

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ODILA ROSA CARNEIRO DA SILVA

**ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS DE
MÚLTIPLOS PAVIMENTOS: CENÁRIO POTENCIAL NA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2013

ODILA ROSA CARNEIRO DA SILVA

**ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS DE
MÚLTIPLOS PAVIMENTOS: CENÁRIO POTENCIAL NA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia – Área de concentração: Sistemas de Produção

Orientador: Professor Dr. Cezar Augusto Romano

CURITIBA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S586 Silva, Odila Rosa Carneiro da
Engenharia simultânea na produção de edifícios de múltiplos pavimentos : cenário potencial na Região Metropolitana de Curitiba / Odila Rosa Carneiro da Silva. – 2013.
132 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Cezar Augusto Romano.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2013.
Bibliografia: f. 122-128.

1. Engenharia concorrente. 2. Ontologias (Recuperação da informação). 3. Edifícios – Projetos e construção – Administração. 4. Processo decisório. 5. Construção civil – Controle de qualidade. 6. Engenharia civil – Dissertações. I. Romano, Cezar Augusto, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDD (22. ed.) 624



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Câmpus Curitiba
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO N.º 31

**ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS
PAVIMENTOS: CENÁRIO DESEJÁVEL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.**

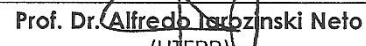
POR

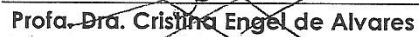
ODILA ROSA CARNEIRO DA SILVA

Esta dissertação foi apresentada às 19:00 do dia 20 de março de 2013, como requisito parcial para a obtenção do título de **MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL**, área de Construção Civil, Linha de pesquisa Sistemas de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. O Candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

(aprovado / reprovado)


Prof. Dr. Cezar Augusto Romano
(Orientador - UTFPR)


Prof. Dr. Alfredo Iacozinski Neto
(UTFPR)


Profa. Dra. Cristina Engel de Alvares
(UFES)

Visto da Coordenação:


Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Coordenador do PPGEC

Avenida Deputado Heitor Alencar Furtado, 4900
Curitiba/PR - Sede Ecoville CEP 81280-340
Fone: (41) 3279-4578
<http://www.ppgec.dacoc.ct.utfpr.edu.br>

*“Ce que reclame l’ingénierie concourante,
c’est ne pas l’acquisition d’une
nouvelle compétence, mais l’acquisition
d’une nouvelle culture”*

Christophe Gobin

Aos meus pais, Juraci e Marilda.

À minha amada irmã, Nahyr.

Ao meu sobrinho Jeremias, luz da nossa casa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à banca examinadora, por disponibilizar seu tempo e atenção em relação a esta dissertação.

Ao meu professor orientador, Professor Doutor Cezar Augusto Romano, pelo carinho e pelas incansáveis contribuições. Por me chamar de “anjo” e me passar segurança em minha caminhada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Agradeço à CAPES pela bolsa concedida ao longo do curso.

Às empresas e profissionais que contribuíram com esta pesquisa, respondendo aos questionários.

À Professora Madianita Nunes da Silva, por me iniciar nas atividades científicas e por despertar em mim o interesse pelo conhecimento, por meio de seu trabalho asseado e comprometido.

Aos meus amigos, Lorena Furuzawa, Esteban Falconí e Joana Milano, por compartilharem comigo preocupações profissionais, acadêmicas e pessoais.

Aos meus companheiros de mestrado, Rosemara Amarilla (*Rose*), Rebecca Cavassin e Hélio Maeda.

Aos meus amigos, Newton Arcie, Akemi Tayama, Luisa Sugawara e Bruna Rivabem.

À minha tia, Maria da Penha Carneiro Fonseca, pela tradução e carinho.

Especialmente ao Frederico, por simplesmente estar junto.

RESUMO

Com a evolução do setor da Construção Civil no Brasil, surge a necessidade da promoção de seu aperfeiçoamento e renovação. Em sua estruturação atual, o setor atua com uma segmentação entre as fases projetual e de execução, cuja conformação cria uma barreira entre fases obrigatoriamente interdependentes. Esta descontinuidade, acrescida às falhas na organização das informações, dificulta a recuperação de dados, induzindo a que profissionais de projeto, gestão e execução tomem decisões baseadas em sua intuição e experiência. Esta dissertação tem por objetivo, avaliar o processo de troca de informações e colaboração entre profissionais dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil, apropriando-se dos fundamentos e conceitos propostos pela Engenharia Simultânea e pela Ontologia. Estes conceitos têm por princípio promover a evolução em paralelo das atividades dentro do desenvolvimento de produto, bem como a retroalimentação das informações e dados gerados durante seu curso. Por este motivo serviu como hipótese para unificar projeto e execução, pois visa garantir que decisões sejam validadas por diferentes profissionais e etapas antes de sua efetiva aplicação. Como metodologia, foram utilizadas ferramentas de pesquisa como: revisão bibliográfica, pesquisa de campo e a aplicação de questionário direcionado aos profissionais atuantes em obras de Construção Civil. Esta estratégia de pesquisa proporcionou a identificação de pontos falhos no processo, o levantamento de aspectos a serem incorporados ao consciente coletivo do processo, por meio de uma abordagem sistêmica das atividades, e a posterior proposição de critérios de melhoria para suas ações. Como resultados, foram propostas ações de melhoria, e, também, o aperfeiçoamento das atividades que já se apresentam embasadas nos critérios da Engenharia Simultânea, porém, pouco desenvolvidas. Estas proposições discutem o processo de produção de obras de Construção Civil em sua totalidade, por meio da eficiente comunicação entre profissionais, colaboração entre funções e, principalmente, a simultaneidade das ações.

Palavras-chaves: Engenharia Simultânea, Gestão da Informação, Ciclo Produtivo e Construção Civil.

ABSTRACT

With the revolution of the construction industry in Brazil, it becomes necessary to promote its improvement and renovation. This sector in its current state has a segmentation between the stages of a project and its execution, whose conformation creates a barrier between phases that are necessarily independent. This discontinuity, added to failure in organization of informations, hampers the data recovery, and makes management, designers and project professionals to take decisions based on their intuition and experience. This thesis aims to evaluate the process of the exchange of information and collaboration among professionals in the production cycle in building construction, apropiating the grounds and criteria proposed by Concurrent Engineering. This concept has as its principle to promote the development of parallelization of activities in the product development, as well as the feedback of information and data generated during its course. For this reason it has served as hypothesis to unify the project and its execution, it aims to ensure that decisions are validated by diferent profissionals and stages before its efective implementation. It was used as methodology the following research tools: literature review, field research and a questionnaire, focused to professionals in construction industry. This strategy of research has provided the identification of weak points in the process (in disagreement with the principles of Concurrent Engineering), rasing of issues to be incorporated into the collective conscious of the process through a systemic approach of activities, and the subsequent proposal of improvement criterion for their actions. As a result of this research, it was proposed improvement actions and also the improvement of activities that has already presented ambased on Concurrent Engineering criterion, underdeveloped, however. These propositions discuss the process of production in construction industry in its totality, through efective communication among professionals, sequence of activities, collaboration between functions and mainly the simultaneity of actions.

Keywords: concurrent engineering; management of information; production cycle; buiding construction/construction industry

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Problemática da dissertação | 3 |
| Figura 2 – Pergunta de pesquisa | 6 |
| Figura 3 - Estrutura da dissertação | 9 |
| Figura 4 - Conformação edifícios de múltiplos pavimentos | 15 |
| Figura 5 - Coesão e alinhamento de metas | 27 |
| Figura 6 - Esquema básico do Processo Ontometric | 46 |
| Figura 7 - Fundamentação do problema de pesquisa | 47 |
| Figura 8 - Metodologia de pesquisa | 48 |
| Figura 9 - Porte das empresas pesquisadas | 52 |
| Figura 10 - Empresas construtoras entre as 100 maiores do Brasil | 53 |
| Figura 11 - Construção do Mapeamento do Processo - Projetos..... | 54 |
| Figura 12 - Construção do Mapeamento do Processo - Execução..... | 55 |
| Figura 13 - Formulação das questões | 57 |
| Figura 14 – Metodologia Tabulação dos dados | 60 |
| Figura 15 - Formação dos profissionais entrevistados..... | 61 |
| Figura 16 – Tempo de formação do profissional | 61 |
| Figura 17 - Tempo de atuação da empresa no mercado..... | 63 |
| Figura 18 - Categorização dos profissionais..... | 63 |
| Figura 19 - Participação na tomada de decisões | 64 |
| Figura 20 - Frequência das reuniões durante a fase de projeto | 65 |
| Figura 21 - Frequência das reuniões durante a fase de execução | 66 |
| Figura 22 - Repasse aos projetistas das alterações dentro do canteiro de obras | 67 |
| Figura 23 - Continuidade entre Projeto e Execução..... | 68 |
| Figura 24 - Padronização dos Processos dentro das empresas | 69 |
| Figura 25 – Grau de envolvimento com o usuário final..... | 70 |
| Figura 26 - Profissional com maior conhecimento do CPCC | 71 |
| Figura 27 - Grau de compreensão do Ciclo Produtivo na Construção Civil..... | 72 |
| Figura 28 - Existência de ferramentas computacionais | 73 |
| Figura 29 - Utilização efetiva das ferramentas de extranet | 74 |
| Figura 30 - Eficiência na Comunicação entre profissionais na Construção Civil | 75 |
| Figura 31 - Modelo de Comunicação ideal dentro da Construção Civil..... | 75 |
| Figura 32 - Eficiência na Comunicação entre projetistas e executores..... | 77 |
| Figura 33 - Eficiência na Comunicação entre projetistas..... | 77 |
| Figura 34 - Existência de relatório de padronização dos processos..... | 79 |
| Figura 35 - Importância atribuída da padronização dos procedimentos..... | 80 |
| Figura 36 - Grau de retroalimentação dos processos – gestão do conhecimento | 80 |
| Figura 37 - Tempo de atuação do profissional em um empreendimento | 81 |
| Figura 38 - Suficiência no tempo de atuação em uma atividade | 82 |
| Figura 39 - Verificação dos índices de produtividade..... | 82 |
| Figura 40 - Projetos com maior inconsistência dentro do canteiro de obras | 83 |
| Figura 41 - Atendimento dos projetos às necessidades da obra..... | 84 |
| Figura 42 - Sintonia entre Construção Civil e a realidade do setor | 85 |
| Figura 43 - Envolvimento dos profissionais com as tomadas de decisões..... | 86 |

| | |
|---|-----|
| Figura 44 - Maturidade empresarial e utilização de extranets | 87 |
| Figura 45 - Avaliação da comunicação pelos diferentes profissionais | 88 |
| Figura 46 - Repasse aos projetistas das modificações em canteiro | 89 |
| Figura 47 - Aprendizado com obras anteriores | 90 |
| Figura 48 - Relação dos profissionais com o usuário final (por categoria) | 90 |
| Figura 49 – Percepção de EXECUÇÃO quanto às falhas na comunicação..... | 91 |
| Figura 50 – Percepção de GESTÃO quanto às falhas na comunicação..... | 92 |
| Figura 51 - Percepção de PROJETO quanto às falhas na comunicação | 92 |
| Figura 52 - Avaliação das fases na Construção Civil | 93 |
| Figura 53 - Interdependência dos Critérios da ES utilizados | 94 |
| Figura 54 - Construção do Diagnóstico Estratégico da Produção..... | 109 |
| Figura 55 - Critérios da Engenharia Simultânea - GESTÃO E PESSOAS | 113 |
| Figura 56 - Critério da Engenharia Simultânea – TECNOLOGIA..... | 118 |
| Figura 57 – Pergunta de pesquisa..... | 122 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 - Hipótese da Pesquisa..... | 8 |
| Quadro 2 – Conceitos de Engenharia Simultânea..... | 18 |
| Quadro 3 - Apropriação dos conceitos da ES..... | 21 |
| Quadro 4 – Conceitos da Ontologia | 40 |
| Quadro 5 – Classificação da Pesquisa | 49 |
| Quadro 6 – Critérios para classificação do porte da empresa entrevistada | 52 |
| Quadro 7 – Classificação do questionário..... | 56 |
| Quadro 8 – Propostas de Equipes Multidisciplinares | 111 |
| Quadro 9 – Propostas de Filosofia Organizacional..... | 111 |
| Quadro 10 – Propostas de Liderança e Suporte à Filosofia..... | 112 |
| Quadro 11 – Propostas de Equipes engajadas na filosofia..... | 112 |
| Quadro 12 – Propostas de Ferramentas Computacionais..... | 114 |
| Quadro 13 – Propostas de ferramentas da comunicação | 115 |
| Quadro 14 – Propostas de padronização dos processos | 116 |
| Quadro 15 – Propostas de otimização da produção..... | 116 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------|---|
| BIM | <i>Building Information Modelling</i> |
| CC | Construção Civil |
| CVP | Ciclo de Vida do Produto |
| CPCC | Ciclo Produtivo na Construção Civil |
| DDP | <i>Design Development Process</i> |
| DFA | <i>Design for Assembly</i> |
| DFM | <i>Design for Manufacturability</i> |
| ES | Engenharia Simultânea |
| GC | Gestão do Conhecimento |
| ITC | Inteligência Empresarial da Construção |
| MC | <i>Mobile Computing</i> |
| PDT | <i>Product Development Team</i> |
| RMC | <i>Região Metropolitana de Curitiba</i> |
| STP | Sistema Toyota de Produção |
| QFD | <i>Function Deployment</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. PROBLEMÁTICA DA DISSERTAÇÃO | 1 |
| 1.2. JUSTIFICATIVAS | 4 |
| 1.3. PERGUNTA DA PESQUISA | 6 |
| 1.4. OBJETIVOS | 6 |
| 1.4.1. Objetivo Geral..... | 6 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos | 7 |
| 1.5. DELIMITAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA..... | 7 |
| 1.6. HIPÓTESES..... | 8 |
| 1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 8 |
| 1.8. CONSIDERAÇÕES..... | 9 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 10 |
| 2.1. PROCESSO DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 10 |
| 2.1.1. O processo de projeto na construção civil | 11 |
| 2.1.2. O processo de execução na Construção Civil..... | 13 |
| 2.1.3. Projetos para Produção | 15 |
| 2.2. ENGENHARIA SIMULTÂNEA..... | 17 |
| 2.2.1. Conceito..... | 18 |
| 2.2.2. Objetivos da Engenharia Simultânea..... | 19 |
| 2.2.3. Critérios de aplicação | 20 |
| 2.2.4. Fundamentação da Pesquisa | 22 |
| 2.2.5. Gestão de processos e Informações | 30 |
| 2.3. ONTOLOGIAS | 39 |
| 2.3.1. Conceito..... | 40 |
| 2.3.2. Objetivos da Ontologia..... | 41 |
| 2.3.3. Construção de uma ontologia | 42 |
| 2.3.4. Considerações..... | 46 |
| 3. METODOLOGIA: CAMINHOS DA PESQUISA | 47 |
| 3.1. CAMINHO DA PESQUISA..... | 48 |
| 3.2. CLASSIFICAÇÃO..... | 49 |
| 3.3. ETAPA I – LEVANTAMENTO DO CICLO PRODUTIVO | 50 |
| 3.3.1. Atividades do Processo..... | 50 |
| 3.3.2. Definição do Porte da Empresa..... | 51 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 3.3.3. | Mapeamento do Processo..... | 53 |
| 3.4. | ETAPA 2 – VALIDAÇÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 55 |
| 3.4.1. | Coleta dos dados..... | 55 |
| 3.4.2. | Objetivos do questionário..... | 56 |
| 3.4.3. | Formulação das questões..... | 56 |
| 3.4.4. | Embasamento das questões..... | 57 |
| 3.4.5. | Categorização dos entrevistados..... | 58 |
| 3.4.6. | Aplicação dos questionários..... | 59 |
| 4. | APRESENTAÇÃO DE DADOS ----- | 60 |
| 4.1. | FASE I..... | 60 |
| 4.1.1. | Perfil da amostra..... | 61 |
| 4.1.2. | Gestão e Pessoas..... | 64 |
| 4.1.2.1. | Utilização de equipes multidisciplinares..... | 65 |
| 4.1.2.2. | Filosofia Organizacional..... | 68 |
| 4.1.2.3. | Liderança e suporte para a filosofia..... | 70 |
| 4.1.2.4. | Equipes empenhadas em realizar a filosofia..... | 71 |
| 4.1.3. | Tecnologia..... | 72 |
| 4.1.3.1. | Utilização de ferramentas computacionais..... | 72 |
| 4.1.3.2. | Compartilhamento de informações..... | 74 |
| 4.1.3.3. | Padronização dos processos..... | 78 |
| 4.1.3.4. | Métodos para otimização da produção..... | 82 |
| 4.2. | FASE II..... | 86 |
| 5. | ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES ----- | 94 |
| 5.1. | Gestão e Pessoas..... | 96 |
| 5.2. | Tecnologia..... | 102 |
| 6. | DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DA PRODUÇÃO ----- | 109 |
| 6.1. | Gestão e Pessoas..... | 110 |
| 6.1.1. | Adequação para Equipes Multidisciplinares..... | 110 |
| 6.1.2. | Fortalecimento da Filosofia Organizacional..... | 111 |
| 6.1.3. | Formação de líderes de apoio à filosofia..... | 111 |
| 6.1.4. | Equipes empenhadas em realizar a filosofia..... | 112 |
| 6.2. | Aspectos Tecnológicos..... | 114 |
| 6.2.1. | Ferramentas Computacionais..... | 114 |
| 6.2.2. | Compartilhamento de Informações..... | 114 |

| | |
|--|------------|
| 6.2.3. Padronização dos processos | 115 |
| 6.2.4. Métodos para otimização da produção | 116 |
| 7. CONCLUSÃO ----- | 119 |
| 7.1. Sugestões de Pesquisas Futuras | 123 |
| 8. REFERÊNCIAS ----- | 125 |
| ANEXO 1 ----- | 132 |

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de atendimento das expectativas dos clientes, aliada à difusão crescente dos conceitos de sustentabilidade, exige uma revisão na concepção de produtos e processos de produção. Tal revisão de padrões, aliada às novas tecnologias de gestão dos processos, subsidia um cenário em constante evolução para os processos industriais (FABRICIO, 2002).

Cada vez mais, possuem relevância no mercado aquelas empresas cujo desenvolvimento dos produtos acontece de modo objetivo e eficaz, alcançado, muitas vezes, por meio de processos de gestão que atribuem agilidade, qualidade, redução de custos e implementação de novas tecnologias. Tal necessidade de adaptação decorre da alteração do padrão de consumo dos usuários, os quais exigem, cada vez mais, produtos que atendam às suas expectativas. Semelhante a outros setores da economia, a construção civil há muito busca tais objetivos, por meio do aperfeiçoamento da gestão da produção (McCORD e EPPINGER, 1993; FABRICIO, 2002).

As novas tecnologias, em especial a tecnologia da informação, vêm subsidiando o desenvolvimento dos processos de produção, de modo a otimizar as diferentes etapas do ciclo de vida dos produtos. Com o intuito de aumentar a qualidade, diminuindo os custos, este cenário fomenta também a concorrência entre as empresas, levando à difusão e ao aperfeiçoamento constante dos processos nos diferentes setores da economia.

1.1. PROBLEMÁTICA DA DISSERTAÇÃO

A Construção Civil, em sua estruturação atual, utiliza-se de uma prática sequencial para o desenvolvimento das atividades dentro de seu ciclo produtivo. Esta prática tradicional resulta na clara separação entre a fase de projeto e sua respectiva execução. Esta segmentação tem repercutido em não conformidades, tais como: atrasos de cronograma, falha de orçamentos e baixa qualidade construtiva (CHEN e KAMARA, 2008).

A Construção Civil, como conformada atualmente, tanto em sua fase projetual quanto em sua fase de execução, possui ferramentas falhas na

organização das informações. Tal deficiência repercute no canteiro de obras, o qual sofre com a incompatibilidade das informações e da ausência de instrumentos de prospecção de problemas futuros. O processo construtivo, por si só, já apresenta como característica indiscutível a interferência de elementos externos, onde cada obra é única e sujeita às intempéries inerentes ao processo (HALIN e KUBICKI, 2008).

Em sua conformação, as etapas de desenvolvimento do produto na Construção Civil são segmentadas. Esta característica compromete a qualidade final do produto, implicando custos onerosos, aumento do tempo despendido e falta de comprometimento com as questões ambientais. Faz-se mister, então, a necessidade de uma abordagem sistêmica em relação ao processo de produção como um todo (FABRICIO e MELHADO, 1998b).

Muitas empresas incorporadoras ainda enxergam o processo de projeto como um fator de custo para o empreendimento. No entanto, apesar das resistências, algumas empresas vêm valorizando a contratação de profissionais qualificados, atribuindo a esta etapa à visão de investimento, que proporciona a redução dos custos a longo prazo (FABRICIO e MELHADO, 1998b).

Na Figura 1 é representada a síntese dos conceitos correlacionados nesta pesquisa, que fundamentaram a análise das interferências, sobreposições e correspondências entre os temas abordados, visando construir o modelo mental sobre o objeto desta pesquisa. Observa-se que a expansão do setor da Construção Civil no Brasil foi apoiada em uma segmentação entre projeto e produção, onde a sequência das atividades produtivas ocorre como uma sucessão de responsabilidades, em que muitos profissionais não se comprometem ou mesmo não podem ter sua participação garantida nas demais atividades do Ciclo Produtivo.

Este cenário, acrescido de ferramentas falhas na gestão de informações, leva à tomada de decisões baseadas na intuição e na experiência dos atores do processo, os quais apresentam, em muitos casos, resistência em assimilar novas tecnologias e ter uma postura propositiva de melhorias no processo.

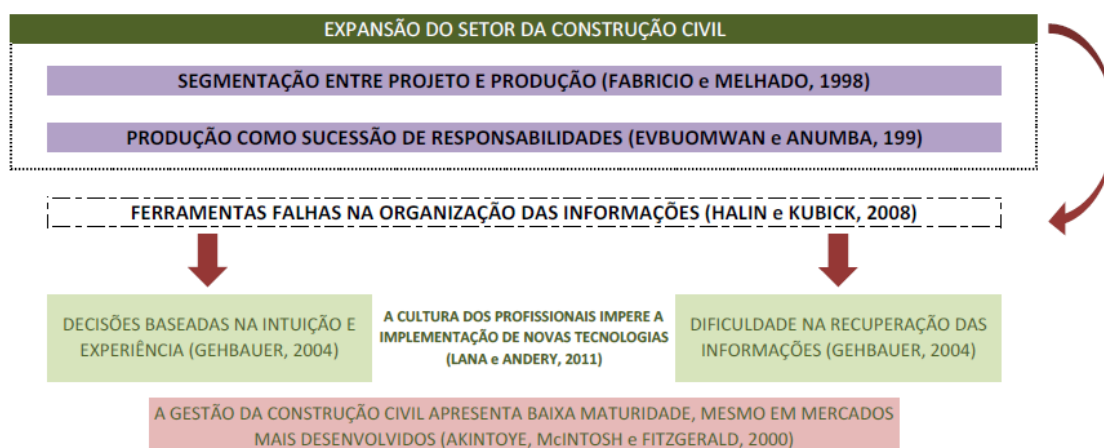


Figura 1 - Problemática da dissertação
 FONTE: A autora

Mesmo com o acelerado crescimento do setor da construção, vivenciado nos últimos anos, e o volume financeiro destinado ao setor, pouco se observa de inovações tecnológicas aplicadas, apesar das crescentes pesquisas na área. Diferentemente de outras indústrias, as quais aliaram o crescimento econômico às melhorias — desde a gestão à qualidade final e a satisfação do usuário — a construção civil produz empreendimentos em quantidade, mas sem alterações significativas de conhecimento aplicado.

Com o intuito de atingir uma produção eficiente, surgiu, a partir da segunda metade da década de oitenta, do século passado, o conceito de Engenharia Simultânea, caracterizado inicialmente pelo *Institute for Defense Analyses* (IDA). Tal proposta, conhecida também por Engenharia Paralela ou Engenharia Concorrente, propõe uma abordagem sistêmica em relação ao desenvolvimento de produtos, incluindo a elaboração, a execução e a manutenção posterior (FABRÍCIO, 2002).

Por meio de equipes multidisciplinares (incluindo até mesmo fornecedores), capacitação dos recursos humanos e desenvolvimento de projetos integrados, o conceito de Engenharia Simultânea busca reformular o modo de produção de mercadorias, baseando-se na contribuição dos diferentes profissionais envolvidos durante a idealização do empreendimento (fase projetual), de modo a considerar todas as etapas do ciclo de vida dos produtos (SMITH, 1998; FABRÍCIO e MELHADO, 2002).

Percebe-se, ainda, que o papel atribuído à fase projetual se encontra suscetível à interesses diversos, sendo eles de cunho econômico, de marketing e até mesmo políticos (NOVAES, 1997). Desta forma, cabe ao projeto adaptar-se aos prazos e anseios estipulados por agentes externos ao seu propósito.

Projeto e execução são estágios distintos no Processo de Produção na Construção Civil. O projeto é a ponte entre as necessidades do cliente e às necessidades técnicas do ambiente construído que abrigarão as funções requeridas (CHEN e KAMARA, 2008), bem como devem atender às necessidades técnicas de execução no canteiro de obras.

1.2. JUSTIFICATIVAS

Assim como em outras áreas da economia, o setor da construção civil apresenta elevados índices de crescimento no Brasil. Tal expansão exige renovações em seu planejamento e execução, de modo que qualidade, custo, prazo e satisfação final do cliente superem as expectativas e representem fortes aspectos de concorrência entre empresas.

Os projetos integrados, ou aqueles baseados nos princípios da Engenharia Simultânea, devem estar orientados tanto no projeto do produto quanto no projeto do processo, por meio de artifícios que disponibilizem as informações a todos os intervenientes do processo em tempo real.

A busca pela otimização dos processos de produção na construção civil engloba tanto a fase projetual quanto a fase de execução das obras. A Engenharia Simultânea se apresenta como ferramenta em potencial para solucionar estes problemas inerentes ao setor. O conhecimento teórico acerca da ES aplicada à fase projetual é demasiadamente explorado e difundido, apesar de ainda não ser amplamente aplicado. No entanto, a aplicação da Engenharia Simultânea à fase de execução ainda carece de exploração e desenvolvimento.

A necessidade de objetividade na construção civil não se deve somente à intenção de redução de custos, melhoria da qualidade, melhoria de desempenho, diminuição do tempo e competição entre empresas, mas, principalmente, à necessidade de introdução de novas tecnologias e industrialização no setor. Diferentemente de outras áreas da economia, a construção civil, apesar de sua

expansão no mercado, apresenta certa estagnação na implementação destas inovações. Como consequência, observa-se até mesmo o baixo padrão dos serviços e da mão de obra (MIKALDO e SCHEER, 2007).

A busca pelo aperfeiçoamento dos processos de produção na construção civil ultrapassa o ambiente interno das corporações. A preocupação com a redução dos custos, melhoria da qualidade e redução do tempo despendido deixaram de ser as únicas justificativas para a busca pela qualidade da gestão. A partir do acirramento da competição entre as empresas, necessário se faz o aperfeiçoamento da gestão como diferencial competitivo, devido às mudanças no padrão cultural dos consumidores finais.

Soluções projetuais conjuntas – como propõe a Engenharia Simultânea – se tomadas desde o início do processo proporcionam a contribuição dos diferentes profissionais envolvidos, os quais colocariam novas soluções como premissas norteadoras, e poderiam assim incorporar melhorias aos processos de produção.

Com a expansão dos mercados e do intercâmbio comercial e financeiro, cada vez mais se observa a necessidade de equiparação das empresas às corporações internacionais. A Engenharia Simultânea – amparada pela Gestão do Conhecimento – pode ser resposta ao problema, devido à sua larga utilização no exterior e em outros setores da indústria (FABRICIO, 2002).

A cultura dos profissionais atuantes no mercado impede a implementação efetiva de novas tecnologias e novas soluções de problemas, apesar de estes profissionais terem este conhecimento adquirido. Esta cadeia produtiva, a qual segmenta projeto e execução, fomenta a discussão sobre a necessidade de se repensar a formação de arquitetos e engenheiros, tornando necessária uma intervenção no ensino das universidades (LANA e ANDERY, 2011).

A conformação atual das atividades na construção civil ocorre de forma prioritariamente sequencial, onde os arquitetos procuram completar seus trabalhos antes dos engenheiros de estruturas, e estes, por sua vez, completam sua etapa antes da fase de construção. O envolvimento de vários profissionais no processo atual de aquisição de informações tem resultado na clara separação entre a fase de projeto na construção civil e sua respectiva fase de execução de obras. Esta organização tem seu preço, e repercute em atraso de cronograma, falta de previsão de custos e baixa qualidade na construção (CHEN e KAMARA, 2008).

Com isso, observa-se a necessidade de aperfeiçoamento dos processos, visto a demanda por produtos de qualidade, a simplificação dos processos e a intenção de industrialização do canteiro de obra, pois se busca fugir da característica de produto artesanal.

1.3. PERGUNTA DA PESQUISA

Durante a fundamentação deste trabalho formulou-se a pergunta de pesquisa exposta na Figura 2, a qual norteou as decisões acerca dos caminhos a serem seguidos durante a evolução das etapas desta dissertação.

“A conformação atual da Construção Civil possui potencialidades para a implementação da Engenharia Simultânea?”

Figura 2 – Pergunta de pesquisa
FONTE: A autora.

Ao final do presente trabalho, retoma-se a pergunta formulada neste início, a fim de validar a evolução da pesquisa.

1.4. OBJETIVOS

Esta dissertação propõe a discussão e o levantamento da dinâmica do Ciclo Produtivo da Construção Civil, observando a interface entre as atividades dos diferentes atores envolvidos no processo e evidenciando sua capacidade de comunicação, a troca de informações e a sequência de suas atividades, sempre visando ao paralelo entre estas atividades e os conceitos da Engenharia Simultânea.

Para a definição das intenções, os objetivos foram divididos em geral e específicos, de modo a organizar a aquisição dos dados e o tratamento das informações.

1.4.1. Objetivo Geral

Esta pesquisa tem por objetivo geral propor um Diagnóstico Estratégico para apropriação por parte das empresas incorporadoras e construtoras dos preceitos propostos pela Engenharia Simultânea, em seus processos de produção de edificações de múltiplos pavimentos, por meio da criação de um CENÁRIO POTENCIAL dentro das características atuais do setor.

1.4.2. Objetivos Específicos

O objetivo geral desta pesquisa foi desmembrado nos seguintes objetivos específicos, com a intenção de orientar a construção do conhecimento e a busca de informações referentes ao tema:

- (i) Estudar a Engenharia Simultânea (ES) aplicada a todo o Ciclo Produtivo da Construção Civil, desde a incorporação até a entrega do empreendimento aos consumidores finais.
- (ii) Estudar alternativas que aproximem a fase projetual de um empreendimento de sua execução.

O próximo tópico se concentra em descrever a concentração do campo de pesquisa desta dissertação, de modo a direcionar o desenvolvimento da mesma.

1.5. DELIMITAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA

O tema central desta dissertação — Engenharia Simultânea — é comumente aplicado a diversos setores industriais, pois viabiliza e fundamenta o aperfeiçoamento dos ciclos produtivos de qualquer classificação de produto.

Com esta diversidade de aplicações, mesmo dentro da Construção Civil, inúmeras tipologias construtivas poderiam ser atendidas e beneficiadas pelos princípios da ES. No entanto, edifícios de múltiplos pavimentos possuem em seu caráter de repetição uma forte proximidade com a indústria seriada, e, dessa forma, maior probabilidade de alcançar benefícios advindos da aplicação dos preceitos da ES, já observados em outros setores da indústria.

Sendo assim, para a presente pesquisa direcionou-se o estudo à tipologia de edifícios de múltiplos pavimentos.

1.6. HIPÓTESES

Como hipótese, a pesquisa busca respostas para:

Quadro 1 - Hipótese da Pesquisa

Caso sejam aplicados os conceitos de Engenharia Simultânea à construção civil, adaptando suas premissas à realidade brasileira, será proporcionada: redução no tempo de produção, introdução de inovações tecnológicas e aumento da eficiência do processo construtivo.

FONTE: A autora.

1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho está estruturado da seguinte maneira:

Capítulo 1 – Introdução contendo: problemática da dissertação, justificativas, objetivos (geral e específicos), hipóteses, método de pesquisa e estrutura da dissertação.

Capítulo 2 – Constitui a Revisão Bibliográfica da dissertação, onde são apresentados os seguintes tópicos, separadamente:

- (i) Produção na Construção Civil: neste tópico priorizaram-se as características do processo referentes à gestão, troca de informações e sequência das atividades, por meio da abordagem e propostas de diversos autores e profissionais atuantes no setor.
- (ii) Engenharia Simultânea: este tópico introduz os conceitos da Engenharia Simultânea aplicados à Construção Civil, por meio de artigos e dissertações específicos. Utilizou-se também pesquisa comparativa com outros setores da indústria.
- (iii) Ontologia: traça-se um levantamento das contribuições deste conceito para com o tema da dissertação, apresentando a ontologia como

possível ferramenta para a efetiva aplicação dos conceitos da Engenharia Simultânea.

Capítulo 3 – Refere-se à Metodologia, no qual são apresentadas as características e os caminhos da pesquisa. São descritas as decisões e ações que nortearam cada uma das etapas. Inicia-se neste capítulo a proposta do trabalho.

Capítulo 4 – É apresentada a Proposta da dissertação em si, por meio da apresentação do Diagnóstico Estratégico da Produção na Construção civil.

Capítulo 5 – São construídas as considerações finais da dissertação, bem como seus objetivos alcançados, contribuições e limitações.

Na Figura 3 observa-se a organização dos capítulos, bem como as partes principais que compõem cada uma das etapas deste documento.

| CAPÍTULO 1 | CAPÍTULO 2 | CAPÍTULO 3 | CAPÍTULO 4 | CAPÍTULO 5 | CAPÍTULO 6 | CAPÍTULO 7 |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|
| INTRODUÇÃO | REFERENCIAL TEÓRICO | METODOLOGIA | MANIPULAÇÃO DOS DADOS | ANÁLISE DOS DADOS | DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO | CONSIDERAÇÕES FINAIS |
| Problemática da Dissertação | Processo de Produção | Classificação da Pesquisa | FASE 1 Análise simples | Gestão de Pessoas | Gestão e Pessoas | Alcance da Pesquisa |
| Justificativas | Engenharia Simultânea | ETAPA 1 Ciclo Produtivo | FASE 2 Análise cruzada | Tecnologia | Tecnologia | Sugestão de Pesquisas Futuras |
| Objetivos | Ontologia | ETAPA 2 Pesquisa Survey | | | | |
| Hipóteses | | | | | | |
| Estrutura da Dissertação | | | | | | |

Figura 3 - Estrutura da dissertação
FONTE: A autora.

1.8. CONSIDERAÇÕES

Este primeiro capítulo buscou situar a pesquisa em sua problemática de origem, ou seja, a necessidade de otimização nas trocas de responsabilidade dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil. Para tanto foi exposto o contexto da Engenharia Simultânea e sua capacidade de gerir o funcionamento destas etapas e atividades.

No capítulo em sequência, será exposto o Referencial Teórico acerca dos temas que fundamentam a análise dos dados da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Referencial Teórico está dividido em três partes, a primeira delas referente à (i) conformação atual dos processos de projeto e execução na Construção Civil. A segunda parte busca aprofundar os conhecimentos referentes à (ii) Engenharia Simultânea, de modo a embasar a proposta e proporcionar a análise referente às possíveis falhas do Processo Produtivo na Construção Civil.

A terceira parte, complementar, apresenta o conceito da (iii) Ontologia, exaltando sua capacidade de subsidiar a Engenharia Simultânea em seu processo de aplicação à produção na Construção Civil.

Para a apresentação do referencial teórico, buscou-se extrair da extensa bibliografia referente à construção civil, aquela com maior grau de contribuição com o tema. Dessa forma, será apresentado, buscando seguir uma sequência prática dos assuntos de interesse.

A busca pelo conhecimento em teses, dissertações, livros, periódicos e *websites* permitiu a observação dos limites do conhecimento atual acerca do tema, bem como os principais autores, os grupos de pesquisa e as explorações em desenvolvimento.

2.1. PROCESSO DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Este tópico tem como objetivo a caracterização do setor da Construção Civil, bem como sua cadeia produtiva, de modo a identificar os principais “gargalos” e deficiências em seu processo de produção. Assim, será focada, neste trabalho, a bibliografia de conhecimento mais significativo para a busca do objetivo final desta dissertação, embora o tema da Construção Civil tenha inúmeras vertentes.

Inicialmente, será explorada a etapa de projeto de forma isolada, passando-se após para a fase de execução. Com este conhecimento conduzido, será feita a convergência dos temas (Projeto e Execução) para o conceito de projeto para produção, o qual inicia a discussão acerca de preceitos comuns à Engenharia Simultânea.

2.1.1. O processo de projeto na construção civil

Segundo Oliveira (2004), a indústria da Construção Civil percebeu, com relativo atraso em relação aos demais setores, a importância e a forte influência que o processo de projeto tem sobre o ciclo de vida dos produtos. Como ferramenta fundamental ao processo de planejamento, o projeto pode viabilizar melhorias no desempenho dos produtos e significativa redução em seus custos de produção.

Percebeu-se que, na etapa de concepção da edificação, os custos despendidos com este processo são razoavelmente baixos e é onde mais se pode interferir de modo a garantir características finais do produto que alcancem a eficiência na produção, reduzindo custos, tempo e geração de resíduos (HAMMARLUND e JOSEPHSON, 1991).

O desenvolvimento do setor da Construção Civil no Brasil e a crescente concorrência entre empresas exigiram o desenvolvimento dos processos e atividades como estratégia de destaque das empresas frente ao mercado. Para tanto, constatou-se que a intervenção, principalmente nas etapas iniciais do processo poderia proporcionar tais necessidades de melhoria (AKINTOYE, McINTOSH, FITZGERALD, 2000).

Pode-se definir projeto como o ciclo de atividades com o propósito de fornecer, dentro das datas definidas de início e fim das ações, um produto único, serviço ou conjunto de informações para a especificação de qualidade e custo dos produtos (LOCKE, 2001 apud MORRIS, 2004).

Diferentemente da indústria seriada, com seu caráter de repetição, o processo de gestão de projeto na Construção Civil torna-se ainda mais complexo devido à realidade inerente à cada projeto, por se tratar de produtos com características individualizadas. Tais singularidades refletem-se no método de gestão do empreendimento, implicando a existência de inúmeras formas de organizar determinado gênero e tipologia construtiva (SALGADO, 2004).

O processo de projeto de edifícios necessita da convergência de conhecimentos advindos de profissionais, cada qual com sua respectiva formação. Com isso, a gestão desta multidisciplinaridade tem a difícil tarefa de resolver os conflitos que ocorrem quando da integração das diferentes soluções e abstrações projetuais (OLIVEIRA, 2004).

A má gestão destas diferentes responsabilidades faz com que o processo de projeto na construção de edifícios apresente-se extremamente segmentado. Dessa forma, caso não haja uma definição correta de um gestor que organize as diversas informações necessárias, o processo pode apresentar inúmeras falhas em seu andamento.

O processo de projeto, ainda, baseia-se no “revezamento” dos projetistas, no qual importantes decisões são tomadas isoladamente. Assim, após a intervenção de cada projeto complementar, é necessária, ainda, a compatibilização dos mesmos. A posterior adaptação dos projetos demanda maior tempo de trabalho e impõe uma retroação dispendiosa, deixando margem às inúmeras falhas e comprometendo a construtibilidade das edificações (FABRICIO e MELHADO, 2002).

Para o sucesso na realização de projetos em Engenharia Civil, é necessário possuir planos dinâmicos de qualidade nos trabalhos de construção, podendo ser chamados de “planos de realização”, e estes devem ser observados e alimentados a fim de assegurar sua efetividade de aplicação (ZLATANOVIĆ e MATEJEVIĆ, 2011).

A fim de garantir o grau de construtibilidade necessário ao projeto, a fase de desenvolvimento e planejamento do produto (fase projetual) não deve ter somente as necessidades do cliente como principal insumo do empreendimento, mas também informações construtivas, técnicas e de manutenção.

Portanto, a fase projetual deve estar em sintonia com sua posterior execução e uso pós-ocupação, considerando o ciclo de vida do produto. Desse modo, a integração entre projeto e execução pode representar a resposta clara para a evolução das demandas do cliente e do mercado (CHEN e KAMARA, 2008).

A crescente especialização das atividades e dos profissionais traz consigo a necessidade de que, assim que sejam idealizados determinados empreendimentos, sejam compostas equipes multidisciplinares, com específicas contribuições para o projeto. (MELHADO, 2011).

Estes profissionais normalmente fazem parte de diferentes empresas, e o grupo de companhias cooperando, também varia de um projeto para outro. Em virtude desta dissociação, torna-se ainda mais complexo o estabelecimento de rotinas de trabalho, bem como a uniformização das informações geradas (OLIVEIRA, 2004). Ainda mais grave é a segmentação entre estas equipes de projeto e os profissionais de execução.

2.1.2. O processo de execução na Construção Civil

O acirramento da competitividade entre as empresas construtoras no Brasil alterou, também, as dinâmicas dentro do canteiro de obras. Tal característica contribuiu, cada vez mais, para a implementação de melhorias, tais como: racionalização construtiva, sistemas de gestão da qualidade, produtividade da mão de obra e estudo da perda de materiais (SILVA e CARDOSO, 1998).

A concorrência do mercado tem feito com que empresas construtoras de diferentes tamanhos direcionem esforços não só à parte técnica dos processos, mas também à gestão dos mesmos. Devido à necessidade de troca de informações entre projetistas e profissionais de execução, atribui-se extrema importância à contribuição e à troca de experiências entre os diferentes profissionais, exigindo que esta sinergia ocorra de forma cada vez mais eficiente (CHEN e KAMARA, 2008).

Mesmo em países ditos desenvolvidos, a construção civil precisa de ferramentas para aperfeiçoar seus processos. No Reino Unido, por exemplo, a gestão da cadeia de fornecedores para a construção civil apresenta baixa maturidade, apesar da crescente conscientização pela relevância destas iniciativas (AKINTOYE, McINTOSH, FITZGERALD, 2000).

Assim como na fase de concepção (projetos), o processo de produção (execução) é visto, também, como uma sucessão de responsabilidades, formalizada em contrato, as quais devem ser seguidas indistintivamente, em constante negociação de obrigações. Assim, as tarefas passam de uma etapa à outra sem mecanismos que garantam a sinergia entre as diferentes responsabilidades (LANA e ANDERY, 2011).

O processo de produção na construção civil encontra-se, então, dividido em etapas, inicialmente dependentes, mas que, ao final, irão produzir resultados distintos, caracterizados nos Projetos Executivos – referentes aos distintos projetos complementares (NOVAES, 1997).

Portanto, posterga-se a definição das estratégias para a etapa de execução da obra, bem como a resolução e o detalhamento de questões técnicas e práticas. Esta iniciativa deixa a cargo dos engenheiros da obra e dos empreiteiros a definição

das ações, isso, muitas vezes, passa por um planejamento superficial, devido à falta de tempo e de habilidades específicas (PICCHI, 1993).

Na Indústria da Construção Civil, cada projeto de construção envolve um número de participantes em colaboração, e esta atuação conjunta ocorre por tempo relativamente curto. Estes sistemas convencionais também se utilizam de uma abordagem sequencial para o desenvolvimento dos projetos (CHEN e KAMARA, 2008). Esta dinâmica torna superficial a colaboração entre os profissionais, incapacitando o aprendizado e o fortalecimento de equipes.

De forma muito específica, a cadeia produtiva da Construção Civil apresenta-se bastante diversificada, sendo composta por empresas de diferentes portes e segmentos (FABRICIO, 2002); sendo assim, o processo de apreensão dos componentes torna-se ainda mais complexo.

A indústria da construção civil é classificada em “Sistemas de Produção com Produto Fixo, caracterizando um modo de produção peculiar e de baixa padronização”. Logo, são os insumos e a mão de obra que acessam o produto em diferentes pontos (CASAROTTO, 1995).

Para tanto, o planejamento e a sistematização do canteiro de obras têm-se tornado essencial para a racionalização e o aumento da produção na construção. Esta logística incorpora conceitos multidisciplinares que visam garantir o abastecimento, a armazenagem, o processamento, a disponibilização dos recursos materiais nas frentes de trabalho, o dimensionamento das equipes e a gestão dos fluxos fixos da produção (CARDOSO, 2012).

Segundo Assunção (1996), em geral, as atividades de produção nesta tipologia específica (edifícios habitacionais de múltiplos pavimentos) são divididas em duas grandes frentes de trabalho, sendo elas:

Progressão horizontal – são executadas as partes do edifício correspondentes à periferia, ou seja, fora da projeção vertical da torre no pavimento térreo. Ex: áreas térreas, estacionamentos e áreas de lazer.

Progressão vertical – caracteriza-se pelas atividades referentes à torre em si, onde as ações são executadas seguindo uma sequência e repetição bastante definidas, dessa forma, torna-se viável a implementação de técnicas de industrialização, devido à sua proximidade com a indústria seriada.

Conforme demonstrado na Figura 4, os pavimentos em que o caráter de repetição se torna mais evidente são os pavimentos “tipo”, nos quais o planejamento da execução dos serviços proporciona maior probabilidade de conferir melhorias.

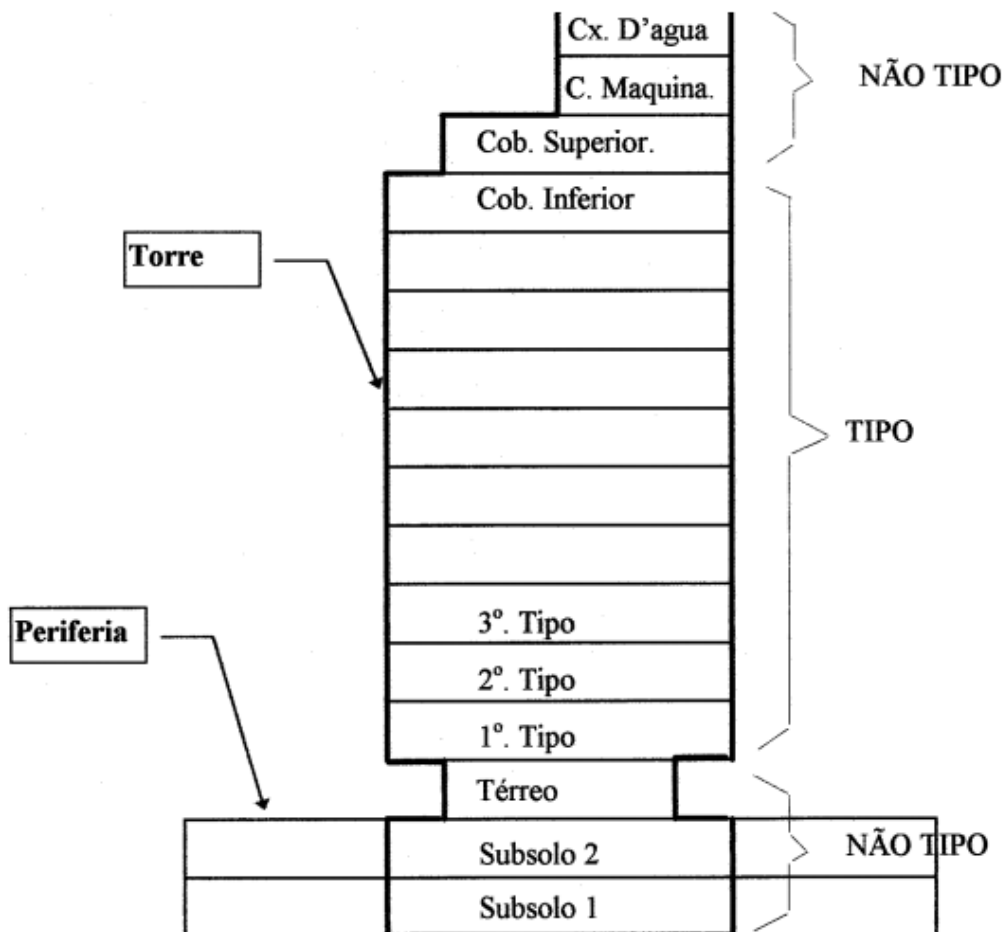


Figura 4 - Conformação edifícios de múltiplos pavimentos
 FONTE: ASSUNÇÃO e LIMA, 1996.

Portanto, devido a esta similaridade com a indústria seriada é que a tipologia construtiva “edifícios de múltiplos pavimentos” foi estabelecida como foco desta dissertação.

2.1.3. Projetos para Produção

Segundo Novaes (1997), devido à heterogeneidade existente no setor na Construção Civil, os processos referentes à melhoria da construtibilidade ainda são escassos.

Dentro da bibliografia existente, inúmeras são as expressões que denotam a ideia de aprofundamento da relação entre projeto e execução, dentre eles: metaprojeto construtivo, projeto para produção, etc. Para a corrente pesquisa, utiliza-se a expressão Projeto para Produção.

Inicialmente, os projetos voltados para a produção eram negligenciados, mas, com o sucesso do Sistema Toyota de Produção, voltaram-se as atenções para os sistemas de produção e suas implicações na fase de projeto. O Projeto para Produção é uma ferramenta específica a cada empresa, pois deve refletir as características organizacionais, tecnológicas e financeiras inerentes a cada organização (CHALITA, 2010).

O Sistema Toyota de Produção (STP), criado por Toyoda e Ohno, compreende princípios e técnicas de administração científica, qualidade total e tradições culturais japonesas. Os princípios básicos desta filosofia são: eliminação de desperdícios e produzir produtos com qualidade (VERAS, 2009).

De qualquer modo, é crescente o interesse, por parte de empresas construtoras de grande porte, pela elaboração de projetos voltados ativamente para a produção. No entanto, esta prática vem sendo desenvolvida da seguinte forma: o projeto do produto é elaborado e, posteriormente, é desenvolvido o projeto voltado à produção. Sendo assim, a interação efetiva das grandes etapas, a qual poderia proporcionar inovação tecnológica e redução de custos e tempo, permanece inalterada, perpetuando as inconsistências do processo (FABRICIO, 2002).

Segundo Melhado (2011), o Projeto para Produção busca a inserção da tecnologia construtiva no projeto dos edifícios. Segundo o autor, uma das possíveis definições para o termo seria:

Conjunto de elementos de projetos elaborado de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e sequência das atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Ainda, segundo o autor, este conceito apresentado muito se identifica com os princípios da Engenharia Simultânea, em sua proposição de atividades seriadas.

Em outros países, pensar a industrialização na Construção Civil é sinônimo de pré-fabricação. Já no Brasil, este intuito visa incrementar os processos artesanais, por meio de inovações tecnológicas, sem obrigatoriamente alterar a tecnologia utilizada (CHALITA, 2010).

Quanto mais tempo se dedica ao desenvolvimento de projetos integrados, menor é o tempo necessário à compatibilização dos projetos (MIKALDO e SCHEER, 2007).

2.2. ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Engenharia Simultânea é um termo que incorpora inúmeros outros conceitos e metodologias. Ele foi desenvolvido em resposta à necessidade de empresas de manufatura em reduzir o tempo gasto para o desenvolvimento e a introdução de novos produtos como forma de permanecerem competitivas (ANUMBA, BAUGH e KHALFAN, 2002).

A mais tradicional definição de Engenharia Simultânea foi proposta por Winner et al. (1988):

Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para a integração de desenvolvimento de projetos de produtos paralelos e seus respectivos processos. Esta abordagem tem a intenção de proporcionar aos desenvolvedores, desde o início, considerar todos os elementos do ciclo produtivo desde a concepção até o produto final, incluindo, deste modo, qualidade, custo, prazo e as necessidades dos usuários finais.

A Engenharia Simultânea é apontada nas últimas décadas como a ferramenta em potencial para o desenvolvimento de produtos de forma mais eficiente, atuando no rompimento das barreiras entre as equipes de trabalho tradicionais e as equipes multidisciplinares de projeto de produtos (McCORD e EPPINGER, 1993).

Em Engenharia Simultânea, propõe-se a execução simultânea de diferentes projetos complementares, por exemplo. Tal intuito objetiva o processo, pois proporciona que uma atividade, baseada no correto manuseio das informações, se inicie sem que a anterior seja finalizada, proporcionando, também, a retroalimentação das informações, em oposição às ferramentas sequenciais (AQUINO e TEIXEIRA, 2011), as quais abrem margem às inúmeras falhas na produção.

Cada uma das obras em construção civil é diferente; no entanto, a lógica dos seus processos de produção é semelhante (ASSUNÇÃO, 1996). Tem-se, ainda, a necessidade de uma correta conceituação da Engenharia Simultânea quando aplicada à construção civil. Diferentemente de outras áreas, onde o conceito é

fortemente aplicado e consolidado, na Construção Civil o termo ainda deve ser definido, como aponta Halin e Kubicki (2008).

Segundo os autores, sugere-se a correta apropriação do tema pela Construção Civil como Engenharia Cooperativa, pois este setor possui características específicas e inerentes ao processo, sendo elas:

- (i) Definição falha de um objetivo comum aos diferentes intervenientes ao processo.
- (ii) Falha na troca das informações.
- (iii) Intempéries inerentes ao setor (solo e clima como fatores pouco previsíveis).
- (iv) Dificuldade na previsão precisa dos custos.

Devido ao fato de a cadeia produtiva da construção civil ser classificada pelo uso de tecnologias médias e de implementação artesanal, este cenário abre margem à inserção de empresas com baixo grau de refinamento em seus processos de gestão e tecnologia (GEHBAUER, 2004), o que, por sua vez, implica um ciclo vicioso da má administração dos processos na construção civil.

A Engenharia Simultânea vem resgatando a interação projeto e execução, por meio da utilização de uma visão sistêmica do processo, em oposição à visão tradicional sequencial (BALLARD, apud CHALITA, 2010).

2.2.1. Conceito

O Quadro 2 apresenta diferentes conceitos propostos para o termo da Engenharia Simultânea.

Quadro 2 – Conceitos de Engenharia Simultânea

| | |
|---------------|--|
| KAMARA (2012) | A Engenharia Simultânea é uma tentativa de otimizar o projeto de um empreendimento e os processos de produção, a fim de reduzir o prazo de entrega e o custo, assim como melhorar a qualidade, por meio da integração das atividades de projeto, fabricação, construção e manutenção, obtida pela maximização da simultaneidade e da colaboração nas práticas de trabalho. |
|---------------|--|

| | |
|----------------|--|
| KOSKELA (1992) | Definido como o processo de projeto melhorado. |
| PRASAD (1996) | A ES tem por objetivo fazer com que os envolvidos no processo considerem, desde o início, todo o trabalho a ser realizado. |

FONTE: A autora.

Em síntese, os diferentes autores propõem uma revisão ou remodelação do processo de projeto para diferentes produtos, de forma a garantir e contemplar em sua complexidade as soluções de problemas futuros, tanto em execução quanto manutenção.

A Engenharia Simultânea introduz um conceito que vai ao encontro à produção sequencial desenvolvida como prática padrão, formando redes de atuação em paralelo para executar determinadas atividades. Conduz também à diminuição do ciclo de desenvolvimento e dos custos, bem como o aumento da qualidade do produto final (KRUMENAUER e BATALHA, 2011).

2.2.2. Objetivos da Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea é projetada para facilitar as considerações simultâneas de todas as questões relacionadas a projeto e processos das etapas de concepção.

O principal objetivo da Engenharia Simultânea – otimizar os processos produtivos, de modo a garantir a qualidade final do produto a um custo reduzido – encobre um de seus objetivos específicos que muito contribui para o desenvolvimento tecnológico do setor produtivo: a possibilidade da geração de novos conhecimentos. À medida que a conformação de equipes multidisciplinares organiza as atividades, cresce a troca de informações entre diferentes áreas do conhecimento, as quais, se conjugadas e organizadas de modo objetivo – por meio de uma adequada Gestão do Conhecimento – pode gerar a inovação tecnológica do setor, exigindo, por consequência, melhoria e qualificação da mão de obra empregada.

Para Anumba *et al.* (2002), alguns dos objetivos deste ambiente integrado, proporcionado pela Engenharia Simultânea, são:

- (i) Começar o trabalho de forma correta, desde o início.
- (ii) Satisfazer o cliente do produto final.
- (iii) Reduzir o custo e o tempo de desenvolvimento do produto, sem comprometer a sua qualidade final.
- (iv) Eliminar o desperdício, o dispêndio de recursos, e o tempo gasto com alterações durante o avanço do processo.

A Engenharia Simultânea propõe uma sistemática para a integração do projeto simultâneo, ao relacionar os processos, sua produção e assistência. Tal integração assume que os diferentes profissionais, atuantes no processo, considerem todos os elementos integrantes do Ciclo de Vida de um Produto ao organizar e executar seu desenvolvimento (PERALTA, 2002).

Love *et al.* (1998) complementam e reforçam, ainda, os seguintes objetivos para a Engenharia Simultânea:

- (i) Analisar detalhadamente as necessidades do cliente.
- (ii) Analisar detalhadamente o Ciclo de Vida do Produto.
- (iii) Integrar e Coordenar as Interdependências de tarefas.
- (iv) Integrar o projeto e a produção (objeto desta pesquisa).
- (v) Minimizar as adequações de projeto em cronogramas avançados.
- (vi) Minimizar desperdícios de tempo e recursos.
- (vii) Implementar equipes multidisciplinares.
- (viii) Programar a melhoria contínua dos processos.

2.2.3. Critérios de aplicação

A Engenharia Simultânea pode ser aplicada a um edifício, contribuindo para sua melhor gestão e elaboração. No entanto, caso não haja políticas específicas (gestão do conhecimento) que auxiliem na transposição deste conhecimento adquirido para outras obras e setores de uma mesma empresa, esta experiência pode ser perdida (MOECKEL e AZEVEDO, 2004).

Para o sucesso da Engenharia Simultânea, esta deve atender a um projeto, empresa e indústria específicas, de modo a assegurar que isto seja adequadamente

estruturado e específico à organização – objeto de estudo (ANUMBA, BAUGH e KALFHAN, 2002).

Inicialmente é elaborado um extenso cronograma, em que as etapas são minuciosamente dissociadas, sendo esta uma etapa anterior à decisão definitiva do investimento. O roteiro apresenta o cronograma sequencial das atividades, bem como os diferentes intervenientes do processo. São definidos, então, todas as restrições e os objetivos, logo em sua concepção (DUBOT e MIDLER, 2002).

Existem várias barreiras para a implementação da Engenharia Simultânea, e estas podem ser classificadas como técnicas e organizacionais. As barreiras técnicas giram em torno da falta de conhecimento em programar a Engenharia Simultânea, bem como a falta de apropriação de ferramentas e técnicas necessárias. Isto pode levar ao uso inadequado e desnecessário de ferramentas, e perícia insuficiente para maximizar seu potencial (ANUMBA, BAUGH e KALFHAN, 2002).

Para a apropriação da Engenharia Simultânea se destacam três aspectos, sendo eles (Fabricio e Melhado, 1998b):

Quadro 3 - Apropriação dos conceitos da ES

| | |
|----------|---|
| Primeiro | Estrutura organizacional voltada a proporcionar o relacionamento entre os diferentes projetistas, em todas as etapas do desenvolvimento de um empreendimento. |
| Segundo | Desenvolvimento de sistemas de gestão da qualidade, os quais possam coordenar e garantir a sinergia positiva na atuação entre os diferentes “atores” do processo. |
| Terceiro | Sistemas de Tecnologia da Informação empregados, proporcionando a eficiente troca de informações, mesmo entre reuniões não presenciais. |

FONTE: (Adaptado de Fabricio e Melhado, 1998b).

A criação de “redes” de projetistas é descrita por Melhado e Fabricio (1998b) como ferramenta promissora para a efetiva aplicação dos preceitos da Engenharia Simultânea, visto que a criação de equipes permanentes de projetos demanda um custo muito alto às organizações, principalmente nas fases onde não há obras sendo executadas.

Dubot e Midler (2002) dão como exemplo a estratégia utilizada por uma empresa química. Inicialmente, segundo eles, a gestão de projetos nada mais era do que a elaboração de projetos em uma estratégia de crescimento e de mudança de escala. A partir de 1990, a indústria se desvinculou da produção padrão e passou a produzir e a aperfeiçoar produtos com alto valor agregado e com elevado grau de inovação.

Ao alterar seu foco de atuação, a empresa passou a adaptar seu modelo de gestão antigo àquele exigido pelo novo padrão de produção, bem como incorporou ao processo suas incertezas inerentes às mudanças, tanto técnicas quanto econômicas.

Existem inúmeras pessoas organizadas em pequenas equipes ou porções separadas para o desenvolvimento de esforços globais. Para estes casos, é necessária a comunicação entre as diferentes equipes, indo muito além da simples criação de equipes multifuncionais (McCORD e EPPINGER, 1993).

Tem-se, ainda, como dificuldade, até mesmo a definição semântica da Engenharia Simultânea quando aplicada à construção civil (HALIN, KUBICKI, 2008). Devido, até mesmo, ao fato de alguns autores reformularem sua definição, pois, segundo eles, a Construção Civil possui particularidades que não possibilitam seu total enquadramento na Engenharia Simultânea. Dessa forma, há ainda muito que explorar e definir dentro do tema. Inquestionável é, somente, o fato de que os princípios gerais da ES muito podem contribuir para o setor da construção em nosso país.

2.2.4. Fundamentação da Pesquisa

A Engenharia Simultânea não é um caminho fácil, particularmente em indústrias onde a solução técnica para a resolução de problemas é prevalecida por considerações culturais (PRASAD, 1999), como verificada a conformação da Construção Civil.

Verificou-se o extenso número de publicações abordando a Engenharia Simultânea aplicada especificamente à fase de projeto para a Construção Civil e acabou-se por identificar a carência de trabalhos específicos à etapa de execução, bem como às duas etapas conjuntas. No entanto, a identificação desta necessidade

de pesquisa (ES aplicada à Execução) não solucionaria a atual segmentação inerente ao setor, onde Projeto e Execução encontram-se desvinculados. Optou-se, assim, por estudar os Conceitos da ES aplicados ao Projeto da Produção, por meio de uma visão sistêmica.

Durante a busca por dados e informações, ficou observada a impossibilidade da aplicação dos conceitos de Engenharia Simultânea à Construção Civil, tal como são formulados e aplicados aos demais setores da economia. É necessária a remodelação do mesmo, de modo a atender às especificidades e complexidades inerentes a este setor da indústria (FABRICIO e MELHADO, 2003).

Para a presente pesquisa, e com base no referencial teórico levantado, optou-se por considerar como critérios de avaliação e acompanhamento aqueles propostos por Anumba, Balgh e Khalfan (2012), devido à sua capacidade de relacionar as ações necessárias às empresas que desejam se apropriar dos conceitos da ES aos profissionais que efetivamente aplicarão seus preceitos à realidade organizacional.

Os autores iniciam a discussão ressaltando que, para o sucesso da implementação da Engenharia Simultânea, esta deve atender a um projeto, empresa e indústria específica; ou seja, atender a uma realidade bastante particular e estar suficientemente moldada ao produto em questão.

Maddux e Souder (1993) apontam dois grandes critérios como os dois principais tipos de barreiras que inibem o sucesso da implementação da Engenharia Simultânea a uma empresa, sendo eles: organizacional e técnica.

Para esta dissertação foram utilizadas as categorias “**Organizacional**” e “**Técnica**”, complementadas pelos conceitos propostos por Anumba, Balgh e Khalfan (2008). No entanto, como forma de expandir esta fundamentação, estas categorias foram ainda complementadas por referências de outros autores, os quais compartilham as mesmas ideias, porém, sem as mesmas classificações.

Com isso, segue a descrição dos oito elementos básicos da Engenharia Simultânea (ANUMBA, BALGH e KHALFAN, 2008) adotados nesta dissertação, divididos em macroaspectos (MADDUX e SOUDER, 1993), como segue:

a. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS E HUMANOS

(i) Utilização de equipes multidisciplinares

A natureza da organização de projetos pode ter efeitos adversos nos processos devido à ambiguidade inerente aos papéis atuados e ao desenvolvimento das tarefas por grupos e indivíduos. Por sua vez, a ES propõe uma tentativa de aproximação para eliminar esta ambiguidade através do uso de equipes multidisciplinares (LOVE *et al.* 1998).

A Engenharia Simultânea (ES) é uma estrutura em torno da qual coexistem equipes multifuncionais que visam atribuir um conhecimento especializado necessário para a concepção e realização de um produto comum, denominadas *Product Development Team* - PDT (PRASAD, 1999).

Smith e Browne (1993) descrevem a decomposição das atividades de um processo como a abordagem fundamental para lidar com a complexidade de projetos em Engenharia. Isto significa visualizar o processo de elaboração de um produto como a parte de um todo, e para cada uma destas partes recriarem sua contribuição para a tarefa de forma global.

Segundo Love *et al.* (1998), sugere-se que se busque o progresso além das fronteiras organizacionais tradicionais (verticais) para estruturas horizontais de gestão, que foquem exclusivamente no fomento e no respaldo às equipes multidisciplinares.

Além dos profissionais internos às organizações, a formação de parceiros se torna cada vez mais relevante. Sem citar propriamente o termo ES, Deming (2000) estabelece que empresas fornecedoras devem ser compostas por profissionais altamente qualificados em realizar tarefas, ou mesmo parte delas; além de seus próprios engenheiros de execução, processo e suprimentos, ou qualquer outro conhecimento necessário. Esta conformação resulta em melhoria da qualidade com o passar do tempo, acrescida de custos cada vez mais baixos.

De forma ideal, as equipes de desenvolvimento de projetos devem ser escolhidas segundo critérios pesados de pré-qualificação, performances anteriores e por meio de processos de negociação. Por exemplo, um respeitado projetista pode ser selecionado, e, posteriormente, seus valores de contratação podem ser negociados, à medida que evoluam as definições de escopo do trabalho (LOVE *et al.* 1998).

(ii) Desenvolvimento da filosofia organizacional

Para Maddux e Souder (1993, uma das mais importantes ações para implementação da ES é a conformação da cultura de uma organização, não necessariamente o programa e o procedimento a serem seguidos. Isto significa que uma das primeiras mudanças necessárias é a educação e a formação profissionais.

As barreiras organizacionais estão relacionadas ao estilo de gestão de uma empresa, políticas internas, cultura organizacional e comportamental, pois, em sua maioria, possuem caminhos confortáveis e consolidados de como executar atividades (MADDUX e SOUDER, 1993).

A estrutura corporativa deve estar adequada às necessidades dos praticantes da ES e, ao mesmo tempo, dar suporte aos seus princípios (Anumba, Balgh e Khalfan, 2008). Para tanto, a organização deve levar em conta os seguintes critérios:

- a. Ambiente Organizacional: este ambiente deve ser projetado para que a organização possa estar capacitada a promover, de forma eficiente, o encontro entre as demandas comerciais, tecnológicas, sociais e, ainda, permanecer competitiva.
- b. Estratégias e Objetivos: para que uma organização cumpra seus propósitos, sua estrutura e estratégia devem caminhar lado a lado. A estrutura complementa a estratégia e é uma das ferramentas necessárias para o sucesso da implementação da ES.
- c. Tamanho da Organização: o crescimento de uma organização resulta no aperfeiçoamento de mais níveis hierárquicos e departamentos, frequentemente criando uma estrutura mais alta e complexa. Organizações maiores também tendem a se tornar mais descentralizadas e isto dificulta que os gestores de topo controlem todas as operações diárias e seus respectivos departamentos.

(iii) Liderança e suporte à filosofia

Os recursos humanos são, indiscutivelmente, os ativos mais valiosos dentro de qualquer organização. Torna-se, portanto, de extrema importância que os gestores reconheçam e identifiquem cada uma de suas forças de trabalho e

desenvolvam uma estrutura organizacional adequada, caso contrário, os profissionais podem ficar descontentes, resultando em uma alta rotatividade de pessoal, extremamente prejudicial às organizações (ANUMBA, BALGH e KHALFANA, 2008).

A mudança de pensamento (para aplicação da ES) deve iniciar pelos profissionais que estão no topo da gestão de uma organização, a partir daí devem “contagiar” todos os profissionais envolvidos com os benefícios da filosofia da Engenharia Simultânea, e quais são as suas necessidades (MADDUX e SOUDER, 1993).

Os gestores, responsáveis pelo acompanhamento de um projeto, podem efetivamente estimular e desenvolver uma comunicação interorganizacional entre todos os participantes deste projeto e, portanto, melhorar o desempenho dos processos (LOVE *et al.*, 1998).

Durante a elaboração do esquema de trabalho e do plano de ação para o desenvolvimento das atividades, o “maître d’ouvrage” – chefe de projeto ou engenheiro de execução – tem limitadas relações com os demais, trazendo à tona hipóteses para o desenvolvimento dos trabalhos e dando margem a possíveis inconsistências no processo de formulação do modelo de produção (MELHADO, 2013).

Durante o processo, faz sentido a transferência de diferentes contribuições, entre distintos profissionais, principalmente entre os ditos “projetistas” e aqueles denominados “executores”. Quanto maior o tempo gasto por um profissional na contribuição para elaborar um determinado produto, menor é o tempo de execução deste produto (MELHADO, 2013).

(iv) Equipes adaptadas para executar a filosofia

Dentro das equipes multidisciplinares, é atribuído um determinado grau de autorização aos seus membros, em que estes são encorajados a ser criativos e inovadores. Cada um destes membros deve estar ciente de que ele é unicamente responsável pela gestão dos processos.

Além disso, aos membros da equipe são dadas atividades a executar, e, subsequentemente, são encorajados a interagir com os demais membros acerca de seus resultados. À medida que o grau de coesão entre os membros se torna

explícito, a orientação de papéis e tarefas será evidentemente multifuncional, e com isto, será atingida uma coesão nas metas (Figura 04) a serem alcançadas (LOVE *et al.*, 1998).

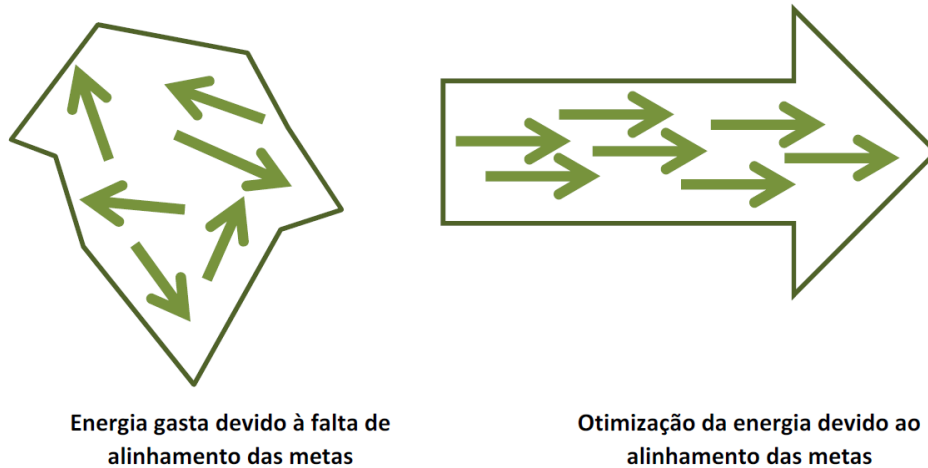


Figura 5 - Coesão e alinhamento de metas
FONTE: Adaptado de Love *et al.* (1998).

No ambiente corporativo atual, devido ao crescimento da complexidade dos produtos consumidos e da confiança em tecnologias especializadas e seus métodos de produção, os profissionais parceiros têm-se tornado uma questão cada vez mais importante (PRASAD, 1999).

Esta formação de profissionais fornecedores parceiros é uma questão, muitas vezes, subestimada pelas organizações quando da implementação dos preceitos da ES (PRASAD, 1999).

b. ASPECTOS TÉCNICOS

(i) Ferramentas computacionais e Tecnológicas

Existem inúmeras ferramentas computacionais e tecnológicas capazes de dar suporte à Engenharia Simultânea: Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), estereolitografia, prototipagem, entre outras ferramentas computacionais (MADDUX e SOUDER, 1993).

É preciso estimular, mesmo que gradualmente, a diminuição do número de interfaces computacionais, ou seja, a padronização da ferramenta ou programa entre os profissionais atuantes em um mesmo projeto. A convergência destas inúmeras ferramentas pode causar problemas no fluxo positivo da busca por informações (PRASAD, 1999).

Cada uma das ferramentas de computação utilizadas tem características específicas, sendo assim, a forma de alimentação (insumos) das informações, bem como os resultados (saídas) variam conforme cada um. Caso seja necessária a alimentação manual destes insumos, esta ação fica propensa a erros (PRASAD, 1999).

(ii) Métodos para otimização da Produção

Reconhece-se que as decisões de projeto, feitas no início do Ciclo de Vida do Produto (CVP), podem ter um significativo efeito em sua produção, qualidade, custo, tempo de execução e também no sucesso de vendas dos produtos finais. Além disso, acredita-se que os custos advindos de mudanças de produto aumentam significativamente quanto mais tarde forem tomadas dentro do CVP. Isto significa que os projetistas devem incluir considerações de execução em seus projetos, com o intuito de prevenir problemas futuros (JO, PARSAEI e SULLIVAN, 1993).

Em ES é possível reduzir significativamente o tempo de desenvolvimento de um produto, reduzindo os erros de projeto e minimizando as características difíceis de serem executadas; este é o conceito básico dos projetos para produção, expressos pelo DFM – *Design for Manufacturability* (JO, PARSAEI e SULLIVAN, 1993).

Outro conceito relevante é o DFA – *Design For Assembly*. Este conceito de Projeto para Montagem, desenvolvido pela Universidade de Massachussets, surgiu com o objetivo de fazer com que todos os componentes sejam desenvolvidos para serem facilmente agregados aos demais, para assim compor o todo, contribuindo significativamente para a redução de custos (JO, PARSAEI e SULLIVAN, 1993).

Este conceito pode ser traduzido para a Construção Civil como a compatibilização dos projetos ou os projetos para produção, que buscam otimizar a logística de montagem dos elementos em obra, tais como: *kanbans*, *pipeline* e a modulação da alvenaria.

Em ES, a principal forma de se alcançar a otimização da produção seria a execução de tarefas em paralelo. Para o gerenciamento de tarefas, existem duas tipologias para a relação entre determinadas atividades: as independentes e as dependentes. Gerenciar a primeira delas é bastante simples, no entanto, para as tarefas dependentes sua gestão é bastante complexa (PRASAD, 1999).

Sobre as tarefas dependentes, não há a necessidade de uma determinada ação aguardar a finalização de outra para ser iniciada. Em geral, surge a demanda de fornecer determinada informação à outra, a partir desta informação, sendo definida é que a atividade dependente pode ser iniciada. É neste ponto que deve haver a programação desta interdependência (PRASAD, 1999).

(iii) Compartilhamento de Informações

Prasad (1999) complementa este critério, reforçando a ideia de que este compartilhamento de informações deve acontecer de forma transparente, de modo a facilitar a troca de informações entre os diferentes membros das “equipes simultâneas”. Todos os profissionais envolvidos neste ambiente comum devem possuir o mesmo entendimento sobre os termos frequentemente utilizados, bem como seus significados e repercussões.

Ainda, segundo o autor, isto demanda a proposição de um “dicionário de dados e semântica”, ou seja, a criação de um vocabulário comum capaz de solucionar conflitos e construir consensos. Os principais elementos que contribuem para esta “comunicação transparente” são: acesso mundial às informações; código de produto comum, intercâmbio eletrônico de dados e memória técnica.

Love *et al.* (1998) descreve que, para alcançar uma efetiva comunicação entre os profissionais, é preciso enxergar além das formas tradicionais de gestão, normalmente conformadas em pirâmides hierárquicas, e implementar formas alternativas de organização que possam encorajar a comunicação aberta, bem como minimizar as barreiras impostas ao fluxo da comunicação.

(iv) Padronização dos Processos e Ferramentas

Romano *et al.* (2011) comentam a necessidade, direcionada aos praticantes da ES, de padronizar as formas de apresentação e documentação dos projetos dentro do CVP (Ciclo de Vida do Produto), bem como procedimentos da Gestão do Conhecimento, capazes de armazenar as informações e possibilitar a retroalimentação dos projetos e procedimentos.

Há, ainda, a necessidade de manter padrões em todas as atividades executadas, por diferentes profissionais e fornecedores, por meio da adoção de procedimentos internos e externos (ROMANO *et al.*, 2011).

Pode-se também referenciar o critério “Padronização dos Processos” por meio de conceitos advindos do Sistema Toyota de Produção (STP). O desenvolvimento deste sistema, elaborado ao longo de décadas por meio de tentativa e erro, promoveu destacada competitividade, o que despertou o interesse de empresas e estudiosos (PICCHI, 1993).

O STP é suportado por dois grandes pilares: o *just-in-time* e a autonomia. O primeiro diz respeito à produção e à aquisição de um determinado elemento somente quando este é necessário; já a autonomia tem o sentido de automação com interferência humana, ou seja, o aumento da produtividade através da separação dos tempos das máquinas e dos operadores, onde a produção pode ser parada caso erros sejam sinalizados, impedindo que os mesmos erros sejam produzidos em série (PICCHI, 1993; TAIICHI, 1997).

Dentro do STP está a ideia de “trabalho padronizado”, entendido como a descrição dos procedimentos e a sequência de operações (PICCHI, 1993). Esta padronização é fundamental para a sinergia entre as atividades desenvolvidas dentro do CVP na Construção Civil, proporcionando que todos os profissionais envolvidos trabalhem em função da mesma meta (ANUMBA, BALGH e KHALFAN, 2008).

2.2.5. Gestão de processos e Informações

As grandes etapas da construção – Projeto e Execução – continuam sendo vistas independentemente. Vê-se necessária, então, a verificação de ferramentas que promovam a correta elaboração dos projetos, de modo a garantir eficiência da produção na Construção Civil.

Aplicada a este revezamento de ações, observa-se a gestão sequencial do processo, a qual apresenta escassos instrumentos de previsão de problemas e baixa flexibilidade em sua programação. Dessa forma, a fase projetual configura-se desvalorizada, acreditando-se que diversas decisões podem ser tomadas *in loco* e empurrando a tomada de decisões à fase subsequente, ou seja, à fase construtiva dos edifícios (HARTLEY apud FABRICIO, 2002).

Nesse contexto, a problemática da construção civil estaria, então, em como gerenciar e processar estas informações, de modo a garantir o bom entendimento e

a transferência das ideias, bem como o correto armazenamento destas informações, tornando-as disponíveis a diferentes profissionais e em diferentes etapas da produção construtiva. Estas informações, se armazenadas e processadas corretamente, transformam-se em conhecimento, o qual se incorpora à política das empresas e pode, futuramente, ser aplicado aos novos empreendimentos e passado a todos os profissionais da empresa, como forma de boa prática.

A tendência para a elaboração, e até mesmo na execução de processos dentro da construção civil, é a de atuação independente dos diferentes profissionais envolvidos, apesar de suas atividades estarem inerentemente relacionadas. Com a crescente concorrência entre as empresas aumenta a necessidade de integração e simultaneidade entre as diferentes atuações (EVBUOMWAN, ANUMBA, 1998).

No entanto, tal falta de integração abre novas discussões e questionamentos: tais ferramentas possivelmente não estão ambientadas às características específicas da construção civil, pois, muitas vezes, foram simplesmente usurpadas de outros setores da economia, e, portanto, devem ser adequadas às características do processo de produção na construção civil.

Planejamento é o procedimento em que eventos e atividades futuros são previstos, e baseado neste conhecimento, adotam-se tecnologias e organizações de trabalho, os quais são conectados, dimensionados, distribuídos e arranjados de modo que o controle de sua execução seja conduzido.

A etapa de planejamento é concebida para o futuro, e este futuro é sempre marcado por incertezas. É por esta razão que a tomada de decisões de um projeto não deve ser baseada em adivinhação, memória, sensibilidade profissional e intuição, e sim reduzida a processos científicos de determinação (ZLATANOVIĆ e MATEJEVIĆ, 2011).

Alguns fatores são determinantes para o sucesso do planejamento em Construção Civil. Tal planejamento está de acordo com a realidade quando (ZLATANOVIĆ e MATEJEVIĆ, 2011):

- (i) Está condizente com o potencial e a capacidade de produção da empresa construtora.
- (ii) Está baseado em dados concretos.
- (iii) Utiliza-se da experiência adquirida em práticas anteriores.
- (iv) Está em concordância com as condições do mercado.

A gestão da informação e comunicação na Construção Civil tem-se beneficiado dos avanços da Tecnologia da Informação, e estas inovações foram levadas ao canteiro de obras. No entanto, o campo de atuação da Construção Civil conta com mão de obra pouco habituada a estas tecnologias.

Sistemas de computadores móveis MC – *Mobile Computing* (como *tablets* e telefones celulares) apresentam grande potencial no auxílio à troca eficiente das informações. No entanto, antes da implementação destes dispositivos, torna-se necessária a investigação do contexto da recuperação e transferência dos dados e informações, bem como a conscientização dos profissionais sobre sua importância (CHEN e KAMARA, 2008).

A Tecnologia da Informação aparece como ferramenta fundamental para o sucesso das iniciativas em prol da otimização na construção civil, ao potencializar a comunicação e integração entre atividades e profissionais (MELHADO, 2011).

A indústria da Construção Civil vem incorporando gradativamente os processos de Tecnologia da Informação, os quais auxiliam no correto manejo dos dados. No entanto, são muitas as barreiras ainda existentes que impedem a efetiva utilização das ferramentas de TI (NASCIMENTO e SANTOS, 2011).

Entre os fatores apresentados como inibidores da Tecnologia da Informação tem-se, segundo Nascimento e Santos (2011), os seguintes aspectos:

- (i) Devido ao fato de o produto ser produzido manualmente e *in loco*, não se exige demasiada precisão na representação do projeto.
- (ii) As divergências entre os profissionais e entre diferentes empresas são intensas, o que dificulta a padronização do processo.
- (iii) A maioria dos profissionais subutiliza as ferramentas computacionais normalmente, a exemplo do CAD – *Computer Aided Design*. Por mais que exista uma hegemonia desta ferramenta, a mesma é customizada, quebrando esta possibilidade de compatibilização.
- (iv) Os profissionais com a função de gestores têm escasso conhecimento acerca da Tecnologia da Informação, pois suas formações (entre engenheiros e arquitetos) é estritamente técnico específico.
- (v) Existe a dificuldade de se trabalhar estas ferramentas em rede.
- (vi) O uso destas ferramentas computacionais é recente.
- (vii) Há resistência dos profissionais do setor às novas tecnologias.

(viii) A diferença de porte das empresas impossibilita que todas tenham acesso às ferramentas da Tecnologia da Informação.

(ix) Baixa escolaridade e formação da mão de obra envolvida, a qual muitas vezes é analfabeta.

(x) Falta de padronização na comunicação e transferências das informações.

O correto armazenamento das informações e dados deve estar disponível a todos os envolvidos no processo de produção, proporcionando o acesso rápido e simples, de modo a viabilizar uma visão geral e abrangente dos dados. Tal interdisciplinaridade se estende à posterior documentação dos dados do processo.

Os processos de certificação da qualidade detêm-se à correta gestão das empresas, não se estendendo aos processos de projeto. Dessa forma, aumenta a divergência entre os diferentes profissionais e diferentes empresas atuantes na produção de edifícios (SALGADO, 2004). Para estar em consonância, é necessário que se aperfeiçoem ferramentas de certificação que sejam abrangentes a todo o processo e aos diferentes atores envolvidos.

Sobre a gestão do conhecimento, atualmente, observa-se a desvalorização de bens físicos e a migração da riqueza de bens tangíveis para bens intangíveis. Sendo assim, a valorização da riqueza desloca-se do fazer para o saber, discutindo o método de como produzir melhor determinado bem (FILHO, SABBADINI, 2011). Frente a este cenário, busca-se a otimização do processamento das informações, de modo que o conhecimento seja transmitido de forma clara e que diferentes fontes de informação trabalhem em conjunto para um melhor resultado.

Segundo Fabricio e Melhado (2002), caso sejam inseridas no ambiente corporativo de empresas de construção civil, por exemplo, a gestão eficiente destas informações e a Engenharia Simultânea refletem-se não só na otimização atual dos processos de produção, mas também possibilita a geração de inovações. Ambas as melhorias contribuem e fomentam a competitividade entre as empresas, cada vez mais estimulada pelos mercados em expansão (CANONGIA, SANTOS, ZACKIEWICS, 2004).

Frente a este cenário, a gestão do conhecimento (GC) tem por objetivo formular um ambiente propício à troca destas informações entre diferentes indivíduos, bem como a armazenagem e a distribuição das mesmas (FILHO e

SABBADINI, 2011). A Engenharia Simultânea (ES), ao propor a unificação das diferentes partes do conhecimento na concepção de produtos, compartilha a problemática da gestão das informações, as quais devem ser produzidas e reproduzidas com clareza, de modo que a sequência dos processos de informação não sejam punidos pela má disposição do conhecimento (SILVA, 2004).

A problemática da transferência de conhecimento está em registrar e disseminar o conhecimento entre todos os membros de uma equipe, até mesmo futuros profissionais, tanto aqueles conhecimentos ditos explícitos quanto tácitos (NONAKA, TAKEUCHI, 1997).

Diferentes atores do processo, com formações e contribuições distintas, enriquecem o processo de produção de empreendimento (Azevedo e Moeckel, 2004); no entanto, esta diversidade, tão valorizada nas instituições contemporâneas, necessita organização de todo este conhecimento desejado, de modo a otimizar efetivamente seus resultados, pois de nada adianta ter os dados se não pode transformá-los em conhecimento.

A comunicação falha entre os diferentes profissionais e entre as diferentes etapas, incluindo fornecedores, projetistas, construtores e gestores, dá margens às inúmeras falhas de execução, gerando gastos excessivos, baixa qualidade, alteração de cronograma e, principalmente, ocasionando um retrocesso no ciclo de vida do empreendimento. Tais relações entre diferentes atores são tidas como efêmeras, e, mais uma vez, torna-se difícil a criação de relações duráveis baseadas na transferência de conhecimento e experiências (HALIN, KUBICKI, 2008).

No entanto, tais deficiências não interferem somente em uma determinada obra, elas acabam por se estender a todo o setor, criando uma baixa credibilidade frente a outras áreas da economia e inibindo a introdução de novas tecnologias, as quais poderiam ser fomentadas pela intensa troca de informações entre as partes integrantes do processo.

A gestão do conhecimento e a Engenharia Simultânea, ao se basearem em assuntos comuns – o conhecimento – compartilham das mesmas dificuldades e obstáculos até, finalmente, serem apropriadas pela cultura organizacional de uma empresa; no entanto, sua difícil apreensão torna o processo lento e gradativo (SILVA, 2004).

A gestão do conhecimento cria artifícios não físicos para a organização das informações, sendo aplicada como uma política empresarial enraizada nas pessoas, assim como a ES. Esta implantação coordenada configura uma vantagem competitiva que não pode ser imitada pelos concorrentes (SILVA, 2004), ao mesmo tempo em que propicia um ambiente aberto às inovações, devido a uma maior integração e processamento das informações que serão transformadas em conhecimento (CANONGIA, SANTOS, ZACKIEWICS, 2004).

Enquanto a gestão do conhecimento formula artifícios para a produção simultânea de conhecimento e ação, a Engenharia Simultânea detém-se, principalmente, no correto manejo destas informações para aplicações e consequências futuras, partindo da fase projetual e repercutindo diretamente no canteiro de obras.

Suas intenções encontram-se, então, no fato de as duas trabalharem o correto manejo dos dados, de modo a subsidiar etapas imediatamente seguintes – a Gestão do conhecimento – transferindo o mesmo aos outros setores e à Engenharia Simultânea, proporcionando aos diferentes profissionais a utilização destas informações para a elaboração dos projetos.

Como levantado, a Gestão do Conhecimento detém-se, prioritariamente, às relações interpessoais de uma única empresa. No caso da Engenharia Simultânea, há a necessidade de estender tais métodos de transferência de conhecimento às outras empresas, visto que a Engenharia Simultânea propõe a ligação entre diferentes profissionais e entre diferentes empresas. Tal propósito coordena ao mesmo tempo em que incentiva relações confiáveis e de longo prazo entre diferentes corporações, tornando-se cada vez mais um parâmetro competitivo fundamental (AQUINO e TEIXEIRA, 2011).

Atualmente, muito se discute sobre os benefícios da aplicação de uma gestão integrada nos processos de produção. No entanto, há pouca literatura – ligada à construção civil – que trate especificamente os fatos e os torne aplicáveis efetivamente aos processos de produção, por meio de diretrizes e recomendações viáveis.

Para superar as adversidades que impedem a implementação de melhorias ao processo de produção na CC, é necessário treinamento em todos os níveis hierárquicos envolvidos no processo, intervenção vertical (AKINTOYE, McINTOSH,

FITZGERALD, 2000), de modo a conscientizar plenamente os profissionais em relação às novas ferramentas e dinâmicas de gestão.

O maior obstáculo para a implementação de indicadores de desempenho em empresas da construção civil reside no baixo comprometimento destas organizações com políticas de qualidade, bem como a falta de experiência dos profissionais envolvidos com estas iniciativas (LANTELME, 1999).

A Construção Civil precisa da colaboração individual de diferentes profissionais para conformar sua totalidade, e estas atribuições estão, muitas vezes, ligadas com suas respectivas responsabilidades dentro das equipes de projeto. A construção de informações neste nível tem grande influência nos processos de decisão e afeta a capacidade destes profissionais em resolver problemas específicos (CHEN e KAMARA, 2008).

Dessa forma, a gestão do conhecimento em etapas específicas do processo tem grande repercussão na conformação do ciclo produtivo em sua totalidade.

Para isso, a recuperação das informações, expressa nesta dissertação pela ontologia, acessadas pelos profissionais como suporte às decisões, precisa incluir desenhos, informações sobre progresso, cronograma de produção, regulamentações de segurança e controle de qualidade (CHEN e KAMARA, 2008). Esta ação refere-se à necessidade de profissionais, localizados em ambientes distintos, de trabalharem juntos, em busca de um mesmo objetivo.

Estes ambientes colaborativos tendem a evoluir, proporcionando a imersão simultânea dos profissionais (conexão entre duas ou mais pessoas), de modo a garantir a construtibilidade do edifício, sendo iniciado na etapa projetual e estendendo-se até a fase de execução, onde o profissional de obra alimenta a base de dados, fornecendo as informações aos demais profissionais (COELHO e NOVAES, 2012), até mesmo àqueles pertencentes ao início do processo.

Em um mercado com empreendimentos cada vez mais complexos, cresce também a complicação na comunicação entre os profissionais. Dessa forma, cada vez mais, a Construção Civil vem se beneficiando de sistemas *extranet* como forma de facilitar a comunicação entre os profissionais da Construção Civil, tanto para o desenvolvimento de projetos como para a troca de informações e tomada de decisões.

No entanto, esta ferramenta deve estar em contínuo aperfeiçoamento, de modo a se adequar às particularidades da Construção Civil, e garantir que as informações estejam disponíveis às partes interessadas no momento das decisões (BORDIN, SCHMITTI e GUERRERO, 2012).

As tecnologias *wireless* oferecem um eficiente caminho para a troca de informações e comunicação em tempo real dentro da construção civil. Surgem, atualmente, sites de comunicação *on-line* entre profissionais, conceito este que sugere redes de comunicação em malha, não somente comunicando diferentes localidades, mas, principalmente, disponibilizando estas informações na *internet*.

A viabilidade destas ferramentas fomenta ainda mais seus benefícios, como redução no tempo de execução de determinadas atividades, respostas rápidas aos riscos de segurança e possibilidade de documentação automática para o *as built* (NUNTASUNTI e BERNOLD, 2012).

Não menos importante para o sucesso destas ferramentas é o envolvimento e a aceitação dos profissionais envolvidos, pois sua eficácia depende da credibilidade, da colaboração e a partilha de informações entre os participantes. Caso utilizados de forma plena, estas ferramentas podem proporcionar mudanças revolucionárias nos recursos de comunicação dentro da Construção Civil (NUNTASUNTI e BERNOLD, 2012), alterando a conformação das reuniões presenciais – que possuem sua eficiência comprovada, porém de forma onerosa – para reuniões *on-line*.

A indústria da construção civil, em sua conformação atual, possui a característica de que em cada fase do ciclo atuam diferentes profissionais por um curto período de tempo. Esta abordagem tradicional visa à atuação sequencial no desenvolvimento das atividades. Na fase projetual, em sua maioria, os arquitetos finalizam suas atividades antes do início dos engenheiros de estruturas, que, por sua vez, finalizam sua atuação antes do início da fase de execução (CHEN e KAMARA, 2008).

O cenário atual, referente à relação de projetistas e construtores/incorporadores, vem se tornando cada vez mais superficial. Relação esta baseada, em sua maioria, somente em critérios financeiros, diminuindo a ligação entre os processos de projeto e os processos de produção estabelecidos pelas empresas construtoras (FABRICIO e MELHADO 1998b).

Tal afirmação vai de encontro à lógica que reconhece a etapa projetual como parte norteadora de todo o processo, repercutindo em custos, tempo de produção e qualidade.

A necessidade de integração entre estas partes não diz respeito somente à fidelidade entre construtora e escritório de projeto (a manutenção contínua de equipes internas de projeto é demasiadamente onerosa), mas à efetiva integração, demonstrada em visitas constantes à obra e qualificação dos projetistas, segundo a tipologia construtiva utilizada pela empresa contratante (FABRICIO, MELHADO 1998b).

A ruptura entre as atividades de projeto e execução tem deixado uma grande lacuna entre atividades inerentemente inseparáveis e dependentes. Isto contribui para uma perda sistemática da qualidade dos profissionais de projeto, tanto de arquitetura quanto de engenharia, contribuindo para a ausência de uma visão transversal e da capacidade de sintetizar a relação entre as atividades (MELHADO, 2011).

Uma etapa fundamental para a concepção do produto edificado é a transição entre a fase projetual e a efetiva execução do empreendimento. No entanto, os projetos são concebidos, em sua maioria, desconhecendo até mesmo o processo construtivo a ser utilizado pelo construtor. Estas imperfeições acabam tornando falhas as especificações de como executar e em qual sequência as atividades devem ser desenvolvidas (FABRICIO, 2002).

Aplicando as teorias de Nonaka e Takeuchi (1997) à Engenharia Simultânea e conseqüentemente à construção civil, observa-se a necessidade de diálogo intenso entre diferentes indivíduos, os quais devem, preferencialmente, conformar grupos heterogêneos de trabalho.

Apesar dos intensos instrumentos virtuais de troca de dados, torna-se necessário, quando possível, relações presenciais durante o processo de elaboração dos produtos. Assim como na Engenharia Simultânea, a Gestão do Conhecimento não busca impor métodos ou tecnologias a nenhum ambiente corporativo; pelo contrário, busca adequar estes novos métodos às dinâmicas inerentes a cada empresa, ou, até mesmo, moldando aquelas já consolidadas (SILVA, 2004).

Com o intuito de implantar a Engenharia Simultânea às empresas, é necessário valer-se da gestão do conhecimento não só para aperfeiçoar as informações referentes ao setor de atividades em questão. A Gestão do Conhecimento deve servir de ferramenta, também, para identificar e sintetizar o perfil de determinadas corporações, de modo que suas particularidades organizacionais sejam incorporadas à gestão, facilitando sua apropriação por parte dos atores envolvidos. A gestão do conhecimento não deve ficar restrita à utilização de ferramentas de gestão computacionais, ela deve transcender tais artifícios e penetrar no ambiente coletivo (MOECKEL e AZEVEDO, 2004).

2.3. ONTOLOGIAS

A indústria da Construção Civil vem incorporando gradativamente os processos de Tecnologia da Informação (TI), os quais auxiliam no correto manejo dos dados. No entanto, são muitas as barreiras ainda existentes que impedem a efetiva utilização das ferramentas de TI (NASCIMENTO e SANTOS, 2011).

Pessoas, organizações e sistemas de *softwares* devem estar conectados entre si (USCHOLD e GRUNINGER, 1996); todavia, a diferença entre as partes, respeitando suas especificidades, dificulta esta integração. Estas falhas podem levar à comunicação pobre e dificuldade em identificar as necessidades comuns.

Para solucionar isso, tem-se a necessidade de reduzir ou eliminar a confusão terminológica e conceitual durante a integração dos dados (USCHOLD e GRUNINGER, 1996). Assim, surgem iniciativas que objetivam potencializar a integração de sistemas da informação (PACHECO e KERN, 2001), promovendo a construção, por meio do consenso entre peritos em cada área, de uma linguagem comum, e, por consequência, a promoção de dados e informações idôneas.

Neste contexto, surgiu o conceito de Ontologia, introduzido na Inteligência Artificial há mais ou menos 26 anos, quando se percebeu a emergência da Engenharia do Conhecimento neste domínio, como resposta aos problemas de representação e de manipulação em sistemas de computador (FÜRST, 2002).

As ontologias se apresentam como possibilidades para a representação do conhecimento dentro dos sistemas da informação, pois têm como objetivo organizar

e padronizar conceitos, termos e definições vigentes dentro de um grupo específico (SILVA *et al.*, 2011).

O desenvolvimento de ontologias torna-se necessário, ou interessante, em todos os processos onde há a necessidade de interação entre informações, dados e conhecimentos (NOY e McGUINNESS, 2011), com o intuito de adquirir um objetivo comum.

Fruto do desenvolvimento da TI, a Ontologia recebeu espaço em diferentes áreas de atuação, devido à sua capacidade de fornecer uma variedade de serviços ao conhecimento. Diferentes disciplinas passaram a incorporar estes fundamentos, utilizados para compartilhar e anotar informações em seus diferentes campos (NOY e McGUINNESS, 2011).

Um dos principais campos de atuação das ontologias é atribuir à *internet* uma verdadeira camada de conhecimento, permitindo pesquisas de informação em nível semântico, e não mais somente sintático (FÜRST, 2002).

2.3.1. Conceito

Por ontologia entende-se o consenso de determinado tema por peritos em área específica. Para estudo desta dissertação, fica estabelecido que a produção de um empreendimento seja o objeto da ontologia, e os diferentes profissionais envolvidos, os peritos em sua atuação (PACHECO e KERN, 2001). Segundo Mizoguchi e Ikeda (1996), o papel da engenharia de ontologias é fornecer uma base de construção de modelos para todas as atividades em que a ciência da computação é interessante.

Segundo Almeida e Bax (2003), o termo ontologia tem origem no grego “*ontos*”, ser, e “*logos*”, palavra. Seu termo original é a palavra aristotélica “categoria”, a qual pode ser utilizada com a intenção de classificar alguma coisa.

Existem inúmeros conceitos e definições para as ontologias dentro da literatura de inteligência artificial. No entanto, muitos deles acabam por contradizer uns aos outros (NOY e McGUINNESS, 2011), havendo a dificuldade na obtenção de um consenso entre elas. No Quadro 4 são listados alguns destes conceitos, propostos por diferentes autores:

Quadro 4 – Conceitos da Ontologia

| | |
|-----------------------------------|---|
| ALMEIDA E BAX (2003) | “Uma ontologia é criada por especialistas e define as regras que regulam a combinação entre termos e relações em um domínio do conhecimento.” |
| GRUBER (1993) | “A especificação de um vocabulário representacional para o domínio compartilhado de um discurso – definição de classes, relações, funções e outros objetos.” |
| STAAD (2010) | “Ontologias são esquemas de dados, os quais fornecem um vocabulário controlado de conceitos, cada um explicitamente definido.” |
| GUARINO (1998) | “Uma ontologia se refere a um artefato de engenharia, constituído de um vocabulário específico utilizado para descrever uma determinada realidade, mais do que um conjunto de suposições explícitas em relação ao significado pretendido para palavras do vocabulário.” |
| NOY e McGUINNES (2011) | “Uma ontologia define um vocabulário comum para pesquisadores que precisam compartilhar informações em um domínio, isto inclui definições interpretáveis de conceitos básicos em um domínio e nas relações entre eles.” |
| USCHOLD e GRUNINGER (1996) | “Ontologia é o termo utilizado para referenciar o entendimento compartilhado de algum domínio de interesse, que pode ser utilizado como um quadro unificador para resolver problemas.” |
| O’LEARY (2001) | “Uma ontologia é uma descrição de conceitos e relações que podem existir para um agente ou uma comunidade de agentes. |

FONTE: A autora

2.3.2. Objetivos da Ontologia

As ontologias são comumente utilizadas como auxílio à gestão das informações, de modo que ocorra a troca das mesmas, indicadores de desempenho, avaliação e recuperação em diferentes tipologias de processos, contribuindo para a troca de conhecimento consensual, bem como a interoperabilidade entre sistemas de informação e comunicação (USCHOLD e GRUNINGER, 1996).

Um dos mais importantes papéis da ontologia é impedir o uso de definições ambíguas para termos utilizados em sistemas de *softwares* (USCHOLD e GRUNINGER, 1996).

Noy e McGuinness (2011) apontam alguns fatores que levam ao interesse pela implementação das ontologias, sendo eles:

- (i) Compartilhar compreensões comuns da estrutura da informação entre diferentes pessoas e *softwares*.
- (ii) Permitir a reutilização do domínio do conhecimento.
- (iii) Fazer o domínio explícito das suposições.
- (iv) Separar o domínio do conhecimento, do conhecimento operacional.
- (v) Analisar o domínio do conhecimento.

A apropriação das ontologias surge como alternativa à correta organização das informações, à medida que crescem as fontes de dados, dificultando a recuperação das mesmas. Para tanto, esta ferramenta atua na seleção, processamento, recuperação e disseminação (ALMEIDA e BAX, 2003), tanto de dados e informações quanto de conhecimento.

2.3.3. Construção de uma ontologia

As ontologias podem possuir uma variedade de formas, mas necessariamente elas devem incluir um vocabulário de termos e algumas especificações em seu significado (USCHOLD e GRUNINGER, 1996).

Para a construção de ontologias, existe uma carência de metodologias formais, o que atribui, ainda, um caráter mais artesanal que científico, além da falta de comunicação entre as diferentes abordagens (ALMEIDA e BAX, 2003).

Existem ferramentas de modelagem de processos e ontologias disponíveis, no entanto, a mais relevante dentre elas é o Sistema Protégé. Esta ferramenta, desenvolvida pela Universidade de Stanford, possibilita a edição interativa de ontologias e bases de conhecimento, podendo ser adaptado às novas necessidades e incorporar diferentes funções, específicas a cada atividade (NOY e MCGUINNESS, 2001).

Para Noy e McGuinness (2011) não há caminhos corretos para a modelagem de um domínio para uma ontologia, pois existem inúmeras alternativas, a melhor aplicação dependerá das aplicações a serem trabalhadas.

Um fato importante durante a elaboração de uma ontologia é a compatibilização da linguagem entre o criador da ontologia e aqueles que irão manter e alimentar a descrição desta (NOY e McGUINNESS, 2011). É necessário, então, fornecer a cartografia para esta comunicação.

No momento do desenvolvimento de uma nova ontologia, há a exigência do aproveitamento de ontologias já estabelecidas, incorporando aquelas já consolidadas ao modelo que se propõe desenvolver, principalmente se o seu modelo necessita de uma maior interação com outras aplicações (NOY e McGUINNESS, 2011).

Para a criação de uma ontologia, torna-se necessária uma classificação, por meio do mapeamento de todos os componentes do processo, de modo a enquadrá-los dentro das hierarquias propostas pelas ontologias (NOY e McGUINNESS, 2011). Para facilitar o entendimento, pode-se utilizar uma indústria de vinhos (proposta por NOY e McGUINNESS, 2011).

Ainda, segundo os autores, não há um caminho correto de como desenvolver uma ontologia, somente algumas regras e discussões gerais que auxiliam neste processo. Isto se deve às diversas alternativas que se apresentam, variando conforme o produto da ontologia, onde as melhores soluções dependem da aplicação que se deseja (processos iterativos) – em todo o ciclo de vida de uma ontologia.

Frente às várias alternativas que se apresentam, resta, ao autor da ontologia, a opção pela qual aplicar e qual delas responderá melhor ao trabalho a ser submetido (NOY e McGUINNESS, 2011).

Ao iniciar a criação de uma ontologia são definidos os objetivos e as aplicações da mesma. No entanto, estas definições podem ser alteradas à medida que se evolui na construção da ontologia (NOY e McGUINNESS, 2011).

Devido à sua capacidade de adequação às diferentes áreas e atividades, o modelo de uma tipologia varia conforme sua aplicação. A estrutura das ontologias varia também conforme seu uso. No entanto, existem características e componentes comuns que estão presentes em sua maioria (ALMEIDA e BAX, 2003).

Como componentes básicos de uma ontologia têm-se (ALMEIDA e BAX, 2003):

- (i) Classes – organizadas em uma taxonomia.

- (ii) Relações – representam os tipos de interação entre conceitos de um domínio.
- (iii) Axiomas – utilizados para modelar sentenças sempre verdadeiras.
- (iv) Instâncias – utilizadas para representar elementos específicos (próprios dados da ontologia).

Para Fernandes, *apud* Silva *et al.* (2011), o processo de elaboração de ontologias deve estar fundamentado, e normatizado, segundo o padrão internacional IEEE-1074, o qual regulamenta o desenvolvimento de *softwares*. A justificativa, segundo o autor, para esta necessidade de normatização surge à medida que se considera uma ontologia um componente de produtos de *software*.

A concepção das categorias, propostas pelo IEEE-1074, propõe um modelo de ciclo de vida para as ontologias (SILVA *et al.*, 2011), sendo eles:

- (i) Gerenciamento do projeto: formalização do processo de ciclo de vida da ontologia, bem como o planejamento da gestão do processo de construção.
- (ii) Pré-desenvolvimento: elaborar uma análise crítica identificando os problemas de um sistema, bem como estudo de viabilidade da proposta e recursos necessários.
- (iii) Especificação de requisitos: em função das necessidades observadas, são traçadas regras de restrições às quais o produto deve se submeter; estes mesmos requisitos servem de base para a fase de modelagem e prototipação da ontologia. Os requisitos auxiliam posteriormente na verificação do alcance e eficiência da ontologia.
- (iv) Modelagem conceitual (conceitualização da ontologia): busca o desenvolvimento da representação organizada e coerente do sistema, buscando a abrangência das atividades e intervenientes do processo. Os conceitos elaborados na fase anterior são organizados em uma taxonomia, resultando nas classes conceituais.
- (v) Formalização: é a transformação do modelo conceitual da ontologia em um modelo formal, a fim de definir de forma precisa o seu

significado. As técnicas aplicadas nesta fase são provenientes da Inteligência Artificial.

- (vi) Implementação: é a transformação da representação do projeto de arquitetura do software em uma linguagem de programação. Para as ontologias, a implementação consiste em mapear o modelo formal em uma linguagem das ontologias, adequando-se às demandas.
- (vii) Manutenção: esta fase pós-desenvolvimento consiste na identificação dos problemas e melhorias do produto, resultando em novas versões revisadas.
- (viii) Integração: esta fase sugere a integração das ontologias com outras já desenvolvidas, por meio da reutilização de outros conhecimentos já consolidados.
- (ix) Avaliação: sugere a execução de testes e avaliações, de modo a garantir a idoneidade da ontologia.
- (x) Documentação: elaboração de relatório destinado aos usuários e desenvolvedores do produto, fornecendo informações sobre seu funcionamento.

Apesar das ontologias buscarem a representação do conhecimento de forma idônea (SILVA *et al.*, 2011), há a necessidade de verificação e avaliação da construção das ontologias, de modo a garantir a qualidade do conhecimento gerado. Para tanto, são apresentadas, a seguir, formas já consolidadas para a validação de ontologias.

No entanto, mesmo estas ferramentas de validação, provenientes de buscas inteligentes, devem passar por avaliações. Para suprir esta necessidade, Tello, *apud* CORDEIRO (2005) desenvolveu uma ferramenta de *software* denominada *Ontometric*, que possibilita medir a idoneidade das ontologias candidatas. Seu esquema é apresentado na Figura 6.



Figura 6 - Esquema básico do Processo Ontométrico
 FONTE: CORDEIRO, 2005.

Gómez-Perez, *apud* Almeida e Bax (2003) formula questões que auxiliam, também, na avaliação de uma ontologia. Sendo elas:

- (i) As definições são construídas seguindo os critérios de projeto?
- (ii) Existem estruturas ou palavras-chave sintaticamente incorretas nas definições?
- (iii) O que a ontologia define ou não? O que define incorretamente? O que pode ser inferido e o que não pode?

2.3.4. Considerações

Aliada à Engenharia Simultânea, o conceito da Ontologia surge como ferramentas em potencial para aplicação dos preceitos da ES à Indústria da Construção Civil.

Em restrição à atuação sequencial e independente dos diferentes atores dentro do processo de execução e concepção na construção civil (EVBUOMWAN, ANUMBA, 1998), as ontologias surgem como ferramenta para a integração dos processos, como forma de auxiliar os agentes na tomada de decisões. Apesar dos avanços em outras áreas e da explícita necessidade, ainda não foram desenvolvidas ontologias específicas aos processos em Engenharia, Arquitetura e Construção Civil.

A quantidade de dados gerados durante os processos na CC, caso não sejam processados de forma correta, levam a informações incoerentes.

3. METODOLOGIA: CAMINHOS DA PESQUISA

Como parte introdutória deste capítulo, retoma-se o problema geral desta pesquisa, expresso pela descontinuidade entre projeto e execução dentro da Indústria da Construção Civil (ROSA *et al.*, 2012), mais precisamente na elaboração de edifícios de múltiplos pavimentos.

A Figura 07 apresenta a síntese elaborada para o problema de pesquisa, fundamentada no levantamento da Revisão Bibliográfica do Capítulo 2. Como sugerido por Anumba, Balgh e Khalfan (2008), a Engenharia Simultânea, largamente aplicada na indústria de manufaturas, pode ajudar a superar os problemas da fragmentação (descontinuidade) observada na Indústria da Construção Civil.

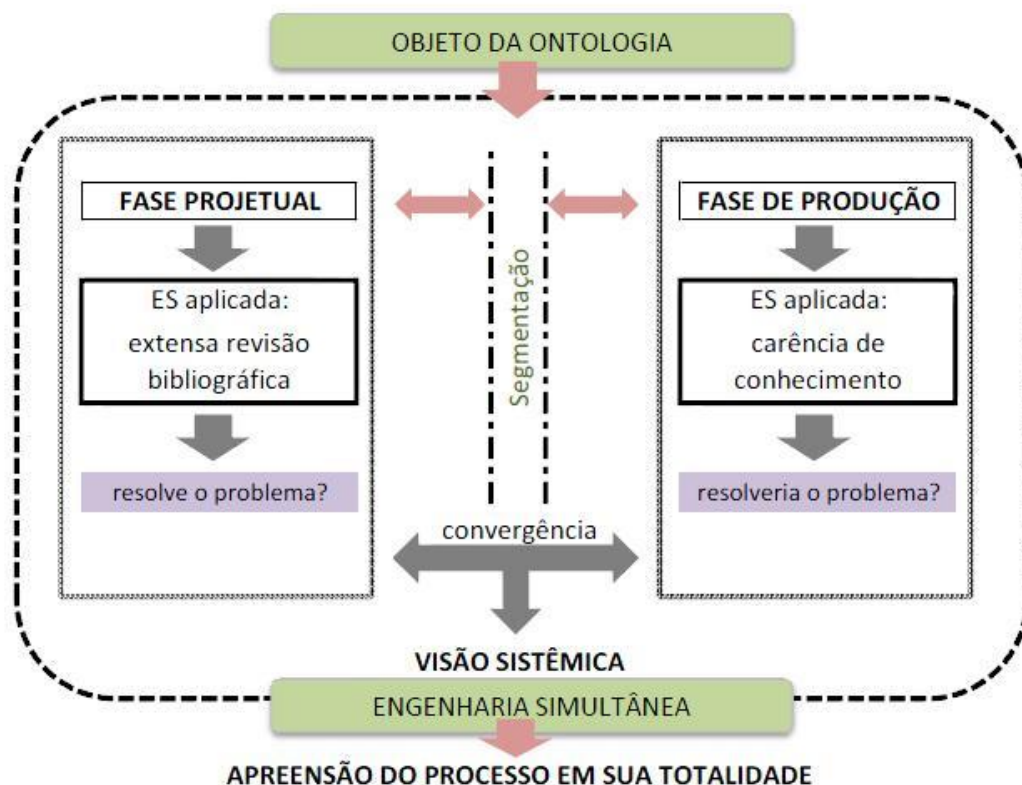


Figura 7 - Fundamentação do problema de pesquisa
FONTE: ROSA *et al.* (2012).

A partir desta síntese foi traçada a estratégia de pesquisa, capaz de validar a convergência proposta para os conceitos centrais desta pesquisa.

3.1. CAMINHO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida em fases (Figura 08), de modo a organizar a coleta e a análise dos dados obtidos, proporcionando a compreensão da relação entre eles. Para tanto, ficou pré-definida a necessidade de interdependência entre as etapas, em que a retroalimentação da análise proporciona a resposta à pergunta de pesquisa.

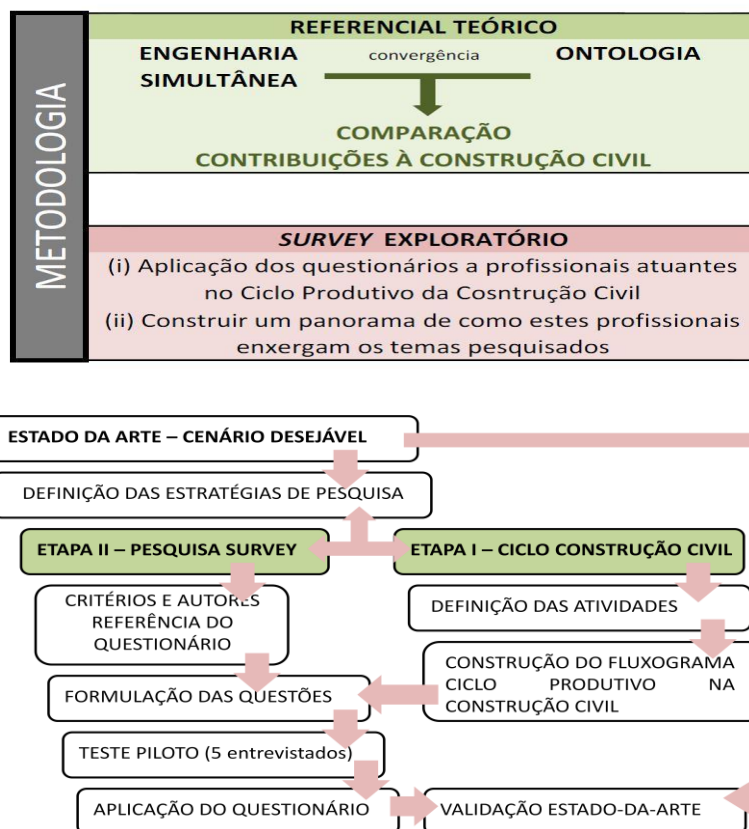


Figura 8 - Metodologia de pesquisa
FONTE: A autora

Conforme demonstrado na Figura 8, observa-se que o roteiro da dissertação se deu da seguinte forma:

- (i) Primeiramente levantou-se o estado da arte referente ao tema, o qual corresponde ao Cenário Desejável estabelecido nesta dissertação.
- (ii) Na sequência, passou-se à aplicação dos questionários aos entrevistados, explicado de forma mais criteriosa no item 3.4.5 deste trabalho.

- (iii) Paralelamente à aplicação dos questionários, foram levantadas as atividades pertencentes ao Ciclo Produtivo na Construção Civil.
- (iv) A aplicação e a análise dos questionários têm por objetivo a validação do estado da arte, principalmente em sua proximidade com o cenário da Região Metropolitana de Curitiba.
- (v) A análise dos dados dividiu-se em duas etapas: a primeira corresponde à análise direta das questões e a segunda, à análise cruzada.
- (vi) Cumprido o levantamento do cenário atual (respostas ao questionário), expresso pela realidade da RMC, passou-se a verificação sobre o atendimento dos critérios da ES por parte das empresas entrevistadas.
- (vii) Por fim, construiu-se um cenário de modo a nortear as empresas que pretendem apropriar-se dos critérios da ES em suas rotinas de trabalho, expresso nesta dissertação pelo “Cenário Potencial”.

3.2. CLASSIFICAÇÃO

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foi proposto seu enquadramento em diferentes classes, com o objetivo de nortear seu caminho e a aquisição de dados.

Sendo assim, tal classificação proporciona também a possibilidade de uma análise prévia para futuros leitores, os quais, ao verificarem os princípios ordenadores da aquisição dos dados, podem qualificar previamente a pesquisa. Não somente para orientar a aquisição dos dados, a classificação metodológica desta pesquisa dá credibilidade aos resultados alcançados.

O Quadro 05 apresenta uma síntese das classificações da pesquisa, bem como das técnicas utilizadas para o desenvolvimento das atividades.

Quadro 5 – Classificação da Pesquisa

| CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA | |
|----------------------------------|---------------------------|
| MÉTODO | REFERÊNCIA |
| Hipotético-dedutivo | (Hodson, 1982) |
| CATEGORIA | REFERÊNCIA |
| Descritiva | (Fernandes e Gomes, 2003) |
| Explicativa | (Fernandes e Gomes, 2003) |

| | |
|-----------------------------|---|
| Transversal | (Fernandes e Gomes, 2003) |
| TÉCNICAS DE PESQUISA | REFERÊNCIA |
| Pesquisa Bibliográfica | (Lima e Miotto, 2007; Raupp e Beuren, 2011) |
| Comparativa | |
| Pesquisa de Campo | (Gunther, 2006) |
| Pesquisa <i>Survey</i> | (Babbie, 2001) |

FONTE: A autora

Esta pesquisa foi desenvolvida com a utilização do método hipotético-dedutivo, devido ao fato de se tratar de uma pesquisa majoritariamente qualitativa. Testa-se a hipótese de que a Engenharia Simultânea (ES) possui características em potencial para otimizar os processos da produção na construção civil, com a integração das fases projetual e de execução.

A presente pesquisa é categorizada em descritiva, pois busca apresentar os fatos referentes ao objeto de estudo em questão; posteriormente, explicativa, dando atribuições de causa e efeito às verificações levantadas. Quanto à sua classificação temporal, caracteriza-se em transversal, pois busca estudar o tema em um determinado momento. É enquadrada também em comparativa, pois buscará a aplicação da ES a outros setores da economia, devido à carência de proposições específicas ao segmento estudado (FERNANDES e GOMES, 2003).

3.3. ETAPA I – LEVANTAMENTO DO CICLO PRODUTIVO

Para esta etapa da dissertação, direcionou-se o esforço na busca e no levantamento das fases que compõem o Ciclo Produtivo da Construção Civil, na tipologia edifícios de múltiplos pavimentos.

Esta etapa expressa a validação da Revisão Bibliográfica, por meio da aquisição de dados e informações, bem como de materiais das empresas atuantes no setor, assim como entrevistas com diferentes profissionais e uma pesquisa de campo (GÜNTHER, 2006).

3.3.1. Atividades do Processo

É importante mapear o processo de produção na construção civil, de modo a facilitar o entendimento dos fluxos das informações e das atividades, bem como as

tarefas relacionadas e interdependentes (CASAROTTO, 1995), favorecendo a visão sistêmica de todo o processo.

Para a seleção das atividades de maior repercussão e representatividade dentro do canteiro de obras, foram utilizados aqueles descritos por Lantelme (1999). Em seu estudo, a autora desenvolve pesquisa envolvendo todas as etapas do ciclo de vida em um empreendimento imobiliário, desde sua viabilidade à entrega final. No entanto, para o presente trabalho serão incorporadas somente aquelas atividades referentes à etapa de produção, sendo elas:

- (i) **Viabilidade:** incorporação, levantamento de dados.
- (ii) **Projeto Arquitetônico:** estudo Preliminar, anteprojeto, projeto legal, alvará, projeto executivo.
- (iii) **Complementares:** projeto estrutural, projeto hidráulico, projeto de ar condicionado, projeto de prevenção de incêndios, projeto elétrico e projeto de gás.
- (iv) **Compatibilização.**
- (v) **Execução:** detalhamento, preparação do canteiro, terraplanagem, fundações, estrutura, alvenaria, instalações elétricas/hidráulicas, reboco interno, assentamento de azulejos, assentamento de piso cerâmico, pintura interna, revestimento externo, esquadria, pintura externa, portas de madeira, louças e metais, acabamentos finais, acabamentos térreo, limpeza.
- (vi) **Finalização:** vistoria cliente, CVCO, manual do proprietário, entrega, manutenção.

3.3.2. Definição do Porte da Empresa

Para a aquisição dos dados, foram considerados profissionais que atuam em empresas de diferentes portes. No entanto, os questionários foram direcionados a profissionais que atuam na tipologia construtiva proposta pela pesquisa – Empreendimentos de Múltiplos Pavimentos. Dessa forma, alcançou-se, predominantemente, profissionais pertencentes às empresas de grande porte.

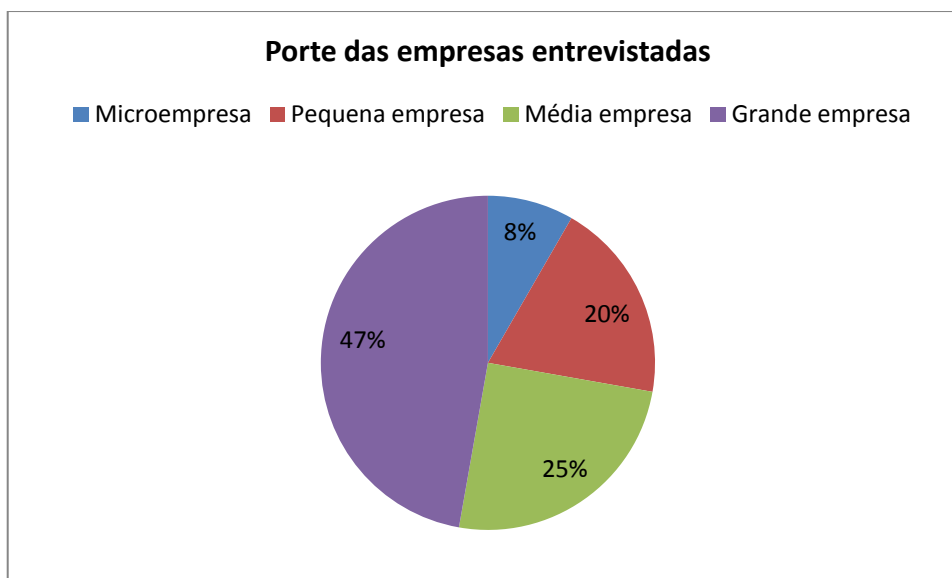


Figura 9 - Porte das empresas pesquisadas
 FONTE: A autora.

Na pesquisa adotaram-se os critérios para definição do porte da empresa propostos pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (BRASIL, 2012). Os critérios considerados (Quadro 06) são aqueles que fazem referência ao número de empregados da empresa entrevistada. Os critérios de referência são apresentados com o intuito de situar as empresas entrevistadas e justificar a classificação proposta.

Quadro 6 – Critérios para classificação do porte da empresa entrevistada

| PORTE | Indústria | Comércio e Serviços |
|------------------------|----------------|---------------------|
| | Nº empregados | Nº empregados |
| Microempresa | Até 10 | Até 5 |
| Pequena Empresa | Entre 11 e 40 | Entre 6 e 30 |
| Média Empresa | Entre 41 e 200 | Entre 31 e 80 |
| Grande Empresa | Mais de 200 | Mais de 80 |

FONTE: A autora, adaptado de (BRASIL, 2012)

Vale ressaltar, ainda, que as construtoras foram enquadradas na classificação de indústria, e os escritórios de projetos foram enquadrados no critério de Comércio e Serviços. Com esta classificação pode-se qualificar as empresas entrevistadas e, com isso, verificar a credibilidade da amostra.

Ainda, a respeito da representatividade da amostra, buscou-se identificar dentre as empresas construtoras pesquisadas quantos questionários aplicados eram de empresas de reconhecimento no Mercado Imobiliário. Para esta análise, mesmo

os questionários sendo concentrados na Região de Curitiba, utilizou-se como critério uma listagem desenvolvida pela ITC – Inteligência Empresarial da Construção – 9º *Ranking* das maiores construtoras do Brasil. Esta pesquisa levantou as 100 maiores construtoras do Brasil, segundo dados referentes à sua participação no mercado durante o ano de 2012.

A Figura 10 mostra o percentual de empresas consideradas na pesquisa que compõem a listagem da ITC. Sendo assim, das empresas envolvidas 47% aparecem entre as 100 maiores do Brasil, contribuindo para a representatividade da amostra pesquisada.

Empresas que possuem relevância no mercado apresentam, ao menos em teoria, processos e procedimentos internos consolidados e disseminados de forma representativa. Para tanto, buscou-se entrevistar profissionais que atuassem nestas empresas.



Figura 10 - Empresas construtoras entre as 100 maiores do Brasil
FONTE: A autora.

3.3.3. Mapeamento do Processo

Para uma melhor compreensão do Ciclo Produtivo da Construção Civil, foi elaborado um Mapeamento do Processo, no qual foi priorizada a sequência das atividades de execução de obras que são objeto desta pesquisa, bem como o inter-relacionamento dos agentes envolvidos. Tal mapeamento reflete a conformação atual do Processo de Produção na Construção Civil.

Vale ressaltar que o tempo de duração das atividades não é relevante para esta pesquisa, por isso não foi levado em conta na Construção do Mapeamento, elaborado no Programa *MS Project*.

A elaboração do mapa do processo, foco desta pesquisa, foi dividida em duas partes, nas quais foram consideradas:

- (i) Entrevistas com profissionais de projetos, responsáveis pelo Projeto Arquitetônico, Compatibilização e Complementares, para aqueles inerentes à tipologia foco desta pesquisa.
- (ii) Para a fase de execução, foram consultados cronogramas físicos de edifícios em construção na Região Metropolitana de Curitiba.

Nas Figuras 11 e 12 é apresentado um demonstrativo da elaboração do Mapeamento do Processo, para as fases de projeto e execução, no qual foram atribuídas as responsabilidades, a duração (estimada) das tarefas, bem como a sequência das mesmas.

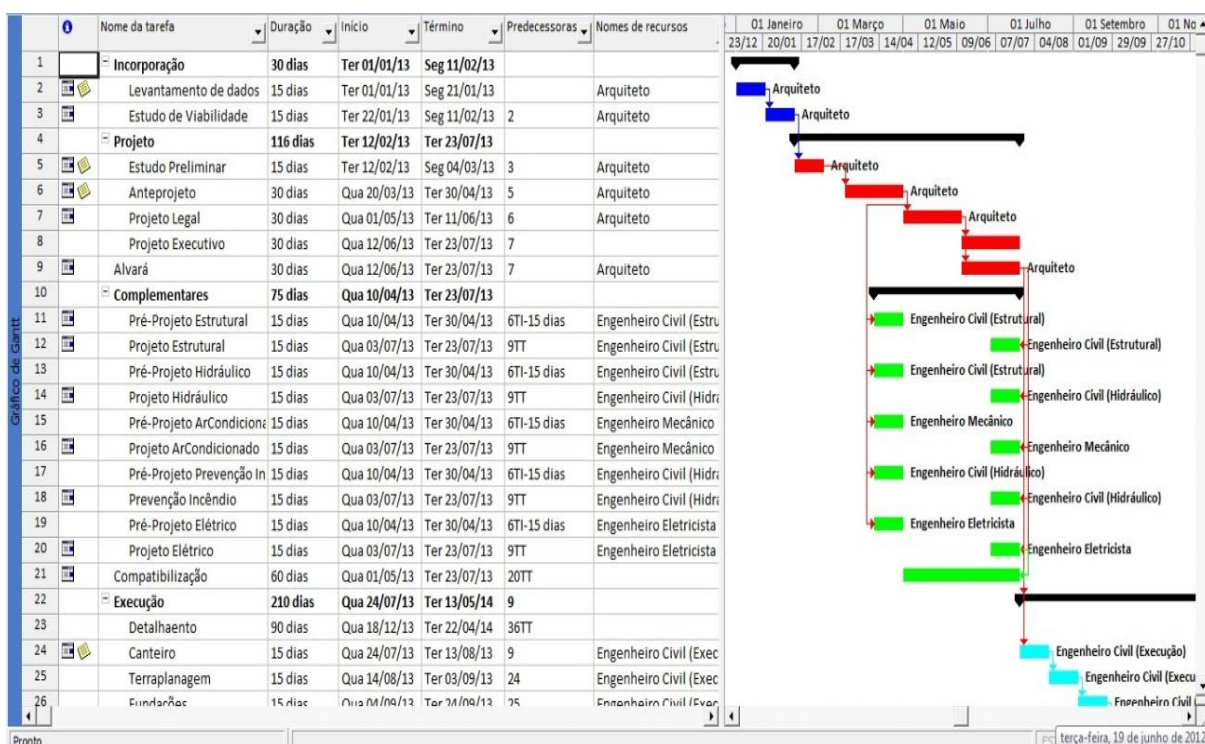


Figura 11 - Construção do Mapeamento do Processo - Projetos
 FONTE: A autora.

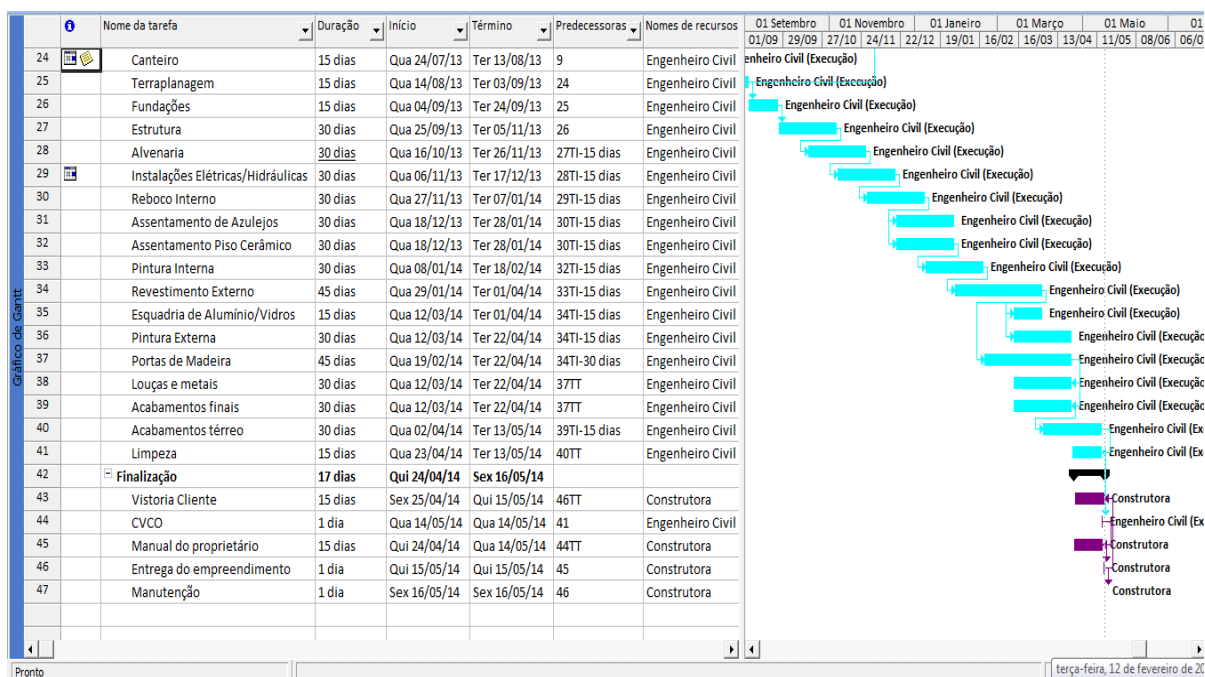


Figura 12 - Construção do Mapeamento do Processo - Execução
 FONTE: A autora.

3.4. ETAPA 2 – VALIDAÇÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta parte da pesquisa se refere à pesquisa *survey*, aplicada a diferentes profissionais atuantes no Ciclo Produtivo da Construção Civil.

3.4.1. Coleta dos dados

Com o intuito de prospectar a dinâmica do processo dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil, optou-se pela aplicação de questionários, voltados à exploração da realidade atual do setor.

O alvo da pesquisa, critério para o envio dos questionários, é voltado para profissionais atuantes na concepção, planejamento e execução de empreendimentos imobiliários de múltiplos pavimentos, os quais possuem experiência suficiente no desenvolvimento da indústria da Construção Civil. A seleção dos profissionais buscou a contribuição dos diferentes níveis hierárquicos, de modo a explorar o sistema em sua totalidade.

Para esta etapa foram utilizados os preceitos da pesquisa de *survey*, semelhantes ao censo, porém, detém-se a somente uma parcela da população, buscando descrever com exatidão algumas de suas características (RAUPP e

BEUREN, 2011). Este método, de caráter quantitativo, busca desenvolver explicações gerais baseadas em uma parcela da população (BABBIE, 2001).

Segundo a classificação de Pinsonneault & Kraemer (1993), que avalia a pesquisa de acordo com seu propósito, o questionário elaborado enquadra-se em “descritivo”, conforme demonstrado no Quadro 7, pois busca identificar situações e descrever fenômenos.

Quadro 7 – Classificação do questionário

| CLASSIFICAÇÃO | REFERÊNCIA |
|----------------------------|------------------------------|
| Descritiva | Pinsonneault e Kraemer, 1993 |
| Corte transversal | Sampieri et al, 1991 |
| Amostra Não-Probabilística | Fink, 1995 |
| Casos típicos | Freitas et al, 2000 |

FONTE: A autora.

3.4.2. Objetivos do questionário

A aplicação dos questionários teve como objetivos:

- (i) Validar a revisão bibliográfica e as hipóteses formuladas.
- (ii) Confrontar a opinião dos especialistas dentro do Ciclo Produtivo da Construção Civil.
- (iii) Observar como as falhas de comunicação repercutem nos quesitos: custo, cronograma e qualidade, considerados os principais indicadores de obras de edificações.

3.4.3. Formulação das questões

As questões foram formuladas seguindo uma ordem cronológica semelhante à apropriada pelo Ciclo Produtivo na Construção Civil e agrupadas de modo a organizar o raciocínio de respostas. Dessa forma, a apresentação das questões e relação com os conceitos de Anumba *et al.* (2002), fogem àquela do questionário aplicado. Algumas das questões se relacionam a mais de um aspecto, sendo apresentadas como mistas. Alguns dos critérios propostos pelos autores são

esclarecidos por meio do cruzamento e tabulação das informações, os quais são apresentados no decorrer da pesquisa.

A formulação das questões buscou direcionar a obtenção das informações para o processo de comunicação, bem como a troca das responsabilidades entre os agentes atuantes no Ciclo Produtivo da Construção Civil.

As perguntas foram formuladas com o intuito de se obter as respostas necessárias à elaboração do Diagnóstico Estratégico da Produção na Construção Civil. Dessa forma, são apresentados os objetivos específicos para cada um dos grupos de questões, bem como sua atribuição nas categorias de entrevistados.

É importante salientar que o termo Engenharia Simultânea não é citado em nenhuma das questões, com o objetivo de não condicionar o entrevistado a fazer referência aos seus conceitos. No entanto, as questões foram elaboradas com o objetivo de estimular a visão sistêmica do entrevistado, buscando as respostas às perguntas de pesquisa.

As questões específicas foram elaboradas com o intuito de obter-se a percepção que os profissionais envolvidos no processo têm uns dos outros. Com isso, foi possível propor sugestões para o Diagnóstico da Produção.

3.4.4. Embasamento das questões

O questionário foi estruturado segundo os critérios propostos por Anumba, Balgh e Khalfan (2002), como fundamentos e princípios da Engenharia Simultânea. A estrutura atende aos oito conceitos, classificados em duas categorias distintas, conforme demonstrado na Figura 13.

| CRITÉRIO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA | | | |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| GESTÃO E PESSOAS | | | |
| UTILIZAÇÃO DE EQUIPES MULTIDISCIPLINARES | FILOSOFIA ORGANIZACIONAL | LIDERANÇA E SUPORTE PARA A FILOSOFIA | EQUIPES EMPENHADAS EM REALIZAR A FILOSOFIA |
| TECNOLOGIA | | | |
| UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS | COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES | PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS | MÉTODOS PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO |

Figura 13 - Formulação das questões
 FONTE: A autora, adaptado de Anumba, Balgh e Khalfan, 2002.

A primeira das macrocategorias descritas pelos autores descreve os princípios a serem seguidos no critério **Gestão e Pessoas**. Atribuir um critério específico para o patrimônio humano das empresas decorre da fundamental importância que as pessoas envolvidas – atores do processo – estejam em sintonia com a filosofia organizacional da ES, e principalmente motivadas em suas melhorias.

Os critérios específicos desta categoria são:

- (i) Utilização de equipes multidisciplinares para integrar projeto e produção, bem como seus respectivos processos.
- (ii) Adoção de processos baseados em uma filosofia organizacional.
- (iii) Comprometimento de liderança e suporte para a filosofia organizacional.
- (iv) Equipes empenhadas em executar a filosofia.

Os questionários abordavam também os critérios específicos da macrocategoria **Tecnologia**, que abrange as ferramentas de inovação tecnológica capazes de implantar a ES ao Ciclo Produtivo na Construção Civil, ou seja, os instrumentos utilizados pelos profissionais no auxílio às adequações de procedimentos internos e externos das organizações.

Aspectos Tecnológicos:

- (i) Projeto assistido por computador.
- (ii) Uso de métodos para otimizar a produção.
- (iii) Uso da partilha da informação, comunicação e coordenação de sistemas.
- (iv) Desenvolvimento e/ou adoção de um protocolo comum, padrões e termos dentro da cadeia de suprimentos e fornecedores.

3.4.5. Categorização dos entrevistados

Os entrevistados estão divididos em três categorias, sendo elas:

- (i) Profissionais de Gestão/Direção
- (ii) Profissionais de Execução
- (iii) Profissionais de Projeto

Os atores envolvidos no processo se caracterizam por profissionais de projeto, execução e gerência dentro do setor produtivo da Construção Civil, atuantes mais especificamente em Curitiba e Região Metropolitana.

3.4.6. Aplicação dos questionários

Para a etapa de aplicação dos questionários, foram traçadas as seguintes estratégias:

- (i) Teste Piloto e validação dos questionários, por meio do envio para cinco entrevistados, sendo: 2 projetistas, 2 engenheiros de execução e 1 profissional de gestão. Esta etapa de envio proporcionou identificar as possíveis dificuldades e falhas da elaboração das questões.
- (ii) Após a aplicação dos questionários (ANEXO 1), foi elaborada uma tabulação preliminar dos dados (gráficos das respostas e cruzamento das questões). Este ensaio da análise proporcionou, junto com os respondentes do teste piloto, a reformulação das questões, de modo a garantir uma adequada leitura dos dados levantados.
- (iii) Elaboração de uma versão definitiva, com as contribuições recebidas.
- (iv) Envio para os profissionais das três categorias descritas.

Após a aplicação dos questionários, os dados obtidos foram transferidos para um banco de dados, onde foram organizados e editados. Esta organização proporcionou o cruzamento dos dados e das informações, em forma de pesquisa quantitativa.

Os questionários foram enviados via *e-mail*, no qual um *link* era disponibilizado ao entrevistado, que o levava a um questionário virtual restrito (de modo a garantir o sigilo das informações fornecidas). As respostas eram armazenadas neste *síte* e, posteriormente, repassadas às planilhas de tabulação.

4. APRESENTAÇÃO DE DADOS

O questionário foi enviado a 70 profissionais de forma direta e obteve-se resposta de 36 profissionais, resultando em um índice de contribuição dos respondentes de 51%.

Como estratégia para análise dos dados, optou-se por analisar as questões individualmente (FASE I). Após esta leitura direta, passou-se à análise cruzada das informações (FASE II), em que as questões foram agrupadas para uma análise em conjunto dos dados coletados (Figura 14).

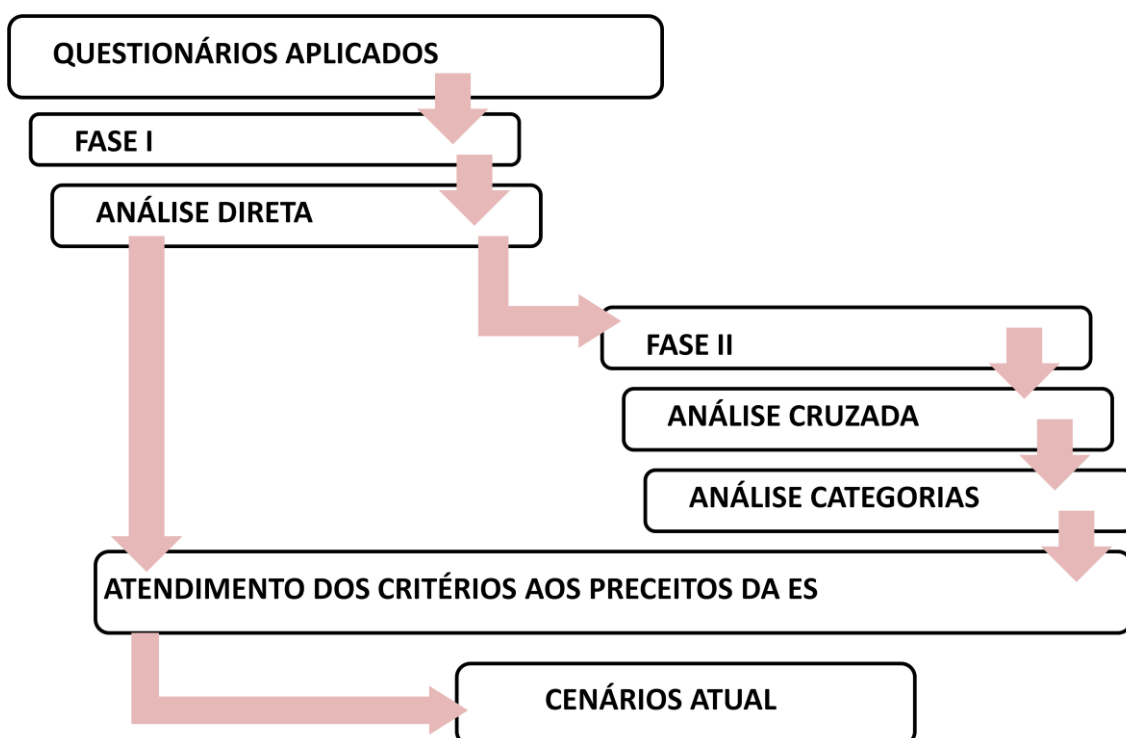


Figura 14 – Metodologia Tabulação dos dados
FONTE: A autora.

4.1. FASE I

Na FASE I é apresentada uma síntese da análise individual das questões, sendo apresentadas aquelas que forneceram leituras mais relevantes. Durante a apresentação dos dados, fazem-se referências às questões aplicadas, as quais podem ser consultadas no ANEXO I.

Inicialmente, apresentam-se as questões referentes à categorização e à identificação do entrevistado e das empresas contempladas. Após situar os

entrevistados, passa-se à apresentação das questões e seu enquadramento dentro dos conceitos propostos por Anumba *et al.* (1998).

4.1.1. Perfil da amostra

As questões 1 e 2 fornecem o nome dos entrevistados, os quais não serão divulgados na pesquisa, e a respectiva formação profissional, o que permitiu conhecer os profissionais que responderam ao formulário.

Como demonstrado na Figura 15 (Questão 2) e Figura 16, a intenção inicial de entrevistar, de forma equilibrada, profissionais de Engenharia e Arquitetura, foi alcançada, pois se atingiu o mesmo número de respostas para estes profissionais, o que permitiu uma leitura mais homogênea da opinião das categorias.

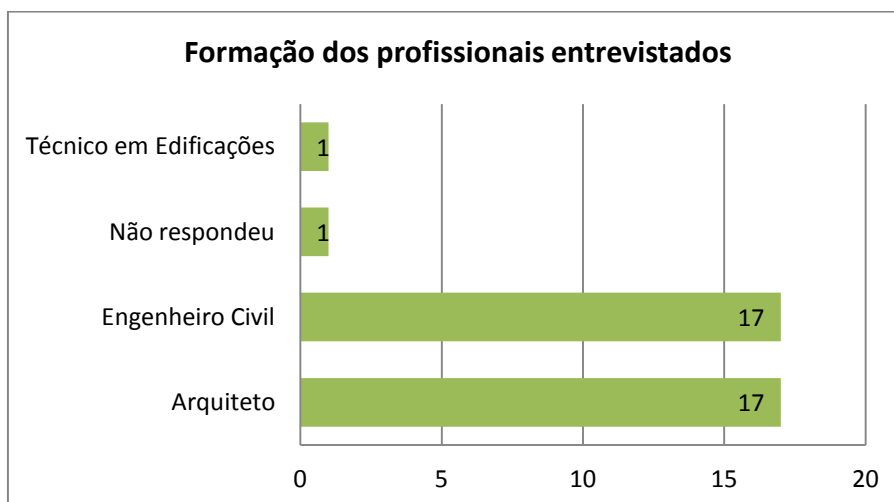


Figura 15 - Formação dos profissionais entrevistados
FONTE: A autora.

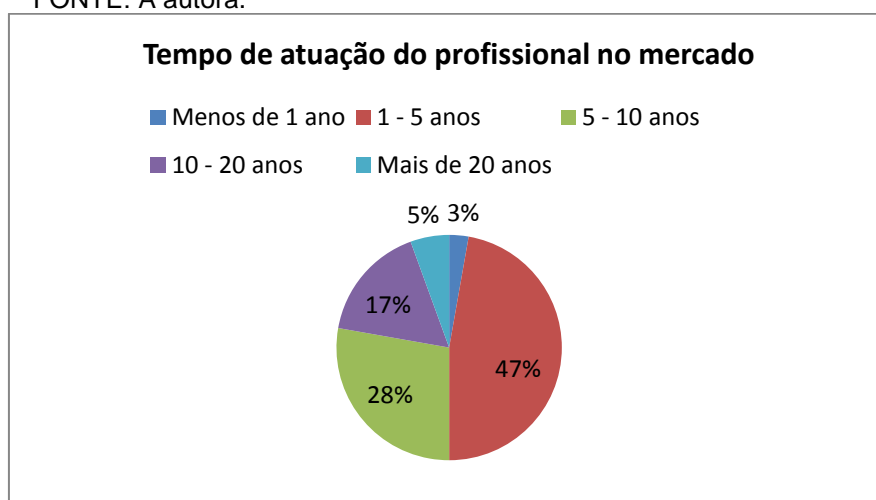


Figura 16 – Tempo de formação do profissional
FONTE: A autora.

Conforme dados da questão 3, a maioria dos profissionais entrevistados (17) está na faixa de 1 a 5 anos de formação. Logo em seguida, vêm os profissionais com 5 – 10 anos de profissão. Acredita-se que este número se deve ao fato de profissionais mais jovens terem maior facilidade com ferramentas computacionais, e, por isso, responderam em maior número ao questionário, que se deu, em sua maioria, de forma *on-line*.

Com este questionamento, buscou-se identificar a maturidade profissional dos entrevistados. A intenção inicial era buscar profissionais com maior tempo de atuação no mercado, e, conseqüentemente, mais familiarizados com os processos de gestão dentro da Construção Civil. Apesar de 47% dos entrevistados possuírem de 1 a 5 anos de formação, o número de respondentes com maior tempo de formação, se somados, alcançam 50% da amostra.

As questões 4 e 5 do questionário são direcionadas à caracterização da empresa na qual os profissionais entrevistados trabalham ou prestam serviços. A Questão 4 busca saber qual a empresa, e foi necessária para identificar entre as empresas entrevistadas quantas aparecem no *Ranking* ITC, resultado discutido no Capítulo Metodologia. A Questão 5 explorou qual o tempo de atuação das empresas no mercado da Construção Civil.

Como demonstrado na Figura 17, a maior parte das empresas da amostra tem mais de 20 anos de atuação no mercado. Dessa forma, pode-se concluir que as respostas obtidas fazem menção às organizações com padrões de processos mais próximos da consolidação e aperfeiçoamento. Apesar de os profissionais entrevistados serem muito jovens, as empresas em que trabalham possuem maior tempo de atuação no mercado, o que pode demonstrar também que há um interesse por parte das organizações por profissionais recém-formados.

Segundo a Figura 17, 47% das empresas entrevistadas tem mais de 20 anos de atuação no mercado, representando empresas com procedimentos de trabalho mais consolidados. Em seguida, aparecem as empresas com tempo de atuação entre 10 e 20 anos, representando 31% das entrevistadas. Na sequência, empresas com 5 a 10 anos (22%), em seguida empresas com 1 a 5 anos, com 5%. Não foram levantadas empresas com menos de 1 ano de surgimento.

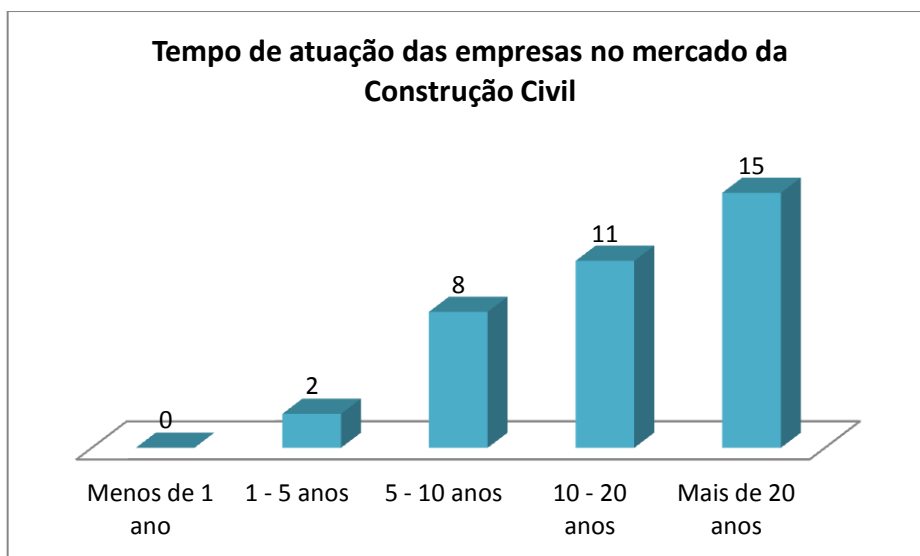


Figura 17 - Tempo de atuação da empresa no mercado
 FONTE: A autora.

Sendo assim, atingiu-se o objetivo de entrevistar profissionais atuantes em empresas com metodologias de trabalho consolidadas, em virtude do tempo de atuação no mercado. Esta conformação atribui à pesquisa determinada qualidade na amostra pesquisada, por serem empresas consolidadas no mercado e profissionais atuantes em empresas de referência.

A Questão 06 do formulário aplicado busca categorizar os profissionais entrevistados, conforme padrões estabelecidos na Metodologia. Segundo a categorização alcançada (Figura 18), observa-se que a maioria dos profissionais que respondeu ao questionário é responsável pela elaboração dos projetos. Para a análise cruzada das informações, foram atribuídos pesos diferentes às categorias dos entrevistados, de modo que os profissionais de projeto e execução tenham igualdade na leitura dos dados.



Figura 18 - Categorização dos profissionais
 FONTE: A autora.

Como se observa na Figura 19 – Questão 7, quando questionados sobre sua participação na tomada de decisões dentro do Ciclo Produtivo (como um todo), a maioria dos profissionais qualificou sua posição como “Bom” (21 profissionais). Na sequência, aparece a classificação “Excelente”, com 12 profissionais. Esta leitura mostra que os profissionais, em sua maioria, acreditam em seu poder de decisão dentro do processo de desenvolvimento de produto para a Construção Civil.

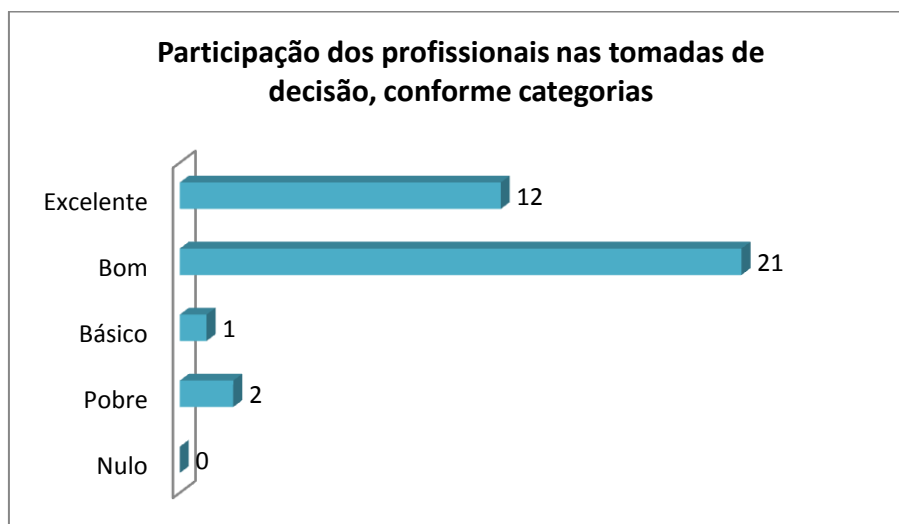


Figura 19 - Participação na tomada de decisões
FONTE: A autora.

Esta pergunta teve como objetivo avaliar como os profissionais enxergam sua atividade e seu poder de decisão dentro de todo o Ciclo Produtivo na Construção Civil. Por exemplo, como o profissional projetista qualifica a repercussão de uma decisão projetual no todo de um empreendimento (Custo, Qualidade e Prazo). Mais adiante, na tabulação de FASE II, pode-se observar separadamente como os profissionais, em suas diferentes categorias, qualificam sua participação no Ciclo.

4.1.2. Gestão e Pessoas

Este critério é ramificado em quatro diferentes aspectos, porém complementares entre si, que serão utilizados aqui para análise dos dados obtidos.

4.1.2.1. Utilização de equipes multidisciplinares

Este critério, referente à necessidade de atuação conjunta dentro da Construção Civil, será traduzido, nesta pesquisa, como a intenção de realizar reuniões, presenciais ou não, entre os diferentes profissionais atuantes na Construção Civil.

Conforme demonstrado na Figura 20 (Questão 11), os profissionais comentaram como ocorrem as reuniões de compatibilização durante a fase de projeto de um empreendimento. Em sua maioria (61% dos entrevistados), os profissionais responderam que as reuniões são feitas à medida que surgem necessidades (22 respondentes). Somente 5 entrevistados (14%) disseram que estas reuniões acontecem no início do processo de concepção do empreendimento. Caso as reuniões sejam feitas no início do processo, a troca entre os profissionais pode produzir e incentivar soluções que envolvam inovações tecnológicas e o aprendizado com obras anteriores.

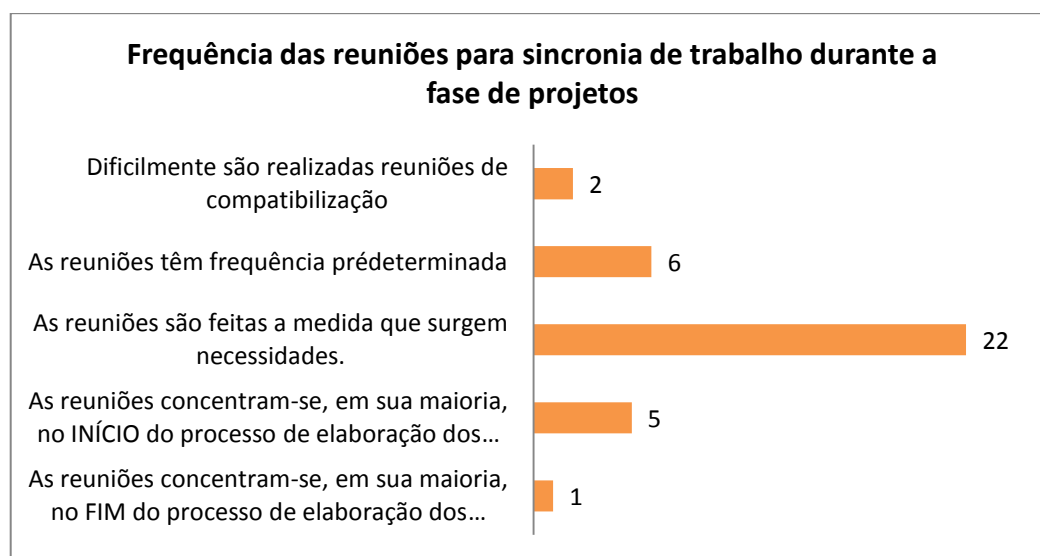


Figura 20 - Frequência das reuniões durante a fase de projeto
FONTE: A autora.

Caso sejam feitas reuniões posteriormente, com as definições de projeto já avançadas, dificilmente haverá aberturas e possibilidades para soluções diferenciadas, pois o produto já está sendo desenvolvido e pode estar em estágios avançados no cronograma.

Conforme a conformação atual levantada pelo questionário, em que as reuniões de sincronia de trabalho são feitas em sua maioria quando surgem

necessidades, os critérios para definição das reuniões ficam a cargo de somente um profissional. Este enxerga o problema e tem sozinho a responsabilidade de convocar, ou não, os demais profissionais. Esta parcialidade pode abrir margens para futuros problemas, pois o profissional pode não atribuir relevância a um determinado problema que pode interferir negativamente nas demais disciplinas do processo.

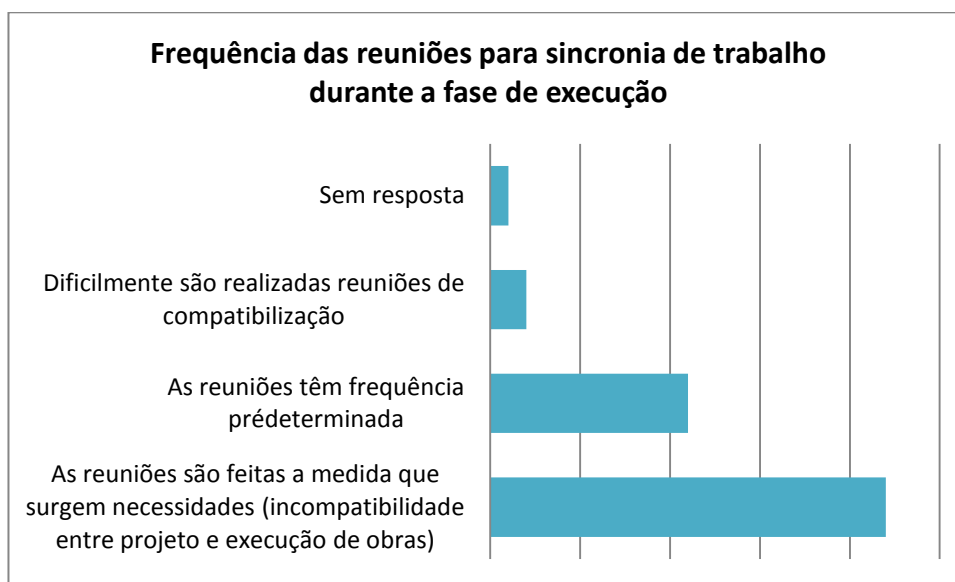


Figura 21 - Frequência das reuniões durante a fase de execução
 FONTE: A autora.

Conforme levantado pela Questão 12, quando questionados sobre estas mesmas reuniões durante a fase de execução de um empreendimento (Figura 21), os profissionais responderam, em sua maioria (61%), que **“As reuniões são feitas à medida que surgem necessidades”**, que, neste caso, são incompatibilidades entre projeto e obra. No entanto, para a resposta **“As reuniões têm frequência pré-determinada”**, o número de respondentes foi significativo (11 respondentes – 31% das respostas), se comparado ao mesmo questionamento sobre a fase de projetos.

Para esta configuração do processo, em que são convocadas reuniões com maior frequência, acredita-se que isso ocorra devido à necessidade de solução das divergências ser mais eminente, devido à necessidade de andamento da obra. Outra situação é a possibilidade de os profissionais compatibilizarem aqueles projetos de personalização, que posteriormente irão compor o manual do proprietário ou o *as built*.

Os profissionais foram questionados (Questão 16) se as alterações que ocorrem dentro do canteiro chegam aos projetistas. Como demonstrado na Figura 22, a maior parte dos respondentes (47%) assinalou que estas alterações são “muito” repassadas. No entanto, os respondentes de “pouco” (42%) também foram significativos frente à amostra.

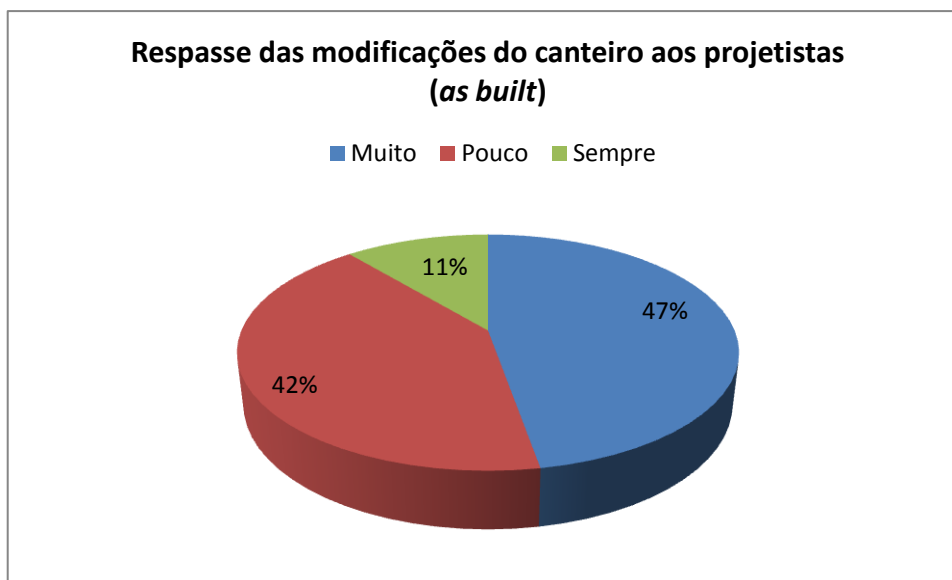


Figura 22 - Repasse aos projetistas das alterações dentro do canteiro de obras
FONTE: A autora.

Sendo assim, esta característica abre margem para que alterações significativas dentro do canteiro de obras não cheguem a todas as partes interessadas. Esta negligência pode dar espaço para falhas, pois a ausência de retroalimentação das informações pode repercutir negativamente em custo, qualidade e prazo, bem como não alimentar informações de extrema importância à alimentação de informações do *as built*, que compõem os Manuais do Proprietário.

Esta leitura reforça, ainda, a descontinuidade existente entre projeto e execução, devido à superficialidade das trocas e colaboração entre os profissionais das distintas etapas.

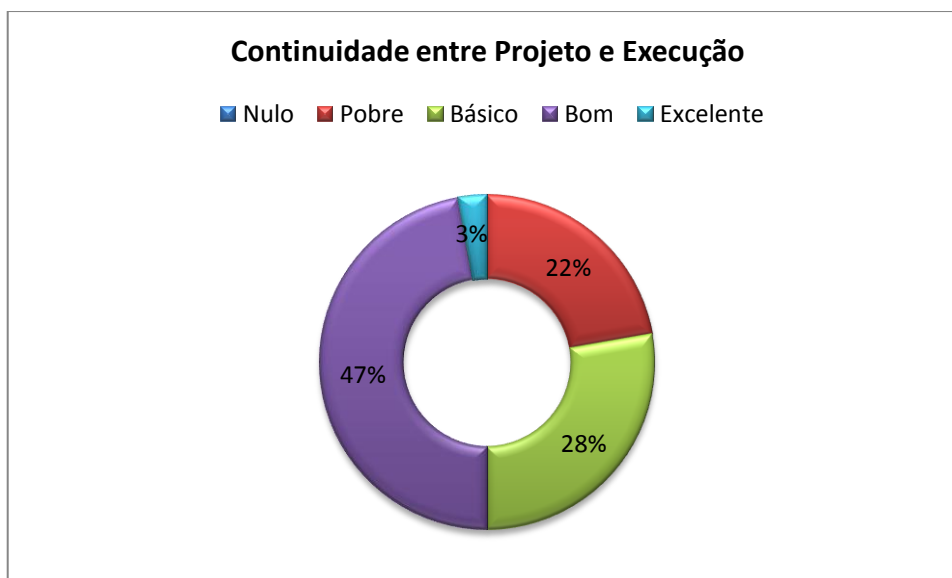


Figura 23 - Continuidade entre Projeto e Execução
 FONTE: A autora.

Tendo como base o tema principal desta dissertação, os profissionais foram questionados se há uma continuidade e comunicação entre a fase de projeto e a execução. O resultado da pesquisa (Questão 20 – Figura 23) demonstrou que os profissionais qualificam esta continuidade como boa (47% dos entrevistados). Mas se somados os resultados de pobre e básico (50% dos entrevistados), esta quantia se equipara aos resultados positivos da resposta.

Com esta leitura, proporcionada pela Figura 23, percebe-se que há, ainda, uma descontinuidade entre projeto e execução, hipótese inicial desta pesquisa. Com isso, as grandes fases da Construção Civil, Projeto e Execução ainda precisam aperfeiçoar a sintonia necessária para a continuidade das etapas, tão interdependentes entre si.

4.1.2.2. Filosofia Organizacional

Para este critério, buscou-se identificar como ocorre a padronização dos processos e procedimentos dentro das empresas em que os profissionais trabalham ou prestam serviços.

Como demonstrado na Figura 24 (Questão 27), a maior parte dos profissionais (64% das respostas) relatou que os processos são padronizados, mas

que há aberturas para adequações, em relação às necessidades de cada empreendimento.

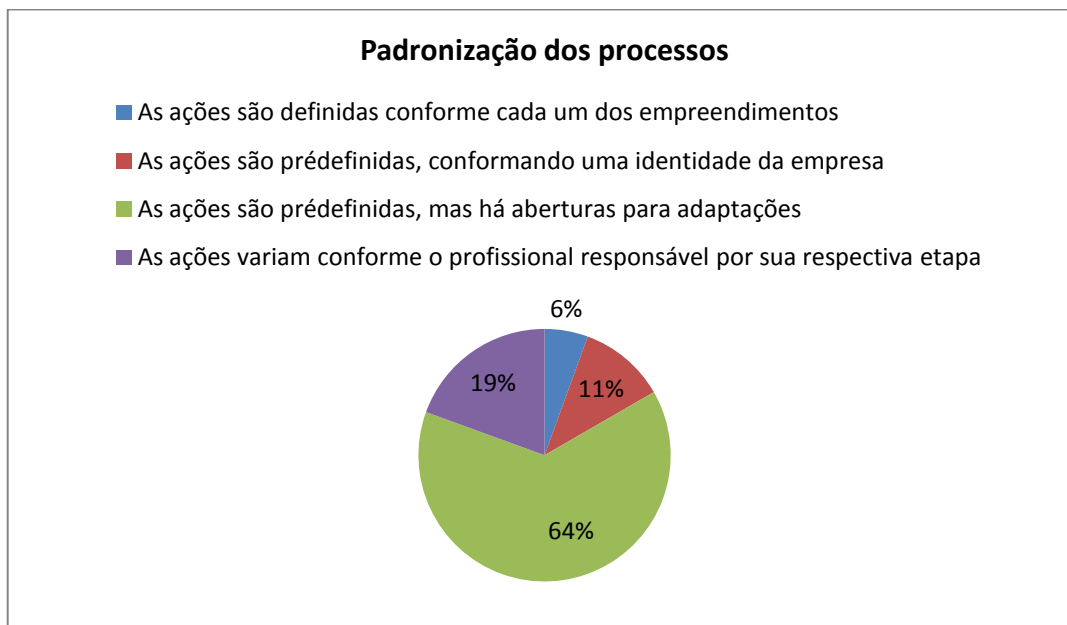


Figura 24 - Padronização dos Processos dentro das empresas
FONTE: A autora.

Apesar de as respostas direcionadas às ações “pré-definidas” pelas empresas aparecerem em maior número, as respostas para “As ações são pré-definidas, conformando uma identidade da empresa” tiveram somente quatro respondentes (apenas 11%). Com isso, pode-se perceber que a maioria das empresas não possui procedimentos consolidados o bastante para atingir todos os profissionais e conformar uma identidade da organização, e assim criar uma filosofia organizacional que atinja todas as faixas hierárquicas das organizações.

Os preceitos da Engenharia Simultânea nasceram com o intuito de melhorar o produto final entregue ao usuário. Sendo assim, verificou-se a necessidade de identificar o envolvimento dos profissionais, em suas diferentes categorias, com os usuários finais.

Como demonstrado na Figura 25 (Questão 40), a maior parte dos entrevistados qualifica sua relação com o usuário final como “pobre” (34% das respostas). Em seguida, aparecem os profissionais que a qualificam como “boa” (22% das respostas). Vale ressaltar que, frente ao total, o número de profissionais que não possuem nenhuma conexão com os usuários representa 17% do total de entrevistados.

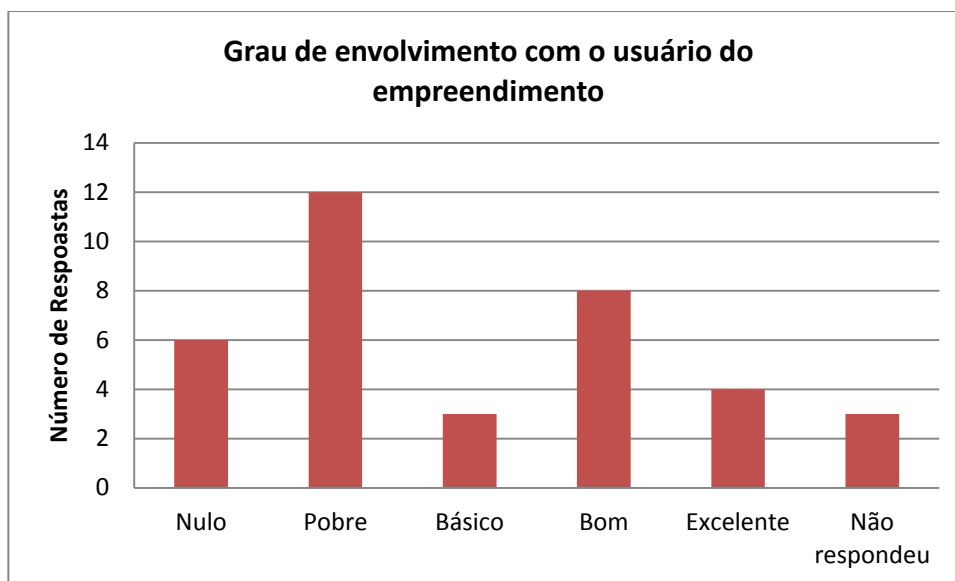


Figura 25 – Grau de envolvimento com o usuário final
 FONTE: A autora.

4.1.2.3. Liderança e suporte para a filosofia

Um dos intuitos com a aplicação dos questionários era identificar a liderança mais representativa, baseada em sua potencialidade de conhecimento, entre os profissionais atuantes no Ciclo Produtivo da Construção Civil. Para tanto, questionou-se os profissionais (conforme Questão 10) sobre qual dos cargos, entre as categorias propostas na categorização da pesquisa, possui uma maior compreensão de todo o Ciclo Produtivo na Construção Civil e, conseqüentemente, maior capacidade de coordenar a sequência de etapas, da Concepção à Execução.

Conforme demonstrado na Figura 26, a maior parte dos respondentes (53%) apontou o Engenheiro de Execução como o maior conhecedor do Ciclo na Construção Civil. Para esta questão, destaque-se, foi deixado claro que a questão abrangeria desde a incorporação à entrega final do empreendimento.

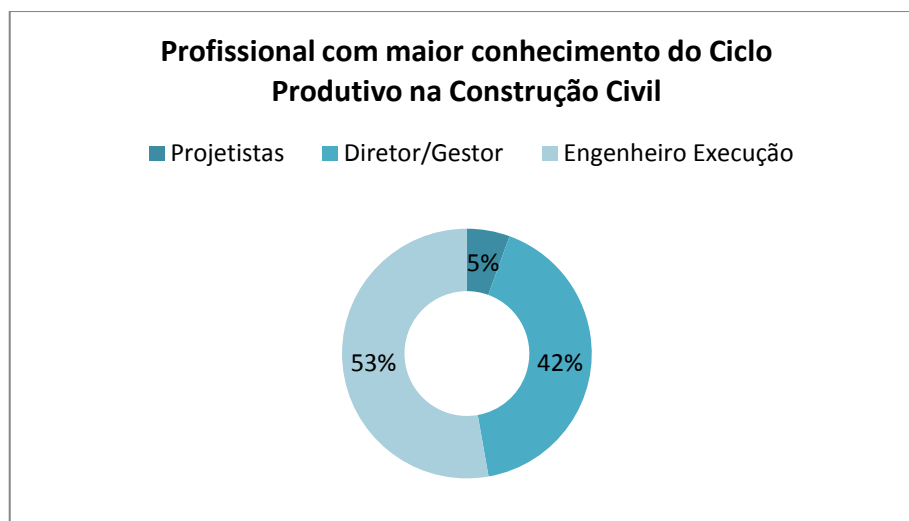


Figura 26 - Profissional com maior conhecimento do CPCC
 FONTE: A autora.

Os “profissionais de execução” tiveram maior número de respostas, até mesmo, que os profissionais de gestão (42%). Uma das interpretações sobre estes dados é a de que a visão dos profissionais aponta que as decisões mais significativas e de maior repercussão ficam sob a responsabilidade do engenheiro de execução.

No entanto, sabe-se que os profissionais de projeto têm ferramentas significativas também nas decisões, pois suas ações interferem no produto final, em custo, prazo e qualidade. Por exemplo, caso se queira evitar perda na quebra de materiais, pode-se trabalhar preliminarmente, baseado em uma modulação, para o dimensionamento do projeto (FABRICIO, 2002).

4.1.2.4. Equipes empenhadas em realizar a filosofia

Como artifício para se alcançar a Engenharia Simultânea aplicada aos processos, é fundamental o envolvimento dos profissionais e seu empenho em seguir seus fundamentos (LOVE *et al.*, 1998). Assim, é importante identificar o conhecimento de todos os profissionais acerca do Ciclo Produtivo da Construção Civil, de forma plena.

Para tanto, aos profissionais foi solicitado que qualificassem seu conhecimento sobre a Construção Civil. Em sua maioria, os profissionais classificaram seu conhecimento como “bom” (53%). Em seguida, apareceram os

profissionais que avaliaram seu conhecimento como “básico” (19%), como demonstrado na Figura 27.

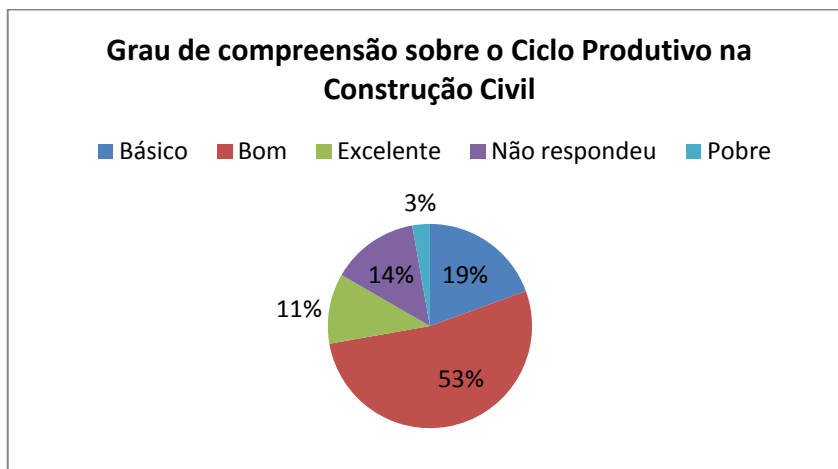


Figura 27 - Grau de compreensão do Ciclo Produtivo na Construção Civil
FONTE: A autora.

O conhecimento amplo deveria estar mais disseminado entre os profissionais, para que cada um dos agentes soubesse como suas decisões repercutem no processo como um todo. Com esta iniciativa, podem-se diminuir as inconsistências dentro do canteiro de obras e assimilar o aprendizado com obras anteriores (PRASAD, 1999).

4.1.3. Tecnologia

O próximo critério proposto por Anumba *et al.* (2002), e suas respectivas características é, o da Tecnologia utilizada como ferramenta para implementação da Engenharia Simultânea.

Este critério complementa o anterior, visto que é por meio das ferramentas que os profissionais e processos alcançam a efetiva aplicação dos preceitos da Engenharia Simultânea.

4.1.3.1. Utilização de ferramentas computacionais

Para esta questão, os profissionais foram questionados sobre as ferramentas computacionais de auxílio à gestão e comunicação. Quando questionados sobre a existência de *extranet* (sites interativos para arquivos e informações) – Questão 08, a maioria dos profissionais respondeu que Sim (23

entrevistados – 64%), como demonstrado na Figura 28. No entanto, o número de respondentes para Não, foi bastante representativo (13 entrevistados – 36%).

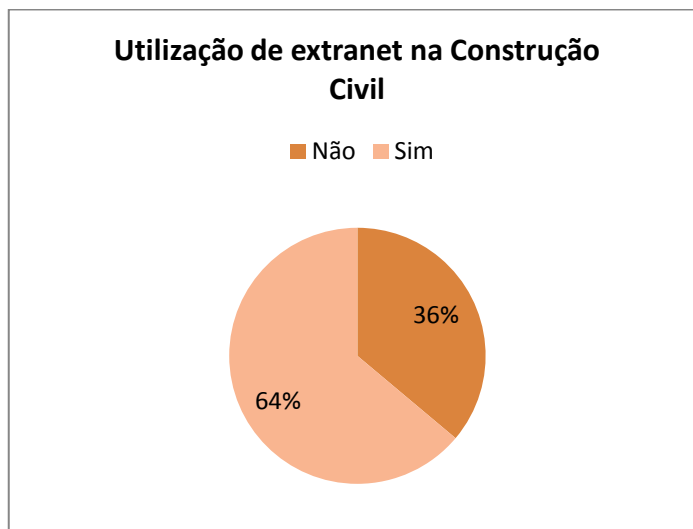


Figura 28 - Existência de ferramentas computacionais
FONTE: A autora.

Pode-se concluir então, que há ainda empresas que utilizam ferramentas manuais de auxílio à gestão e comunicação entre os diferentes profissionais, ou, ainda, não a utilizam de forma plena. Isto pode ser justificado pelo fato de este sistema de colaboração entre os profissionais representar algo relativamente novo aos profissionais, e por este motivo algumas barreiras ainda não foram superadas por estes (BORDIN, SCHMITTI e GUERRERO, 2012).

Para aprofundamento do tema, os profissionais que assumiram a existência de *extranets* foram questionados sobre a efetiva utilização dos mesmos (Questão 09). Como demonstrado na Figura 29, a maioria assinalou que esta ferramenta é “pouco” utilizada (15 entrevistados – 42%).

Esta resposta sugere que os processos produtivos são afetados pela má gestão das informações, as quais não são acessadas e geridas de forma adequada, devido à subutilização de ferramentas computacionais de auxílio à comunicação e gestão das atividades.



Figura 29 - Utilização efetiva das ferramentas de extranet
 FONTE: A autora.

Por mais que existam ferramentas de auxílio à gestão e comunicação na Construção Civil, ainda há uma resistência por parte dos profissionais, que apresentam dificuldades em assimilar as inovações. Há uma dificuldade por parte dos profissionais em compreender a importância destas ferramentas, as quais têm por objetivo garantir a sinergia entre profissionais de diferentes áreas do conhecimento, facilitando a compatibilidade entre as informações (NASCIMENTO e SANTOS, 2011).

4.1.3.2. Compartilhamento de informações

Este item complementa o critério informação – Utilização de Ferramentas Computacionais. As questões foram elaboradas visando à obtenção de dados que qualificassem a tarefa de disseminação das informações entre os profissionais da Construção Civil. O intuito foi explorar as conexões entre as diferentes fases de produção de um empreendimento.

Inicialmente, pediu-se aos profissionais que qualificassem o processo de disseminação das informações dentro da Construção Civil (Questão 13 - representada na Figura 30) e se as informações são geridas de forma correta, tanto em sua armazenagem quanto no acesso a todos os profissionais.

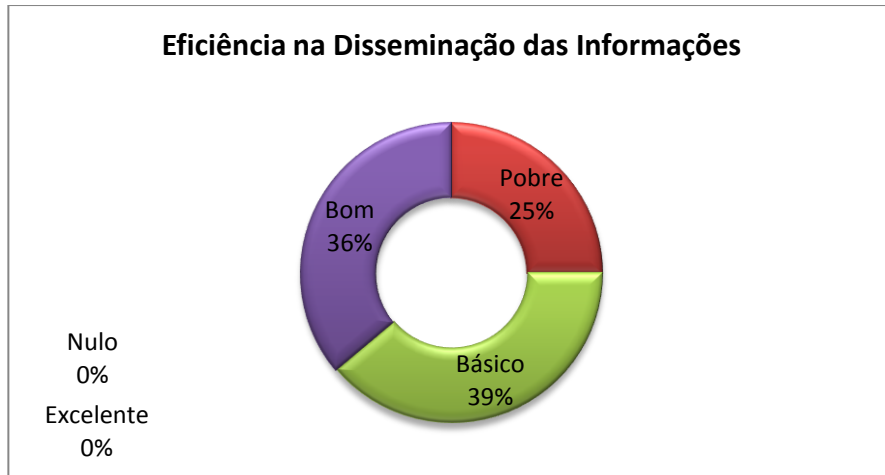


Figura 30 - Eficiência na Comunicação entre profissionais na Construção Civil
 FONTE: A autora.

A maioria dos entrevistados qualificou esta disseminação como básica (39% dos entrevistados). Conclui-se, então, que a conformação atual da comunicação não acontece de forma eficiente, pois se somados os critérios negativos de “Pobre” e “Básico” chega-se a 64% dos entrevistados que visualizam esta comunicação de forma ineficaz.

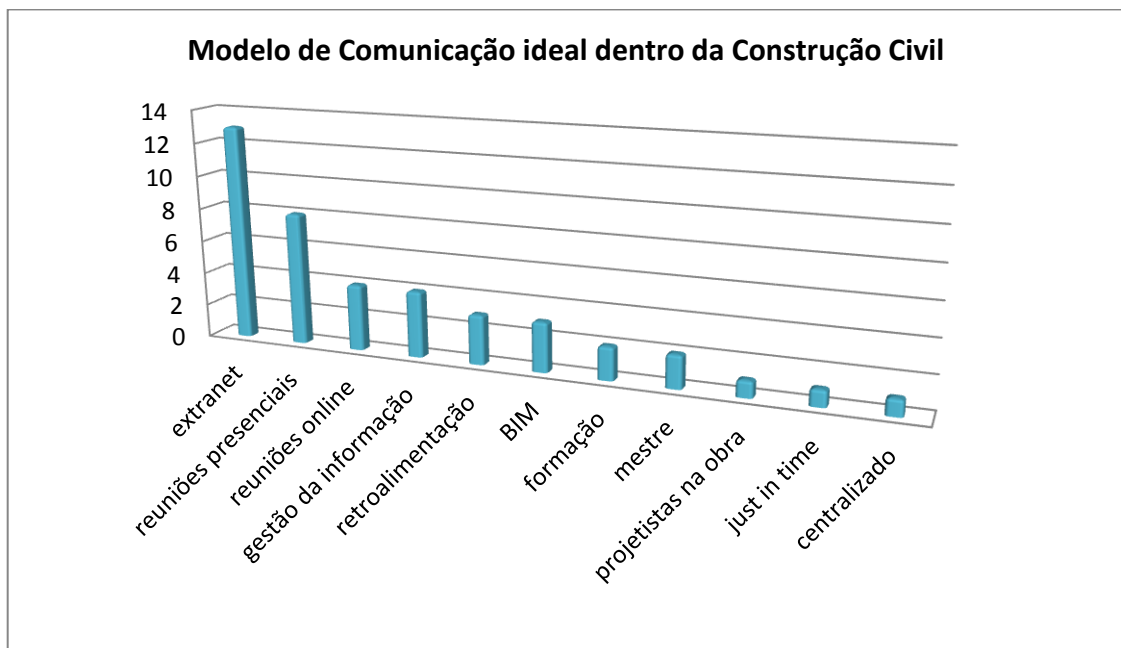


Figura 31 - Modelo de Comunicação ideal dentro da Construção Civil
 FONTE: A autora.

Na sequência, como mostrado na Figura 31, os entrevistados foram questionados sobre como eles imaginam um modelo ideal de comunicação entre os diferentes profissionais envolvidos em um empreendimento. Para isso, fez-se uma

questão aberta. Posteriormente, foram sintetizados os principais temas citados nas respostas, para então verificar quantas vezes cada um deles apareceu. Vale ressaltar que tanto o termo “*extranet*” quanto o termo “BIM” não foram citados com estas expressões, mas, de acordo com a revisão bibliográfica construída (COELHO e NOVAES, 2012), verificou-se que se trata destes termos.

O tema *extranet* foi apontado como alternativa recorrente para a efetiva comunicação entre os profissionais na Construção Civil, pois apareceu em maior número entre as respostas dos entrevistados (14 citações entre as respostas).

No entanto, quando questionados anteriormente sobre a eficiência destas ferramentas (Figura 29), os profissionais as qualificaram como pouco utilizadas. Mais uma vez, demonstra-se na pesquisa desenvolvida a característica dos profissionais da Construção Civil em resistir à utilização de ferramentas computacionais de trocas de informações (LANA e ANDERY, 2012). Apesar de os profissionais reconhecerem a importância destas inovações tecnológicas, há uma baixa aplicação à prática profissional.

Em seguida, aparece o termo “reuniões presenciais” como alternativa à melhora na comunicação entre os profissionais, com 8 citações entre as respostas. Atualmente, esta possibilidade de encontro entre os profissionais vem perdendo força, visto que esta prática exige tempo e gastos onerosos, pois, muitas vezes, os projetistas se encontram em localidades diferentes, até mesmo do empreendimento em questão (FABRICIO e MELHADO, 1998b). Apesar disto, ainda é apontada como necessária à comunicação eficiente entre os profissionais.

Após a alternativa “reuniões presenciais”, aparecem “reuniões *on-line*”, a qual vem ganhando notoriedade nos últimos anos. Mais barata que as reuniões presenciais, as reuniões *on-line* oferecem facilidade de comunicação em tempo real, com os mesmos aspectos dos encontros físicos, porém, sem deslocamento de pessoal. Além disso, esta ferramenta vem se destacando também como forma de documentação das informações, as quais podem ser armazenadas e transformadas, posteriormente no *as built* (NUNTASUNTI e BERNOLD, 2012).

No entanto, deve-se levar em conta a avaliação dos profissionais em relação às Reuniões Presenciais e *on-line*, pois a primeira aparece melhor avaliada como solução para a comunicação na Construção Civil (Figura 31).

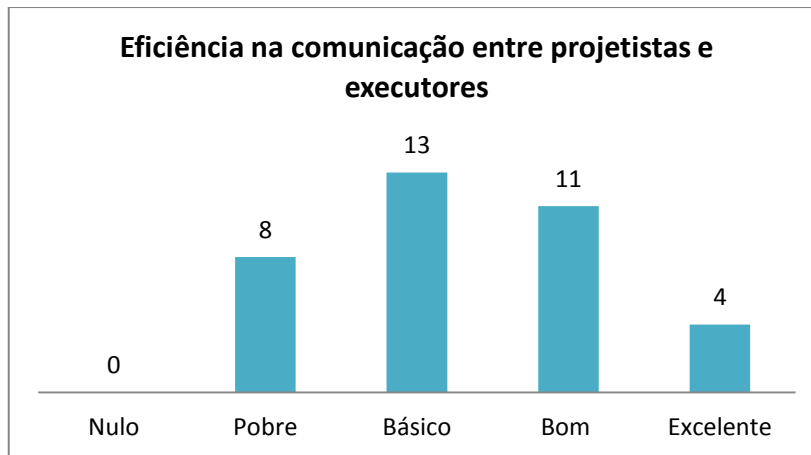


Figura 32 - Eficiência na Comunicação entre projetistas e executores
 FONTE: A autora.

Para a análise de como ocorre a troca de informações entre as funções na Construção Civil – Figura 32, especificamente entre projetistas e profissionais de execução (Questão 22), em sua maioria, os profissionais responderam que esta cooperação acontece de forma básica (13 respondentes).

Em um mercado em expansão, onde o nível de aperfeiçoamento dos processos e os sistemas de qualidade são primordiais para a competitividade entre as empresas, a comunicação entre os profissionais, indispensável para a eficiência dos processos, deveria alcançar níveis mais altos de rendimento.

Este resultado (Figura 32) demonstra mais uma vez o problema central desta pesquisa – Descontinuidade entre Projeto e Execução, pois há ainda muito que se aperfeiçoar em relação à comunicação eficiente entre Projetistas e Profissionais de Execução.



Figura 33 - Eficiência na Comunicação entre projetistas
 FONTE: A autora.

Semelhante à questão anterior, os profissionais foram questionados sobre como ocorre a comunicação entre os diferentes projetistas de um empreendimento (Figura 33 – Questão 23). De forma geral, a eficiência na comunicação entre projetistas tem, segundo os respondentes, resultados ainda piores que entre profissionais de projeto e execução. Em teoria, profissionais de projeto têm mais facilidade de comunicação entre si, por trabalharem com uma mesma atividade, e possuírem uma mesma linguagem. Mas, de acordo com os respondentes, esta comunicação ainda é, em sua maioria, feita de forma “básica” – (57% das repostas).

Com a globalização dos processos de projeto, em que é comum observar-se projetistas de diferentes localidades, até mesmo países, trabalhando em comum para a concepção de novos empreendimentos, é de extrema importância que esta colaboração entre profissionais ocorra de forma eficiente (BORDIN, SCHMITTI e GUERRERO, 2012).

Conclui-se, a partir das análises das Figuras 32 e 33, que a comunicação entre os diferentes projetistas acontece de forma mais ineficaz até mesmo entre projetistas e executores, que era a principal preocupação deste trabalho.

4.1.3.3. Padronização dos processos

Como princípio proposto pela Engenharia Simultânea, os processos dentro de uma organização devem ser padronizados, conformando uma identidade da empresa (ANUMBA *et al.*, 2002). Na construção Civil, este processo pode ser traduzido, por exemplo, como os procedimentos realizados pelos diferentes engenheiros de obra, dentro de seus respectivos empreendimentos. Com esta iniciativa, as obras, pertencentes a uma mesma empresa, devem ser concebidas conforme um mesmo princípio norteador, com ferramentas que proporcionem a incorporação do conhecimento de cada gestor de obras.

Para os projetistas, por exemplo, como é contratado pessoal externo, estes devem traduzir as exigências técnicas da empresa contratante em seus projetos, para conceber diferentes empreendimentos seguindo uma unidade da empresa, por meio de diretrizes internas de projeto.

Por este motivo, os profissionais foram questionados se existem relatórios que padronizem os processos e procedimentos nas empresas para qual trabalham ou prestam serviços (Figura 34 – Questão 28).

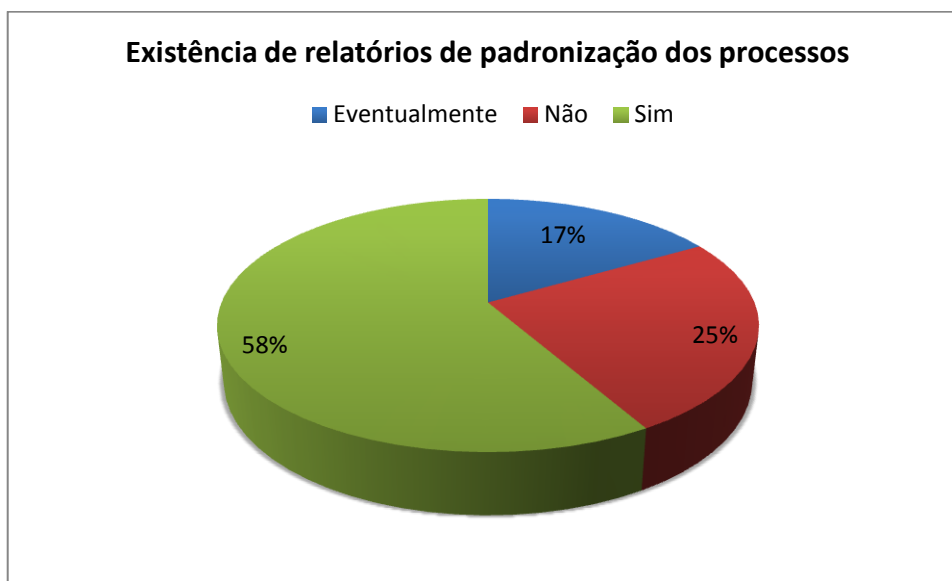


Figura 34 - Existência de relatório de padronização dos processos
FONTE: A autora.

Segundo a análise dos dados, a maior parte dos profissionais (58%) afirmou a existência destes relatórios, o que demonstra que há uma assimilação destas iniciativas dentro da Construção Civil. No entanto, os profissionais que responderam “não” ou “eventualmente”, se somados chegam a 42% dos entrevistados, isto sugere que muitas empresas ainda não adotaram iniciativas que garantam uma unidade dentro de suas corporações.

Esta questão não representa relevância somente para critérios de competição entre empresas, mas, principalmente, na Gestão do Conhecimento, onde profissionais com boas práticas de trabalho (em sintonia com os valores de sua empresa) repassam este conhecimento adquirido aos demais, e principalmente aos futuros parceiros.

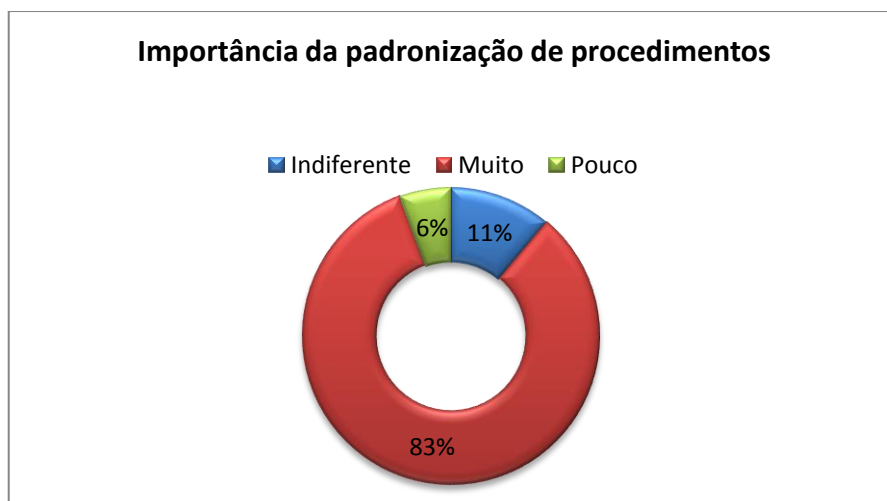


Figura 35 - Importância atribuída da padronização dos procedimentos
 FONTE: A autora.

Conforme a Questão 29 – Figura 35, sobre como os profissionais enxergam esta padronização dos processos e procedimentos, a maioria atribui importância à questão, cerca de 80% dos profissionais acreditam que é muito importante direcionar atenção à padronização dos processos.

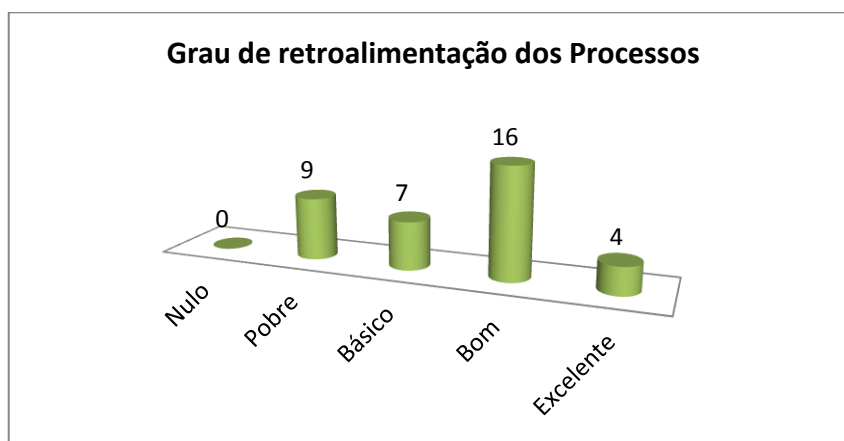


Figura 36 - Grau de retroalimentação dos processos – gestão do conhecimento
 FONTE: A autora.

Os profissionais foram também questionados sobre como ocorre o grau de retroalimentação dos processos na Construção Civil, como forma de retomar procedimentos para os próximos empreendimentos das organizações. A Figura 36 (Questão 19) mostra que dos profissionais entrevistados, 16 responderam qualificaram esta retroalimentação das informações como “boa” (44% das respostas). No entanto, em seguida aparece os respondentes que qualificaram esta

troca de informações como “pobre” (25% das repostas), o que representa uma necessidade de retomada e *feedback* levantado por parte dos profissionais.

A padronização dos processos ocorre, também, pelo aprendizado com experiências anteriores, e o relato de acontecimentos pontuais, os quais podem ser verificados em outros empreendimentos. Caso esta informação seja transmitida e documentada, problemas semelhantes em empreendimentos distintos podem ser evitados.

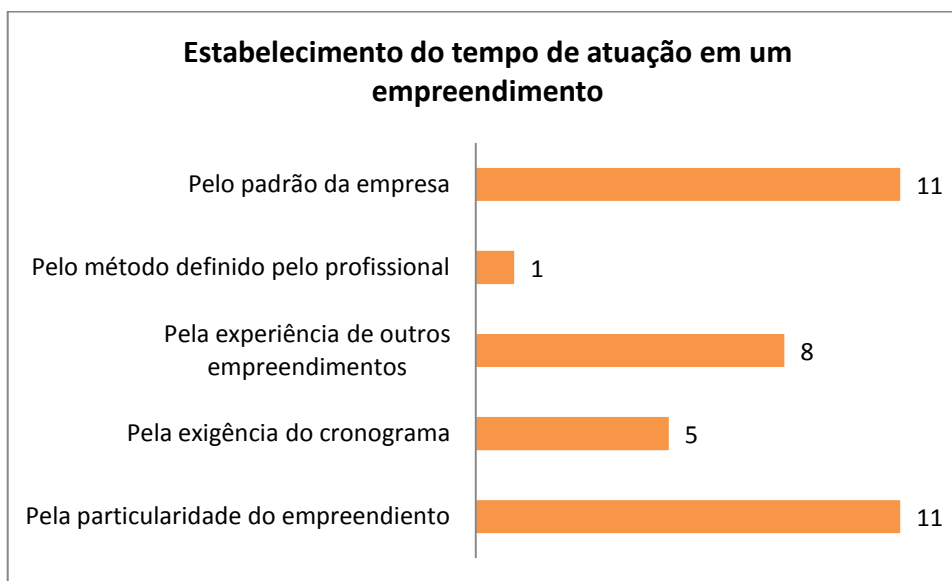


Figura 37 - Tempo de atuação do profissional em um empreendimento
FONTE: A autora.

Conforme demonstrado na Figura 37 (Questão 25), como sinalizados pela maioria dos profissionais (somados correspondem a cerca de 60% das respostas) o tempo de atuação de um profissional em um determinado empreendimento é definido pela complexidade e particularidades do mesmo, bem como do padrão de procedimentos definidos pela empresa.



Figura 38 - Suficiência no tempo de atuação em uma atividade
 FONTE: A autora.

Ainda sobre o tempo de atuação (Questão 26 – Figura 38), a maior parte dos profissionais (53%) acredita que seu tempo de atuação em um determinado empreendimento é suficiente para uma interferência adequada.

4.1.3.4. Métodos para otimização da produção

Como princípios da Engenharia Simultânea, propõem-se métodos para aperfeiçoar a produção, tanto em sua fase projetual, quanto na fase de execução de um empreendimento. Para tanto, os profissionais foram questionados se há um retorno, por parte dos profissionais gestores, dos índices de produção de uma obra, como demonstrado na Figura 39.



Figura 39 - Verificação dos índices de produtividade
 FONTE: A autora.

Correspondente à Questão 14, a maior parte dos profissionais respondeu que dados de desempenho e produtividade são disponibilizados somente aos profissionais de maior envolvimento nos processos, 53% das respostas. Dessa forma, fica a critério destes repassar os índices aos demais envolvidos, o que pode não ocorrer de maneira adequada e abrangente.

A disseminação dos conceitos de produtividade e desempenho, por grande parte das empresas da Construção Civil, não é feita de forma sistemática. Sendo assim, a ineficiência na disseminação destes resultados pode cercear, ou minimizar, ações estratégicas que eliminem os aspectos de retenção da produção (COSTA, 2012).

Não somente profissionais de cargos mais elevados possuem o controle destas estratégias, muitas vezes, pequenas ações podem ter grande repercussão dentro do processo de projeto ou do canteiro de obras. Sendo assim, não se pode negligenciar o repasse dos indicadores a todos os envolvidos no processo de concepção e execução de um empreendimento (LOVE, 1998).

Com esta conformação, quesitos como padronização de medidas e modulação podem não chegar até os projetistas, e os erros verificados em uma obra poderão ser repassados e verificados novamente em obras futuras.

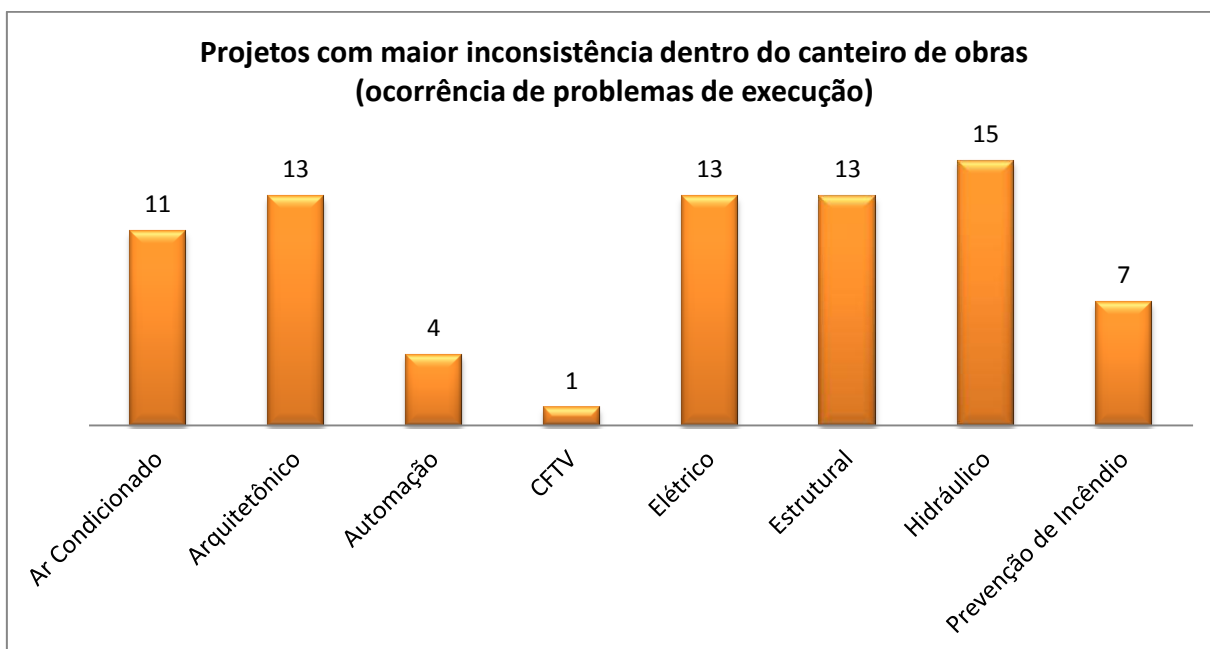


Figura 40 - Projetos com maior inconsistência dentro do canteiro de obras
FONTE: A autora.

Conforme a Figura 40 – Questão 17 – com o intuito de fazer uma conexão entre a fase projetual e de execução, aos profissionais foram solicitados quais, dentre os projetos listados, apresentavam maiores problemas de execução. Para esta questão, os respondentes poderiam assinalar mais de uma opção.

Dentro da amostra, o projeto com maior número de citações é o hidráulico (20% de citações). Em seguida aparecem os projetos Estrutural (17%), Elétrico (17%) e Arquitetônico (17%). Estes dados podem apontar estratégias de análise projetual, de modo a orientar projetistas sobre a atenção direcionada aos projetos. Uma estratégia, traçada a partir das respostas obtidas, seria reforçar a atenção sobre os projetos hidráulicos, principalmente em sua repercussão nos demais projetos, e, com isso, garantir a eficiência dos mesmos dentro do canteiro de obras.

Estas inconsistências de projetos repercutem negativamente no desenvolvimento das atividades, pois implicam retrabalho, comprometem a qualidade final do empreendimento e afetam custo e cronograma final do empreendimento (FABRICO e MELHADO, 1998). Sendo assim, os projetos devem ser compatibilizados de forma estratégica, e sincronizados antes do início da execução da obra.

Complementando a questão anterior, em relação à característica dos projetos de atenderem às necessidades da obra, segue a Figura 41 (Questão 33), em que os profissionais apontaram que a maioria dos projetos atende parcialmente (55% das respostas), demonstrando que há melhorias a serem incorporadas à etapa de projeto, de modo a assegurar à obra o correto entendimento dos projetos.

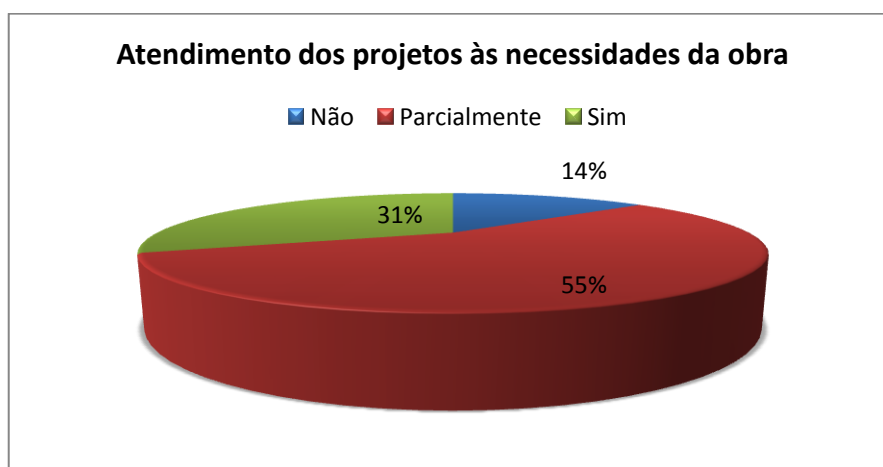


Figura 41 - Atendimento dos projetos às necessidades da obra
FONTE: A autora.

Para a verificação da produtividade, um dos quesitos de análise a serem considerados faz referência aos projetos executivos. Estes documentos devem responder a todas as necessidades do canteiro de obras, devendo ser concebidos de modo a facilitar o entendimento e a execução por parte dos profissionais de execução.



Figura 42 - Sintonia entre Construção Civil e a realidade do setor
 FONTE: A autora.

Conforme a Figura 42, questionou-se os profissionais sobre a adequação entre a conformação do setor da construção civil em relação às necessidades impostas pelo mercado em crescimento. A Questão 21 se deu de forma aberta, onde os entrevistados poderiam expor sua opinião, caso respondessem de forma negativa à questão. Inicialmente, levantou-se o número de profissionais que se manifestaram de forma negativa, representando a maioria dos entrevistados (15 respondentes).

Em seguida, os profissionais disseram que a Construção Civil está “parcialmente” em sintonia com as necessidades do mercado. Estas repostas demonstraram que há uma preocupação por parte dos profissionais com o desenvolvimento dos processos na Construção Civil, como um todo, não somente dentro da realidade empresarial na qual estão inseridos.

Posteriormente, foram listados os itens que mais foram citados nas questões abertas. Os critérios apontados como fatores necessários ao desenvolvimento do setor foram: **retroalimentação dos processos**, representada por um *feedback* por parte da obra; **industrialização**, de modo a otimizar a produção; **atender às**

necessidades de prazo e custo; investir em **formação** de mão de obra qualificada, em todos os níveis de hierarquia.

4.2. FASE II

Nesta etapa da tabulação dos dados, foram repassadas as questões de forma cruzada, analisando a convergência de duas ou mais questões, de modo a extrair resultados mais profundos. Com esta iniciativa pôde-se elaborar análises mais complexas a partir do questionário proposto.

a) Tomada de decisões X Formação dos profissionais

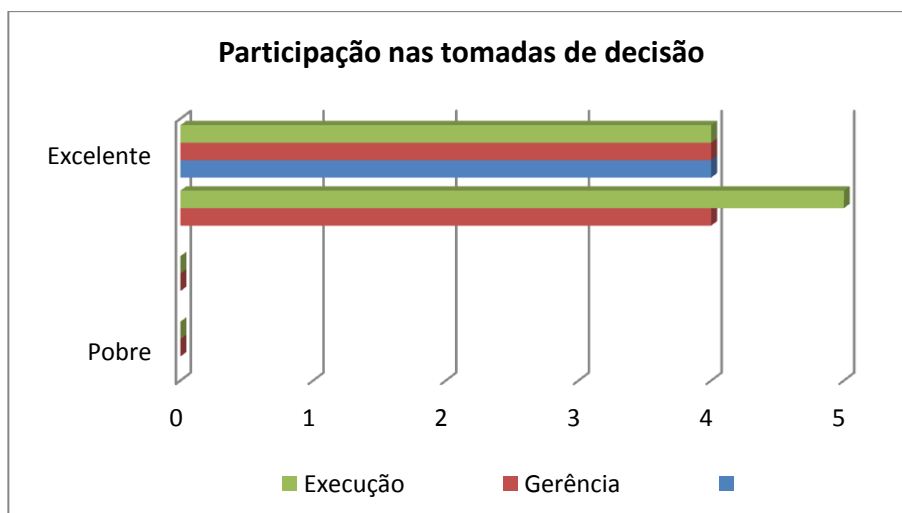


Figura 43 - Envolvimento dos profissionais com as tomadas de decisões
FONTE: A autora.

A Figura 43 apresenta as respostas sobre a percepção dos profissionais sobre sua participação nas tomadas de decisão em obras de execução de edificações. O objetivo, ao cruzar as informações da Figura 43, foi de estabelecer uma relação entre profissionais de projeto e de execução em sua participação e posição frente às tomadas de decisão dentro do Ciclo Produtivo da Construção Civil. Com isso, pôde-se perceber como as diferentes categorias de profissionais veem sua atuação frente às decisões de produto.

Na percepção dos engenheiros de execução e gestores, os profissionais de projeto apresentaram menor capacidade de decisão e atuação no Ciclo. Esta percepção reflete que estes profissionais deveriam estar mais cientes de sua importância nas tomadas de decisão, visto que a fase projetual representa

fundamental relevância para o estabelecimento de critérios para a definição do Plano de Ação de um empreendimento.

b) Tempo de existência X Maturidade de processos

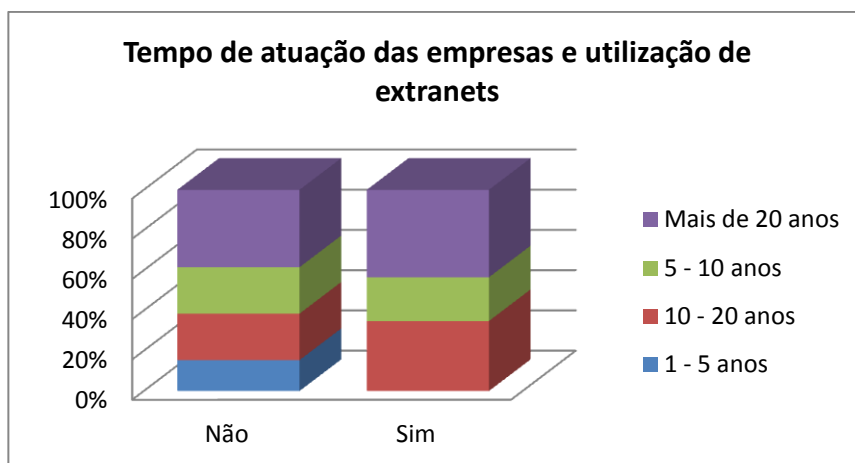


Figura 44 - Maturidade empresarial e utilização de extranets
FONTE: A autora.

Como forma de validar a maturidade empresarial das organizações pesquisadas, foi proposta a verificação de uma relação entre o tempo de atuação de uma empresa no mercado e sua apropriação de ferramentas *on-line* para armazenamento e troca de informações (*extranets*).

Segundo a Figura 44, a presença de extranets é mais intensa em empresas com maior tempo de atuação no mercado, e, conseqüentemente, processos e procedimentos mais maduros e consolidados. Empresas recém-criadas ou novas ainda não têm tempo e experiência suficientes para fundamentar seus processos e criar, com isso, uma identidade corporativa. Esta característica reflete-se em sua apropriação e efetiva utilização de ferramentas computacionais. É possível afirmar como de extrema importância que estas empresas, com o passar do tempo, criem procedimentos e moldem ferramentas computacionais segundo suas características corporativas, de modo a criar uma identidade empresarial.

c) Comunicação X Formação profissional

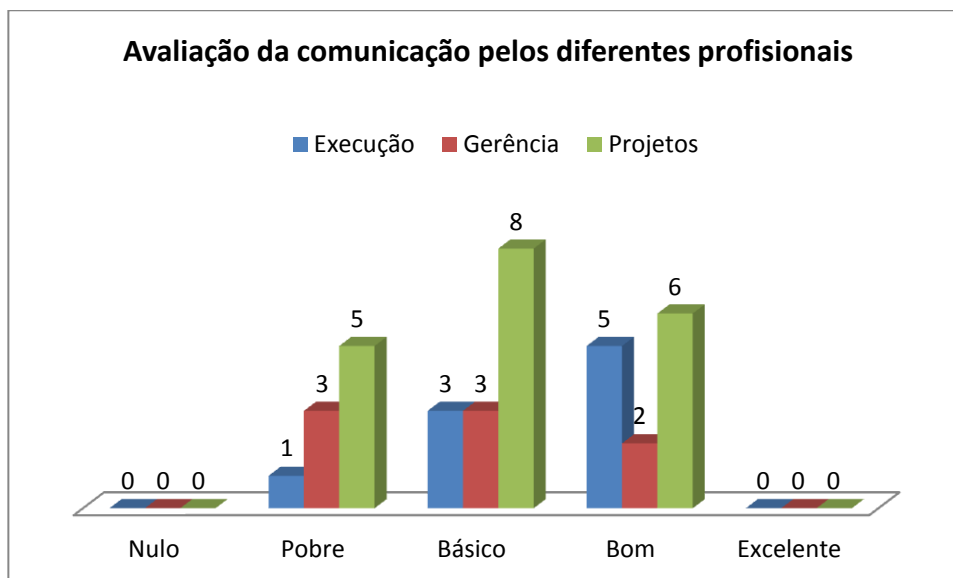


Figura 45 - Avaliação da comunicação pelos diferentes profissionais
FONTE: A autora.

A classificação dentre os entrevistados – projetistas, gestores e profissionais de execução – foi utilizada também como ferramenta para identificar como estes profissionais, em suas categorias, enxergam a tarefa de disseminação das informações e comunicação entre profissionais dentro do Ciclo da Construção Civil.

Com este cruzamento das informações, observou-se que os profissionais de execução atribuem maior qualidade a esta tarefa, se comparados aos gestores e projetistas. Para estes últimos, a comunicação entre profissionais se dá, em sua maioria, de forma pobre ou básica, onde os gestores atribuem uma pior avaliação à atividade.

Como hipótese, acredita-se que estes profissionais gestores ficam encarregados de fazer, muitas vezes, a conexão entre os diferentes núcleos do processo, e assim, vivenciam de forma efetiva esta deficiência do conjunto.

No entanto, há maior preocupação referente à comunicação interna aos profissionais de projeto, que pode ser sinalizada como negativa frente às respostas desta categoria, pois é perceptível que a comunicação nesta etapa é tida como fundamental para o correto encaminhamento e embasamento das tarefas sequenciais do Ciclo.

d) Categorias de profissionais X Alterações durante a execução

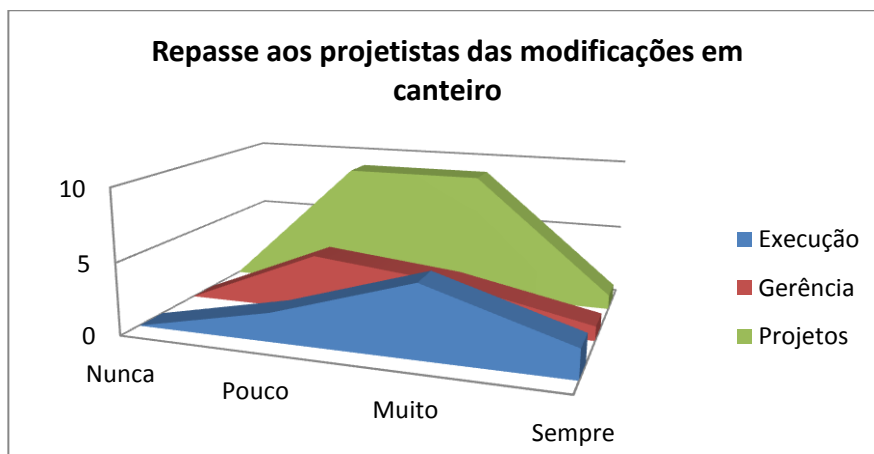


Figura 46 - Repasse aos projetistas das modificações em canteiro
FONTE: A autora.

Muitas das definições estabelecidas em projeto, levantadas e discutidas em conjunto com os diferentes projetistas, não são consideradas durante a execução de obras. Isto se deve à baixa capacidade de construtibilidade dos projetos, aliada às comunicações superficiais entre projetistas e profissionais de execução.

Na análise da Figura 46 podem-se comparar as qualificações das diferentes categorias para esta retroalimentação das informações, as quais são fundamentais para a alimentação das informações que devem estar presentes nos manuais do proprietário.

Segundo a Figura 46, apenas os profissionais de projeto visualizam esta falha da comunicação. Acredita-se que, motivadas por outras questões do questionário, as demais categorias ainda enxergam este repasse de dados de forma unilateral, ou seja, são repassadas informações as quais os profissionais julgam relevantes, sem levar em consideração qual determinada informação pode ser importante para as demais categorias.

e) Categorias de profissionais X Aprendizado com obras anteriores

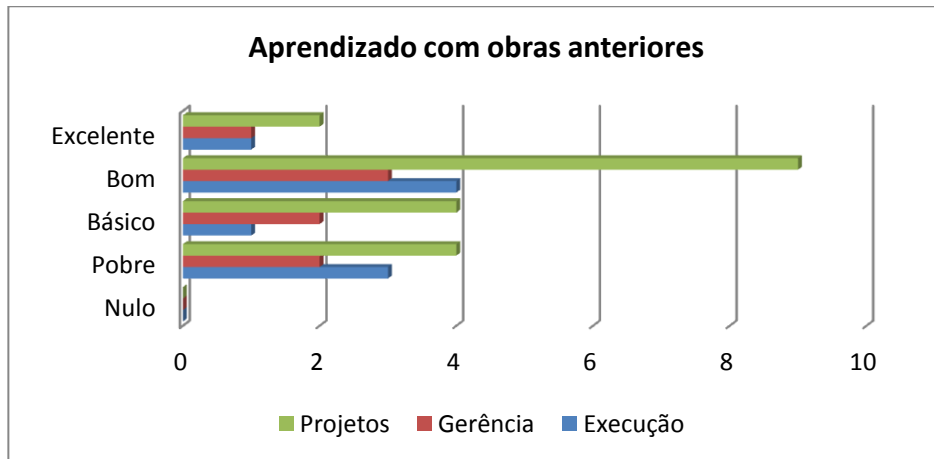


Figura 47 - Aprendizado com obras anteriores
 FONTE: A autora.

A Figura 47 mostra que o aprendizado com obras anteriores não obteve avaliação positiva por parte dos profissionais, em sua maioria, visto que se obtiveram muitas respostas entre bom e básico. Sendo assim, é importante salientar esta questão dentro das empresas construtoras, pois esta característica do processo fomenta a criação de uma identidade da empresa e de padronização dos processos, bem como a validação das proposições desenvolvidas em projeto e adaptadas ao canteiro de obras.

f) Categorias de profissionais X Relação com o usuário final

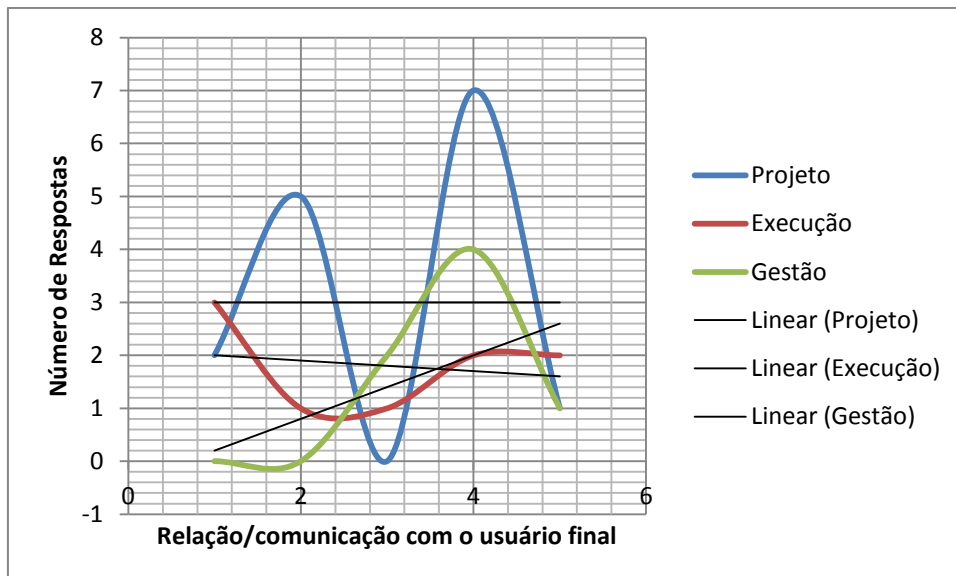


Figura 48 - Relação dos profissionais com o usuário final (por categoria)
 FONTE: A autora.

Conforme a Figura 48 (Questão 40) pôde-se observar como ocorre a relação com o usuário final por parte de cada uma das diferentes categorias propostas neste trabalho. Na Figura 48 pôde-se observar que a curva referente aos profissionais de projeto demonstra que a relação destes com o usuário final tende a ser de forma negativa, ou seja, a relação não acontece de forma plena. Para a execução, a curva é homogênea, o que demonstra que a maioria dos profissionais compartilha a mesma opinião de que há pouca relação com os usuários.

Já para a categoria dos profissionais de Gestão, constatou-se que estes possuem um maior envolvimento com o usuário final dentre as categorias estabelecidas, devido à sua curva ascendente.

g) Categorias de profissionais X Interferência das falhas na Comunicação em CUSTO/QUALIDADE/CRONOGRAMA

Propõe-se verificar, segundo a visão de cada uma das categorias, como as falhas na Comunicação interferem nos itens Custo, Qualidade e Cronograma, critérios selecionados como os mais suscetíveis a sofrer com a deficiência da troca de informações no Ciclo Produtivo da Construção Civil.

Conforme a Figura 49 (Questões 30, 31 e 32), os profissionais de execução atribuem, devido às falhas na comunicação, maior repercussão no critério CUSTO; na sequência aparece CRONOGRAMA e, por último, QUALIDADE.

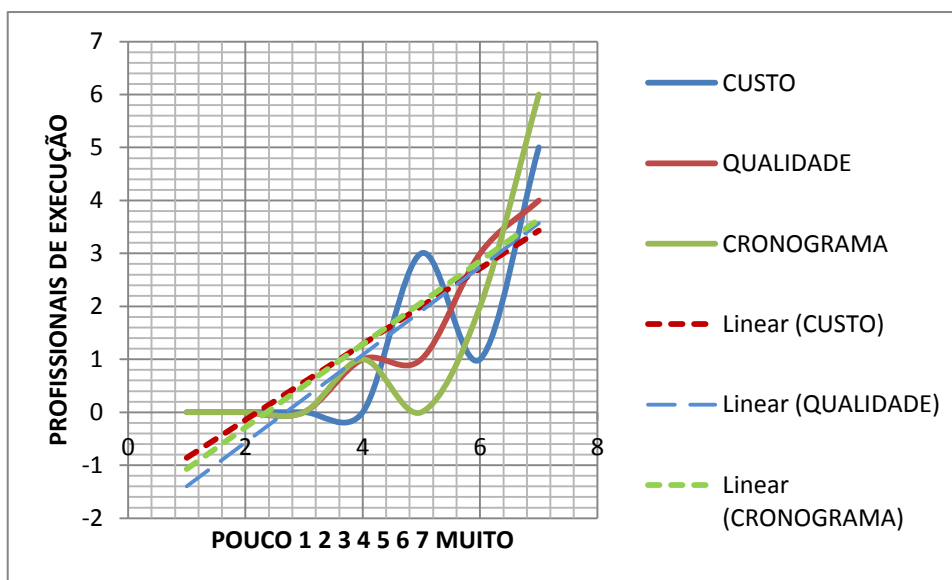


Figura 49 – Percepção de EXECUÇÃO quanto às falhas na comunicação
 FONTE: A autora.

Já os profissionais de Gestão, conforme demonstrado na Figura 50 (Questões 30,31 e 32), acreditam que as falhas da comunicação podem repercutir com maior intensidade em CRONOGRAMA; na sequência aparece QUALIDADE e, por último, CUSTO.

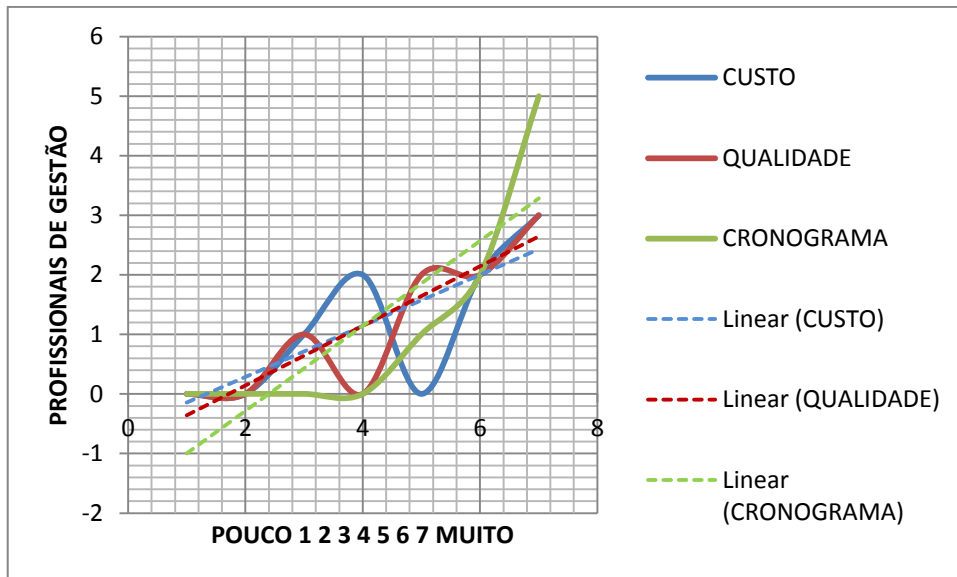


Figura 50 – Percepção de GESTÃO quanto às falhas na comunicação
 FONTE: A autora.

Para os profissionais de projetos, conforme Figura 51 (Questões 30,31 e 32), observa-se que esta categoria caracteriza CUSTO como o item que mais sofre repercussão com as falhas na colaboração entre os profissionais. Em seguida, aparece CRONOGRAMA e, por último, o critério QUALIDADE.

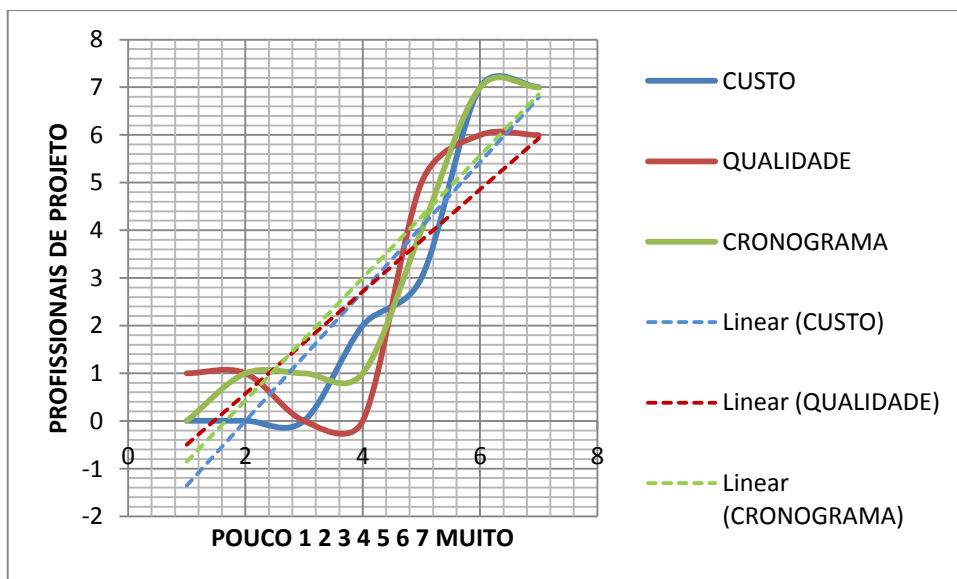


Figura 51 - Percepção de PROJETO quanto às falhas na comunicação
 FONTE: A autora.

Pôde-se concluir que cada uma das categorias possui uma apreensão distinta sobre as implicações negativas que a falha na comunicação tem sobre os principais indicadores da Construção Civil. Estas divergências de visão podem contribuir negativamente no processo de produção, visto que os profissionais envolvidos não atuam em sintonia ou com os mesmos objetivos durante o processo, pois foram identificadas tendências divergentes entre as categorias.

h) Avaliação das Fases da Construção Civil

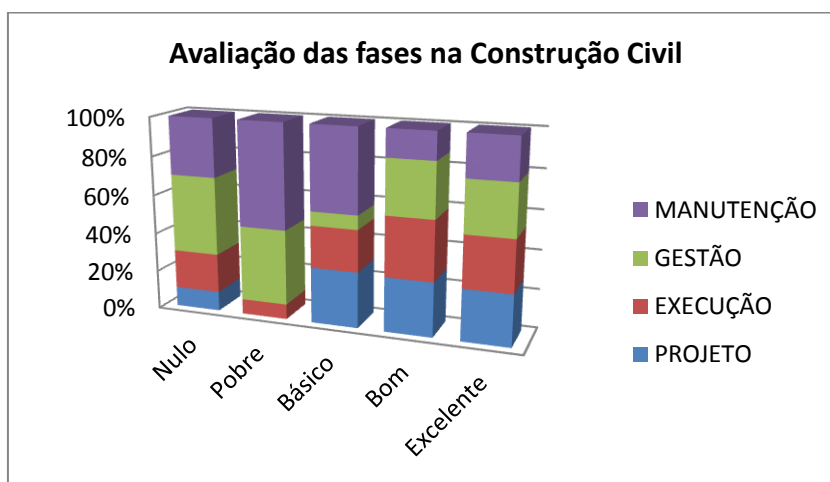


Figura 52 - Avaliação das fases na Construção Civil
 FONTE: A autora.

Aos profissionais foi solicitado que avaliassem, dentro de uma escala qualitativa, algumas das atividades do Ciclo Produtivo na Construção Civil, com o objetivo de situar quais destas atividades têm melhor visualização para os profissionais atuantes no setor.

Conforme demonstra a Figura 52 (Questões 34, 35, 36, 37), pôde-se observar que as atividades de Projeto e Execução são mais bem avaliadas segundo os profissionais, em relação à Manutenção e Gestão, as quais receberam maior quantidade de respostas negativas.

Com isso, pode-se concluir que Manutenção e Gestão precisam ser aperfeiçoadas, de modo a atender às necessidades dos próprios profissionais atuantes no setor.

5. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES

Para facilitar a visualização dos resultados obtidos, os mesmos foram agrupados segundo os Preceitos da Engenharia Simultânea propostos por Anumba, Balgh e Khalfan (2002). Estes preceitos, no entanto, são complementares e interdependentes entre si. Assim, elaborou-se um organograma (Figura 53) apontando as interdependências entre os aspectos analisados, o que contribui para dar ênfase a certos critérios e atribuir-lhes a importância percebida. Ainda, de acordo com a Figura 53, foi possível elaborar uma leitura integrada entre os quesitos, e a dinâmica necessária para alcançar os preceitos da Engenharia Simultânea.

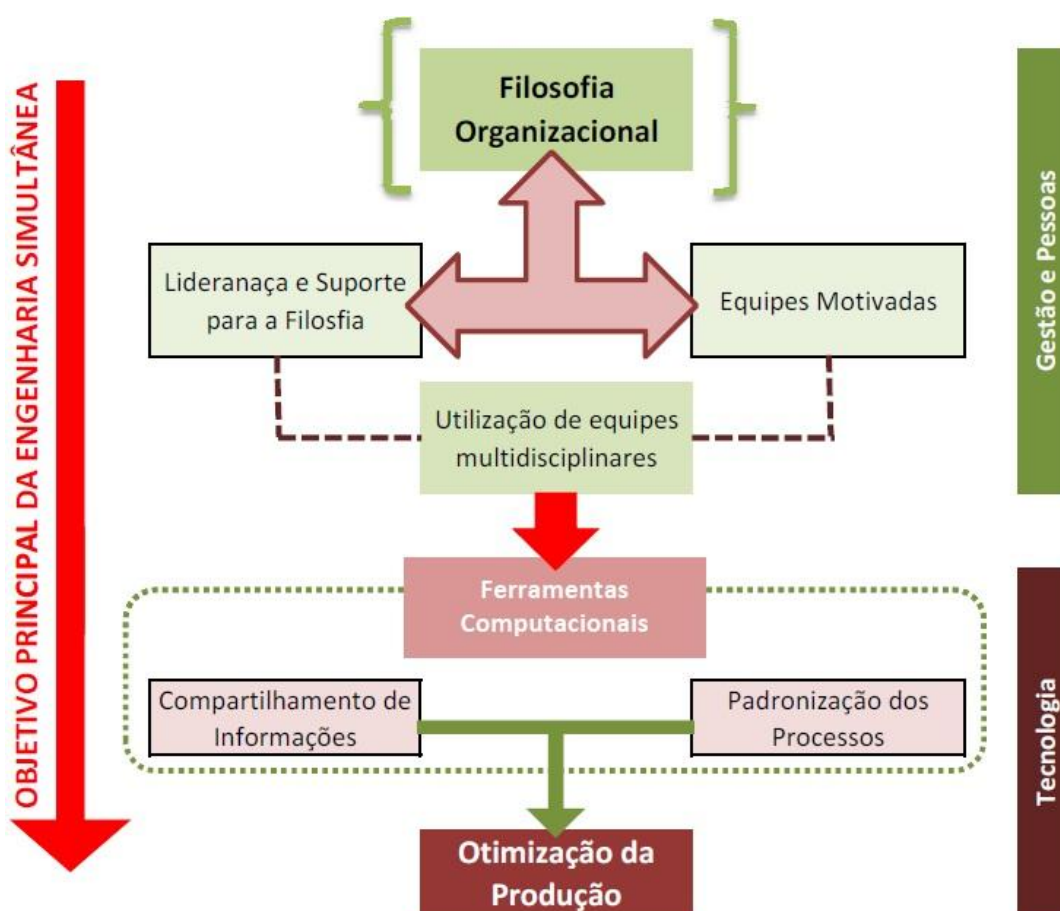


Figura 53 - Interdependência dos Critérios da ES utilizados
FONTE: A autora.

Como demonstrado na Figura 53, a empresa que pretende aplicar os Preceitos da Engenharia Simultânea aos seus métodos de produção, precisa, inicialmente, desenvolver uma filosofia organizacional específica às dinâmicas internas da empresa. Sendo assim, não há modelo padrão para sua implementação,

mas, sim, adaptações necessárias às dinâmicas já existentes, as quais traduzem a identidade de uma empresa.

Fundamentada à Filosofia Organizacional, é preciso criar artifícios que as façam ser incorporadas ao cotidiano da empresa. Para tanto, são necessários líderes capazes de transmitir e disseminar esta nova filosofia, bem como profissionais motivados e instruídos para executá-la, como já demonstrado por Maddux e Souder (1993).

A nova filosofia deve atingir todos os níveis hierárquicos, bem como as diferentes funções, traduzidos aqui pela utilização de equipes multidisciplinares. Esta convergência de funções não precisa estar, necessariamente, no mesmo espaço físico, mas em constante sinergia, de modo a facilitar a colaboração e a troca de informações (LANA e ANDERY, 2011).

Esta colaboração entre os profissionais, como demonstrado na Figura 52, deve explorar as tecnologias das ferramentas computacionais existentes, tais como: *extranets*, *e-mails* e mídias sociais. Estas ferramentas integram profissionais internamente à organização, bem como aqueles externos (prestadores de serviços).

A utilização destas ferramentas fomenta o compartilhamento eficiente das informações, onde profissionais podem acessar, em tempo real, informações com credibilidade e atualizadas. Também estas ferramentas facilitam a padronização dos processos, propondo e seguindo procedimentos, contribuindo para a utilização de uma mesma linguagem dentro da organização (PRASAD, 1999).

Apropriados estes preceitos, pode-se alcançar a otimização da produção, traduzida pela melhoria das dinâmicas relacionais entre profissionais e atividades e pela constante avaliação dos índices de produtividade. Este aperfeiçoamento do ciclo reflete o principal objetivo da Engenharia Simultânea.

Para a apresentação dos resultados foram retomados os conceitos propostos por Anumba, Balgh e Khalfan (2012), descritos na metodologia de pesquisa. Tem-se como estratégia a conservação desta organização, visto que, posteriormente, pode-se observar os artifícios específicos a cada um dos aspectos destes autores.

Na sequência são apresentados, nesta ordem, Gestão e Pessoas e Aspectos Tecnológicos.

5.1. Gestão e Pessoas

Este critério estabelece as ações voltadas aos personagens atuantes no Ciclo Produtivo na Construção Civil, sendo considerados tanto os profissionais externos quanto os internos às organizações.

a. Utilização de equipes multidisciplinares

A estratégia de atuação multidisciplinar dentro do processo de Produção na Construção Civil é bastante discutida, principalmente em sua viabilidade econômica.

Inicialmente, empresas construtoras possuíam, em seu corpo de funcionários fixos, equipes formadas por projetistas responsáveis por disciplinas específicas. A conformação da produção de projetos e serviços da construção civil era concebida internamente. Existiam profissionais responsáveis para cada um dos projetos complementares, bem como para sua execução.

Atualmente, a maioria dos serviços é terceirizada pela empresa construtora, tais como projetistas e empreiteiros. Dessa forma, contratam-se profissionais externos ao corpo de funcionários da construtora, para grande parte das etapas dos empreendimentos.

Com esta descentralização, puderam-se contratar equipes especializadas em determinados serviços, as quais, por possuírem seu campo de atualização específico, podem aperfeiçoar seus serviços e trazer inovações aos processos. No entanto, esta especialização acabou por segregar as atividades, as quais devem ser revistas de modo a alcançarem novamente uma unidade.

Sendo assim, as empresas construtoras mantiveram em seu quadro de colaboradores, em sua maioria, profissionais gestores para os processos, responsáveis por gerir os serviços prestados por terceiros. Com isso, ficou a cargo das empresas construtoras a tarefa de gestão dos processos, os quais se encontram dispersos, ao contrário da posição centralizadora apresentada anteriormente.

Conforme demonstrado na análise dos questionários (Figura 20 – Frequência das Reuniões durante a Fase de Projeto), as reuniões dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil são realizadas à medida que surgem necessidades de ajustes e compatibilizações, cerca de 60% dos profissionais entrevistados. Em sua

maioria, este “recrutamento” dos profissionais acontece durante a execução do empreendimento, conforme inconsistências verificadas dentro do canteiro de obras.

Com isso, a capacidade de prever as divergências de projeto, restrita às etapas iniciais de concepção de um empreendimento, são menosprezadas. Caso fosse atribuída uma importância expressa à fase de projeto, estas inconsistências dentro do canteiro poderiam ser mitigadas.

Reforçando esta necessidade de atenção em relação às etapas iniciais de projeto, Akintoye, McIntosh e Fitzgerald (2000) orientam que, para alcançar efetivas alterações em relação aos processos na Construção Civil, precisa-se intervir, necessariamente, no início do processo de formulação de produto na Construção Civil.

Estas previsões de problemas, caso sejam verificadas de início, possibilitam uma visão sistêmica envolvendo a ocorrência, fazendo com que critérios como, orçamento e cronograma, bem como os demais projetos, sejam ajustados conforme as interferências diagnosticadas, envolvendo todos os atores.

Este requisito, referente à necessidade de atuação conjunta dentro da Construção Civil, será traduzido, nesta pesquisa, como a intenção de realizar reuniões, presenciais ou não, entre os diferentes profissionais atuantes na Construção Civil, visto que a produção no setor já se configura de forma multidisciplinar.

Em relação à promoção de reuniões durante a Fase de Execução (Figura 21), a maioria dos profissionais respondeu que, assim como na fase de Projetos, as reuniões são feitas quando surgem necessidades (cerca de 60%), ou seja, quando surgem divergências e inconsistências dentro do canteiro de obras.

Portanto, diferente do que estabelece a ES, a qual propõe o maior número de reuniões no início do processo, observou-se que, em sua conformação atual, a construção civil realiza com mais frequência reuniões durante a fase de execução, ou seja, quando o problema já foi percebido em obra e repercutiu sobre custo, prazo e qualidade.

Diferentemente da fase de projetos, a falta de comunicação e retroalimentação abre margem para que ocorrências de inconsistências ocorram em projetos futuros. Esta conformação, reforçada pela questão 16 (Figura 22 – Repasse das modificações do canteiro de obras aos projetistas), na qual um número

representativo de entrevistados indica que as modificações são pouco repassadas aos projetistas (42% dos entrevistados), sugere a necessidade de aperfeiçoamento da retroalimentação das informações percebidas no canteiro dentro do CPCC – Ciclo Produtivo da Construção Civil.

Para consolidar o ideal de retroalimentação dos processos, a Engenharia Simultânea propõe que a colaboração entre profissionais de diferentes etapas ocorra de forma eficiente. Sendo assim, os profissionais devem estar familiarizados e interados dos acontecimentos percebidos nas diversas etapas, e não somente aquela de sua responsabilidade.

Diferentemente da realidade observada em outros setores da indústria, a construção civil possui sua atividade segmentada em duas grandes fases, **projeto e execução**. Esta afirmação foi reforçada pela aplicação do questionário, onde 50% dos entrevistados qualificaram esta interação (projeto x execução) como falha (Figura 23 – Questão 20). Para que os ideais da engenharia Simultânea sejam alcançados, é preciso que estas duas grandes fases estejam em sintonia, bem como em constante processo de colaboração.

Sendo assim, muitas informações, tais como índices de produção e problemas no canteiro de obras, não chegam até os profissionais de projeto, impedindo a multidisciplinaridade dos processos. Com isso, o aprendizado com obras anteriores não é repassado aos futuros empreendimentos, nem a capacidade que possuem os profissionais de projeto em sintetizar informações anteriores e repassá-las aos projetos, evitando problema futuros.

b. Filosofia Organizacional

Para que os princípios da Engenharia Simultânea sejam efetivamente aplicados aos processos, as organizações envolvidas devem promover parâmetros para sua implementação, os quais devem ser seguidos pelos profissionais. Principalmente, as equipes internas e externas às empresas de construção devem estar envolvidas com a nova filosofia organizacional, envolvidos e motivados para a implementação dos preceitos da Engenharia Simultânea (MADDUX e SOUDER, 1993).

Em sua conformação atual, as empresas incorporadas têm prestadores de serviço, em sua maioria, externos às organizações. Com isso, o envolvimento com a filosofia da empresa reivindica cuidados e esforços ainda maiores, pois, além de

cumprir as exigências de suas empresas de origem, os prestadores de serviço devem se adequar às exigências da empresa contratante. Explorando ainda mais, estes profissionais precisam se adequar a mais de um padrão de organização, pois, muitas vezes, prestam serviços a mais de uma empresa ao mesmo tempo.

Conforme demonstrado na Figura 24 (Questão 27), os profissionais responderam que as empresas nas quais eles trabalham, ou prestam serviço, têm padronizações em seus processos. No entanto, há aberturas para adaptações e mudanças. Com isso, pode-se inferir que estes procedimentos ficam sujeitos às alterações, as quais, muitas vezes, podem não estar alinhadas com a filosofia da empresa.

Quanto à identidade das empresas para quais os profissionais trabalham, somente uma minoria (11% dos entrevistados – Figura 24) afirmou que a padronização a que estão submetidos confere uma identidade à empresa.

Outra grande dificuldade observada entre as empresas construtoras para a padronização de seus processos advém da extensão territorial brasileira, bem como da diversidade de mercado existente entre as diferentes localidades. Com o crescimento do mercado brasileiro, observado nos anos anteriores, muitas empresas expandiram sua atuação, distribuindo filiais em outras cidades. Com isso, passou-se a atuar em mercados com necessidades específicas, não somente financeiro, mas de mão de obra, culturais, tecnológicas e até mesmo climáticas.

Estas questões fazem com que uma mesma empresa tenha características diferentes em cada uma de suas sedes, implicando processos de gestão e colaboração cada vez mais complexos.

c. Liderança e suporte para a filosofia

Além do envolvimento de todos os profissionais no intuito de implementar os preceitos da Engenharia Simultânea, é de extrema importância que existam líderes empenhados em “recrutar” e motivar seus subordinados e colaboradores. Para tanto, buscou-se identificar entre os entrevistados no questionário, qual dos profissionais possui maior compreensão de todo o Ciclo Produtivo na Construção Civil e, portanto, maior capacidade de gerenciar equipes empenhadas em implementar a Engenharia Simultânea (ANUMBA, BALGH e KHALFAN, 2008).

Não foram identificados, durante a aplicação dos questionários e visitas às empresas, setores e profissionais dentro das empresas que estejam empenhados

em criar uma sinergia entre os diferentes profissionais e etapas dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil. O mais próximo que se pode observar deste intuito é a existência de equipes de compatibilização de projetos e cargos recorrentes dentro do grupo de funcionários de empresas construtoras.

Estes profissionais, que têm a tarefa de garantir o suporte para a filosofia da empresa, fazem a conexão entre os preceitos organizacionais das construtoras e os escritórios de projetos que prestam serviços às mesmas. No entanto, esta tarefa se restringe aos projetos, portanto, não garante a efetiva colaboração e sinergia entre os profissionais.

Com isso, torna-se necessário aperfeiçoar estas equipes, de modo que a compatibilização não se restrinja a projetos, mas, sim, em fazer uma efetiva conexão entre projeto e execução, bem como garantindo a aplicação dos preceitos da Engenharia Simultânea – atividades paralelas – ao Ciclo Produtivo na Construção Civil. Sendo assim, vê-se a necessidade de aperfeiçoar um cargo de gestão, o qual concentra a atividade de gerir as informações, as trocas de responsabilidade e a retroalimentação das informações.

Como exemplo de atividades para o “gestor de Engenharia Simultânea”, pode-se destacar:

- (i) Para o início de novos empreendimentos, promover o conhecimento, por parte dos profissionais de projeto, dos índices de produção voltados aos seus projetos de responsabilidade, como, por exemplo, modulação para o projeto de alvenaria, evitando perdas, repassando o dimensionamento padrão.
- (ii) Promover o envolvimento, mesmo que superficial, dos profissionais de execução com o desenvolvimento dos projetos, evitando o dispêndio de tempo para sua compreensão, e até mesmo dúvidas de projeto.
- (iii) Proporcionar reuniões, presenciais ou não, com os diferentes projetistas, de modo a fomentar a troca de informações e conhecimento, incentivando a aplicação efetiva de novas tecnologias.
- (iv) Para o item anterior, validar a aplicação desta nova tecnologia com o setor de Engenharia da construtora e com o profissional de execução,

de modo a avaliar custo, tempo e qualidade final para estas inovações.

Conforme a Questão 10 (Figura 26), questionados sobre qual dos cargos possui maior conhecimento do Ciclo Produtivo na Construção Civil (CPCC) como um todo, e conseqüentemente maior capacidade de gerir os processos em sua totalidade, os entrevistados apontaram o Engenheiro de Execução como o profissional de maior compreensão dentro do Ciclo Produtivo (53% das respostas), e, portanto, um líder em potencial para a efetiva aplicação dos preceitos da Engenharia Simultânea. No entanto, o perfil do líder para o suporte da filosofia – ES – deve ter uma visão mais ampla de todo o processo, de modo a garantir a colaboração entre os profissionais das diferentes etapas.

Como síntese, pode-se concluir que há a necessidade de criação de um perfil dentro do processo, o qual possa respaldar os processos em sua totalidade. Em sua conformação atual, a Construção Civil precisa se desenvolver no intuito de padronizar a visão dos profissionais para qual cargo ou função possui a capacidade de visualizar os processos em sua totalidade.

d. Equipes empenhadas em realizar a filosofia

É de extrema importância que os profissionais, atuantes no Ciclo Produtivo da Construção Civil, conheçam as etapas e as atividades que compõem sua trajetória, não atuando somente na atividade de sua responsabilidade. Ao conhecer as demais etapas do processo, bem como a repercussão de sua responsabilidade plena, o profissional compreende a importância de suas decisões sobre o conjunto de um empreendimento (PRASAD, 1999).

Conforme Figura 27 (Grau de compreensão sobre o Ciclo Produtivo na Construção Civil), percebeu-se, devido ao baixo índice de profissionais com conhecimento apropriado sobre o método, que ainda há a necessidade de os profissionais conhecerem melhor os processos da Construção Civil, para, com isso, efetivamente aplicar o conceito de simultaneidade das atividades.

5.2. Tecnologia

O próximo critério proposto por Anumba, Balgh e Khalfan (2002), e suas respectivas características, é o da Tecnologia, utilizada como ferramenta para implementação da Engenharia Simultânea, e deve ser analisada em seus diferentes requisitos.

e. Utilização de ferramentas computacionais

Conforme demonstrado na Figura 28 (Questão 08), a maior parte das empresas entrevistadas tem ferramentas *on-line* de compartilhamento de informações (64% das respostas), tais como: *e-mail* e *extranets*.

Com estas ferramentas é possível (NASCIMENTO e SANTOS, 2002), por exemplo:

- (i) Comunicar a todos os profissionais envolvidos alterações, questionamentos e, principalmente, documentar as ações ao longo da produção na Construção Civil.
- (ii) Compartilhar arquivos e fazer com que as informações cheguem, em uma mesma conformação (consensual), a todas as partes interessadas.

As ferramentas de *extranet* traduzem-se em páginas *on-line* onde estão documentados e arquivados todos os documentos referentes a um determinado empreendimento. Neles, os profissionais de diferentes etapas e responsabilidades podem acessar informações condizentes com outras responsabilidades, tais como: atas de reunião, projetos, listas de verificação, padronização de procedimentos e até mesmo os índices de produção (NASCIMENTO e SANTOS, 2002).

Estas ações contribuem para a criação de uma uniformidade, tanto na comunicação quanto nos processos dentro de uma organização. Ao adotar estas iniciativas, a organização faz com que as iniciativas de melhorias se estendam a todos os setores envolvidos, contribuindo para a efetiva implementação dos preceitos da Engenharia Simultânea, expresso no desenvolvimento simultâneo e integrado das atividades.

Esta possibilidade de documentar as ações e decisões durante o Ciclo Produtivo proporciona, também, a capacidade de avaliar os processos em suas

etapas anteriores, incentivando a retroalimentação do processo. Sendo assim, ações tomadas em etapas iniciais podem ser avaliadas e remodeladas para os próximos empreendimentos, visto que sua efetiva aplicação à prática pode ser experimentada em etapas anteriores.

Esta informatização dos processos dentro da Construção Civil representa um grande avanço, já observado em outros setores da economia, contribuindo para a industrialização dos processos na Construção Civil.

Conforme Figura 29 (Questão 09), apesar da comprovada utilização das ferramentas computacionais, foi constatado que a maioria dos profissionais (42% das respostas) não se apropria destes dispositivos de forma efetiva e, muitas vezes, acaba por menosprezar os benefícios proporcionados pelas ferramentas.

Sendo assim, há muito que se desenvolver no sentido de, efetivamente, se apropriar dos benefícios proporcionados pelas ferramentas computacionais, fazendo com que os profissionais utilizem-na em seu dia a dia e a incorporem em seu cotidiano profissional.

Sabe-se que, apesar da facilidade com que as informações são administradas, há certa burocracia para a utilização das ferramentas computacionais, pois os profissionais precisam seguir determinados procedimentos para o arquivamento e o acesso às informações. Com isso, muitos profissionais acabam transpondo os procedimentos exigidos, ou deixam de utilizar as ferramentas por resistência, dificuldade em assimilar novas tecnologias e, principalmente, receio em alterar seus hábitos de trabalho já consolidados.

Estas ferramentas são definidas por parte das construtoras incorporadoras, e os profissionais prestadores de serviço devem se adequar às mesmas. No entanto, estes mesmos profissionais prestam serviços a mais de uma empresa, e devem, portanto, assimilar várias tipologias de arquivamento das informações para atender seus diferentes clientes. Sendo assim, sua utilização acaba por se tornar demasiado superficial.

Outro fator que contribui para a resistência em utilizar as ferramentas computacionais é o perfil dos profissionais de gestão, os quais são responsáveis por disseminar as inovações propostas para melhoria. Estes profissionais, em sua maioria com maior experiência, têm procedimentos de trabalho consolidados, e podem não se adaptar às mudanças (NASCIMENTO e SANTOS, 2011).

f. Compartilhamento de informações

Para se alcançar os preceitos propostos pela Engenharia Simultânea, é necessário que se garanta a comunicação eficiente entre os profissionais atuantes no Ciclo Produtivo da Construção Civil. A estes profissionais deve-se proporcionar o acesso às informações idôneas e em tempo real, em qualquer uma das etapas em que se encontre a evolução do Ciclo do Produto. Esta necessidade, apontada por Kotzé, Verster e Berry (2012), surge como ação fundamental para se alcançar metas estabelecidas.

Caso isso não ocorra, em que sejam acessadas informações desatualizadas, por exemplo, decisões podem ser baseadas em dados e informações defasados, as quais abrem margem para erros futuros e o desrespeito às metas estabelecidas inicialmente, como, por exemplo, prazos pré-estabelecidos e cronogramas de trabalho já validados.

A capacidade de comunicar às partes interessadas, informações idôneas e em tempo real, retoma os preceitos estabelecidos pela Ontologia, a qual representa uma ferramenta significativa para a eficiência na Comunicação entre os projetistas, gestores e profissionais de execução.

Constatou-se na aplicação dos questionários que os profissionais enxergam a deficiência na Comunicação entre os diferentes atores na Construção Civil (Figura 30). Sendo assim, é importante aproveitar esta consciência e desenvolver maneiras de promover esta comunicação, aproveitando as ferramentas disponíveis, porém, pouco utilizadas.

É necessário rever o papel dos gestores, de modo que estes incentivem e atuem na efetiva utilização das ferramentas computacionais, e, principalmente, mobilizando os profissionais prestadores de serviços para o entendimento da filosofia da ES.

É preciso aproveitar a avaliação dos profissionais quanto ao modelo de comunicação e troca de informações *extranet*, pois este modelo é o mais bem avaliado segundo os profissionais entrevistados. É possível, então aperfeiçoar sua utilização, bem como promover reuniões presenciais e reuniões *on-line* (Figura 31).

Conforme Figura 31, o modelo de troca de informações e comunicação onde há um profissional responsável por gerir as informações, aquele dito “centralizado”, não é reconhecido pelos profissionais como um modelo eficiente de gestão das

informações e comunicação. Este modelo é recorrente em empresas construtoras de pequeno porte, devido à sua baixa avaliação perante os profissionais e sua possibilidade de falhas deve ser reavaliado pelos profissionais de gestão.

É de extrema importância, também, que o repasse de informações deixe de ser providenciado de forma unilateral, baseando-se na intuição de um único profissional. Os profissionais atuantes devem conscientizar-se de que uma informação, por mais simples que seja, pode repercutir significativamente em atividades relacionadas às demais responsabilidades dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil, e, portanto, todas devem ser documentadas e estar disponíveis aos profissionais envolvidos.

Retomando as Figuras 32 e 33, as quais questionam qual a eficiência na troca de informações entre projetistas e profissionais de execução e somente entre os diferentes projetistas, respectivamente, pode-se observar que a eficiência entre os diferentes projetistas foi mais mal avaliada que a comunicação entre projetistas e profissionais de execução.

Com isso, apesar da necessidade de melhorar a comunicação e integração entre projeto e execução, é preciso desenvolver também, até mesmo, a comunicação entre os diferentes projetistas, conforme relatado pelos profissionais.

g. Padronização dos processos

Na tabulação dos questionários (Figura 24), observou-se que os processos na Construção Civil buscam uma padronização, mas os profissionais podem fazer adaptações aos procedimentos, para atender às particularidades de cada empreendimento, etapa e profissional responsável. Há um ponto positivo na busca pela padronização; no entanto, excesso de burocracias pode abrir margem aos gargalos no processo ou enrijecer padrões que podem sofrer adaptações.

A padronização dos processos acelera a percepção por parte dos atores do processo acerca da filosofia organizacional das empresas (ROMANO *et al.*, 2011), aqui expressas pela intenção de implantação dos preceitos da Engenharia Simultânea.

Com isso, vê-se necessária a realização de constantes auditorias internas na organização, as quais buscam identificar se os procedimentos propostos estão sendo seguidos, bem como sua sintonia com os preceitos da ES.

Como exemplo de padronização, está a gestão dos processos dentro do canteiro de obras. Muitas vezes, são executadas tarefas com projetos desatualizados, o que implica erros graves de execução.

Sendo assim, é preciso que os profissionais visualizem a importância de criar procedimentos de gestão desta documentação, atualizando o projeto em obra e substituindo cópias desatualizadas. Frequentemente, são feitas cópias do projeto por empreiteiros e terceiros, e estas devem ter demarcação de “controlada” ou “não controlada”, por exemplo.

Os profissionais devem estar em constante aperfeiçoamento, pois precisam ser estimulados a se conscientizar da importância de seguir os procedimentos propostos, pois só assim estariam aptos a implementar efetivamente os preceitos da Engenharia Simultânea.

Na Questão 28 (Figura 34), observou-se que existem relatórios que padronizam procedimentos e processos dentro das organizações, bem como sua extensão aos profissionais prestadores de serviço, pois cerca de 60% dos profissionais afirmaram sua existência. Ao avaliarem a importância destes relatórios (Figura 35), a maior parte dos profissionais (83%) assume que são “muito” importantes para o bom andamento das atividades.

Por isso, é preciso aproveitar a boa aceitação por parte dos profissionais em utilizar estes procedimentos, e fazê-los serem mais presentes nos processos para, assim, incorporarem os preceitos propostos pela ES.

h. Métodos para otimização da produção

Para este critério proposto por Anumba, Balgh e Khalfan (2002), tornam-se importantes a criação e a promoção de alternativas que aperfeiçoem a produção na Construção Civil, garantindo a construtibilidade dos projetos e o conceito de produção enxuta.

É preciso que estas intenções estejam disseminadas em todas as etapas de produção na Construção Civil, de modo que os atores do processo tenham consciência de sua importância, e, com isso, criem iniciativas para sua efetiva aplicação aos processos.

Para tanto, é preciso, por exemplo, que os índices de produção verificados ao final de um empreendimento cheguem aos seus projetistas de origem. Estes podem avaliar os resultados em conjunto com os profissionais de execução, com o

intuito de criar alternativas para o melhor desempenho destes índices, orientados aos próximos empreendimentos a serem executados.

Com os resultados obtidos (Figura 39), pôde-se observar que a retroalimentação dos índices de produção não está sendo implantada em sua conformação atual, pois estes dados e informações são disponibilizados, em sua maioria, somente aos profissionais de gestão.

Para o quesito de construtibilidade (Figura 40), buscou-se identificar quais disciplinas de projeto apresentam maior inconsistência dentro do canteiro de obras. Estes dados podem indicar caminhos para que os projetistas desenvolvam seus projetos em sintonia com as necessidades de execução das obras.

Como observado na tabulação dos dados (Figura 41 – Atendimento dos Projetos às necessidades das obras), os projetos executivos da Construção Civil não foram bem avaliados por parte dos profissionais de execução, onde 55% descreveu que estes projetos atendem parcialmente à obra. Isto se deve, em grande parte, ao distanciamento dos profissionais de projeto com o canteiro de obras. Estes mesmos profissionais devem conhecer as etapas de execução e até mesmo o modo como são feitas. Com esta compreensão executiva, são traduzidas as necessidades do canteiro de obras nos projetos civis.

Com os resultados obtidos na Tabulação dos Dados, pôde-se confirmar a existência do problema-chave deste trabalho, que os profissionais de projetos estejam mais próximos da realidade observada no canteiro de obras.

Sendo assim, é preciso fomentar a visita de profissionais ao canteiro de obras, bem como o compromisso dos profissionais de execução em repassar aos projetistas os problemas verificados dentro do canteiro.

Fabricio e Melhado (1998) orientam que esta deficiência deve ser sanada por meio de detalhamentos construtivos precisos, projetos para produção e descrição da sequência das atividades a serem seguidas dentro do canteiro de obras.

Muitas destas disciplinas têm profissionais mais ambientados com os processos de execução. No entanto, os projetos arquitetônicos estão ainda bastante distantes da realidade da execução, pois, muitas vezes, pequenas decisões de projeto arquitetônico repercutem em adequações dos projetos complementares que

implicam a mobilização de grande parte do cronograma e custos elevados para sua realização.

Nos últimos anos, documentos considerados apêndices de projeto foram criados para atender às necessidades do canteiro de obras e da compatibilização de projetos. Dentre estas novas atribuições do escopo de projeto, podem-se citar como exemplo: marcação de pontos elétricos e hidráulicos, os quais são feitos como gabaritos e repetidos nos pavimentos das torres, proporcionando agilidade à execução da obra.

Estas novas alternativas de otimização da produção são criadas em acordo com a dinâmica de cada empresa, em que se podem observar características específicas nos processos, e, portanto, soluções de novas dinâmicas diferenciadas. Sendo assim, é preciso conhecer profundamente os processos para os quais se pretende propor novas ações. Com esta iniciativa, garante-se, também, maiores oportunidades de sucesso para as novas proposições, por meio da efetiva apropriação e aplicação por parte dos agentes.

Como alternativa para a industrialização na construção civil está a indicação, e sua respectiva adequação em projetos, de esquemas e componentes pré-fabricados, os quais otimizem a execução *in loco*. Já estão disponíveis no mercado componentes hidráulicos e elétricos que aceleram a produção no canteiro de obras, bem como evitam erros de execução e, principalmente, as perdas.

Como demonstrado na Figura 42, a maior parte dos profissionais comenta que os processos na Construção Civil atendem “parcialmente” à realidade vivida pelo setor. Com isso, valida-se a necessidade de promoção e iniciativas que confirmem melhorias aos processos.

Estas alternativas vêm em acordo com a intenção de industrialização do processo, visando substituir sua atual visão, com características ainda artesanais, também identificadas pelos profissionais nas respostas ao questionário.

6. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DA PRODUÇÃO

Este capítulo tem como intuito apresentar a síntese dos resultados e referenciais construídos ao longo desta pesquisa, aqui designado Diagnóstico Estratégico da Produção na Construção Civil. Baseados no Cenário Atual da Construção Civil e fundamentado no Cenário Desejável, estabelecido seguindo os preceitos da ES, permitindo assim construir um Cenário Potencial para o processo de produção de edifícios de múltiplos pavimentos (Figura 54).



Figura 54 - Construção do Diagnóstico Estratégico da Produção
FONTE: A autora.

A sobreposição de duas situações – ATUAL e DESEJÁVEL - proporcionou a visualização de um cenário POTENCIAL para apropriação dos preceitos da ES. A partir desta leitura, foi possível estabelecer critérios que podem ser seguidos por empresas construtoras incorporadoras, tornando mais didáticos os preceitos, visto que estão embasados na conformação atual do processo e à realidade brasileira estabelecida.

Para a apresentação dos princípios propostos de melhoria, são retomadas a classificação proposta por Anumba *et al.* (2012), visto que serviram de base para a construção do conhecimento durante todo o desenvolvimento desta pesquisa.

6.1. Gestão e Pessoas

Pela análise dos dados fornecidos constatou-se a necessidade de aperfeiçoamento de profissionais em relação aos princípios de melhoria desejados por cada uma das organizações. Estas devem possuir também artifícios capazes de avaliar as adaptações de procedimentos e a aplicação das mudanças na prática profissional.

6.1.1. Adequação para Equipes Multidisciplinares

As equipes atuais são multidisciplinares, no entanto, por estarem situadas em locais distintos, seus encontros são escassos e resumidos (NUNTASUNTI e BERNOLD, 2012). Sendo assim, orienta-se para o pré-estabelecimento das reuniões, as quais podem estar concentradas nas fases onde há maior necessidade – projeto e entrega do empreendimento – como demonstrado na tabulação dos questionários.

Estas reuniões pedem a construção, em conjunto, entre os profissionais de um produto único; o repasse aos projetistas dos indicadores de desempenho da obra (*feedback*); e a troca de conhecimentos para a alimentação do Manual do Proprietário.

Cita-se, como exemplo, a colaboração massiva entre profissionais durante a etapa de projeto de um empreendimento, em que quanto mais tempo é gasto nesta etapa diminui-se o tempo gasto com compatibilização de projetos e possíveis erros de execução (MIKALDO e SCHEER, 2007).

Para a organização dos critérios de melhoria, apresenta-se uma síntese destas propostas (Quadro 8).

Quadro 8 – Propostas de Equipes Multidisciplinares

| PROPOSTAS DE EQUIPES MULTIDISCIPLINARES | |
|--|--|
| a. | Pré-definir Reuniões Presenciais ao longo da etapa de projeto de um empreendimento. |
| b. | Pré-definir Reuniões Presenciais ao longo da etapa de execução de um empreendimento. |
| c. | Fomentar o repasse das informações do canteiro de obras aos projetistas. |
| d. | Promover a comunicação entre projetistas e profissionais de execução – <i>internet, extranet</i> e mídias sociais. |
| e. | Criar parceiros externos de serviços. |

FONTE:A autora.

6.1.2. Fortalecimento da Filosofia Organizacional

Demonstrar a todos os envolvidos no processo, agentes internos e externos, os benefícios promovidos pela ES, de modo a alcançar a motivação profissional dos atores. Este repasse deve ser vertical, ou seja, atingir todas as hierarquias de uma organização (MOECKEL e AZEVEDO, 2004).

Como mostra o Quadro 09, os critérios propostos específicos à Filosofia Organizacional são:

Quadro 9 – Propostas de Filosofia Organizacional

| PROPOSTAS DE FILOSOFIA ORGANIZACIONAL | |
|--|---|
| a. | Reforçar a padronização dos processos e procedimentos dentro das organizações, conformando uma identidade das organizações. |
| b. | Promover, mesmo que de forma indireta, o acesso dos projetistas e executores às necessidades dos usuários finais do empreendimento. |

FONTE:A autora.

6.1.3. Formação de líderes de apoio à filosofia

Formar líderes capazes de motivar os profissionais, internos e externos às construtoras, os quais ficariam encarregados de subsidiar e acompanhar o

macroprocesso de um empreendimento do início ao fim do mesmo, convocando os atores dos processos produtivos e gerenciando a comunicação entre os mesmos. Este papel é expresso no conceito de “*maître d’ouvrage*”, sendo que este profissional se encarrega da gestão das informações, acompanhamento dos processos e o repasse dos dados gerados (MELHADO, 2013).

Os critérios específicos à questão de Liderança e Suporte à filosofia são (Quadro 10):

Quadro 10 – Propostas de Liderança e Suporte à Filosofia

| PROPOSTAS DE LIDERANÇA COMO SUPORTE À FILOSOFIA | |
|--|---|
| a. | Criação de um consenso quanto ao profissional de maior conhecimento e apropriação em relação ao processo de produção na Construção Civil. |
| b. | Consolidação ou adaptação para o cargo de <i>maître d’ouvrage</i> (MELHADO, 2013). |

FONTE:A autora.

6.1.4. Equipes empenhadas em realizar a filosofia

A coleta de dados para este requisito demonstrou que este critério atende parcialmente às orientações da Engenharia Simultânea. A maioria dos profissionais ressaltou que possui “bom” conhecimento acerca dos processos na Construção Civil, em relação à visão sistêmica dos mesmos. No entanto, ainda há pouco envolvimento dos profissionais de uma determinada etapa nas demais atividades do Ciclo.

Ainda, é preciso fortalecer a formação de profissionais parceiros das empresas construtoras, de modo a consolidar a filosofia da empresa e engajar de forma plena os profissionais (FABRICIO e MELHADO, 1998b).

Quadro 11 – Propostas de Equipes engajadas na filosofia

| PROPOSTAS DE ENGAJAMENTO DAS EQUIPES PARA A FILOSOFIA | |
|--|---|
| a. | Criação de auditorias para verificação do alinhamento dos processos com a filosofia das organizações, voltadas à ES. |
| b. | Fomentar o interesse e o conhecimento dos profissionais por compreender, mesmo que de forma superficial, as demais etapas do Ciclo Produtivo na Construção civil. |

FONTE: A autora.

Como síntese, a Figura 55 mostra as atividades propostas para um CENÁRIO POTENCIAL, extraído da percepção do CENÁRIO ATUAL, relatado pelos atores envolvidos em um empreendimento, e analisado frente aos requisitos propostos por um CENÁRIO DESEJÁVEL teórico para o critério Gestão e Pessoas.

| | | CRITÉRIOS PROPOSTOS PELA ENGENHARIA SIMULTÂNEA | | CONFORMAÇÃO ATUAL DO PROCESSO | | CRITÉRIOS DE MELHORIA |
|--|--|---|---------------------|---|--|---|
| Critérios da Engenharia Simultânea Gestão e Pessoas | Utilização de equipes multidisciplinares | Equipes multidisciplinares; colaboração entre diferentes profissionais | ATENDE PARCIALMENTE | A empresas construtoras terceirizam serviços que antes eram feitos por funcionários dentro do seu corpo de colaboradores, dificultando a multidisciplinaridade. | | Mesmo com equipes externas à construtora e profissionais que trabalham em outras localidades, promover reuniões com periodicidade definida, podem ser proporcionais às fases onde há maior necessidade (Nuntasunti e Bernold, 2012). 1. Reuniões Presenciais; 2. Colaboração entre projetistas e executores; 3. Fomentar a qualidade na colaboração e repasse das informações. |
| | Filosofia Organizacional | Metas e estratégias definidas pela empresa; | ATENDE PARCIALMENTE | A maioria das empresas possui artifício para a padronização em seus processos. No entanto, há margem para adaptações, as quais podem desconfigurar a identidade da empresa. | | É necessário aperfeiçoar os procedimentos e o envolvimento dos profissionais, de modo a garantir que a filosofia organizacional esteja consolidada o suficiente para apropriar-se dos conceitos propostos pela Engenharia Simultânea (MOECKEL e AZEVEDO, 2004). 1. Formular procedimentos que traduzam e conformem uma "identidade" da organização. |
| | Liderança e Suporte para a Filosofia | Profissionais coordenadores capacitados para liderar segundo os preceitos da filosofia empresarial proposta (ES) | NÃO ATENDE | Os profissionais apontam o cargo de "engenheiro de execução" como o principal conhecedor dos processos na Construção Civil, em sua totalidade. | | Aperfeiçoar as equipes de compatibilização, criando cargos de coordenação, os quais ficariam encarregados de gerir as informações, a troca de responsabilidades e a retroalimentação das informações, de modo a fornecer o suporte para a Engenharia Simultânea. 1. Disseminação do conceito de "maître d'oeuvre" (MELHADO, 2013) |
| | Equipes empenhadas em realizar a filosofia | Profissionais qualificados para compreender a importância da filosofia ES, e assim, aplicar e utilizar-se dos conceitos em seu dia-a-dia de trabalho. | ATENDE PARCIALMENTE | A maioria profissionais qualificaram seu conhecimento sobre o todo (Ciclo Produtivo na Construção Civil), como satisfatório. | | 1. Promover o aprendizado das equipes sobre os aspectos da Engenharia Simultânea, de modo a engajá-los em sua aplicação, por meio do reconhecimento de suas possibilidades de melhoria do processo; 2. Promoção de parcerias entre construtoras e projetistas; 3. Formação de equipes permanentes de projetistas e parceiros (FABRICO e MELHADO, 1998b). |

Figura 55 - Critérios da Engenharia Simultânea - GESTÃO E PESSOAS
FONTE: A autora.

6.2. Aspectos Tecnológicos

6.2.1. Ferramentas Computacionais

A pesquisa demonstrou que a maioria dos profissionais subutilizam as ferramentas computacionais disponíveis, ou seja, estes programas estão disponíveis e disseminados entre as diferentes categorias de profissionais e entre as diferentes etapas; no entanto, os profissionais não estão, em sua maioria, capacitados para explorá-la.

Nascimento e Santos (2011) destacam também esta característica e apontam a customização (adaptação às características específicas) como ponto em potencial para a dificuldade de compatibilização das informações.

Quadro 12 – Propostas de Ferramentas Computacionais

| PROPOSTAS DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS | |
|--|---|
| a. | Difusão da utilização efetiva de <i>extranets</i> . |
| b. | Padronização das ferramentas computacionais; unificar a tipologia dos programas de computador a serem utilizados. |
| c. | Promoção do sistema BIM. |

FONTE: A autora.

6.2.2. Compartilhamento de Informações

Com a valorização do saber fazer, ou seja, com a crescente necessidade de compartilhamento e gestão de informações, cresce a necessidade de utilização de ferramentas que possibilitem determinada eficiência na troca de informações (FILHO, SABBADINI, 2011). Infelizmente, esta colaboração foi avaliada negativamente por parte dos profissionais, e, com isso, precisa ser desenvolvida.

Apesar da existência de ferramentas de auxílio à comunicação, elas são pouco utilizadas (Figura 28). Os profissionais assumem esta presença nos processos, porém, ainda negligenciam sua efetiva inserção durante os procedimentos.

Para tanto, sugere-se a efetiva utilização destas ferramentas de comunicação *on-line*, os *extranets*, capazes de registrar informações e fornecê-las a

todos os profissionais envolvidos. Como já apontando por Bordin, Schmitti e Guerrero (2012), para a efetiva aplicação destas ferramentas é necessário sua constante avaliação e adaptação à realidade de cada uma das empresas, para que os profissionais possam apropriar-se de seus benefícios.

Outro resultado observado na pesquisa, e já destacado por Nascimento e Santos (2011), é a necessidade de padronizar a linguagem utilizada pelos profissionais. Esta divergência semântica, observada entre profissionais de áreas distintas, pode dificultar e corromper a troca de informações. Como alternativa, aponta-se a utilização de princípios da Ontologia, devido à sua capacidade de uniformizar o vocabulário estabelecido (NOY e McGUINNESS, 2011).

Como demonstrado na Figura 26, o repasse das informações de dentro do canteiro para os projetistas ainda precisa de aperfeiçoamento. Para tanto, pode-se retomar as proposições de Chen e Kamara (2008), os quais sugerem a utilização de MC's (*Mobile Computing*) como alternativa para o armazenamento e recuperação das informações geradas dentro do canteiro, bem como seu repasse aos profissionais de gestão e projetos.

Quadro 13 – Propostas de ferramentas da comunicação

| PROPOSTAS DE FERRAMENTAS DA COMUNICAÇÃO | |
|--|--|
| a. | Criar uma ontologia comum (organização semântica). |
| b. | Utilizar <i>Mobile Computing</i> . |
| c. | Promover a utilização <i>dos extranets</i> . |
| d. | Promover reuniões presenciais. |

FONTE: A autora.

6.2.3. Padronização dos processos

A pesquisa apontou a inexistência de relatórios que padronizem, efetivamente, uma metodologia para a normatização de procedimentos dentro da Construção Civil. Muitas vezes esta definição cabe ao profissional responsável pela etapa, pela tipologia do empreendimento ou sofrem adaptações que a descaracterizam (Figura 34).

Kotzé, Verster e Berry (2012) apontaram que, por exemplo, a padronização de gestão das informações garante um papel importante na eficiência das mesmas, e, portanto, podem trazer benefícios significativos à Construção Civil.

Quadro 14 – Propostas de padronização dos processos

| PROPOSTAS DE PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS | |
|--|--|
| a. | Elaborar relatórios de padronização dos processos. |
| b. | Promover a retroalimentação de informações e processos. |
| c. | Padronizar tempos mais longos para atuação dos profissionais ao longo do CPCC. |
| d. | Realização de auditorias internas para alinhamento dos preceitos da ES. |

FONTE: A autora.

6.2.4. Métodos para otimização da produção

Para alcançar a otimização dos processos de produção é preciso que todos os itens citados anteriormente estejam alinhados, pois viabilizam melhorias nos processos como um todo. Sendo assim, os conceitos precisam caminhar juntos para embasar critérios ligados à produtividade, os quais devem ser fomentados, tais como: para Produção: Descrito por Melhado (2011), este conceito muito se aproxima dos preceitos da ES, visto que promove o desenvolvimento simultâneo de projeto de produto e detalhamento executivo.

Como descrito por Chalita (2010), inicialmente estes projetos eram negligenciados; no entanto, com o sucesso do Sistema Toyota de Produção – STP voltou-se as atenções a este sistema, bem como suas implicações na fase projetual de um empreendimento. Para tanto, estes projetos para produção podem fundamentar-se nestes conceitos para alcançar melhorias já observadas em outros setores da indústria.

- Construtibilidade: garantir que os projetos sejam exequíveis. Para Novaes (1997), os processos e intenções de melhoria da construtibilidade ainda são escassos, ou seja, os projetos não respondem a todas as necessidades do canteiro de obras (Figura 40).

Quadro 15 – Propostas de otimização da produção

| PROPOSTAS DE OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO | |
|--|---|
| a. | Ampliar os conceitos de Produção Enxuta. |
| b. | Adaptação dos preceitos do Sistema Toyota de Produção. |
| c. | Construtibilidade. |
| d. | Projetos para produção. |
| e. | Aperfeiçoar, aprofundar e fundamentar os projetos executivos. |
| f. | Promover o aperfeiçoamento da etapa de Manutenção |

FONTE: autora

A seguir, apresenta-se, na Figura 56, a síntese construída para o critério Tecnologia, dentro dos preceitos da Engenharia Simultânea. Nela são representadas as características para cada um dos critérios, dentro de um CENÁRIO DESEJÁVEL de aplicação dos preceitos da ES. Estes são comparados ao CENÁRIO ATUAL, construídos a partir das respostas dos questionários, para então se propor o CENÁRIO POTENCIAL de aplicação da ES, voltado à tipologia de edifícios de múltiplos pavimentos.

| Critérios da Engenharia Simultânea | | Tecnologia | | |
|-------------------------------------|--|--|---|--|
| | | CRITÉRIOS PROPOSTOS PELA ENGENHARIA SIMULTÂNEA | CONFORMAÇÃO ATUAL DO PROCESSO | CRITÉRIOS DE MELHORIA |
| Ferramentas Computacionais | Uso de ferramentas computacionais para a colaboração entre profissionais, documentação de dados e projetos. | ATENDE PARCIALMENTE | Os profissionais assumem a existência de ferramentas computacionais, como extranets e e-mails, em seus processos de trabalho, porém, estes não são efetivamente utilizados. | Promover a utilização das ferramentas por meio da conscientização sobre as possíveis melhorias. Fomento e disseminação das ferramentas BIM, padronização dos softwares utilizados (NASCIMENTO e SANTOS, 2011). |
| Compartilhamento de informações | A troca de dados entre profissionais deve assegurar que as informações estejam acessíveis aos interessados, de forma atualizada e em tempo real. | NÃO ATENDE | Constatou-se que há uma consciência, por parte dos profissionais, de que a comunicação e a troca de dados e informações entre os diferentes atores da CC é falha, abrindo margem para falhas nas ações e decisões. | Apropriar-se das ferramentas do item anterior, as quais são importantes aliadas para a efetiva comunicação e compartilhamento de dados e informações dentro do Ciclo Produtivo na CC (FILHO, SABBADINI, 2011). Criação de uma 1.ontologia específica; 2.utilização dos MC's; 3.Reuniões presenciais e extranets . |
| Padronização dos Processos | Processos padronizados internamente, políticas de procedimentos consolidadas de modo a atingir e incorporar, também, as empresas e profissionais prestadores de serviço. | NÃO ATENDE | Ainda não há procedimento consolidados no processo, muitas vezes, os profissionais atuam conforme sua experiência; Há procedimentos gerais, porém, estes não estão alinhados com as características específicas de cada empresa. | Realização de 1.auditorias internas à organização, a qual verifica se os procedimentos estão em sintonia com a filosofia da Engenharia Simultânea; profissionais em constante aperfeiçoamento, estimulando sua percepção acerca da importância de seguir os procedimentos (KOTZÉ, VERSTER e BERRY, 2012). 2.Relatórios de padronização de procedimentos e processos; e 3.disponibilidade de tempos mais longos de atuação dos profissionais. |
| Métodos para otimização da produção | Verificação dos índices de produtividades; construtibilidade; projetos voltados à produção | NÃO ATENDE | As inovações tecnológicas são pouco incorporadas ao processo, e portanto, não são assimiladas pelo setor e sua expansão; não são repassados os índices de produtividade e eficiência no canteiros, os quais poderiam ser discutidos entre os demais agentes, e posteriormente, a proposição de melhorias. | Incorporação de novas tecnologias, tal como a utilização de componentes pré-fabricados, os quais atribuem aceleração na execução e evitam erros no canteiro, os índices de produtividade no canteiro devem ser discutidos entre todos os agentes do processo. Incentivo à aplicação de 1."Projetos para Produção"; 2."Construtibilidade"; e 3."Produção Enxuta" e "STP - Sistema Toyota de Produção" |

Figura 56 - Critério da Engenharia Simultânea – TECNOLOGIA
 FONTE: A autora.

7. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como desafio construir um arcabouço teórico e prático acerca dos preceitos da Engenharia Simultânea aplicados à Construção Civil. Para alcançar este desafio, iniciou-se o levantamento do Referencial Teórico acerca do tema. Vale ressaltar que muitos dos conceitos apresentados nesta pesquisa, referentes à Engenharia Simultânea, são traduzidos em paralelo com outros setores da indústria, os quais já utilizam os preceitos da ES de forma efetiva. Na sequência, forte empenho foi direcionado à construção de um fluxograma com o desenvolvimento das atividades dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil, com o objetivo de facilitar a visualização da troca de responsabilidades entre os profissionais. Em seguida, para validação da Revisão Bibliográfica, foi identificada na prática a aplicação dos preceitos da Engenharia Simultânea à Construção Civil, por meio de uma pesquisa *survey*.

Os resultados obtidos nestas entrevistas com os profissionais, algumas via e-mail e outras pessoais, apontam para a necessidade de aperfeiçoar o entendimento por parte dos profissionais acerca do tema. Mais uma vez, salienta-se que o termo “Engenharia Simultânea” não foi utilizado no questionário, com o intuito de não induzir as respostas dos entrevistados.

Pode-se concluir que as empresas e profissionais entrevistados possuem, em sua maioria, pouco conhecimento e familiaridade com os preceitos da Engenharia Simultânea. Alguns fatores podem ser sintetizados:

- (i) Resistência por parte dos profissionais em assimilar novos procedimentos. A maioria destes profissionais, por exemplo, assume a existência de ferramentas computacionais de troca de informações, no entanto, poucos chegam a incorporar estas novas ferramentas ao seu cotidiano.
- (ii) Segmentação entre projeto e produção, apresentando atividades superficiais na interface entre estas duas grandes fases do Ciclo Produtivo na Construção Civil.
- (iii) Configuração e conformação atual das empresas de construção civil, as quais possuem grande parte de seus serviços terceirizados, onde,

muitas vezes, estes profissionais se encontram em diferentes localidades, como é o caso dos projetistas.

Por se tratar, então, de um tema bastante abrangente, entende-se que a presente pesquisa necessita de aprofundamentos para sua complementação. Buscou-se visualizar de forma ampla e abrangente a conformação dos processos na Construção Civil, principalmente na sequência de responsabilidades entre os profissionais e na troca de informações e colaboração entre os mesmos. Esta característica decorre dos preceitos básicos da Engenharia Simultânea, os quais propõem a visualização macro dos processos, em que devem ser desenvolvidos de forma paralela e em sinergia.

Pode-se concluir, então, baseado na convergência do CENÁRIO REAL e do CENÁRIO DESEJÁVEL, que a Engenharia Simultânea, aplicada à Construção Civil (edifícios de múltiplos pavimentos), constrói o seguinte CENÁRIO POTENCIAL para o desenvolvimento de suas atividades:

(i) Etapa inicial (projetos)

Dar início aos trabalhos de forma correta, desde sua concepção, por meio do envolvimento – mesmo que preliminar e superficial – de todas as habilidades necessárias ao desenvolvimento do produto.

Sugere-se a promoção de reuniões, com cronogramas pré-estabelecidos, para que os diferentes profissionais de projeto possam incluir e propor inovações tecnológicas, as quais são discutidas entre os diferentes profissionais, visando sua inclusão, no desenvolvimento do produto. Vale ressaltar que, com esta troca de informações e propostas, os diferentes projetos podem se adequar às inovações tecnológicas desde o início, evitando retrabalhos futuros.

Observou-se, como de fundamental importância, a necessidade de participação dos profissionais de execução durante a etapa de projetos, com o intuito de validar o projeto atendendo às necessidades da Engenharia de Execução, com critérios específicos a cada uma das construtoras.

É por meio desta validação (participação dos profissionais de execução) que se verifica a viabilidade de execução do projeto proposto, pois se avaliam critérios como a necessidade de mão de obra para executar as proposições, custo das modificações e o prazo de execução das mesmas.

Até mesmo o conceito de produção enxuta, atualmente familiar somente dentro do canteiro de obras, pode ser incorporado ao projeto, o qual pode prever recursos que promovam e facilitem a aplicação deste conceito à execução de obras.

(ii) Etapa de desenvolvimento (execução)

Observou-se a necessidade da participação dos profissionais de projeto nesta etapa, sanando dúvidas e fornecendo respaldo técnico, que podem ser aperfeiçoadas e levadas adiante para os próximos empreendimentos, eliminando desperdícios, tempo gasto com retrabalhos e dispêndio de recursos.

Caso surjam inconsistências de projeto, muitas vezes os profissionais de execução não passam a informação adiante, resolvendo o problema *in loco*. Com isso, deixa-se de documentar as modificações, o que dificulta a recuperação das mesmas posteriormente, bem como contribui com a possibilidade de esta falha se repetir futuramente em novos empreendimentos.

A etapa de execução tem uma grande responsabilidade perante a intenção da aplicação da Engenharia Simultânea aos processos. Isto se dá, pois é esta etapa que valida as proposições concebidas pelo conceito de projeto, traduzidas, por exemplo, pelo melhor desempenho dos índices de produção.

Sendo assim, as informações e dados observados dentro do canteiro de obras devem estar disponíveis a todos os profissionais envolvidos com o processo, e estes devem visualizar a importância de consultar estes dados, ficando envolvidos, então, com a filosofia da Engenharia Simultânea.

(iii) Etapa Final (entrega do empreendimento)

Garantir a satisfação do cliente final, por meio da documentação necessária para a utilização do empreendimento (Manual do Proprietário) e da qualidade do produto em si.

Projeto e execução atuam em conjunto para que o produto final do Ciclo, produção de unidades, apresente a qualidade final exigida pelos usuários e explicitada em relação à funcionalidade, viabilidade econômica e aspectos estéticos.

Dessa forma, podem-se aperfeiçoar os manuais do proprietário, pois estes devem contemplar um histórico do empreendimento em relação a projetos e

execução, o que realça a importância, então, da documentação das informações durante as etapas iniciais e ao longo do Ciclo Produtivo da Construção Civil.

Estes manuais podem proporcionar a compreensão por parte do usuário, das partes componentes do bem de consumo, trazendo informações sobre uso consciente, manutenção e as partes componentes do produto.

As três grandes etapas descritas devem, portanto, estar em sintonia, de modo a promover a retroalimentação das informações e dados, importantes para o aperfeiçoamento dos processos.

Sendo assim, inferiu-se que os profissionais e atividades dentro da Construção Civil precisam reposicionar-se dentro do setor, passando de uma atuação individual para uma atuação em paralelo e em sintonia com os demais profissionais e atividades envolvidas na realização do empreendimento. É preciso a conscientização de todos os atores do processo de que suas ações repercutem nas demais funções dentro da Produção, bem como possuem igual importância, e por isso, devem ser concebidas em paralelo, conforme os Preceitos da Engenharia Simultânea.

Assim, os profissionais de uma determinada função ou disciplina devem assumir a responsabilidade pela integração das atividades, onde todos os profissionais executem suas tarefas segundo as mesmas premissas. Enquanto um profissional negligenciar a participação de outro no Ciclo Produtivo da Construção Civil, ou atribuir diferentes graus de relevância para cada uma das funções, reduzirá a chance de avanços significativos no setor.

Neste momento, retoma-se a pergunta de pesquisa de modo a verificar sua resposta, formulada ao longo do processo desta dissertação (Figura 57):

“A conformação atual da Construção Civil possui potencialidades para a implementação da Engenharia Simultânea?”

Figura 57 – Pergunta de pesquisa
FONTE: A autora.

Em resumo, pôde-se observar que metade dos critérios propostos pela ES não são atendidos pela conformação atual dos processos da Construção Civil (por

exemplo, compartilhamento de informações e padronização dos processos), enquanto que a outra metade atende somente de forma parcial aos preceitos propostos. Nenhum dos quesitos estabelecidos nesta pesquisa atende aos pressupostos da Engenharia Simultânea.

Com o estabelecimento desta qualificação dos preceitos, observando sua configuração na conformação atual da Construção Civil, percebeu-se que os critérios ligados ao gerenciamento de pessoas e processos aproximam-se mais dos conceitos da Engenharia Simultânea do que aqueles ligados à tecnologia.

Sendo assim, vê-se a necessidade de aperfeiçoamento dos processos e principalmente dos aspectos tecnológicos na Construção Civil, de modo a alcançar os preceitos propostos pela Engenharia Simultânea, tanto em seus aspectos tecnológicos quanto humanos.

No entanto, por mais que os critérios de “Gestão e Pessoas” possuam, em seu CENÁRIO ATUAL, mais itens que se aproximam do CENÁRIO DESEJÁVEL para a Engenharia Simultânea, deve-se direcionar o mesmo grau de atenção para o desenvolvimento de seu CENÁRIO POTENCIAL. Isso decorre do fato de a ação de mudança ficar suscetível às características dos indivíduos, que podem demonstrar resistência em incorporar sugestões propostas, diferentemente das ferramentas (Tecnologia).

Por fim, entende-se que a presente pesquisa cumpriu seus objetivos iniciais, aos explorar o conceito da Engenharia Simultânea à Construção Civil, pesquisa e aplicação dos princípios ainda em expansão, bem como levantar artifícios que diminuam a segmentação entre projeto e produção. Foram lançados novos questionamentos acerca do tema e apresentadas contribuições para seu desenvolvimento, promoção e aperfeiçoamento.

7.1. Sugestões de Pesquisas Futuras

Como sugestões de pesquisas futuras, propõe-se:

- (i) Formulação de uma ontologia específica à Construção Civil, de modo a padronizar uma linguagem e garantir o fornecimento de informações idôneas aos profissionais envolvidos.

- (ii) Aplicação dos apontamentos levantados em um estudo de caso, e sua posterior validação.

8. REFERÊNCIAS

AKINTOYE, A.; McINTOSH, G.; FITZGERALD, E. A Survey of supply chain collaboration in the UK construction industry. European Journal of Purchasing & Supply Management. Glasgow, 2000.

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. Ciência da Informação, v. 32, n. 3, p. 7-20, 2003.

ANUMBA, C. J.; BAUGH, C; KHALFAN, M. M. A. Organisational structures to support concurrent engineering in construction. Industrial Management and data systems. UK, 2002.

ASSUNÇÃO, J. F. P. Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios. São Paulo: EPUSP, 1996.

AQUINO, R; TEIXEIRA, M. A Engenharia Simultânea no Processo de Gestão de Desenvolvimento de novos produtos: O Caso Multitech. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001. Sistemas da qualidade - modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. Rio de Janeiro, 1994.

BABBIE, E. Métodos de Pesquisas de Survey. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

BORDIN, L.; SCHMITTI, C. M.; GUERRERO, J.M.C.N. A importância de melhor gerenciar a utilização de sistemas colaborativos para o desenvolvimento de projetos na indústria da Construção Civil. Disponível em: <http://www.eesc.sc.usp.br/sap/projetar/files/A002.pdf>. Acesso em: dezembro de 2012.

CANONGIA, C.; SANTOS, D M.; SANTOS, M. M.; ZACKIEWICS, M. Foresight, Inteligência Competitiva e Gestão do Conhecimento: Instrumentos para a Gestão da Inovação. v.11, n.2, p231-238, maio/ago. 2004.

CASAROTTO Filho, N. Ante-projeto Industrial: das estratégias empresariais à engenharia. Tese de doutorado de Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis, 1995.

CHALITA, A. C. C. Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção. Dissertação de Mestrado – USP. São Paulo, 2010.

CHEN, Y.; KAMARA, J. M. The Mechanisms of Information Communication on Construction Sites. Forum EJournal 8 (June 2008): 1-32 1354-5019. Newcastle, 2008.

COELHO, S.; NOVAES, C. Modelo de Informações de Construção (BIM) e Ambientes Colaborativos para gestão de Projetos da Construção Civil. Disponível em: http://issuu.com/sergiosalles/docs/coelho_novaes_wbgbp_v2.0#download Acesso em: 08 de março de 2012.

COSTA, D. B. Diretrizes para concepção, implantação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da Cosntrução Civil. Dissertação de mestrado. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/3457>. Acesso em: dezembro de 2012.

DEMING, W. E. Out of the crisis. MIT Press Edition. Cambridge, 2000.

DUBOT, F.C.; MIDLER, C. L'activité d'ingénierie et le modèle de projet concourant: Concurrent projet management and engineering departments. Sociologie du travail 44. 401-417. Paris, 2002.

EVBUOMWAN, N.F.O.; ANUMBA, C. J. An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction. Vol. 29, No. 7–9, pp. 587–597. UK, 1998

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Projetos da Produção e Projetos para Produção na Construção de Edifícios: discussão e síntese de conceitos. ENTAC 98. Florianópolis-SC, 1998a.

_____, A importância do estabelecimento de parcerias Construtora-Projetistas para a qualidade na construção de edifícios. ENTAC. UFSC, Florianópolis, SC. 1998b.

_____, Por um processo de Projeto Simultâneo. In: II WORKSHOP NACIONAL: Gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 2002, Porto alegre. Anais... Porto Alegre: PUC/RS – UFSM – EESC, 2002. CD-ROM (publicação e apresentação de artigo).

_____, Gestão Integrada do Desenvolvimento de Produto na Construção Civil. III SIBRAGEC. UFSCar, São Carlos, SP. 2003.

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

FERNANDES, L. A.; GOMES, J. M. M. Relatórios de Pesquisa nas ciências sociais: características e modalidades de investigação. ConTexto, v.3, n. 4. Porto Alegre, 2003.

FILHO, E. P. F.; SABBADINI, F. S. Teoria da criação do conhecimento organizacional aplicada a uma indústria de bebidas. 2011.

FONTENELLE, E. C. Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção. 369p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FORMOSO, C. T.; DE CASARE, C.M.; LANTELME, E. M. V.; SOIBELMAN, L. As perdas na Construção Civil: conceitos, classificações, e seu papel na melhoria do setor. UFRGS. Porto Alegre, 2011.

FÜRST, F. *L'ingénierie ontologique*. Rapport de recherche N° 02-07, Institut de Recherche en Informatique de Nantes (IRIN), octobre 2002.

GEHBAUER, F. Racionalização na Construção civil: como melhorar processos de produção e de gestão. Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.

GRILO, L; MELHADO, S. Desafios e oportunidades para os escritórios de projeto frente às tendências para a gestão do processo de projeto e do empreendimento. BT/PCC/336. São Paulo, 2003.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus Pesquisa quantitativa: Esta é a questão? Psicologia: Teoria e Pesquisa, Vol. 22 n°2, PP.201-210. Brasília, 2006.

HALIN, G; KUBICKI, S. Une approche par les modèles pour le suivi de l'activité de construction d'un bâtiment. Halshs-00267779, version 1 – 28 mar. 2008.

HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P. E. Sources of quality failures in building. Lisboa, 1991.

HODSON, D. Existe um método científico? Traduzido e adaptado de: "Is there a scientific method?", Education in Chemistry. São Paulo, 1982.

ITC, Inteligência Empresarial da Construção. 9ºRanking ITC – As 100 maiores construtoras em 2012. Disponível em: <http://www.revistainfra.com.br/portal/Textos/?Slider/13447/Sai-a-lista-das-100-maiores-construtoras-> Acesso em: fevereiro de 2013.

KOTZÉ, B. G.; VERSTER, J. J. P.; BERRY, F. H. Construction Industry Standardisation and effective communication. University of Free State. Acesso em: outubro de 2012.

JO, H.H.; PARSAEI, H. R.; SULLIVAN W.E. Principles of Concurrent Engineering. London, Chapman and Hall, 1993.

LANA, M.P.S.V.; ANDERY, P.R.V. Integração Projeto-Produção: Um novo paradigma cultural. Belo Horizonte, 2011.

LANTELME, E. M. V. A utilização de indicadores na avaliação e melhoria do desempenho de processos da construção de edificações: uma abordagem com base em princípios de aprendizagem organizacional. Porto Alegre, 1999.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. Revista Katál, v. 10, n. esp., p. 37-45. Florianópolis, 2007.

LOVE, P. E. D. Concurrent Engineering: a strategy for procuring construction projects. International Journal of Project Management Vol. 16, No. 6, pp. 375-383. 1998.

MADDUX, G. A.; SOUDER, W. E. Overcoming barriers to the implementation of concurrent engineering. London, Chapman and Hall, 1993.

McCord, K. R.; EPPINGER, S. D. Managing the Integration Problem in Concurrent Engineering. MIT Sloan. 2013.

MELHADO, S. B. Plano da qualidade dos empreendimentos e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios. São Paulo, 2011.

MELHADO, S. B. O coordenador de Projeto na França (Maître d'oeuvre) e a equipe e a equipe responsável pelo projeto (Maîtrise d'oeuvre) . São Paulo. Acesso em: janeiro de 2013.

MIZOGUCHI, R.; IKEDA, M. Toward Ontology Engineering. Techninal Report AI-TR, Osaka, 1996.

MOECKEL, A; AZEVEDO, H. Análise de aplicabilidade da tecnologia workflow em um ambiente de Engenharia Simultânea. XXIV ENEGEP – Florianópolis, SC, Brasil, 2004.

MIKALDO Jr, J.; SCHEER, S. Compatibilização de Projetos ou Engenharia Simultânea: Qual é a melhor solução?. In: VII WORKSHOP Brasileiro de gestão do processo de projetos na construção de edifícios, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM (publicação).

MORRIS, P. W. G. Science, objectv knowledge, and the theory of project management. ICE James Forrest Lecture. Columbia, 2004.

NASCIMENTO, L; SANTOS, E. Barreiras para o uso da Tecnologia da Informação na Construção Civil. 2011.

NONAKA, I. TAKEUCHI, H. Criação do Conhecimento na empresa: como as empresas geram a dinâmica da informação. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

NOVAES, C. C. Diretrizes para garantida da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais. São Paulo: EPUSP, 1997.

NOY, F.; McGUINNESS, F. N. "Ontology development 101: a guide to create your first ontology". 2011.

NUNTASUNTI, S.; BERNOLD, L. E. Experimental Assessment of Wireless Construction Technologies. Journal of Construction Engineering and Management.

Volume 132, Issue 9. Disponível: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:9\(1009\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:9(1009)). Acesso em: dezembro de 2012.

O'LEARY, D. How knowledge Reuse Informs Effective System Design and Implementation. IEEE Intelligent Systems, 2001.

OLIVEIRA, O. J. Gestão do processo de projeto na construção de edifícios. 2004.

PACHECO, R.C.S.; KERN, V.M. Uma ontologia comum para a integração de bases de informações e conhecimento sobre ciência e tecnologia. Ciência da Informação, v. 30, n. 3, p. 56-63, 2001.

PIMENTEL, C. L.; AUGUSTO, O. B. Engenharia Simultânea e sua aplicação na indústria naval. EPUSP, 1911.

PERALTA, A. C. Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na Engenharia Simultânea, em empresas construtoras incorporados de pequeno porte. Florianópolis, 2002.

PICCHI, F.A.; AGOPYAN, V. Sistemas da qualidade na construção de edifícios. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, DEpartamento e Engenharia da Construção Civil. BT/PCC/104. 24p. São Paulo, EPUSP, 1993.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. Survey research in management information systems: an assesement. Journal of Management Information System, 1993.

PRASAD, B. Enabling principles of concurrency and simultaneity in concurrent engineering. AI EDAM, 13, pp 185-204. Cambridge University, 1999.

RAUPP, F.; BEUREN, I. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais. Acesso em: 2011.

ROMANO, F. V.; BACK, N.; OLIVEIRA, R. A importância da Modelagem do Processo de Projeto para o Desenvolvimento Integrado de Edificações. Florianópolis, 2011.

ROSA, O. C. S.; ROMANO, C. A.; CORDEIRO, A. D.; CATAI, R. E. Engenharia Simultânea e Ontologia: aplicação na Construção Civil. In: Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación – COGESTEC 2012. Medellín, 2012.

SALGADO, M. Produção Arquitetônica e Interdisciplinaridade: Uma discussão sobre o processo de projeto e a ISO 9001/2000. ENTAC 2004. São Paulo, 2004.

SILVA, S. L. Gestão do Conhecimento: uma revisão crítica orientada pela abordagem da criação do conhecimento. Ci. Inf., Brasília, v.33, n. 2, p. 143-151, maio/ago. 2004.

SMITH, Preston. Concurrent Engineering Teams. John Wiley and Sons, 1998.

SMITH, G. F.; BROWNE, G. J. Conceptual Foundation of design problem solving. IEEE Trans. Sys. Man. 1993.

TAIISHI, O. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Trad. Cristina Schumacher – Porto Alegre: Bookman, 1997.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: Principles, Methods and applications. AIAI-TR-191. Edinburgh, 1996.

VERAS, C. M. A. Sistema Toyota de Produção (Toyota Way). INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO. Maranhão, 2009.

ZLATANOVIĆ, M.; MATEJEVIĆ, B. Usage of Dynamic Plans in Civil Engineering of Serbia. Vol. 9, Nº 1, 2011, pp. 57-75. Serbia, 2011.

ANEXO 1

Verificação dos Processos na Construção Civil

Este questionário faz parte da Dissertação de Mestrado em Sistemas de Produção do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UTFPR, como parte integrante da pesquisa da aluna Odila Rosa Carneiro da Silva, sob orientação do Prof. Dr. Cezar Augusto Romano. As perguntas têm por objetivo construir um cenário referente ao processo de produção de um empreendimento (construção de múltiplos pavimentos, desde o início da elaboração dos projetos até a entrega da obra). É importante que sejam levadas em conta os aspectos da empresa para a qual trabalha/presta serviços atualmente. Os dados dos entrevistados e empresas ficarão em sigilo, ficando restritos aos objetivos desta pesquisa de mestrado.

1. Nome do entrevistado

2. Formação

3. Tempo de atuação do profissional no mercado

Menos de 1 ano 1 – 5 anos 5 – 10 anos 10 – 20 anos Mais de 20 anos

4. Empresa para a qual trabalha

5. Tempo de atuação da empresa no mercado

Menos de 1 ano 1 – 5 anos 5 – 10 anos 10 – 20 anos Mais de 20 anos

6. Qual é sua função dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil (CPCC)?

Projetos Execução Gestão

7. Em sua opinião, qual seu grau de envolvimento com as tomadas de decisão dentro do CPCC?

1 2 3 4 5 6 7
POUCO ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ MUITO

8. Considerando todo o CPCC, você considera que exista um ambiente interativo para compartilhamento de informações, os *extranets*?

Sim Não

9. Na existência de extranet, com que frequência esta ferramenta é consultada?

1 2 3 4 5 6 7
POUCO ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ MUITO

10. Em sua opinião, qual dos cargos possui uma melhor compreensão do CPCC como um todo?

Gestores Arquitetos Engenheiros de Execução Outros _____

11. Durante a fase de COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS, com que frequência são requisitadas reuniões para sincronia de trabalho?

- As reuniões são feitas à medida que surgem necessidades
- As reuniões têm frequência pré-determinada
- Difícilmente são realizadas reuniões de compatibilização
- As reuniões concentram-se no INÍCIO do processo
- As reuniões concentram-se no FIM do processo

12. Durante a fase de EXECUÇÃO DE OBRAS, com que frequência são requisitadas reuniões para sincronia de trabalho?

- As reuniões são feitas à medida que surgem necessidades
 As reuniões têm frequência pré-determinada
 Difícilmente são realizadas reuniões de compatibilização

13. Como você classifica a disseminação de informações (comunicação) dentro do CPCC?

- Nulo Pobre Básico Bom Excelente

14. Verificados os índices de produtividade dentro do canteiro de obras, estas informações chegam à todos os envolvidos no CPCC?

- Ficam disponíveis para uso interno da empresa construtora
 São disponibilizados somente aos profissionais de maior envolvimento no processo
 São disponibilizadas a todos os envolvidos

15. Qual o modelo de comunicação ideal para garantir a eficiência na troca de informações e comunicação dentro do CPCC?

16. As ações/modificações que acontecem dentro do canteiro de obras chegam até os projetistas?

- Nunca Pouco Muito Sempre

17. Em quais dos seguintes projetos acarretam, com maior frequência, problemas/divergências dentro do canteiro de obras?

- Arquitetônico
 Estrutural
 Hidráulico
 Elétrico
 Prevenção de Incêndios
 Automação
 Ar Condicionado
 Outros _____

18. Assinale seu grau de compreensão considerando TODO o Ciclo Produtivo na Construção Civil

- Nulo Pobre Básico Bom Excelente

19. Qual é o grau de retroalimentação envolvendo os processos? existe a disseminação do aprendizado obtido em obras já concluídas?

- Nulo Pobre Básico Bom Excelente

20. Qual o grau de continuidade/comunicação entre a fase de projeto e execução de obras observado atualmente na construção civil?

- Nulo Pobre Básico Bom Excelente

21. A sequência das atividades (troca de responsabilidades) dentro do Ciclo Produtivo na Construção Civil está em sintonia com a realidade do setor? Você teria sugestões de modificação?

22. Qual o grau de eficiência na comunicação entre projetistas e executores de obras?

- Nulo Pobre Básico Bom Excelente

23. Qual o grau de eficiência na comunicação entre os diferentes projetistas?

- Nulo Pobre Básico Bom Excelente

24. Para a boa integração das atividades, sua responsabilidade deveria estar inserida (mesmo que em diferentes graus) em qual das etapas?

Projeto Compatibilização Execução

25. Como é estabelecido seu tempo de atuação (entrada e desligamento) dentro do Ciclo Produtivo da Construção Civil?

- Pela experiência/prática adquirida em outros empreendimentos
 Pelo padrão de processo exigido pela empresa/cliente contratante
 De acordo com as especificidades de cada empreendimento
 Pela exigência do cronograma
 Pelo método que você (como profissional) acredita ser o modelo adequado

26. Sua intervenção/tempo de atuação dentro do ciclo produtivo de um empreendimento é suficiente?

Sim Não

27. Como está definida a metodologia de trabalho da empresa construtora para a qual você trabalha (ou presta serviços), de modo a enxergar o ciclo de produção de um empreendimento como um todo?

- As ações estão predefinidas, conformando uma identidade da empresa construtora, para a qual se presta serviço
 As ações são predefinidas, mas há aberturas para adaptações, respeitando as especificidades de cada obra
 As ações variam conforme o profissional responsável por sua respectiva etapa
 As ações variam com o decorrer das etapas
 As ações variam conforme o profissional responsável pela obra, respeitando seu processo de trabalho
 As ações são definidas pelas necessidades impostas no Projeto Arquitetônico, variando de acordo com cada obra

28. Existem relatórios que padronizam os processos de trabalho? visando fixar o conhecimento adquirido com experiências anteriores?

Sim Não Eventualmente

29. Qual a importância destes relatórios?

Pouco Indiferente Muito

30. Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem, com que intensidade, nos seguinte aspecto? CUSTO

1 2 3 4 5 6 7
POUCO ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ MUITO

31. Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem, com que intensidade, nos seguinte aspecto? QUALIDADE

1 2 3 4 5 6 7
POUCO ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ MUITO

32. Com que intensidade as possíveis falhas da comunicação dentro do processo de produção de um empreendimento repercutem, com que intensidade, nos seguinte aspecto? CRONOGRAMA/PRAZO

1 2 3 4 5 6 7
POUCO ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ MUITO

33. Os projetos executivos contemplam TODAS as necessidades do canteiro de obras?

Sim Não Parcialmente

34. Como você qualifica a fase de PROJETO de um empreendimento? segundo a atuação no ciclo produtivo da construção civil?

Nulo Pobre Básico Bom Excelente

35. Como você qualifica a fase de EXECUÇÃO de um empreendimento? segundo a atuação no ciclo produtivo da construção civil?

Nulo Pobre Básico Bom Excelente

36. Como você qualifica a fase de GESTÃO de um empreendimento? segundo a atuação no ciclo produtivo da construção civil?

Nulo Pobre Básico Bom Excelente

37. Como você qualifica a fase de MANUTENÇÃO de um empreendimento? segundo a atuação no ciclo produtivo da construção civil?

Nulo Pobre Básico Bom Excelente

38. Como você qualifica a participação dos profissionais de projeto na execução de um empreendimento?

Nulo Pobre Básico Bom Excelente

39. Como você qualifica a participação dos profissionais de execução na elaboração de projetos de um empreendimento?

Nulo Pobre Básico Bom Excelente

40. Qual seu grau de envolvimento com o usuário do empreendimento?

Nulo Pobre Básico Bom Excelente