



FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA – FEA
MESTRADO PROFISSIONAL EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS

DIÊGO COELHO DE QUEIROZ

**GESTÃO DOS PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA ADOÇÃO DE
NOVAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS**

Prof. MSc. Oswaldo Teixeira Baião Filho

Belo Horizonte

2021

DIÊGO COELHO DE QUEIROZ

**GESTÃO DOS PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA ADOÇÃO DE
NOVAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC, para a obtenção do título de Mestre em Processos Construtivos.

Orientador: Prof. MSc. Oswaldo Teixeira Baião Filho

Belo Horizonte

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Q3g Queiroz, Diêgo Coelho de, 1992-
Gestão dos processos na construção civil para adoção de
novas tecnologias construtivas / Diêgo Coelho de Queiroz. -
Belo Horizonte, 2021.
126 f. : il.

Orientador: Oswaldo Teixeira Baião Filho
Dissertação (Mestrado em Processos Construtivos),
Universidade FUMEC, Faculdade de Engenharia e Arquitetura,
2021.

1. Construção civil. 2. Inovações tecnológicas. 3. Controle
de produção. I. Título. II. Baião Filho, Oswaldo Teixeira. III.
Universidade FUMEC, Faculdade de Engenharia e Arquitetura.

CDU: 69

Diêgo Coelho de Queiroz

**GESTÃO DOS PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA ADOÇÃO
DE NOVAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Processos Construtivos da Universidade Fumec, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Processos Construtivos.

Aprovado em: 31 de agosto de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Oswaldo Teixeira Baião Filho – Universidade FUMEC
(Orientador)

Prof. Dr. Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco – Universidade FUMEC
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva - UFMG
(Examinador Externo)

Professor Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco

Professor Adriano de Paula e Silva

Professor Oswaldo Teixeira Baião Filho

	TITLE
	FILE NAME
REQUESTED	REQUEST ID
	REQUESTED BY
	STATUS ● Completed

Professor (luizmelg@fumec.br)

	01/11/2021 17:27:34UTC±0		01/11/2021 17:28:25UTC±0 191.185.90.176
SENDED		SIGNED	

Professor (apsilva.eng@gmail.com)

	11/11/2021 17:44:20UTC±0		11/11/2021 17:45:51UTC±0 152.244.206.129
SENDED		SIGNED	

Professor (baiao@fumec.br)

	13/12/2021 22:15:02UTC±0		13/12/2021 22:16:21UTC±0 187.20.175.83
SENDED		SIGNED	

	13/12/2021 22:16:21 UTC±0	The document has been completed.	
COMPLETED			

Dedico essa pesquisa aos anjos: Vô Sérgio Coelho da Silva e Marcus Eduardo Diniz Figueiredo, que, neste ano tão difícil nos deixaram, mas que durante toda vida foram exemplos de pai, de irmão, de filho.

Foi um grande prazer conhecê-los e espero encontrá-los um dia. Obrigado por tudo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor e consumidor da vida, em quem confio sem restrições.

Ao meu orientador, professor Oswaldo Teixeira Baião Filho, pela exímia orientação, paciência e compreensão durante a elaboração deste trabalho e diante das intempéries da minha vida.

Aos professores: Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco e Eduardo Vieira Carneiro, por todo apoio, humanidade e o tempo dedicado durante o mestrado. Aos demais professores do Mestrado em Processos Construtivos, pelos esforços em sempre nos fazer “sentir em casa”.

Aos meus amigos do mestrado, especialmente ao Wheremts Barbosa. A companhia de vocês neste período foi fundamental para tornar a jornada mais leve e divertida.

Ao meu pai e minha mamãe. Obrigado por acreditarem em mim, obrigado pelo jeito que cuidam de mim, obrigado por ser o melhor pai e a melhor mãe desse mundo. Amo tanto vocês que não cabe em mim.

Ao meu irmão, Raphael. Só você consegue compreender o significado do meu esforço, e me ajudar a me manter firme e empenhado.

Ao meu amor, Mariana. Por ser minha confidente, minha companheira, minha namorada, meu aconchego, minha amiga e muito e muito mais. Amo você!

Aos amigos e tremendas referências como pessoas e doutores. Vocês foram grandes inspirações que o mundo profissional/acadêmico me proporcionou. Obrigado! Ao colega Bernardo Carvalho que não mediu esforços para ajudar alguém que sequer conhecia, dedicando tempo, atenção e conhecimento.

Ao anjo João de Queiroz, por todos os ensinamentos e momentos mais que especiais que passamos juntos.

À minha Família por compreender o tempo afastado de todos para me dedicar aos estudos e à minha carreira acadêmica e profissional. Amo todos vocês!

À Professora Cátia Degan, por sua vivacidade, coração ensinável, fidelidade e inúmeras formatações de acordo com as regras da ABNT. Que venha o doutorado!

A todos vocês, meu OBRIGADO!

*Somos o que fazemos, mas somos,
principalmente, o que fazemos para
mudar o que somos.*

Eduardo Galeano

RESUMO

O sistema de produção na construção civil é um exercício dinâmico e mutável que envolve uma grande quantidade de variáveis, a complexidade do trabalho torna o gerenciamento de uma obra uma tarefa árdua. É fundamental, para o pleno exercício da prática, o domínio de métodos, técnicas e ferramentas de gestão para acompanhar os avanços tecnológicos da construção civil e continuar competitivo no mercado. Em virtude disso, este trabalho visa a discutir como a gestão dos processos de execução de uma obra pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas – e, mais especificamente, as estratégias de gerenciamento da obra – quais são as inovações mais presentes nas obras, as tomadas de decisão sobre os aspectos do processo construtivo e a relação da percepção de sucesso. Desenvolvido metodologicamente através de uma sequência de estudo dividida em 3 (três) etapas: entrevista semiestruturada com 4 (quatro) Engenheiros com know-how, de caráter interpretativista, a qual analisa os objetivos sobre a perspectiva do Engenheiro Civil; pesquisa quantitativa com roteiro estruturado aos Engenheiros Civis, com 80 participantes da região do Leste Mineiro e Belo Horizonte; e estudo de caso de duas obras, a partir de registros fotográficos e levantamento de dados, por meio de conexão com o Engenheiro responsável. Os resultados dos estudos sugerem que o Engenheiro Civil é o grande responsável pela adoção de novas tecnologias. A inovação na construção civil caminha no sentido da virtualização pela detecção e detalhamento e nas etapas estruturais pelo alto impacto no desempenho. As tomadas de decisão variam segundo as condições disponíveis, mas o engenheiro civil tende a manter suas conexões desde que elas atendam a demanda. Dessa forma, pode-se concluir que a gestão de processos da construção influencia positivamente no sucesso da adoção de novas tecnologias no sentido que constrói um planejamento por meio da identificação de um objetivo e as ações necessárias para alcançá-lo.

Palavras-chave: Gestão. Construção Civil. Inovações Tecnológicas.

ABSTRACT

The production system in civil construction is a dynamic and changeable exercise that involves a large number of variables, the complexity of the work makes managing a work an arduous task. It is essential, for the full exercise of practice, to master management methods, techniques and tools to keep up with technological advances in civil construction and remain competitive in the market. As a result, this work aims to discuss how the management of the execution processes of a work can influence the successful adoption of new construction technologies - and, more specifically, work management strategies - which are the most present innovations in works, decision-making on aspects of the construction process and the relationship of the perception of success. Methodologically developed through a sequence of study divided into 3 (three) stages: semi-structured interview with 4 (four) Engineers with know-how, of an interpretive nature, which analyzes the objectives from the perspective of the Civil Engineer; quantitative research with a structured script for Civil Engineers, with 80 participants from the Eastern Region of Minas Gerais and Belo Horizonte; and a case study of two works, based on photographic records and data collection, through a connection with the responsible Engineer. The results of the studies suggest that the Civil Engineer is largely responsible for the adoption of new technologies. Innovation in civil construction moves towards virtualization due to detection and detailing and in structural stages due to the high impact on performance. Decision making varies according to available conditions, but the Civil Engineer tends to keep his connections as long as they meet demand. Thus, it can be concluded that the management of construction processes positively influences the successful adoption of new technologies in the sense that it builds a plan through the identification of an objective and the actions necessary to achieve it.

Keywords: Management. Construction. Technological Innovations.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estratégias e características dos focos da aquisição	38
Quadro 2: Estratégias e características dos tipos de itens	39
Quadro 3: Perguntas do questionário e seus objetivos	44
Quadro 4: Inclusões e alterações do questionário	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos participantes por cargo ocupado	72
Tabela 2: Distribuição das Inovações	73
Tabela 3: Etapa construtiva, alvo da inovação tecnológica vivenciada	75
Tabela 4: Grupo específico que sofreu alterações	77
Tabela 5: Responsável por convencer a empresa a adotar a inovação	78
Tabela 6: Objetivo da inovação nas práticas da empresa	79
Tabela 7: Medidas de posição e dispersão das alterações que ocorreram em função da mão de obra	81
Tabela 8: Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: materiais, máquinas e equipamentos	82
Tabela 9: Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: projetos	83
Tabela 10: Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: processo e Engenharia	84
Tabela 11: Objetivo traçado foi alcançado com êxito	85

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição dos participantes por gênero	69
Gráfico 2: Distribuição dos participantes por idade	70
Gráfico 3: Distribuição dos participantes por tempo de formado em Engenharia Civil	71
Gráfico 4: Distribuição dos participantes por tipo de obra escolhida	73
Gráfico 5: Etapa construtiva, alvo da inovação tecnológica vivenciada	74
Gráfico 6: Grupo específico que sofreu alterações	77
Gráfico 7: Responsável por convencer a empresa a adotar a inovação	78
Gráfico 8: Objetivo da inovação nas práticas da empresa	79
Gráfico 9: Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: mão de obra	80
Gráfico 10: Materiais, máquinas e equipamentos	81
Gráfico 11: Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: projetos	82
Gráfico 12: Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: processos e Engenharia	83
Gráfico 13: Objetivo traçado foi alcançado com êxito	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Matriz de estratégias de compras.....	40
Figura 2: Projeto de pesquisa na Plataforma Qualtics	46
Figura 3: Região onde se localizavam as obras.....	49
Figura 4: Laje <i>Steel Deck</i>	49
Figura 5: Estrutura <i>Steel Frame</i>	50
Figura 6: Etapa inicial: fechamento com tapumes	86
Figura 7: Execução da escavação da fundação	87
Figura 8: Montagem de armação e soldagem de chapa metálica	87
Figura 9: Concretagem da fundação e soldagem dos pilares em perfis metálicos	88
Figura 10: Execução da soldagem dos pilares metálicos	88
Figura 11: Soldagem das vigas metálicas	89
Figura 12: Posicionamento das telhas metálicas	89
Figura 13: Interligação das vigas com telhas metálicas e montagem da armação adicional	90
Figura 14: Concretagem da laje com nivelamento e sarrafeamento	90
Figura 15: Etapa final: cura do concreto e desmobilização da obra	91
Figura 16: Execução de gabarito da obra	93
Figura 17: Fixação das estruturas metálicas sobre a fundação	93
Figura 18: Soldagem das vigas metálicas	94
Figura 19: Execução do piso em concreto armado	94
Figura 20: Vedação convencional com tijolo cerâmico	95
Figura 21: Execução das instalações elétricas e chapisco	95
Figura 22: Finalização do reboco e execução da cobertura	96
Figura 23: Execução dos acabamentos internos e externos	97
Figura 24: Etapa final: finalização dos acabamentos e desmobilização da obra	98

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	17
1.2	Objetivo geral	18
1.2.1	Objetivos específicos	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Sistemas de Produção na Construção Civil	20
2.1.1	Planejamento e Controle da Produção	21
2.1.2	Lean Construction	21
2.1.3	Gestão Estratégica na Construção Civil	22
2.1.4	Grupos específicos de obra	24
2.2	Gerenciamento de Projetos	29
2.2.1	Gestão Estratégica	30
2.2.2	Partes Interessadas	32
2.2.3	Custo da Qualidade	32
2.2.4	Análise das aquisições e do mercado	35
3	MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1	Contexto da Pesquisa	41
3.2	Levantamento de dados	42
3.2.1	Entrevista com roteiro semiestruturado	42
3.2.2	Pesquisa com roteiro estruturado	46
3.2.3	Estudo de Caso	48
4	RESULTADOS	51
4.1	Entrevistas	51
4.1.1	Entrevistado A	51
4.1.2	Entrevistado B	55
4.1.3	Entrevistado C	60
4.1.4	Entrevistado D	64
4.2	Análise dos dados	68
4.2.1	Caracterização da amostra	69
4.3	Estudo de Caso	85
4.3.1	Sequência dos métodos executivos	86
4.3.2	Análise das estratégias de gerenciamento das obras em estudo nesta	

pesquisa.....	98
4.3.3 Impacto das alterações no ambiente interno e externo.....	99
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
ANEXOS.....	114
Anexo 1 - Entrevista Semiestruturada para Engenheiros	115
Anexo 2 – Termo de Livre Consentimento Esclarecido – TLCE	120
Anexo 3 – Imagens Plataforma Qualtrics Questionário Roteirizado	122

1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil é formada por uma heterogênea cadeia produtiva que envolve desde indústrias de tecnologia de ponta, como siderurgia do aço, metalúrgica, mineração, cerâmica, vidros e madeira, até prestadores de serviços, a exemplo de projetistas, arquitetos, engenheiros e empreiteiros (MELLO; AMORIM, 2009).

Quanto ao sistema de produção na construção civil, as empresas gastam boa parte do seu tempo melhorando-o, aperfeiçoando-o e dinamizando-o, a fim de alcançar eficiência e eficácia em busca de melhores resultados. É evidente que, após inúmeras correções, a linha de produção passa por uma assimilação e o resultado já não provoca surpresas, quando finalizado em menor tempo, menor custo e com maior qualidade.

Nesse contexto, toda empresa tem como premissa operar com eficiência e atingir seus objetivos da melhor forma possível. Ou seja, os indicadores que demonstram se a organização está no caminho correto correlacionam o ambiente interno e externo. O desempenho interno está, diretamente, ligado à familiaridade dos colaboradores com os processos, quanto maior for o grau de conhecimento das ferramentas e dos métodos a chance de se antever gargalos é maior, assim como, a fluidez de toda a execução.

Considerando que o ambiente externo em que a empresa se insere está em constante mudança e todas as transformações acabam influenciando, diretamente ou indiretamente, o seu desempenho, deve-se dar a devida atenção às variáveis que possam impactar o sucesso dos projetos. De igual forma, deve-se ver o projeto como a luta da empresa por vantagem competitiva, receitas e lucro (SERRADOR; TURNER, 2015). Seja qual for a visão utilizada, a capacidade competitiva de uma organização é intrínseca à sua capacidade de mudar e de desenvolver novas direções estratégicas (ROMAN, 2012).

Nesse sentido, é imperativa a adoção de um novo modelo de produção que possa atender às expectativas das partes interessadas no projeto de forma integrada e em concordância com as qualificações das normas técnicas. Porém, ao se aplicar novas metodologias de gerenciamento na construção, emerge um grande problema de cultura, o qual necessita ser superado para permitir que o treinamento e o

aprendizado fomentem equipes com habilidades e autogerenciamento (COSTA, 2020).

Outros autores corroboram com a afirmativa anterior, dentre os quais pode-se citar: Corral (1992) que afirma: “o desenvolvimento e assimilação de inovações na cultura de trabalho da empresa está diretamente relacionada com a capacidade dos trabalhadores de incorporá-las e aceitá-las”; Martins (2018, p.9) que afirma “a inovação depende da capacidade dos indivíduos de a conceberem, implementarem, usarem e difundirem”; e ainda Barros (1996), que é enfática ao afirmar que “sem o completo envolvimento das pessoas, [...], nenhuma nova tecnologia será implantada nos canteiros de obras e não haverá chances de se conseguir a evolução pretendida para o processo de produção de edifício.

Com base no exposto, esta pesquisa visa apresentar os resultados de uma investigação, além de um estudo de caso que conduziu ao uso de inovação tecnológica de como os engenheiros civis e as empresas constroem suas estratégias para atender a um requisito do projeto ou uma possibilidade de ganho na produção. Nesta pesquisa, serão exploradas as estratégias de gerenciamento da obra, os impactos das alterações no ambiente interno e externo, objetivos das inovações e as tomadas de decisão para alcançá-los e a relação de sucesso das inovações tecnológicas com a gestão de processo.

Por meio das análises realizadas e os resultados do estudo, identificamos que os fatores que norteiam a gestão de processos na construção civil estão relacionados com o sucesso de adoção de novas tecnologias construtivas. Foi necessário, portanto, que os entrevistados cumprissem o dever de gerenciamento da obra para que as respostas estivessem compatíveis à análise comportamental das fases de implementação dos processos construtivos.

O gerente de projeto é responsável pelo produto de suas equipes: o resultado do projeto. O líder precisa adotar uma visão holística dos produtos de suas equipes para planejar, coordenar e concluir. Este líder começa pela análise da visão, da missão e dos objetivos de suas respectivas organizações, para garantir o alinhamento com seus produtos. O gerente de projetos estabelece sua interpretação da visão, da missão e dos objetivos envolvidos para uma conclusão bem-sucedida dos seus produtos. O líder do projeto usa a sua interpretação para comunicar e motivar a sua equipe no sentido da conclusão bem-sucedida de seus objetivos (PMBOK, 2017).

O estudo da adoção de práticas construtivas inovadoras para o ambiente das

empresas mostra-se interessante devido à complexidade das tomadas de decisões e dos impactos nos ambientes externos e internos da empresa, a análise possibilita entender as melhores estratégias e os ganhos relativos ao atendimento da demanda executiva.

1.1 Justificativa

A Indústria da Construção Civil é responsável pela geração de empregos e provisão de infraestrutura necessária aos diversos projetos de desenvolvimento do país, constituindo-se em segmento de impacto na economia brasileira. Dentre os desafios da Construção Civil pode-se mencionar a busca por processos sustentáveis, maior durabilidade das construções e atendimento das exigências dos clientes. Para tanto, é necessário construir com qualidade, no menor prazo possível e dentro de orçamentos restritos (COSTA, 2020).

Em razão desses parâmetros de mercado, alternativas de produção são soluções buscadas pelas empresas construtoras, a fim de obter aumento da produtividade e da qualidade intrínseca do produto concomitantemente à redução de custos de produção (HOLANDA, 2003). Sobre as “novas formas de produção” passíveis de serem empregadas, Holanda (2003) menciona que muitas organizações começaram a investir na implantação de novas tecnologias ou no incremento de seus atuais processos produtivos através da racionalização construtiva.

Tayeh et al (2019) atribui os atrasos nos projetos, durante a fase de construção, devido a várias incertezas resultantes de sequências conflituosas de construção, falta de coordenação e alteração no domínio do projeto. Conforme diversos autores (PRIES; JANSZEN, 1995; BOUGRAIN, 2010; GAMBATESE; HALLOWELL, 2011) apontados por Moura (2015) o emprego de inovações torna-se uma opção viável ao atendimento das demandas e desafios da construção civil, apresentando vantagens como o aumento de produtividade e a redução de custo de mão de obra e de produção.

Chiavenato (2008) explica que, na medida em que ocorre o avanço tecnológico, aumenta a necessidade do preparo dos recursos humanos e da utilização de um sistema de administração aberto, participativo e democrático.

De acordo com Sabbatini (1989):

Um novo produto, método, processo ou sistema construtivo introduzido no mercado, constitui-se em uma inovação tecnológica na construção de edifícios quando incorporar uma nova ideia e representar sensível avanço na tecnologia existente em termos de: desempenho, qualidade ou custo do edifício, ou de uma sua parte (SABBATINI, 1989, p.45).

Como bem destacou Farah (1996), as empresas precisam entender que as mudanças em seus sistemas de produção dependem do envolvimento e adaptação de seus trabalhadores a tais alterações. O autor ressalta que os trabalhadores recorrem à sua experiência prática para utilização dos materiais e acabam intervindo durante a execução dos projetos, ainda que a tecnologia esteja embutida no processo e em alguns componentes industrializados.

Embora os empreiteiros se esforcem continuamente para lidar com a evolução e a competitividade do mercado da construção (SAMSON; LEMA, 2002), ainda é necessário melhorar as técnicas tradicionais de gerenciamento de construção para obter maior produtividade (HOWELL; KOSKELA, 2000).

Portanto, para que as empresas de construção civil se mantenham no mercado, precisam rever seus processos executivos, a fim de se adequar aos requisitos de menor desperdício de material e maior velocidade de execução que o mercado exige. É preciso preparar-se para novos conceitos de produção com uma solução que promova integração e comprometimento da equipe de execução e de controle.

1.2 Objetivo geral

Identificar como a gestão dos processos de execução de uma obra pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas.

1.2.1 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral definido para este trabalho, foram traçados os seguintes objetivos específicos, a saber:

- a) Apontar as estratégias de gerenciamento da obra, com base na seleção de métodos, ferramenta e/ou técnicas para atenderem às especificações, prazo, custo e qualidade e quais são as inovações mais presentes nas obras;

- b) Apontar quais etapas de obras estão sendo alvo de inovações, quais os impactos das alterações no ambiente interno e externo e quais são os objetivos das inovações;
- c) Identificar as tomadas de decisão sobre os aspectos inerentes à obra e seu processo construtivo;
- d) Verificar a relação da gestão dos processos construtivos com a percepção de sucesso das inovações tecnológicas da construção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As empresas de engenharia a fim de manter suas posições competitivas no mercado buscam o aumento da qualidade de seus serviços e produtos de maneira aliada à redução de custos. As alterações realizadas por essas empresas podem ser notadas em implementações de novos processos de construção, na utilização de materiais e ferramentas mais tecnológicas. Para que essas alterações sejam realizadas com sucesso, é necessária a implementação de uma metodologia adequada que permita o acompanhamento do processo para garantir eficácia, conforme apresentamos neste capítulo.

Neste tópico serão apresentados e discutidos os sistemas de produção da construção civil e o gerenciamento de projetos. Essas discussões embasaram este estudo e as análises, a fim de alcançar o objetivo proposto de identificar como a gestão dos processos de execução de uma obra pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas.

2.1 Sistemas de Produção na Construção Civil

De acordo com Cardoso (1996), o conceito de sistema de produção na construção civil abrange as etapas temporais, físicas e gerenciais vinculadas ao ciclo de vida de uma construção. Por meio da análise e desenvolvimento do sistema de produção pode-se agregar valor aos produtos e serviços oferecidos.

Com o objetivo de se manterem no mercado de forma competitiva, as construtoras têm demonstrado interesse pela modernização de seus sistemas e processos de produção. Uma das estratégias que é implementada pelas empresas de construção civil está relacionada a operações de pré-fabricação realizadas fora dos canteiros de obra (GIBB, 2001).

Para a implementação dos sistemas de produção na construção civil, é necessário discutir o planejamento e o controle da produção, a gestão estratégica e os processos relacionados à engenharia, que envolvem a mão de obra, os materiais e equipamentos e os projetos destinados aos grupos específicos de obra.

2.1.1 Planejamento e Controle da Produção

O planejamento, de acordo com Mattos (2019), é um dos principais aspectos do gerenciamento, estando relacionado ao sucesso de um empreendimento. É definido como um processo de tomada de decisão que visa alcançar uma condição futura específica e os meios de alcançá-la, por meio da definição das atividades a serem realizadas e das metodologias a serem implementadas (LAUFER; TUCKER, 1987).

Bernardes (2021) enfatiza a relação entre tomada de decisão e planejamento, justificando que é por meio do processo decisório que as metas estabelecidas nos planos podem ser cumpridas. Pinheiro e Crivelaro (2014), por sua vez, ressaltam a necessidade de comunicação entre todos os setores da empresa para elaboração do planejamento, bem como o contato com as partes interessadas no empreendimento, a exemplo de fornecedores e prestadores de serviços terceirizados.

Para Mattos (2019), o planejamento é uma ferramenta desenvolvida pelos gerentes com o objetivo de priorizar ações e acompanhar o andamento da construção. Mediante a comparação dos estágios da obra com a linha base (determinada no planejamento), o gerente tem condições de tomar providências caso algum desvio seja detectado durante a execução (MATTOS, 2019). Corroborando essa ideia, Formoso (2001) considera o planejamento como um processo gerencial, sendo eficaz quando realizado em conjunto com o controle.

Um planejamento incompleto pode comprometer a execução de uma obra, por meio de estouro de datas de entrega, assim como o estouro do orçamento, acarretando aumento dos custos, além de colocar em risco o êxito do empreendimento (MATTOS, 2019). Em contrapartida, segundo o autor, um planejamento executado corretamente pode gerar diversos benefícios como detecção de situações desfavoráveis, agilidade na tomada de decisão, otimização na alocação dos recursos, padronização, até profissionalismo do serviço prestado.

Diante então de tal problemática, é importante considerar os estágios de um planejamento, de acordo com Magalhães (2004): estratégico, tático e operacional, que precisam ser discriminados e apresentados para o desenvolvimento desta pesquisa.

No estágio estratégico tem-se em vista os objetivos de longo prazo. Nesse nível são definidas as metas e os prazos mais importantes de todo o projeto. É nesse estágio que são definidas datas para início e finalização da construção, discutida a

viabilidade da obra, determinadas as técnicas de construção que serão implementadas. Além disso, é definida a alocação de recurso para execução das ações (MAGALHÃES, 2004).

O estágio tático consiste no planejamento de médio prazo. Nele são definidos os meios a serem utilizados para alcançar as metas traçadas no estágio estratégico de maneira eficiente. Define-se também as metodologias construtivas, os equipamentos que serão usados, os treinamentos que serão dados às equipes e são especificados os recursos necessários na execução das tarefas (BERNARDES, 2021).

O estágio operacional, que aborda o planejamento de curto prazo, está relacionado de maneira direta com a produção. Assim, o planejamento tem como função a designação dos pacotes de trabalho às equipes de produção, definindo-se as tarefas que devem ser executadas no próximo período, sua sequência, carga de trabalho e prazos de execução de cada pacote (TOMMELEIN e BALLARD, 1997). De acordo com Ballard (1997), nesse estágio as atividades devem ser acompanhadas visando à redução das incertezas relativas ao plano de longo e médio prazo.

Após a preparação do planejamento, a próxima etapa a ser cumprida é relativa ao controle do processo de produção. Esse controle deve ocorrer por meio do acompanhamento de índices e formulação de relatórios, que serão encaminhados à gerência. Em posse dessas informações, a gerência pode, se necessário, reprogramar atividades que possam colocar em risco a sequência das atividades dentro dos prazos preestabelecidos (BERNARDES, 2021).

2.1.2 *Lean Construction*

A *Lean Construction* aplica o conceito de produção da Indústria de Manufatura para a Indústria da Construção Civil com o objetivo de melhorar a produtividade, reduzir desperdício e incentivar o compartilhamento de recursos entre todas as partes relacionadas (YIN et al., 2014).

Para Koskela (1992), autor pioneiro a tratar sobre o tema, na *Lean Construction* considera-se que o ambiente produtivo é composto por atividades de conversão, as quais agreguem valor ao processo, e atividades de fluxo, as quais não agregam valor, contempladas neste último grupo as atividades de inspeção, movimentação e espera. No entendimento de Wijaya, Hatmoko e Suripin (2015), *Lean Costruction* é uma

filosofia que busca gerar um fluxo constante, visando a eliminação de desperdícios e das atividades que não agregam valor ao produto final.

Em seu trabalho intitulado “*Application of the New Production Philosophy in the Construction Industry*”, Koskela (1992) propôs que a *Lean Construction* é determinada pela integração dos seguintes princípios: reduzir a participação de atividades que não agregam valor; aumentar o valor do produto por meio de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente; reduzir a variabilidade no processo produtivo; reduzir o tempo de ciclo; simplificar através da redução do número de passos e partes; aumentar a flexibilidade da produção; aumentar a transparência; focar no controle de todo o processo; incorporar a melhoria contínua ao processo; balancear a melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões e fazer *benchmarking*.

Segundo Arantes (2008), as inovações desta filosofia podem ser resumidas em três pontos principais:

a) É abandonada a visão tradicional de conversão de matérias-primas (*inputs*) em produtos (*outputs*), passando-se a designar um fluxo de materiais e informações envolvidos no processo.

b) O processo de produção é analisado através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representando o fluxo de materiais (processo) e outro o fluxo de operários (operação).

c) O conceito de perdas é reformulado, englobando também as atividades que não acrescentam valor ao produto, sob o ponto de vista dos clientes internos e externos.

Assim, gerir a construção de um projeto segundo a filosofia *Lean* implica grandes mudanças no tradicional modelo de construção (LOCATELLI et al., 2013), motivo pelo qual se constitui um desafio, apresentado a pesquisadores e profissionais da área, adaptar os conceitos e princípios da filosofia *Lean* à Indústria da Construção Civil (ARANTES, 2008).

2.1.3 Gestão Estratégica na Construção Civil

Chinowsky e Meredith (2000) consideram que a gestão estratégica na construção civil está relacionada à habilidade de planejar e executar projetos. Barros Neto (1999) defende a implementação da gestão estratégica nas organizações, uma vez que, de acordo com o autor, um processo realizado de maneira não-planejada

pode não ter o retorno esperado. Dessa forma, as empresas vão continuar investindo, de maneira não sistemática, em programas de qualidade ou em novas tecnologias que não irão trazer êxito.

Alencar (1993) sugere a utilização de parâmetros condicionadores da ação, oriundos dos ajustes realizados no planejamento estratégico, conduzindo a uma tomada de decisão pautada na estratégia da organização que irá resultar em ações e diretrizes fundamentadas.

Pensamentos estratégicos mais recentes defendem que a missão e a visão de uma organização somadas aos valores definem as diretrizes estratégicas desta. Quando uma empresa possui a sua missão bem definida significa que ela entende sua vocação, isto é, suas competências no atendimento de determinada demanda de um tipo específico de cliente e/ ou nicho de mercado. E quando uma empresa possui a sua visão bem estabelecida, significa que ela se projeta, sabendo como e onde ela quer estar.

2.1.4 Grupos específicos de obra

Os grupos específicos de obra são considerados os componentes condicionantes presentes na construção. A abordagem aqui adotada é um pouco diferente de como Koskela (2000) define as sete condições que se unem para gerar a sequência de tarefas na construção, a saber:

- (a) Projetos;
- (b) Materiais e componentes;
- (c) Mão de obra;
- (d) Equipamentos;
- (e) Espaço;
- (f) Serviços interdependentes;
- (g) Condições externas.

Segundo o autor supracitado, muitas dessas condições são de alta variabilidade devido às peculiaridades da construção, fornecendo como exemplos, dentre outros, a variação da produtividade do trabalho manual (mão de obra) e o atraso no andamento da obra em decorrência de chuva (condições externas). Para Wambeke, Hsiang e Liu (2011), envidar esforços no combate às causas de variabilidade é uma via para os gestores obterem maior economia no processo

construtivo.

O levantamento da pesquisa definiu que as condições para gerar a sequência de tarefas na construção se encaixavam em grupos específicos da obra que incorporam as condições acima, e aqueles que o nome da condição não possui o mesmo nome do grupo foram agrupadas da seguinte maneira: “serviços interdependentes” foi agrupado em “processo”; “espaço” e “condições externas” foram agrupados em “engenharia” pela ideia de tomada de decisão sobre como trabalhar o espaço e as condições climáticas que se apresentam.

Dessa forma, os grupos específicos foram descritos na presente pesquisa de acordo com o seguinte modelo:

- Projetos;
- Materiais;
- Máquinas e Equipamentos;
- Mão de obra;
- Processo;
- Engenharia.

Ressalta-se que esses grupos serão considerados na análise dos dados, no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

2.1.4.1 Projetos

Hammarlund e Josephson (1992) destacam que a aplicação adequada de recursos na fase inicial do projeto é capaz de evitar e reduzir gastos e possíveis falhas nas demais fases. Borges (2013) enumera as seguintes relevâncias da fase de elaboração e planejamento do projeto: capacidade de identificar com clareza as necessidades do cliente; realização de um estudo prévio de custos; existência de mecanismos mitigadores de falhas; obediência às fases evolutivas do planejamento; manutenção do controle da obra; capacidade de assegurar a qualidade do projeto.

Essas fases relevantes na elaboração e planejamento de um projeto cooperam para assegurar que todos os detalhes e definições estejam em acordo com as partes interessadas e bem alinhados conforme os processos construtivos definidos e suas características.

2.1.4.2 Materiais e Equipamentos

Os aspectos relevantes para estabelecer a melhor relação dos materiais e equipamentos com a obra são, conforme Moratti (2010, p.80): “abordagem tradicional: cotações; racionalização da base de fornecedores; análise dos cursos de transação; modularização; engenharia simultânea; parceria; sustentabilidade; *global sourcing*”.

A solicitação de várias cotações para diversos fornecedores é a abordagem tradicional de aquisição (MORATTI, 2010). Abdel-Malek et al. (2005) ressaltam que o longo prazo de entrega ou até mesmo o seu não cumprimento, assim como o elevado estoque de segurança, irão acarretar em custos, o que torna a estratégia de cotações menos vantajosa. Dessa forma, deve-se acompanhar a diferença entre o custo variável entre a estratégia de cotação e a estratégia de parceria a longo prazo, uma vez que, caso essa diferença seja irrisória, pode ser que os ganhos alcançados com a redução dos preços e aumento da flexibilidade sejam desprezíveis devido ao aumento com o custo de estoque de segurança (ABDEL-MALEK et al; 2005).

A racionalização da base de fornecedores define o tamanho ideal da base de fornecedores, assim como identifica quais fornecedores devem fazer parte dessa base, ao avaliar os melhores desempenhos (SARKAR; MOHAPATRA, 2006). Vachon e Klassen (2006) acrescentam que o número de fornecedores de uma organização é inversamente proporcional à qualidade de seu produto.

Os custos de transação se referem aos custos administrativos mais baixos. Se uma empresa realiza transações com menos fornecedores, a longo prazo ela apresentará uma economia nos custos administrativos, uma vez que estes custos são diluídos e reduzidos com o tempo (CHRISTOPHER; JÜTTNER, 2000).

A modularização, isto é, a decomposição do sistema em módulos e subtarefas, permite a descentralização da produção, possibilitando que os fornecedores se tornem especialistas em produtos específicos que fazem parte do produto final oferecido pela empresa. Dessa forma, a empresa é capaz de concentrar os seus recursos apenas nas atividades que mais agregam valor (MODIG, 2007).

A engenharia simultânea é uma forma de integrar de maneira simultânea o projeto do produto e os processos de produção. Essa integração considera todo o ciclo de vida do empreendimento, analisando a qualidade, os custos, os prazos e os requisitos solicitados (KHALFAN et al., 2001).

A parceria é definida por Lambert et al. (1996) como sendo um relacionamento

profissional feito sob medida com base na confiança mútua, na abertura, no qual os riscos e as recompensas são compartilhados. De acordo com o autor, as parcerias proporcionam uma vantagem competitiva, que não seria possível caso a empresa estivesse operando sozinha.

A sustentabilidade, tida como parceria “verde” está relacionada com a implantação de um novo processo ou de modificações de um produto, dessa forma, Vachon e Klassen (2006) acreditam que as organizações que estão engajadas nas parcerias “verdes” desenvolvam capacidades que refletem no desempenho ambiental, assim como nos custos e na qualidade.

Para os autores Quintens, Pauwels e Matthyssens (2006), o *global sourcing* envolve, além da procura e obtenção de bens e serviços numa escala mundial, a criação de sinergias ao longo de todo o processo através do estabelecimento de relação de confiança com os fornecedores.

2.1.4.2.1 *Steel Deck* e *Steel frame*

Neste tópico, será dado destaque a duas tecnologias construtivas: o *Steel Deck* e o *Steel Frame*. Ambas tecnologias foram objetos de pesquisa no estudo de caso desenvolvido.

Segundo Deliberato (2006), *Steel Deck* é uma laje mista constituída por uma capa de concreto e um conjunto de chapas de aço conformadas a frio, em geral com perfil no formato trapezoidal. A geometria da seção e as características do aço conferem elevada rigidez ao conjunto de trapézios, possibilitando sua utilização como fôrma autoportante para a concretagem da capa de compressão.

O processo de execução das lajes mistas, segundo Silva (2010, p.6) pode ser apresentado em 13 etapas descritas abaixo:

- a) etapa 1: Içamento, distribuição e espalhamento das chapas de aço;
- b) etapa 2: Montagem da estrutura;
- c) etapa 3: Escoramento nas áreas necessárias;
- d) etapa 4: Fixação da estrutura através dos conectores de cisalhamento;
- e) etapa 5: Fixação dos arremates;
- f) etapa 6: Aplicação de fitas adesivas nas juntas;
- g) etapa 7: Colocação da malha antifissuração;

- h) etapa 8: Inserção dos espaçadores;
- i) etapa 9: Proteção das áreas de recorte;
- j) etapa 10: Colocação das mestras;
- k) etapa 11: Concretagem;
- l) etapa 12: Nivelamento;
- m) etapa 13: Acabamento superficial.

Com relação ao Steel Frame, Kaminski Junior (2006) o define como um esqueleto estrutural, cujos perfis formados a frio de aço galvanizado são utilizados na composição de painéis estruturais e não-estruturais, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhado e demais componentes. Reunidos, os perfis resistem aos esforços e possibilitam a integridade estrutural da edificação.

Para realização da montagem dos painéis na estrutura do pavimento térreo, os painéis são fixados à fundação através de sistema de finca-pinos acionado a pólvora. Esse método é utilizado para manter o prumo dos painéis enquanto são montados até ser feita a ancoragem definitiva (CRASTO, 2005).

Durante a instalação das fitas de aço galvanizado é importante que elas sejam firmemente tensionadas, a fim de evitar que comprometam sua eficiência na transmissão dos esforços e permitam a deformação dos painéis aos quais estão fixadas antes de as fitas começarem a atuar (Garner, 1996).

2.1.4.3 Mão de obra: terceirização, treinamento, contratação de qualificados

A terceirização consiste na contratação de um agente externo para a fabricação de uma determinada parte do produto. Essa estratégia possibilita a redução nos prazos de entrega, assim como a redução do investimento para desenvolver novos produtos. Isso permite que a empresa tenha uma redução nos custos fixos e permite que esta se adapte com mais facilidade às mudanças do mercado, no entanto, é possível notar um aumento nos gastos variáveis (MODIG, 2007).

Para Baumgartner (2001) o treinamento é a melhor alternativa de aprimoramento de pessoas, no entanto, o autor pondera ao considerá-lo uma atividade que deve ser feita com base em critérios e parâmetros bem definidos, segundo os objetivos que a organização almeja alcançar.

Segundo Picchi (1993), por meio de um processo desorganizado, a própria

obra tem sido a escola de formação dos profissionais da construção civil. Ainda conforme Picchi (1993), o emprego de mão-de-obra não qualificada acaba gerando serviços de baixa qualidade, o que explicaria, em parte, os elevados índices de desperdícios e baixa produtividade do setor.

2.1.4.4 Processo e Engenharia

A melhoria contínua no setor de construção se dá pelo investimento em racionalização e padronização de seus processos de produção. Entretanto, para que os programas de qualidade e produtividade tenham êxito é necessário que se identifique as atividades que levem à eliminação ou minimização dos tempos que não agregam valor ao produto, normalmente, atividades de fluxo (SANTOS, 2004).

Barros (1996, p.81) apud Moratti (2010) também afirma que para haver a melhoria da eficiência e competitividade do setor, as estratégias das empresas deveriam estar voltadas “à reorganização do processo de produção, objetivando a racionalização das atividades produtivas”.

2.2 Gerenciamento de Projetos

Segundo o *Project Management Institute* – PMBOK (2013) o gerenciamento de projetos pode ser descrito como sendo a aplicação de práticas tradicionais e inovadoras, de técnicas, habilidades e ferramentas em atividades planejadas com o objetivo de atender aos requisitos necessários. De acordo com Kerzner (2017), o gerenciamento de projetos consiste no planejamento, na organização, direção e controle de recursos organizacionais em um determinado empreendimento, considerando os custos e a performance esperados.

Há que considerar ainda, segundo o Guia PMBOK (2013), que o gerenciamento de projetos pode ser descrito por meio de processos a partir das dez áreas de conhecimento: integração, escopo, tempo, custo, recursos humanos, qualidade, comunicação, riscos, aquisição e partes interessadas do projeto.

Todas essas áreas devem ser estudadas e consideradas no desenvolvimento de um projeto de execução de uma obra. Elas formam um conjunto de processos e atividades que minimizem os riscos, por meio da identificação, análise, respostas,

monitoramento, controle e planejamento de um projeto.

É importante ressaltar ainda que quanto ao gerenciamento de projetos o perfil do gerente que conduz tal empreitada é primordial. Suas características devem abranger desde conhecimentos técnicos a habilidades interpessoais como comunicação. De igual forma, Barcaui (2003) acrescenta a maturidade também como relevante, pois está vinculada às vantagens competitivas que a empresa tem por demonstrar um alinhamento estratégico.

O Guia PMBOK (2013) considera que o gerente de projetos deve possuir conhecimento em pelo menos cinco áreas de especialização, sendo elas:

a) O conjunto de conhecimentos do Gerenciamento de Projetos: que abrange os cinco processos de gerenciamento de projetos (iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento) e as nove áreas de conhecimento (integração, escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, comunicação, riscos, aquisição);

b) O conjunto de normas e regulamentos da área que se pretende gerenciar: que abrange elementos técnicos;

c) O ambiente em que se desenvolve o projeto: que está relacionado com o planejamento, a organização, formação de equipes, execução e controle das atividades;

d) Os conhecimentos e habilidades interpessoais da equipe responsável pelo projeto: que abrange a comunicação, a liderança, a negociação, a resolução de problemas e o poder de influenciar.

Na gestão de projetos, há que salientar, portanto, que a aplicação das práticas tradicionais e inovadoras descritas nessa seção, bem como das habilidades e ferramentas planejadas podem garantir os resultados esperados da construção planejada.

2.2.1 Gestão Estratégica

Ter uma estratégia bem definida implementada é essencial para que a empresa possa buscar resultados superiores garantindo uma maior competitividade no mercado, independente de qual seja a sua visão (HOFFMAN, 2000). Já Mintzberg (1994) defende que uma estratégia possa ser entendida como um padrão de escolhas,

um plano, posicionamento ou uma perspectiva. Nesse sentido, Hitt (2018) acredita que a estratégia indica o que a empresa pretende e o que não pretende fazer, pois, ao defini-la a empresa escolhe, entre as alternativas concorrentes, o caminho para alcançar a competitividade estratégica.

De acordo com Hugh e Mahen (2000), as escolhas podem ser implementadas pela empresa de quatro formas diferentes:

a) pelo desenvolvimento interno: maneira essa que exige da organização adquirir os recursos e competências necessárias para a realização de determinada atividade, o que requer bastante tempo;

b) pela aquisição de outra empresa: dessa forma, a empresa pode efetuar a compra de uma empresa ou contratar mão-de-obra qualificada para realizar aquela atividade específica;

c) pelos arranjos contratuais: nessa opção, a organização pode estabelecer relacionamentos especificados por meio de documentos contratuais que determinem a forma com a qual agentes externos à empresa irão realizar a entrega de produtos ou serviços;

d) pelas alianças estratégicas e/ou parcerias, neste caso, a organização mantém relacionamentos de longo prazo com outras empresas que serão responsáveis pela entrega dos resultados.

O planejamento estratégico é uma função essencial dentro de uma organização, uma vez que por meio deste a empresa saberá com clareza o seu setor de atuação, em quais setores e com quais empresas ela compete, quais são os produtos e os serviços que ela oferece, o que o mercado está buscando e quais as vantagens competitivas ela irá adquirir a longo prazo (BRUNI; FAMÁ, 2008). El-Dyasty (2007) define a gestão estratégica como sendo um conjunto de análises, decisões e atividades realizadas por uma empresa para criar e sustentar uma vantagem competitiva.

Blocher et al. (2007) defende que uma gestão estratégica eficaz seja um fator determinante no sucesso de uma organização. Herszon (2004) acrescenta que os principais objetivos das empresas com a implementação de um planejamento estratégico no gerenciamento de projetos seja garantir sua vantagem competitiva e reduzir a possível vantagem competitiva do competidor. Herszon (2004) ressalta alguns aspectos importantes para aquelas empresas que buscam implementar um planejamento estratégico, destacando que devem atentar-se para estas três possíveis

lacunas: velocidade do mercado em relação à velocidade de condução de seus projetos internos; competitividade dos custos e competitividade na qualidade dos produtos e serviços prestados.

O mercado atual, extremamente competitivo, exige que inovações tecnológicas e alterações nos processos de negócios sejam realizadas constantemente, tornando a gestão da qualidade e de custos ainda mais importante. E para que todas essas alterações sejam realizadas de modo a manter a competitividade da empresa elevada, é necessário que uma estratégia seja desenvolvida.

2.2.2 Partes Interessadas

Segundo o PMBOK (2017), o gerenciamento das partes interessadas do projeto inclui os processos exigidos para identificar todas as pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactados pelo projeto, analisar as expectativas das partes interessadas, seu impacto no projeto e desenvolver estratégias de gerenciamento apropriadas para o engajamento eficaz das partes interessadas nas decisões e na execução do projeto. Os processos apoiam o trabalho da equipe do projeto para analisar as expectativas das partes interessadas, avaliar o grau em que afetam ou são afetadas pelo projeto, e desenvolver estratégias para envolver com eficácia as partes interessadas em apoio a decisões, ao planejamento e à execução do trabalho do projeto.

Os processos de gerenciamento das partes interessadas do projeto são PMBOK (2017):

- Identificar as partes interessadas
- Planejar o engajamento das partes interessadas
- Gerenciar o engajamento das partes interessadas
- Monitorar o engajamento das partes interessadas

2.2.3 Custo da Qualidade

Em todos os setores da economia, as diferentes organizações têm se preocupado com a qualidade do serviço ou produto entregue a seus clientes, uma vez que a qualidade tem sido algo imprescindível para que uma empresa se mantenha

competitiva em um mercado globalizado. Dessa forma, as empresas vêm buscando aprimorar a qualidade associada à redução de custos e principalmente de desperdícios nos processos produtivos.

Diante de um mercado competitivo, os gestores estão cada vez mais atentos na hora de fazer as escolhas estratégicas, que serão responsáveis por assegurar a continuidade da organização. Horngren Foster e Datar (2000) definem custo da qualidade como sendo os custos relativos à prevenção ou correção da fabricação de um produto que foi produzido com baixa qualidade. Esses custos devem ser levantados tendo em mente toda a cadeia de valor.

Segundo Donovan (2006) os custos da qualidade são os custos referentes ao não fornecimento de um produto ou serviço de qualidade. Conforme Garvin (2002), os custos da qualidade podem ser expressos por meio da diferença entre as despesas gastas e as que seriam gastas caso o produto ou serviço tivesse sido entregue com qualidade inicialmente. Nesse cálculo, o autor sugere que sejam levados em consideração o custo das oportunidades não aproveitadas e o custo da resposta às reclamações recebidas dos clientes, além dos demais custos que estão associados à má qualidade.

Para Juran (1990) o custo da qualidade é definido como a soma de dois custos: o custo relativo ao processo de produção do produto e o custo da má qualidade, incluindo os desperdícios e as despesas com solução de problemas esporádicos. Para o autor, as empresas que buscam um planejamento da qualidade eficaz devem fazer um levantamento completo dos custos da má qualidade. Uma vez que, estes custos apresentam oportunidades reais para melhorar a qualidade e reduzir os custos.

Dessa forma, consideram-se custos da qualidade os gastos que as organizações pagam com o objetivo de minimizar a não conformidade do produto. De modo que, quanto maior for o investimento na prevenção e avaliação, menor serão os gastos associados às falhas.

2.2.3.1 Categorias dos custos da qualidade

As categorias dos custos da qualidade são compostas pelos custos apresentados a seguir (FEIGENBAUM, 1994):

- Custos de prevenção;

- Custos de avaliação;
- Custos de falhas internas;
- Custos de falhas externas.

Hasen e Mowen (2001) definem os custos de prevenção como sendo os incorridos para prevenir a má qualidade dos produtos ou serviços que já estão sendo fabricados. Ressaltam que, à medida que os custos de prevenção aumentam, os custos de falhas diminuem. Baseando-se em diversos autores, Luz et al. (2011) levantam os itens referentes aos custos de prevenção, os quais podem-se citar:

- Treinamento de equipe;
- Investimento em equipamentos;
- Estudo detalhado dos processos;
- Recrutamento;
- Certificação de fornecedores.

Retomando Hasen e Mowen (2001), os custos de avaliação consistem nos incorridos para determinar se os produtos e serviços estão conforme os requisitos ou necessidades apresentadas pelos clientes. Podem ser considerados custos de avaliação os seguintes componentes (LUZ et al., 2011):

- Equipe de controle de qualidade;
- Ensaio;
- Inspeção de materiais recebidos;
- Depreciação de equipamentos;
- Manutenção de equipamentos de testes.

Os custos das falhas internas são tidos como os custos incorridos devido a não conformidade dos produtos ou serviços de acordo com as especificações ou necessidades estabelecidas pelos clientes. Quando a não conformidade é observada antes do envio do produto, os custos associados são definidos como internos (HASEN; MOWEN, 2001). Podem ser considerados custos das falhas internas os seguintes componentes (LUZ et al., 2011):

- Rejeitos;
- Retrabalhos;
- Baixa produtividade;
- Manutenção de reparo;

- Retestes de produtos refeitos.

Os custos das falhas externas são os custos incorridos devido a não conformidade dos produtos ou serviços de acordo com as especificações ou necessidades dos clientes. Quando a não conformidade é observada após o envio do produto, os custos associados a essa falha são definidos como externos (HASEN; MOWEN, 2001). Podem ser considerados custos das falhas externas os seguintes componentes (LUZ et al., 2011):

- Substituições;
- Reparos;
- Demandas judiciais;
- Custos invisíveis (imagem da empresa);
- Custos de transportes.

De acordo com Alencar e Guerreiro (2004) os custos de falhas devem ser evitados, uma vez que estes estão associados à existência da má qualidade. Dessa forma, os programas de melhoria objetivam eliminar ou minimizar estes custos. Já os custos de controle visam reduzir a ocorrência da má qualidade.

Dentre os custos da qualidade listados, o custo das falhas externas é o mais devastador (HASEN; MOWEN, 2001).

2.2.4 Análise das aquisições e do mercado

A análise das aquisições e do mercado é uma etapa importante na implementação da gestão estratégica de suprimentos, uma vez que esta irá influenciar na base dos fornecedores, na amplitude dos recursos alocados e no envolvimento de fornecedores a longo prazo.

De acordo com Kraljic (1983) as análises das aquisições devem ser feitas com base na elaboração de uma matriz, considerando, respectivamente, fatores internos e externos: importância estratégica da aquisição, concernentes à criticidade do item, aos custos das compras e aos impactos na lucratividade; e complexidade do mercado fornecedor, medido pela escassez do fornecimento, existência de materiais substitutos, barreiras de entrada, custos ou complexidades logísticas e condições de monopólio ou oligopólio.

Além de definir os estágios, a matriz de Kraljic (1983) classifica os itens

conforme o objetivo da aquisição, da seguinte maneira:

- Estratégico: alto impacto e alto risco;
- Gargalo: baixo impacto e alto risco;
- De alavancagem: alto impacto e baixo risco;
- Não-crítico: baixo impacto e baixo risco.

Kraljic (1983) sugere que as empresas classifiquem os itens que são adquiridos de acordo com seu impacto no lucro e o risco que eles oferecem. Sendo que o impacto no lucro pode ser mensurado a partir do volume adquirido, do percentual do custo total de aquisição, pelo impacto na qualidade do produto ou pelo impacto no crescimento da empresa. E o risco de suprimento pode ser avaliado de acordo com a disponibilidade do produto no mercado, o número de fornecedores que existe, a competitividade desse mercado, o conceito de comprar ou fazer e os riscos de estocagem desses itens. Segundo o autor, após a análise e classificação dos itens, deve-se verificar o poder de barganha da empresa em relação aos fornecedores no mercado, em relação a cada item.

Para Olsen e Ellram (1997) as dificuldades de gerenciamento das aquisições podem ser avaliadas de acordo com três aspectos: grau de inovação e complexidade do produto; características do mercado fornecedor, no que tange ao poder, competência técnica e comercial do fornecedor; e risco e incerteza oferecidos pelo ambiente externo à organização.

Assim, Olsen e Ellram (1997) propõem que as aquisições devam ser realizadas tendo como base a importância estratégica, assim como a dificuldade de gerenciamento dessa aquisição. Consoante os autores, a importância estratégica deve ser avaliada de acordo com os seguintes fatores:

a) Fatores de competência: grau no qual a aquisição faz parte das competências principais da empresa, o quanto a aquisição irá trazer melhorias para o conhecimento da empresa e o quanto irá agregar na força tecnológica da empresa;

b) Fatores econômicos: volume ou valor das aquisições, o grau de influência da aquisição nos produtos finais com elevado valor agregado, o grau de influência da aquisição nos produtos finais com boa rentabilidade, criticidade da aquisição para promover outras compras com o fornecedor;

c) Fatores de imagem: imagem do fornecedor, preocupações ambientais e de segurança.

Os autores sugerem que as empresas realizem estas avaliações mediante a atribuição de pesos para cada fator, levando em consideração a importância de cada fator na operação da empresa. Devido às mudanças que ocorrem no mercado de maneira rápida, Olsen e Ellram (1997) recomendam que seja feita uma análise do mercado fornecedor de acordo com a atratividade relativa do fornecedor e a força do relacionamento entre as empresas, a saber:

a) Atratividade relativa do fornecedor: se trata dos fatores analisados por uma empresa para determinar seus fornecedores, tais como desempenho, tecnologia, financeiro, gestão, cultura organizacional e estratégia.

b) Relacionamento entre as empresas: relativo aos fatores que estabelecem vínculos entre as empresas, dentre eles estão os fatores econômicos, características do relacionamento social e cultural, cooperação, distância geográfica, equiparação tecnológica.

Após a análise das aquisições e da análise de mercado fornecedor, as empresas devem selecionar as estratégias de suprimentos mais adequadas.

2.2.4.1 Seleção das Estratégias de Suprimentos

De acordo com Bowersox et al. (2014) as organizações devem usar abordagens adequadas à peculiaridade de cada aquisição. Para os autores, enquanto provavelmente a consolidação de volume é justificável para insumos não essenciais ao negócio, o gerenciamento de valor pode ser reservado às aquisições estratégicas.

Dessa forma, Kraljic (1983) definiu as estratégias e suas respectivas características, conforme apresenta o Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Estratégias e características dos focos da aquisição

Foco da aquisição	Estratégia de suprimentos	Informação solicitada	Nível de decisão
Itens estratégicos	Previsão precisa da demanda. Pesquisa de mercado detalhada. Desenvolvimento de relacionamentos de longo prazo com fornecedores. Decisões de fazer ou comprar. Contrato perfeito. Análise de risco. Plano de contingência. Controle da logística, do inventário e dos fornecedores.	Dado de mercado altamente detalhado. Fornecimento a longo prazo e informação de tendência de demanda. Boa inteligência competitiva. Curva de custos da indústria.	Alta administração (ex: vice-presidente).
Itens de gargalo	Garantia de volume. Controle dos fornecedores. Segurança dos inventários. Planos de <i>back-up</i> .	Fornecimento de médio prazo/previsão de demanda. Dado de mercado muito bom. Custos de inventário. Planos de manutenção.	Alto nível (ex: diretores de departamentos).
Itens de alavancagem	Exploração do completo poder de compra. Seleção do fornecedor. Substituição do produto. Estratégias/negociações do preço alvo. Combinação de contrato/ compra pontual. Otimização do volume de pedidos.	Dado de mercado bom. Planejamento de demanda de curto a médio-prazo. Dado preciso do fornecedor. Previsões de preço/tarifa de transporte.	Nível médio (ex: gerente de suprimentos).
Itens não-críticos	Padronização dos produtos. Monitoramento/ otimização do volume de pedidos. Processo eficiente. Otimização do inventário.	Boa visão do mercado. Previsão de demanda a curto-prazo. Quantidade do pedido econômico. Níveis de inventário.	Baixo nível (ex: compradores).

Fonte: Kraljic, 1983

Sarkar e Mohapatra (2006) se basearam na classificação sugerida por Kraljic (1983). Dessa forma, os autores sugerem que para itens de gargalo, deve-se escolher um relacionamento de longo prazo, uma vez que para esses itens existem poucos fornecedores no mercado; para os itens estratégicos, deve-se optar por um relacionamento de médio a longo prazo com um fornecedor com ou com grupo pequeno de fornecedores; para os demais itens, pode-se optar por um relacionamento de curta duração, e as aquisições podem ser realizadas de forma tradicional.

As estratégias e características de cada item, estabelecidas por Sarkar e Mohapatra (2006), com base na classificação de Kraljic (1983), estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Estratégias e características dos tipos de itens

Tipos	Estratégias de suprimentos e suas características
Itens de Rotina	<ul style="list-style-type: none"> • Maior número de fornecedores disponíveis • Relacionamento com o fornecedor com prazo muito curto • Monitoramento do fornecedor • Simplificação e automatização do procedimento de aquisição • Delegação do poder de decisão para o nível mais baixo de gestão
Itens de gargalo	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado fornecedor monopolista • Relacionamento com o fornecedor a longo prazo • Garantia dos inventários • Alternativas desenvolvidas internamente • Plano de contingência • Delegação do poder de decisão para o nível mais alto de gestão
Itens de alavancagem	<ul style="list-style-type: none"> • Maior número de fornecedores disponíveis • Relacionamento com o fornecedor a curto prazo • Exploração do total poder de compra • Delegação do poder de decisão para o nível médio de gestão
Itens estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Poucos fornecedores disponíveis • Relacionamento com o fornecedor a médio/longo prazo • Avaliação detalhada dos fornecedores • Esforços para o desenvolvimento do fornecedor • Delegação do poder de decisão para a alta administração

Fonte: Sarkar; Mohapatra, 2006

De acordo com Olsen e Ellram (1997) o mais indicado para os itens de gargalo é que as empresas padronizem as aquisições, buscando substitutos e buscando estabelecer relacionamentos com os fornecedores, visando diminuir o custo de operação. No caso dos itens de alavancagem, os autores defendem a criação do respeito mútuo no relacionamento com os fornecedores e a manutenção de um baixo custo total. Já no caso dos itens não críticos, os autores propõem a padronização e a consolidação dos volumes, assim como a redução no número de fornecedores, com o objetivo de reduzir custos administrativos.

Na abordagem criada por Bowersox (2014), o portfólio de estratégias de compras baseia-se em dois critérios: possível risco de fornecimento na aquisição de um item e valor do item para a empresa, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Matriz de estratégias de compras

Risco do fornecimento	Alto	Compras de "gargalos" Vários fornecedores	Compras críticas Integrar com os fornecedores
	Baixo	Compras de rotina Reduzir o esforço de compras	Compras para alavancagem Concentrar as compras
		Baixo	Alto
		Valor para a empresa	

Fonte: Bowersox et al., 2014.

Segundo Bowersox et al. (2014), a estratégia para as compras de rotina envolve a padronização dos itens a fim de reduzir o esforço de aquisição, além do uso de catálogos eletrônicos. Para as compras de itens "gargalos", geralmente disponíveis em um pequeno número de fornecedores, o foco é a manutenção de várias fontes de fornecimento e, se for viável, estabelecimento de contratos de longo prazo. Nas compras para alavancagem o objetivo é a economia de escala, obtida através da consolidação de volume e a integração operacional dos fornecedores. Por fim, nas compras críticas, relativas aos itens vitais para o sucesso da empresa, os autores entendem que a ênfase é no gerenciamento de valor e na concentração das compras em um fornecedor estratégico.

Feita a análise das diferentes estratégias e de como selecionar a melhor estratégia para cada item, deve-se atentar para os aspectos relevantes dessas estratégias.

A partir das discussões teóricas apresentadas até aqui para a gestão da adoção de tecnologia, faz-se necessário, para alcançar os resultados esperados neste trabalho, conhecer os métodos e materiais utilizados na pesquisa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho tem o objetivo de detalhar o contexto da pesquisa, os métodos e os procedimentos de geração e coleta de dados, os critérios de seleção e a análise dos dados, caracterizando e descrevendo as etapas necessárias para se chegar aos resultados esperados.

3.1 Contexto da Pesquisa

A Indústria da Construção Civil é composta por uma complexa cadeia produtiva que abrange diversos setores industriais e de prestação de serviços, podendo-se considerar a heterogeneidade uma das suas principais características (MELLO; AMORIM, 2009) assim como o uso intensivo de mão de obra, principalmente não qualificada (TORRES; PUGA e MEIRELLES, 2010).

Seguindo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0, a atividade de construção compreende as seguintes divisões: construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados para construção. A fim de identificar as mudanças estruturais ocorridas nessa atividade, se prioriza a comparação entre os resultados dos dois pontos extremos de uma série de 10 anos: 2018 e 2009 (IBGE, 2018).

De acordo com a PAIC 2018, a atividade da construção gerou R\$ 278 bilhões em valor de incorporações, obras e/ou serviços da construção. O setor englobava 124,5 mil empresas ativas ao final de 2018, ocupando 1,9 milhão de pessoas (IBGE, 2018).

A construção civil gerou, de janeiro a agosto de 2020 em todo o País, 58.464 novas vagas com carteira assinada. Esse é o resultado da diferença de 996.579 admissões e de 938.115 demissões (CBIC, 2020). Segundo dados do novo Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) divulgados pelo Ministério da Economia. O mercado de trabalho no setor foi destaque em 18 estados, em 12 deles ocupando o primeiro lugar na geração de empregos no período (CBIC 2020).

“Os números demonstram que a construção civil ajudou a evitar resultados ainda piores no mercado de trabalho nacional nos primeiros oito meses do ano”, destaca a economista do Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da

Construção (CBIC), Ieda Vasconcelos (CBIC 2020).

A importância que a construção civil assume perante a economia brasileira é simbólica, as mudanças ocorridas no setor provocam resultados imediatos no crescimento do país dada a relevância dos números que a mesma apresenta na taxa de emprego, no valor gerado de suas incorporações e das contribuições para o bem-estar da sociedade.

Contudo, a construção civil tem sido retratada por diversos autores como um segmento econômico conservador e pouco habituado à inovação, perfil presente nos processos operacionais ao produto final, abarcando as atividades de gestão (HALPIN; WOODHEAD, 2004; FARAH, 1996).

No entanto, ressalva-se que alguns autores têm destacado várias iniciativas de introdução de novas técnicas e novos materiais, seja para reduzir custos em obras de construção ou manutenção de imóveis, seja para atender a demanda por sustentabilidade ambiental (HIRSCHFELD, 2000; THOMAZ, 2001; RIBEIRO, PINTO, STARLING, 2002; SALGADO, 2009).

Com o objetivo de identificar e investigar os processos relacionados à adoção da inovação dentro da construção civil, esta pesquisa inicia com um questionário devidamente direcionado para a abordagem da gestão de novos processos construtivos dentro do perfil das empresas sobre a perspectiva do engenheiro civil e gerente técnico das tomadas de decisões.

3.2 Levantamento de dados

O levantamento de dados deste estudo envolve entrevistas com roteiro semiestruturado, pesquisa com roteiro estruturado e um estudo de caso. Todos os dados foram gerados com profissionais da área da engenharia e contribuíram para o alcance do objetivo proposto neste trabalho.

3.2.1 Entrevista com roteiro semiestruturado

A pesquisa teve início na revisão bibliográfica do tema, abordando as palavras-chaves que envolvem o gerenciamento do processo construtivo nas empresas. Para começar o processo de identificação dos assuntos visando alcançar o objetivo da

pesquisa foram realizadas entrevistas com 4 (quatro) engenheiros civis que desempenham uma função de gerência nas suas respectivas empresas. Segundo Brinkmann (2008), no geral, a maioria das entrevistas da pesquisa qualitativa são semiestruturadas, permitindo espaço para descrições mais espontâneas do entrevistado delimitadas pela agenda a ser definida pelos interesses do pesquisador.

Os profissionais foram escolhidos de forma criteriosa para atender aos seguintes aspectos:

- Ocupar um cargo de gerência em empresas de construção civil;
- Possuir experiência no cargo em que ocupa;
- Desempenhar suas atividades na região Leste de Minas Gerais ou na capital de Minas Gerais.

A região em que os profissionais estão inseridos é de suma importância para o trabalho na medida que restringe a percepção dos entrevistados ao contexto local e facilita o entendimento de certas concordâncias das respostas geradas pelos mesmos.

A delimitação do espaço de alcance da pesquisa foi uma ação adotada pela dissertação para que a pesquisa pudesse apresentar resultados verdadeiros de uma região, de forma que seria dificultoso estender o trabalho em âmbito nacional e, ao mesmo tempo, poderia não ser coerente com a perspectiva nacional do tema. Uma vez que o ambiente, a cultura e as condições variam muito dentro do território continental que o Brasil possui.

Dessa forma, os engenheiros foram selecionados submetidos a um roteiro semiestruturado contendo 6 (seis) perguntas de identificação e 10 (dez) perguntas de caráter técnico para conduzir a entrevista de forma delimitada e para que não houvesse fuga ao tema.

Por conta do novo coronavírus que aflige de forma pandêmica o planeta, até a presente data onde a pesquisa está sendo produzida, foi possível a realização das entrevistas à distância pelo programa Google Meet®, do GOOGLE, que permite que reuniões de videochamadas aconteçam e com uma interface rápida e leve e o gerenciamento inteligente de participantes.

A entrevista atendeu aos requisitos de confidencialidade dos entrevistados, assim como, a permissão assinada pelos participantes com a garantia que as informações e trocas pudessem ser asseguradas e que o entrevistado se colocasse

de forma voluntária, podendo se recusar a participar ou se retirar a qualquer momento, sem penalidades.

A assinatura do Termo de Livre Consentimento Esclarecido (TLCE) também foi submetido ao sistema à distância e foi disponibilizado para o entrevistado duas maneiras para que se assinasse o documento, sendo elas:

- a) de modo físico, onde o entrevistado imprimiu o documento, assinou, escaneou e devolveu em formato pdf para o investigador;
- b) de modo online, pela plataforma Contraktor (<https://contraktor.com.br/>) que possibilita que a assinatura seja feita de forma digital com a apresentação de dados de identificação e e-mail pessoal de quem se objetiva a autenticação.

No tocante ao conteúdo da entrevista, as perguntas iniciais trouxeram 6 (seis) perguntas sociodemográficas, sem numeração, com o objetivo de coletar dados de identificação do participante. No início, apresentamos a introdução com uma breve descrição da natureza do estudo e a finalidade da recolha dos dados, assim como apresentação do nome da instituição, o pedido de colaboração e a declaração da confidencialidade e anonimato das respostas (COSTA, 2020).

As seguintes perguntas foram voltadas para a delimitação do tema e buscando informações do tema de acordo com experiências relatadas e os seguintes passos adotados pelos gestores e sua relação e percepção sobre o sucesso dos acontecimentos e resultados das obras. O questionário técnico apresentado é dividido em 3 partes, no quadro a seguir é possível identificar a relação das perguntas com o que se objetiva identificar para avaliação dos seguintes passos da pesquisa e dissertação:

Quadro 3 – Perguntas do questionário e seus objetivos

a) apontar as estratégias de gerenciamento da obra, com base na seleção de métodos, ferramenta e/ou técnicas para atenderem às especificações, prazo, custo e qualidade e quais são as inovações mais presentes nas obras;
--

1. Qual é o tipo da obra que você escolheu para responder esta pesquisa?
--

2. Qual ou quais foram essas inovações? (Ex: estruturas pré-moldadas, modelagem BIM, reutilização de águas cinzas, dentre outros)

7. Qual estratégia, ferramenta e/ou técnica foi adotada para a implantação?

As questões 1,2 e 7 identificam o tipo de obra, quais as inovações presentes e a estratégia adotada para atender as questões específicas do processo construtivo, isso permite ao pesquisador correlacionar as obras escolhidas e quais as inovações que são consideradas importantes na carreira de gerentes de obras experientes.

b) apontar quais etapas de obras estão sendo alvo de inovações, quais os impactos das alterações no ambiente interno e externo e quais são os objetivos das inovações;

3. Qual etapa construtiva foi alvo da inovação tecnológica vivenciada? NBR 12721 (ABNT, 2006)

4. Qual grupo específico sofreu alterações?

5. Qual parte interessada foi responsável por convencer a empresa a adotar a inovação?

6. Qual o objetivo da inovação nas práticas da empresa?

As questões 3 a 6 consideram onde as inovações nas obras apresentadas pelos entrevistados impactaram em todo caminho crítico do processo de implantação desde a parte interessada que determinou a particularidade da necessidade do novo processo, permeando pela alteração na estrutura e etapa em que se deu a alteração.

c) identificar as tomadas de decisão sobre os aspectos inerentes à obra e seu processo construtivo.

Considera que a entrevista propiciou as diretrizes para formular o que a pesquisa apresentará na continuidade desse processo, os campos afetados e as decisões sobre cada grupo específico no contexto do novo processo construtivo.

d) verificar a relação da gestão dos processos construtivos com a percepção de sucesso das inovações tecnológicas da construção.

8. O objetivo traçado foi alcançado com êxito.

9. Qual sua visão sobre a dificuldade de introduzir um novo conceito de produção na construção civil, levando em consideração a heterogeneidade do sistema.

10. Qual sua visão sobre a inovação tecnológica na construção civil?

Os participantes da entrevista indicaram sua percepção em relação aos fatores de sucesso. Verificaremos a relação do gerenciamento de processos construtivos com a percepção de sucesso da obra.

3.2.2 Pesquisa com roteiro estruturado

A segunda parte deste estudo abrangeu a abordagem dos engenheiros do Leste Mineiro e Belo Horizonte com o objetivo de levantar a percepção dos engenheiros e as medidas estabelecidas pelas mais diversas obras vivenciadas pelos pesquisados. O estudo, desta vez, procurou uma plataforma que pudesse fornecer um questionário para ser entregue de forma extensiva na região. A plataforma Qualtrics, onde a pesquisa foi construída e os dados foram recolhidos, link: https://qfreeaccountssjc1.az1.qualtrics.com/jfe/form/SV_dd0AimxyOZh1KGW, possibilitou a facilidade em acessar por meios eletrônicos as informações de um número maior de engenheiros. A prospecção de engenheiros foi feita através da rede de conexão do investigador, o qual utilizou as redes sociais para se conectar a engenheiros conhecidos, indicados por outros colegas e pesquisados dentro das plataformas que tinham o perfil da entrevista. Foram usadas na prospecção as respectivas mídias sociais: Instagram com o link: <https://www.instagram.com/>; WhatsApp com o link: <https://www.whatsapp.com/>; LinkedIn com o link: <https://www.linkedin.com/feed/>. Para aferir se os engenheiros entrevistados possuíam registro no conselho de classe foi necessária a pesquisa pelo site eletrônico do Conselho de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG) <https://crea-mg.sitac.com.br/app/view/sight/externo?form=PesquisarProfissionalEmpresa>. O objetivo de alcance da pesquisa para que pudesse apresentar uma amostra representativa era de 100 engenheiros, porém o sistema contabilizou algumas respostas incompletas como realizadas, num total de 113, conforme demonstrado na figura 2, a seguir:

Figura 2 - Projeto de pesquisa na Plataforma Qualtrics



Pesquisa	Fechado	15	113
Levantamento de dados de gestão de novas tecnologias na co...	Status	Perguntas	Respostas
Data alterada: 16 de ago de 2021			

1 de 1

Fonte: Plataforma Qualtrics

A necessidade do tempo e a experiência de outros trabalhos, em que a reabertura do processo de resposta da pesquisa não causou engajamento, fez com que o investigador entendesse que o número de 80 respostas com 68 respostas completas configura-se uma boa amostra quando se trata de ser maior que 70% das respostas esperadas.

A plataforma Qualtrics possui um limite de perguntas para o questionário, portanto, há uma diferença nos itens dos dados de identificação dos participantes que foram agrupados para que a pesquisa pudesse conter todos os questionamentos que eram objetivo técnico.

Dessa forma, a pesquisa inicia com uma breve apresentação discorrendo sobre o convite de participar de um estudo sobre como foi chamada “Levantamento de dados de gestão de novas tecnologias na construção civil” e quem seria o investigador, seu professor orientador, a faculdade de graduação e o nome do título de Mestre em processos construtivos. Por qualquer aparelho com acesso à internet foi possível pelos pesquisados responder as questões e, dessa vez foi separado em 4 (quatro) partes acrescentando ao conteúdo gerado pelas entrevistas e advindo dos questionamentos, informações e proposições dos mesmos, as tomadas de decisão sobre o que este trabalho identifica como grupo específico de obra. Também é válido salientar que foi suprimida a relação de percepção dos engenheiros sobre o sucesso das implantações das inovações para apenas uma pergunta. As demais perguntas se mantiveram do roteiro semiestruturado por concluir este investigado, em conjunto aos entrevistados, que as perguntas estavam coerentes com o processo de gestão das inovações na construção civil. As alterações e inclusões estão descritas com seus respectivos objetivos no quadro a seguir:

Quadro 4 - Inclusões e alterações do questionário

c) identificar as tomadas de decisão sobre os aspectos inerentes à obra e seu processo construtivo.
De acordo com as alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo.
Mão de obra:
Materiais, máquinas e equipamentos:
Projetos:
Processos e Engenharia:

Os participantes definiram as tomadas de decisão em cada âmbito dos grupos específicos de obra, demonstrando como a gestão da inovação afetou os componentes do processo construtivo.

d) verificar a relação da gestão dos processos construtivos com a percepção de sucesso das inovações tecnológicas da construção

8.O objetivo traçado foi alcançado com êxito.

Os participantes da entrevista indicaram sua percepção em relação aos fatores de sucesso. Verificaremos a relação do gerenciamento de processos construtivos com a percepção de sucesso da obra.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.3 Estudo de Caso

Esta etapa introduz o registro fotográfico e levantamento de dados do estudo de caso, por meio de conexão com o engenheiro responsável e tem como objetivo identificar as características construtivas, apontar as estratégias de gerenciamento da obra, quais os impactos das alterações no ambiente interno e externo e verificar a relação da gestão dos processos construtivos com a percepção de sucesso das inovações tecnológicas da construção.

Dentre as características, estão: motivo pelo qual se optou por determinado processo construtivo; tipos de materiais utilizados e relação com fornecedores e parceiros; adequações dentro da estrutura de mão de obra; relação da etapa construtiva com os projetos; tipo de sistemas de controle e acompanhamento de obra; fatores de sucesso da adoção dos processos construtivos.

De acordo com Lakatos e Marconi (2017, p. 305), o estudo de caso “refere-se ao levantamento com mais profundidade de determinado caso ou grupo humano sob todos os seus aspectos” e tem por objetivo “apreender determinada situação e descrever a complexidade de um fato”.

Dentre os entrevistados, surgiu a oportunidade de acompanhar a introdução de um novo processo construtivo em duas obras já realizadas, mas que pudessem oferecer de forma visual e concreta o sucesso da implantação de novas tecnologias e as tomadas de decisão dentro do escopo estudado pela entrevista e pesquisa.

Para tanto foi necessário o contato semanal com o engenheiro de obras para

obtenção de documentos e fotos, assim como a experiência vivenciada na obra de um residencial de alto padrão e uma obra comercial, respectivamente.

O objetivo desta etapa é identificar as características de duas obras para o estudo de caso. Baseou-se no princípio de que as unidades devem ser representativas das adoções de tecnologias construtivas. As duas obras estavam localizadas no Condomínio Arvoredo, em Nova Lima – Minas Gerais, conforme recorte geográfico apresentado na figura 3:

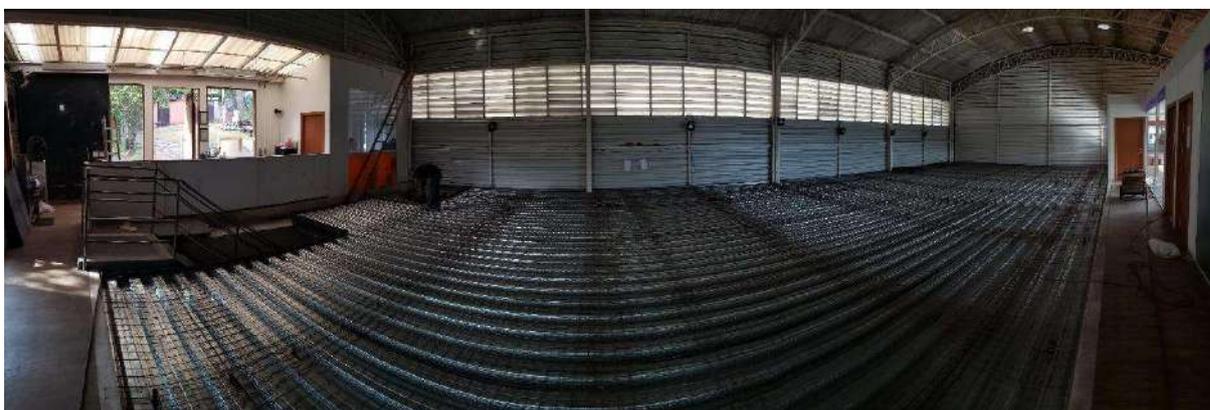
Figura 3 - Região onde se localizavam as Obras



Fonte: Elaborado pelo autor

A obra 1 teve início em outubro de 2019 e terminou em janeiro de 2020, apresenta uma reforma em uma academia e o serviço analisado foi a construção de um mezanino de 245 m² com a utilização de *steel deck*, conforme figura 4, a seguir:

Figura 4 - Laje *Steel Deck*



Fonte: Elaborado pelo autor

A obra 2, por sua vez, teve início em setembro de 2020 e terminou em janeiro de 2021, apresenta a construção de um residencial de alto padrão e o serviço analisado foi a execução da estrutura de 117m² em *steel frame*, conforme a figura 5, a seguir:

Figura 5 - Estrutura *Steel Frame*



Fonte: Elaborado pelo autor

4 RESULTADOS

4.1 Entrevistas

4.1.1 Entrevistado A

Para iniciar a entrevista com o entrevistado A foram solicitados os dados de identificação que, na data deste trabalho, se apresentaram da seguinte forma:

Idade: 60 anos;

Formação: Engenheiro Civil;

Tempo de formação: 38 anos;

Cargo que exerce atualmente: Proprietário e Engenheiro Chefe de empresa especializada em obras comerciais;

Tempo que ocupa cargo ou função atual: 35 anos.

1. Qual é o tipo da obra que você escolheu para responder esta pesquisa?

- Residencial de baixo padrão
- Residencial de médio padrão
- Residencial de alto padrão
- Comercial
- Industrial

Hospitalar

Infraestrutura (viadutos, pontes e estradas)

Hidráulica (Barragens, tubulações e canais)

Quando questionado sobre os tipos de obra, o engenheiro disse que ao longo dos anos em que desempenha sua função, esteve envolvido em algum momento em todos os tipos de obra apresentados, mas identificou que a opção “Comercial” é a que mais se enquadra no perfil atual da empresa. A escolha também foi feita sobre análise do que ele considera ser o maior modelo de adoção de técnica construtiva adotada que é a estrutura pré-fabricada de concreto armado.

2. Qual ou quais foram essas inovações? (Ex: Estruturas pré-moldadas, Modelagem BIM, Reutilização de águas cinzas, dentre outros)

Apesar da escolha da estrutura pré-fabricada em concreto armado, o entrevistado também dissertou sobre o BIM como inovação que está sendo implantada dentro do ambiente da empresa e fez uma importante colocação: “Estamos introduzindo e consolidando a cada obra esse novo conceito de

compatibilização antes do início da obra que facilita enormemente o planejamento da obra e o sucesso em relação ao prazo e ao custo”.

3. Qual etapa construtiva foi alvo da inovação tecnológica vivenciada? NBR 12721 (ABNT, 2006)

Serviços técnicos - levantamento topográfico; - estudos geotécnicos/sondagens; - consultorias técnicas; - fiscalização/acompanhamento/gerenciamento; - projeto arquitetônico; - projeto estrutural; - projeto elétrico/telefônico; - projeto hidrossanitário; - projeto ar-condicionado; - projeto prevenção contra incêndio; - projeto luminotécnico; - projeto som ambiental; - projeto paisagismo e urbanização; - maquete/perspectivas; - orçamento/cronograma; e - fotografias.

Serviços preliminares - demolições; - cópias e plotagens; - despesas legais; - licenças, taxas, registros; - seguros; e - assessorias contábil e jurídica.

Instalações provisórias - tapumes/cercas; - depósitos/escritórios/proteção transeuntes; - placa de obra; - instalação provisória água; - entrada provisória de energia; - instalação provisória unidade sanitária; - sinalização; - instalação de bombas; - bandejas salva-vidas; e - locação da obra.

Máquinas e ferramentas - guias; - elevador com torre, cabine, guincho; - andaimes fachadeiro e suspenso; - plataforma metálica com torres e engrenagens; - guinchos; e - balancins/cadeiras suspensas.

Administração da obra e despesas gerais - engenheiro/arquiteto de obra; - mestre de obra; - contra-mestres; - apontador; - guincheiro; - vigia; - pessoal administrativo; - consumos combustíveis e lubrificantes; - consumos água, luz, telefone; - material de escritório; - medicamentos de emergência; - EPI/EPC; - bebedouros, extintores; e - PCMAT/PCMSO.

Limpeza da obra - limpeza permanente da obra; e - retirada de entulho.

Transporte - transporte interno; e - transporte externo.

Trabalhos em terra - limpeza do terreno; - desmatamento e destocamento; - replantio de árvores; - escavações manuais; - escavações mecânicas; - reaterro; - compactação de solo; - desmonte de rocha; - movimento de terra; e - retirada de terra.

Diversos - laudos e despesas com vizinhos; e - outros.

Infraestrutura e obras complementares - escoramentos de terrenos de vizinhos; - esgotamento, rebaixamento lençol d'água e drenagens; - preparo das fundações: cortes em rochas, lastros; - fundações superficiais/rasas; - fundações profundas; - reforços e consolidação das fundações; - provas de cargas em estacas; e - provas de carga sobre o terreno de fundação

Supraestrutura - concreto protendido; - concreto armado; - estrutura metálica; - estrutura de madeira; e - estrutura mista.

Acabamentos - Alvenarias e divisórias - Esquadrias e ferragens - Revestimentos - Forros e elementos decorativos - Marcenaria e serralheria - Pintura - Tratamentos especiais internos - Pavimentações - Rodapés, soleiras - Aparelhos e metais.

Instalações elétricas - eletrodutos, conexões, buchas e arruelas; - fios e cabos; - caixas e quadros de comando; - tomadas e interruptores; - luminárias, acessórios, postes, lâmpadas; - equipamentos diversos elétricos; - entrada de energia; - eletrodutos e conexões telefônicas; - fios e cabos telefônicos; - caixas telefônicas; - equipamentos diversos telefônicos; - eletrodutos, fios, caixas para lógica e tv a cabo; - sistema de proteção contra descargas atmosféricas; e - mão-de-obra.

Instalações hidráulica, sanitária e gás - tubos e conexões de água fria; - tubos e conexões de água quente; - tubos e conexões de esgoto sanitário; - tubos e conexões de águas pluviais; - instalações de GLP; e - mão-de-obra.

Prevenção e combate a incêndio - tubos e conexões; - válvulas e registros; - abrigos, hidrantes, mangueiras, extintores; e - mão-de-obra.

Instalações mecânicas - elevadores; - monta-cargas; - escadas rolantes; - esteiras e planos inclinados; e - outras instalações mecânicas.

Cobertura - estrutura de madeira para cobertura; - estrutura metálica para cobertura; - cobertura com telhas fibrocimento - cobertura com telhas cerâmicas; - cobertura com telhas plásticas; - cobertura com telhas de alumínio; - cobertura com telhas de aço; - cobertura com telhas sanduíche; - outros tipos de coberturas; e - funilaria.

Sobre a etapa construtiva o interlocutor falou um pouco mais sobre o tipo de inovação, a estrutura pré-fabricada possui uma produção que sempre está em busca de melhorias, é colocado que a cada obra esse tipo de construção apresenta aspectos novos, o entrevistado cita alguns: “As lajes são produzidas com vão maiores e com suporte de carga maior, as obras deixaram de ser puramente isostáticas para possuírem, também, uma característica hiperestáticas”.

4. Qual grupo específico sofreu alterações?

Mão de obra

Materiais

Máq. e Equip.

Projetos

Processo

Engenharia

Segundo o entrevistado, por possuir uma posição de decisão na empresa ele assegura que, na sua visão, os engenheiros atuam como um solucionador de problemas e que, para tanto, todas as áreas da questão 4 sofrem alterações de forma imediata à tomada de decisão de forma natural.

Ao se tratar de pré-fabricados de concreto armado o entrevistado evidencia algumas especificidades do método construtivo e coloca algumas alterações nos grupos específicos de obra, como: “A engenharia deve determinar inúmeras soluções,

por exemplo: acessibilidade dos inúmero caminhões de carga, são cargas muito pesadas e com pilares muito extensos, o que precisa da utilização de uma carreta extensa e em algumas situações os pré-fabricados entram na obra de noite, depois que o trânsito da cidade para e na contramão”.

5. Qual parte interessada foi responsável por convencer a empresa a adotar a inovação?

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Clientes | <input type="checkbox"/> Fornecedores |
| <input type="checkbox"/> Engenharia | <input type="checkbox"/> Outros |
| <input type="checkbox"/> Diretoria | |

Com base na questão 5 o entrevistado coloca que a decisão do cliente é levada ao convencimento pelo estudo de engenharia, que demonstra as possibilidades executivas da obra, e o desempenho relacionado ao custo e tempo da obra.

6. Qual o objetivo da inovação nas práticas da empresa?

- | | |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Custo | <input type="checkbox"/> Falta de insumos |
| <input type="checkbox"/> Tempo | <input type="checkbox"/> Exigência das partes interessadas |
| <input type="checkbox"/> Qualidade | <input type="checkbox"/> Técnica |
| <input type="checkbox"/> Arte | |

Quando perguntado sobre os objetivos, foi colocado que, por se tratar de uma obra comercial, a velocidade para iniciar a operação do empreendimento torna a importância do tempo se sobreponha às demais áreas e passe a nortear as decisões e a implantação de métodos, ferramentas e técnicas que surtam efeito. O entrevistado ainda coloca que o choque visual que o pré-fabricado provoca sempre é elogiado pelos clientes o que gera uma confiança e segurança para que a engenharia possa desempenhar suas funções.

7. Qual estratégia, ferramenta e/ou técnica foi adotada para a implantação?

Em relação ao direcionamento da questão 7, o entrevistado conduziu a resposta introduzindo na conversa mais uma inovação na empresa que trouxe consigo nos últimos anos: “Nós usamos nas nossas obras uma peça que chama VGC, Viga Guarda-Corpo. Quando monta o VGC, automaticamente o nível já está protegido contra queda de funcionário e transeuntes. Se faz uma viga convencional que não possui uma parede sobre a altura da laje, é preciso colocar um guarda-corpo

provisório...e o benefício é imediato, após a montagem o ambiente está protegido de queda”.

8.O objetivo traçado foi alcançado com êxito.	
<input type="checkbox"/> Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> Concordo parcialmente
<input type="checkbox"/> Discordo parcialmente	<input type="checkbox"/> Concordo totalmente
<input type="checkbox"/> Não houve alteração	
9.Qual sua visão sobre a dificuldade de introduzir um novo conceito de produção na construção civil, levando em consideração a heterogeneidade do sistema.	
<input type="checkbox"/> Muito fácil	<input type="checkbox"/> Difícil
<input type="checkbox"/> Fácil	<input type="checkbox"/> Muito difícil
<input type="checkbox"/> Comum	
10.Qual sua visão sobre a inovação tecnológica na construção civil?	
<input type="checkbox"/> Péssima	<input type="checkbox"/> Muito boa
<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Excelente
<input type="checkbox"/> Regular	

No encerramento da entrevista as perguntas estão atreladas ao desempenho da introdução do novo conceito e a visão e dificuldade do engenheiro de obra em promover. O entrevistado coloca sua visão sempre positiva em relação às respostas acima, assegurando o profissionalismo e a seriedade da ciência da construção civil em produzir inovações com responsabilidade técnica e dentro de normativas e segurança. O trecho da entrevista destacado trata de responder essas questões:

“A inovação na engenharia sempre vem a partir de experimentação, depois de cálculos, depois de ensaios em laboratórios e quando chega para ser testada em obra, a mesma já está mais que testada”.

4.1.2 Entrevistado B

Para iniciar a entrevista com o entrevistado B foram solicitados os dados de identificação que, na data deste trabalho, se apresentaram da seguinte forma:

Idade: 30 anos;

Formação: Engenheiro Civil;

Tempo de formação: 8 anos;

Cargo que exerce atualmente: Engenheiro Chefe de empresa especializada em obras residenciais de alto padrão;

Tempo que ocupa cargo ou função atual: 4 anos.

1. Qual é o tipo da obra que você escolheu para responder esta pesquisa?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Residencial de baixo padrão | <input type="checkbox"/> Hospitalar |
| <input type="checkbox"/> Residencial de médio padrão | <input type="checkbox"/> Infraestrutura (viadutos, pontes e estradas) |
| <input type="checkbox"/> Residencial de alto padrão | <input type="checkbox"/> Hidráulica (Barragens, tubulações e canais) |
| <input type="checkbox"/> Comercial | |
| <input type="checkbox"/> Industrial | |

O engenheiro entrevistado possui experiência com obras residenciais de alto padrão e identificou que no momento desta pesquisa está a executar o maior edifício da cidade de Governador Valadares e, portanto, considerou esta obra como objeto de discussão para poder responder o questionário.

2. Qual ou quais foram essas inovações? (Ex: Estruturas pré-moldadas, Modelagem BIM, Reutilização de águas cinzas, dentre outros)

A metodologia BIM é destacada nessa questão, segundo o entrevistado: “o que está mais em voga hoje na engenharia é a metodologia BIM, principalmente a compatibilização dos projetos. A parte que coloca os projetos para se interagir e extrair detalhes como: interferências, duplicidades, levantamento de quantitativos e sequência executiva”. É colocado que essa inovação provoca um conhecimento para antever situações e gargalos, independente da experiência do engenheiro de obra, uma ferramenta que facilita a conexão dos projetos com a situação real.

3. Qual etapa construtiva foi alvo da inovação tecnológica vivenciada? NBR 12721 (ABNT, 2006)

Serviços técnicos - levantamento topográfico; - estudos geotécnicos/sondagens; - consultorias técnicas; - fiscalização/acompanhamento/gerenciamento; - projeto arquitetônico; - projeto estrutural; - projeto elétrico/telefônico; - projeto hidrossanitário; - projeto ar-condicionado; - projeto prevenção contra incêndio; - projeto luminotécnico; - projeto som ambiental; - projeto paisagismo e urbanização; - maquete/perspectivas; - orçamento/cronograma; e - fotografias.

Serviços preliminares - demolições; - cópias e plotagens; - despesas legais; - licenças, taxas, registros; - seguros; e - assessorias contábil e jurídica.

Instalações provisórias - tapumes/cercas; - depósitos/escritórios/proteção transeuntes; - placa de obra; - instalação provisória água; - entrada provisória de energia; - instalação provisória unidade sanitária; - sinalização; - instalação de bombas; - bandejas salva-vidas; e - locação da obra.

Máquinas e ferramentas - guias; - elevador com torre, cabine, guincho; - andaimes fachadeiro e suspenso; - plataforma metálica com torres e engrenagens; - guinchos; e - balancins/cadeiras suspensas.

- **Administração da obra e despesas gerais** - engenheiro/arquiteto de obra; - mestre de obra; - contra-mestres; - apontador; - guincheiro; - vigia; - pessoal administrativo; - consumos combustíveis e lubrificantes; - consumos água, luz, telefone; - material de escritório; - medicamentos de emergência; - EPI/EPC; - bebedouros, extintores; e - PCMAT/PCMSO.
- **Limpeza da obra** - limpeza permanente da obra; e - retirada de entulho.
- **Transporte** - transporte interno; e - transporte externo.
- **Trabalhos em terra** - limpeza do terreno; - desmatamento e destocamento; - replantio de árvores; - escavações manuais; - escavações mecânicas; - reaterro; - compactação de solo; - desmonte de rocha; - movimento de terra; e - retirada de terra.
- **Diversos** - laudos e despesas com vizinhos; e - outros.
- **Infraestrutura** e obras complementares - escoramentos de terrenos de vizinhos; - esgotamento, rebaixamento lençol d'água e drenagens; - preparo das fundações: cortes em rochas, lastros; - fundações superficiais/rasas; - fundações profundas; - reforços e consolidação das fundações; - provas de cargas em estacas; e - provas de carga sobre o terreno de fundação
- **Supraestrutura** - concreto protendido; - concreto armado; - estrutura metálica; - estrutura de madeira; e - estrutura mista.
- **Acabamentos** - Alvenarias e divisórias - Esquadrias e ferragens - Revestimentos - Forros e elementos decorativos - Marcenaria e serralheria - Pintura - Tratamentos especiais internos - Pavimentações - Rodapés, soleiras - Aparelhos e metais.
- **Instalações elétricas** - eletrodutos, conexões, buchas e arruelas; - fios e cabos; - caixas e quadros de comando; - tomadas e interruptores; - luminárias, acessórios, postes, lâmpadas; - equipamentos diversos elétricos; - entrada de energia; - eletrodutos e conexões telefônicas; - fios e cabos telefônicos; - caixas telefônicas; - equipamentos diversos telefônicos; - eletrodutos, fios, caixas para lógica e tv a cabo; - sistema de proteção contra descargas atmosféricas; e - mão-de-obra.
- **Instalações hidráulica, sanitária e gás** - tubos e conexões de água fria; - tubos e conexões de água quente; - tubos e conexões de esgoto sanitário; - tubos e conexões de águas pluviais; - instalações de GLP; e - mão-de-obra.
- **Prevenção e combate a incêndio** - tubos e conexões; - válvulas e registros; - abrigos, hidrantes, mangueiras, extintores; e - mão-de-obra.
- **Instalações mecânicas** - elevadores; - monta-cargas; - escadas rolantes; - esteiras e planos inclinados; e - outras instalações mecânicas.
- **Cobertura** - estrutura de madeira para cobertura; - estrutura metálica para cobertura; - cobertura com telhas fibrocimento - cobertura com telhas cerâmicas; - cobertura com telhas plásticas; - cobertura com telhas de alumínio; - cobertura com telhas de aço; - cobertura com telhas sanduíche; - outros tipos de coberturas; e - funilaria.

O primeiro ponto citado pelo entrevistado foi a etapa de serviços técnicos, onde ele colocou a inovação, citando o link entre projetos, planejamento e metodologia executiva, todos os componentes que englobam a parte técnica de engenharia que eleva o nível de assertividade da obra, podendo reduzir retrabalhos, desperdícios e objetivando a diminuição do prazo e do custo.

O segundo ponto levantado foi na parte de superestrutura, colocando como inovação nesse empreendimento o sistema de laje plana e suas características como um concreto com uma especificidade maior e um controle tecnológico bem mais apurado. Segundo o entrevistado: “Antigamente nas obras de concreto armado convencional, trabalhava-se aceitando um desperdício de concreto a cada laje de 10%, mas hoje com o custo do cimento elevado, a engenharia é forçada a ter uma maior precisão na execução dos serviços”.

O empreendimento objetificado na entrevista possui um gasto elevado em toda sua composição e o entrevistado ainda somou mais algumas inovações também nas instalações mecânicas com o uso de elevadores modernos que estão relacionados com a economia de energia, elevadores com regeneração de energia para garantir ao edifício um conceito de redução de consumo de energia, reaproveitamento de energia e armazenamento de energia.

4. Qual grupo específico sofreu alterações?

Mão de obra

Materiais

Máq. e Equip.

Projetos

Processo

Engenharia

Em relação à questão acima, o entrevistado coloca em evidência a mão de obra e os processos como os grupos que mais sofrem alterações quando implantam-se inovações dentro do ambiente da empresa. A mão de obra por parte da terceirização, onde é possível reduzir a mão de obra direta para grupos de trabalhos terceirizados especializados na execução do serviço, trazendo velocidade. Mas deve-se ficar atento ao risco da diminuição da qualidade, o que é importante fazer a gestão da qualidade com mais critério.

No caso das lajes planas o entrevistado ainda coloca a questão dos materiais com o uso de aditivos plastificantes no concreto que reduzem a adição de água para atender o slump necessário na execução, assim como, a utilização de concreto autoadensável diminuindo a aparição de brocas na estrutura e podendo ter uma

concretagem uniforme.

Em relação aos processos, o entrevistado utilizou o resultado da compatibilização em sistema BIM para executar as tarefas de acordo com o caminho crítico da obra promovendo um gerenciamento de riscos que pudesse antever gargalos e salvaguardar situações futuras decorrentes dos grupos de terceirizados e dos insumos da obra.

5. Qual parte interessada foi responsável por convencer a empresa a adotar a inovação?

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Clientes | <input type="checkbox"/> Fornecedores |
| <input type="checkbox"/> Engenharia | <input type="checkbox"/> Outros |
| <input type="checkbox"/> Diretoria | |

Para o interlocutor a engenharia assume um papel de destaque quando se trata da adoção de inovações, sendo um catalisador da obra. Apresentando o problema para discussão interna da empresa e fornecendo soluções técnicas. O entrevistado ainda afirma que “quanto mais os engenheiros estão informados, mais tecnologias são empregadas na obra”.

6. Qual o objetivo da inovação nas práticas da empresa?

- | | |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Custo | <input type="checkbox"/> Falta de insumos |
| <input type="checkbox"/> Tempo | <input type="checkbox"/> Exigência das partes interessadas |
| <input type="checkbox"/> Qualidade | <input type="checkbox"/> Técnica |
| <input type="checkbox"/> Arte | |

Em relação aos objetivos a conduta da empresa é conseguir alcançar todos os índices de forma simultânea, mas a relação da empresa no mercado mobiliário ascende para a redução de custos de forma a tornar o empreendimento competitivo. “O imóvel não pode atingir um valor que não seja acessível para classes sociais e públicos diferentes e por isso a empresa precisa possuir um bom desempenho no ambiente de mercado”.

7. Qual estratégia, ferramenta e/ou técnica foi adotada para a implantação?

Segundo o entrevistado a estratégia adotada seguiu os seguintes caminhos:

- Baseado no objetivo de melhoria contínua e redução de alguns parâmetros como tempo e custo;

- Procura pelo método construtivo mais acessível em capacidade de execução para empresa e a região onde a obra estava inserida pudesse absorver;
- Identificação do método escolhido e ações sobre os grupos específicos de obra.

8.O objetivo traçado foi alcançado com êxito.	
<input type="checkbox"/> Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> Concordo parcialmente
<input type="checkbox"/> Discordo parcialmente	<input type="checkbox"/> Concordo totalmente
<input type="checkbox"/> Não houve alteração	
9.Qual sua visão sobre a dificuldade de introduzir um novo conceito de produção na construção civil, levando em consideração a heterogeneidade do sistema.	
<input type="checkbox"/> Muito fácil	<input type="checkbox"/> Difícil
<input type="checkbox"/> Fácil	<input type="checkbox"/> Muito difícil
<input type="checkbox"/> Comum	
10.Qual sua visão sobra a inovação tecnológica na construção civil?	
<input type="checkbox"/> Péssima	<input type="checkbox"/> Muito boa
<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Excelente
<input type="checkbox"/> Regular	

Em relação ao sucesso das adoções de inovações, o entrevistado entende que foram alcançados com êxito os parâmetros desejados pela empresa, porém ele salienta a dificuldade imposta pela região, impossibilitando a absorção de tecnologias numa maior escala. Ainda segundo o entrevistado isso se dá pelo nível de amadurecimento da cidade e da macrorregião que ainda necessitam migrar para o interior do estado de forma mais homogênea e constante para facilitar o acesso e a viabilização das inovações.

4.1.3 Entrevistado C

Para iniciar a entrevista com o entrevistado C foi solicitado os dados de identificação que, na data deste trabalho, se apresentaram da seguinte forma:

Idade: 33 anos;

Formação: Engenheiro Civil, Ambiental e Segurança do Trabalho;

Tempo de formação: 11 anos;

Cargo que exerce atualmente: Supervisor de Engenharia;

Tempo que ocupa cargo ou função atual: 8 anos.

1. Qual é o tipo da obra que você escolheu para responder esta pesquisa?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Residencial de baixo padrão | <input type="checkbox"/> Hospitalar |
| <input type="checkbox"/> Residencial de médio padrão | <input type="checkbox"/> Infraestrutura (viadutos, pontes e estradas) |
| <input type="checkbox"/> Residencial de alto padrão | <input type="checkbox"/> Hidráulica (Barragens, tubulações e canais) |
| <input type="checkbox"/> Comercial | |
| <input type="checkbox"/> Industrial | |

Para responder ao roteiro de pesquisa, o entrevistado escolheu a opção “Comercial”, área da empresa de sua atuação atual e onde possui um know-how. A empresa é uma rede de postos de gasolina e hotelaria e a parte supervisionada pelo engenheiro são obras de postos de gasolina e hotéis da rede da empresa.

2. Qual ou quais foram essas inovações? (Ex: Estruturas pré-moldadas, Modelagem BIM, Reutilização de águas cinzas, dentre outros)

A inovação em destaque é a construção em módulos, o entrevistado coloca os ganhos relativos à agilidade e os trabalhos com máquinas pesadas como guindastes.

3. Qual etapa construtiva foi alvo da inovação tecnológica vivenciada? NBR 12721 (ABNT, 2006)

Serviços técnicos - levantamento topográfico; - estudos geotécnicos/sondagens; - consultorias técnicas; - fiscalização/acompanhamento/gerenciamento; - projeto arquitetônico; - projeto estrutural; - projeto elétrico/telefônico; - projeto hidrossanitário; - projeto ar-condicionado; - projeto prevenção contra incêndio; - projeto luminotécnico; - projeto som ambiental; - projeto paisagismo e urbanização; - maquete/perspectivas; - orçamento/cronograma; e - fotografias.

Serviços preliminares - demolições; - cópias e plotagens; - despesas legais; - licenças, taxas, registros; - seguros; e - assessorias contábil e jurídica.

Instalações provisórias - tapumes/cercas; - depósitos/escritórios/proteção transeuntes; - placa de obra; - instalação provisória água; - entrada provisória de energia; - instalação provisória unidade sanitária; - sinalização; - instalação de bombas; - bandejas salva-vidas; e - locação da obra.

Máquinas e ferramentas - guias; - elevador com torre, cabine, guincho; - andaimes fachadeiro e suspenso; - plataforma metálica com torres e engrenagens; - guinchos; e - balancins/cadeiras suspensas.

Administração da obra e despesas gerais - engenheiro/arquiteto de obra; - mestre de obra; - contra-mestres; - apontador; - guincheiro; - vigia; - pessoal administrativo; - consumos combustíveis e lubrificantes; - consumos água, luz, telefone; - material de escritório; - medicamentos de emergência; - EPI/EPC; - bebedouros, extintores; e - PCMAT/PCMSO.

Limpeza da obra - limpeza permanente da obra; e - retirada de entulho.

- **Transporte** - transporte interno; e - transporte externo.
- **Trabalhos em terra** - limpeza do terreno; - desmatamento e destocamento; - replantio de árvores; - escavações manuais; - escavações mecânicas; - reaterro; - compactação de solo; - desmonte de rocha; - movimento de terra; e - retirada de terra.
- **Diversos** - laudos e despesas com vizinhos; e - outros.
- **Infraestrutura e obras complementares** - escoramentos de terrenos de vizinhos; - esgotamento, rebaixamento lençol d'água e drenagens; - preparo das fundações: cortes em rochas, lastros; - fundações superficiais/rasas; - fundações profundas; - reforços e consolidação das fundações; - provas de cargas em estacas; e - provas de carga sobre o terreno de fundação
- **Supraestrutura** - concreto protendido; - concreto armado; - estrutura metálica; - estrutura de madeira; e - estrutura mista.
- **Acabamentos** - Alvenarias e divisórias - Esquadrias e ferragens -Revestimentos - Forros e elementos decorativos - Marcenaria e serralheria - Pintura - Tratamentos especiais internos - Pavimentações - Rodapés, soleiras - Aparelhos e metais.
- **Instalações elétricas** - eletrodutos, conexões, buchas e arruelas; - fios e cabos; - caixas e quadros de comando; - tomadas e interruptores; - luminárias, acessórios, postes, lâmpadas; - equipamentos diversos elétricos; - entrada de energia; - eletrodutos e conexões telefônicas; - fios e cabos telefônicos; - caixas telefônicas; - equipamentos diversos telefônicos; - eletrodutos, fios, caixas para lógica e tv a cabo; - sistema de proteção contra descargas atmosféricas; e - mão-de-obra.
- **Instalações hidráulica, sanitária e gás** - tubos e conexões de água fria; - tubos e conexões de água quente; - tubos e conexões de esgoto sanitário; - tubos e conexões de águas pluviais; - instalações de GLP; e - mão-de-obra.
- **Prevenção e combate a incêndio** - tubos e conexões; - válvulas e registros; - abrigos, hidrantes, mangueiras, extintores; e - mão-de-obra.
- **Instalações mecânicas** - elevadores; - monta-cargas; - escadas rolantes; - esteiras e planos inclinados; e - outras instalações mecânicas.
- **Cobertura** - estrutura de madeira para cobertura; - estrutura metálica para cobertura; - cobertura com telhas fibrocimento - cobertura com telhas cerâmicas; - cobertura com telhas plásticas; - cobertura com telhas de alumínio; - cobertura com telhas de aço; - cobertura com telhas sanduíche; - outros tipos de coberturas; e - funilaria.

As etapas construtivas de superestrutura e vedações são o foco dessas que, segundo o entrevistado, a parte de pré-produção da obra é essencial para determinar o sucesso deste tipo de método construtivo, onde boa parte das etapas da obra já ficam prontas para serem instaladas in loco.

A coordenação modular se apresenta como um elemento importante, pois possibilita a adequação de qualquer sistema com um reduzido número de variações de cada componente diferente e todos eles ajustados a um padrão dimensional que

pode ser concebido de diferentes formas, matematicamente (ROSSO,1976).

4. Qual grupo específico sofreu alterações?

Mão de obra

Materiais

Máq. e Equip.

Projetos

Processo

Engenharia

O entrevistado coloca que a mão de obra, materiais, máquinas e equipamentos são os grupos que sofrem alterações nesse processo de industrialização da construção civil em relação à execução de obra convencional.

5. Qual parte interessada foi responsável por convencer a empresa a adotar a inovação?

Clientes

Engenharia

Diretoria

Fornecedores

Outros

6. Qual o objetivo da inovação nas práticas da empresa?

Custo

Tempo

Qualidade

Arte

Falta de insumos

Exigência das partes interessadas

Técnica

O entrevistado entende que em relação às partes interessadas existe um misto de decisões que são tomadas concomitantemente entre a engenharia e a diretoria. Segundo o mesmo, parte da diretoria aponta a necessidade de obter algum ganho significativo em alguma área do desempenho da obra, no caso estudado, o objetivo era atingir um prazo menor, diminuindo o tempo em que se precisa para que o empreendimento pudesse gerar retorno. Mas a engenharia que determina qual será essa mudança e busca os índices para convencer a diretoria que a decisão tomada é a melhor naquele contexto. Dessa forma o entrevistado entende que as duas perguntas são um sistema de causa e efeito.

7. Qual estratégia, ferramenta e/ou técnica foi adotada para a implantação?

Sobre a questão 7, o entrevistado coloca da seguinte forma: “Nós não adotamos nenhuma técnica específica, por exemplo: Lean, Metodologia Ágil e PMBOK, adotamos conforme o controle que precisamos produzir para cada obra ou

de determinado processo”.

Porém ele coloca que parâmetros, ferramentas e técnicas de sistemas conhecidos como os citados por ele são sempre inseridos nos contextos das obras diante demanda entendida pela Engenharia.

8.O objetivo traçado foi alcançado com êxito.	
<input type="checkbox"/> Discordo totalmente	<input type="checkbox"/> Concordo parcialmente
<input type="checkbox"/> Discordo parcialmente	<input type="checkbox"/> Concordo totalmente
<input type="checkbox"/> Não houve alteração	
9.Qual sua visão sobre a dificuldade de introduzir um novo conceito de produção na construção civil, levando em consideração a heterogeneidade do sistema.	
<input type="checkbox"/> Muito fácil	<input type="checkbox"/> Difícil
<input type="checkbox"/> Fácil	<input type="checkbox"/> Muito difícil
<input type="checkbox"/> Comum	
10.Qual sua visão sobre a inovação tecnológica na construção civil?	
<input type="checkbox"/> Péssima	<input type="checkbox"/> Muito boa
<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Excelente
<input type="checkbox"/> Regular	

Na fase final da entrevista podendo classificar o desempenho da adoção de novas tecnologias na empresa, o entrevistado pontuou que houve dificuldades em implantar o processo por conta da mudança na cultura da empresa e a escassez local de encontrar soluções e parceiros que pudessem atender as demandas da inovação, portanto, o objetivo foi alcançado de forma parcial. Na visão do entrevistado, há o que melhorar até que o conceito modular esteja maduro dentro dos processos da empresa, explicando que muitas inovações tiveram que ser reprogramadas ou mesmo descartadas para, novamente, utilizar o sistema convencional. Mas o entrevistado entende que apesar de dificultoso, a inovação na construção civil assume um papel importante para que as empresas e seus empreendimentos possam ter um maior desempenho ao que se procura melhorar, no caso apresentado isso está relacionado à otimização do tempo, por se tratar de uma construção com o objetivo de gerar lucro, o quanto antes estiver funcionando mais rentável se torna o negócio.

4.1.4 Entrevistado D

Para iniciar a entrevista com o entrevistado D foram solicitados os dados de identificação que, na data deste trabalho, se apresentaram da seguinte forma:

Idade: 25 anos;

Formação: Engenheiro de Produção Civil;

Tempo de formação: 2 anos;

Cargo que exerce atualmente: Engenheiro de Obra;

Tempo que ocupa cargo ou função atual: 4 anos.

1. Qual é o tipo da obra que você escolheu para responder esta pesquisa?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Residencial de baixo padrão | <input type="checkbox"/> Hospitalar |
| <input type="checkbox"/> Residencial de médio padrão | <input type="checkbox"/> Infraestrutura (viadutos, pontes e estradas) |
| <input type="checkbox"/> Residencial de alto padrão | <input type="checkbox"/> Hidráulica (Barragens, tubulações e canais) |
| <input type="checkbox"/> Comercial | |
| <input type="checkbox"/> Industrial | |

O último entrevistado selecionado para este estudo demonstrou interesse em fornecer informações sobre duas obras e dois processos construtivos que ocasionaram adoção de novas tecnologias dentro do ambiente da empresa. Para responder ao questionário ele destacou uma obra comercial e uma obra residencial de alto padrão.

2. Qual ou quais foram essas inovações? (Ex: Estruturas pré-moldadas, Modelagem BIM, Reutilização de águas cinzas, dentre outros)

O entrevistado cita como inovação de cada uma das obras acima a utilização do sistema *steel frame* e *steel deck*, respectivamente.

O *Steel Frame* é um sistema composto de perfis leves de aço galvanizado, que tem como conceito básico o emprego de componentes industrializados na construção civil (TEIXEIRA; SIMPLICIO, 2018).

De acordo com a NBR 8800 (2008, p. 211): “[...] laje com fôrma de aço incorporada é aquela que, na fase final, o concreto atua estruturalmente em conjunto com a fôrma de aço, funcionando como parte ou como toda a armadura de tração da laje. ”

3. Qual etapa construtiva foi alvo da inovação tecnológica vivenciada? NBR 12721 (ABNT, 2006)

☐ **Serviços técnicos** - levantamento topográfico; - estudos geotécnicos/sondagens; - consultorias técnicas; - fiscalização/acompanhamento/gerenciamento; - projeto arquitetônico; - projeto estrutural; - projeto elétrico/telefônico; - projeto hidrossanitário; - projeto ar-condicionado; - projeto prevenção contra incêndio; - projeto luminotécnico; - projeto som ambiental; - projeto paisagismo e urbanização; - maquete/perspectivas; - orçamento/cronograma; e - fotografias.

☐ **Serviços preliminares** - demolições; - cópias e plotagens; - despesas legais; - licenças, taxas, registros; - seguros; e - assessorias contábil e jurídica.

☐ **Instalações provisórias** - tapumes/cercas; - depósitos/escritórios/proteção transeuntes; - placa de obra; - instalação provisória água; - entrada provisória de energia; - instalação provisória unidade sanitária; - sinalização; - instalação de bombas; - bandejas salva-vidas; e - locação da obra.

☐ **Máquinas e ferramentas** - guias; - elevador com torre, cabine, guincho; - andaimes fachadeiro e suspenso; - plataforma metálica com torres e engrenagens; - guinchos; e - balancins/cadeiras suspensas.

☐ **Administração da obra e despesas gerais** - engenheiro/arquiteto de obra; - mestre de obra; - contra-mestres; - apontador; - guincheiro; - vigia; - pessoal administrativo; - consumos combustíveis e lubrificantes; - consumos água, luz, telefone; - material de escritório; - medicamentos de emergência; - EPI/EPC; - bebedouros, extintores; e - PCMAT/PCMSO.

☐ **Limpeza da obra** - limpeza permanente da obra; e - retirada de entulho.

☐ **Transporte** - transporte interno; e - transporte externo.

☐ **Trabalhos em terra** - limpeza do terreno; - desmatamento e destocamento; - replantio de árvores; - escavações manuais; - escavações mecânicas; - reaterro; - compactação de solo; - desmonte de rocha; - movimento de terra; e - retirada de terra.

☐ **Diversos** - laudos e despesas com vizinhos; e - outros.

☐ **Infraestrutura e obras complementares** - escoramentos de terrenos de vizinhos; - esgotamento, rebaixamento lençol d'água e drenagens; - preparo das fundações: cortes em rochas, lastros; - fundações superficiais/rasas; - fundações profundas; - reforços e consolidação das fundações; - provas de cargas em estacas; e - provas de carga sobre o terreno de fundação

☐ **Supraestrutura** - concreto protendido; - concreto armado; - estrutura metálica; - estrutura de madeira; e - estrutura mista.

☐ **Acabamentos** - Alvenarias e divisórias - Esquadrias e ferragens - Revestimentos - Forros e elementos decorativos - Marcenaria e serralheria - Pintura - Tratamentos especiais internos - Pavimentações - Rodapés, soleiras - Aparelhos e metais.

☐ **Instalações elétricas** - eletrodutos, conexões, buchas e arruelas; - fios e cabos; - caixas e quadros de comando; - tomadas e interruptores; - luminárias, acessórios, postes, lâmpadas; - equipamentos diversos elétricos; - entrada de energia; - eletrodutos e conexões telefônicas; - fios e cabos telefônicos; - caixas telefônicas; - equipamentos diversos telefônicos; - eletrodutos, fios, caixas para lógica e tv a cabo; - sistema de proteção contra descargas atmosféricas; e - mão-de-obra.

☐ **Instalações hidráulica, sanitária e gás** - tubos e conexões de água fria; - tubos e conexões de água quente; - tubos e conexões de esgoto sanitário; - tubos e conexões de águas pluviais; - instalações de GLP; e - mão-de-obra.

☐ **Prevenção e combate a incêndio** - tubos e conexões; - válvulas e registros; - abrigos, hidrantes, mangueiras, extintores; e - mão-de-obra.

☐ **Instalações mecânicas** - elevadores; - monta-cargas; - escadas rolantes; - esteiras e planos inclinados; e - outras instalações mecânicas.

☐ **Cobertura** - estrutura de madeira para cobertura; - estrutura metálica para cobertura; - cobertura com telhas fibrocimento - cobertura com telhas cerâmicas; - cobertura com telhas plásticas; - cobertura com telhas de alumínio; - cobertura com telhas de aço; - cobertura com telhas sanduíche; - outros tipos de coberturas; e - funilaria.

As duas inovações estão presentes na etapa de superestruturas e é notado até esse momento das entrevistas que os entrevistados estavam dando prioridade para inovações no aspecto estrutural das obras.

4. Qual grupo específico sofreu alterações?

Mão de obra

Materiais

Máq. e Equip.

Projetos

Processo

Engenharia

O entrevistado colocou que as partes que sofreram mais alterações foram mão de obra, materiais, máquinas e equipamentos. Segundo ele, como se trata de um método construtivo muito diferente do convencional é necessário buscar os parceiros certos para compor a equipe e os fornecedores que pudessem atender às expectativas dos insumos.

5. Qual parte interessada foi responsável por convencer a empresa a adotar a inovação?

Clientes

Engenharia

Diretoria

Fornecedores

Outros

6. Qual o objetivo da inovação nas práticas da empresa?

Custo

Tempo

Qualidade

Arte

Falta de insumos

Exigência das partes interessadas

Técnica

O objetivo das duas obras foi exclusivamente técnico, ambas tinham excepcionalidade na acessibilidade da obra. Na obra onde se utilizou o *steel frame* a dificuldade era o acesso, por estar localizada dentro de uma vegetação alta as adequações da obra foram para que os elementos pudessem ser entregues separadamente em peças e a gestão de resíduos tivesse que ser menor por conta do espaço para trabalhar e diminuir o impacto ambiental no local. Por outro lado, a dificuldade da obra que utilizou o *steel deck* estava em executar a obra somente na parte da noite, pois o empreendimento não parou de funcionar e precisava que fosse realizada com extrema velocidade e gerando o menor número de resíduos para que não atrapalhasse as atividades comerciais do edifício.

7. Qual estratégia, ferramenta e/ou técnica foi adotada para a implantação?

Para realizar as tarefas acima relatadas, nas duas experiências os responsáveis técnicos da obra optaram por fazer uma consultoria com outro engenheiro com experiência nesses métodos construtivos. Segundo o PMBOK (2013), opinião especializada é definida como uma opinião fornecida baseada em expertise numa área de aplicação, área de conhecimento, disciplina, setor econômico, etc. adequada para a atividade que está sendo realizada. Essa expertise pode ser fornecida por qualquer grupo ou pessoa com formação, conhecimento, habilidade, experiência ou treinamento especializado.

8. O objetivo traçado foi alcançado com êxito.

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Discordo totalmente | <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente |
| <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente | <input type="checkbox"/> Concordo totalmente |
| <input type="checkbox"/> Não houve alteração | |

9. Qual sua visão sobre a dificuldade de introduzir um novo conceito de produção na construção civil, levando em consideração a heterogeneidade do sistema.

- | | |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Muito fácil | <input type="checkbox"/> Difícil |
| <input type="checkbox"/> Fácil | <input type="checkbox"/> Muito difícil |
| <input type="checkbox"/> Comum | |

10. Qual sua visão sobre a inovação tecnológica na construção civil?

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Péssima | <input type="checkbox"/> Muito boa |
| <input type="checkbox"/> Ruim | <input type="checkbox"/> Excelente |
| <input type="checkbox"/> Regular | |

Quando perguntado sobre os aspectos de sucesso da adoção das inovações, o entrevistado foi bastante sucinto e colocou que apesar de ter sido um trabalho muito difícil implantar as atividades, devido, também ao cenário de cada obra. Ele entende que o objetivo foi alcançado com êxito e entende que toda vez em que caminhamos em direção às inovações tecnológicas é quase impossível voltar atrás, os resultados proporcionados por estes são sempre em alguns aspectos relevantes para o avanço da construção civil.

4.2 Análise dos dados

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com os 80

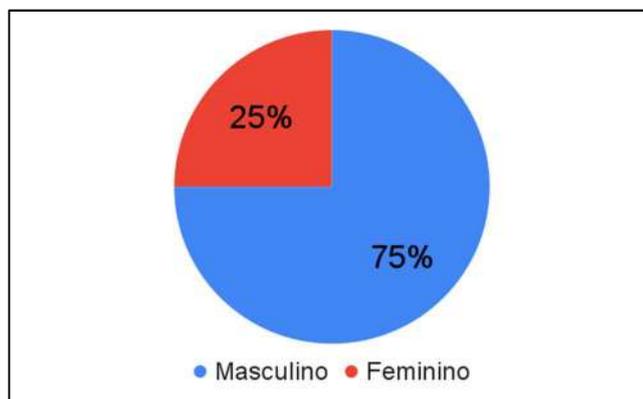
questionários, que representam nossa amostra do estudo empírico – análise quantitativa baseada no questionário elaborado sobre o “Estudo das Redes de Participantes de Projetos de Construção”. Desta forma, ficou dividido em seis seções incluindo a presente nota introdutória, sendo que na seção 4.2.1 demonstramos a caracterização da amostra por sexo, idade, tempo de formado em engenharia civil, cargo ocupado na obra e quanto ao tipo de obra escolhida para responder às questões. Nas demais seções, encontram-se os principais assuntos que norteiam este estudo: Etapa construtiva, alvo da inovação tecnológica vivenciada, Grupo específico que sofreu alterações, Responsável por convencer a empresa a adotar a inovação, Objetivo da inovação nas práticas da empresa, Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: Mão de obra, Materiais, Máquinas e equipamentos, Projetos, Processos e Engenharia, sucesso da adoção da Tecnologia e, por fim, uma conclusão que sintetiza o assunto abordado neste capítulo.

4.2.1 Caracterização da amostra

Ao fim da recolha de dados obteve-se 80 participantes, sendo todos engenheiros civis inscritos no estado de Minas Gerais – Brasil, conforme a população definida para este estudo. Em duas questões de caracterização da amostra, idade e tempo de formado em engenharia civil, descartou-se algum participante por ausência de resposta. A seguir, vamos caracterizar a amostra que foi inquirida identificando seu perfil.

Observa-se que na amostra obtida é alcançada uma maior participação do sexo masculino em comparação ao sexo feminino, conforme demonstrado no gráfico 1:

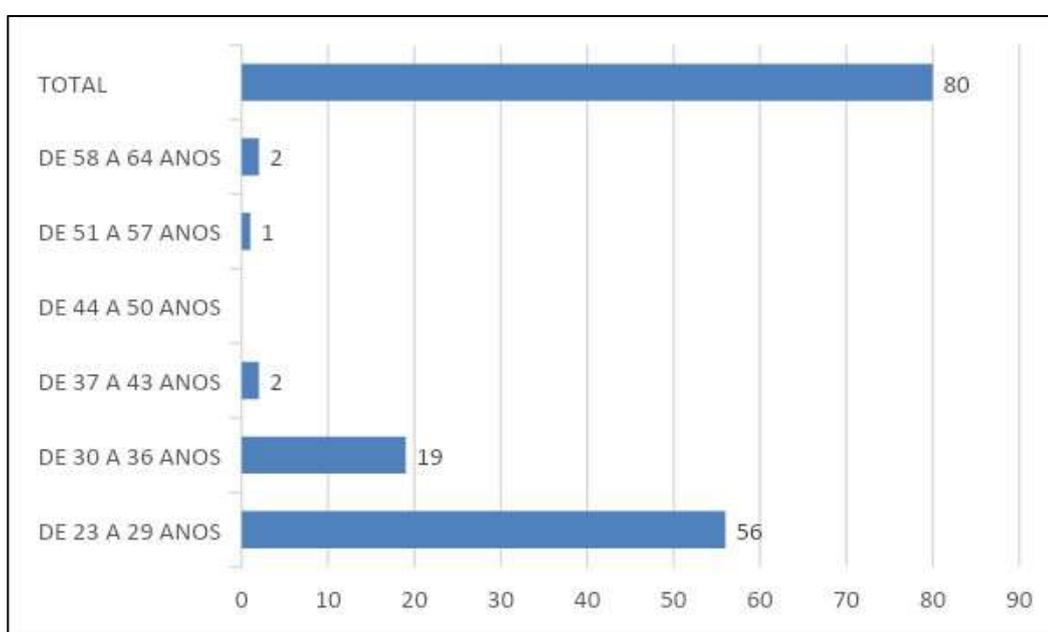
Gráfico 1 - Distribuição dos participantes por gênero



Fonte: Elaborado pelo autor

Quanto à idade dos entrevistados, observa-se que houve uma maior participação de pessoas com idade entre 23 a 60 anos. Para melhor apresentação, optou-se por agrupar os entrevistados por intervalos de idade da seguinte maneira: de 23 a 29 anos, de 30 a 36 anos, de 37 a 43 anos, de 44 a 50 anos, de 51 a 57 anos e de 58 a 63 anos. A maior concentração de entrevistados foi nas faixas: 23 a 29 anos com (56) respondentes e 30 a 36 anos com (19) respondentes. No gráfico 2, a seguir, pode-se observar todas as faixas e quantidades de participantes por faixa etária.

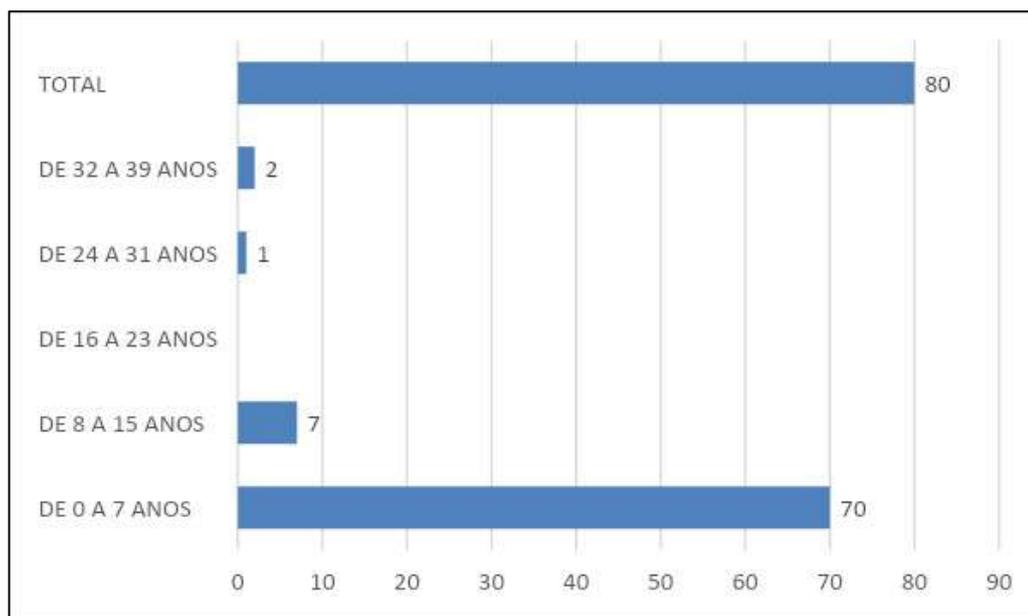
Gráfico 2 - Distribuição dos participantes por idade



Fonte: Elaborado pelo autor

Solicitou-se aos entrevistados que informassem o ano em que se formaram em engenharia civil, para conhecimento do tempo de experiência profissional do respondente. Foram adotadas faixas temporais para agrupar os entrevistados por tempo de formado da seguinte forma: de 0 a 7 anos, de 8 a 15 anos, de 16 a 23 anos, de 24 a 31 anos e de 32 a 39 anos. Observou-se que a maior concentração de respondentes, 70 participantes, possuem até 7 anos de formado. Contudo, podemos notar no gráfico 3 que a maioria dos entrevistados possuem até 15 anos de formado.

Gráfico 3 - Distribuição dos participantes por tempo de formado em Engenharia Civil



Fonte: Elaborado pelo autor

As respostas à questão referente ao cargo desempenhado apresentaram-se bem diversificadas. Observou-se que dois indivíduos responderam que o cargo desempenhado na obra era de arquiteto e urbanista. Este inquérito não foi desconsiderado, porque no Brasil o conselho de classe dos profissionais de arquitetura e engenharia civil são distintos, sendo que não há possibilidade de um profissional de arquitetura possuir registro no conselho de engenharia sem habilitação em engenharia civil ou agronomia. Considerando que acede a uma lista de engenheiros civis inscritos no conselho de engenharia, entende-se que os entrevistados atendem ao requisito de ter formação em engenharia civil o que não o impede de desempenhar um cargo com outra nomenclatura.

Podemos observar na tabela 1 a distribuição dos entrevistados de acordo com o cargo ocupado na obra escolhida para responder ao questionário. Notamos que existem muitos cargos que podem ser ocupados por um profissional de engenharia civil em uma obra, inclusive muitos deles associados diretamente ao gerenciamento.

Dos respondentes, 1,25% ocupavam cargo de estagiário e 1,25% dos que ocupavam o cargo de sócio não estavam incluídos em cargos de responsabilidade técnica, mas esses foram considerados, pois o histórico é conhecido pelo investigador. O primeiro encontra-se no último ano do curso de Engenharia de Produção Civil no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) e possui experiência atuando na área há 3 anos. O segundo é sócio proprietário

de uma construtora de médio porte onde este investigador trabalhou, enquanto o restante da amostra 98,75% ocupavam cargos que demandam responsabilidade técnica.

Entende-se que não é possível determinar o nível hierárquico ocupado por estes profissionais, considerando apenas a nomenclatura do cargo. A tabela a seguir ajuda a compreender a distribuição dos participantes na pesquisa por cargo ocupado:

Tabela 1 - Distribuição dos participantes por cargo ocupado

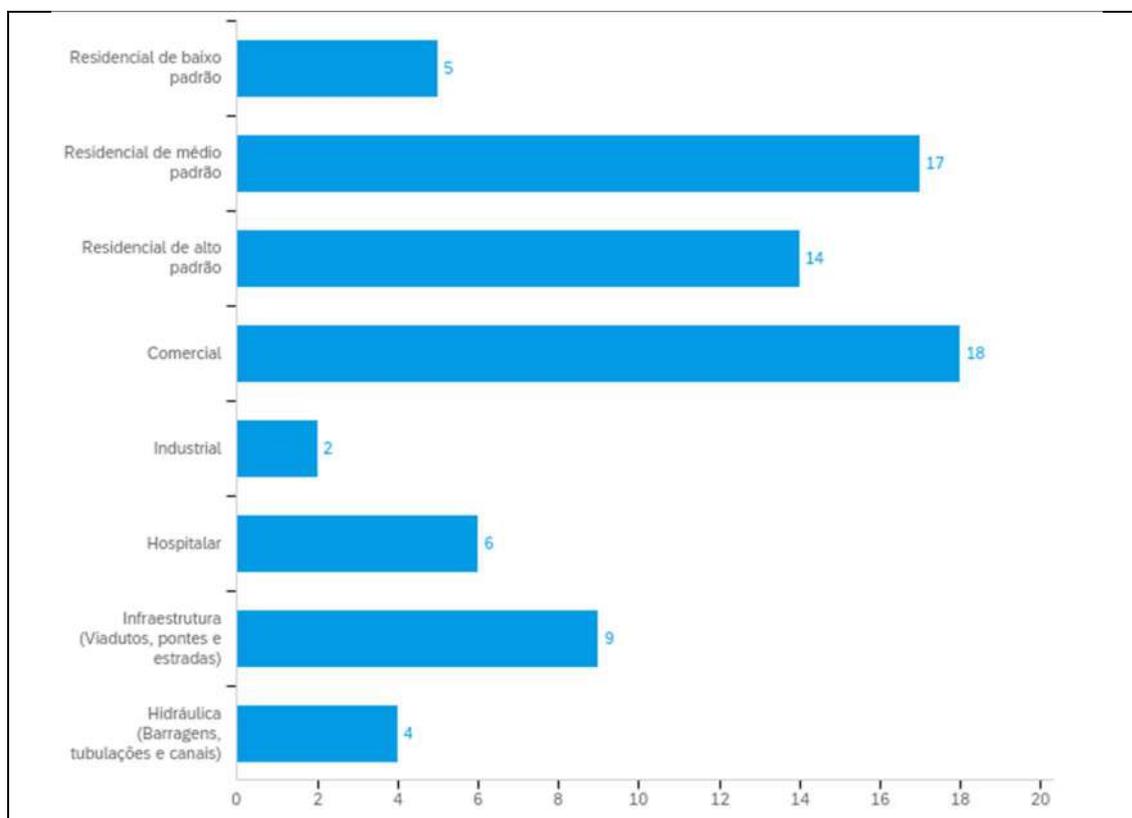
Cargo Ocupado	Quantidade	Porcentagem (%)
Analista Ferroviário	1	1,25
Arquiteto e Urbanista	2	2,50
Auxiliar de Engenheiro	2	2,50
Bancário	1	1,25
BIM Manager	1	1,25
CEO do Portal	1	1,25
Coordenador de Controladoria e Inovação	1	1,25
Empresário	2	2,50
Engenheiro Ambiental	2	2,50
Engenheiro Civil	28	35
Engenheiro Civil Trainee	2	2,50
Engenheiro de Execução/ Engenheiro de Obra	6	7,50
Engenheiro de Planejamento	1	1,25
Engenheiro Orçamentista	5	6,25
Engenheiro Projetista	6	7,50
Estagiário	1	1,25
Gerente Comercial	2	2,50
Gestor	7	8,75
Projetista Comercial	1	1,25
Servidor Público	2	2,50
Sócio/ Diretor	6	7,50
Total	80	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Para caracterizarmos a amostra quanto ao tipo de obra, apresentamos na questão 1 uma lista com as tipologias de obras para que os participantes escolhessem. Dos oitenta entrevistados, cinco prestaram informação incompleta às

questões e suas respostas não puderam ser consideradas. De acordo com o gráfico 4, a maior parte dos entrevistados escolheram uma obra “Residencial” para responder ao questionário.

Gráfico 4 - Distribuição dos participantes por tipo de obra escolhido



Fonte: Elaborador pelo autor

Em relação à questão 2 sobre quais seriam as inovações presentes nas experiências citadas pelos pesquisados, as respostas foram variadas e por ser uma pergunta que exige uma resposta discursiva, optou-se por agrupar os dados e preservar algumas informações pelo caráter sigiloso e ético da pesquisa. Contudo, pode-se observar os destaques para as inovações no que tange à tecnologia BIM e, com menos incidência, inovações relacionadas com a parte estrutural das obras.

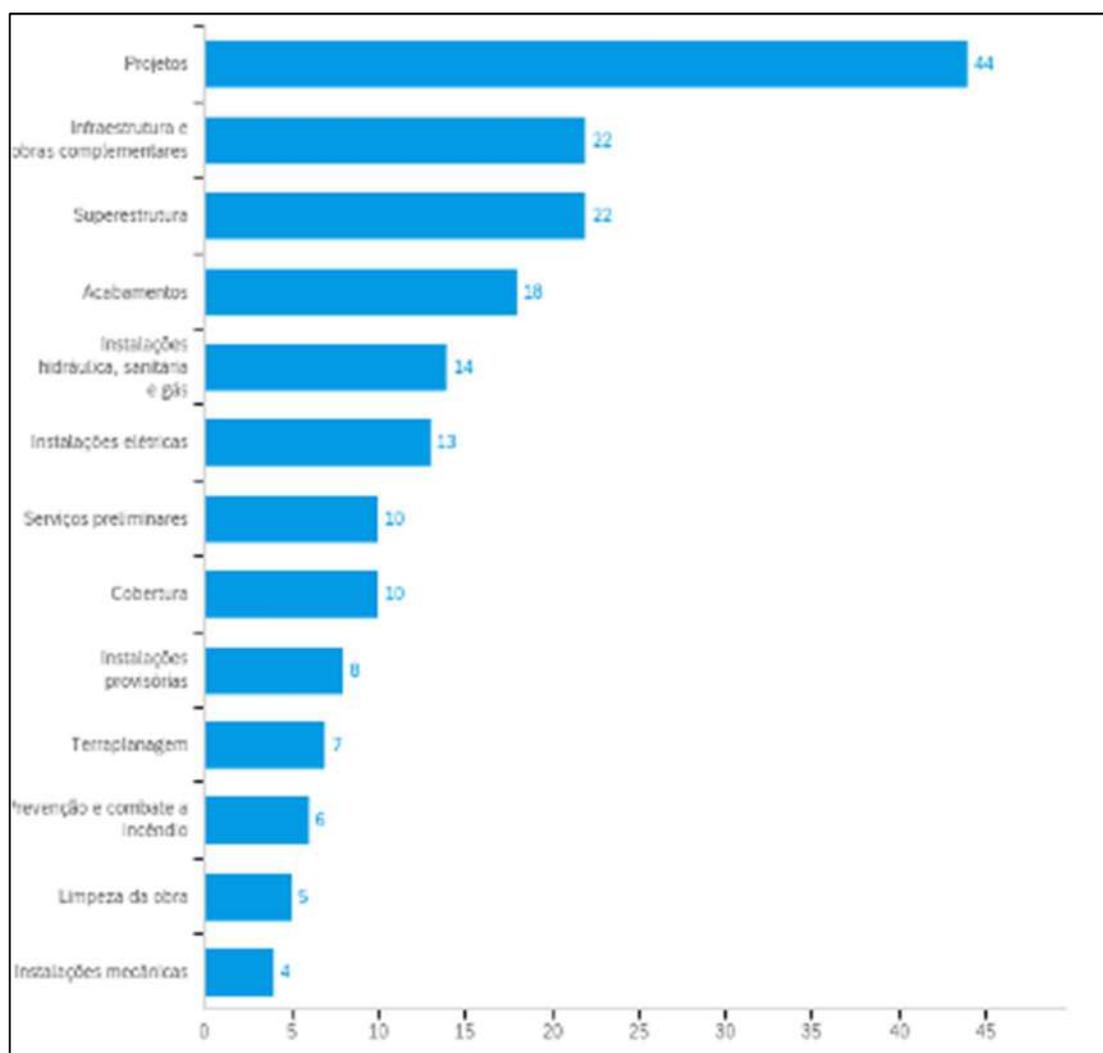
Tabela 2 - Distribuição das Inovações

Qual ou quais foram essas inovações?	Quantidades
Modelagem BIM	30
Inovações Relacionadas com a parte estrutural	17
Outras Inovações	24
Total	71

Fonte: Elaborado pelo autor

Visando responder ao segundo objetivo específico da pesquisa, o qual busca saber quais as etapas de obras estão sendo alvo de inovações, quais os impactos das alterações no ambiente interno e externo e quais são os objetivos das inovações, foram aplicadas as questões número 3, 4, 5 e 6 do questionário para obter estes dados.

Gráfico 5 - Etapa construtiva, alvo da inovação tecnológica vivenciada



Fonte: Elaborado pelo autor

Na tabela 3, é possível notar que duas etapas estão sendo alvo das inovações, são elas a etapa de projetos com 58,67% e as etapas que fazem parte da estrutura da obra com 29,33% dos pesquisados.

Tabela 3 - Etapa construtiva, alvo da inovação tecnológica vivenciada

Resposta	Percentual	Contagem	(Contagem /75 entrevistado) %
Terraplanagem	3.83%	7	9,33%
Superestrutura	12.02%	22	29,33%
Serviços preliminares	5.46%	10	13,33%
Projetos	24.04%	44	58,67%
Prevenção e combate a incêndio	3.28%	6	8,00%
Limpeza da obra	2.73%	5	6,67%
Instalações provisórias	4.37%	8	10,67%
Instalações mecânicas	2.19%	4	5,33%
Instalações hidráulica, sanitária e gás	7.65%	14	18,67%
Instalações elétricas	7.10%	13	17,33%
Infraestrutura e obras complementares	12.02%	22	29,33%
Cobertura	5.46%	10	13,33%
Acabamentos	9.84%	18	24,00%
Total	100%	183	

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação às inovações na etapa de Projetos é possível perceber a crescente busca por virtualização do processo construtivo para gerar dados confiáveis já na concepção dos projetos.

Para Gibson (1966) apud Brandão (2018), a virtualização pode definir-se como uma camada abstrata que pode ser representada como um processo de implementação de um conjunto de tecnologias capazes de “camuflar as características físicas dos recursos” da forma como habitualmente interagem entre si. Dessa forma, um local físico (por exemplo um empreendimento de construção civil) pode ser virtualizado se seus processos internos forem digitalizados e um modelo virtual for desenvolvido. Essa camada virtual aplicada sobre o empreendimento físico se torna a base operacional onde diversos outros processos podem ser simulados, testados e melhorados antes de sua implantação.

O avanço tecnológico da virtualização promove um impacto claro aplicado à construção civil, podendo antever gargalos e problemas. Também possibilita

encontrar soluções que, ao longo da execução da obra, reduzem custos, prazos e garantem a qualidade, como pode-se identificar na questão 6 que destaca o custo, o tempo e a qualidade como objetivos principais das inovações.

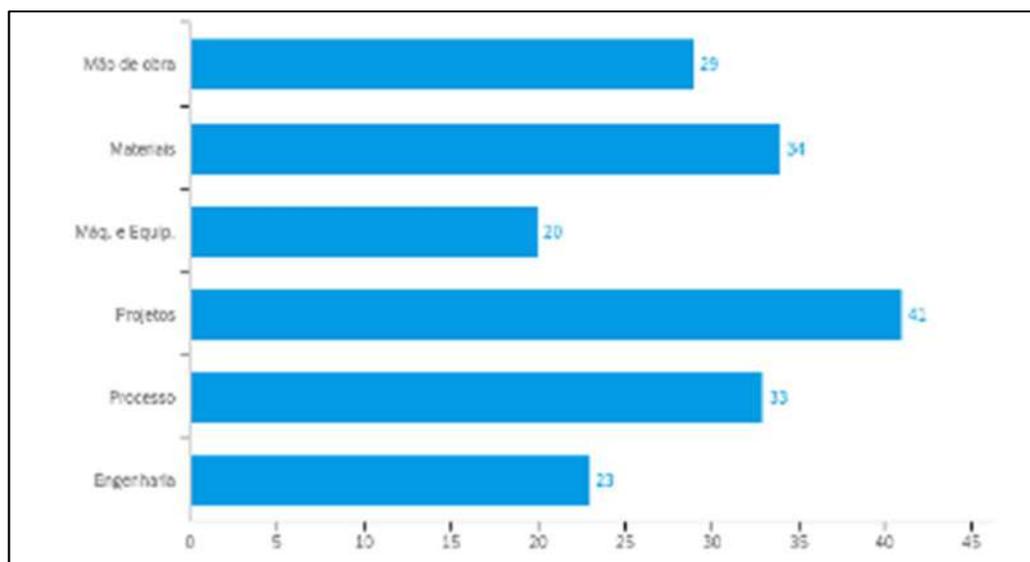
No tocante às etapas estruturais, como destaca Garrison (2018), a estrutura de uma edificação é responsável por mantê-la intacta sob a influência das forças, das cargas e de outros fatores ambientais aos quais ela está sujeita. Nas palavras do autor: "Quer possa ser vista ou não, a estrutura é uma parte essencial de qualquer edifício. Sem ela, não haveria edifício." (GARRISON, 2018, p.1) Essa afirmação indica os motivos pelos quais a presença das estruturas nas respostas está em destaque, como mostra o gráfico 8 no qual os avanços tecnológicos privilegiam os objetos que estão ligados ao tripé da engenharia de obra.

De um modo geral os gerentes de projetos acreditam que conseguem ter sucesso quando completam um projeto no prazo programado, no orçamento e nos requisitos previstos, que é comumente conhecido como "restrição tripla" ou "triângulo de ferro", do gerenciamento de projetos. Os desvios da "restrição tripla" são vistos como sinais negativos que devem ser evitados ou corrigidos (SHENHAR; DVIR, 2010, p. 21 apud SILVA, 2017).

Vale ressaltar que a literatura atual do gerenciamento de projetos já avançou no que se refere às restrições para 6 (seis), de acordo *Project Management Institute – PMBOK* (2017). A adaptação é necessária porque cada projeto é único. Nem todo processo, ferramenta, técnica, entrada ou saída identificado no Guia PMBOK® é necessário em cada projeto. A adaptação deve abordar as restrições simultâneas de escopo, cronograma, custos, recursos, qualidade e risco.

Na questão 4, como mostra o gráfico 6, foi onde o resultado apresentado se destaca de forma mais igualitária entre as opções dos grupos específicos, o que indica que, de fato, um bom planejamento é essencial para melhorar a produtividade, reduzir atrasos, apresentar a melhor sequência de produção, balancear a necessidade de mão de obra para o trabalho a ser produzido e coordenar múltiplas atividades interdependentes (BALLARD, 1997; BALLARD e HOWELLI, 2003; HAMZEH, BALLARD e TOMMELEIN, 2012; MAGALHÃES, MELLO e BANDEIRA, 2018). Ou seja, toda obra que deseja aperfeiçoar suas técnicas construtivas através de inovações precisa que o planejamento alinhe os grupos que compõem a obra para que trabalhem na mesma direção. O todo é maior que a soma das partes, por isso a proporção de alteração dentro dos grupos é mais equânime e solicitada.

Gráfico 6 - Grupo específico que sofreu alterações



Fonte: Elaborado pelo autor

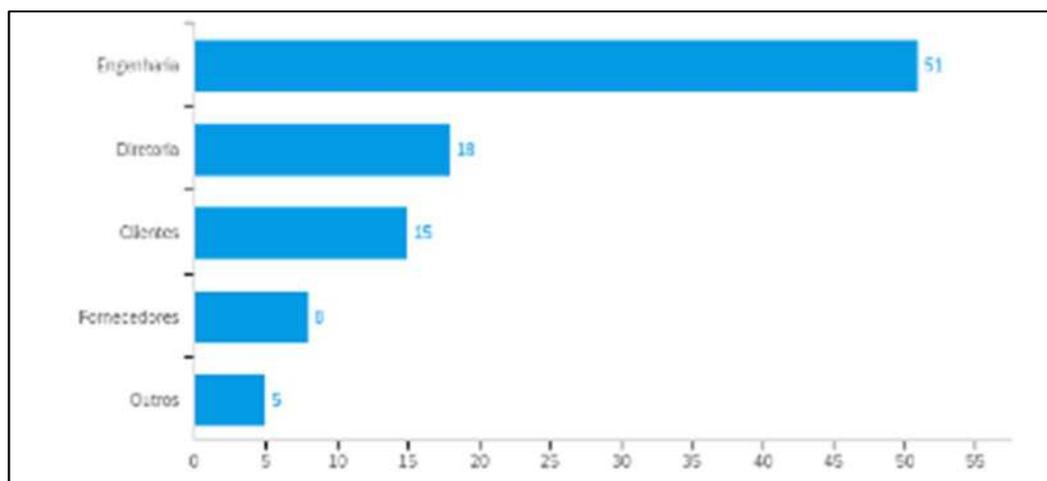
Tabela 4 - Grupo específico que sofreu alterações

Resposta	Percentual	Contagem	(Contagem /75 entrevistado) %
Mão de obra	16,11%	29	38,67%
Materiais	18,89%	34	45,33%
Máquinas e Equipamentos	11,10%	20	26,67%
Projetos	22,78%	41	54,67%
Processo	18,33%	33	44,00%
Engenharia	12,78%	23	30,67%
Total	100%	180	

Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico 7 apresenta os dados de acordo com a influência das partes interessadas e, como já notado nas entrevistas, a opção em maior destaque é a engenharia com 68% das respostas dos pesquisados. Os entrevistados afirmam que é de responsabilidade dos engenheiros convencer as partes interessadas através de soluções técnicas que viabilizem os objetivos da inovação dentro do cenário da obra. O gerente de projetos lidera a equipe do projeto para atender aos objetivos do mesmo e às expectativas das partes interessadas PMBOK (2017).

Gráfico 7 - Responsável por convencer a empresa a adotar a inovação



Fonte: Elaborado pelo autor

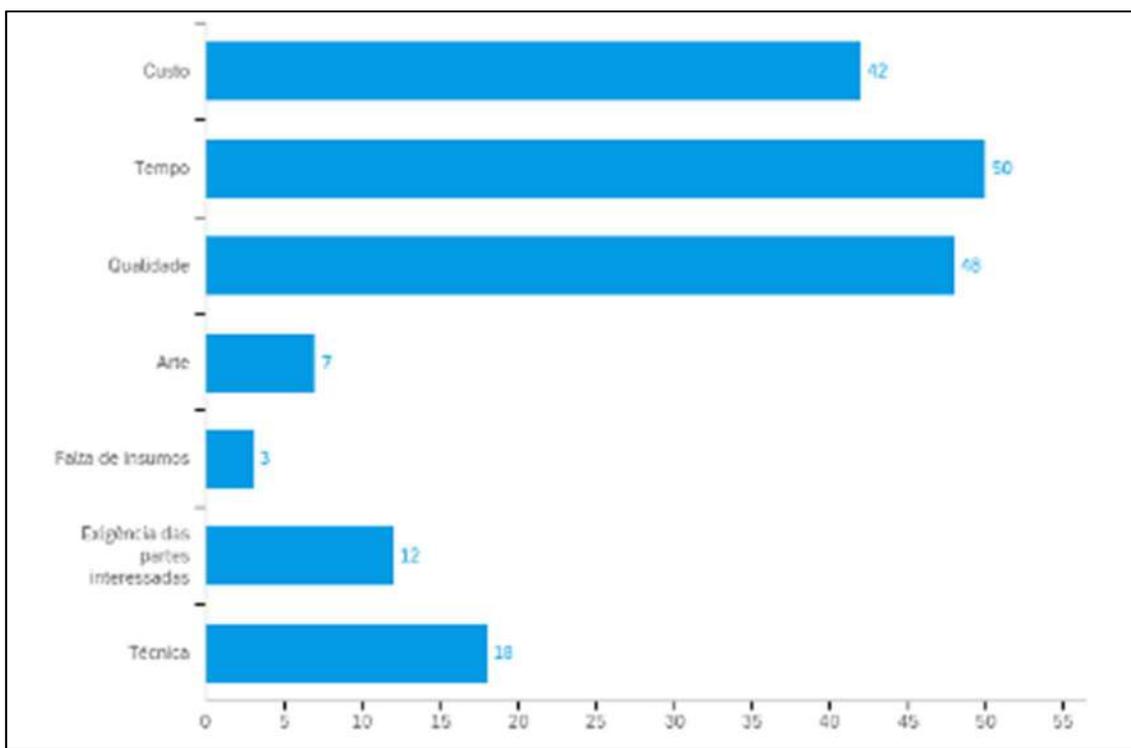
Tabela 5 - Responsável por convencer a empresa a adotar a inovação

Resposta	%	Contagem	(Contagem /75 entrevistado) %
Clientes	15,46%	15	20,00%
Engenharia	52,58%	51	68,00%
Diretoria	18,56%	18	24,00%
Fornecedores	8,25%	8	10,67%
Outros	5,15%	5	6,67%
Total	100%	97	%

Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico 8 e a tabela 9 trazem os dados referentes ao questionamento sobre o objetivo da inovação nas práticas da empresa. Tempo, qualidade e custo despontaram como os objetivos mais citados.

Gráfico 8 - Objetivo da inovação nas práticas da empresa



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 6 - Objetivo da inovação nas práticas da empresa

Resposta	%	Contagem	(Contagem /75 entrevistado) %
Custo	23,3%	42	56,00%
Tempo	27,78%	50	66,67%
Qualidade	26,67%	48	64,00%
Arte	3,89%	7	9,33%
Falta de insumos	1,67%	3	4,00%
Exigência das partes interessadas	6,67%	12	16,00%
Técnica	10,00%	18	24,00%
Total	100%	180	

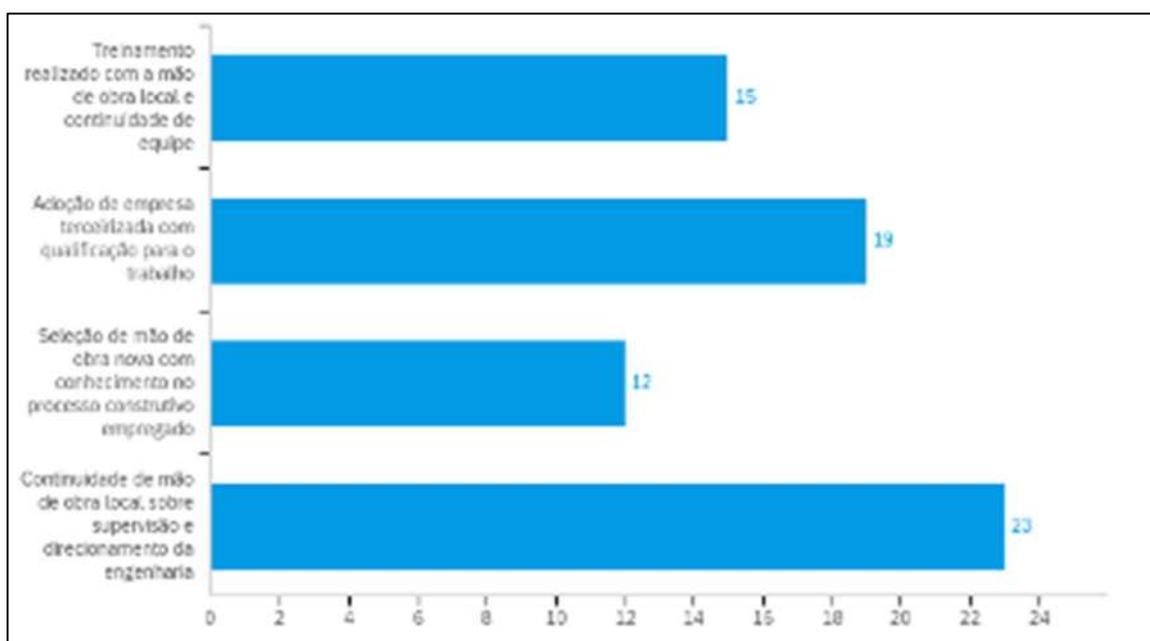
Fonte: Elaborado pelo autor

Os gráficos seguintes estão associados ao terceiro objetivo que procura identificar as tomadas de decisão sobre os aspectos inerentes à obra e ao processo construtivo. Para isso, foram formuladas 4 questões relacionadas aos grupos específicos de obra, de acordo com a literatura, as entrevistas com engenheiros

experientes e a experiência do investigador com gerenciamento de obras. É necessário ressaltar que até aqui o questionário sempre permitiu, exceto na escolha do tipo de obra, que os pesquisados pudessem escolher mais de uma opção, mas para as próximas perguntas foi necessário que o participante fizesse uma única escolha.

De acordo com o Gráfico 9, a tomada de decisão sobre a mão de obra, com uma diferença pequena entre as respostas a opção de “Continuidade de mão de obra local sobre supervisão e direcionamento da engenharia”. Essa resposta pode estar atrelada ao fato apontado, anteriormente, por um dos entrevistados onde ele coloca que, muitas vezes, encontra-se dificuldade em encontrar mão de obra especializada na região, às vezes, há dificuldade em encontrar mão de obra de modo geral. Corroborando com essa afirmação a opção menos assinalada foi “Seleção de mão de obra nova com conhecimento no processo construtivo empregado”, ou seja, mão de obra especializada.

Gráfico 9 - Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: Mão de obra



Fonte: Elaborado pelo autor

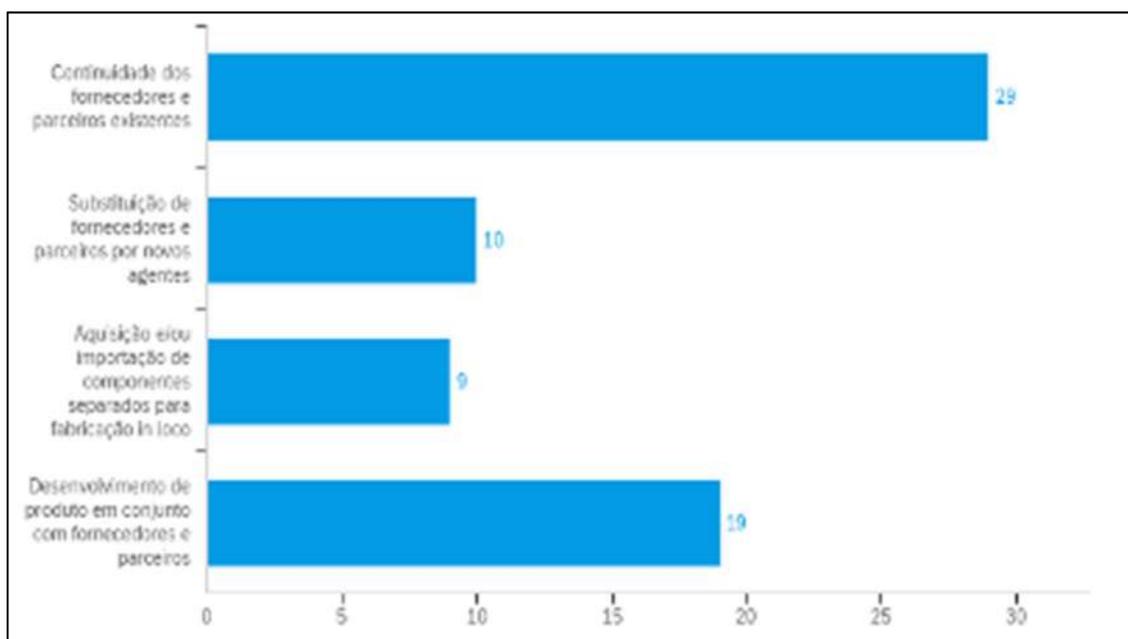
Tabela 7 - Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: Mão de obra.

Resposta	%	Contagem
Treinamento realizado com a mão de obra local e continuidade de equipe	21,74%	15
Adoção de empresa terceirizada com qualificação para o trabalho	27,54%	19
Seleção de mão de obra nova com conhecimento no processo construtivo empregado	17,39%	12
Continuidade de mão de obra local sobre supervisão e direcionamento da engenharia	33,33%	23
Total	100%	69

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando a importância da confirmação do resultado do gráfico 10, pode-se notar que há um índice de resposta de 43,28L% de “Continuidade dos fornecedores e parceiros existentes entre os inquiridos”, que, segundo Costa (2020), confirma a informação que um número considerável de engenheiros civis deste estudo manteve suas parcerias anteriores na formação de uma nova rede de projeto.

Gráfico 10: Materiais, máquinas e equipamentos



Fonte: Elaborado pelo autor

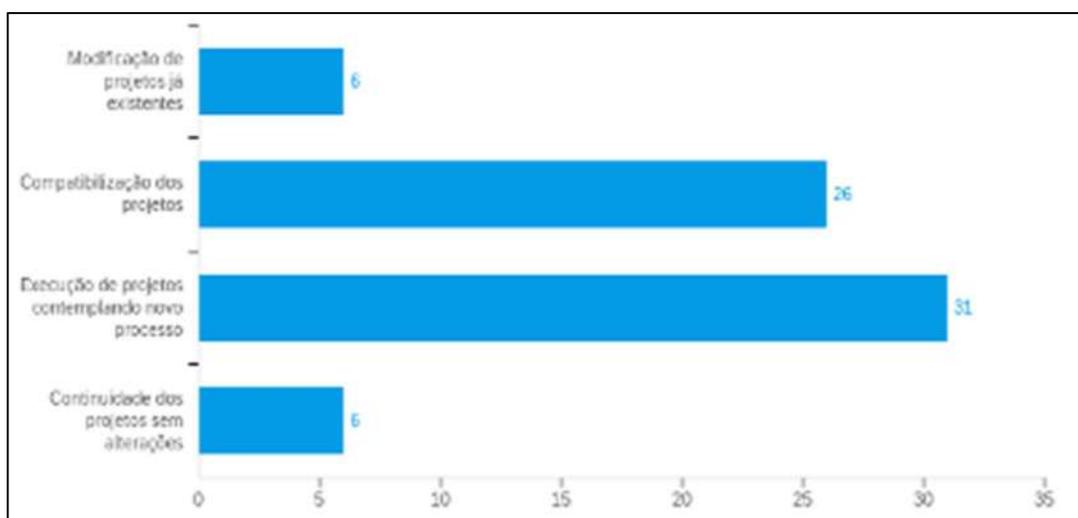
Tabela 8: Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: Materiais, máquinas e equipamentos

Resposta	%	Contagem
Continuidade dos fornecedores e parceiros existentes	43.28%	29
Substituição de fornecedores e parceiros por novos agentes	14.93%	10
Aquisição e/ou importação de componentes separados para fabricação in loco	13.43%	9
Desenvolvimento de produto em conjunto com fornecedores e parceiros	28.36%	19
Total	100%	67

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nas respostas do gráfico 11 as alternativas “Execução de projetos contemplando novo processo” e “Compatibilização dos projetos” com 44,93% e 37,68%, respectivamente, se destacaram. Sobre a resposta com maior número de respostas pode-se identificar como na revisão bibliográfica um dos principais benefícios oferecidos por um engenheiro civil que desempenha um gerenciamento de planejamento é ser capaz de identificar com clareza as necessidades do cliente. Desse mesmo modo, a segunda opção mais apontada evoca, mais uma vez, a presença da virtualização da construção civil.

Gráfico 11 - Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: Projetos



Fonte: Elaborado pelo autor

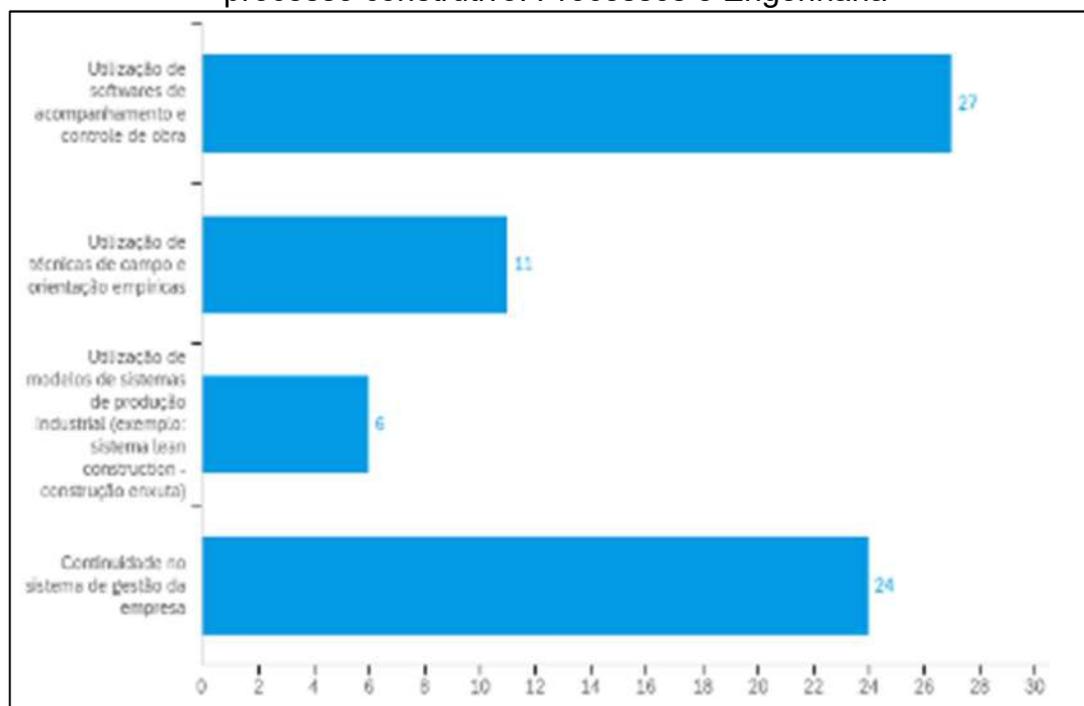
Tabela 9 - Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: Projetos

Resposta	%	Contagem
Modificação de projetos já existentes	8.70%	6
Compatibilização dos projetos	37.68%	26
Execução de projetos contemplando novo processo	44.93%	31
Continuidade dos projetos sem alterações	8.70%	6
Total	100%	69

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com os dados adquiridos, pode-se dizer que em 39.71% dos tipos de obras referentes aos processos e engenharia optaram pela “Utilização de softwares de acompanhamento e controle de obra” e 35.29% tem como preferência a “Continuidade no sistema de gestão da empresa”.

Gráfico 12 - Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: Processos e Engenharia



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 10: Alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo: Processo e Engenharia

Resposta	%	Contagem
Utilização de softwares de acompanhamento e controle de obra	39.71%	27
Utilização de técnicas de campo e orientação empíricas	16.18%	11
Utilização de modelos de sistemas de produção industrial (exemplo: sistema <i>lean construction</i> - construção enxuta)	8.82%	6
Continuidade no sistema de gestão da empresa	35.29%	24
Total	100%	68

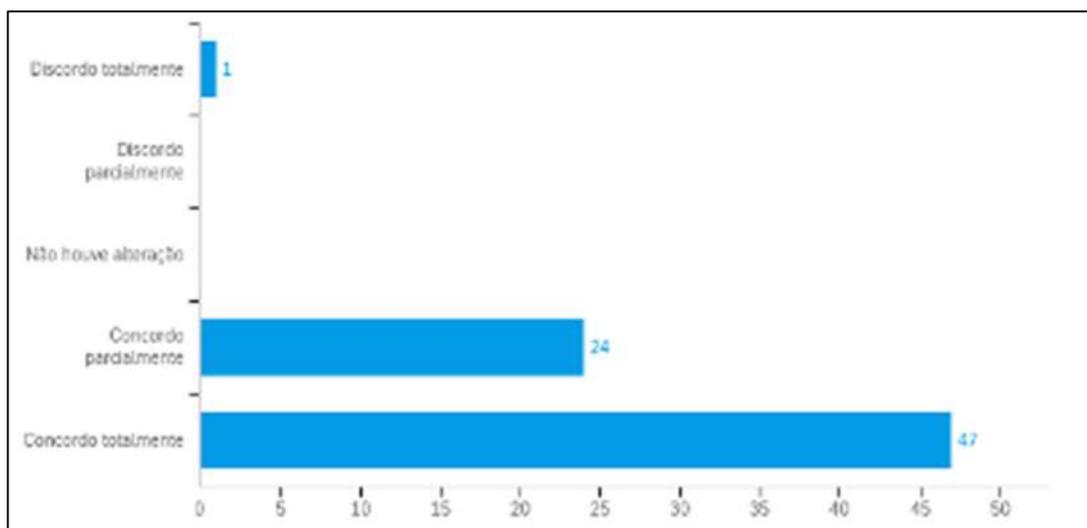
Fonte: Elaborado pelo autor

Magalhães, Mello e Bandeira (2018) afirma que a importância do processo de planejamento e controle de obras foi considerada por diversos autores. As empresas estudadas compreendem essa importância e adotam processos de planejamento e controle em suas obras. Apesar de o levantamento bibliográfico apresentar a evolução das principais metodologias e ferramentas de planejamento e controle de obras, o resultado dos estudos realizados nas empresas pesquisadas apresenta que o planejamento e controle de obras ainda é um setor isolado dentro das empresas, não devidamente integrado aos demais departamentos, tais como: orçamentos, suprimentos e projetos.

O sucesso do objetivo traçado foi estudado nesta pesquisa, para entender suas relações com os métodos de gestão dos processos de execução de uma obra usados na adoção de novas tecnologias construtivas.

Quanto à percepção de sucesso do objetivo traçado, podemos afirmar que 65,28% dos respondentes “Concordaram totalmente” que a obra em questão alcançou as metas de sucesso geral e outros 33,33% “Concordam parcialmente”. De modo geral o resultado está consoante com a declaração do entrevistado A: “A inovação na engenharia, sempre vem a partir de experimentação, depois de cálculos, depois de ensaios em laboratórios e quando chega para ser testada em obra, a mesma já está mais que testada”.

Gráfico 13 - Objetivo traçado foi alcançado com êxito



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 11 - Objetivo traçado foi alcançado com êxito

Resposta	%	Contagem
Discordo totalmente	1.39%	1
Discordo parcialmente	0.00%	0
Não houve alteração	0.00%	0
Concordo parcialmente	33.33%	24
Concordo totalmente	65.28%	47
Total	100%	72

Fonte: Elaborado pelo autor

Salienta-se que essas análises contribuem para a elucidação do nosso objetivo geral de identificar como a gestão dos processos de execução de uma obra pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas, proposto para o desenvolvimento deste trabalho.

4.3 Estudo de Caso

Além das entrevistas realizadas nesta pesquisa, foi realizado um estudo de caso de uma obra para o enriquecimento do assunto e das discussões sobre a gestão dos processos de execução de uma obra e como isso pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas.

4.3.1 Sequência dos métodos executivos

A seguir será apresentada de forma sucinta a sequência construtiva das obras objeto de estudo.

Na forma de sequência de fotos em ordem cronológica de execução são apresentadas com ilustrações as tecnologias adotadas, os detalhes relevantes e a consequência do método construtivo observado.

4.3.1.1 Obra 1

As imagens a seguir demonstram o desenvolvimento dos trabalhos realizados na obra 1, apresentada anteriormente neste estudo.

Figura 6 - Etapa inicial: Fechamento com tapumes



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7 - Execução da escavação da fundação



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 - Montagem de armação e soldagem de chapa metálica



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9 - Concretagem da fundação e soldagem dos pilares em perfis metálicos



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10 - Execução da soldagem dos pilares metálicos



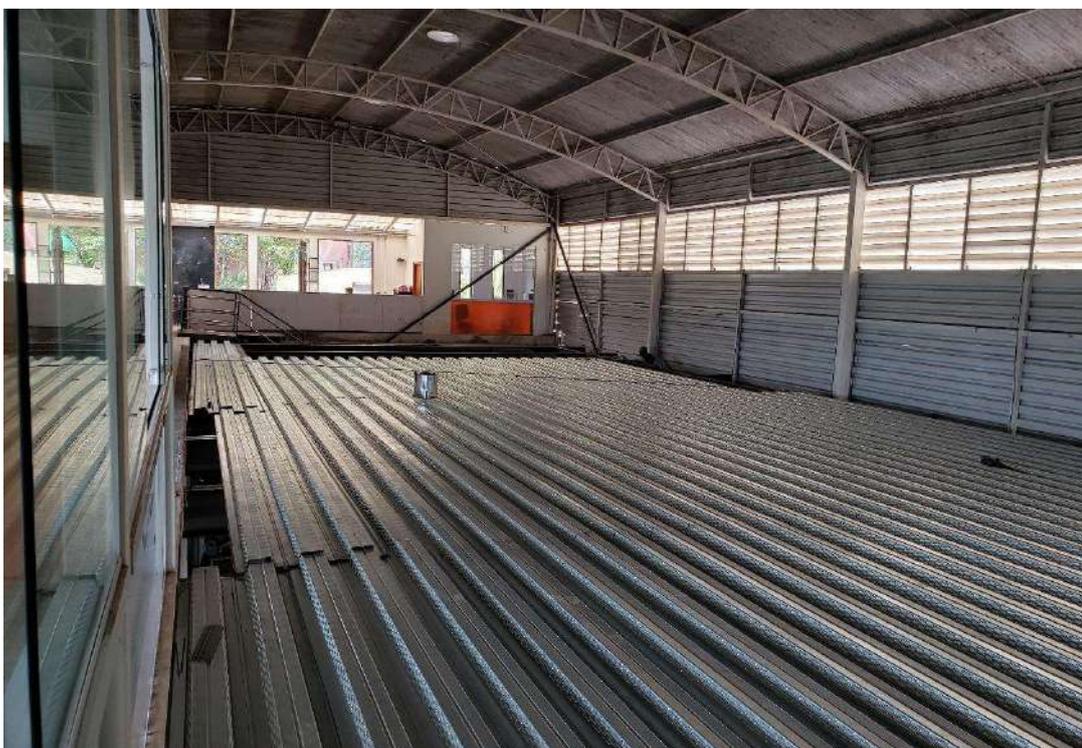
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 - Soldagem das vigas metálicas



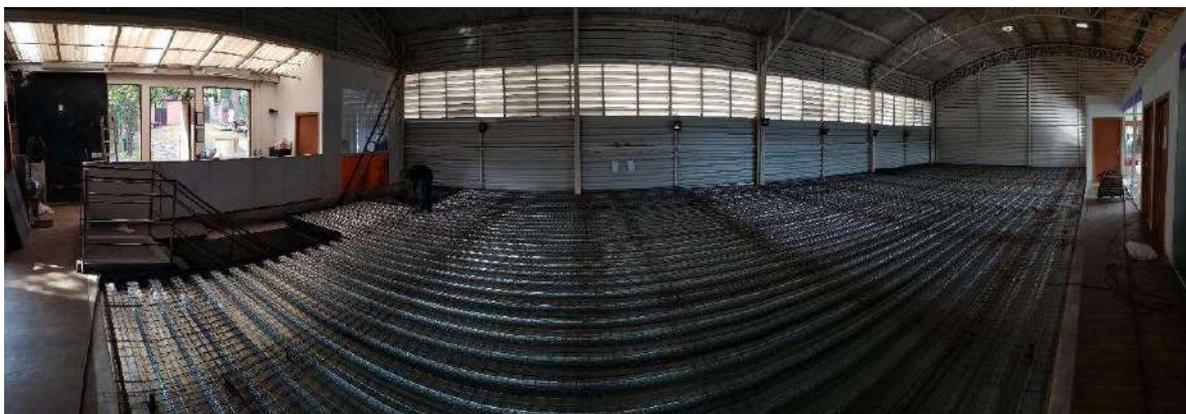
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 - Posicionamento das telhas metálicas



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13 - Interligação das vigas com as telhas metálicas e montagem da armação adicional



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 - Concretagem da laje com nivelamento e sarrafeamento



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15 - Etapa final: Cura do concreto e desmobilização da obra



Fonte: Elaborado pelo autor

As imagens apresentadas nesta seção ilustram as etapas de realização da obra analisada no estudo de caso. Essas imagens podem demonstrar com mais clareza e de forma concreta quais etapas de obras estão sendo alvo de inovações, quais os impactos das alterações no ambiente interno e externo e quais são os objetivos das inovações.

4.3.1.1.1 Detalhes relevantes

Como já mencionado neste trabalho, toda a realização da obra foi administrada com a academia funcionando. Os trabalhos eram executados no turno da noite para não atrapalhar a utilização dos equipamentos por parte dos clientes. É importante salientar que essa é uma obra de pequeno porte. A decisão pela utilização do *steel deck* foi para conferir maior rapidez na execução, redução do desperdício de material, diminuição do estoque de material e dispensa do escoramento da laje.

Neste tipo de execução é importante seguir os padrões da NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Ao

adquirir a telha é importante que ela esteja de acordo com a NBR 16421:2015 – Telha-fôrma de aço colaborante para laje mista de aço e concreto – Requisitos e Ensaios.

4.3.1.1.2 Impacto do *Steel Deck* ao desempenho da obra 1

Nesta seção, visando verificar a relação estabelecida entre a gestão dos processos, discutida no referencial teórico deste trabalho, e as tomadas de decisão sobre os aspectos inerentes à obra e seu processo construtivo, arrolam-se as vantagens que o *steel deck* trouxe ao desempenho da obra:

- Dispensa do escoramento
- Maior rapidez na execução
- Alta qualidade de acabamento da laje
- Redução do desperdício de material
- Maior segurança na execução
- Utiliza menor quantidade de mão de obra
- Menor utilização de armação

Por outro lado, o *steel deck* acarretou em algumas desvantagens para o desempenho da obra, conforme descritas a seguir:

- Necessidade de planejamento
- Necessidade de mão de obra qualificada
- Maior custo

Tais vantagens e desvantagens apontadas aqui podem contribuir para a tomada de decisão sobre outros aspectos também inerentes à realização de obras, bem como à percepção de sucesso das inovações tecnológicas na construção civil.

4.3.1.2 Obra 2

Nesta seção são apresentadas as imagens da obra 2 utilizada para análise nesta pesquisa.

Figura 16 - Execução de gabarito da obra



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 - Fixação das Estruturas metálicas sobre a fundação



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 - Soldagem das vigas metálicas



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19 - Execução do piso em concreto armado



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 - Vedação convencional com tijolo cerâmico



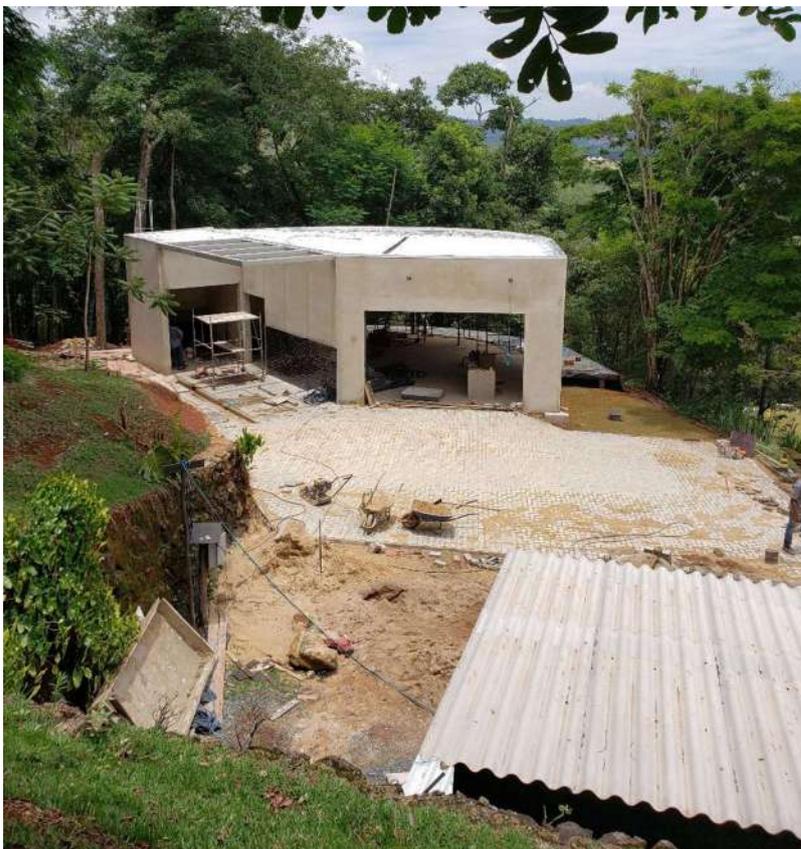
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 21 - Execução das instalações elétricas e Chapisco



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 22 - Finalização do reboco e execução da cobertura



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 23 - Execução dos acabamentos internos e externos



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 24 - Etapa final: finalização dos acabamentos e desmobilização da obra



Fonte: Elaborado pelo autor

As imagens apresentadas nesta seção ilustram as etapas de realização da segunda obra analisada nesta pesquisa. A sequência de imagens ajuda a esclarecer as etapas de obras que estão sendo alvo de inovações, bem como quais os impactos das alterações no ambiente interno e externo, os quais são os objetivos das inovações.

4.3.1.2.1 Detalhes relevantes

O residencial se localiza em uma região de reserva natural e teve que obedecer certos critérios para poder ser realizado, para isso a utilização do *steel frame* foi necessária para garantir dois aspectos da obra: execução limpa e redução dos materiais armazenados em obra.

A execução do *steel frame* foi realizada respeitando os aspectos da norma da ABNT NBR 6.355:2012 que trata da padronização dos procedimentos com os perfis estruturais de aço formados a frio, com seção transversal aberta. Ao verificar o documento, encontram-se todos os requisitos para a construção com *steel frame*.

4.3.1.2.2 Impacto do *Steel Frame* ao desempenho da obra 2

O *steel frame* trouxe algumas vantagens para o desempenho da obra, como:

- Maior rapidez na execução
- Redução do desperdício de material
- Maior segurança na execução
- Utiliza menor quantidade de mão de obra
- Menor utilização de armação

Da mesma forma, o *steel frame* apresentou desvantagens no desempenho da obra realizada, conforme descritas a seguir:

- Necessidade de planejamento;
- Necessidade de mão de obra qualificada;
- Maior custo.

4.3.2 Análise das estratégias de gerenciamento das obras em estudo nesta pesquisa

Sobre o ponto de vista das estratégias de gerenciamento de obra, o estudo de caso corrobora com o estudo realizado por Hugh e Mahen (2000), a forma que a empresa fez a contratação de mão-de-obra qualificada para realizar os processos construtivos da laje *steel deck* e da estrutura em *steel frame*.

Esse planejamento estratégico permitiu aos gestores de obra identificar com clareza o produto do serviço que pudesse oferecer a vantagem competitiva em apresentar uma obra limpa e com maior velocidade.

A definição de um agente ou empresa que possuía know-how e delimitava as ações que a ela compete permitiu que o engenheiro responsável pudesse exercer o papel de liderança e pudesse minimizar os riscos por meio da identificação, análise, respostas, monitoramento, controle e planejamento da obra.

A Obra 1 apresentou a necessidade de que a execução dos serviços não interferissem no funcionamento da academia e, portanto, a tomada de decisão pela laje *steel deck* conferiu para a obra a dispensa de escoras que inviabilizariam os usuários de adentrar nas instalações. Outra vantagem competitiva foi a redução do estoque de suprimentos, demandado nas estruturas convencionais de concreto armado, uma vez que os perfis metálicos chegam prontos para serem soldados in loco

e não precisam de uma área grande para alocação dos materiais, acarretando em um menor gerenciamento de resíduos.

Na obra 2 o problema também era o espaço, mas nesse caso era necessário diminuir a geração de resíduos por conta da dificuldade de acesso à obra que impossibilitava um acúmulo de materiais de estoque, assim como rejeitos.

Dessa forma, nas duas obras estudadas a modularização dos fornecedores foi de extrema importância, permitindo a descentralização da produção e possibilitando aos engenheiros responsáveis concentrar seus recursos nas atividades que mais agregariam valor, nesse caso a qualidade dos acabamentos por se tratar de obras de alto padrão final.

Outra importante decisão acerca da estratégia de gerenciamento da obra foi a opção em procurar uma opinião especializada, conforme relataram os engenheiros responsáveis pelas obras. A citação do PMBOK (2013) define ser esta uma opinião baseada em expertise numa área de aplicação. Nos casos apresentados os engenheiros tiveram a contribuição de um colega com mestrado em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Minas Gerais, o que foi determinante para o custo de prevenção.

4.3.3 Impacto das alterações no ambiente interno e externo

Após o estudo realizado e as análises concluídas, verificamos como impactos das alterações no ambiente externo e interno das obras realizadas, conforme os grupos específicos de descritos neste trabalho anteriormente.

No tocante aos processos, o método construtivo é diferente do convencional, por estar relacionado à racionalização de uma obra, por parte dos processos construtivos possuem métodos de modularização.

Os componentes que compõem uma determinada estrutura são produzidos previamente, ou seja, esses componentes são pré-fabricados. Dessa forma, o planejamento e as fases interdependentes da obra iniciam antes da execução da obra propriamente dita. Esse modelo de pré-produção é importante para a montagem das estruturas e proporciona um impacto sobre a estrutura da obra, a gestão dos processos e as tomadas de decisão.

Tudo começou pela estratégia de aquisição com base na classificação de Kraljic (1983), por se tratar de itens estratégicos, o nível de detalhamento que o

fornecedor precisava oferecer tanto para construção do mezanino, quanto para a construção da estrutura do residencial foi muito alto. Dessa mesma forma, a opção pela terceirização foi para prevenção das falhas como já citado por Hasen e Mowen (2001) que considera custos de prevenção a certificação dos fornecedores, os investimentos em equipamentos e mais importante nesse caso o estudo detalhado dos processos, foi essa determinação que motivou os engenheiros a optarem pela terceirização. O nível de maturidade e experiência com os métodos construtivos diminuíram as falhas e conseqüentemente os rejeitos das peças e retrabalhos.

A forma estratégica que os engenheiros adotaram foi por forma de arranjos contratuais como supracitado por Hugh e Mahen (2000), onde estabeleceram as especificidades para garantir a qualidade por meio de documentos contratuais com os quais os fornecedores e a empresa terceirizada realizaram a entrega dos materiais e a execução das atividades sobre controle e medição dos engenheiros.

Como já mencionado em El-Dyasty (2007), o conjunto de análises, decisões e atividades realizadas por uma empresa para criar e sustentar uma vantagem competitiva é a definição de gestão estratégica. Nos estudos de caso as tomadas de decisão vão ao encontro do processo da racionalização da obra, no sentido de descentralizar os processos de execução e permitir que o gestor controle o produto final de cada processo construtivo, garantindo em primeiro lugar os objetivos específicos de cada obra e mantendo a qualidade que o padrão da obra solicita.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, agora chegando ao seu fim, pode vir a contribuir com os estudos, tanto já realizados quanto em desenvolvimento, sobre adoção de novas tecnologias construtivas, bem como solidificar a inter-relação existente entre a gestão dos processos de execução de uma obra. Nesse sentido, a escolha pelo estudo acumulativo entre os 3 (três) tipos abordados justifica-se por se tratar de um gênero do universo da construção tão importante na carreira profissional do sujeito que opta pela graduação em Engenharia Civil. Além disso, a partir de uma recente aproximação profissional com a área, constata-se que se trata de um gênero pouco trabalhado no universo acadêmico, mas que acompanha o engenheiro civil desde a universidade até as suas práticas profissionais, permeando sua experiência profissional ao longo da vida.

Como esta proposta de trabalho era investigar de que modo a gestão dos processos de execução de uma obra pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas, buscou-se apontar as estratégias de gerenciamento da obra, com base na seleção de métodos, ferramenta e/ou técnicas para atenderem às especificações, prazo, custo e qualidade. Buscou-se também levantar quais são as inovações mais presentes nas obras; quais etapas de obras estão sendo alvo de inovações, quais os impactos das alterações no ambiente interno e externo e quais são os objetivos das inovações; identificar as tomadas de decisão sobre os aspectos inerentes à obra e seu processo construtivo; e verificar a relação da gestão dos processos construtivos com a percepção de sucesso das inovações tecnológicas da construção a partir da perspectiva do Engenheiro Civil. Além de mostrar-se um embasamento teórico coerente com os objetivos propostos, também proporcionou a esta pesquisa uma orientação metodológica por meio das respostas das entrevistas, análise da pesquisa quantitativa e do estudo de caso.

Nessa empreitada, primeiramente foram apresentadas as principais bases do gerenciamento de projeto e dos sistemas de produção na construção civil, suas perspectivas teóricas e metodológicas. Todavia, com a necessidade de delimitar as questões referentes a esta proposta de trabalho, foi estabelecido como objetivo central identificar como a gestão dos processos de execução de uma obra pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas.

Em um segundo momento, ainda nessa empreitada inicial, foi importante

aproximar a discussão do gerenciamento de projetos aos estudos sobre os sistemas de produção na construção civil. Nesse ínterim, a motivação principal foi o fato de que as entrevistas dariam o conteúdo para desenvolver a pesquisa de ampla resposta e encontrar algum caso de inovação tecnológica do processo construtivo. Como os engenheiros experientes estão constantemente em interação entre si e com o meio que os rodeia, eles desenvolvem uma percepção sobre o processo das inovações tecnológicas dentro da construção civil. Ou seja, essa aproximação confere ao trabalho o exercício da realidade uma vez que apresenta o cenário e os aspectos da gestão das inovações presentes no dia do engenheiro civil e todo o processo contido, desde a formulação do problema (relacionado aos custos, qualidade, tempo, entre outros) até as etapas construtivas que possam afetar de maneira definitiva, perspectiva de acordo com Kraljic (1983). Assim, sugere-se que as empresas classifiquem de acordo com seu impacto no lucro e no risco alguns exemplos de inovações que na região estão assumindo um papel de protagonismo; as tomadas de decisão e a influência sobre os grupos de obra (alterando o ambiente interno e externo da empresa); as partes interessadas na resolução do problema, assim como, as partes responsáveis pela solução e adoção do modelo; e mais importante, a visão dos engenheiros sobre os avanços tecnológicos, suas dificuldades de implantação e o sucesso da adoção.

O objetivo, contudo, não foi o de aprofundar sobre as questões técnicas e normativas de cada inovação, o passo a passo da execução. O estudo proporcionou inúmeros métodos construtivos e os estudos dos processos de execução são uma ótima fonte de estudos futuros, principalmente se comparados aos métodos mais convencionais. Na abordagem desta dissertação a luz foi sobre a Gestão dos processos de execução consoante ao *Project Management Institute – PMBOK (2017)* sendo a aplicação de práticas tradicionais e inovadoras, de técnicas, habilidades e ferramentas em atividades planejadas com o objetivo de atender aos requisitos necessários, de forma clara, tudo o que deve acontecer para que a execução dentro das normas técnicas e das melhores práticas ocorra de forma satisfatória. A partir disso, foi possível analisar, com mais profundidade, de que forma a gestão dos processos de execução de uma obra pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas. Os resultados das pesquisas apontam para o entendimento que os avanços tecnológicos trazem consigo contribuições importantes para a construção civil e que é papel do engenheiro civil compreender a intenção e as

prioridades das partes interessadas, identificar o problema chave, ou seja, o objetivo, traçar quais grupos que compõem uma obra sofrerão alterações e definir as tomadas de decisão de cada processo para que consiga estabelecer o planejamento por completo. Ainda sobre o trabalho é possível identificar duas tecnologias que foram destaque no estudo realizado: o processo de virtualização das obras que estão no contexto do gerenciamento muito ligado ao custo de prevenção, como aborda Hasen e Mowen (2001), proporcionando um estudo detalhado do processo construtivo; as inovações contidas nas partes estruturais da obra a exemplo do estudo de caso das obras que utilizaram o *Steel Frame* e as Lajes *Steel Deck*, por proporcionarem alto impacto sobre o desempenho da obra, corroborando Kraljic (1983), para o qual a gestão estratégica coloca o enfoque nas etapas produtivas os itens que demandam alto impacto e alto risco.

Ao longo desta dissertação, não foi deixado de lado os objetivos mais específicos traçados para o desenvolvimento da pesquisa: a) apontar as estratégias de gerenciamento da obra, com base na seleção de métodos, ferramenta e/ou técnicas para atenderem às especificações, prazo, custo e qualidade e quais são as inovações mais presentes nas obras; b) quais etapas de obras estão sendo alvo de inovações, quais os impactos das alterações no ambiente interno e externo e quais são os objetivos das inovações; c) identificar as tomadas de decisão sobre os aspectos inerentes à obra e seu processo construtivo; d) verificar a relação da gestão dos processos na construção civil com a percepção de sucesso das inovações tecnológicas da construção. Dessa forma, após análise da sequência dos estudos produzidos é possível responder o primeiro objetivo específico. As estratégias estão relacionadas à racionalização do processo construtivo e o processo consiste em dividir a construção em etapas, organizar a cadeia de produção e promover todas as medidas possíveis para atender a implantação dos avanços tecnológicos que beneficiem o resultado.

Além disso, foi possível constatar que, as etapas que estão sendo alvos de inovações possuem dois aspectos claros, elas estão ligadas aos impactos que poderão produzir em relação ao produto final e aos benefícios que podem fornecer de prevenção e entendimento dos trabalhos futuros. Os impactos são variáveis, mas pode-se constatar que o gerente de obra, como demonstra os resultados da pesquisa, trabalha segundo as condições disponíveis e esse trabalho tem seu estudo em uma região, segundo os entrevistados, com algumas limitações no que tange às melhores

práticas, métodos, mão de obra, materiais e equipamentos disponíveis. Portanto, corroborando com Mattos (2019) o gerente prioriza ações visando alcançar uma condição futura e os meios de alcançá-la e, dessa forma, o gerente toma decisão de acordo com as condições detectadas durante o planejamento e/ou execução da obra. O estudo dessas variações estão mais ligadas às estruturas internas como por exemplo a mão de obra, mas em relação ao ambiente externo, de acordo com a pesquisa, a manutenção dos fornecedores e parceiros permanece sempre que eles são capazes de contribuir e suprir as inovações, assim, os engenheiros civis na maioria das vezes optam pelas relações com parceiros já conhecidos. Em relação aos objetivos, os dados e as experiências apontam uma correlação com o “Tripé da engenharia” (Custo, Prazo e Qualidade). Ao que parece essa nomenclatura que hoje já está em desuso, mas sua relevância para a construção civil da região mineira estudada ainda parece estar entre os principais objetivos de um empreendimento.

Ainda nesta pesquisa, explorou-se por meio das percepções dos engenheiros civis e do estudo de caso a relação da gestão dos processos na construção civil com a percepção de sucesso das inovações tecnológicas da construção. E constatou-se que a influência da gestão para a implantação de quaisquer que sejam as inovações é de extrema e fundamental importância para o sucesso que se procura. O papel da gestão dos processos é otimizar o uso de todos os recursos disponíveis e dividir a construção em etapas e itens menores para definir uma estratégia de produção, onde o papel do gerente começa no envolvimento das partes interessadas, produz uma adaptação do projeto de acordo com a necessidade de cada obra, padroniza os projetos de forma a detalhar os planos e evitar falhas, procura definir a equipe de obra mais qualificada para o trabalho evitando falhas e retrabalhos, gerencia o uso dos insumos de forma a minimizar o desperdício e excedentes e sempre busca o uso de tecnologias que possam contribuir com o objetivo proposto.

É importante ainda reiterar que o tempo para o desenvolvimento da pesquisa, a quantidade de dados gerados para análise e as intempéries de mudanças de tema e objeto por conta da pandemia e da perda de nossos entes queridos, não favoreceram o aprofundamento do trabalho proposto inicialmente na entrada do mestrado. Como muitos pesquisadores inquietos e relutantes com seus resultados, a pesquisa destravou uma porta que requererá dedicação, persistência e mais estudos quanto à temática.

Assim, acredita-se que as interfaces propostas neste trabalho, sistemas de

produção na construção civil e gerenciamento de projetos, tornaram possível descrever a influência da gestão de processos sobre a adoção das inovações tecnológicas na construção civil. Desse modo, tal interface também foi muito importante para demonstrar algumas das pistas do desenvolvimento da construção civil no sentido da gestão dos seus processos. O que antes era entendido apenas como uma possibilidade, após as análises é possível afirmar que, em especial, os avanços tecnológicos demonstram pistas de inserção desses engenheiros civis no contexto do gerenciamento de projetos, por meio de construções cada vez mais racionalizadas.

Finalmente, diante das análises apresentadas e de algumas prospecções futuras, resta-nos a reflexão: como uma abordagem interdisciplinar e a construção de interfaces entre os diversos saberes do campo da Engenharia Civil e os estudos do Gerenciamento de Projetos podem contribuir para que o sujeito transite mais eficazmente entre a academia e o mercado de trabalho? Certamente, como a questão permite novas possibilidades de pesquisas, essa discussão temática não se esgota aqui, mas aponta outras propostas tanto da gestão de processos na construção civil - a fim de explicar, descrever e analisar estritamente os indicadores de desempenho, melhores práticas e comparativos, quanto das inovações tecnológicas na construção civil, produzindo, testando e comparando nos sistemas, materiais e métodos de construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-MALEK, L.; KULLPATTARANIRUN, T.; NANTHAVANIJ, S. A framework for comparing outsourcing strategies in multi-layered supply chains. **International Journal of Production Economics**, n.97, 318-328, 2005.

ALENCAR, Claudio Tavares de. **Tomada de decisões estratégicas no segmento de empreendimentos residenciais: uma sistemática de análise**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1993.

ALENCAR, Roberta Carvalho de; GUERREIRO, Reinaldo. A mensuração do resultado da qualidade em empresas brasileiras. **Revista Contabilidade & Finanças**. São Paulo, ed. especial, p. 7-23, 30 jun. 2004.

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. **Lean Construction: filosofia e metodologias**. 2008. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

AZZI, A.; BATTINI, D., FACCIO, M., PERSONA, A. Variability-oriented assembly system design: a case study in the construction industry. **Assembly Automation**, Vol. 31 Iss: 4 pp. 348 – 357, 2011.

BALLARD, Glenn. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: **Annual Conference Of The International Group For Lean Construction**, 5, Australia: 1997.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. An update on last planner. In: **Annual Conference On Lean Construction**, 11. Blacksburg: 2003.

BARCAUI, André Baptista; QUELHAS, Osvaldo. Perfil de escritórios de gerenciamento de projetos em organizações atuantes no Brasil. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, v. 2, p. 38-53, 2004.

BARROS, Mércia Maria Semensato Bottura de. **Metodologia para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. 422 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BARROS NETO, Jose de Paula. **Proposta de modelo de formulação de estratégia de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. 1999. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

BAUMGARTNER, Marcos A. O papel do treinamento na empresa. **Manual de treinamento e desenvolvimento: um guia prático—manual oficial da ABTD**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2001.

BLOCHER, Edward J.; CHEN, Kung H.; LIN, Thomas W.; COKINS, Gary. **Gestão estratégica de custos**. Tradução Ariosvaldo Griesi. São Paulo: Mc Gran Hill, 2007.

BORGES, Juliana Ferreira Barbosa. Gestão de projetos na construção civil. **Revista Especialize On-line Ipop**, Goiânia, v. 1, n. 5, p. 1-16, 2013.

BOWERSOX, Donald J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

BRANDÃO, Pedro Ramos. Virtualização: fundamentos. **Kriativ tech edição**, n. 6,. ISSN Online: 2184-223X. 2018.

BRINKMANN, S. Interviewing. In: GIVEN, L. M. (editor). **The Sage encyclopedia of qualitative research methods**. Los Angeles: Sage, 2008.

CARDOSO, Francisco. **Stratégies d'Entreprises et Nouvelles Formes de Rationalisation de la Production dans le Bâtiment au Brésil et em France**. 1996. Tese (Doutorado em Economia e Finanças), Paris, École Nationale des Ponts et Chaussées, 1996.

CORRAL, M.J.S. La influencia de la cultura en el desarrollo y asimilación de innovaciones tecnologicas en dos empresas mexicana. In: **Simpósio Nacional De Gestão Da Inovação Tecnológica**, 17. Anais. São Paulo, 1992.

COSTA, Cláudia Cristiana da Silva. **Formação de Redes de Projeto na Construção Civil**. 108 f. 2020. Dissertação (Mestrado em Estudos de Gestão) – Universidade do Minho, Escola de Economia e Gestão, Braga, 2020.

CHIAVENATO, Idalberto. **Os novos paradigmas: como as mudanças estão mexendo com as empresas**. 5 ed. 2008.

CHINOWSKY, Paul S.; MEREDITH James E. Strategic management in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 126, n. 1, p. 1-9, 2000.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). **Construção civil lidera a geração de emprego em 12 estados do país**. 2020. Disponível em: <<https://cbic.org.br/construcao-civil-lidera-a-geracao-de-emprego-em-12-estados-do-pais/>>. Acesso em 20 jan 2021.

CHRISTOPHER, Martin; JÜTTNER, Uta. Developing strategic partnerships in the supply chain: a practitioner perspective. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v.6, n.6, 117-127, 2000.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. 2005. 231 f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

DELIBERATO, Celso. **Diretrizes para o projeto e execução de lajes mistas de concreto e chapas metálicas trapezoidais (steel deck)**. 2006. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Departamento de Planejamento, Gestão e Projeto, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, p.315, 2006.

DONOVAN, Susanne. Using cost of quality to improve business results. **The American Society for Quality**, 2006.

EL-DYASTY, Mohamed M. **A Framework to Accomplish Strategic Cost Management**. Egypt: Mansoura University, 2007. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=704201>>. Acesso em: 6 ago. 2020.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **Gestão de custos e formação de preços: com aplicações na calculadora HP 12c e Excel**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

FARAH, Marta Ferreira Santos. **Processo de trabalho na construção habitacional: tradição e mudança**. 1. ed. São Paulo, SP: Annablume, 1996. 308, [1] p. ISBN 8585596546

FEIGENBAUM, Armand Vallin. **Controle da qualidade total**. São Paulo: Makron Books, 1994.

FORMOSO, Carlos T. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. 2001. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GARNER, Chad J. **Guia do construtor em steel framing**. Tradução de Sidnei Palatnik. 1996.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitmark, 2002.

GIBB, Alistair GF. Standardization and pre-assembly-distinguishing myth from reality using case study research. **Construction Management & Economics**, v. 19, n. 3, p. 307-315, 2001.

HALPIN, Daniel W.; WOODHEAD, Ronald W. **Administração da construção civil**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2004. xi, 348 p. ISBN 8521614098

HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, Per-Erik. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. de Vera MC Fernandes Hachich. **Téchne**, n. 1, p. 32-4, 1992.

HAMZEH, Farook. BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris D. Rethinking lookahead planning to optimize construction workflow. **Lean Construction Journal**, 2012, 15-34.

HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. **Gestão de custos: contabilidade e controle**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.

HERSZON FILHO, Leon. **Análise de Gestão de Projetos com ênfase na sua maturidade: uma survey multissetorial**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

HIRSCHFELD, Henrique. **A Construção civil fundamental: modernas tecnologias**. São Paulo: Atlas, 2000.

HOFFMAN, Nicole P. An examination of the sustainable competitive advantage concept: past, present and the future. **Academy of Marketing Science Review**. v. 4, n. 2000, p. 1-16, 2000. Disponível em: < https://cdn.ymaws.com/www.ams-web.org/resource/resmgr/original_amsr/hoffman04-2000.pdf>. Acesso em: 2 nov 2019.

HOLANDA, Erika Paiva Tenório de. **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: diretrizes para o treinamento da mão-de-obra**. 2003. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

HORNGREN, Charles T.; FOSTER, George; DATAR, Srikant M. **Contabilidade de custos**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

HOWELL, Gregory A.; KOSKELA, Lauri. Reforming project management: the role of lean construction. In: **8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 17-19th July 2000, Brighton. 2000.

HITT, Michael A.; IRELAND, R. Duane; HOSKISSON, Robert E. **Administração estratégica: competitividade e globalização**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

HUGH, Macmillan; MAHEN, Tampoe. **Strategic Management: Process Content and Implementation**. London: Oxford University Press, 2000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2018_v28_informativo.pdf>. Acesso em: 16 jun 2021.

KAMAR, Kamarul Anuar Mohd et al. Industrialized Building Systems (IBS): Revisiting the issue of definition, classification and degree of industrialization. In: **Construction Industry Research Achievement International Conference (CIRAIC)**, Kuala Lumpur, Malaysia, 2009.

KAMINSKI JUNIOR, João. Construções de *light steel frame*. **Revista Técnica**, São Paulo, edição, v. 112, 2006.

KERZNER, Harold. **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling**. New York: John Willey & Sons, 2017.

KHALFAN, Malik M.A.; ANUMBA, Chimay J.; SIEMIENIUCH, Carys E.; SINCLAIR, Murray A. Readiness Assessment of the construction supply chain for concurrent engineering. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, n.7, 141-153, 2001.

KRALJIC, Peter. Purchasing must become supply management. **Harvard Business Review**, v. 61, n. 5, p. 109-117, 1983.

KOSKELA, Lauri. **An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction Espoo**. 296 f. Tese (Doutorado em Tecnologia) - Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2000.

KOSKELA, Lauri. **Application Of The New Production Philosophy To Construction Cife Technical**. 75p. Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

JURAN, Joseph. M. **Planejando para a qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1990.

LAMBERT, Douglas M.; EMMELHAINZ, Margaret A.; GARDNER, John T. Developing and implementing supply chain partnerships. **The International Journal of Logistics Management**, v.7, n.2, 1-17, 1996.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAUFER, Alexander; TUCKER, Richard L. Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, EUA, v.5, p. 243-266, 1987.

LOCATELLI, Giorgio et al. Improving projects performance with lean construction: State of the art, applicability and impacts. **Organization, technology & management in construction: an international journal**, v. 5, n. Special, p. 775-783, 2013.

LUZ, Janayna Rodrigues de Moraes et al. Gestão estratégica baseada na qualidade e custos da qualidade: um estudo no setor de construção civil da cidade de Campina Grande-PB. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2011.

MAGALHÃES, Marcos Thadeu Queiroz. **Metodologia para Desenvolvimento de Sistemas de Indicadores: Uma Aplicação no Planejamento e Gestão da Política Nacional de Transportes**. 2004. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, 2004.

MAGALHÃES, Rachel Madeira; MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; BANDEIRA, Renata Albergaria de Mello. Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro. **Gestão & Produção**, v. 25, p. 44-55, 2018.

MARTINS, Glauciene Silva. **Inovação e dinâmica organizacional: novas perspectivas em recursos humanos - estudo com organizações na Serra do Cipó MG**. 195 f. Tese (Doutorado em Administração). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Production**, v. 19, p. 388-399, 2009.

MINTZBERG, H. **The Rise and Fall of Strategic Planning: Reconceiving the Roles for Planning, Plans, Planners**, free Press, 1994.

MODIG, Nina. The division of responsibility for project supply. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 13, n. 2, 87-97, 2007.

MORATTI, Tathyana **Diretrizes para a implantação da gestão estratégica de suprimentos em empresas construtoras**. 2010. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MOURA, Rafael de Sousa Leal Martins. **Catálogo de inovações tecnológicas na construção civil**. 2015. 212 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

OLSEN, Rasmus Friis; ELLRAM, Lisa M. A portfolio approach to supplier relationships. **Industrial Marketing Management**, v. 26, n. 2, p. 101-113, 1997.

PICCHI, F. A. **Sistema de Qualidade: uso em empresas de construção civil de edifícios**. 1993. 462 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PINHEIRO, Antônio Carlos da Fonseca Bragança; CRIVELARO, Marcos. **Planejamento e custos de obras**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia Conjunto de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 5ª Edição. Four Campus Boulevard, 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia Conjunto de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 6ª Edição. Newton Square: Project Management Institute, 2017.

QUINTENS, Lieven; PAUWELS, Pieter; MATTHYSSENS, Paul. Global purchasing: state of the art and research directions. **Journal of purchasing and supply management**, v. 12, n. 4, p. 170-181, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2006.10.006>.

ROMAN, Darlan José; PIANA, Janaina; LOZANO, Marie Anne Stival Pereira e Leal; DE MELLO, Nelson Ruben; ERDMANN, Rolf Hermann. Fatores de competitividade organizacional. **BBR-Brazilian Business Review**, v. 9, n. 1, p. 27-46, 2012.

ROSSO, Teodoro. **Pré-fabricação, a coordenação modular: teoria e prática**. São Paulo, Instituto de Engenharia, 1976.

SAMSON, M., LEMA, N. Development of construction contractor's performance measurement framework. In: **1st International Conference of Creating a Sustainable**. 2002.

SANTOS, Débora de Gois. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SARKAR, Ashutosh; MOHAPATRA, Pratap KJ. Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 12, n. 3, p. 148-163, 2006.

SERRADOR, Pedro; TURNER, Rodney. The relationship between project success and project efficiency. **Project management journal**, v. 46, n. 1, p. 30-39, 2015.

SILVA, Tecn Raphael da. Projeto de Produção para Construção Metálica Aplicado em Lajes Mistas *Steel Deck*. In: **Congresso Latinoamericano Da Construção Metálica**, 4. São Paulo: ABCEM, 2010.

SILVA, Eduardo de Assumpção. **Proposta de modelo de avaliação de projetos de pesquisa e desenvolvimento em uma instituição científica e tecnológica pública da área nuclear**. 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2017.

TAYEH, Bassam A.; HALLAQ, Khalid Al; ZAHOOR, Hafiz; FAQAWI, Abdulla H. Al. Techniques and benefits of implementing the last planner system in the Gaza Strip construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**. 2019.

TEIXEIRA, Lucas Alves Silva; SIMPLICIO, Maria da Conceição Azevedo. A Modernização da Construção Civil Através do Uso do *Steel Frame*. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 2, n. 2, out. 2018. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/46>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

TOMMELEIN, Iris D.; BALLARD, Glenn. Look-ahead planning: screening and pulling. In. **Seminário Internacional sobre Lean Construction**, 2., Anais, São Paulo, 1997.

TORRES, Ernani; PUGA, Fernando; MEIRELLES, Beatriz. **Perspectivas do Investimento: 2010-2013**. Rio de Janeiro: BNDES, 2010. 360p. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1261/1/Perspectivas_do_Investimento_2010-13_completo.pdf>. Acesso em 11 nov. 2020.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 2001.

VACHON, Stephan; KLASSEN, Robert D. Green project partnership in the supply chain: the case of the package printing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 6-7, p. 661-671, 2006.

WIJAYA, Matias Roy Adi; HATMOKO, Jati Utomo Dwi; SURIPIN, Suripin. Assessment of Lean Construction Principles: A Case Study at Semarang Medical Centre Hospital Project. **Media Komunikasi Teknik Sipil**, v. 21, n. 2, p. 91-100, 2015.

YIN, Samuel Yen-Liang et al. An improved approach to the subcontracting procurement process in a lean construction setting. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 20, n. 3, p. 389-403, 2014.

ANEXOS

Anexo 1 - Entrevista Semiestruturada para Engenheiros

Levantamento de dados de gestão de novas tecnologias na construção civil

Prezado(a) Engenheiro(a):

Eu sou o Diego Queiroz, tenho 28 anos e sou engenheiro civil. Nos últimos dois anos, cursei o Mestrado em Processos Construtivos da Universidade FUMEC, em Belo Horizonte/MG e, em virtude disso, estou em busca de profissionais experientes na área de execução de obras.

Ao responder às questões propostas nesta entrevista, você contribuirá para a geração de dados concernentes à pesquisa “**Gestão dos processos construtivos para adoção de novas tecnologias na construção civil sob a perspectiva do engenheiro de obras**”. Informamos que o projeto, aprovado pela faculdade e pelo orientador, garante o sigilo dos dados, em razão do seu carácter acadêmico. Além disso, os dados contribuirão para a realização da minha dissertação de mestrado (aluno **Diego Queiroz**, sob a orientação do **Prof. Oswaldo Baião**).

Esta entrevista tem um roteiro pré-estabelecido, elaborado com dez perguntas e duração aproximada de 15 minutos. A entrevista deverá ser agendada de acordo com a sua disponibilidade.

Desde já agradeço a atenção e sua participação neste projeto.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Sexo: _____ Idade: _____

Formação: _____ Tempo de formação: _____

Cargo ou função que exerce atualmente: _____

Tempo que ocupa cargo ou função atual: _____

QUESTÕES:

Escolha uma experiência em obra, que considere que a engenharia adotou algum processo construtivo diferente do padrão da empresa. Ou seja, alguma obra que você

- consumos combustíveis e lubrificantes; - consumos água, luz, telefone; - material de escritório; - medicamentos de emergência; - EPI/EPC; - bebedouros, extintores; e - PCMAT/PCMSO.

□ **Limpeza da obra** - limpeza permanente da obra; e - retirada de entulho.

□ **Transporte** - transporte interno; e - transporte externo.

□ **Trabalhos em terra** - limpeza do terreno; - desmatamento e destocamento; - replantio de árvores; - escavações manuais; - escavações mecânicas; - reaterro; - compactação de solo; - desmonte de rocha; - movimento de terra; e - retirada de terra.

□ **Diversos** - laudos e despesas com vizinhos; e - outros.

□ **Infraestrutura** e obras complementares - escoramentos de terrenos de vizinhos; - esgotamento, rebaixamento lençol d'água e drenagens; - preparo das fundações: cortes em rochas, lastros; - fundações superficiais/rasas; - fundações profundas; - reforços e consolidação das fundações; - provas de cargas em estacas; e - provas de carga sobre o terreno de fundação

□ **Supraestrutura** - concreto protendido; - concreto armado; - estrutura metálica; - estrutura de madeira; e - estrutura mista.

□ **Acabamentos** - Alvenarias e divisórias - Esquadrias e ferragens –Revestimentos - Forros e elementos decorativos -. Marcenaria e serralheria - Pintura - Tratamentos especiais internos Pavimentações - Rodapés, soleiras - Aparelhos e metais.

□ **Instalações elétricas** - eletrodutos, conexões, buchas e arruelas; - fios e cabos; - caixas e quadros de comando; - tomadas e interruptores; - luminárias, acessórios, postes, lâmpadas; - equipamentos diversos elétricos; - entrada de energia; - eletrodutos e conexões telefônicas; - fios e cabos telefônicos; - caixas telefônicas; - equipamentos diversos telefônicos; - eletrodutos, fios, caixas para lógica e tv a cabo; - sistema de proteção contra descargas atmosféricas; e - mão-de-obra.

□ **Instalações hidráulica, sanitária e gás** - tubos e conexões de água fria; - tubos e conexões de água quente; - tubos e conexões de esgoto sanitário; - tubos e conexões de águas pluviais; - instalações de GLP; e - mão-de-obra.

Prevenção e combate a incêndio - tubos e conexões; - válvulas e registros; - abrigos, hidrantes, mangueiras, extintores; e - mão-de-obra.

Instalações mecânicas - elevadores; - monta-cargas; - escadas rolantes; - esteiras e planos inclinados; e - outras instalações mecânicas.

Cobertura - estrutura de madeira para cobertura; - estrutura metálica para cobertura; - cobertura com telhas fibrocimento - cobertura com telhas cerâmicas; - cobertura com telhas plásticas; - cobertura com telhas de alumínio; - cobertura com telhas de aço; - cobertura com telhas sanduíche; - outros tipos de coberturas; e - funilaria.

4. Qual grupo específico sofreu alterações?

Mão de obra

Projetos

Materiais

Processo

Máq. e Equip.

Engenharia

5. Qual parte interessada foi responsável por convencer a empresa a adotar a inovação?

Clientes

Fornecedores

Engenharia

Outros

Diretoria

6. Qual o objetivo da inovação nas práticas da empresa?

Custo

Falta de insumos

Tempo

Exigência das partes

Qualidade

interessadas

Arte

Técnica

7. Qual estratégia, ferramenta e/ou técnica foi adotada para a implantação?

8. O objetivo traçado foi alcançado com êxito.

Discordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Concordo totalmente

Não houve alteração

9. Qual sua visão sobre a dificuldade de introduzir um novo conceito de produção na construção civil, levando em consideração a heterogeneidade do sistema.

Muito fácil

Difícil

Fácil

Muito difícil

Comum

10. Qual sua visão sobre a inovação tecnológica na construção civil?

Péssima

Muito boa

Ruim

Excelente

Regular

Obrigado.

Diego Queiroz

**Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Processos Construtivos da
Universidade FUMEC, em Belo Horizonte/MG**

Anexo 2 – Termo de Livre Consentimento Esclarecido – TLCE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “**Levantamento de dados de gestão de novas tecnologias na construção civil**”, que se dedica a analisar e identificar como a gestão dos processos de execução de uma obra pode influenciar no sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas. O estudo está sendo conduzido pelo **mestrando Diego Queiroz, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Construtivos da Universidade FUMEC, em Belo Horizonte/MG, sob a orientação do Prof. Oswaldo Baião**. Nesta pesquisa, estou interessado em compreender como a gestão dentro da construção civil, vai ajudar as empresas a implementar com mais velocidade confiança e assertividade as inovações tecnológicas nas empresas de maneira eficiente e eficaz. A sua participação no projeto requer a disponibilização das respostas às questões propostas na entrevista semiestruturada realizada pelo mestrado, pesquisador responsável pelo trabalho, além de consentimento para registros de observações, análise e divulgação dos dados de pesquisa gerados.

Os riscos associados ao desenvolvimento desta pesquisa são mínimos, apenas aqueles inerentes ao desenvolvimento de um trabalho quantitativo/qualitativo, em que se incluem a realização de entrevista por meio de uma entrevista semiestruturada. Sua participação, no entanto, ajudará a construir novos conhecimentos relativos aos fatores que norteiam a adoção de novas tecnologias construtivas, aos parâmetros de seleção de fornecedores consistiram na estratégia de suprimentos, ao impacto na mão de obra residente e a formação e qualificação da mesma, à relação dos processos que norteiam a Gestão de Projetos Construção Civil com o Sucesso da adoção de novas tecnologias construtivas.

As informações que obtiver serão rigorosamente confidenciais. Seu nome real será substituído por outro em qualquer apresentação ou publicação baseada em meu estudo. Suas respostas à entrevista serão confidenciais e a participação no estudo é totalmente voluntária. Você pode se recusar a participar ou pode se retirar, a qualquer momento, sem qualquer penalidade.

Se você decidir participar, por favor, assine este documento, por meio do qual

concorda com os procedimentos coleta e disponibilização dos dados, assegurando-lhe o direito de dar sua opinião, de fazer perguntas no decorrer do estudo, além das demais garantias decorrentes dessa participação já mencionadas.

Este termo será assinado em duas vias ficando uma em seu poder e a outra com a pesquisadora responsável. Agradeço sua colaboração e interesse neste projeto.

Atenciosamente,

Diego Queiroz

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Processos Construtivos da
Universidade FUMEC, em Belo Horizonte/MG
Pesquisador Responsável

A entrevista foi realizada por videoconferência, o conteúdo acima foi documentado por áudio, seguiu o roteiro e as atribuições contidas nesse documento. Em virtude da pandemia e do momento em que o Brasil atravessa a assinatura está sob vista de plataforma online.

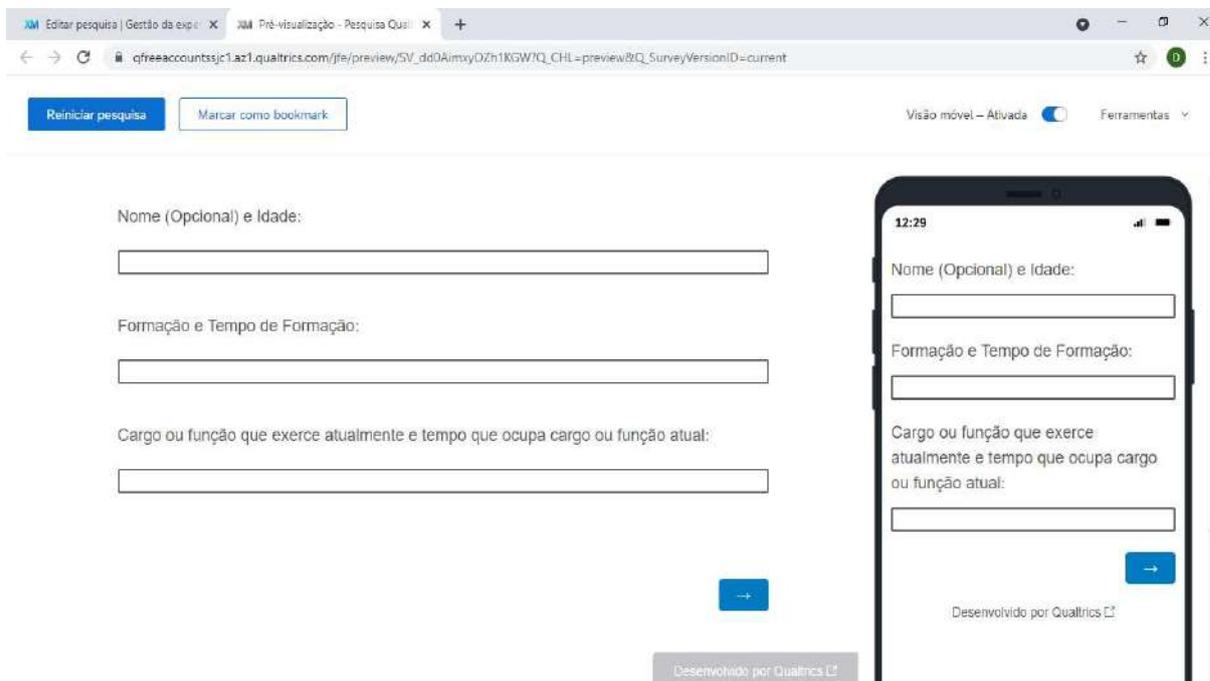
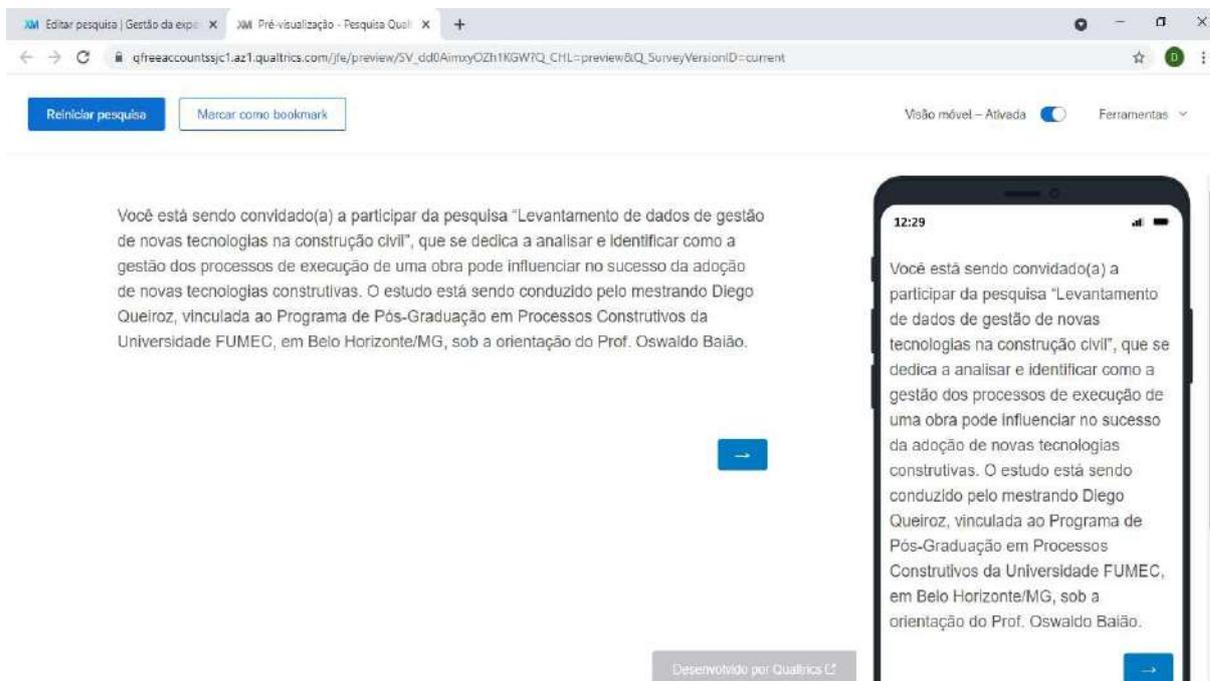
Data: _____/_____/_____

Nome do(a) participante: _____

Cargo que ocupa atualmente: _____

Assinatura: _____

Anexo 3 – Imagens Plataforma Qualtrics Questionário Roteirizado



Editar pesquisa | Gestão da experi... | JM Pré-visualização - Pesquisa Quali

qfreeaccountsj1.az1.qualtrics.com/jfe/preview/SV_dd0AimxyOZh1KGW?Q_CHL=preview&Q_SurveyVersionID=current

Reiniciar pesquisa | Marcar como bookmark

Visão móvel - Ativada

Escolha uma experiência em obra, que considere que a engenharia adotou algum processo construtivo diferente do padrão da empresa. Algum tipo de projeto, etapa construtiva, material, equipamento, elemento estrutural ou outro que, naquele momento, era novo para o ambiente da empresa.
Qual é o tipo da obra que você escolheu para responder esta pesquisa?

- Residencial de baixo padrão
- Residencial de médio padrão
- Residencial de alto padrão
- Comercial
- Industrial
- Hospitalar
- Infraestrutura (Viadutos, pontes e estradas)
- Hidráulica (Barragens, tubulações e canais)



Editar pesquisa | Gestão da experi... | JM Pré-visualização - Pesquisa Quali

qfreeaccountsj1.az1.qualtrics.com/jfe/preview/SV_dd0AimxyOZh1KGW?Q_CHL=preview&Q_SurveyVersionID=current

Reiniciar pesquisa | Marcar como bookmark

Visão móvel - Ativada

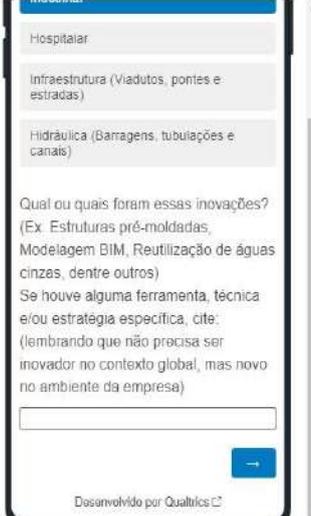
Hospitalar

Infraestrutura (Viadutos, pontes e estradas)

Hidráulica (Barragens, tubulações e canais)

Qual ou quais foram essas inovações? (Ex: Estruturas pré-moldadas, Modelagem BIM, Reutilização de águas cinzas, dentre outros)
Se houve alguma ferramenta, técnica e/ou estratégia específica, cite: (lembrando que não precisa ser inovador no contexto global, mas novo no ambiente da empresa)

Desenvolvido por Qualtrics



Editar pesquisa | Gestão da exp... X | Pré-visualização - Pesquisa Quali... X

qfreeaccounts@az1.qualtrics.com/fe/preview/SV_d00ArneyQ2h1KGWVQ_CRL=preview&Q_SurveyVersionID=current

100% mobile - Ativo

Verificar pesquisa | Marcar como bookmark

Não querias 3 a 5 poderias ser marcadas mas de uma alternativa
Qual etapa constituiu fo alvo da inovação tecnológica desenvolvida? (Máx. 12/21) (ABNT, 2008)

Projetos

Equipamentos

Processos

Tecnologias

Unidades de negócio

Identificação e desenvolvimento

Experimentação

Automação

Inovação aberta

Inovação híbrida: parcerias e spin

Prevenção e combate a riscos

Outros

100% mobile - Ativo

Verificar pesquisa | Marcar como bookmark

100% mobile - Ativo

Qual grupo específico sofreu alterações?

Mão de obra

Materiais

Mão e Equip.

Projetos

Processo

Engenharia

Qual parte interessada foi responsável por convencer a empresa a adotar a inovação?

Clientes

Engenharia

Diretoria

Fornecedores

Outros

100% mobile - Ativo

Qual o objetivo da inovação nas práticas da empresa?

Custo

Tempo

Qualidade

Arte

Falta de insumos

Exigência das partes interessadas

Técnica



Desenvolvido por Qualtrics

Reiniciar pesquisa

Marcar como bookmark

Visão móvel -- Ativa Ferramentas

(Nas questões 7 à 10, marque a alternativa de acordo com as alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo)

Mão de obra:

Treinamento realizado com a mão de obra local e continuidade da equipe

Adoção de empresa terceirizada com qualificação para o trabalho

Seleção de mão de obra nova com conhecimento no processo construtivo empregado

Continuidade de mão de obra local sobre supervisão e direcionamento de engenharia

Materials, máquinas e equipamentos:

Substituição de fornecedores e parceiros por novos agentes

Aquisição e/ou importação de componentes separados para fabricação in loco

Desenvolvimento de produto em conjunto com fornecedores e parceiros

Continuidade dos fornecedores e parceiros existentes

12:29

(Nas questões 7 à 10, marque a alternativa de acordo com as alterações que ocorreram por conta da adoção tecnológica do novo processo construtivo)

Mão de obra:

Treinamento realizado com a mão de obra local e continuidade da equipe

Adoção de empresa terceirizada com qualificação para o trabalho

Seleção de mão de obra nova com conhecimento no processo construtivo empregado

Continuidade de mão de obra local sobre supervisão e direcionamento de engenharia

Materials, máquinas e equipamentos:

Substituição de fornecedores e parceiros por novos agentes

Aquisição e/ou importação de componentes separados para fabricação in loco

Reiniciar pesquisa Marcar como bookmark

Visão móvel - Ativa Ferramentas

Projetos:

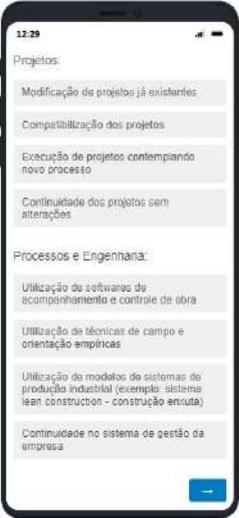
- Modificação de projetos já existentes
- Compatibilização dos projetos
- Execução de projetos contemplando novo processo
- Continuidade dos projetos sem alterações

Processos e Engenharia:

- Utilização de softwares de acompanhamento e controle de obra
- Utilização de técnicas de campo e orientação empíricas
- Utilização de modelos de sistemas de produção industrial (exemplo: sistema lean construction - construção enxuta)
- Continuidade no sistema de gestão da empresa

→

Disponível em: [Qualify](#)



12:29

Projetos:

- Modificação de projetos já existentes
- Compatibilização dos projetos
- Execução de projetos contemplando novo processo
- Continuidade dos projetos sem alterações

Processos e Engenharia:

- Utilização de softwares de acompanhamento e controle de obra
- Utilização de técnicas de campo e orientação empíricas
- Utilização de modelos de sistemas de produção industrial (exemplo: sistema lean construction - construção enxuta)
- Continuidade no sistema de gestão da empresa

←