estágio (*"Briefing"* – concepção), os autores propõem que sejam agrupadas as atividades de geração de necessidades a serem desenvolvidas no desenvolvimento do produto e no estudo preliminar de arquitetura. Assim, será esmiuçado o conceito do produto levando em consideração informações e experiências de outros projetos e do pessoal envolvido na produção, de forma a analisar as possibilidades tecnológicas e construtivas.

Na terceira etapa (Desenvolvimento) ocorre o desenvolvimento interativo dos diversos anteprojetos de forma a coordenar as soluções de diferentes especialidades de projeto, visando amarrar as decisões de especialidades e otimizar os projetos. Por conseguinte, no quarto estágio (Detalhamento) são detalhadas as soluções das especialidades de projeto e de produto que irão sustentar a estrutura final dos projetos para produção da edificação na obra.

Figura 5 – Esquema de proposta de projeto simultâneo para construção civil, privilegiando o paralelismo e a interatividade entre as etapas de projeto



Fonte: Fabrício, Baía, Melhado (1998)

5 METODOLOGIA

Segundo Gil (2002), pesquisas que envolvem levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, se caracterizam como pesquisas de cunho exploratório. De acordo com o autor, esses estudos têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses.

Para atingir os objetivos propostos, primeiramente foi utilizado o método de pesquisa documental, que envolveu revisão bibliográfica por meio de consulta em livros, teses, artigos, dissertações e trabalhos de conclusão de curso.

Organizado todo o conhecimento acerca da Engenharia Simultânea e suas especificidades, elaborou-se um questionário com quatorze perguntas de múltipla escolha e duas questões discursivas sobre gerenciamento de obras e projetos, concordância entre o trabalho dos projetistas e da equipe de construção, e sobre o processo produtivo no âmbito da construção civil.

A etapa seguinte do processo de pesquisa consistiu na busca dos profissionais para responderem o material produzido. Para isso, foram contatados 30 engenheiros civis e arquitetos num espaço amostral que englobava três estados: Goiás, Minas Gerais e Paraná.

O contato com os profissionais ocorreu pessoalmente e também via *e-mail*, em um período que se estendeu entre os meses de março e junho do ano de 2017.

Foram elaboradas duas versões para o mesmo questionário. A primeira é impressa, e foi elaborada para o contato pessoal com o interlocutor (Anexo A). A segunda via, para contato virtual, foi preparada através da ferramenta *Formulários* da plataforma *Google Drive* (Anexo B).

Por fim, todo material coletado foi organizado, comparado e avaliado, para comporem os resultados da avaliação que são apresentados na próxima seção deste trabalho.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

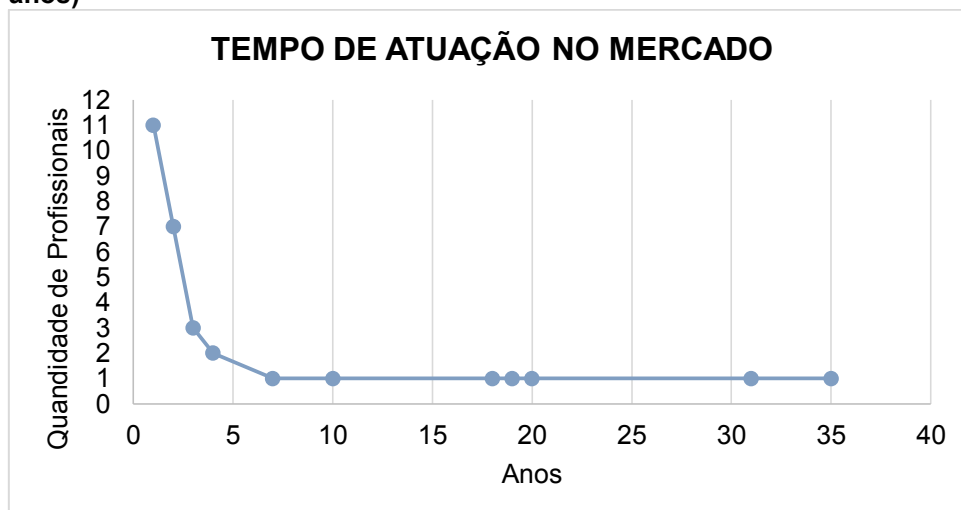
O resultado do questionário, é uma ferramenta de avaliação do nível de entendimento dos profissionais atuantes no mercado em relação ao método da realização de um projeto simultâneo e suas especificidades. Ao mesmo tempo, buscou-se descobrir se esses profissionais aplicam algum instrumento que se enquadre dentro dos preceitos da Engenharia Simultânea em seus trabalhos.

6.1 PERFIL DOS PROFISSIONAIS ENTREVISTADOS

Foram entrevistados 30 engenheiros civis e arquitetos em diferentes cidades dos estados de Goiás, Minas Gerais e Paraná. Para compreender o perfil profissional dos especialistas, iniciou-se o questionário com perguntas que buscavam identificar o tempo de atuação no mercado e a área de operação do entrevistado dentro do contexto da construção civil.

É possível observar da análise do Gráfico 1, que a amostra expressiva de profissionais entrevistados possuía entre 1 a 5 anos de carreira, e a segunda faixa representativa ocorreu entre 15 a 20 anos de experiência.

Gráfico 1 – Tempo de atuação no mercado dos profissionais entrevistados (em anos)



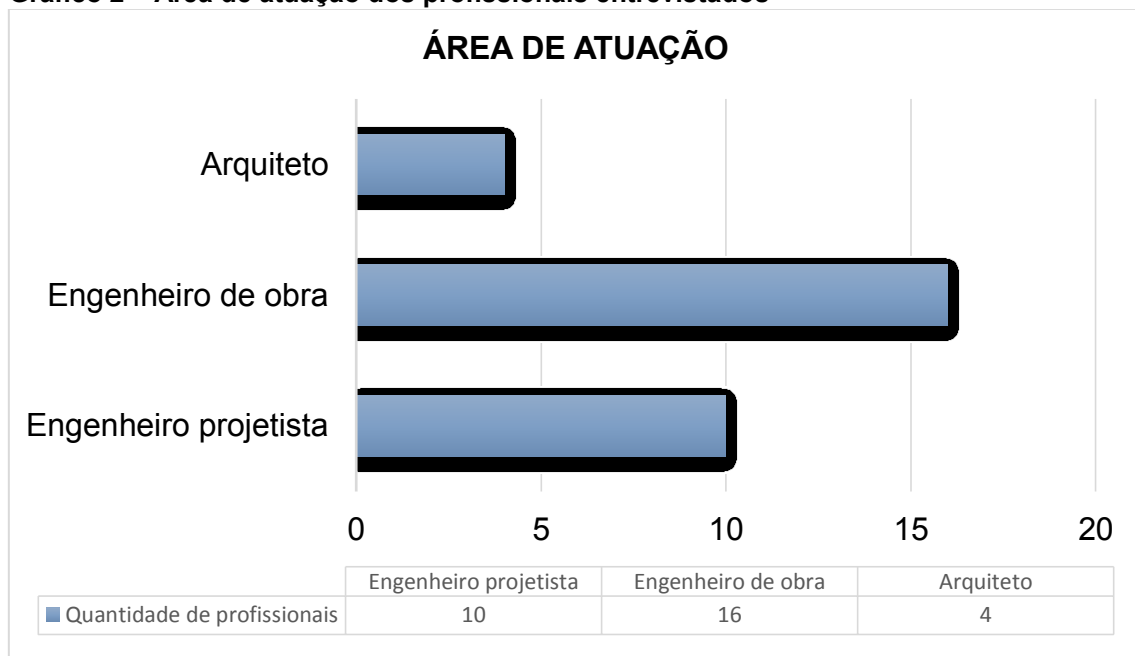
Fonte: Autoria própria

Outra observação pertinente que também é possível observar da análise do Gráfico 1, relaciona-se ao fato do profissional mais experiente que submeteu suas respostas ao questionário possuir 35 anos de carreira.

Ainda sobre o perfil dos especialistas entrevistados, foram identificadas as áreas de atuação dos profissionais. Para isso, foi elaborada uma pergunta de múltipla escolha com três alternativas de carreiras: Engenheiro Projetista, Engenheiro de obra e Arquiteto.

No gráfico 2 é possível observar que a maioria dos entrevistados (16 profissionais) atuavam como Engenheiros de Obra, e a carreira menos representativa, com quatro profissionais, foi a de Arquiteto.

Gráfico 2 – Área de atuação dos profissionais entrevistados



Fonte: Autoria própria

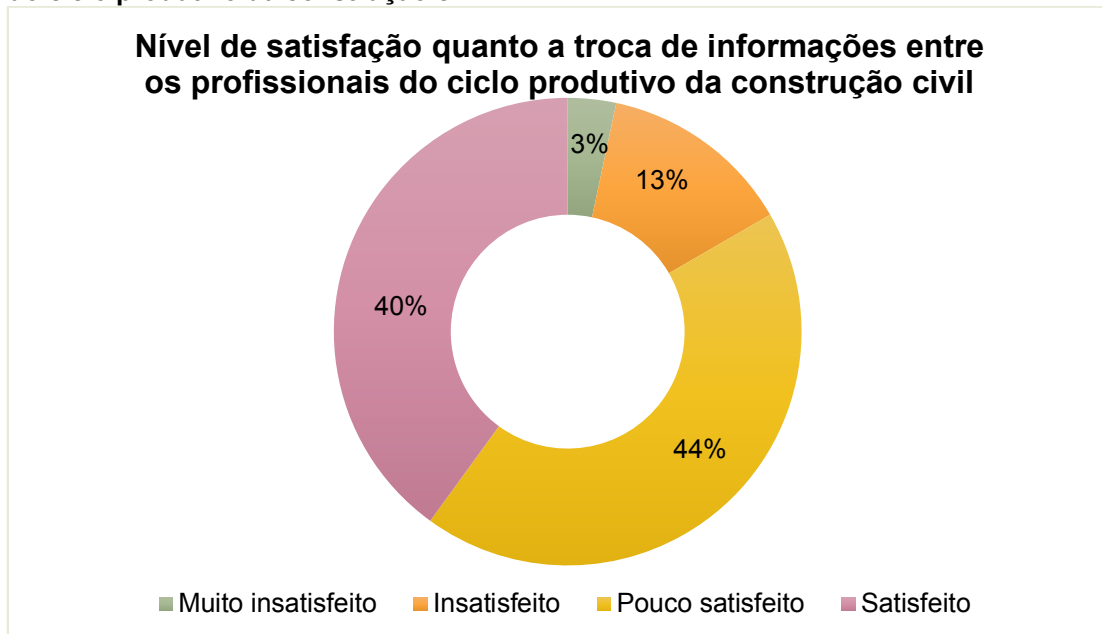
6.2 ANÁLISE DA CONCORDÂNCIA ENTRE O TRABALHO DOS PROJETISTAS E DA EQUIPE DE CONSTRUÇÃO

Para entender como os profissionais avaliam a comunicação e a passagem das informações dentro do processo produtivo na construção civil, foram realizadas

algumas perguntas pertinentes acerca dos níveis de satisfação quanto ao entrosamento dos especialistas nos diferentes graus de produção.

Assim, a terceira pergunta do questionário buscou avaliar a troca de informações e colaboração entre os profissionais dentro do ciclo produtivo da construção civil. No gráfico 3 é possível observar os resultados obtidos.

Gráfico 3 - Nível de satisfação quanto a troca de informações entre os profissionais do ciclo produtivo da construção civil



Fonte: Autoria própria

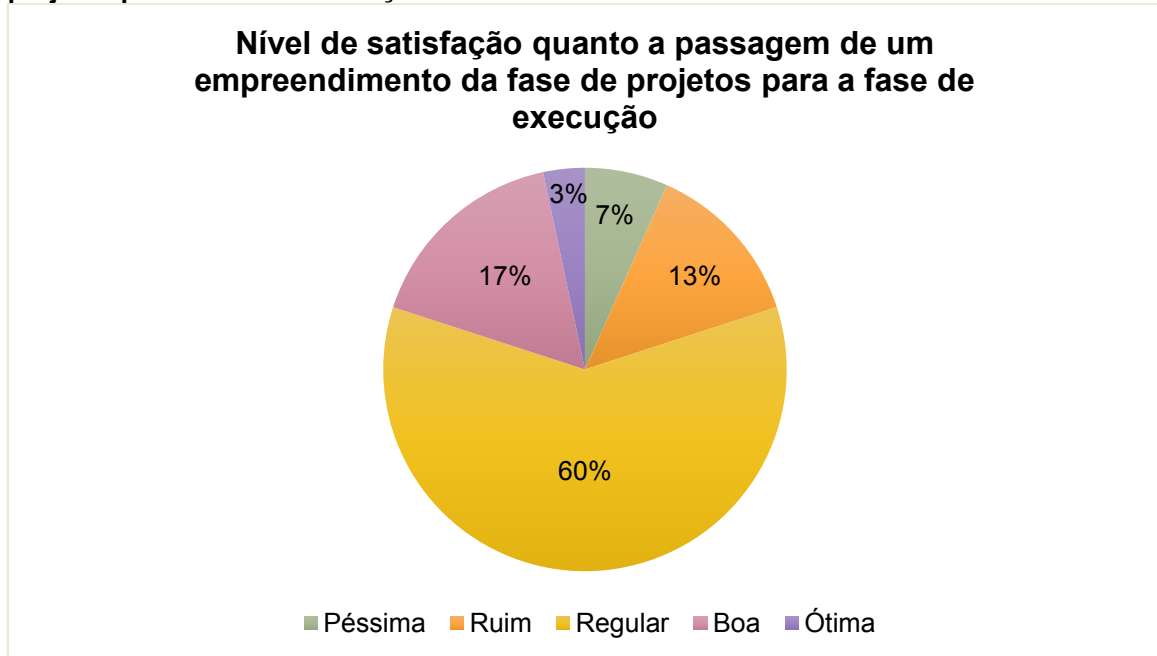
Pela análise do gráfico 3, é possível constatar que a maioria dos entrevistados, 13 profissionais (44%), demonstraram estar pouco satisfeitos quanto a troca de informações entre os diferentes níveis produtivos na construção civil. Uma amostra ainda representativa, 12 entrevistados (40%), se sentiam satisfeitos.

Outra percepção interessante sob os resultados desse questionamento, é que nenhum dos entrevistados se sentia muito satisfeito quanto a troca de informações e colaboração entre os profissionais dentro do ciclo produtivo.

Ainda sobre esse aspecto, foi questionado aos profissionais como eles avaliariam a passagem de um empreendimento da fase de imagem e criação (projetos) à fase de materialização (execução).

Desse modo, eles deviam colocar o nível de satisfação em relação a esse tópico analisado. Os resultados encontram-se expostos no gráfico 4.

Gráfico 4 - Nível de satisfação quanto a passagem de um empreendimento da fase de projetos para a fase de execução



Fonte: Autoria própria

Dos 30 entrevistados, 18 (60%) expressaram como regular a passagem de projetos para execução. O restante se dividiu entre classificar como boa e ruim. Já os extremos da classificação (péssima e ótima) foram pouco utilizados. Apenas uma pessoa classificou como ótima, e duas como péssima.

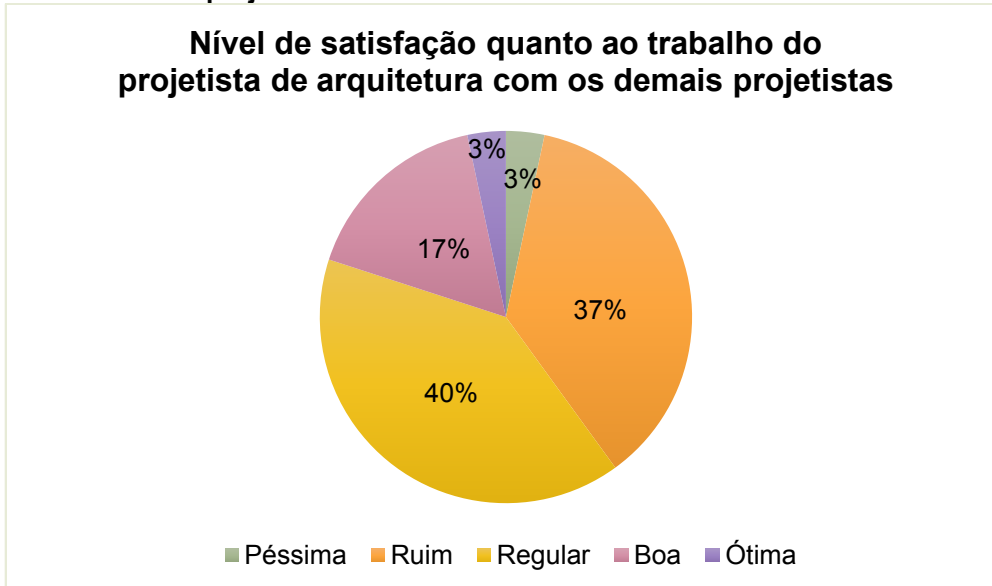
Quanto a análise sobre a compatibilização de projetos, dividiu-se em duas perguntas diferentes. Na primeira pergunta, foi analisado como o profissional avalia a compatibilização do trabalho do projetista de arquitetura com os demais projetistas.

No Gráfico 5 é possível observar o resultado da primeira pergunta. Analisa-se que a maioria dos entrevistados concentrou as respostas em dois níveis de avaliação.

Assim, doze profissionais (40%) classificaram como regular a harmonização entre o trabalho do projetista de arquitetura com os demais projetistas, e 11 entrevistados (37%) identificaram como ruim essa compatibilização.

Seguido desses níveis amostrais, 5 pessoas classificaram como boa a concordância entre os projetos. Um especialista catalogou como péssima, e outro como ótima.

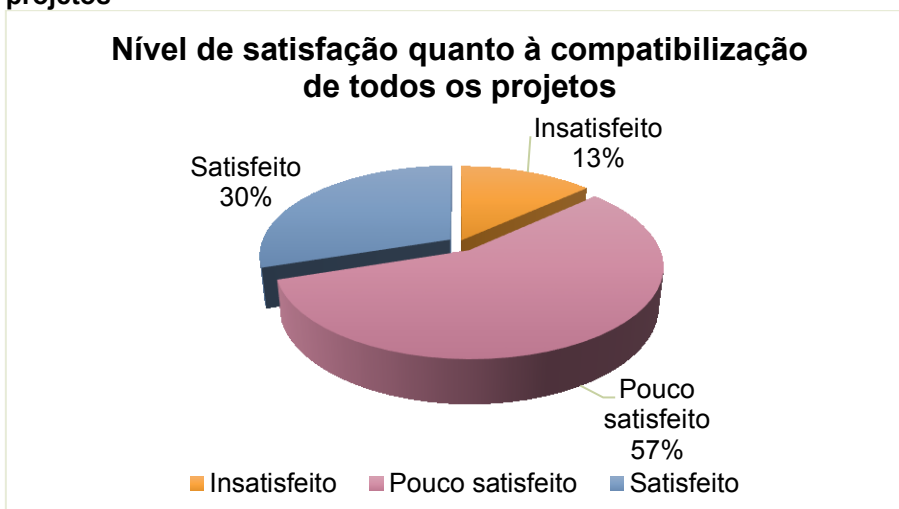
Gráfico 5 - Nível de satisfação quanto ao trabalho do projetista de arquitetura com os demais projetistas



Fonte: Autoria própria

Na segunda pergunta, a respeito da compatibilização de projetos, foi analisado o nível de satisfação quanto a harmonização de todos os projetos envolvidos em um empreendimento. Os resultados estão expostos no gráfico 6.

Gráfico 6 - Nível de satisfação quanto à compatibilização de todos os projetos



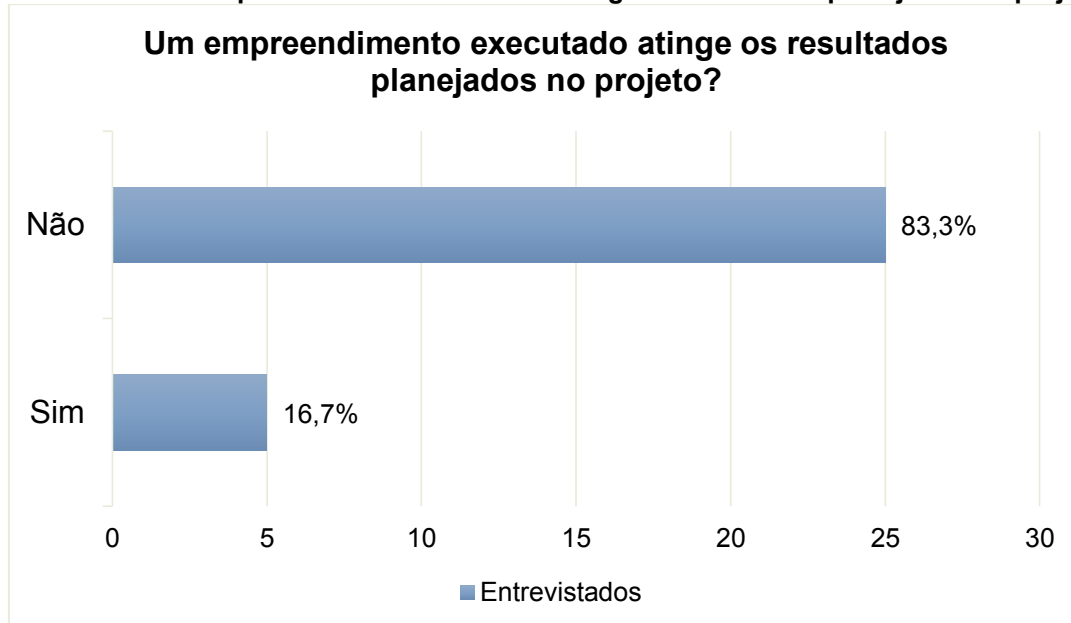
Fonte: Autoria própria

Pela análise do Gráfico 6, é possível inferir que um pouco mais da metade dos entrevistados, 17 pessoas (57%), demonstraram estar pouco satisfeitos em relação à compatibilização de todos os projetos dentro do processo produtivo da construção civil.

Nove especialistas demonstraram estar satisfeitos, e quatro insatisfeitos. Nenhum profissional fez uso dos níveis extremos apresentados (muito insatisfeito e muito satisfeito).

Ainda sobre a análise da concordância entre o trabalho dos projetistas e da equipe de construção, foi feita uma pergunta sobre se os profissionais acreditavam que um empreendimento executado sempre atinge os resultados planejados na fase de projeto. No Gráfico 7 é exposta a avaliação.

Gráfico 7 - Um empreendimento executado atinge os resultados planejados no projeto?



Fonte: Autoria própria

Do Gráfico 7 é possível inferir que a grande maioria dos profissionais, 83,3% (25 pessoas), acreditam que uma edificação executada não atinge os resultados planejados no projeto. Em contrapartida, apenas cinco entrevistados (16,7%) consideram que empreendimentos prontos totalizam o que foi preconcebido na fase de projeto.

Este resultado expressa a realidade exposta por Melhado et al. (2005). Os autores apontam que a passagem da fase de projeto à etapa de execução é complexa e conflituosa. Ocorrendo, assim, o comprometimento do desempenho da fase de materialização.

Deste modo, o empreendimento executado vai contra aquilo que foi preconcebido na fase de projetos, interferindo na eficácia e na qualidade do produto final.

6.3 ORGANIZAÇÃO QUANTO AO GERENCIAMENTO DE OBRAS E GESTÃO DE PROJETOS

Buscando-se o entendimento acerca da administração de projetos e de obras no cenário vivido pelos entrevistados, foram realizadas algumas perguntas com a temática dentro da perspectiva dos profissionais.

Assim, um aspecto importante levantado nessa parte do questionário foi a frequência com que os projetistas envolvidos em um empreendimento realizam reunião para compatibilização de projetos.

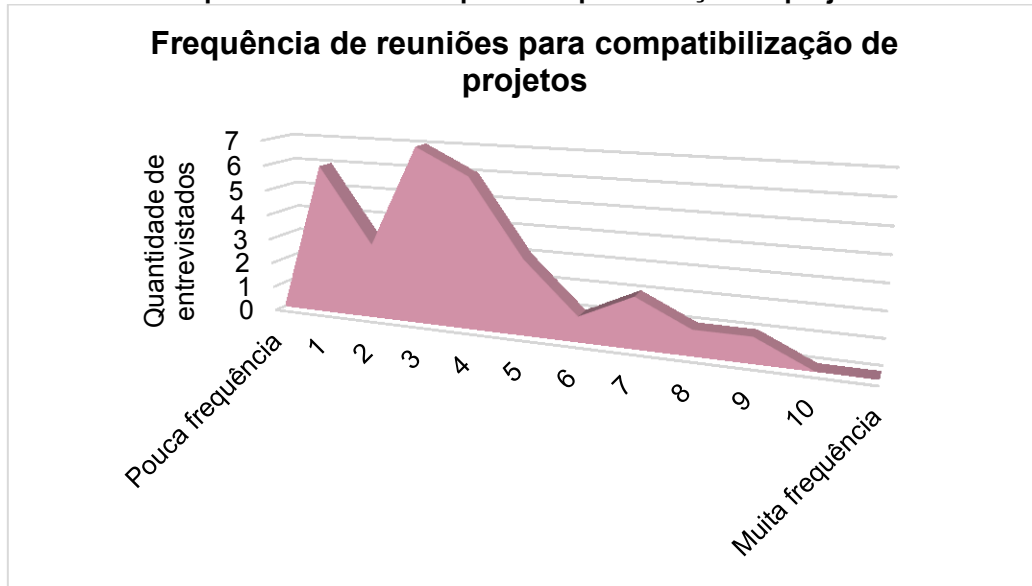
Para responder essa indagação, os entrevistados deviam marcar dentro de uma escala que variava de 1 a 10. Sendo 1 equivalente à pouca frequência e 10, muita frequência.

Através da análise do gráfico 8, é possível observar que os níveis mais marcados pelos profissionais foram de 1 a 5, representando juntos 83,3% (25 pessoas). Reproduzindo que, em seus trabalhos, os especialistas realizam reuniões para compatibilização de projetos com pouca e média frequência.

Apenas 5 entrevistados marcaram níveis acima da média da escala de frequência.

Outro aspecto interessante que é possível observar do Gráfico 8, é que o nível 10, que representa o grau de muita frequência, não foi utilizado por nenhum entrevistado.

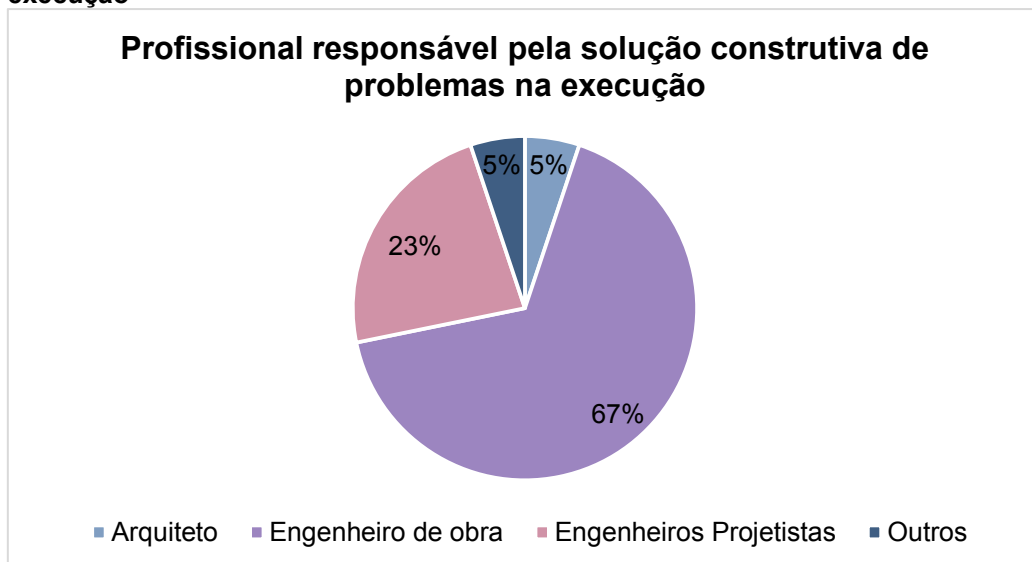
Gráfico 8 – Frequência de reuniões para compatibilização de projetos



Fonte: Autoria própria

Dentro do aspecto de gerenciamento de obras, foi perguntado aos profissionais quem era responsável pela solução de problemas e dúvidas durante a fase de execução. Assim, foi dado a eles 4 opções: Arquiteto, Engenheiro de Obra, Engenheiro projetista, e além disso, foi dada a opção de outros profissionais. O resultado obtido encontra-se exposto no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Profissional responsável pela solução construtiva de problemas na execução



Fonte: Autoria Própria.

Como podia ser seleccionada mais de uma opção, foram obtidas 39 respostas nessa pergunta.

Pela análise do Gráfico 9, é possível observar que dos 30 entrevistados, 26 acreditam que em seus trabalhos, o engenheiro de obra fica responsável pela solução construtiva quando surgem problemas na execução.

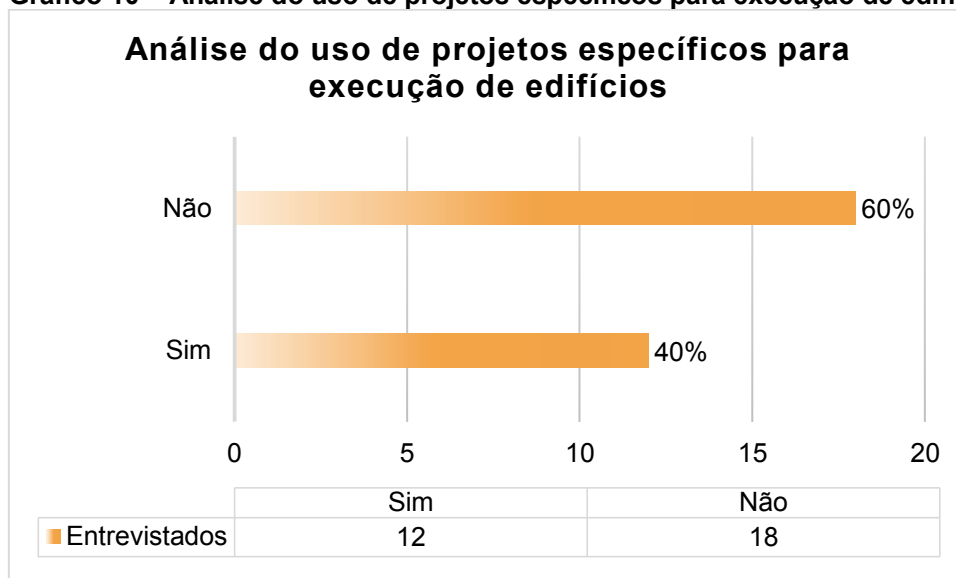
Em segundo lugar, apenas 9 profissionais marcaram a opção Engenheiros Projetistas. Assim como duas pessoas marcaram Arquiteto, e duas a opção outro profissional.

Um entrevistado citou como observação na opção “Outro”, que o responsável pela solução construtiva na fase de execução acaba por ser o proprietário do empreendimento.

Essa situação reflete bem o que a Engenharia Simultânea busca modificar. As premissas desta ciência defendem que à medida que surjam problemas na fase de execução, não só o profissional responsável pela materialização do produto final busque por soluções construtivas eficientes, mas também, que todos os profissionais de criação se encontrem e busquem a saída mais adequada.

Ainda dentro desta sessão, foi levantada a questão dos Projetos para Produção de Edifícios. Nesta pergunta, os entrevistados deviam responder se já fizeram uso, ou não, desse artifício em seus trabalhos.

Gráfico 10 – Análise do uso de projetos específicos para execução de edifícios



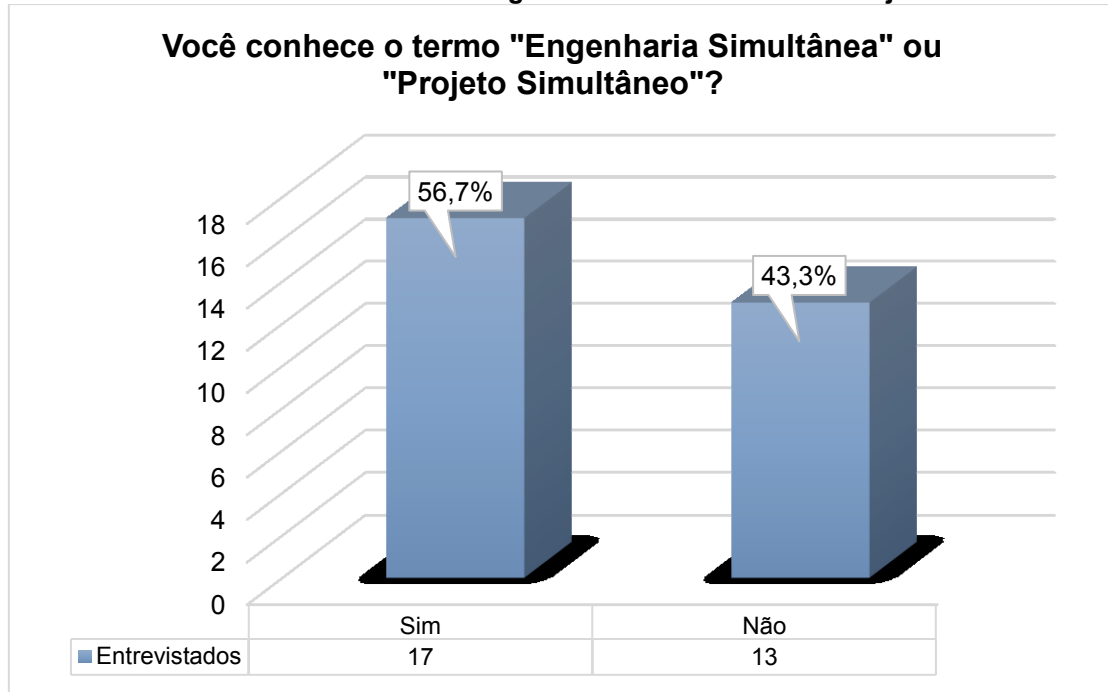
Fonte: Autoria Própria

Pela análise do Gráfico 10 é possível observar que dos 30 entrevistados, 18 (60%) não fazem uso de projetos para produção de edifícios, e 12 (40%) já fizeram uso desse recurso.

Assim, a maioria dos profissionais não fazem uso desse tipo de projeto, que segundo Melhado et al. (2005), é um método voltado para execução do produto final, ou seja, são elaborados projetos que indicam as diretrizes para execução específica de cada subsistema construtivo.

A última pergunta da seção foi voltada mais diretamente à temática principal deste trabalho. Foi indagado aos especialistas se eles conheciam, ou não, o termo “Engenharia Simultânea”. No gráfico 11 é exposto os resultados desse questionamento.

Gráfico 11 – Você conhece o termo “Engenharia Simultânea” ou “Projeto Simultâneo”?



Fonte: Autoria Própria

A partir da análise do gráfico 11, é possível observar que 56,7% dos entrevistados (17 pessoas) conhecem o termo e 13 especialistas (43,3%) não tem conhecimento sobre a expressão “Engenharia Simultânea”.

6.4 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

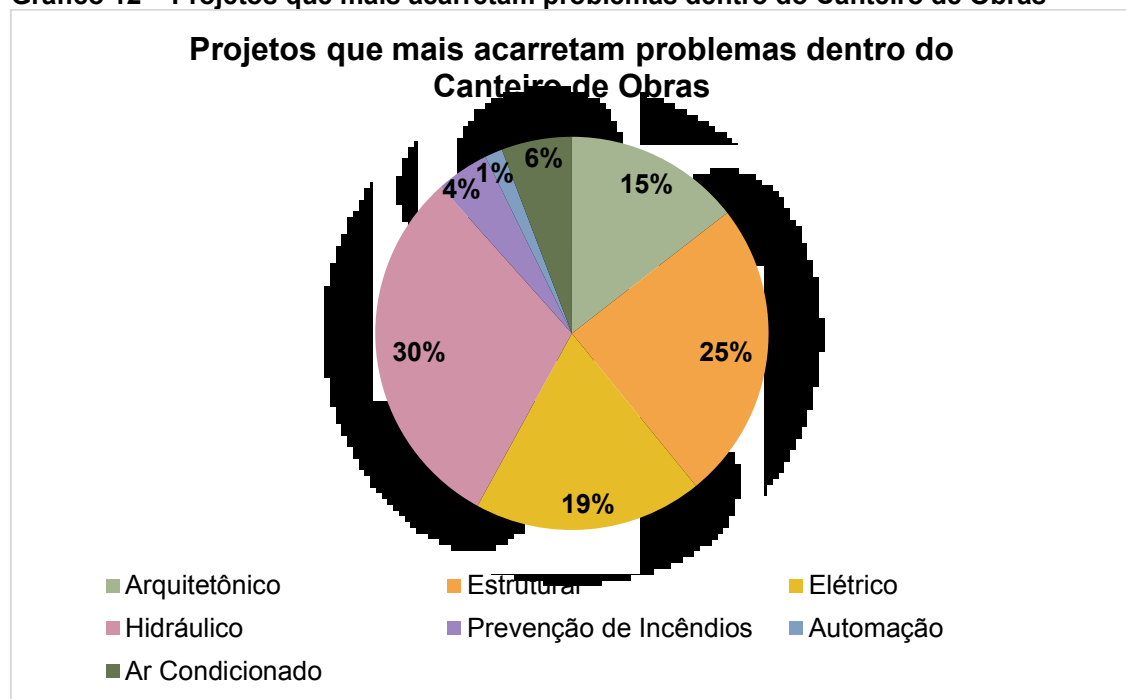
O processo produtivo na construção civil envolve uma gama variável de projetos, que devem se sobrepor de uma maneira lógica e coesa.

Nascimento (2015) expõe que as partes de um todo devem ocupar o mesmo espaço de maneira harmoniosa sem que ocorram conflitos entre elas. No caso da engenharia civil, essas partes são compostas dos diferentes projetos que, juntos, se tornam a essência de uma edificação.

Posto isto, para entender qual projeto costuma ter mais divergências em relação aos outros, gerando assim problemas na fase de execução, os entrevistados, nessa parte do questionário, deviam marcar quais projetos acarretam, com maior frequência, problemas dentro do canteiro de obras.

Assim foi exposto a eles 7 alternativas: Arquitetônico, Estrutural, Elétrico, Hidráulico, Prevenção de Incêndios, Automação e Ar Condicionado. Eles podiam marcar mais de uma alternativa. O resultado do questionamento encontra-se exposto no Gráfico 12.

Gráfico 12 – Projetos que mais acarretam problemas dentro do Canteiro de Obras



Fonte: Autoria Própria

É possível observar, pela análise do Gráfico 12, que o projeto hidráulico, com 30% de concordância, é o que gera mais conflitos no canteiro de obras. Em segundo lugar aparece o Estrutural (25%), seguido pelo Elétrico (19%).

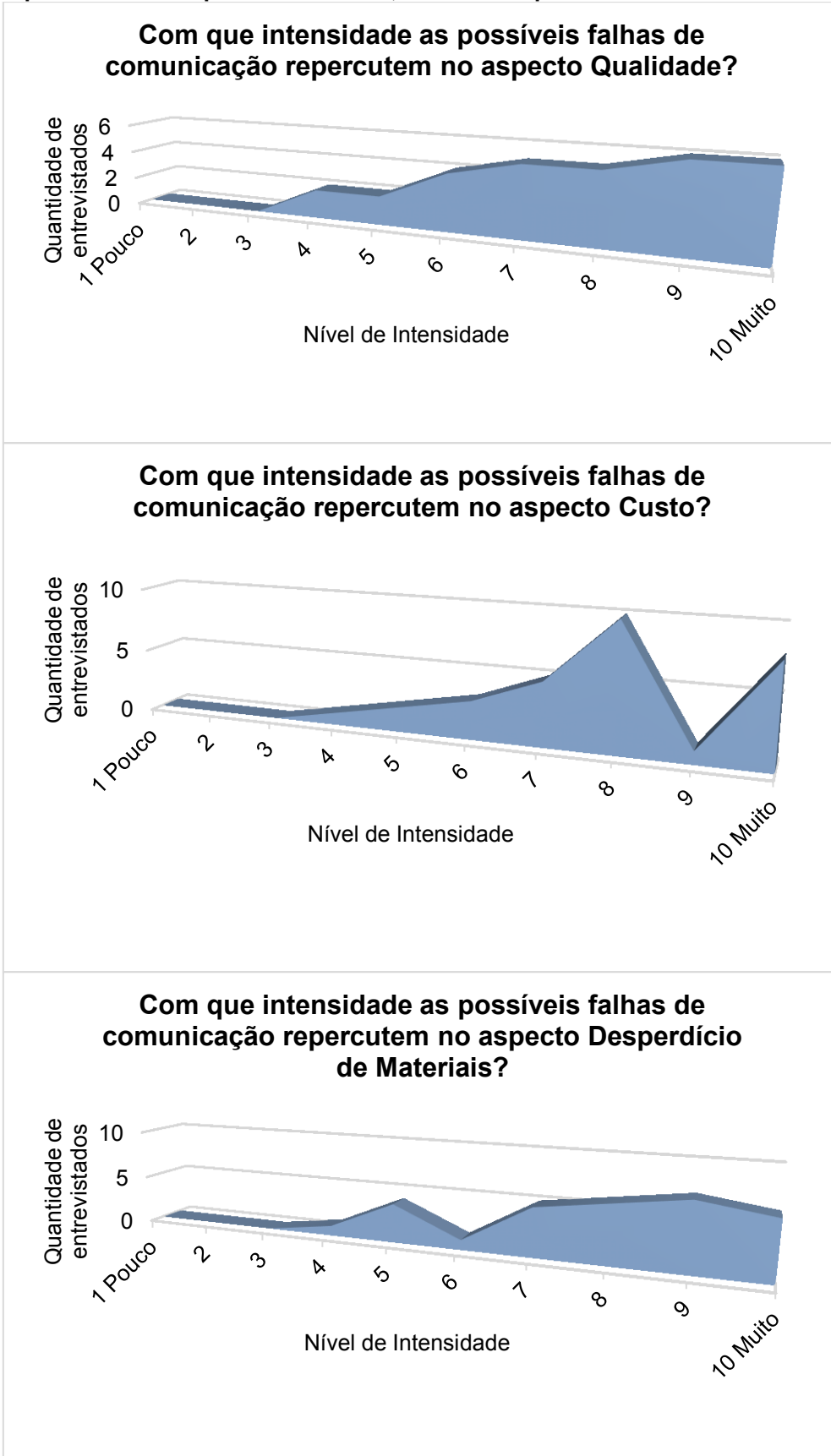
Para compreender como os entrevistados analisam a produtividade em seus trabalhos, foram realizadas algumas perguntas que buscam o entendimento sobre como possíveis falhas de comunicação dentro do processo produtivo de um empreendimento repercutem nos aspectos custo, qualidade e desperdício de materiais.

Assim, para cada aspecto, os profissionais deviam marcar dentro de uma escala que variava de 1 a 10. Sendo 1 equivalente à pouca influência e 10, muita influência. No Gráfico 13 encontra-se exposta essa pesquisa.

Pela análise do gráfico, é possível entender que nos três quesitos avaliados (custo, qualidade e desperdício de materiais), os entrevistados acreditam que o processo de comunicação entre os diferentes níveis de produção se torna primordial e necessário para o cumprimento dos aspectos.

É interessante observar que nenhum entrevistado, em todos os três quesitos, marcou os níveis de 1 a 3 (pouca influência). E, nos três casos, a partir do nível 5, há uma área gráfica mais representativa.

Gráfico 13 – Com que intensidade as possíveis falhas de comunicação repercutem nos aspectos Qualidade, Custo e Desperdício de Materiais?



Fonte: Autoria Própria.

A última pergunta do questionário foi um espaço aberto aos entrevistados em que eles puderam descrever algumas ideias e sugestões, que incrementassem toda a pesquisa, de possíveis maneiras que eles acreditam que sejam interessantes para deixar o produto final (edifício) o mais próximo do projeto. Abaixo encontra-se as respostas obtidas.

“Reuniões entre os profissionais ou uma linha de conversa nesse sentido.”

“Uma eficiente compatibilização de projetos, e utilização da tecnologia BIM.”

“Um melhor acompanhamento da obra.”

“Hoje creio que o futuro dos projetos compatibilizados é a utilização de programas em BIM. O uso dos programas em BIM é ainda mais eficaz com a cooperação de toda equipe responsável pelos projetos, todos devem estar alinhados. O cliente desenvolve um papel importante, as informações e dados iniciais são valiosos para a criação e execução dos projetos.”

“Criação de um sistema "automático" de revisão de projetos, onde o engenheiro da obra marcasse o(s) ponto(s) de divergência e enviasse automaticamente aos projetistas e estes tivessem um período limitado de tempo para ajuste.”

“Melhoria na gestão de projetos e compatibilização.”

“Projetos melhores detalhados.”

“Controle real de fiscalização para inibir projetistas não qualificados, do mesmo modo, uma sanção punitiva para obras mal realizadas, até amadurecimento do mercado, dos profissionais e da sociedade para trabalhos com real qualidade.”

“Compatibilização e maior diálogo entre projetista e executor.”

“Devido à escassez de projetos nos últimos anos, diversos engenheiros e arquitetos, como uma forma de atrair clientes, cobram preços extremamente baixos pelo serviço prestado, aumentando a desvalorização da profissão. Com isso, é comum a queda da qualidade e do nível de detalhamento dos projetos (tanto arquitetônico quanto complementares). Acredito que os principais problemas seriam solucionados se a própria categoria (engenheiros e arquitetos) se valorizasse mais e prezasse pela qualidade dos projetos ao invés do tempo de produção. ”

“A compatibilização dos projetos e a utilização do sistema BIM para integrar todos os arquivos/projetos. ”

“O trabalho conjunto e uma comunicação eficiente entre os projetistas e engenheiros de execução. ”

“Comunicação e fiscalização. ”

“Projetos desenvolvidos utilizando filosofia e ferramentas BIM. ”

“Mais reuniões entre o pessoal executivo e os projetistas. Melhor detalhamento de projetos. ”

“O entrosamento entre os projetistas e o executor. ”

“Despender maior tempo na etapa de concepção da edificação. Elaboração de projetos mais completos e detalhados, explicitando sobretudo os detalhes construtivos (ligações, juntas de dilatação entre outros). No que é referente à compatibilização dos projetos acredito que o uso da plataforma BIM (permitindo a visualização prévia de possíveis interferências entre os projetos) e a comunicação frequente entre arquiteto, calculista e engenheiro residente têm em muito a contribuir. ”

“Finalização e compatibilização de todos projetos antes do início da obra, acompanhamento de perto pelo engenheiro responsável. ”

“Todos funcionários envolvidos durante toda a obra. Compatibilização dos projetos. Acompanhamento contínuo durante construção.”

“Convencer o proprietário a não mudar o projeto durante a execução (isso ocorre com muita frequência!). Autoridade total para o engenheiro da execução cobrar dos funcionários que tudo seja feito conforme projeto (sempre coloco esse item nos meus contratos de prestação de serviços).”

“A comunicação frequente entre engenheiros e arquitetos e a existência da área de compatibilização tanto no canteiro de obras quanto em escritórios.”

“O ideal em fase de projeto ter reuniões entre todos os envolvidos incluindo o engenheiro da obra, assim todos entram em um consenso das maneiras mais viáveis para a execução.”

“Reuniões periódicos dos projetistas, compatibilização e gestão integrada do empreendimento.”

“A fase da elaboração do projeto arquitetônico, e dos demais projetos complementares, deveria ser mais longa com a respectiva compatibilização, evitando erros que depois tem que ser corrigidos durante a execução da obra, afetando o cronograma e gerando muitas vezes desperdício de material, tempo de mão de obra, aumentando o custo final.”

“Boa comunicação entre a equipe/profissionais projetistas.”

“Compatibilização.”

“Diálogo entre os envolvidos no processo.”

“Responsabilidade ética dos profissionais quanto ao acompanhamento em todas etapas do projeto: seja do projeto em si, à execução e entrega da obra.”

“Acompanhamento frequente do Responsável técnico e comunicação/liderança da equipe de obra. ”

“Compatibilização contínua. ”

7 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como desafio construir um pensamento teórico acerca da Engenharia Simultânea e de seus preceitos no âmbito da construção civil, além de estender esse conhecimento, avaliando o nível de entendimento dos profissionais atuantes no mercado, em relação ao método da realização de um projeto simultâneo e suas especificidades.

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que grande parte dos entrevistados têm conhecimento sobre Engenharia Simultânea, porém são poucos que aplicam os preceitos dessa ciência em seus trabalhos e projetos.

Faz-se notório o baixo nível de satisfação dos especialistas em relação a situação vivida no ciclo produtivo da construção civil, e ainda que grande parte dos problemas da fase de criação de um empreendimento são arrastados até a etapa de materialização.

Após a análise de toda pesquisa bibliográfica e exploração das repostas dos profissionais, é imprescindível ressaltar que as mesmas problemáticas, quanto a passagem dos projetos à fase de execução, ressaltadas por Melhado et al. 2005 continuam sendo recorrentes nos dias atuais.

Assim, pode-se concluir avaliando-se que ainda não é vivido um cenário ideal de produção na construção civil, mas também, não se encontra uma realidade tão obscura e defasada como a experimentada em anos passados. Acredita-se que hoje se constrói um cenário potencial para o desenvolvimento de um sistema produtivo que assemelhe aos resultados procurados pela Engenharia Simultânea.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Sérgio L. Inovações tecnológicas nas edificações: papéis diferenciados para construtores e fornecedores. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.3, n.3 p.262-273. 1996.

CRESPO, Gabriela P. **Diretrizes para implantar a Engenharia Simultânea como ferramenta da gestão de projetos da Construção Civil**. Techoje, Belo Horizonte, 8 jul. 2013. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1823>. Acesso em: 2 out. 2016.

COSTA, Wilson J. V. da. Processos produtivos na construção civil: otimização do processo de reboco de fachada em edificação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ENEGEP, 2014.

DORTAS, Ivan S. Gerenciamento de obras: programação para otimização de recursos. **Cadernos de Graduação** – Ciências Exatas e Tecnológicas, Sergipe, v. 1, n. 16, p. 111-134, mar. 2013.

FABRÍCIO, Márcio M.; BAÍA, Josaphat L.; MELHADO, Silvio B. **Estudo da sequência de etapas do projeto na construção de edifícios**: Cenário e perspectivas. São Paulo, 1998.

_____; MELHADO, Silvio B. Qualidade no processo de projeto. In: OLIVEIRA, Otávio J. **Gestão da qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

_____. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GEHBAUER, Fritz et al. **Planejamento e gestão de obras**: Um resultado prático da cooperação técnica Brasil – Alemanha. Curitiba: CEFET – PR, 2002.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2002.

JERÔNIMO, Paulo V. **Engenharia Simultânea aplicada à verificação de propriedades de massa de um satélite**. 2014. 221 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais / Gerenciamento de Sistemas Espaciais, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2014.

MACIEL, Luciana L.; MELHADO, Silvio B. Texto para leitura extraclasse do curso de Gestão do Processo de Projeto. **Aplicações do projeto para produção na construção de edifícios**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2011.

_____. **O projeto e a tecnologia construtiva na produção dos revestimentos de argamassa de fachada**. São Paulo, 1997.

MELHADO, Silvio B. et al. **Coordenação de Projetos de Edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

_____. O processo de projeto no contexto da busca de competitividade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL - GESTÃO E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. **Anais...**São Paulo: EPUSP/PCC, 1997, p.7-51.

NASCIMENTO, Rafael L. do. **Compatibilização de Projetos de Edificações**. 2015. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

NÓBREGA JÚNIOR, Claudino L.; MELHADO, Silvio B. Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 69-89, jan.-jun. 2013.

SILVA, Maria V. F. P.; NOVAES, Celso C. A coordenação de projetos de edificações: estudos de caso. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 44-78, mai. 2008.

SILVA, Odila R. C. da; **Engenharia simultânea na produção de edifícios de múltiplos pavimentos: cenário potencial na região metropolitana de Curitiba**. 2013. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia – Sistemas de produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SOUZA, Roberto de; ABIKO, Alex. Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo, 1997.

TAHON, C. **Le pilotage simultané d'un projet de construction**. Paris, 1997.

WINNER, Robert I. et al. **The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition**. Institute for Defense Analyses Report R-338. Washington, 1988.

ANEXO A

Engenharia simultânea

Este questionário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil da UTFPR, como parte integrante da pesquisa do aluno Alexandre Lopes Borges.

Qual é o seu tempo de atuação no mercado? (em anos)

Sua resposta _____

Qual é sua área de atuação?

- Engenheiro projetista
- Engenheiro de obra
- Arquiteto

Como você se sente quanto a troca de informações e colaboração entre os profissionais dentro do ciclo produtivo da construção civil?

- Muito insatisfeito
- Insatisfeito
- Pouco satisfeito
- Satisfeito
- Muito satisfeito

Como você avalia a passagem de um empreendimento da fase de imagem e criação (projetos) à fase de materialização (execução)?

- Péssima
- Ruim
- Regular
- Boa
- Ótima

Como você avalia a compatibilização do trabalho do projetista de arquitetura com os demais projetistas?

- Péssima
- Ruim
- Regular
- Boa
- Ótima

Você acredita que um empreendimento executado sempre atinge os resultados planejados no projeto?

- Sim
- Não

Qual é o seu nível de satisfação quanto à compatibilização de todos os projetos envolvidos em empreendimento?

- Muito insatisfeito
- Insatisfeito
- Pouco satisfeito
- Satisfeito
- Muito satisfeito

Você conhece o termo "engenharia simultânea" ou "projeto simultâneo"?

- Sim
- Não

Você faz ou já fez uso de projetos específicos (ex: impermeabilização) para execução de edifícios em seus trabalhos?

- Sim
- Não

Durante a fase de elaboração dos projetos da obra, com que frequência os projetistas envolvidos realizam reunião para compatibilizarem os projetos?

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Pouca frequência Muita frequência

Quando surgem problemas/dúvidas durante a execução, quem decide a solução construtiva

- Arquiteto
- Engenheiro de obra
- Engenheiros projetistas
- Outro: _____

Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem no aspecto CUSTO?

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Pouco Muito

Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem no aspecto QUALIDADE?

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Pouco Muito

Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem no aspecto DESPERDÍCIO DE MATERIAIS?

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Pouco Muito

Quais dos seguintes projetos acarretam, com maior frequência, problemas/divergências dentro do canteiro de obras?

- Arquitetônico
- Estrutural
- Elétrico
- Hidráulico
- Prevenção de Incêndios
- Automação
- Ar condicionado
- Outro: _____

Quais seriam suas sugestões para que o produto final (edifício) seja o mais próximo possível do projeto?

ANEXO B



Engenharia simultânea

Este questionário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil da UTFPR, como parte integrante da pesquisa do aluno Alexandre Lopes Borges.

Qual é o seu tempo de atuação no mercado? (em anos)

Sua resposta _____

Qual é sua área de atuação?

- Engenheiro projetista
- Engenheiro de obra
- Arquiteto

Como você se sente quanto a troca de informações e colaboração entre os profissionais dentro do ciclo produtivo da construção civil?

- Muito insatisfeito
- Insatisfeito
- Pouco satisfeito
- Satisfeito
- Muito satisfeito

Como você avalia a passagem de um empreendimento da fase de imagem e criação (projetos) à fase de materialização (execução)?

- Péssima
- Ruim
- Regular
- Boa
- Ótima

Como você avalia a compatibilização do trabalho do projetista de arquitetura com os demais projetistas?

- Péssima
- Ruim
- Regular
- Boa
- Ótima

Você acredita que um empreendimento executado sempre atinge os resultados planejados no projeto?

- Sim
- Não

Qual é o seu nível de satisfação quanto à compatibilização de todos os projetos envolvidos em empreendimento?

- Muito insatisfeito
- Insatisfeito
- Pouco satisfeito
- Satisfeito
- Muito satisfeito

Você conhece o termo “engenharia simultânea” ou “projeto simultâneo”?

- Sim
 Não

Você faz ou já fez uso de projetos específicos (ex: impermeabilização) para execução de edifícios em seus trabalhos?

- Sim
 Não

Durante a fase de elaboração dos projetos da obra, com que frequência os projetistas envolvidos realizam reunião para compatibilizarem os projetos?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pouca frequência Muita frequência

Quando surgem problemas/dúvidas durante a execução, quem decide a solução construtiva

- Arquiteto
 Engenheiro de obra
 Engenheiros projetistas
 Outro: _____

Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem no aspecto CUSTO?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pouco Muito

Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem no aspecto QUALIDADE?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pouco Muito

Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem no aspecto DESPERDÍCIO DE MATERIAIS?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pouco Muito

Quais dos seguintes projetos acarretam, com maior frequência, problemas/divergências dentro do canteiro de obras?

- Arquitetônico
 Estrutural
 Elétrico
 Hidráulico
 Prevenção de Incêndios
 Automação
 Ar condicionado
 Outro: _____

Quais seriam suas sugestões para que o produto final (edifício) seja o mais próximo possível do projeto?

Sua resposta

ENVIAR

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Denunciar abuso - Termos de Serviço -
Termos Adicionais

Google Formulários

