

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MARCELO KRAICHETE DE MIRANDA UCHOA

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS UTILIZANDO TECNOLOGIA BIM

**RECIFE
2017**

MARCELO KRAICHETE DE MIRANDA UCHOA

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS UTILIZANDO TECNOLOGIA BIM

Dissertação submetida ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção

Área de concentração: Gerência da Produção.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Caroline Maria de Miranda Mota

**RECIFE
2017**

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicea Alves, CRB-4 / 1260

U17p Uchoa, Marcelo Kraichete de Miranda.
Planejamento e controle de obras utilizando tecnologia Bim / Marcelo
Kraichete de Miranda Uchoa - 2017.
95 folhas, Il. Tabs., e Abr. e Sig.

Orientador^a: Prof.^a Dr.^a Caroline Maria de Miranda Mota.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2017.
Inclui: Referências e Apêndices.

1. Engenharia de Produção. 2. Gerenciamento. 3. Planejamento.
4. Qualidade. 5. Obra. 6. CAD. 7. Tecnologia BIM. I. Mota, Caroline Maria
de Miranda(Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG/2018-260



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - PPGE

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO PROFISSIONAL DE

MARCELO KRAICHETE DE MIRANDA UCHOA

“PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS UTILIZANDO TECNOLOGIA BIM”

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência da primeira citada, considera o candidato

MARCELO KRAICHETE DE MIRANDA UCHOA. APROVADO.

Recife, 28 de novembro de 2017.

Prof^ª. CAROLINE MARIA, Doutora (UFPE)

Prof^ª. LUCIANA HAZIN ALENCAR, Doutora (UFPE)

Prof^ª. ELAINE CRISTINA BATISTA DE OLIVEIRA, Doutora (UFPE)

Dedico este trabalho a meu pai Luiz Carlos Krish de Miranda Uchoa, *in memoriam*, pelo apoio, compreensão e incentivo dado ao longo de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é fundamental para o crescimento do indivíduo. Ter gratidão é o reflexo do sentimento desenvolvido no amago de nossa alma, para assim podermos entender o que é crescimento e evolução do ser.

Agradeço a Deus, ser supremo da criação que nos proporciona a vida e a oportunidade de nos tornar pessoas melhores com nossas experiências vividas; em especial, por ter me colocado em contato com pessoas extremamente importantes para meu crescimento e desenvolvimento.

Gratidão extrema aos meus pais, Luiz Carlos Krish Uchoa e Mathilde Kraichete Uchoa, que me deram as primeiras orientações de vida e que me tornaram o que sou, sempre ao meu lado com amor e carinho.

A minha esposa Maria e a minha filha Rebecca, que me apoiaram em todos os momentos e demonstraram compreensão, afeto, amor e carinho mesmo nos momentos em que precisei estar ausente.

Sou grato a minha professora Dra. Caroline Mota, que me deu extremo apoio em minha pesquisa com suas colocações, atenção e paciência.

Estendo o meu agradecimento aos professores que me ensinaram muito em suas aulas repletas de informações e conteúdos, bem como à equipe do PPGEP.

Agradeço a Dra. Angela Uchoa Branco, que com empenho e sabedoria dedicou-se à revisão deste trabalho.

“Temos que seguir em frente, na vanguarda dos acontecimentos que se nos vão apresentando em uma vivência de caminheiros de uma Jornada Cósmica, cujas origens se encontram, talvez, nos abismos da densidade maior da própria matéria, mas cujo fim se perde nas alturas infinitamente distantes que atraem o viajor incansável.”

Gen. Alfredo Moacyr de Mendonça Uchoa

RESUMO

O desenvolvimento de projetos para a construção civil evoluiu com sistemas de alta tecnologia, e o sistema BIM, *BuildingInformationModeling*, contribuiu para a realização de projetos integrados, precisos e compatibilizados. Permitiu mais eficiência no desenvolvimento de projetos de arquitetura e complementares, gerando documentos com maior precisão e nível de confiabilidade. A tecnologia BIM traz melhorias ao processo de desenvolvimento de projetos melhorando a produtividade, uma vez que incorpora a este processo informações precisas e confiáveis. Por outro lado, a execução destes projetos no canteiro de obra não segue a mesma premissa. As obras são executadas com informações dos projetos, mas não se beneficiam do sistema por não ter o número suficiente de profissionais com *expertise* necessária para este fim. Poucos estudos para implantação de um sistema CAD 5D BIM em obras foram desenvolvidos, porém, com limitações de aplicação e se concentrando na execução de obras de maior porte. Os recursos do CAD 5D BIM não foram explorados em sua totalidade e a sua utilização em obras de menor porte são inexistentes. Este trabalho buscou verificar a possibilidade de se utilizar o CAD 5D BIM para apoiar o controle da obra / serviço, bem como propor um processo de gestão e controle de obras com o foco na qualidade, acompanhando os custos e o cronograma com visualização gráfica no sistema CAD 5D BIM. Observou-se que o gerenciamento de obras com integração dos elementos prazo e custo, visualizados no modelo tridimensional da obra de forma autoexplicativa, proporciona melhorias de desempenho e manutenção do planejamento dos serviços dentro do programado, acelera o processo de entendimento e facilita o planejamento corretivo com as ações necessárias para reequilibrar o processo construtivo.

Palavras-chave: Gerenciamento. Planejamento. Qualidade. Obra. CAD. Tecnologia BIM.

ABSTRACT

The development of projects for civil construction evolved with high technology systems. The BIM system, *Building Information Modeling*, contributed to the accomplishment of integrated, accurate and compatibilized projects. It allowed more efficiency in the development of architectural and complementary projects, generating documents with greater precision and enhanced reliability. BIM technology brings improvements in the process of project development by improving productivity and by incorporating accurate and reliable information. On the other hand, the execution of these projects at the construction site does not follow the same premise. The works are executed with project information, but do not benefit from the system because it does not count with enough professionals with the necessary expertise for this purpose. Few studies for the implementation of a CAD 5D BIM system in construction work have been developed, but most showed application limitations, and focused on the execution of larger works. The resources of the CAD 5D BIM have not been fully explored, and its use in smaller works is non-existent. This dissertation seeks to verify the possibility of using the CAD 5D BIM to support the control of the work / service, as well as proposes a process for the management and control of construction works with a focus on quality, as well as the monitoring of costs and schedules through the graphic visualization in the system CAD 5D BIM. I conclude that when the work management integrates the elements term and cost, visualized in the three-dimensional model of the work, in a self-explanatory way, it provides improvements in the performance and maintenance of the service planning according to the schedule, it accelerates the evaluative process and facilitates the corrective planning with the necessary actions to improve the constructive process.

Keywords: Management. Planning. Quality. Work. CAD. BIM Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interface do processo de desenvolvimento de produto na construção de edifícios.	24
Figura 2 – <i>Automation in Construction - An innovative method for project control in LNG project through 5D CAD:</i>	31
Figura 3 – <i>Automation in Construction - An innovative method for project control in LNG project through 5D CAD.</i>	31
Figura 4 – Demonstração do modelo de processo geral para um plano de inspeção de qualidade utilizando um Modelo BIM quality.	32
Figura 5 – Conhecimento sobre gerenciamento de obras.	41
Figura 6 – Respondentes que não tinham conhecimento sobre gerenciamento.	41
Figura 7 – Conhecimento sobre obras.	42
Figura 8 – Perfil dos respondentes da pesquisa.	43
Figura 9 – Tempo de execução da obra	43
Figura 10 – Recursos financeiros aplicados.	44
Figura 11 – Quantidade de colaboradores na obra.	45
Figura 12 – Número de empresas envolvidas no processo além da empresa executora.	46
Figura 13 – Cidades onde as obras foram executadas.	47
Figura 14 – Melhoria do resultado final com gerenciamento.	47
Figura 15 – Obras que tiveram gerenciamento.	48
Figura 16 – Grau de satisfação com o Gerenciamento.	49
Figura 17 – Importância dos conhecimentos do gestor.	50
Figura 18 – Fatores determinantes na gerencia eficaz.	51
Figura 19 – Melhorias com aplicação do sistema.	51
Figura 20 – Percepção dos custos aplicados na implantação de um sistema de gerenciamento.	52
Figura 21 – Grau de satisfação dos respondentes com o sistema proposto.	54
Figura 22 – Motivação do colaborador - gerenciamento com apresentação gráfica do método.	55
Figura 23 – Fatores importantes na cultura do gerenciamento com controle efetivo.	55
Figura 24 – Fatores importantes para melhorar o resultado.	56
Figura 25 – Quantidade de dias do gestor na obra.	57
Figura 26 – Informações da estrutura.	60
Figura 27 – Fluxograma para aplicação do modelo no gerenciamento.	70
Figura 28 – Etapa de execução do talude – demonstração dos níveis dentro do prazo previsto.	71
Figura 29 - Etapa muros de arrimo e alvenarias de serviço.	72
Figura 30 – Etapa de execução da estrutura metálica em atraso – destaque em vermelho.	73
Figura 31 – Etapa Lajes com atraso e alarme para execução da laje superior.	74
Figura 32 – Etapa alvenaria adiantada em relação ao cronograma.	74
Figura 33 – Etapa vidros e acabamentos concluídos.	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Local das obras.....	16
Tabela 2 – Definição de porte de estabelecimentos segundo o número de empregado.....	17
Tabela 3 – Pergunta 06 da pesquisa.....	44
Tabela 4 – Orçamento da obra.....	45
Tabela 5 – Aplicação de sistema mais rigoroso.....	48
Tabela 6 – Gerenciamento de serviço.....	49
Tabela 7 – Força de associação.....	53
Tabela 8 – Correlação entre variáveis.....	53
Tabela 9 – Adaptação do template CIC:The Computer Integrated Construction Research Program, PennStateUniversity	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura e Construção
AGC	<i>Associated General Contractors of America</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CIB	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
COBIE	<i>Construction to Operations Building Information Exchange</i>
ES	Engenharia Simultânea
EUA	Estados Unidos da América
FM	<i>Facility Management</i>
GNL	Gás Natural Liquefeito
GSA	<i>General Service Administration</i>
IAI	<i>International Alliance of Interoperability</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
RH	Recursos humanos
ME	Microempresa
MMGP	Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos
NBR	Norma Brasileira
NIBS	<i>National Institute of Building Sciences</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
POP	Processo, Organização e Produto
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>
SI	Sistema de Informação
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
VTT	<i>Erabuild Funding Organizations</i>
VIRCON	<i>Eurostep, Rambøll, Virtual Construction</i>
TI	Tecnologia de Informação

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1	Descrição do Problema	12
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivo.....	14
1.4	Metodologia	15
1.5	Estrutura da dissertação.....	18
2.	BASE CONCEITUAL	20
2.1	A Função do Gerenciamento de Obra	20
2.2	A Importância de um Sistema de Gerenciamento.....	21
2.3	Gerenciamento eficaz: Aspectos de Competitividade e Produtividade	21
2.4	Sistema de Informação no Gerenciamento de Obras	22
2.5	Gerenciamento de Obras na Construção Civil – Cenário Nacional	24
2.6	Metodologias para Gerenciamento de Obras	25
2.7	BIM - Building Information Modeling	27
2.8	Revisão Bibliográfica – aplicação do BIM	29
2.8.1	<i>Benefícios esperados na gestão de obras com uso da Tecnologia BIM</i>	33
2.8.2	<i>Pesquisas e Experimentos</i>	34
3	AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE OBRA EM EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE	38
3.1	O gerenciamento de obras de pequeno e médio porte no cenário brasileiro.....	38
3.2	Avaliação do uso de Gerenciamento de Obras em empresas de pequeno e médio porte.....	40
4	PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE OBRAS COM TECNOLOGIA BIM	59
4.1	Processo de gestão para aplicação do sistema BIM como ferramenta de apoio para controle de obras.....	59
4.2	Detalhes / Informações complementares do sistema BIM.....	63
5	ORGANIZAÇÃO DO MODELO CAD-5D BIM- APLICAÇÃO DO PROCESSO	65
5.1	Levantamento do local/estágio da construção.....	65
5.2	Adaptação ao modelo 5D BIM, Modelagem de banco de dados e custo.....	65
5.3	Método para combinar a qualidade da estrutura de dados com o BIM.....	66
5.4	Desenvolvimento do fluxo de aplicação 5D BIM para gerenciamento de qualidade	67
5.5	Aplicação do Processo	71
5.6	Considerações	75
6	CONCLUSÕES	77
6.1	Potencial de Inovação.....	79
	REFERÊNCIAS	80
	APÊNDICE A: Questionário	84
	APÊNDICE B: Declaração de participação	93

1 INTRODUÇÃO

Neste Capítulo será apresentada a introdução do trabalho proposto com a descrição do problema abordado, a justificativa para sua execução, os objetivos esperados, os limites de aplicação da pesquisa e a metodologia utilizada.

1.1 Descrição do Problema

O maior desafio de uma obra é concluí-la dentro do cronograma físico e financeiro estipulado. Os chamados imprevistos desviam o planejamento programado, onde o gerenciamento dos serviços planejados sofre alterações que se tornam corriqueiras e aceitáveis, já que é comum se dizer que “obra é assim mesmo”. Esta forma de pensar faz com que os planejadores majorem os valores e os prazos para cobrir eventuais erros de projeto e planejamento, na tentativa de que a obra termine com um percentual de erro inicial do planejado menor.

Para que as empresas de construção civil se mantenham no mercado precisam rever seu planejamento executivo para se adequar aos requisitos de menor desperdício de material e maior velocidade de execução que o mercado exige. É preciso se preparar para novos conceitos gerenciais com uma solução que promova integração e comprometimento da equipe de execução e de controle.

Grande parte dos erros em coordenação de obras são devidos a falhas na compatibilização dos projetos de arquitetura e projetos complementares, esta falta de compatibilização compromete em cerca de 30% de desperdício e gera aumento nos custos na construção civil. Como resultado, temos obras com custos elevados, com material desperdiçado e recursos extras para retirada de entulhos e retrabalhos em diversos níveis dos serviços executados. Os erros iniciais no desenvolvimento do orçamento e as imprecisões nos quantitativos dos materiais utilizados, também, contribuem para problemas na coordenação da execução de obras.

A tecnologia BIM - *BuildingInformationModeling*, reduziu os problemas de compatibilidade e, dependendo da qualidade do projeto, as interferências tendem a zero. Mas não adianta ter tudo compatibilizado no projeto se a execução da obra não seguir os mesmos critérios.

A utilização da tecnologia BIM para o planejamento e o gerenciamento de obras civis pode se intensificar a partir do desenvolvimento de rotinas de controle e acompanhamento. Isto pode ser feito através da integração do desenvolvimento de canteiro com o escritório de controle, mantendo um fluxo de informações constantesobre a evolução e os custos, o que garante que a edificação seja concluída da forma que se planejou com Planejamento e Cronograma 5D, processo em que o modelo3D é utilizado para planejar a sequência executiva e logística da obra, mais o tempo adequado – 4D e com os custos de execução de acordo com o orçado, 5D. Utilizado como eficiente ferramenta de visualização e comunicação entre a equipe de projeto e o cliente, para entendimento das datas marco de início do projeto e planos de execução e a gestão dos serviços desenvolvidos.

De acordo com Juran (1998), a qualidade de um produto será definida de acordo com sua competência de refletir as características internas de um produto acabado e seu *design*. A qualidade final de uma construção reflete o grau de satisfação e o alcance das necessidades de utilização e especificação descritas ou contidas implicitamente junto com as garantias internas durante o processo de construção. Os princípios de Gestão da Qualidade são: Foco no cliente; Liderança; Engajamento das pessoas; Abordagem de processo; Melhoria; Tomada de decisão baseada em evidência; Gestão de relacionamento (ISO 9001:2015).

Foram desenvolvidos estudos para identificar informações dispersas e vinculá-las de forma a melhorar sua consulta para o gerenciamento, porém não foram suficientemente eficazes para utilizar plenamente uma informação digital na geração automática de documentos com informações e indicadores de qualidade na gestão da construção, capazes de serem suficientes em relação aos principais fatores da gestão da qualidade: produto, organização e processo. Com trocas de ordens e horários ou ajustes de serviços e mudanças de forma contínua durante o processo de construção, o plano de controle de qualidade deve ser ajustado com base em dados referentes ao tempo e a incidência de custo nestas alterações. A natureza complexa desses fatores indica que um modelo 5D (modelo 3D mais tempo, mais custo), com esta tecnologia, seria vantajoso para a avaliação de qualidade durante a construção. O uso de *BuildingInformationModeling* (BIM) em projetos de construção tem potencial para melhorar não só o processo de construção, mas também a qualidade de processo e do controle, alterando a forma como os participantes do projeto interagem entre si. (NALU, 2010).

1.2 Justificativa

A pesquisa do tema foi motivada pela percepção de avanço em desenvolvimento de projetos com tecnologia BIM pelas empresas de projetos, mas a não existência de acompanhamento destes com os mesmos critérios usados durante a execução na obra. Toda preocupação com a qualidade do projeto, identificando pontos de possíveis conflitos ou interferências problemáticas, se perdem na obra com alterações feitas em campo por profissionais que não participaram do processo de desenvolvimento do projeto, ou que não estão preocupados em cumprir o cronograma.

É possível constatar que o potencial avanço obtido no desenvolvimento do projeto para melhorar a competitividade não é aproveitado no planejamento e na execução das obras. As empresas de construção civil de pequeno e médio porte esbarram, na utilização do conhecimento tecnológico, com a deficiência de informação e a falta de integração entre os atores envolvidos no processo de execução. Kazi *et. al*, (2007) comentam que a Tecnologia de Informação (TI) nas empresas de construção civil tem um grande potencial de aplicação.

A utilização correta e rotineira de tecnologia para controle de obras de médio e pequeno porte dinamiza a gestão de canteiro e contribui para a estratégia de desenvolvimento e tomada de decisão das diversas etapas da construção. A tecnologia BIM vem, assim, contribuir para o processo, ajustando com maior confiabilidade as variáveis encontradas durante a execução do trabalho.

1.3 Objetivo

Este trabalho visa realizar um estudo sobre a utilização de rotinas de controle de canteiro de obras integradas com *software* de planejamento de projetos e tecnologia BIM, buscando identificar a aplicabilidade em Pequenas e Médias Empresas que atuam na construção civil. O trabalho procura identificar como o uso desses sistemas impactam no andamento da obra, nos controles de cronogramas de custos, e na avaliação da qualidade final de acordo com o projeto idealizado, respeitando quantidades e qualidade na aplicação dos métodos construtivos e dos materiais empregados.

O estudo propõe-se a responder a seguinte pergunta: Como a tecnologia BIM, utilizando a evolução construtiva com o planejamento integrado com as etapas diárias definidas no planejamento físico financeiro, pode ajudar no controle da obra?

Objetivos específicos:

1. Compreender e identificar as dificuldades técnicas para a implantação e utilização do sistema em canteiro para controle efetivo dos recursos empregados;
2. Compreender e identificar a percepção de um grupo de gestores sobre o impacto das ferramentas de gestão de projetos e uso das tecnologias BIM no controle de obras;
3. Propor um processo de gestão para aplicação do sistema BIM como ferramenta de apoio para controle de obras baseado em informações detalhadas de projeto e planejamento específico;
4. Propor diretrizes de controle de obras em pequenas e médias empresas com o uso de programas BIM utilizado diretamente no gerenciamento da obra.

1.4 Metodologia

O trabalho proposto se divide em quatro etapas. Inicialmente foi feita a avaliação dos *softwares* disponíveis e acessíveis para o desenvolvimento do trabalho, as possíveis interações entre eles e avaliação das possibilidades de melhoria do sistema. Na segunda etapa, procurou-se identificar como que o lançamento dos projetos de arquitetura e engenharia deverá ser organizado no sistema e lançado para planejamento e controle dos serviços diários e sua evolução. Nesta etapa, foi realizada pesquisa da literatura internacional e nacional sobre as ferramentas de controle e acompanhamento de obras.

Na terceira etapa, para apoiar a proposta da integração total, foi realizada uma pesquisa e consulta sobre o uso da ferramenta BIM em escritórios de arquitetura e engenharia, com gerentes de obras, equipe de topografia e terraplanagem, administração e contabilidade, os envolvidos com compras, RH e TI. O entendimento e captação das informações destes profissionais, suas experiências e conhecimentos, junto com a concepção técnica e normas para execução dos serviços, deram subsídios para o melhor desenvolvimento da pesquisa proposta.

A pesquisa busca explorar e compreender como os profissionais enxergam o gerenciamento e controle de obras. Os resultados da pesquisa realizada com participantes da indústria da construção civil são apresentados no capítulo 3.

A pesquisa, realizada durante o ano de 2017, deu-se em duas fases. Inicialmente, foram realizadas entrevistas abertas com profissionais da construção civil para compreender alguns dos desafios do gerenciamento de obras de pequeno e médio porte na região em que cada respondente atua no Brasil. (tabela 1.1).

Tabela 1 Local das obras

Cidade	Quantidade	%
Marabá - PA	23	29,5 %
Parauapebas - PA	9	11,5 %
Altamira - PA	4	5,1 %
Belém - PA	9	11,5 %
Xambioá - PA	1	1,3 %
Conceição do Araguaia -PA	1	1,3 %
Itupiranga - PA	2	2,6 %
Palmas - TO	3	3,8 %
Goiânia - GO	7	9,0 %
Niterói - RJ	9	11,5 %
Rio de Janeiro - RJ	7	9,0 %
São Luiz - MA	2	2,6 %
Salvador - BA	1	1,3

Fonte: Esta pesquisa (2017).

Na segunda fase, como foco desta pesquisa, foi realizado um levantamento por meio da elaboração e aplicação de questionário on-line sobre o gerenciamento de obras com uso da tecnologia BIM, abrangendo profissionais de toda a cadeia da construção, sem se limitar aos gestores e pessoal de nível técnico. As perguntas foram feitas de forma a entender a percepção de gerenciamento dos participantes nas obras em que atuaram.

A classificação das empresas, segundo seu porte, foi feita de acordo com o número de funcionários e/ou conforme seu faturamento anual. O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) segue o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, instituído pela Lei Complementar 123, de 14/12/2006, que estabelece como limites para conceituar empresa de pequeno porte o faturamento a cada ano-calendário, com uma receita bruta superior a R\$240 mil e igual, ou inferior, a R\$ 2,4 milhões. Na classificação do porte de estabelecimentos segundo o número de empregados, o SEBRAE os classifica de acordo com a tabela 1.2 a seguir.

Tabela 2 – Definição de porte dos estabelecimentos segundo o número de empregados

Porte	Comércio e Serviços	Indústria / Construção
Microempresa (ME)	Até 9 empregados	Até 19 empregados
Empresa de Pequeno Porte (EPP)	De 10 a 49 empregados	De 20 a 99 empregados
Empresa de médio porte	De 50 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados

Fonte: Adaptado de SEBRAE SEBRAE-NA/ Dieese. Anuário do trabalho na micro e pequena empresa 2013, p. 17.

A quarta e última etapa da metodologia refere-se à construção de um método gerencial para integração da tecnologia BIM. Espera-se que a aplicação com o entendimento do método de apoio gerencial promova uma integração mais eficiente da equipe de execução de obras de pequeno e médio porte.

Para se formular um método de gerenciamento com tecnologia BIM, é necessário o pleno desenvolvimento de TI na empresa com estudos de caso de forma global, de acordo com a *Capital Project Technology Roadmap – FIATECH (2007)*.

Para fazer um comparativo eficiente do gerenciamento na realidade construtiva, a pesquisa de campo foi feita com base no emprego da tecnologia proposta em comparação a métodos já utilizados no gerenciamento e controle, com aplicação das entrevistas e pesquisas para entendimento das frustrações encontradas pelos profissionais e contratantes do setor da construção perante o andamento, desenvolvimento e aplicação dos custos de execução do objeto contratado.

A experiência profissional no desenvolvimento de projetos e controle de obras entrou como base de aplicação para pesquisa em campo. O cruzamento das informações nos dará

conceitos de gestão e controle da obra para a aplicação do sistema com eficiência, permitindo ajustes de acordo com a evolução do sistema.

1.5 Estrutura da dissertação

O trabalho é organizado da seguinte forma:

O capítulo 2 analisa a base conceitual do gerenciamento de uma obra e a necessidade efetiva deste gerenciamento ser eficaz dentro do âmbito da construção para manutenção da empresa, com a demonstração da função do gerenciamento de obras e sua importância dentro do espaço construído.

São apresentadas questões em relação a aplicação do gerenciamento considerando aspectos de competitividade e produtividade como critérios de decisão para o desenvolvimento dos serviços, evolução e crescimento empresarial. Também são abordados o conceito de gerenciamento eficaz e o uso do sistema de informação no gerenciamento de obras com uma descrição do cenário nacional de gerenciamento de obras em empresas de pequeno e médio porte.

Uma breve descrição de pesquisas e experimentos de tecnologia BIM aplicados em construção civil no Brasil e no exterior é apresentada para melhor entendimento do tema, e, no final do capítulo, são abordadas metodologias para gerenciamento de obras, descrição do BIM e revisão bibliográfica, descrição dos benefícios esperados na gestão de obras com apoio da tecnologia BIM, descrição de pesquisas e experimentos desenvolvidos nacional e internacionalmente com utilização de tecnologia BIM na construção civil, com avaliação do gerenciamento de obras nas empresas de pequeno e médio porte. Neste capítulo faz-se a análise do questionário aplicado e suas considerações.

No capítulo 3 é abordada a execução do gerenciamento de obras de pequeno e médio porte no Brasil, fazendo-se uma descrição dos níveis de gerenciamento nas empresas de construção civil, com a avaliação do uso desse gerenciamento nas empresas e demonstração e análise do questionário aplicado com os profissionais que atuam diretamente na execução de obras.

O capítulo 4 apresenta o método para aplicação em gerenciamento de obras com a utilização da tecnologia BIM e os aspectos gerais do desenvolvimento do método com os

benefícios esperados na gestão de obras. Em seguida, é apresentada uma proposta sobre um sistema de apoio para gerenciamento de uma obra de pequeno e médio porte.

No capítulo 5 é apresentada a organização do modelo CAD 5D BIM – aplicação do processo, com as etapas necessárias para o desenvolvimento do sistema e a organização do método proposto de aplicação, com a indicação dos requisitos iniciais de levantamento do local e estágio da construção, adaptação dos projetos e documentos do modelo 5D BIM, com a modelagem de banco de dados e custos, e a descrição do método para combinar a qualidade da estrutura de dados com o BIM. Na finalização do capítulo é apresentado o desenvolvimento do fluxo de aplicação 5D BIM para gerenciamento de qualidade, apresentação de um teste do modelo em um projeto residencial e considerações da aplicação.

O Capítulo 6 apresenta a conclusão do trabalho e possibilidades de estudos para desenvolvimentos futuros do tema, com uma análise do potencial de inovação representado pela aplicação desta tecnologia em manutenção preditiva em indústrias (6D).

2 BASE CONCEITUAL

Neste capítulo será analisada a evolução da tecnologia BIM e sua aplicação na construção civil: a obrigatoriedade da aplicação de um gerenciamento de obras e seu papel fundamental nas estratégias de desenvolvimento da cadeia produtiva da construção, bem como a necessidade de conhecimento diversificado do gestor.

2.1 A Função do Gerenciamento de Obra

O gerenciamento tem um papel fundamental na estratégia para empresas de construção, uma obra bem estruturada requer um gerenciamento eficaz, de fácil leitura e com possibilidades de análise instantânea que demonstre, em tempo, os andamentos dos serviços, suas etapas, seus atrasos, seus custos e suas possibilidades de avanço. Para efetuar esta análise, é preciso identificar claramente as nuances de cada etapa.

Profissionais especializados em compatibilizar projetos surgiram a partir da falta de uma coordenação natural e efetiva entre as várias especialidades envolvidas no produto desenvolvido. Gerenciamento de projetos e execução de serviços de arquitetura e engenharia são deixados à parte em empreendimentos de construção, levando à substituição do planejamento e do controle pelo “caos” e pela improvisação no processo. (FABRICIO e MELHADO, 2001).

Para gerenciar obras não é necessário somente o conhecimento específico de arquitetura e engenharia. É preciso saber sobre administração, movimentação financeira, utilização de logística, relacionamento humano, Direito civil e Direito aplicado à construção, meio ambiente, legislação específica e outros conhecimentos que influenciem o ambiente da construção. Conhecer estes temas beneficia o gerente em suas decisões e norteia uma melhor condução dos trabalhos. Para se gerenciar uma obra, a atenção aos diversos fatores que a influenciam determina o sucesso ou o fracasso do empreendimento.

A informação é fundamental dentro do canteiro de obras, sem ela a utilização e aplicação de qualquer sistema se tornam ineficazes. A aplicação da TI se torna indispensável na evolução do gerenciamento da obra no âmbito de operação e estratégico. A estrutura tecnológica passa a ser necessária e primordial para o desempenho e enriquecimento das melhorias obtidas pela confiabilidade do sistema empregado. Assim também, promove superação de barreiras para um controle dos serviços desenvolvidos onde as organizações passam a ter significativa dependência. (ALBERTIN e ALBERTIN, 2009)

2.2 A Importância de um Sistema de Gerenciamento

Toda atividade requer um espaço para desenvolvimento. A execução de obras de forma planejada e controlada proporciona melhorias do ambiente construtivo, de seu entorno e da cadeia de suprimentos envolvida. Cada item desperdiçado significa gasto acrescido de material, desperdício de mão de obra e atraso no desenvolvimento da edificação com reflexos significativos no orçamento.

Controlar a sequência da evolução da obra significa manter a obra dentro de sua previsão. Antever os problemas, atualizar as ações e corrigir as atividades envolvidas justificam os investimentos em controle dos itens planejados. Sem estas intervenções, a obra se desenvolve de acordo com um planejamento inicial conforme a experiência do gerente, que tem um papel de corrigir problemas quando estes aparecem. Para tal, os planejadores utilizam folgas no planejamento para recuperar os atrasos. Este artifício é corriqueiro, os executores se utilizam desta informação com uma frequência elevada e as obras são constantemente atrasadas, com orçamento bem acima do previsto.

Essa prática se instituiu de forma geral e é comum em execução de obra contar com os problemas causados pelos erros de planejamento e controle. Uma ferramenta com poder de mostrar a cada etapa a evolução física da edificação em 3D do planejado x orçado, pode garantir melhores práticas de construção e melhor desenvolvimento da cadeia produtiva da construção civil.

2.3 Gerenciamento eficaz: Aspectos de Competitividade e Produtividade

Para uma obra ter um gerenciamento eficaz é necessário que se faça um estudo dos fatores que influenciam nos serviços e que estes sejam identificados e priorizados de forma sistemática e coerente. Planejamento é a chave para uma obra ser competitiva e produtiva. Gerenciamento eficaz requer planejamento eficaz, organizado, estruturado com informações diversas sobre os produtos e serviços empregados, com definições específicas e dentro das normas técnicas vigentes. É necessário que o gerenciamento analise as estratégias de produção de canteiro, que viabilize as diretrizes construtivas do projeto com controle efetivo dos insumos aplicados.

Os edifícios seguem um padrão sequencial de construção, o que permite alguma variação dentro do escopo principal da edificação. Se este sequenciamento estiver programado de forma visual dentro do sistema gráfico proposto, a decisão de adiantamento de serviços ficará

restrita, mantendo a obra dentro do escopo planejado sem alterações significativas e com impacto de custo controlado.

Durante a execução do projeto, os resultados poderão requerer atualizações no planejamento e mudanças nas linhas de base. Isso pode incluir mudanças nas durações esperadas para as atividades, mudanças na produtividade e na disponibilidade dos recursos e riscos imprevistos. Essas variações podem afetar o plano de gerenciamento do projeto ou os documentos do projeto e exigir uma análise detalhada e o desenvolvimento de respostas apropriadas de gerenciamento de projetos. Os resultados da análise podem acionar solicitações de mudanças que, se forem aprovadas, poderão modificar o plano de gerenciamento ou outros documentos do projeto e talvez exigir a definição de novas linhas de base. Uma grande parte do orçamento do projeto será gasta na execução dos processos do grupo de processos de execução. (PMBOK, p. 55.)

O planejamento dos serviços aplicados na construção é feito por base de estimativas aplicadas pelo planejador dentro de suas experiências, informações de mercado e literatura específica. A estimativa é baseada de acordo com a previsão de durabilidade do evento/atividade de forma mais provável. Se a intenção for dar velocidade ao serviço, obviamente se a estrutura organizacional da empresa for compatível, o planejador poderá lançar o tempo de forma mais otimista aplicando um tempo menor para o evento/atividade. De forma inversa, se a intenção for avaliar o evento/atividade com uma durabilidade com uma folga maior, dentro da análise estrutural e capacidade da empresa, pode-se aplicar o tempo de forma pessimista, criando folgas para o término dos serviços.

Alterações propostas dentro de um planejamento são aceitas dentro de um contexto onde o custo-benefício da alteração seja comprovado, e os benefícios de cumprir os requisitos impostos de qualidade são primordiais dentro do contexto. Custos baixos com padrão mantido são interessantes para as partes envolvidas. O aumento da produtividade e lucratividade gera satisfação e garantia de sucesso do empreendimento.

A aplicação da Engenharia Simultânea para ganhos de produtividade e qualidade como padrão na gestão de projetos se baseia em três afirmações primordiais: atividades realizadas de forma simultânea; agentes envolvidos no processo integrados desde as etapas iniciais; e concepção orientada ao ciclo de vida do produto. (FABRICIO e MELHADO, 2001)

2.4 Sistema de Informação no Gerenciamento de Obras

Para se entender o planejamento estratégico com TI em uma organização, é fundamental entender os conceitos de Sistema de Informação (SI) dentro do conjunto empresarial.

MICHALOSKI (2001) define um sistema como componentes interconectados para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informações. O sistema BIM aplicado ao desenvolvimento e controle dentro do canteiro de obras, proporcionará uma dinâmica de entendimento e visualização das informações de forma a facilitar o gestor a tomar uma decisão fundamentada, para eventual alteração do planejamento de forma estratégica e corrigir falhas e proporcionar o andamento dos serviços conforme planejamento inicial, ou da melhor forma possível, seguindo os critérios propostos.

De acordo com Silva e Costa (2009, p. 309) “alcançar o sucesso através do uso adequado da TI é fundamental para todas as organizações. A TI é responsável por muitos benefícios quando usada como uma arma estratégica e pode ajudar os gestores de todos os níveis nas organizações”.

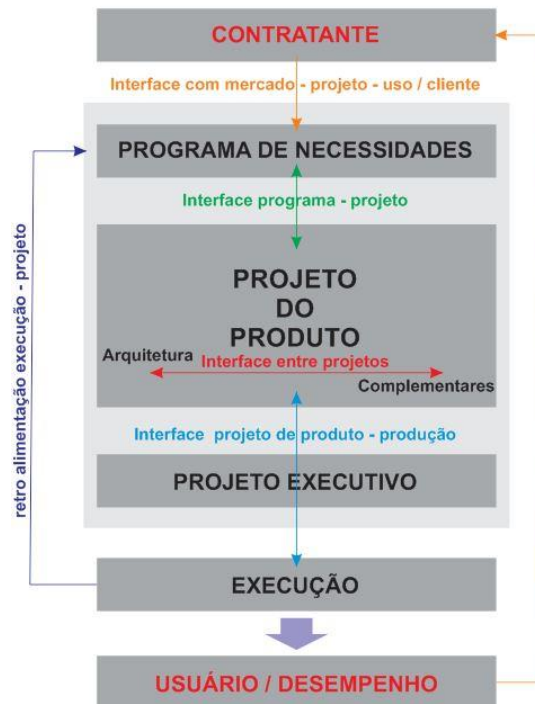
Silva e Costa (2009) entendem que o nível de informação e de decisão organizacional inclui o Nível Operacional com um centro de decisões que buscam os padrões estipulados e procedimentos tático ou gerencial, com decisões de nível técnico onde as decisões operacionais são aplicadas de acordo com os padrões estipulados e de forma estratégica, e de acordo com o planejamento da empresa, que define as ações de longo prazo.

As decisões gerenciais na construção civil de médio porte são na maioria das vezes feitas pelo gestor da obra com o auxílio eventual de ferramentas de SI, de acordo com um planejamento inicial. Mas as alterações que ocorrem no decorrer dos serviços são ajustadas e corrigidas alterando o curso programado e na maioria dos casos sem retroalimentação das informações no sistema. Quando os ajustes são muitos, influenciam de forma efetiva e altera substancialmente o planejamento. O gestor segue com o fluxo dos serviços e o comprometimento com o planejado/orçado vai se perdendo. A partir deste momento as decisões tomadas pela gerencia são as que envolvem correção imediata e na busca de minimizar as perdas, as informações geradas e armazenadas começam a não ser utilizadas e ficam perdidas dentro do sistema.

Para Jouini e Midler (2000), empreendimentos de construção agrupam três problemas interligados para a implantação do empreendimento, a saber: desenvolvimento do programa de necessidades, projeto do produto final com os projetos concebidos e detalhados, e o planejamento e execução das obras.

Fabricio e Melhado (2001) indicam que a utilização da Engenharia Simultânea (ES) na construção passa pela determinação de uma cooperação efetiva dos agentes do as interfaces determinantes citadas de colaboração no projeto, adicionadas de retroalimentação das fases de execução – interface com a obra, e de uso – interface com o cliente(Figura 2.1).

Figura 1 – Interface do processo de desenvolvimento de produto na construção de edifícios.



Fonte: Adaptada de Fabricio e Melhado (2001).

2.5 Gerenciamento de Obras na Construção Civil – Cenário Nacional

Os modelos de gerenciamento de pequenas e médias obras no Brasil seguem primordialmente conceitos básicos de controle. O gestor frequentemente é o próprio arquiteto ou engenheiro responsável técnico da obra, principalmente nas obras de pequeno porte. A utilização das tecnologias de controle e processos é deixada a margem do gerenciamento, sendo substituídas pelos ajustes diários dos serviços a partir de um planejamento básico inicial. O investimento em técnicas de gerenciamento é baixo em construções de médio porte e quase nulo em construções de pequeno porte. Em algumas obras de pequeno porte, foi-se verificado que os profissionais procuraram gerenciar os serviços, mas a grande maioria se perdeu antes mesmo da metade da obra, quando as atenções se voltaram tão somente para o gerenciamento técnico dos serviços de cada semana.

A implantação de sistemas de gerenciamento de obras e TI no Brasil encontra obstáculos de infraestrutura, diferenças culturais e, principalmente, de natureza econômica, uma vez que as empresas são, em sua maioria, de pequeno e médio porte, com estrutura limitada e orçamento reduzido. Empresas sem normas de procedimentos e sem protocolos definidos têm um alto nível de repetição e desperdício (SCHEER et al., 2007). O investimento para implantação dos

controles necessários não é tão expressivo comparado aos custos das obras onde será utilizado. O que dificulta a utilização do sistema é o investimento em capacitação da equipe e, principalmente, a própria contratação dos técnicos necessários para este controle. Nas empresas com menor corpo técnico, em sua maioria, o próprio sócio é o responsável técnico e gerencia as obras. Para tanto, utiliza apenas a sua experiência em administração de obras, pensando que este tipo de controle é suficiente para o controle dos serviços e que, para gerenciar, basta um computador para lançar as notas de recebimento e algum controle de utilização de materiais.

Em obras de médio porte, existe um nível maior de controle dos materiais e serviços. O gerente/engenheiro ou arquiteto acompanha o planejamento e faz suas devidas correções até onde o corpo técnico permite. Existem casos em que as correções dos gráficos de acompanhamento da obra são corrigidas posteriormente aos serviços concluídos, somente para apresentação ao escritório central ou ao cliente, quando este assim solicita. Este procedimento não gerencia ou controla a obra, apenas demonstra como foi executada e não serve de parâmetro para correções, pois estas foram lançadas posteriormente ao término do serviço.

2.6 Metodologias para Gerenciamento de Obras

A execução de obras é composta por um somatório de serviços executados com critérios desenvolvidos e aprimorados ao longo do tempo. O desenvolvimento da execução é definido de forma lógica e sequencial com uma linha principal de serviços – caminho crítico. Paralelamente a esta linha, são executados os serviços com menor influência sobre o tempo programado.

O processo de construção é composto por serviços primordialmente simples, mesmo assim a quantidade de informações e documentos gerados é substancial. São documentos de diferentes tipos como desenhos e especificações dos projetos, memorial descritivo, planilha orçamentária, planilha de controle de materiais, fotos e registros eletrônicos, normas técnicas, procedimentos construtivos, registros de reuniões e gráficos.

Em uma gestão de obra sem planejamento os resultados podem não ser efetivos e as consequências serão percebidas nos custos e no prazo. Serviços atrasados, avaliações comprometidas e a análise final dos resultados serão insatisfatórios. Mesmo empresas de menor porte desenvolvem obras simultâneas e sua coordenação é complexa e trabalhosa. Assim, uma metodologia de gerenciamento facilita o andamento e contribui para o desenvolvimento dos serviços.

De acordo com Nascimento e Santos(2003), a informação que circula dentro de um empreendimento é o instrumento que promove o bom desempenho do serviço. É um fator primordial para a geração de documentos, execução de tarefas e o desenvolvimento e propagação do conhecimento. Cuidar deste fluxo entre os *stakeholders* que compõe o processo é fundamental. A falta de informação na elaboração de documentos técnicos de projeto representa um grave problema na obtenção de maior produtividade e qualidade no setor (SCHMITT, 1993). Segundo SOILBELMAN e CALDAS (2001), quando grande volume de informação está circulando entre membros de um projeto, é fundamental garantir-se que estas informações sejam precisas e relevantes.

Gerenciamento de Projetos é fundamental para um resultado comprometido com a qualidade, e a referência, enquanto instituição, é o *PMI (Project Management Institute)* que elabora normas e padrões de desenvolvimento como o *PMBOK (Project Management BodyofKnowledge)*, largamente utilizado pelos gestores para organização e desenvolvimento das empresas.

O gerenciamento do tempo do projeto inclui os processos necessários para gerenciar o término do projeto que são: planejar o gerenciamento do cronograma, definir as atividades, sequenciar as atividades, estimar os recursos das atividades, estimar as durações das atividades, desenvolver o cronograma e controlar o cronograma. Este último é o processo de monitoramento do andamento das atividades do projeto para atualização no seu progresso e gerenciamento das mudanças feitas na linha de base do cronograma para realizar o planejado, (PMBOK, 2013).

Controlar o cronograma é o processo de monitoramento do andamento das atividades do projeto para atualização no seu progresso tendo em vista o gerenciamento das mudanças feitas na linha de base do cronograma para realizar o planejado. O principal benefício deste processo é fornecer os meios de se reconhecer o desvio do planejado e tomar medidas corretivas e preventivas, minimizando, assim, o risco.

De acordo com Prado (2004), o MMGP avalia o estágio de maturidade de uma empresa e estabelece um planejamento para o crescimento e o gerenciamento de projetos. Este estágio de maturidade e conhecimento que a empresa aplica para o desenvolvimento de suas obras refletirá diretamente no conceito de gestão que será utilizado para garantir o correto uso dos sistemas de gerenciamento e controle dos serviços.

2.7 BIM – Building Information Modeling

O que significa a tecnologia BIM? A BIM (*Building Information Modeling*) foi oficialmente traduzida no Brasil (NBR/ISO 12006-2 e NBR 15965) como ‘Modelagem da Informação da Construção’.

Com a tecnologia BIM (*Building Information Modeling* – Modelagem de Informações da Construção), é possível criar digitalmente um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção. Eles oferecem suporte ao projeto ao longo de suas fases, permitindo melhor análise e controle do que os processos manuais. Quando concluídos, esses modelos gerados por computador contêm geometria e dados precisos necessários para o apoio às atividades de construção, fabricação e aquisição por meio das quais a construção é realizada.” (EASTMAN, TEICHOLZ, SACKS e LISTON, 2011)

Em 1975 o extinto *AIA Journal* publicou o documento de Charles M. Eastman, o mais antigo de que se tem registro sobre o tema, e que trouxe os primeiros conceitos de tecnologia BIM (EASTMAN et al., 2011). Foram definidos conceitos isolados como interatividade de elementos de projetos, uniformidade de informações nos projetos, desenvolvimento de custos com estimativa de forma simplificada, atualização das alterações de forma automática nos projetos, trazendo melhorias para o planejamento das construções.

No Brasil, a tecnologia BIM se iniciou há aproximadamente 15 anos, quando, aos poucos, alguns escritórios de arquitetura implementaram os programas. Depois disso, vieram os projetos complementares, também atrelados ao BIM. Não adiantava ter somente uma parte da informação do sistema construtivo disponível em BIM. A implantação da tecnologia BIM em projetos de estruturas, elétrica, hidráulica, esgoto, prevenção de incêndio e demais projetos se torna essencial para o desenvolvimento completo do sistema BIM.

Entretanto, as construtoras continuavam suas obras da mesma forma. Tempos depois, a utilização do BIM em canteiro começou nas grandes obras com a contratação de arquitetos com *expertise* para tal, trazendo facilidade de leitura e entendimento dos projetos e mudanças mais ágeis e confiáveis.

Os sistemas CAD-BIM são desenvolvidos onde cada item inserido é um objeto e não uma linha representando um elemento. Este objeto possui parâmetros, informações detalhadas e atribuídas a ele, de onde estas podem ser extraídas, consultadas e modificadas de acordo com a necessidade do projetista. Estas informações permanecem ao longo do ciclo de vida do projeto/obra, podendo ser alteradas, complementadas e melhoradas durante o seu desenvolvimento e execução. Assim, a troca de informações é facilitada e analisada de forma confiável. Os agentes envolvidos no processo conseguem de forma integrada, automática e

simultânea, contribuir para a análise e tomada de decisão dos itens desenvolvidos dentro de cada etapa, ou de forma global.

Dentro do conceito de inovação de TI, a tecnologia CAD (*Computer Aiding Drafting*) é considerada a mais importante nas últimas décadas, oferece ferramentas de desenho e projeto, compartilhamento de informações de projeto, ferramenta de automação e banco de dados. Existem três gerações dentro da evolução desta tecnologia: Primeira geração, desenho com auxílio de computador; segunda, modelagem geométrica; e terceira, modelagem de produto (KALE & ARDITI, 2005).

A modelagem de produto, terceira geração, iniciou quase nos anos 90 onde o objetivo era buscar integração das informações dos desenhos com dados não geométricos como custo, peso material, fornecedor, dimensões e diversas outras características que se julgue necessária para classificação do objeto. A modelagem de produto no projeto de edificações é conhecida pelo termo BIM. O impacto mais visível dessa tecnologia sobre o processo de projeto é a forma pela qual ocorre a geração das informações. (SPERLING, 2002).

A tecnologia BIM é visualizada como uma ferramenta de coordenação de AEC (arquitetura, engenharia e construção), que se desenvolve mostrando ao operador os erros e omissões de um projeto, dando maior produtividade ao trabalho e suporte à gestão de segurança, custo e qualidade dos referidos projetos de construção. A tecnologia BIM incorpora os componentes do edifício de forma integral, incluindo geometria, espacial relacionamentos, propriedades e quantidades (ZUPPA, 2009). O BIM também pode gerar e manter a informação produzida durante todo o ciclo de vida de um projeto de construção, desde o projeto até a manutenção, e pode ser aplicado a vários campos (SEUNGHYUN, 2009).

O conceito BIM, de acordo com Eastman et al. (2011, p.13) é “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção”. Envolve tecnologias e processos que serão aplicados durante o ciclo produtivo da edificação, que ajusta os procedimentos de projeto dos *stakeholders* da AEC, permite que os esforços empregados na prática de projeto se unam em um modelo unificado da construção. Os empreendimentos com desenvolvimento em BIM aprimoram as diversas fases de desenvolvimento de projeto e facilita um desenvolvimento eficaz para os resultados esperados, evidenciados na contratação dos serviços de arquitetura e engenharia, proporcionando melhor desenvolvimento da construção.

Sistemas de modelagem paramétrica variam em função das características pré-definidas e embutidas nos objetos e na capacidade de os objetos paramétricos estarem alojados em grandes montagens parametrizadas que suportem extensa quantidade de objetos de diferentes complexidades. Estas capacidades podem resultar em variação no desempenho e na escalabilidade (scalability) de

projetos que envolvam um grande número de instâncias de objetos e regras. (EASTMAN et al., 2008). (apud ANDRADE e RUSCHEL, 2009).

A ABNT criou uma Comissão de Estudo Especial com o número ABNT/CEE-134 – Modelagem da Informação da Construção com normas já publicadas, **NBR ISO 12006-2:2010 Construção de edificação** — Organização de informação da construção Parte 2: Estrutura para classificação de informação; **NBR 15965-1:2011** Sistema de classificação da informação da construção Parte 1: Terminologia e estrutura; **NBR 15965-2:2012** Sistema de classificação da informação da construção Parte 2: Características dos objetos da construção; **NBR 15965-3:2014** Sistema de classificação da informação da construção Parte 3: Processos da construção.

2.8 Revisão Bibliográfica – aplicação do BIM

A utilização de *Building Information Modeling* (BIM) é atualmente a melhor técnica de desenvolvimento de projetos que usa modelos em 3D, o produto é desenvolvido de forma inteligente, utilizando elementos parametrizados com todas as informações de cada objeto. A partir deste modelo, adicionamos o fator tempo ao projeto, relacionando informações de prazos de início e término do evento (4D), e informações de custos dos insumos aplicados no item/serviço (5D). A tendência de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia atual é o uso do BIM, sua utilização está crescendo de forma exponencial e os escritórios que não aplicam esta tecnologia estão ficando defasados em produtividade e qualidade do produto final. Sua aplicação em canteiro de obras tem por objetivo aumentar a eficiência nas fases de construção e de operação do ativo.

Muitas dimensões de dados inteligentes podem ser vinculadas ao modelo 3D, então nD representa o estado das disponibilidades de informações múltiplas. O modelo 5D CAD inclui modelo 3D, 4D (tempo) e 5D (custo). Os estudos pesquisados sobre CAD 5D limitaram-se a descrições de conceito ou geração automática de quantidade. Nenhuma tentativa foi feita para explorar outras funções possíveis do CAD 5D, como o custo do projeto e controle de cronograma. Por um lado, o controle do projeto requer uma ampla coleta de dados e análises, e os sistemas atuais de controle de projetos auxiliados por computador são limitados em sua função de controle de custos devido às dificuldades em coletar dados (WANG et al., 2014).

A eficácia das informações de aplicações que utilizam o sistema BIM é avaliada de forma distinta no âmbito educacional ou industrial. O Sistema BIM é descrito como uma

tecnologia que aprimora o desempenho dos projetos desde sua idealização até sua conclusão e emissão dos documentos técnicos gerados.

A tecnologia BIM é relativamente recente, os trabalhos mais comuns referenciam as vantagens do desenvolvimento dos projetos com esta tecnologia e incrementam a documentação gerada. As revisões necessárias dos projetos têm uma velocidade executiva significativamente maior e com precisão confiável. Sabemos, também, das vantagens de compatibilização dos diversos projetos envolvidos na construção de uma edificação, onde as interferências são sanadas ainda na fase de projeto, buscando aperfeiçoar sua execução e reduzir o retrabalho. Outra vantagem é a parametrização dos objetos com a utilização das referências de fabricantes, custos, quantidades e, até desempenho térmico do ambiente construído.

Temos também trabalhos que realizam suas pesquisas em edifícios construídos ou que passam por *retrofit*, ou foco na distância que existe entre a indústria da construção e outras indústrias que fazem parte da cadeia produtiva.

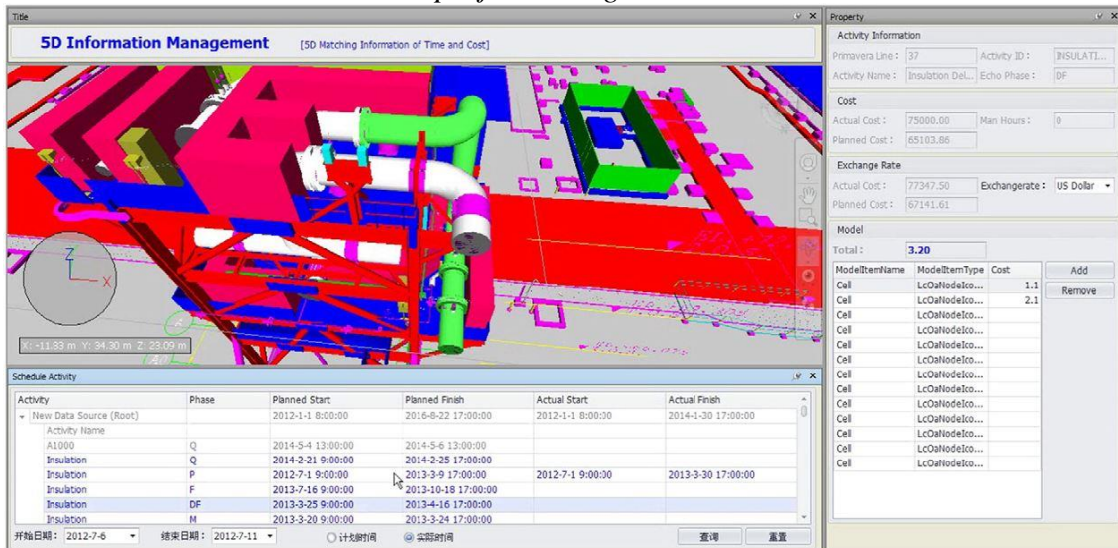
WANG (2014) desenvolveu pesquisa iniciada pela *Woodside Energy Ltd*, realizada em conjunto com a Universidade *Curtin* e a Universidade *Huazhong* de Ciência da Tecnologia. A pesquisa estudou a aplicação em um módulo selecionado de um projeto de Gás Liquefeito Natural (GNL).

O sistema piloto consiste em três funções principais:

- (1) integração e pesquisa de informações,
- (2) simulação 5D e
- (3) relatórios de progresso de planejamento periódico.

Na Figura 2.2 vemos em destaque trecho analisado por Wang: a primeira função integra todas as cinco dimensões dos dados do projeto e facilita a recuperação da informação. Sua interface de usuário consiste em um painel gráfico geométrico 3D (superior esquerdo na Fig. 2.2), painéis mostrando o cronograma (inferior esquerdo na Fig. 2.2) e a informação de custo (direita na Fig. 2.2). Diferentes cores nos gráficos 3D representam o status da sua construção, como projetado, adquirido, instalado ou comissionado. O painel inferior esquerdo mostra as informações da programação.

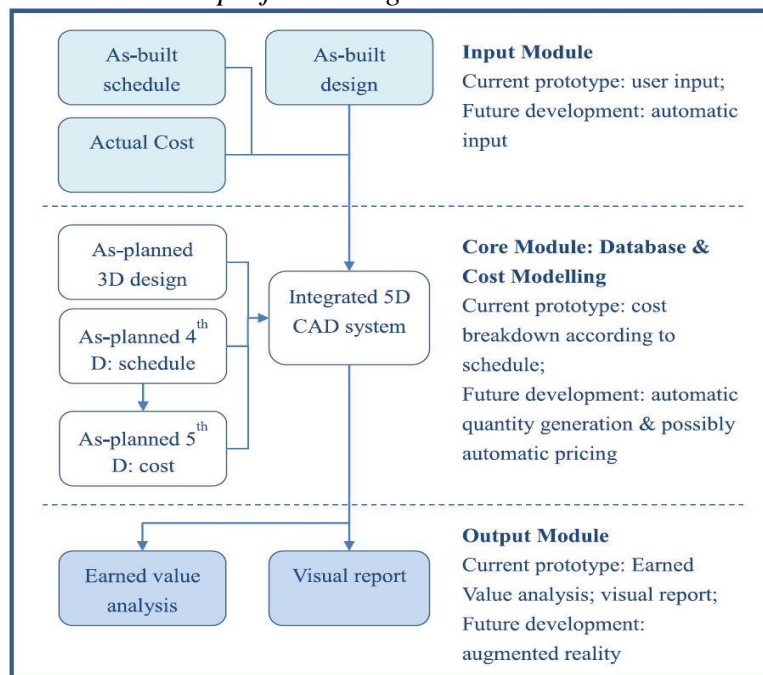
Figura 2 – Automation in Construction - An innovative method for project control in LNG project through 5D CAD:



Fonte: A case study – WANG et al, 2014 pg. 131 - journal homepage: www.elsevier .com/locate/autcon.

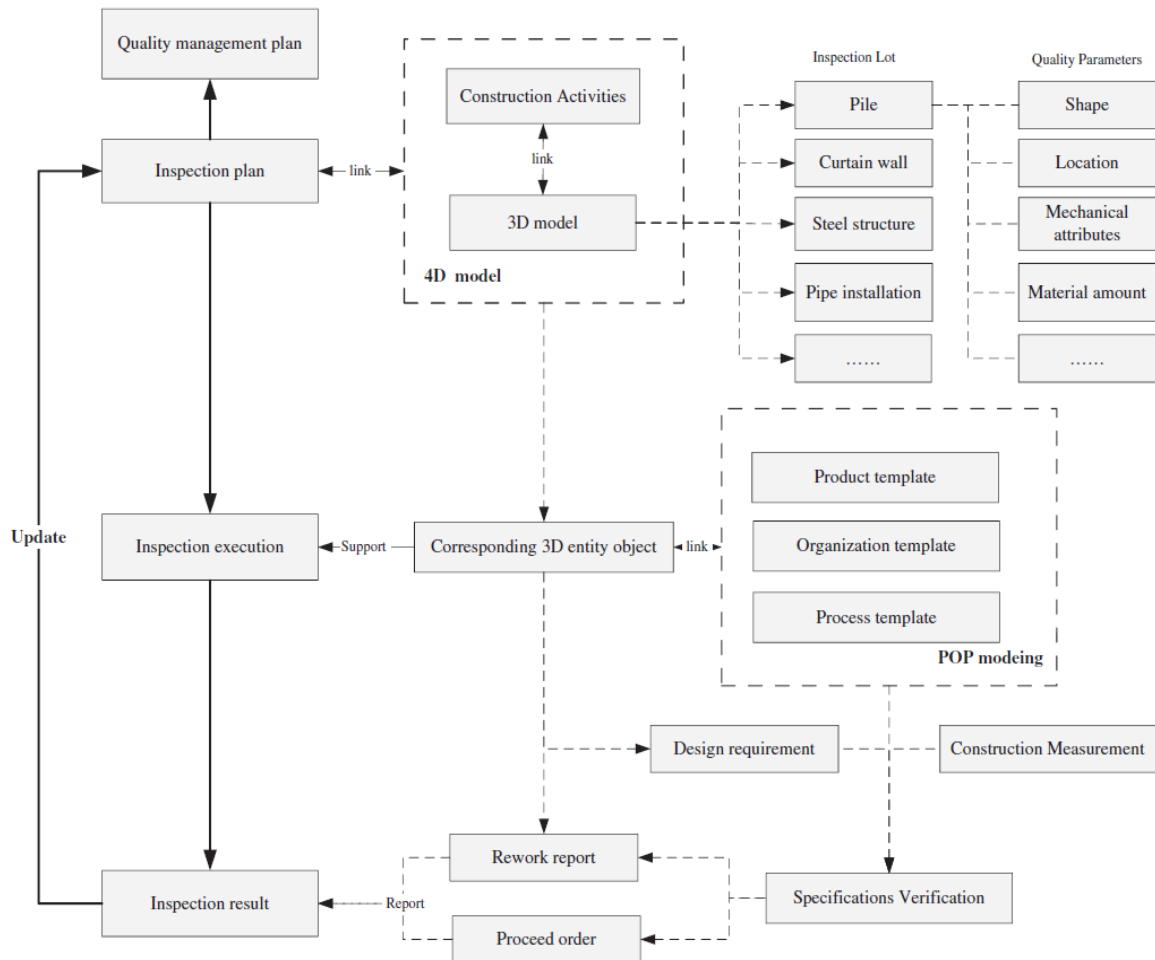
A Figura 2.3 mostra o diagrama conceitual da arquitetura do sistema. Essencialmente, o design 3D e as informações da programação do 4D no módulo selecionado de um projeto de GNL foram complementadas com as informações de custo do 5D para construir um sistema CAD 5D integrado na proposta de Wang.

Figura 2 – Automation in Construction - An innovative method for project control in LNG project through 5D CAD.



Fonte: A case study (WANG et al, 2014 pg. 130).

Figura 3– Demonstração do modelo de processo geral para um plano de inspeção de qualidade utilizando um Modelo BIM quality.



Fonte: Chen e Luo, (2014).

Chen e Luo(2014) fizeram a demonstração do processo geral para um plano de inspeção de qualidade utilizando um Modelo BIM *quality* (Figura 4.2). Na primeira etapa, o plano de controle de qualidade é desenvolvido baseado em um plano de trabalho, plano de inspeção e as características do projeto. Na segunda etapa, é feita uma lista de verificação de qualidade correspondente e retirada do modelo 5D baseado em BIM, de acordo com classificações de trabalho e o processo de atividades de construção, quando solicitado por um contratado. Em terceiro lugar, é feita a inspeção e registradas as informações de campo e os resultados do teste exigidos na lista de verificação. Em quarto lugar, o objetivo é fazer a comparação entre os requisitos de projeto e os resultados da construção que deve ser gerado automaticamente. Na etapa seguinte, as decisões são tomadas para aceitação dos serviços e proceder ao próximo processo ou rejeitar o lote averiguado e emitir uma falta de conformidade no relatório com requisitos específicos do BIM-based model de qualidade. Por último, o trabalho de inspeção

resulta em um *feedback*, que está refletido no modelo. Posteriormente, o modelo e o plano de inspeção são atualizados.

2.8.1 Benefícios esperados na gestão de obras com uso da Tecnologia BIM

A tecnologia BIM é benéfica na preparação de agendamentos e estimativas, rastreamento e gerenciamento de mudanças, e gerenciamento de logística do site (ASLANY, 2009). Decisões mais completas das partes interessadas de um projeto podem ser feitas devido à comunicação aberta, disponível no momento da consulta, à possibilidade de ajuste de dados após a fácil verificação dos requisitos de *design* e desempenho. Tudo isto pode ser analisado através do BIM (W.R. ZOLLINGER, 2010).

A tecnologia BIM aplicada ao controle de processos amplia e aprimora a qualidade final de um projeto com destaques para:

- A comunicação dos *stakeholders* envolvidos no projeto é visivelmente melhorada com eficiência e precisão de informações;
- A geração automática de engenharia e documentos produzem informações precisas e consistentes;
- A redução de custos e proporciona maior velocidade na execução dos serviços com a simulação e otimização dos processos;
- Os documentos gerados são desenvolvidos automaticamente e com informações completas e precisas, onde uma alteração de uma parte do documento resulta em alteração em todo o documento onde o elemento está inserido;
- Os conflitos são praticamente eliminados e a coordenação de documentos confiáveis com redução dos erros e aumento de produtividade é viabilizada;
- No gerenciamento das instalações, o tempo de manutenção e o custo aplicado são reduzidos, o que produz informações importantes e adequadas.

As pesquisas desenvolvidas sobre tecnologia BIM concordam que esta pode ser útil para melhorar a qualidade do projeto e que mais projetos provavelmente usarão o BIM no futuro para passar informações da fase de desenvolvimento e projeto até o desenvolvimento construtivo e a entrega final. Entretanto, não existe uma orientação clara sobre o uso do BIM para melhorar a qualidade (Y. ARAYCI, 2011).

Em vista disso, é proposto a aplicação de um sistema de gerenciamento 5D baseado em BIM para o gerenciamento da execução e qualidade na fase de construção, que pode beneficiar o produto e assegurar informações consistentes e precisas sobre o projeto até a fase final da construção e entrega dos serviços. O desenvolvimento de projetos com tal modelagem fornece vistas tabulares de componentes, características e interações entre os seus elementos, tais como: nome, tipo, atributos relacionamentos e meta dados (ZOLLINGER, 2010). Os diversos dados gerados para cada etapa da construção e desenvolvimento do produto podem ser usados como base para avaliar automaticamente o significado dos desvios entre o projeto concebido e o resultado obtido em cada etapa analisada, ao invés de avaliar manualmente desenhos individuais, alterar e corrigir ordens de execução.

Sua utilização proporciona, também, um controle substancial do processo durante a construção, e a percentagem de conclusão de cada atividade, no cronograma de construção, pode ser continuamente vista na aplicação BIM (CHANGMIN, 2012). Desta forma, as verificações de qualidade dos serviços analisados podem ser programadas logo após a conclusão de um serviço, e antes do início do próximo, transformando o processo de verificação de qualidade adequado e consistente com o processo de construção.

Outro ponto positivo é a colaboração entre os *stakeholders*, a utilização e a tecnologia BIM em projetos de construção têm o efeito de promover melhor desempenho no processo executivo, que proporciona aos participantes do processo de decisão na equipe a possibilidade de colaborem de forma mais precisa e eficiente, ao invés de utilizar processos considerados tradicionais (ZOLLINGER, 2010). A quantidade de informação, o controle e o campo de aplicação e utilização da tecnologia BIM se mostram extensos, gerando importantes informações e critérios para a programação dos serviços até que se alcance o resultado final esperado em cada etapa.

O uso de informações BIM quando combinado com outras tecnologias avançadas é, assim, um fator relevante de desenvolvimento. Estas tecnologias avançadas conectam as entidades digitais às físicas (X. WANG, 2013), e sendo possível, também, utilizar a combinação do BIM com outras tecnologias como AR (realidade aumentada) para o gerenciamento de defeitos de qualidade (C. PARK *et al*, 2013).

2.8.2 Pesquisas e Experimentos

Em 1975, o extinto *AIA Journal* publicou o documento de Charles M. Eastman, o mais antigo de que se tem registro, o qual trouxe os primeiros conceitos da tecnologia BIM

(EASTMAN et al., 2011). Foram definidos conceitos isolados como interatividade de elementos de projetos, uniformidade de informações nos projetos, desenvolvimento de custos com estimativa de forma simplificada e atualização das alterações de forma automática nos projetos com melhorias para o planejamento das construções.

A utilização da tecnologia BIM nos EUA teve um aumento de 28% em 2007 para 49% em 2009, e chegou a 71% em 2009 (McGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2012). No Japão, a utilização do sistema chega a 80%, na Europa atinge 41%, na Austrália 50% e no Brasil, 40% das empresas estão em fase de implantação (McGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2014).

Muitas instituições internacionais e governos têm investido, nos últimos anos, em pesquisas em BIM. Entre as organizações internacionais e os mecanismos que garantem sua implementação, pode-se citar: *International Alliance of Interoperability (IAI)*; *National Institute of Building Sciences (NIBS)*; *Associated General Contractors of America (AGC)*; *Construction to Operations Building Information Exchange (COBIE)*; *General Service Administration (GSA)*; *International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)*; *Erabuild Funding Organizations, (VTT)*; *Eurostep, Rambøll, Virtual Construction (VIRCON)*. Além do mais, em alguns países, órgãos governamentais têm incentivado o uso maciço do BIM, seja por meio de investimentos em agências de pesquisa (como é o caso do GSA, nos Estados Unidos, da *Senate Properties* na Finlândia e da INNOVA na Europa), seja por meio de regulamentações para a construção, ou por meio de fóruns de discussões sobre o uso da tecnologia BIM (ANDRADE e RUSCHEL – SBQP, 2009).

No Brasil as pesquisas sobre BIM são muito recentes, trabalhos que abordam objetos paramétricos, IFC, Interoperabilidade e colaboração digital estão presentes em diversos congressos e eventos nacionais a mais de uma década. Porém, publicações com pesquisas que abordam a terminologia BIM são bem recentes (ANDRADE e RUSCHEL – SBQP, 2009).

Segundo a *McGraw-Hill Construction* (2014), 40% das empresas que responderam à pesquisa efetuada se encontram em nível médio de desenvolvimento de sistema BIM, sendo que 70% destas empresas vêm usando BIM há um ou dois anos. Algumas licitações para contratação de projetos e obras em BIM já ocorrem no Brasil, como é o caso, por exemplo, da obra da Unidade Operacional da Bacia de Santos e dos projetos no Metrô de São Paulo.

Uma comissão de Norma da ABNT vigente para estudos e desenvolvimento é a de número ANBT/CEE-134: Comissão de Estudo Especial – Modelagem da informação da construção que está instalada desde 2009 com as seguintes normas publicadas:

- **NBR ISO 12006-2:2010 Construção de edificação** — Organização de informação da construção, Parte 2: Estrutura para classificação de informação

- **NBR 15965-1:2011** Sistema de classificação da informação da construção, Parte 1: Terminologia e estrutura
- **NBR 15965-2:2012** Sistema de classificação da informação da construção, Parte 2: Características dos objetos da construção.
- **NBR 15965-3:2014** Sistema de classificação da informação da construção, Parte 3: Processos da construção.

Existem poucos estudos sobre 5D CAD até hoje. Alguns estudos somente fizeram a descrição de como 5D CAD pode funcionar, desenvolvendo somente o conceito do sistema. POPOV *et al*, (2010), descreveram o conceito de um sistema de estimativa assistido por computador (SAS) que poderia gerar uma estimativa com "um clique". No entanto, não houve relato de aplicação em qualquer projeto. HAQUE e MISHRA (2007) fizeram, também, uma proposta para desenvolver um método de um modelo 5D sem que se fizesse teste em projetos reais.

Dessa forma, somente as informações de custos foram exibidas no Modelo 4D. Com este procedimento, haveriam apenas funções apresentadas de forma limitada com a dimensão do custo. Shen e Issa (2010) fizeram a comparação do desempenho de ferramentas utilizando o detalhamento das estimativas com a utilização do sistema BIM, utilizando desenhos 2D tradicionais e planilha eletrônica. Neste estudo, foi identificado que a estimativa feita pelo BIM demonstrou um desempenho superior, quando comparadas flexibilidade, eficiência e precisão em relação aos métodos com estimativas tradicionalmente utilizadas. Alguns outros estudos desenvolveram seus modelos 5D aplicados a alguns projetos reais. Algumas evidências mostraram que a estimativa de custo assistida pela tecnologia BIM teve melhor desempenho do que os métodos de estimativa tradicionais (SHEN e ISSA, 2010). Ainda não temos as aplicações do sistema CAD 5D em sua totalidade.

Wanget *al* (2014) descrevem que, baseado em conhecimentos da indústria, um sistema adequado de controle de projeto deve integrar o controle de custos e o controle de progresso, e simplificar e automatizar os processos de coleta de dados para estes serem aplicados em todos os tipos de obras de construção. Também afirmam que as análises dos sistemas de controle de projetos foram baseadas nestes critérios e que uma série de sistemas de controle de projetos baseados em computador foi proposta e testada. Foram descritos, nos estudos de 13 sistemas de controle de projeto e o tipo de trabalhos em que foram aplicados. Identificou-se que a maioria dos sistemas, 9 de 13, é destinada ao controle de cronograma. Essencialmente, eles envolveram

a comparação, automática ou não, entre um sistema autônomo-planejado e um sistema autônomo-cronogramas construído.

Wanget *al* (2014) utilizaram dois métodos de investigação: análise de pesquisas e estudo de caso de forma integrada. A pesquisa foi motivada e desenvolvida de forma parcial por uma empresa privada, a *Woodside Energy Ltd*, impulsionada pelas necessidades prioritárias da indústria.

Primeiro, foi desenvolvido um sistema de protótipo 5D com base no estudo de grupo e com foco nos parceiros da indústria. Faziam parte do grupo gerentes de construção, gerentes de projetos, topógrafos, especialistas BIM e acadêmicos, todos com experiências substanciais na indústria. Neste grupo, foram feitos questionamentos em forma de pesquisa qualitativa sobre suas percepções, opiniões, crenças e atitudes em relação a um produto, serviço, conceito, propaganda, ideia ou embalagem. Foram desenvolvidos produtos e processos fundamentais através desta abordagem nos projetos de Gás Natural Liquefeito (GNL), e os potenciais benefícios técnicos e econômicos foram explorados para a utilização das ferramentas 5D. Foram feitas perguntas de forma interativa ao grupo onde os participantes convidados da companhia do proprietário poderiam falar de modo que a informação fosse absorvida e trouxesse maior entendimento sobre a modelagem e o processo de controle do custo da indústria de GNL etc. Em seguida, estão as sugestões no grupo de análise sobre como a integração 5D pode ser melhor utilizada no processo de trabalho e prática:

- A quantidade inicial necessária detalhada e a estimativa dos custos das funções de um modelo BIM deve ser melhorada;
- O custo do projeto e o desempenho da programação devem ser monitorados e controlados;
- A análise do valor acumulado deve ser conduzida e analisada com base nos dados do campo;
- Cenários alternativos de várias melhorias preliminares podem ser simulados para decisões sobre a melhor opção;
- A melhor estratégia de provisionamento deve ser apoiada;
- A qualidade da construção e gestão das instalações/desempenho de manutenção devem ser melhoradas.

3 AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE OBRA EM EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

Neste capítulo, abordaremos como é executado o gerenciamento de obras de pequeno e médio porte no Brasil, com definição dos níveis de gerenciamento nas empresas de construção civil. Será feita a avaliação do uso desse gerenciamento nas empresas, e a demonstração e análise do questionário aplicado.

3.1 O gerenciamento de obras de pequeno e médio porte no cenário brasileiro

No cenário econômico brasileiro, a construção civil se posiciona com grau de influência considerável. O setor da construção civil movimenta despesas de pagamentos a funcionários de 25,49 bilhões de reais, correspondendo a uma média de 2,6 vezes o salário mínimo e 5,1% do PIB, (PAIC, 2008 *apud* MICHALOSKI).

Os maiores problemas para implantação de gerenciamento dentro da indústria da construção civil em empresas de pequeno e médio porte vêm da falta de recursos aplicados. Os gestores têm a preocupação principal de executar os serviços dentro do sequenciamento lógico programado, sem a visão de aprimorar o planejamento para antever as possíveis falhas de andamento, com programação detalhada dos recursos necessários para a execução das tarefas. Moraes *et al* (2004) dizem que os custos para implantação de sistemas informatizados nas empresas representam um custo elevado para seus negócios.

Mudança de fatores econômicos e a alta disputa pela manutenção da empresa atuando dentro do mercado da construção civil, e que incidem diretamente nas contratações dos serviços, influenciam os líderes a investir em tecnologia para melhorar a integração dos setores, melhoria organizacional e controle de custos com mudança comportamental e aplicação de processos no planejamento e execução dos serviços. Esta mudança é feita de forma gradual, mas mesmo empresas que implantam sistemas de gerenciamento não o utilizam de forma integral, e muitas informações são feitas de forma convencional. Ao posteriormente registrar-se o fato para atualizar o sistema, pode-se tomar decisões que prejudicam os serviços, levando a possíveis erros de interpretação e erros na execução dos serviços que levam à alteração do resultado final, o que gera custos, atrasos e comprometimento da qualidade do produto.

Definição dos níveis de Gerenciamento

De acordo com a estrutura organizacional das empresas de construção, os níveis e a hierarquia gerencial vão se expandir ou se retrain. Empresas de menor porte tendem a acumular funções dentro dos setores específicos e, em alguns casos, as responsabilidades dos departamentos são acumuladas por um único gestor. Os processos internos de uma empresa dependem fundamentalmente de sua formação, estrutura de funcionamento e de suas estratégias (MASCARENHAS & VASCONCELOS 2004).

Nas empresas de construção civil, e principalmente no canteiro de obras, as funções são frequentemente acumuladas pelo arquiteto ou engenheiro responsável. À medida que a obra aumenta seu porte e complexidade, as responsabilidades de controle e aplicação secundárias dentro dos processos são divididas. Ainda assim, o gestor permanece com responsabilidades que poderiam resultar em melhor desempenho com a aplicação de sistemáticas de controle a partir da aplicação de uma estrutura de controle específica. Esse controle é aceito mais ou menos facilmente, de acordo com os aspectos específicos de cada empresa, como, por exemplo, algum tipo de restrição por parte de algum membro da organização em relação ao controle e ao monitoramento (MASCARENHAS & VASCONCELOS, 2004).

Em uma obra de pequeno porte, o responsável técnico geralmente utiliza um encarregado ou um técnico para auxiliar na relação de compra de materiais, recebimento e armazenamento. Quando isso ocorre, o colaborador é desviado de sua função principal. Em obras de porte médio, esta função pode ser passada para um auxiliar administrativo ou para um almoxarifado. As funções de gerenciamento técnico e controle de aplicação de insumos, bem como o fluxo dos serviços, permanecem sobre responsabilidade do gestor, que transfere, em alguns casos, para o encarregado geral. O controle específico dos serviços é acompanhado por planilhas e programas de gerenciamento, mas de forma a demarcar o início e o fim das atividades através de ajustes parciais ou totais nos prazos de compras e na execução dos serviços. Faz-se necessário um acompanhamento mais detalhado do processo de compras, estoque, aplicação e conclusão das etapas dentro do fluxo de serviços até a conclusão da etapa programada.

3.2 Avaliação do uso de Gerenciamento de Obras em empresas de pequeno e médio porte

Para entendimento de como o mercado enxerga o gerenciamento e controle de obras, foi elaborada pesquisa com participantes da indústria da construção civil com perguntas simples para abranger toda a cadeia da construção, sem que esta se limitasse aos gestores e pessoal de nível técnico.

O instrumento de pesquisa utilizado foi um questionário, elaborado pelo autor, com o objetivo de explorar os problemas relacionados ao gerenciamento de obras e o uso da tecnologia BIM. O questionário foi aplicado no segundo semestre de 2017. Obteve-se um total de 87 respondentes, dentre arquitetos, engenheiros, empreiteiros, proprietários, técnicos e executores. Este questionário foi distribuído em links via redes sociais e e-mail para profissionais da área com solicitação de encaminhamento para seus colegas atuantes, e foi, também, impresso e entregue em obras visitadas.

A seguir, é apresentada a análise do questionário e dos resultados encontrados com sua aplicação. Optou-se por manter esses itens no mesmo capítulo para facilitar a apresentação do tema.

Análise do Questionário

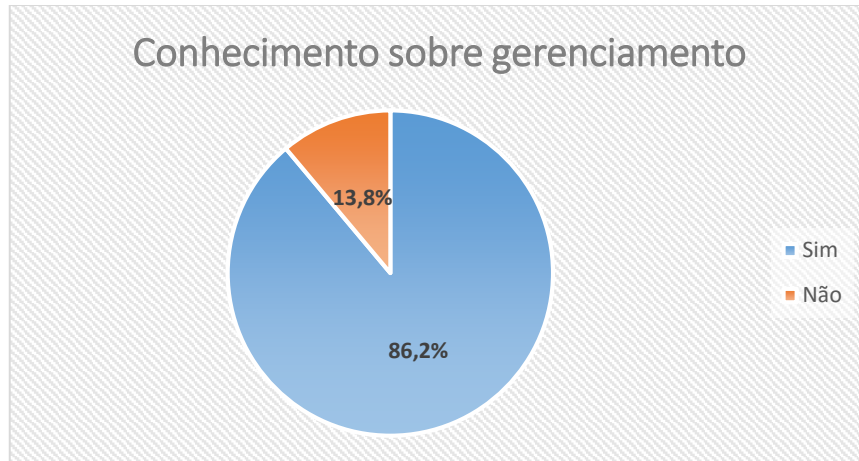
No início da pesquisa (apêndice A), foi feita uma introdução com a descrição da pesquisa, com o objetivo de incentivar o participante a concluir todo o questionário, de forma a evitar questionários incompletos.

A primeira pergunta foi feita para se obter o consentimento do participante em concluir o questionário. Aceitaram participar da pesquisa 87 pessoas, entre arquitetos, engenheiros, empreiteiros, proprietários, técnicos, executores de diversos níveis de escolaridade e estagiários.

Os problemas na gestão de obras ocorrem por diversos fatores. Mesmo os participantes trabalhando nesse ramo de atividade, foi possível verificar, como apresentado na Figura 3.1 (a seguir), que um pouco mais de 13% dos entrevistados consideraram não ter conhecimento sobre sua própria forma de gerenciamento. Dessa forma, observamos que a falta de entendimento sobre o tópico, por parte de alguns agentes envolvidos, pode promover ações executivas fora dos procedimentos ideais durante o processo construtivo.

Na segunda pergunta, a intenção era saber se o participante tinha algum conhecimento sobre gerenciamento de obras e suas aplicações. Nesta etapa tivemos 75 respostas positivas (86,21%) e 12 negativas (13,79%)(Figura 3.1).

Figura 5 – Conhecimento sobre gerenciamento de obras.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

Na pergunta 03 foi dada uma descrição geral sobre gerenciamento de obras para quem respondeu que não tinha conhecimento sobre gerenciamento. Foi dito o seguinte: “Gerenciar uma obra significa administrar, simultaneamente, o cumprimento do cronograma e a previsão financeira, gerindo profissionais que têm formações e práticas diversas. Quem assume essa função deve dominar custos, contratos, prazos, ser organizado e um bom gestor de pessoas” (PMBOOK, 2013).

Figura 6 – Respondentes que não tinham conhecimento sobre gerenciamento.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

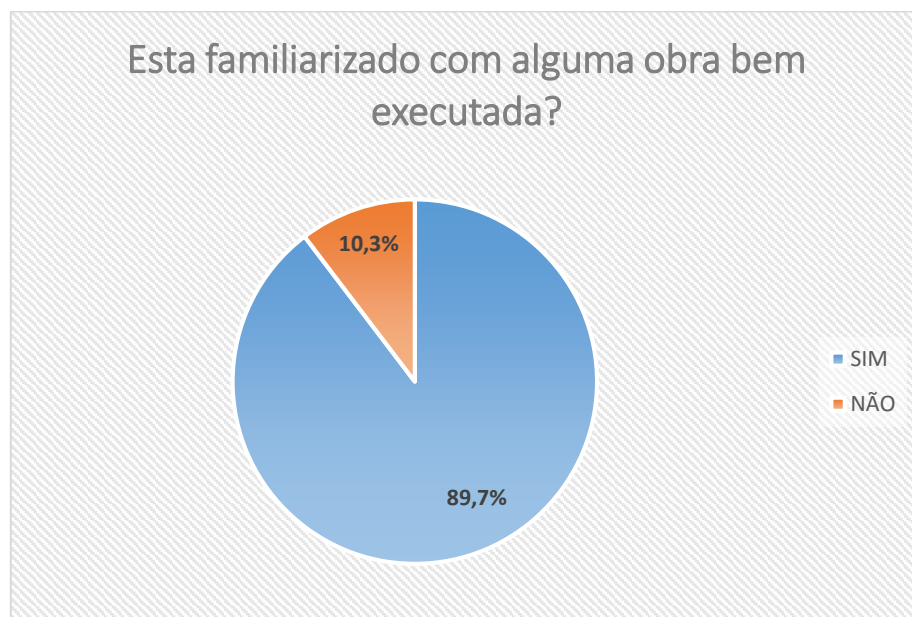
Em seguida, foi dada a opção de prosseguir ou encerrar caso a pessoa não tivesse certeza sobre o entendimento da pesquisa. Dos 12 participantes que responderam que não tinham

conhecimento, oito prosseguiram (66,7%). Nota-se que 2/3 dos respondentes que não tinham um conhecimento específico entenderam a explicação e se sentiram seguros para prosseguir com o questionário(Figura 3-2).

Mais uma vez, mesmo pessoas trabalhando nesse ramo de atividade (um pouco mais de 10% dos entrevistados) consideraram não terem conhecimento sobre sua forma de gerenciamento, e a falta de entendimento destas pessoas pode promover erros e conflitos dos serviços no futuro.

A pergunta 04 foi feita para saber se o participante teve alguma experiência com uma obra classificada com tendo um bom resultado. Deram continuidade 78 participantes nesta etapa(89,7%) e nove interromperam o questionário(10,3%)(Figura 3.3).

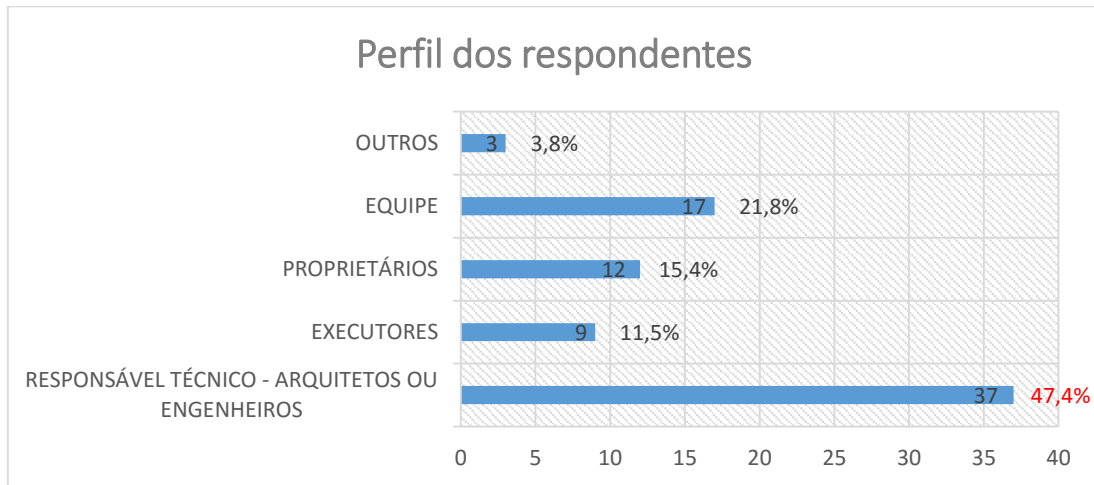
Figura 7 – Conhecimento sobre obras.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A pergunta 05 identifica como foi a participação da pessoa na obra em questão. Esta pergunta nos dá o perfil dos participantes. Dentre os participantes, tivemos: 37 arquitetos ou engenheiros – 47,4%; nove executores – 11,5%; 12 proprietários – 15,4%; 17 integrantes de equipe como técnico de edificações, encarregado – 21,8%; e três foram classificados como ‘outros’: almoxarife, secretária e compras – 3,8%(Figura 3.4).

Figura 8 – Perfil dos respondentes da pesquisa.

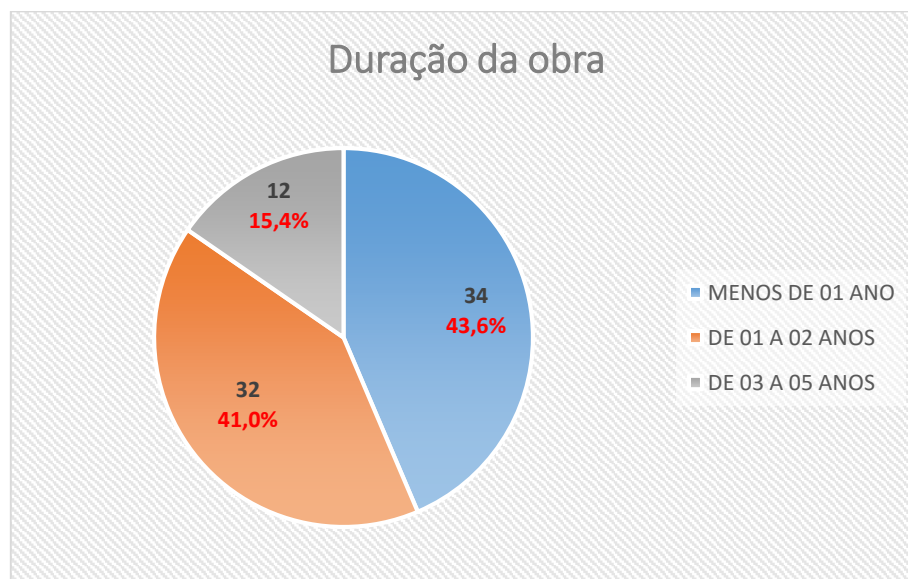


Fonte: Esta pesquisa (2017).

A taxa de retorno de questionários completos foi de 89,65%, ou 87 respondentes, e obteve-se 78 respostas completas. Destes, como se pode ver na Figura 3.4 acima, a maioria é formada por responsáveis técnicos (arquitetos ou engenheiros), e os demais são proprietários, membros da equipe, das áreas comercial e administrativa e executores.

A informação da pergunta 06 visou identificar o tempo total da obra, informação que auxilia a entender a complexidade dos serviços. Os resultados obtidos foram: 34 obras com menos de 01 ano – 43,6%; 32 obras de 01 a 02 anos – 41,0%; e 12 obras de 03 a 05 anos – 15,4% (Figura 3.5).

Figura 9 – Tempo de execução da obra



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A seguir, encontram-se os dados com relação às obras em que os respondentes trabalharam, por exemplo, na Tabela 3.1 são apresentadas informações a respeito da duração da obra. Pode-se observar que a maioria dos respondentes (86%) afirmaram que as obras se deram em até dois anos.

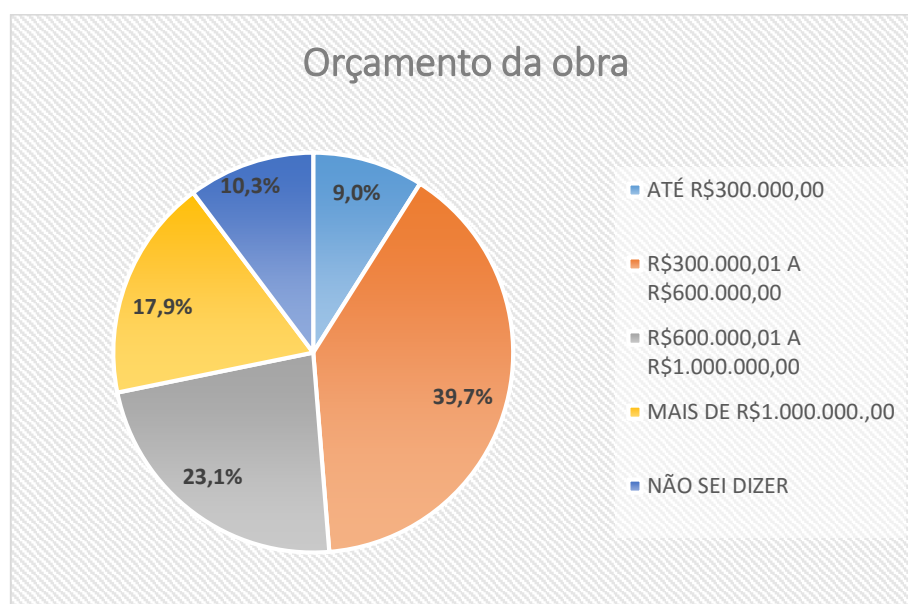
Tabela 3 – Pergunta 06 da pesquisa

	Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Menos de 1 ano	34	43,6	43,6
	1 - 2 anos	32	41,0	84,4
	3 - 5 anos	12	15,4	100
	Total	78	100	100

Fonte: Esta pesquisa (2017).

Pergunta 07: esta etapa do questionário buscou identificar os recursos aplicados na construção, os dados lançados representam o nível de investimento aplicado e, consequentemente, a expectativa de controle da aplicação nas diversas etapas da construção. Os resultados foram: 07 obras com investimento de até R\$300.000,00 – 9,0%; 31 obras onde os gastos ficaram até R\$600.000,00 – 39,7%; 18 obras tiveram seus gastos em até R\$1.000.000,00 – 23,1%; 14 obras tiveram seus gastos avaliados em mais de R\$1.000.000,00 – 17,9%; e 08 participantes não souberam responder – 10,3%(Figura 3.6).

Figura 10 – Recursos financeiros aplicados.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

Na Tabela 3.2 são apresentadas informações a respeito do orçamento da obra. Pode-se observar que quase metade das obras foram orçadas entre R\$300.000,01 e R\$600.000,00.

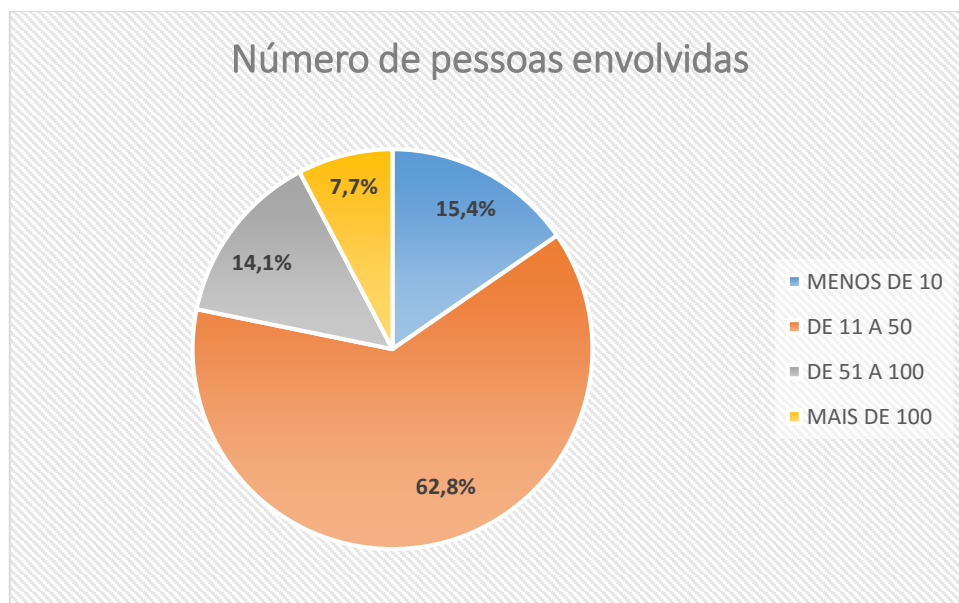
Tabela 4 – Orçamento da Obra

	Frequency	Percent	ValidPercent	Cumulative Percent
Até R\$300.000,00	7	9,0	9,0	9,0
R\$300.000,01 a R\$600.000,00	31	39,7	41,7	48,7
R\$600.000,01 a R\$1.000.000,00	18	23,1	25,0	71,8
Valid mais de R\$1.000.000,00	14	17,9	18,1	89,7
Não sei	8	10,3	6,9	100,0
Total	78	100,0	100,0	

Fonte: Esta pesquisa (2017).

Na pergunta 08, a identificação do número de pessoas envolvidas nos dá a dimensão de controle dos serviços simultâneos. O resultado foi o seguinte: com menos de dez pessoas foram 12 obras informadas – 15,4%; de 11 a 50 tivemos 49 obras envolvidas – 62,8%; 11 obras tiveram a participação de 51 a 100 pessoas – 14,1% e em 6 obras foram utilizadas mais de 100 pessoas – 7,7% (Figura 3.7).

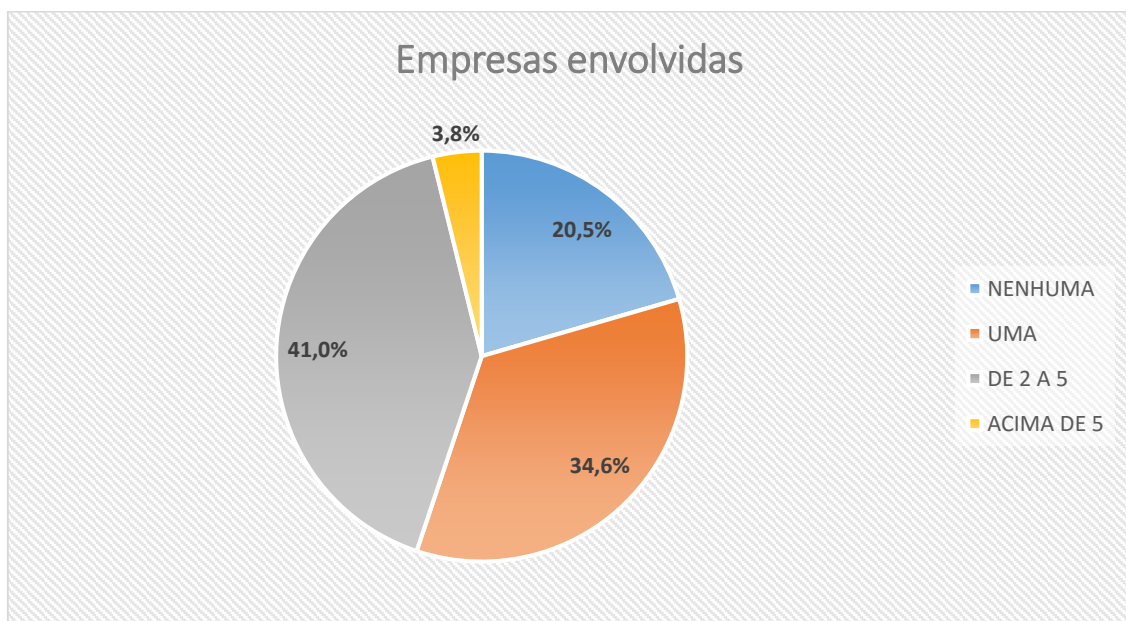
Figura 11 – Quantidade de colaboradores na obra.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A quantidade de empresas envolvidas na obra determina uma necessidade de gerenciamento com maior eficácia (pergunta 09), e os resultados foram: em 16 obras somente a mesma empresa desenvolveu seus serviços – 20,5%; em 27 obras, além da empresa principal existiu mais uma empresa – 34,6%; em 32 obras os serviços executados foram terceirizados para 2 a 5 empresas contratadas – 41%; e em 3 obras o número de empresas contratadas ficou acima de 5 – 3,8%(Figura 3.8).

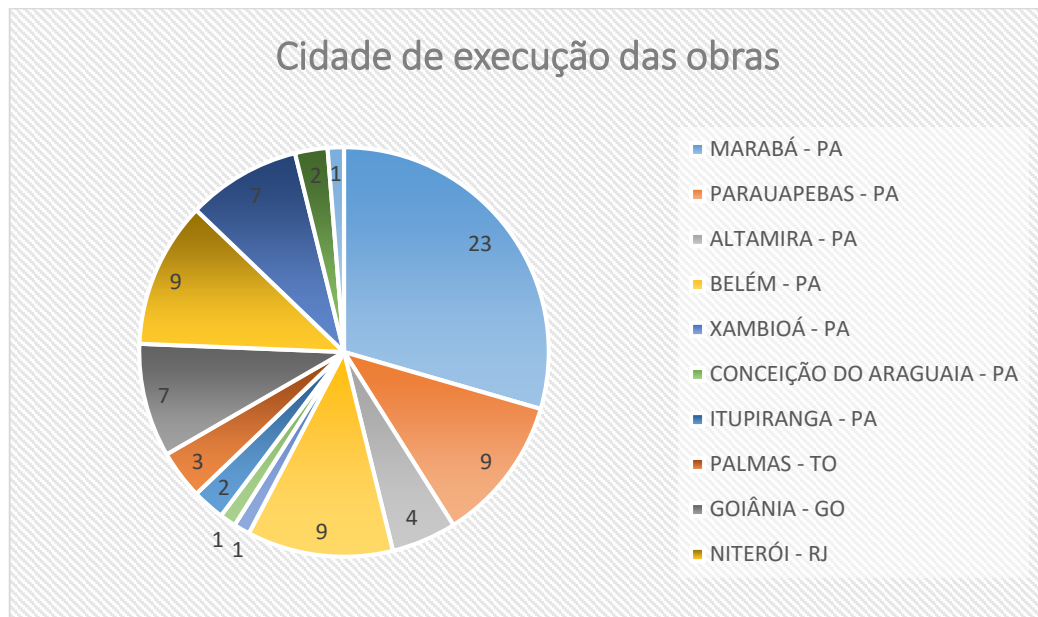
Figura 12 – Número de empresas envolvidas no processo além da empresa executora.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A regionalização das obras foi identificada na pergunta 10. Tivemos 23 obras na cidade de Marabá – PA – 29,5%; 09 obras na cidade de Parauapebas – PA – 11,5%; 04 obras na cidade Altamira – PA – 5,1%; 09 obras na cidade de Belém – PA – 11,5%; 01 obra na cidade de Xambioá – PA – 1,3%; 01 obra na cidade de Conceição do Araguaia – PA – 1,3%; 02 obras na cidade de Itupiranga – PA – 2,6%; 03 obras na cidade de Palmas – TO – 3,8%; 07 obras na cidade de Goiânia – GO – 9,0%; 09 obras na cidade de Niterói – RJ – 11,5%; 07 na cidade do Rio de Janeiro – RJ – 9,0%; 02 na cidade de São Luiz – MA – 2,6%; e 01 em Salvador – BA – 1,3%(Figura 3.9).

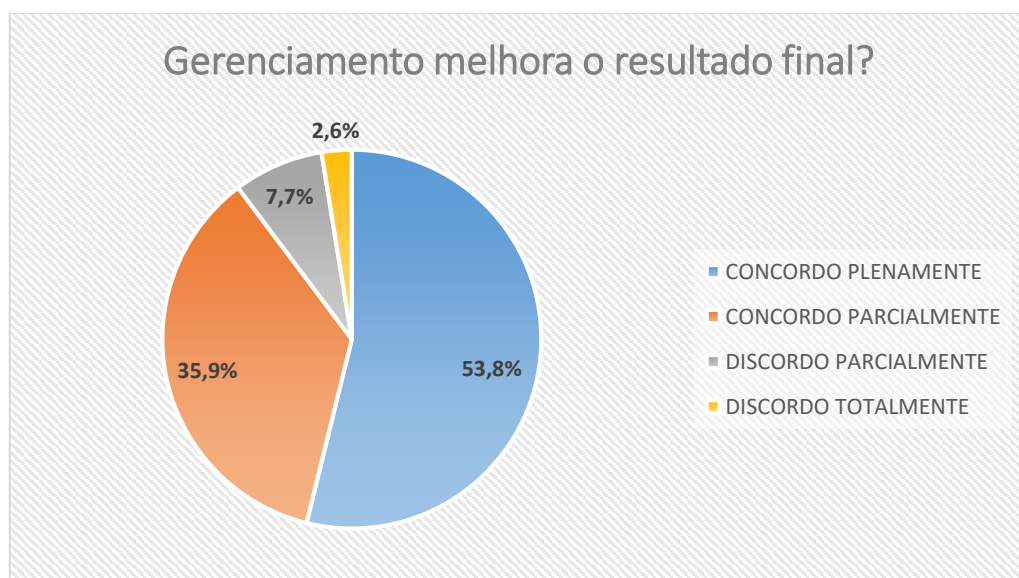
Figura 13 – Cidades onde as obras foram executadas.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A pergunta 11 indagava se um gerenciamento melhoraria o resultado final após a ocorrência de algum problema nos serviços executados. Quarenta e duas pessoas responderam que concordavam plenamente – 53,8%; 28 responderam que concordam parcialmente – 35,9%; 06 responderam que discordam parcialmente – 7,7%; e 02 informaram que discordam totalmente – 2,6%. Nos comentários da pergunta 12, um informou que discordava porque aconteceram erros de projeto e os danos foram irreversíveis (Figura 14).

Figura 14 – Melhoria do resultado final com gerenciamento.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A fim de analisar o rigor do gerenciamento implantado, foi questionado aos respondentes sobre se eles acreditavam que um gerenciamento mais rigoroso poderia ter evitado problemas, como por exemplo, dificuldades no andamento das obras, controle de custos ou erros de execução. Como se pode observar na Tabela 3, mais de 90% dos respondentes afirmaram que a aplicação de um sistema mais rigoroso poderia, sim, influenciar o desfecho das obras.

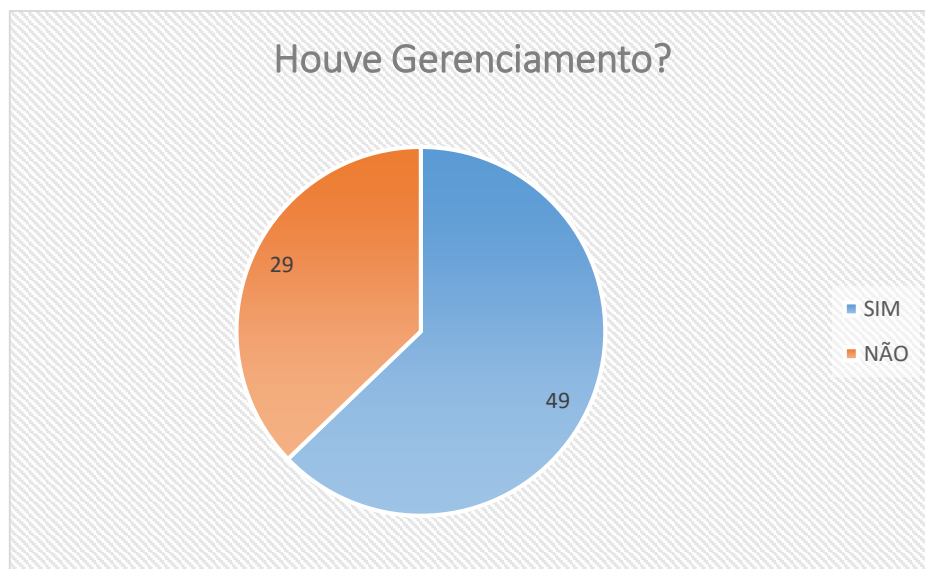
Tabela 5 – Aplicação de sistema mais rigoroso.

	Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Concordo plenamente	42	53,8	53,8	53,8
Concordo parcialmente	28	35,9	35,9	89,7
Valid Discordo parcialmente	6	7,7	7,7	97,4
Discordo totalmente	2	2,6	2,6	100
Total	78	100	100	

Fonte: Esta pesquisa (2017).

Na pergunta 13, foi indagado sobre o gerenciamento da obra. Em 49 obras os participantes responderam que sim, houve gerenciamento, e em 29 das obras, que não houve gerenciamento. Verificamos nesse ponto que 62,8% das obras tiveram gerenciamento e em 37,2% não houve gerenciamento (Figura 3.11).

Figura 15 – Obras que tiveram gerenciamento.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A Tabela 3.4, a seguir, mostra se, na obra em questão, os funcionários acreditavam que o gerenciamento de serviços foi realizado. Como se pode observar, para 62,8% dos respondentes a resposta foi positiva, ou seja, houve o gerenciamento de serviço na obra.

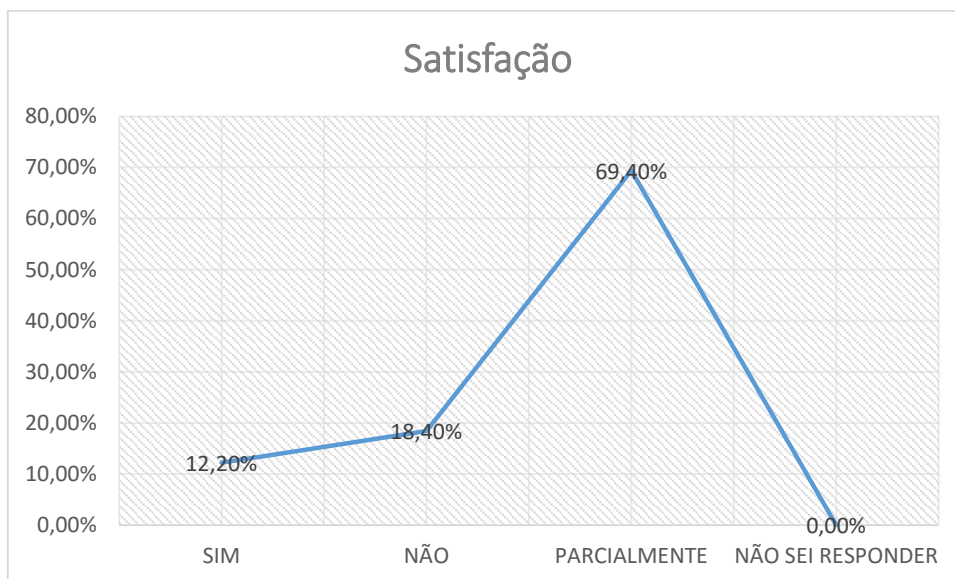
Tabela 6 – Gerenciamento de Serviço.

	Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid Sim	49	62,8	62,8	62,8
Não	29	37,2	37,2	100,0
Total	78	100,0	100,0	

Fonte: Esta pesquisa (2017).

A intenção da pergunta 14 foi identificar o nível de satisfação do respondente em relação ao gerenciamento da obra. Das 49 respostas que revelaram ter havido gerenciamento durante a obra, apenas 06 respondentes informaram que ficaram satisfeitos, 09 informaram que o gerenciamento teve satisfação parcial, e em 34 obras o gerenciamento não foi satisfatório. Pode-se observar na Figura 3.12 que a massiva maioria dos respondentes não está satisfeita com o tipo de gerenciamento efetuado. Os resultados demonstram que 69,4% das obras que tiveram algum gerenciamento tiveram resultados negativos na opinião dos participantes e 18,4% tiveram satisfação parcial. A pesquisa buscou, então, investigar quais fatores seriam os mais importantes, de forma prioritária, para os respondentes.

Figura 16 – Grau de satisfação com o Gerenciamento.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A pergunta 15 buscou saber a ordem de importância de habilidades de um bom gestor. Os resultados estão na figura abaixo (Figura 3.13), onde se pode observar quais fatores foram considerados importantes. Percebe-se que, prioritariamente, o fator mais importante diz respeito ao cumprimento dos prazos; em segundo lugar, dominar os custos; em terceiro lugar, a organização geral; em quarto lugar, a capacidade técnica; e em quinto lugar, o entendimento de contratos.

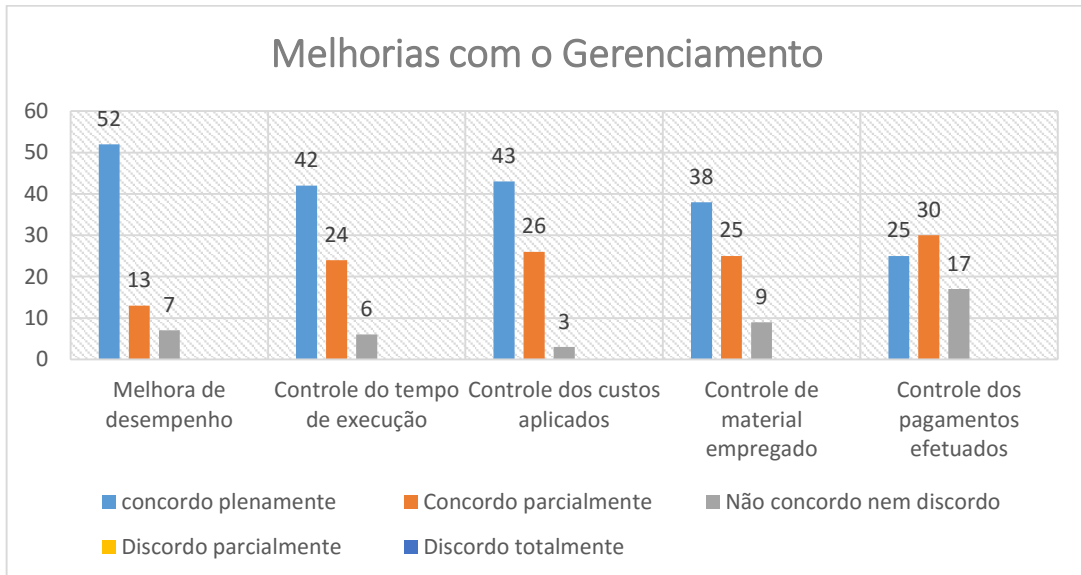
Figura 17 – Importância dos conhecimentos do gestor.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

Na pergunta 16, a pesquisa buscou entender o conhecimento das melhorias que o gerenciamento pode trazer ao controle da obra. A Figura 3.14 a seguir apresenta dados que os respondentes consideram como fatores que auxiliam o gerenciamento eficaz da obra. Pode-se observar que em todos os fatores a maioria dos respondentes concorda plenamente, e concorda parcialmente que a consideração de tais fatores propicia uma melhoria na gestão. Como pode ser visto, os respondentes acreditam que uma boa gestão permite uma melhora no desempenho da obra; um maior controle de tempo de execução; controle de custos, material empregado e pagamentos efetuados. Dessa forma, conclui-se que para os respondentes, estes fatores são alavancados a partir de uma boa gerência.

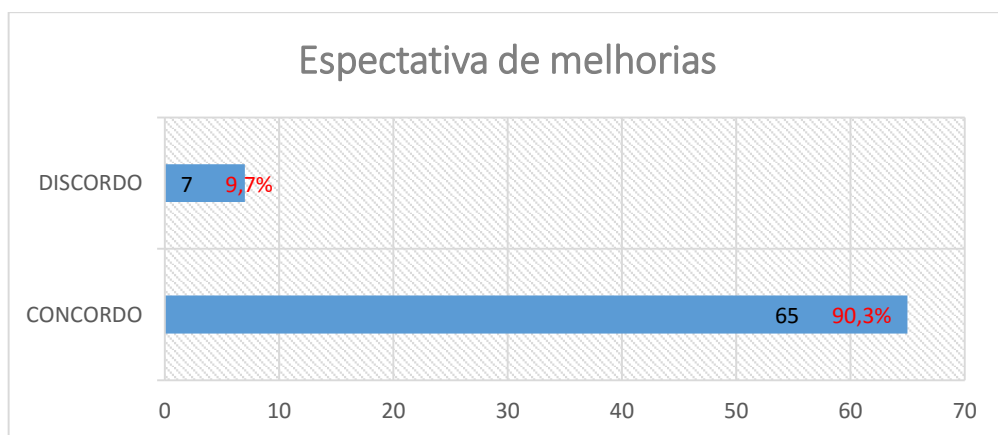
Figura 18 – Fatores determinantes na gerencia eficaz.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A pergunta 17 avalia a percepção dos participantes sobre melhorias substanciais com um gerenciamento diferenciado. Foram 72 respostas, seis participantes não completaram a partir deste ponto. No item “Concordo” foram 65 marcações e 07 marcações no item “Discordo”. Destaca-se, aqui, a resposta que aponta que 90% dos participantes acreditam em melhorias com implantação de um sistema de gerenciamento de forma eficaz (Figura 3.15).

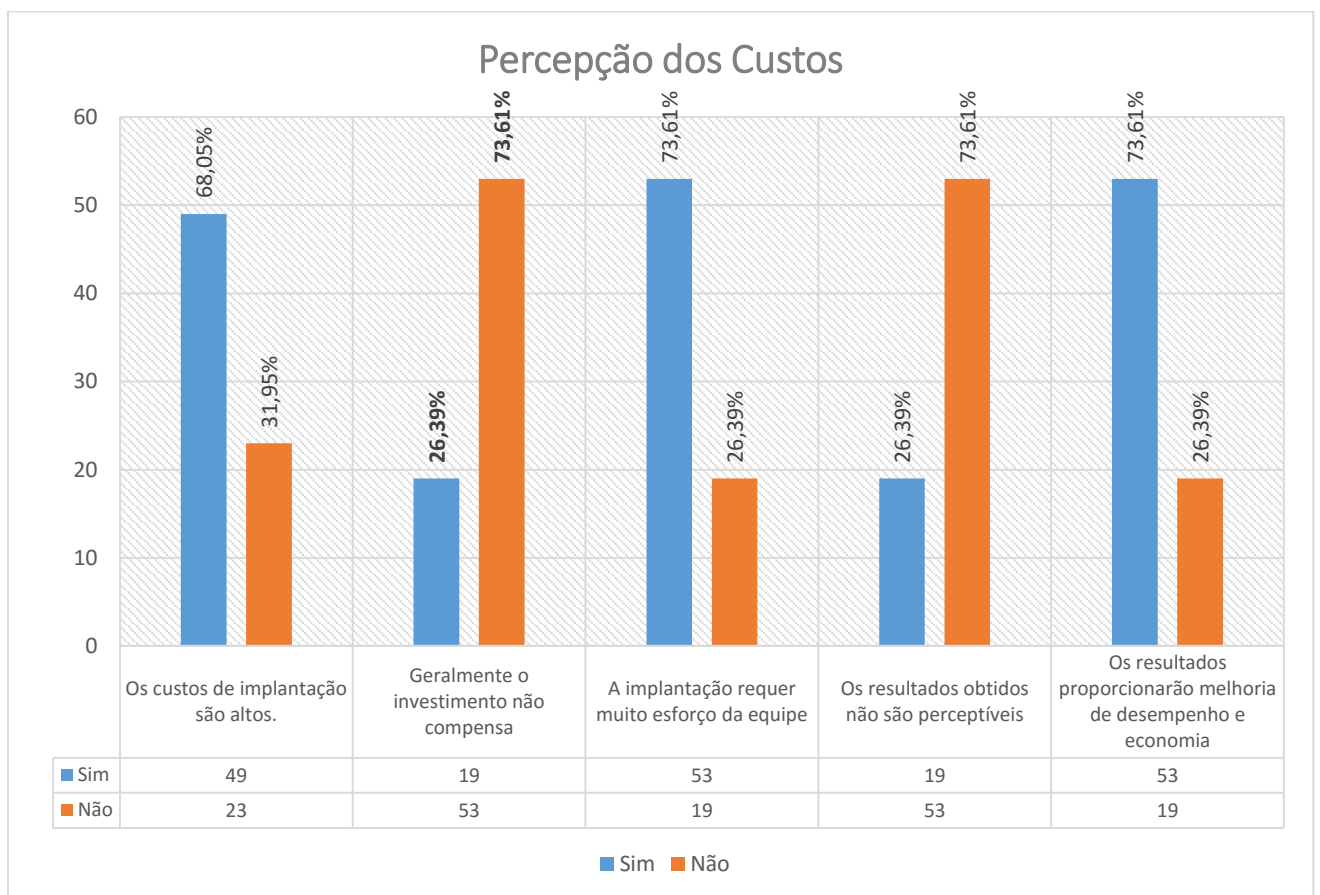
Figura 19 – Melhorias com aplicação do sistema.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A pergunta 18 indaga ao participante sua análise dos custos de implantação de um sistema de gerenciamento nas obras. Conforme a Figura 3.16, os custos aplicados na obra para a implantação de um gerenciamento eficaz, por exemplo, software, equipamentos e pessoal são elevados, porém seu investimento compensa e os resultados obtidos são perceptíveis, pois mesmo que seja requerido esforços da equipe para a implantação do sistema, os resultados proporcionarão melhoria de desempenho e economia, na visão dos respondentes.

Figura 20 – Percepção dos custos aplicados na implantação de um sistema de gerenciamento.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

Analisando o gráfico da figura 3.16, percebe-se que os respondentes acreditam que a implantação de um novo sistema melhoraria tanto a participação dos envolvidos quanto o controle de custos, melhorando os resultados almejados. Da mesma forma, o gerenciamento controlado propicia benefícios a respeito do desempenho da obra e do controle de entrega dos insumos dos serviços executados. Igualmente, é possível perceber que os respondentes dão a mesma importância ao controle do caminho crítico da execução da obra quanto ao suporte da tomada de decisões e à orientação mais organizada no processo de compras. Os respondentes

também concordam que o controle da mão-de-obra e dos custos permite obter melhores resultados ao fim do gerenciamento.

Com o objetivo de conhecer a correlação entre alguns fatores avaliados na pesquisa, foi realizada uma análise exploratória de dados que se refere, apenas, a essa amostra, e não pode ser estendida à população. De acordo com Hair (2005), a Tabela 5 apresenta a força de associação entre variáveis, indicando valores específicos de correlação conforme a tabela a seguir.

Tabela 7 – Força de associação.

Variação de Coeficiente	Força de associação
+ e – 0,91 até + e – 1,00	Muito forte
+ e – 0,71 até + e – 0,90	Alta
+ e – 0,41 até + e – 0,70	Moderada
+ e – 0,21 até + e – 0,40	Pequena
+ e – 0,01 até + e – 0,20	Quase imperceptível

Fonte: Esta pesquisa (2017).

A Tabela 3.6, a seguir, mostra as variáveis que obtiveram maior relevância através da força de associação entre os fatores pesquisados. É possível observar que essas afirmativas têm de moderada à forte correlação, o que permite fazer considerações sobre as mesmas.

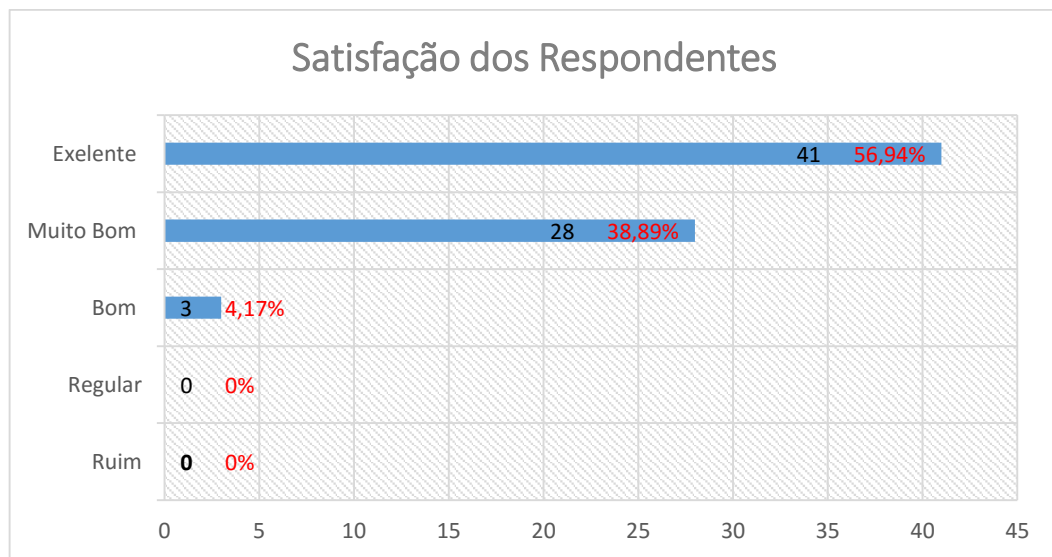
Tabela 8 – Correlação entre variáveis.

Afirmativas	Afirmativas	Coeficiente	Força de associação
A implantação de um novo sistema melhora/apoia a maior participação dos envolvidos	O controle de custos é fator importante para melhorar os resultados	0,702	Positiva e Moderada
O gerenciamento propicia um grande benefício ao desempenho de uma obra	O gerenciamento propicia o controle de entrega de insumos dentro da obra	0,916	Positiva e Muito Forte
O gerenciamento propicia o controle do caminho crítico da execução da obra	O gerenciamento propicia suporte à tomada de decisões	0,890	Positiva e Alta
O gerenciamento propicia suporte à tomada de decisões	O gerenciamento propicia orientação no processo de compras	0,945	Positiva e Muito Forte
O controle da mão-de-obra é fator importante para melhorar os resultados	O controle de equipamentos custos é fator importante para melhorar os resultados	0,936	Positiva e Muito Forte

Fonte: Esta pesquisa (2017).

Complementando os questionamentos acerca do detalhamento dos fatores de gerenciamento de obras, foi investigado se os respondentes se interessariam em obter um sistema no qual fosse possível identificar custos programados e comparar com custos reais. Por exemplo, se ao clicar na estrutura de um telhado, fosse possível saber o custo previsto, o que já foi gasto e o saldo positivo ou negativo para a conclusão do serviço. Na Figura 3.17, a seguir, pode-se observar o grau de satisfação que este tipo de informação traria aos respondentes, já que é uma forma de controlar os custos envolvidos na obra.

Figura 21 – Grau de satisfação dos respondentes com o sistema proposto.

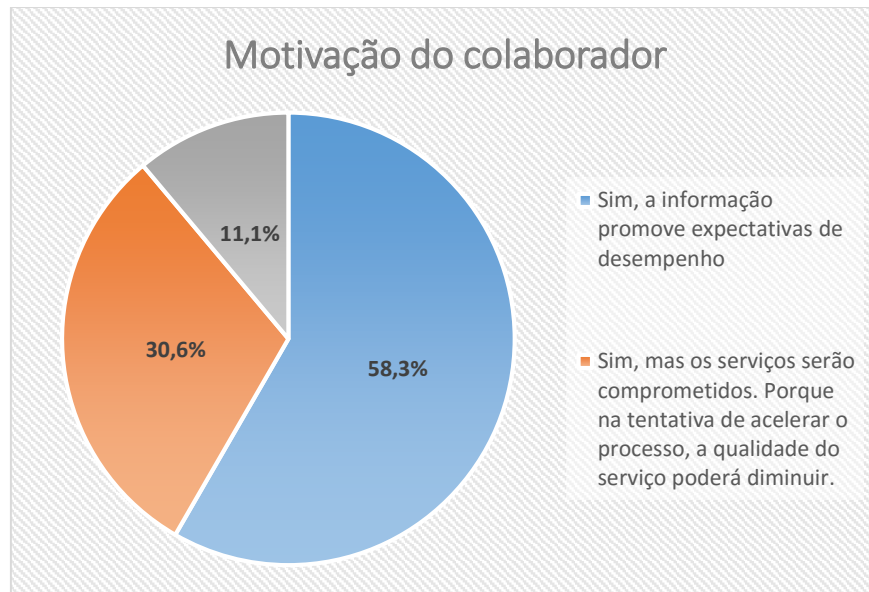


Fonte: Esta pesquisa (2017).

Nesta parte do questionário, foi perguntado sobre a praticidade das informações, e as respostas foram positivas. Embora tenha um espaço para comentários, na questão 20 não houve comentários além da repetição do que foi marcado na questão 21.

A pergunta 22 indaga sobre a motivação dos envolvidos na obra para alcançar os objetivos com a utilização do sistema (Figura 3.18). Observa-se que quase 89% dos respondentes acreditam que um sistema de visualização incentivará o colaborador a ter motivação para desenvolvimento dos serviços.

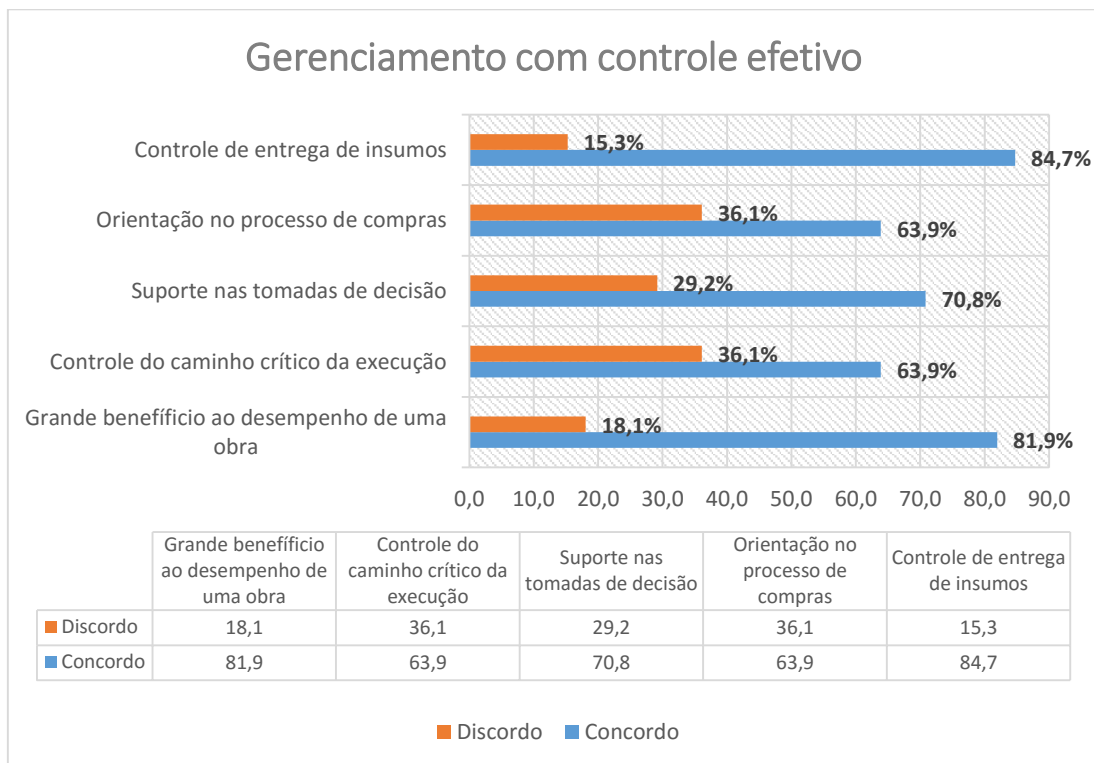
Figura 22 – Motivação do colaborador - gerenciamento com apresentação gráfica do método.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

O controle efetivo dentro da cultura do gerenciamento é indagado na pergunta 22, onde o participante indica seu pensamento em relação aos benefícios do sistema (figura 3.19).

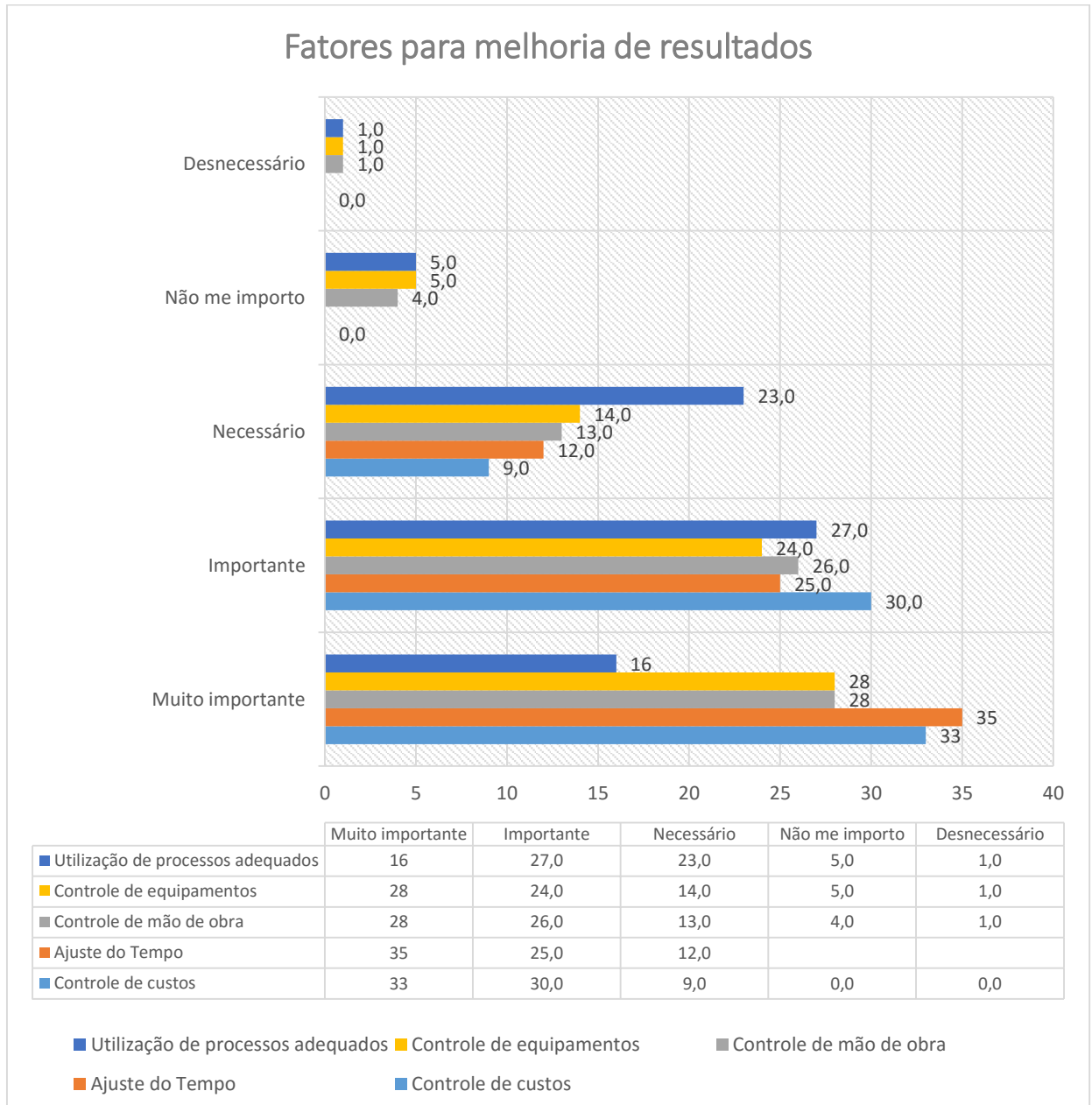
Figura 23 – Fatores importantes na cultura do gerenciamento com controle efetivo.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A pergunta 24 solicita o participante a identificar quais os fatores que considera importantes para uma próxima obra. Observa-se que a grande maioria tem a expectativa de controlar os processos, os equipamentos, o tempo de execução e os custos de uma obra ou serviço no futuro (Figura 3.20).

Figura 24 – Fatores importantes para melhorar o resultado.

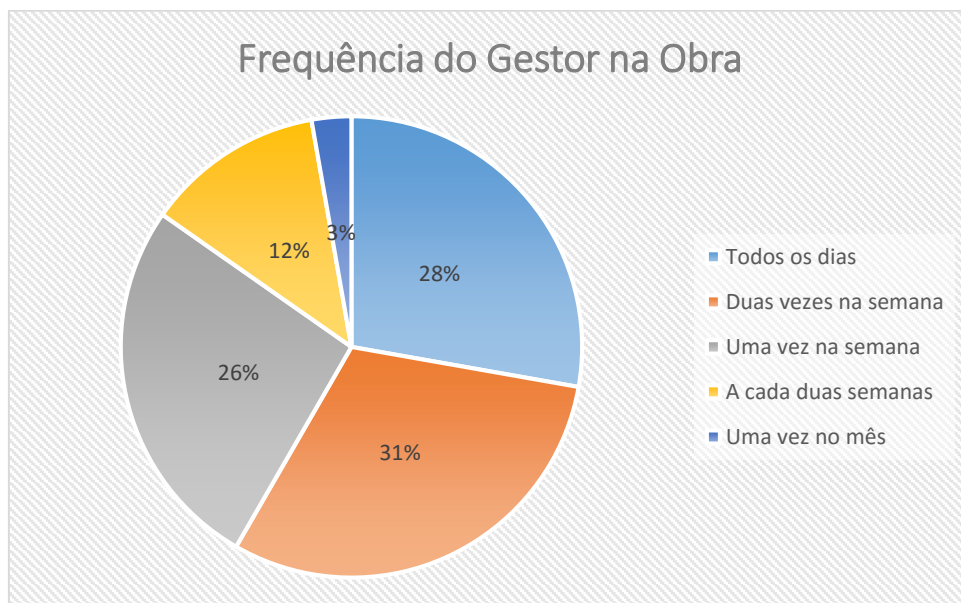


Fonte: Esta pesquisa (2017).

A permanência do gestor na obra é questionada na pergunta 25, permitindo identificar a percepção de controle vigiado nos serviços desenvolvidos (Figura 3.21).

Haja vista a importância que é dada pelos respondentes acerca da implementação de sistema que controle a gestão de obras, e da aceitação que existirão custos envolvidos, mesmo assim os respondentes compreendem que é preciso abdicar de alguns fatores para que sejam obtidos os benefícios. Porém, como apresentado na Figura 37 a seguir, o gestor deve acompanhar o gerenciamento da obra, no mínimo, uma vez por semana, o que representa uma dedicação diária ou semanal destinada ao acompanhamento da obra.

Figura 25 – Quantidade de dias do gestor na obra.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

A análise dos dados permitiu perceber características que são importantes para o gerenciamento de obras. Pode-se ter uma visão geral do âmbito de trabalho dos respondentes, que permitiu entender a amostra quanto: a quantidade de funcionários que trabalhou nas obras analisadas; o número de empresas terceirizadas que tenham prestados serviços no canteiro; o volume financeiro aplicado para a conclusão dos serviços; o tempo total de execução da obra; o grau de entendimento e satisfação com o gerenciamento das obras; os fatores considerados como mais importantes para a gestão de obras; e os benefícios e custos de uma implantação de um sistema organizado de gestão na visão dos respondentes. Dessa forma, foi possível traçar um quadro geral da situação de gerenciamento de obras na amostra pesquisada.

A pesquisa permitiu que se visualizasse as vantagens e benefícios que poderiam surgir por meio de uso eficiente e eficaz do gerenciamento. Observou-se que as empresas pesquisadas possuem em geral uma percepção razoável da importância do gerenciamento para suas

organizações, mas a satisfação com a aplicação deste gerenciamento deixa a desejar na grande maioria das obras analisadas. No entendimento dos participantes da pesquisa, percebe-se que de todos os fatores considerados inibidores para a utilização da TI, a aplicação dos recursos financeiros e as questões de políticas internas foram considerados aqueles com maior média inibidora.

4 PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE OBRAS COM TECNOLOGIA BIM

Este capítulo apresenta uma proposta de aplicação método de gestão de obras com apoio da tecnologia BIM estruturada com apoio gráfico visual da evolução das etapas de acordo com o detalhamento e controle esperado.

Conforme citado na revisão da literatura, estudos recentes sobre CAD-5D são limitados à descrição do conceito ou geração automática das quantidades de insumos aplicados em uma obra ou etapase suas subdivisões. Poucos tentaram explorar os outros recursos do CAD 5D. Controle de custo do projeto e controle de cronograma são extremamente importantes para a execução adequada de um projeto, enquanto estudos existentes sobre ferramentas de controle de projetos baseadas em computador concentraram-se, principalmente, no controle de cronograma, (WANG *et al*, 2014).

4.1 Processo de gestão para aplicação do sistema BIM como ferramenta de apoio para controle de obras

Neste sistema, é mostrada a possibilidade de gerenciamento dos serviços a partir de arquivo BIM planejado e orientado de forma a controlar o desenvolvimento dos serviços de forma clara e estruturada. Isto permite que o planejamento da obra seja lançado no arquivo com suas etapas definidas e divididas por conjunto de camadas que são identificadas de acordo com o planejado.

As informações geradas pelos desenvolvedores de projetos nem sempre são completas. Assim, será necessário e fundamental para o sucesso do sistema que desde o início, dentro do plano do projeto, seja definido o responsável por cada informação. O gestor da obra, obrigatoriamente, deverá inserir informações relacionadas a execução e gestão do empreendimento, e o método deve possuir informações conforme fluxograma. (Figura 4.1).

Figura 26 – Informações da estrutura.



Fonte: Esta pesquisa (2017).

Informações detalhadas dos Projetos - A definição prévia, clara e cuidadosa do escopo dos serviços envolvidos na elaboração de projetos, é uma necessidade para o início de qualquer projeto em qualquer tipo de empreendimento e deve estabelecer solução definitiva e global para os métodos construtivos e materiais de acabamentos.

A elaboração de um projeto é um processo complexo que envolve, além dos projetos em si, diversas interfaces com outras especialidades técnicas. Os projetos devem possuir especificações dos materiais utilizados, com critérios definidos de aplicação e mão de obra utilizada, detalhes executivos e cuidados específicos para o melhor desempenho do produto em cada etapa de execução.

Devem apresentar, além de toda a documentação específica, as quantidades aplicadas definidas por etapa com suas propriedades e limites de aceitação de entrega dos serviços. Devem, também, ter a verificação ou complementação da listagem efetuada por etapa, com a definição final de todos métodos construtivos e materiais de acabamentos para servir de subsídio às atividades posteriores, considerando as especificações arquitetônicas, estruturais e de instalações diversas de acordo com a complexidade do produto.

Informações de planejamento e sequenciamento dos serviços – Para que seja possível a otimização dos serviços, torna-se necessário o estabelecimento de um fluxo de trabalho estável e padronizado na elaboração dos projetos de um empreendimento, onde as etapas a serem cumpridas atendam adequadamente às necessidades de todos os intervenientes e contribuam para a interação eficiente entre as diversas equipes.

O planejamento e sequenciamento tem por objetivo apresentar diretrizes para que as responsabilidades sejam bem definidas, procurando eliminar as chamadas “zonas cinzentas” entre os contratantes, projetistas, fornecedores e executores das obras e, assim, oferecendo orientações precisas de como identificar os itens envolvidos e suas soluções atendendo às expectativas dos projetos.

Informações sobre desempenho e manutenção– Para a aplicação correta dos materiais, devem ser consultados relatórios de avaliação de desempenho anterior para seleção de materiais e fornecedores. Estas informações darão base de conhecimento para programação e execução dos serviços de forma correta e estruturada, facilitando a análise do resultado e evitando desconformidades do produto.

Status do projeto e construção – Durante a execução dos serviços, as informações das etapas concluídas e os controles de gerenciamento efetuados se tornam fundamentais para a retroalimentação do sistema, aprimorando, de forma sistemática, a evolução das diversas etapas constantes do desenvolvimento da obra.

As informações da estrutura do método são desenvolvidas e aplicadas para dar suporte as informações necessárias para o desenvolvimento do método de qualidade de construção baseado em BIM, e sustentam o método de modelagem POP – Produto, Organização e Processo.

O desenvolvimento de um projeto abrangendo diversas etapas com participantes distintos que necessitam trocar informações e conceitos ao longo de todas as etapas de criação e detalhamento do projeto. Cada atividade e especialidade utiliza tipos diferenciados de aplicativos que precisariam ser interoperáveis. A interoperabilidade é a capacidade de identificar os dados necessários para serem passados entre aplicativos (EASTMAN *et al.*, 2011).

Com a interoperabilidade de projetos se elimina a necessidade de repetição de dados de entrada que já tenham sido desenvolvidos, o que facilita, de forma automatizada e sem obstáculos, o fluxo de trabalho entre diferentes aplicativos durante o processo de projeto.

De acordo com a *International Alliance for Interoperability* (2009), o IFC– *Industry Foundation Classes* é um formato aberto, neutro e com especificações padronizadas para o BIM. O IFC é um formato para ser usado no planejamento do edifício, no projeto, na construção

e gerenciamento. Para FUet *al.* (2006), é um tipo de linguagem que foca na modelagem do produto e processos da indústria da AEC/ FM (*Facility Management*). O IFC é o principal instrumento pelo qual é possível estabelecer a interoperabilidade dos aplicativos de software da AEC/ FM.

O objetivo do método proposto foi desenvolver uma visão geral e informativa. A sugestão de aplicação prática baseada em BIM 5D, com a finalidade de gerenciamentodos serviços executados nas diversas etapas da construção, permite investigar como isso pode caber na prática de construção atual.

Além disso, a aplicação pode identificar a verificação de problemas potenciais visualizados com o uso da tecnologia BIM, com gerenciamento de qualidade do serviço e aplicação de métodos de correção. Devem ser utilizados modelos de qualidade que contenham informações de processo, organização e produto (POP), que devem ser construídos com padrões de qualidade de acordo com a exigência do produto.

Então, um modelo de agendamento e o modelo de qualidade devem ser integrados em um sistema de controle 5D baseado em BIM virtualizado para identificar o controle de qualidade, critérios e atribuições de responsabilidade no processo de construção. Esta aplicação inclui inspeção e teste, análise durante a fase de construção e *feedback* dos resultados da inspeção.

Foi adotada uma abordagem para um sistema em etapas de obras para explicar a qualidade dinâmica do modelo de controle que foi desenvolvido a partir de uma revisão de literatura e a investigação de obras e serviços explorando suas dificuldades e expectativas, bem como análise dos resultados da pesquisa. Um sistema que possa vincular os dados em modelos BIM a um sistema de controle de projeto e custos será útil e inovador.

Controle de qualidade com eficiência significa gerenciamento de qualidade com planejamento baseado nos projetos, com suas especificações detalhadas, materiais e equipamentos adequados aplicados com critério e com decisões apoiadas por ações corretivas tomadas na etapa de construção, com aplicação de testes e inspeções de verificação (SANGYOON *et al.*, 2004).

O responsável pela obra deve monitorar o trabalho contratado em conformidade com o projeto, e este monitoramento inclui a verificação das deficiências de trabalho com verificação das inconformidades e aceitação dos itens dentro dos limites aceitáveis. A verificação da conformidade com os requisitos dos documentos de construção aprovados é feita após a conclusão do trabalho com a inspeção e aceitação com os testes de validação realizados (FOX, 1984).

Kavanagh (1978) expõe que o controle da qualidade em um projeto de construção consiste em inspeções de campo que garantem que mão de obra, propriedades físicas, equipamentos, e o material fornecido pelo contratante estão em conformidade com o projeto e especificações. Em uma obra/serviço participam organizações distintas e suas responsabilidades e obrigações devem ser identificadas e registradas na verificação do serviço inspecionado.

Para uma verificação de um serviço específico será necessário um número de amostras capazes de refletir as condições previstas de aceitação, agrupadas em uma base específica prescrita para averiguação. Quando serviços específicos são verificados e recebem validação de forma sequencial, a qualidade de cada etapa de execução é mais facilmente garantida porque o controle de etapas de tamanho reduzido ou de etapas parciais se tornam mais fáceis de controlar e de aplicar as correções necessárias.

O gerenciamento de qualidade é um processo preciso e complexo que requer conhecimento e experiência de trabalho. A mobilidade e prática de construção com a falta de compreensão precisa dos conceitos de qualidade pode levar à negligência ou falha em conformidade com os requisitos de qualidade.

Então, pesquisa e desenvolvimento de uma gestão da qualidade de um modelo de construção são necessários para a circulação de dados de qualidade sem barreiras entre diferentes negociações em todas as etapas do projeto. A integração do 5D BIM e códigos de qualidade de construção fornecem dados precisos e consistentes para todo o processo, permitindo que os participantes compreendam completamente os requisitos de qualidade.

4.2 Detalhes / Informações complementares do sistema BIM

Arquitetura do método de qualidade de construção baseado em BIM

Em um BIM padrão, cada elemento é definido apenas com geometria atributos; isto não inclui as informações detalhadas necessárias para gestão da qualidade, como processo de construção, método, material e participantes. Para conter todos os elementos de informação disponíveis, critérios de avaliação e relacionamentos, o modelo de qualidade consiste em um BIM padrão, agendamento e o modelo POP padrão, (LI JUAN e LUO, 2014).

Método de modelagem POP

Para melhor construir as inter-relações de dados para a qualidade de gestão no BIM, os dados devem ser meticulosamente organizados e com informações completas do Produto, da Organização e do Processo (POP).

Método de modelagem para complementar modelo de produtos 3D com processo e modelos de organização para suporte de projeto e construção foram propostos (KAM, 2004). A modelagem 5D é um exemplo de modelagem do processo do produto e modelagem de processos de organização. O último é usado para construir e simular a interação entre equipes e/ou organizações, e suas responsabilidades associadas, em diferentes fases de um projeto (C. KAM, 2004).

O método de modelagem é dividido em quatro seções principais (1) investigação de estratégias de controle de qualidade na construção de obras de pequeno e médio porte e levantamento do local/estágio do projeto/construção; (2) adaptação ao modelo 5D-BIM pela Graphisoft Archicad®, Modelagem de banco de dados e custo; (3) formulação do método para combinar a qualidade da estrutura de dados com o BIM; e o (4) desenvolvimento de um fluxo de aplicação 5D BIM para gerenciamento de qualidade.

5 ORGANIZAÇÃO DO MODELO CAD-5DBIM- APLICAÇÃO DO PROCESSO.

Neste capítulo é abordado o desenvolvimento do método proposto para aplicação em gerenciamento planejamento e coordenação de obras civis. Será demonstrado em etapas as necessidades de levantamentos, adaptações necessárias, combinação de dados de projeto com modelo BIM, fluxo de aplicação do sistema CAD 5D baseado em BIM, o projeto exemplo para sua utilização, e demais informações fundamentais para a aplicação do modelo.

5.1 Levantamento do local/estágio da construção

Esta primeira etapa consiste em identificar em qual nível de maturidade se encontra o projeto/construção. É necessário analisar os projetos apresentados, seu nível de detalhamento e informações essenciais para o pleno desenvolvimento dos serviços propostos. É fundamental observar os detalhes construtivos e determinar as técnicas construtivas para êxito do empreendimento.

Nesta etapa cada informação implicará em procedimentos específicos que, se alterados, irão modificar substancialmente o andamento dos serviços e,consequentemente, será necessário aplicar alterações de fluxos dos serviços, com a probabilidade de novos ajustes em cronogramas e, principalmente, nos custos planejados. Para um ajuste completo, o planejamento de canteiro de obras com suas necessidades primordiais e aplicações fundamentais deverão ser atribuídos para um modelo completo que reflita o planejado.

5.2 Adaptação ao modelo 5D BIM, Modelagem de banco de dados e custo

Na análise de projetos para execução, a compatibilidade dos sistemas irá nos mostrar que tipo de intervenção deverá ser feita nos arquivos apresentados. Este modelo terá os objetos parametrizados inseridos no arquivo com as informações detalhadas que foram previamente levantadas no projeto apresentado, com especificações, fornecedores, planejamento de aquisições, planejamento de aplicação com dimensionamento de mão de obra e quantitativos específicos para cada etapa estipulada.

Com as informações de projeto determinadas, o cronograma executivo dos serviços deverá ser transposto para o sistema, com um planejamento sequencial coerente pré-

determinado de acordo com a complexidade da obra e determinação do gestor. Obras com menor detalhamento e com sistemas básicos de construção poderão ter um controle de evolução feito semanalmente. Obras onde o nível de controle for maior, estes prazos são reduzidos até serem cumpridas suas necessidades de controle. O programa utilizado no exemplo de aplicação é o ArchiCAD® da Graphisoft.

5.3 Método para combinar a qualidade da estrutura de dados com o BIM

Aos desenhos desenvolvidos em CAD, são atribuídas camadas específicas onde são separados os elementos para visualização específica como paredes, janelas, piso, concreto e outros. Com este conhecimento, adaptamos estas camadas aos serviços programados para a etapa específica, vinculando os itens que serão executados incorporados a camada da etapa em execução.

Assim, a cada evolução temporal o sistema indica o que deve estar concluído ou o que deverá ser planejado para o próximo espaço de tempo determinado e à medida que a obra se desenvolve, as camadas de desenhos são ativadas e o arquivo mostra as etapas que devem estar concluídas até aquele ponto, ou que serviço deve ser executado naquele dia ou naquela semana.

Pode-se, ainda, indicar quais são os próximos serviços para efeito de planejamento de mão de obra, utilização de equipamentos e aplicação dos insumos. A verificação do sequenciamento visual, dos serviços com a checagem das interferências, verificação de padrões definidos, a integridade do modelo e sequenciamento construtivo são definidos e controlados com a determinação do responsável, do tipo de *software* e em qual frequência deve ser feita a verificação, conforme a Tabela 5.1.

Tabela 9 – *The Computer Integrated Construction Research Program, Penn State University – Architecture Department.*

VERIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	RESPONSÁVEL	SOFTWARE	FREQUÊNCIA
VISUAL	Garantir que não haja componentes intencionais no modelo e os requisitos do projeto foram seguidos.			
CHECAGEM DE INTERFERÊNCIAS	Detectar interferências construtivas entre disciplinas.			
VERIFICAÇÃO DE PADRÕES	Verificar se os padrões BIM e de representação gráfica foram seguidos (fontes, dimensões, estilos de linha layers, etc.).			
INTEGRIDADE DO MODELO	Processo de controle da qualidade utilizado para garantir a confiabilidade dos dados do projeto, evitar duplicidade de elementos e planos de ações corretivas.			
SEQUENCIAMENTO CONSTRUTIVO	Planejar e executar o sequenciamento construtivo dentro do software, com o acompanhamento de cada etapa, com a verificação das técnicas construtivas e possíveis dificuldades encontradas. Fazer a interface de suprimentos com o planejamento de execução.			

Fonte: Adaptação do *template CIC (2012)*.

5.4 Desenvolvimento do fluxo de aplicação 5D BIM para gerenciamento de qualidade

No Fluxograma da Figura 5.2 abaixo, é mostrado um sistema conceitual de organização, basicamente o projeto 3D de arquitetura com a compatibilização dos projetos complementares desenvolvidos em plataforma BIM.

A etapa de projeto é fundamental para a aplicação do modelo, (Figura 5.2 – A), o projeto de arquitetura e projetos complementares devem ser desenvolvidos em plataforma BIM e compatibilizados com suas revisões atestadas por todos os projetistas envolvidos, e devem ter o maior número de informações para que o planejamento esteja completo (Figura 5.2 – A1).

Na etapa seguinte, o planejamento de canteiro será inserido dentro do modelo BIM (Figura 5.2 – B), com a avaliação do armazenamento e distribuição dos diversos itens para

aplicação nos serviços, das ferramentas necessárias e das máquinas previstas (Figura 5.2 – B1). Este item promoverá a correta emissão da ordem de serviços que complementa o modelo proposto (Figura 5.2 – H7.1).

O planejamento e execução da obra – 4D é a próxima etapa (Figura 5.2 – C), a equipe de execução para desenvolvimento e finalização de cada serviço é dimensionada, a prévia da ordem de serviço (Figura 5.2 – H7.1) é feita com a indicação dos profissionais que serão necessários para a completa execução dos serviços indicados com suas características, habilidades e atribuições descritas, junto com a indicação das ferramentas e equipamentos necessários e quantificação dos insumos previstos para a conclusão do serviço descrito (Figura 5.2 – C1).

Na próxima etapa será analisado o orçamento da obra – 5D para completar as informações do modelo, o que será inserido nesta etapa (Figura 5.2 – D). Os insumos e a mão de obra, os equipamentos e as ferramentas, junto com o levantamento das necessidades especiais para a execução dos serviços são orçados e inseridos no planejamento dos serviços (Figura 5.2 – D1).

Com as informações completas levantadas e desenvolvidas, passa-se ao desenvolvimento do modelo BIM 5D (Figura 5.2 – E) a partir do projeto de arquitetura desenvolvido com os complementares inclusos, sendo feita a programação das etapas com o sequenciamento dos serviços (Figura 5.2 – E1). Nesta etapa, é feita a formatação das camadas de desenho com a distribuição de acordo com o planejamento prévio desenvolvido (Figura 5.2 – E1.1). O detalhamento da formatação sequencial descrita dependerá da complexidade da obra e da dedicação da equipe desenvolvedora dos serviços, nas obras com maior porte a separação dos níveis e o detalhamento das tarefas podem ser feitos com a divisão destas em subgrupos para maior compreensão e controle da etapa analisada, (Figura 5.2 – E1.2). Complementando a etapa, é feita a verificação dos elementos que foram lançados com a determinação dos valores de execução, (Figura 5.2 – E3.1); isto é possível porque no lançamento do projeto, os objetos já tiveram os valores determinados previamente (Figura 5.2 – E2.2).

Neste ponto, as etapas de organização e lançamento estão concluídas, são etapas de escritório onde o profissional de projeto tem o domínio dos sistemas utilizados para desenvolvimento de projetos. Para a aplicação do modelo em canteiro é fundamental o conhecimento e treinamento na utilização do sistema, o profissional deve ter o pleno conhecimento da tecnologia BIM e o entendimento da aplicação do modelo proposto.

A etapa de aplicação do modelo BIM 5D é iniciada em canteiro, (Figura 5.2 – F) e o conhecimento do produto com suas variáveis é de suma importância. A organização gerencial

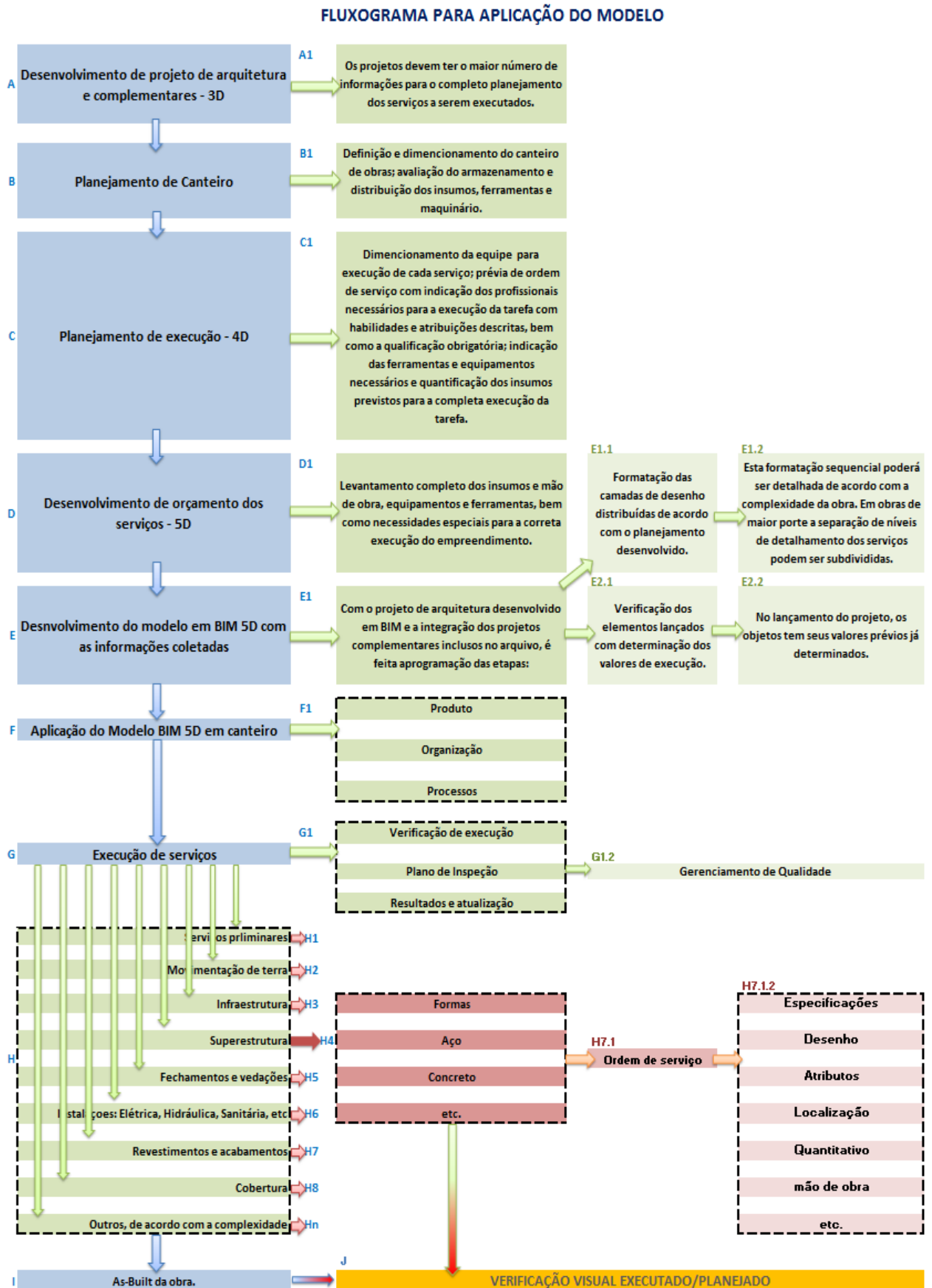
se fará necessária e a utilização de processos conhecidos e confiáveis dará consistência a aplicação, exploração e entendimento do modelo por parte dos colaboradores (Figura 5.2 – F1).

A aplicação do modelo é feita em cada serviço à medida que estes são executados (Figura 5.2 – G) com a variação das etapas planejadas (Figura 5.2 – E1.1): serviços preliminares; movimentação de terra; infraestrutura; superestrutura, fechamentos e vedações, instalações elétricas, hidráulica, sanitária, redes, gás, ar-comprimado e outros; revestimentos e acabamentos variados, cobertura e demais etapas de acordo com a complexidade do objeto de construção definido (Figura 5.2 – H). Cada etapa tem suas próprias divisões e subdivisões conforme suas peculiaridades e propriedades específicas. No exemplo, destaca-se o item superestrutura com as suas divisões demonstradas: formas; aço; concreto e demais itens de execução item proposto, (Figura 5.2 – H4).

Para os serviços descritos, emite-se uma ordem de serviço específica (Figura 5.2 – H4.1), com os subitens descritos detalhados com os critérios da melhor forma de execução e procedimentos com especificações, lista de desenhos e detalhes próprios, tais como: atributos do objeto, a localização descrita com precisão, seus quantitativos para execução com previsão de perdas e reaproveitamento, mão de obra específica e complementar com suas peculiaridades e demais explicações necessárias para a boa execução dos serviços (Figura 5.2 – H4.1.2).

Com o correto desenvolvimento do modelo BIM 5D a partir das informações coletadas nas etapas iniciais com seus detalhamentos específicos demonstrados (Figura 5.2 – E), com a aplicação do modelo BIM 5D em canteiro com a programação esperada, (Figura 5.2 – F) e com suas etapas em sequência aplicada (Figura 5.2 – G e H), obtemos a verificação visual das etapas executadas com um comparativo ao planejado (Figura 5.2 – J). À medida em que os serviços são executados, as possíveis alterações e ajustes necessários são feitos no modelo para que tenhamos os projetos atualizados de acordo com o executado, *as-built* da obra (Figura 5.2 – I).

Figura 27 – Fluxograma para aplicação do modelo no gerenciamento.



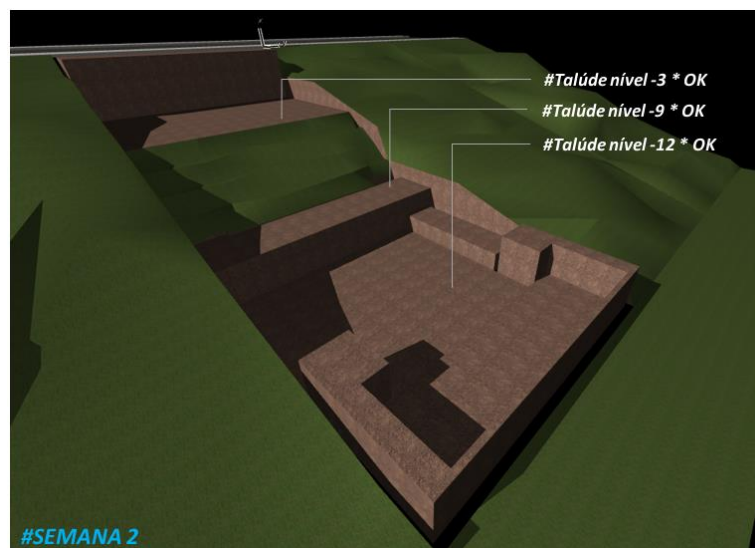
Fonte: esta pesquisa (2017).

5.5 Aplicação do Processo

O Teste do modelo proposto é obtido através de estudos e é proposto com uma breve explicação e aplicação teórica da abordagem nas etapas da pesquisa apresentada no exemplo descrito a seguir: Temos um projeto residencial planejado em um condomínio fechado em um terreno em declive acentuado, executado com fundações de sapatas isoladas em concreto armado, estrutura principal em arcos de peças metálicas tubulares com um apoio com coluna estilizada em concreto armado. Como estrutura secundária o projeto apresenta vigas do tipo caixão em aço lajes painel pré-moldadas. As vedações são projetadas para execução em painel de placa de cimento com miolo de lã de rocha e as vedações internas são em parede *dry-wall*. Para a cobertura curva está especificada telha termo acústica de acordo com o especificado, as esquadrias fixas são em vidro temperado e as com abertura são com estrutura de PVC e fecham a descrição sumária do projeto. A seguir, uma breve descrição da sequência de serviços, com a demonstração das etapas isoladas do projeto acima:

Na Figura 5.3, é visualizada a etapa de escavação e corte de terra para formação dos taludes de acordo com a programação de execução. De acordo com as datas de execução, podemos visualizar e acompanhar com o executado e observamos, no exemplo, que os níveis de talude N=-3m, N=-9m e N=-12m estão executados dentro do cronograma de execução.

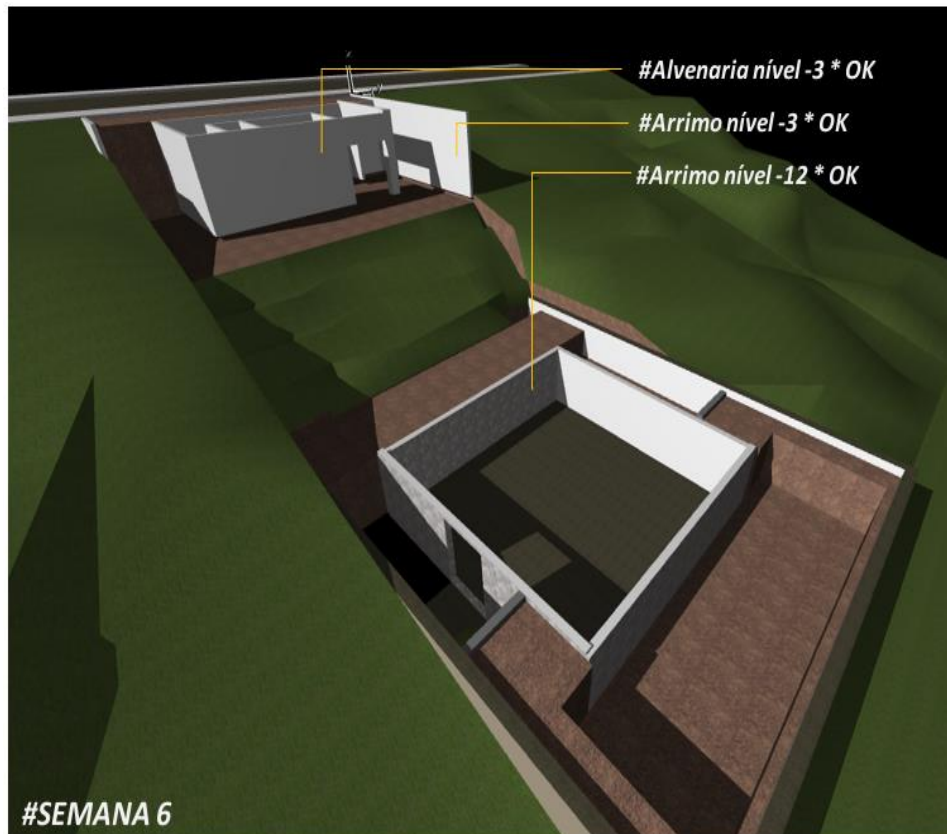
Figura 28 – Etapa de execução do talude – demonstração dos níveis dentro do prazo previsto.



Fonte: esta pesquisa (2017).

Na etapa de execução de muros de arrimo nível N=-3m; N=-12m e alvenarias nível N=-3mna área de serviço,pode-se identificar que os elementos planejados para a etapa da obra descrita estão dentro do prazo de execução programado conforme a Figura 5.3.

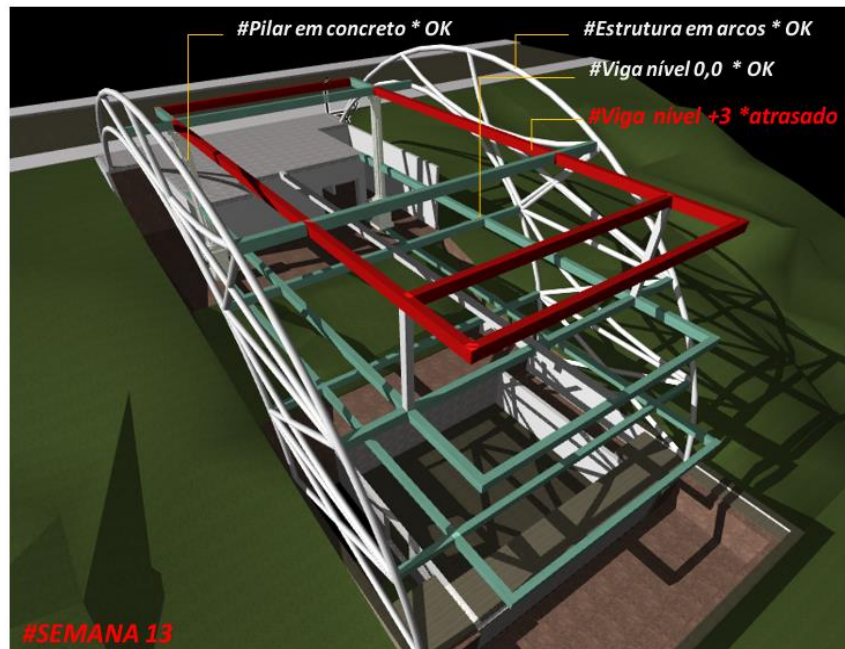
Figura 29 - Etapa muros de arrimo e alvenarias de serviço.



Fonte: esta pesquisa (2017).

De acordo com o andamento da obra, conseguimos enxergar sua evolução e comparar com o que está executado. Na Figura 5.5, por exemplo, identificamos que parte das vigas de sustentação das lajes do pavimento superior, nível N=+3m, estão com atraso em sua montagem, conforme destaque em vermelho. Com um modelo detalhado pode-se, inclusive, verificar a previsão de conclusão do serviço e os gastos que incidem sobre o custo do atraso da execução / montagem.

Figura 30 – Etapa de execução da estrutura metálica em atraso – destaque em vermelho.

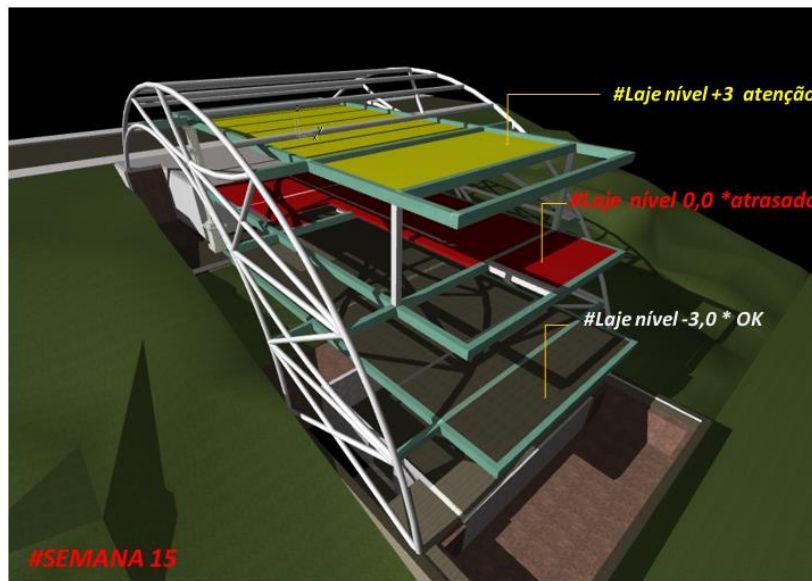


Fonte: esta pesquisa (2017).

A visualização da etapa de execução das lajes é demonstrada com atraso na execução das lajes do pavimento intermediário, nível $N=0,0\text{m}$ destacado em vermelho. O atraso da montagem e concretagem da laje gera como consequência a possibilidade de atraso da montagem e execução da laje do pavimento superior nível $N=+3,0\text{m}$, destacado em amarelo (Figura 5.6). Nota-se que somente poderá ser montado o escoramento da próxima laje após o processo mínimo de cura da laje em atraso. Esta visualização, onde o adiamento do início do serviço de montagem previsto no planejamento da execução é destacado, possibilita ao gestor uma tomada de decisão para recuperação do tempo previsto provocado pelo atraso do serviço anterior.

Deve-se, ainda, ser incluído no planejamento os gastos extras que serão necessários para a recuperação do planejamento previsto, mão de obra extra, equipamentos ou tecnologia aplicada, onde o gestor toma a decisão de recuperar o tempo ou permanecer com os serviços no mesmo ritmo, assumindo o aumento de custo controlado ou a extensão do prazo da obra. Pode-se, ainda, visualizar pontos de recuperação dos prazos, se estes tiverem sido inseridos no planejamento.

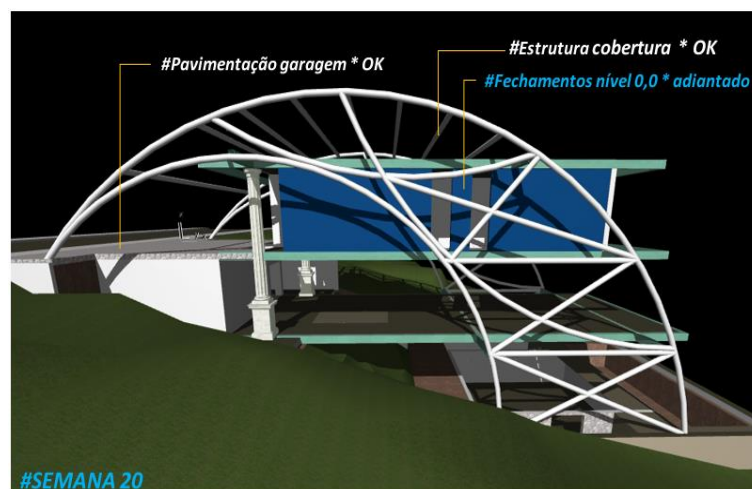
Figura 31 – Etapa Lajes com atraso e alarme para execução da laje superior.



Fonte: esta pesquisa (2017).

Neste projeto exemplo, identificamos que a pavimentação da garagem está concluída no prazo estipulado e que a estrutura da cobertura se encontra pronta para receber as telhas. Destacado em azul é mostrado que a etapa alvenaria está adiantada em relação ao cronograma, fechamento no nível N=0,0m que iniciou e concluiu antes do planejado. Assim, identificamos que houve recuperação do atraso causado pela viga e pela laje nas etapas anteriores e que esta interferência não prejudicou o prazo final de execução. O modelo completo mostrará que o cronograma foi recuperado, mas o custo teve um aumento comprado ao planejado (Figura 5.7).

Figura 32 – Etapa alvenaria adiantada em relação ao cronograma.

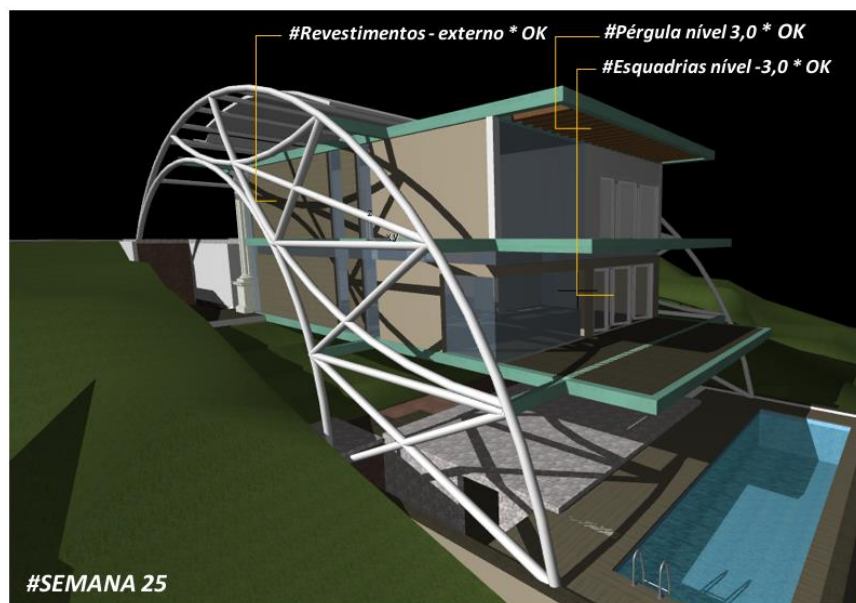


Fonte: esta pesquisa (2017).

Neste sequenciamento controlado, percebe-se que um processo de construção acompanhado do gerenciamento condiciona o processo construtivo à busca da qualidade e do resultado final, corroborando com o resultado da pesquisa, onde 89,7% dos respondentes acreditam que o gerenciamento melhora o resultado final da obra (Figura 3.10).

Observamos neste ponto que os revestimentos externos foram concluídos, que as pérgulas do nível N=-3,0m também estão montadas e que as esquadrias do nível N=-3,0m foram finalizadas (Figura 5.8). Podemos, então, identificar cada etapa de execução dos serviços programados com identificação da situação de cada elemento da obra com suas datas de início e fim lançadas nos dados do sistema vinculados ao custo planejado e projeção de custo de acordo com as alterações efetuadas no decorrer dos serviços.

Figura 33 – Etapa vidros e acabamentos concluídos.



Fonte: esta pesquisa (2017).

5.6 Considerações

A aplicação do modelo de forma programada e adequada às necessidades da obra proporcionará conforme exposto na apresentação do modelo, um maior controle dos serviços executados facilitando o cumprimento dos prazos no gerenciamento da obra e ajudando na

organização geral do empreendimento, atendendo, assim, a opinião da maioria dos respondentes na ordem de importância de conhecimento do gestor representado na Figura 3.13.

Essa organização geral no controle dos serviços programados e executados traz melhorias no gerenciamento, proporcionando melhor desempenho nas atividades programadas, onde 52 respondentes (72,2%) concordaram plenamente com esta afirmativa. A organização aplicada ao gerenciamento também aprimora o controle do tempo de execução das atividades de acordo com 42 respondentes da pesquisa (58,3%) e o controle dos custos aplicados na obra é descrito por 43 respondentes (59,7%) como um dos fatores de melhoria com o gerenciamento e controle de forma eficaz e rotineira.

A aplicação do gerenciamento dos serviços, aprimorado com um sistema organizado conforme o modelo apresentado, irá proporcionar melhorias expressivas no controle geral da obra, o que corresponde à expectativa de melhorias no controle gerencial de obras de 90,3% dos respondentes (Figura 3.15).

Para a implantação do modelo em uma empresa, é necessário o conhecimento aprimorado de projeto em tecnologia BIM. Além disso, os envolvidos no processo devem obrigatoriamente ter conhecimentos em planejamento, gestão e controle de obras civis, conhecer os fluxos de execução e precedências essenciais dos serviços programados.

A partir desses conhecimentos específicos, faz-se os treinamentos com a criação e desenvolvimento do modelo por etapas, separando-as inicialmente pelo sequenciamento do item específico para entendimento do sistema proposto. Posteriormente, é feita a integração dos itens com suas devidas sobreposições para se ter o fluxo correto conforme a programação dos serviços da obra.

O desenvolvimento do modelo para aplicação dos treinamentos iniciais poderá ser feito em pequenas partes das obras onde se lança uma sequência de uma determinada etapa do serviço. Posteriormente, aplica-se em um conjunto de serviços na mesma etapa para entender as interferências, até que as etapas estejam completas e o gestor e a equipe estejam seguros do entendimento do sistema, que poderá ser, então, aplicado em uma obra completa.

6 CONCLUSÕES

Após pesquisa e análise dos dados, conclui-se que o acompanhamento e monitoramento da obra com a utilização da tecnologia BIM nos traz benefícios executivos e controle durante todo o processo de execução do produto. Além disso, conclui-se que, através do controle efetivo dos serviços monitorado pelo sistema, a tecnologia contribui com informações diárias de informações e previsões de início e término dos serviços dentro do cronograma, mantendo os custos estimados dentro do planejado.

Esse resultado nos traz, ao longo dos processos executivos, revisões substanciais de planejamento dos serviços, uma reanálise dos métodos empregados pela construtora e da tecnologia executiva empregada. Demonstra aos escritórios de arquitetura e engenharia a capacidade de um sistema de projetos ter eficiência não somente na produção de documentos, mas também no planejamento e controle de obras. Para isso é necessário que as informações inseridas nos projetos estejam alinhadas, para que a evolução construtiva seja visualizada de forma clara e objetiva com as informações necessárias para acompanhamento do planejamento e controle.

Fabricio e Melhado (2001) concluem que o desenvolvimento das construções é uma atividade extensa que envolve o entendimento das necessidades dos contratantes, o desenvolvimento dos projetos de produto detalhados e completos (arquitetura, estrutura, instalações, etc.) e da produção, configurando pelo menos cinco grandes interfaces de projeto.

As informações apresentadas nos ajudam a compreender a capacidade de utilização do sistema BIM para gerenciamento e controle da qualidade da indústria da construção e nos auxiliam a compreender o espaço vazio existente quanto ao conhecimento sobre o uso do BIM 5D para o gerenciamento da qualidade da construção. Este trabalho identificou que a utilização do BIM 5D no gerenciamento de qualidade traz benefícios, e indicou soluções associadas para aprimorar os processos atuais de gerenciamento de qualidade com o auxílio de um ambiente de trabalho BIM 5D. Um modelo de qualidade baseado em BIM foi apresentado para associar a plataforma BIM ao modelo de POP de qualidade existente.

Conclui-se, então, que a utilização do método de controle baseado em BIM se torna viável para o gerenciamento de qualidade pelas seguintes razões:

- A consistência das informações: a aplicação do BIM 5D é viável para o gerenciamento da qualidade e para utilizar completamente os dados de projeto através da virtualização do processo de construção;

- O BIM 5D pode ser aplicado nas práticas padrão da indústria atualmente utilizadas em gerenciamento de qualidade e corroborado através de um estudo de caso.
- Entretanto, para a aplicação completa do modelo de qualidade baseado em BIM é necessário a inclusão de estruturas temporárias, como formas, escoramentos e andaimes. Sendo assim, estes elementos temporários devem ser adicionados ao modelo BIM no desenvolvimento do planejamento das etapas de construção.

A conclusão qualitativa é que o BIM 5D é uma importante ferramenta para a modelagem e controle dos serviços de construção civil, para controle de custos e cronogramas em tempo real até o nível do elemento individual. O sistema apresentado define os critérios de um bom sistema: integra controle de custos e controle de progresso, agiliza os processos de coleta de dados, precisa ainda de funções de análise automatizada, e é aplicável a todos os tipos de obras de construção.

Foi abordado o estudo em seus benefícios no contexto de uma construção residencial. Porém, esta tecnologia e a utilização do conhecimento nesse projeto podem ser facilmente aplicadas em outros setores da construção e indústria, também na mineração, infraestrutura de saúde, ferrovia e planejamento urbano. De acordo com a necessidade de cada setor industrial, o sistema BIM 5D pode ser adaptado às necessidades apresentadas das diferentes plantas da indústria.

Os trabalhos futuros devem aplicar o modelo em uma obra com acompanhamento e análise dos resultados para fortalecer o sistema. A complexidade das questões que envolvem as construções atuais e a utilização de profissionais com especialidades diferentes, estabelece a necessidade de organização dos administradores, de suas concepções e necessidades para aperfeiçoar o projeto como um todo.

Estudos teóricos e experimentais, feitos por Melhado (1994), Novaes (1996), Tzortzopoulos (1999), dentre outros, propuseram procedimentos de gerenciamento de projetos envolvendo os projetos de produto e expandiram o debate, considerando a conexão entre projeto e produção pelo meio dos projetos para produção. A partir destes estudos, o desafio é definir o processo de projeto para considerar a totalidade das questões envolvidas durante a execução dos empreendimentos de construção com o desenvolvimento e aplicação de modelos mais eficientes para a organização do método construtivo.

A aplicação de normas técnicas para padronizar os sistemas BIM facilitaria a interface para desenvolvimento de projetos e, conseqüentemente, a gestão da obra com a utilização do sistema BIM 5D, contribuindo, desta maneira, com o planejamento eficaz do trabalho e com o aprimoramento da aplicação do sistema.

6.1 Potencial de Inovação

O conhecimento aprimorado do uso da tecnologia BIM, ajuda a entender as diversas aplicações onde o sistema pode ser utilizado. A exploração do planejamento, custo, desenvolvimento de modelo e controle pode se intensificar com os procedimentos e critérios bem explorados. Um ambiente controlado e monitorado reflete nos resultados onde o previsto/executado inicial reflete na satisfação direta do contratante com reflexos no potencial de crescimento da empresa.

A aplicação desta tecnologia em manutenção preditiva em indústrias (6D) onde a interrupção dos serviços é altamente prejudicial é um ponto possível de exploração futura. Um complexo industrial, todo lançado em plataforma BIM, gera melhor informação do histórico de reparos, ajustes, informações dos itens trocados parametrizados, comparativo de durabilidade, tempo de reparo e prejuízos causados pelas interrupções.

REFERÊNCIAS

- A.J. FOX, H.A. Cornell, et al., **Quality in the Constructed Project: Proceedings of the Workshop Sponsored by the American Society of Civil Engineers**: Chicago, Illinois November 13–15, 1984, American Society of Civil Engineers, New York, N.Y., 1985
- ALBERTIN, A L.; ALBERTIN, R.M. **Tecnologia de informação e desempenho empresarial: as dimensões de seu uso e sua relação com os benefícios de negócio**. 2. Ed São Paulo: Atlas, 2009.
- ANDRADE, Max Lira Veras X. de – RUSCHEL, Regina Coeli - **BIM: Conceitos, Cenário das Pesquisas Publicadas no Brasil e Tendências** – Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído – SBQP (2009).
- CHANGMIN Kim, Hyojoo Son, Changwan Kim, **Automated construction progress measurement using a 4D building information model and 3D data**, Autom. Constr.31 (2012) 75–82.
- CHEN, LiJuan, Hanbin Luo - **Automation in Construction** 46 (2014) 64 – 73 - **A BIM-based construction quality management model and its applications**<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514001204>.
- C. KAM, M. Fischer, **Capitalizing on early project decision-making opportunities to improve facility design, construction, and life-cycle performance**-POP, PM4D, and decision dashboard approaches, Autom. Constr. 13 (1) (2004) 53–65.
- C. Park, D. Lee, O. Kwon, X. Wang, **A framework for proactive construction defect management using BIM, augmented reality and ontology-based data collection template**, Autom. Constr. 33 (2013) 61–71.
- DAVIES, P. B. Formatted technology and unformatted action: The nature of information technology. **Journal of Information Management**. V 29, n.p. 272-282, 9009
- DING Lieyun, Ying Zhou, Burcu Akinci - **Automation in Construction** 46 (2014) 82–93 - Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable Nd.
- EADIE, Robert, Mike Browne a, Henry Odeyinka, Clare McKeowna, Sean McNiff- **Automation in Construction** 36 (2013) 145–151- BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
- DELATORRE, Joyce – **Tecnologia BIM: Do Projeto a Construção** – Autodesk University (2012)
- FABRICIO, Márcio M. – MELHADO, Silvio B – **Desafios para Integração do Processo de Projeto na Construção de Edifícios** (2001).

International Organization for Standardization, ISO8402-1994, Quality Management and Quality Assurance — The Term[s], 1994.

JURAN Joseph M., Quality Control Handbook, McGraw-Hill, New York San Francisco Washington, D.C., 1998

JOUINI, S.; MILDLER C. **Crise de la demande et stratégies d'offres innovantes dans le secteur du bâtiment.** Paris, Plan Urbanisme Construction Architecture / Chantier, 2000

KALE, S; ARDITI, D. **Diffusion of Computer Aided Design Technology in Architectural Design Practice.** Journal of Construction Engineering and Management (ASCE), v. 131, p. 1135-1141, 2005.

LI Jian1, Lei Hou2, Xiangyu Wang, Jun Wang, Jun Guo, Shaohua Zhang and Yi Jiao - **International Journal of Advanced Robotic Systems-** A Project-based - Quantification of BIM Benefits - mar/2014.

LI JUAN Chen, HanbinLUO, **A BIM-based construction quality management model and its applications** – School of Civil Engineering & Mechanics, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China, 2014.

LIU, Hexu, Mohamed Al-Hussein, Ming Lu - **Automation in Construction** 53 (2015) 29–43 - BIM-based integrated approach for detailed construction scheduling under resource constraints.

KAZI, AS; HANNUS, M.; ZARLI, A MARTENS, B. **Strategic roadmaps and implementation actions for ICT** – 2007.

<http://voster.vtt.fi/projects/stratcon/stratcon_final_report.pdf>. Em 07 jul 2007.

MASCARENHAS, A. O.; VASCONCELOS, F. C. **Tecnologia e gestão de pessoas: estratégias de autoatendimento para o novo RH.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004

MARZOUK, Mohamed and Mohamed Hisham - **KSCE Journal of Civil Engineering** (2014) 18(5):1302-1313 - Implementing Earned Value Management using Bridge Information Modeling

MICHALOSKI, Ariel Orlei – **Modelo de Diagnóstico do uso de TI para Gestão de Pequena e Média Empresa de Construção Civil** (2011) – UFPE – Universidade Federal de Pernambuco.

MORAES, Emanuela Rodrigues de, Priscila Barros Olinger - **Tecnologia BIM – Avaliação da Implantação da Nova Tecnologia nas Empresas de Arquitetura e Construção** – UFRJ ESCOLA POLITÉCNICA DCC/NPPG.

NASCIMENTO, Luiz A; SANTOS, Eduardo T. – **A Indústria da Construção na era da Informação.** Ambiente Construído, 2003

NA LU, Korman Thomas, **Implementation of building information modeling (BIM) in modular construction: benefits and challenges, construction research congress 2010: innovation for reshaping construction practice**, Proceedings of the 2010 Construction Research Congress, 2010, pp. 1136–1145.

NAVARE, C. De la bataille pour mieux produire à la bataille pour mieux concevoir. In: **Gestion 2000**, no. 6, 1993.

PMBOK, **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – 5ª Edição – 2013**.

PRADO, D. **Gerenciamento de Programas e Projetos nas Organizações**. 3 ed Nova Lima: Minas Gerais, 2004

PETERSON, Forest, Timo Hartmann, Renate Fruchter, Martin Fischer - **Automation in Construction xxx (2010) xxx–xxx** - Teaching construction project management with BIM support Experience and lessons learned.

SCHERR, Sérgio – ITO, Armando L.Y. – AYRES Filho, Cervantes – AZUMA, Fabíola – BEBER, Michelle – **Impactos do uso do Sistema CAD Geométrico e do uso do Sistema CAD-BIM no Processo de Projeto em Escritórios de Arquitetura**–

SCHMITT, C.M. **Documentação de projetos para edificação: solução para este quebra-cabeças**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5. 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 1993. V.2, p.637.

SCEER S.; LEUSIN, A. S. R; SANTOS, E. T.; FERREIRA, R C.; CARON, A. M. The scenario and trends in the Brazilian IT construction applications experience. **International Journal of IT in Architecture, Engineering and Construction**.– 2007.

Sangyoon Chin, Kyungrai Kim, Yea-Sang Kim, A process-based quality management information system, *Autom. Constr.* 13 (2) (2004) 241–259.

SILVA, Julio C. Bastos – AMORIM, Sérgio R. Leusin – **A contribuição dos sistemas de classificação para a tecnologia BIM – Uma abordagem teórica – V TIC**, Salvador BH (2011)

SOILBELMAN, L; CALDAS, C.H.S. **Avaliação da logística de informação em processos Inter organizacionais na construção civil**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2, 2001, Fortaleza **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2001. 2. CD-ROM

SPERLING, David Moreno. **O projeto arquitetônico, novas tecnologias de informação e o Museu Guggenheim de Bilbao**. II Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção Civil. Porto Alegre. – 2002.

SEUNGHYUN Yoon, Namhee Park, Jinwon Choi, **A BIM-based design method for energy-efficient building**, Proceedings of the 2009 Fifth International Joint Conference, 2009, pp. 376–381.

T.C. KAVANAGH, F. Muller, J.J. O'Brien, **Construction Management. A Professional Approach**, McGraw-Hill, New York, 1978.

THORTON, Patricia H, Candace Jones - Institutional Logics and Institutional Change in Organizations: Transformation in Accounting, Architecture, and Publishing - RESEARCH IN THE SOCIOLOGY OF ORGANIZATIONS · AUGUST 2005.

TSERNG, Hui-Ping, Shin-Ping HO, Shu-Hui JAN – **Journal of Civil Engineering and Management** 2014 Volume 20(1): 47-58- Developing BIM-Assisted as-Built Schedule Management System for General Contractors – 2014 Volume 20(1): 47-58.

VOLK, Rebekka, Julian Stengel, Frank Schultmann - **Automation in Construction** 38 (2014) 109–127- Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs.

WANG Xiangyu, YUNG, Ping, LUO Hanbin, TRUIJENS Martijn - **Automation in Construction** 45 (2014) 126 - 135 - An innovative method for project control in LNG project through 5D CAD: A case study.

W.R. ZOLLINGER, D.L. Sutton, Montler Gary, Mark M. Seifried, **BIM: sharing project data reduces conflict**, AACE Int. Trans. 1 (2010) 37–53.

X. WANG, P. Love, M.J. Kim, C.S. Park, C. Sing, L. Hou, **A conceptual framework for integrating building information modelling with augmented reality**, Autom. Constr. 34 (2013) 37–44.

Y. ARAYICI, P. Coates, L. Koskela, M. Kagioglou, C. Usher, K. O'Reilly, **Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice**, Autom. Constr. 20 (2) (2011) 189–195.

ZUPPA Dino, R.A. Issa Raja, Suermann, C. Patrick, **BIM's impact on the success measures of construction projects**, Proceedings of the 2009 ASCE, International Workshop on Computing in Civil Engineering, 346, 2009, pp.503–512.

APÊNDICE A: Questionário

GERENCIAMENTO DE OBRAS - TECNOLOGIA BIM

0 %

Página 1

O objetivo desta pesquisa é explorar como são os problemas relacionados a gestão de obras em relação ao gerenciamento de projetos. Características pessoais, gerenciais e comportamentais são avaliadas e relacionadas com as características do projeto a fim de compreender a contribuição desses fatores com o sucesso do projeto.

Este questionário foi elaborado unicamente para propósitos acadêmicos. Seus resultados são absolutamente confidenciais. Ficaremos grato em lhes enviar um feedback caso seja solicitado.

Este questionário levará apenas alguns minutos do seu tempo. Por favor, responda todas as questões. Não há respostas certas ou erradas. Obrigada por participar desta pesquisa conosco

Para mais esclarecimentos, contatar:

Marcelo Kraichete (marcelokraichete@me.com) ou

Dr. Caroline Mota, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil (carolmm@ufpe.br)

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 2.

Página 2

1. Olá!

Esta é uma pesquisa para o Mestrado em Engenharia de Produção da UFPE - Universidade Federal de Pernambuco. Sua participação é muito importante.

Vamos Lá! É rapidinho

Você aceita participar desta pesquisa? *

sim

não » continuar com Página 25

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 3.

Página 3

2. **Você sabe o que é gerenciamento de obra? ***

sim » continuar com Página 5

não

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 4.

Página 4

Gerenciar uma obra significa administrar, simultaneamente, o cumprimento do cronograma e a previsão financeira, gerindo profissionais que têm formações e práticas diversas. Quem assume essa função deve dominar custos, contratos, prazos, ser organizado e um bom gestor de pessoas. (PMBOOK 5ª edição - 2013)

3. Pronto para seguir? *

- sim
- não » continuar com Página 25

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 5.

Página 5**4. Você está familiarizado com alguma obra recentemente finalizada ou que ainda esteja em andamento, mas que você possa classificá-la como uma OBRA BEM EXECUTADA? ***

- sim
- não » continuar com Página 25

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 6.

Página 6**5. Como foi a sua participação na obra? ***

- Responsável Técnico - Arquiteto ou Engenheiro
- Executor
- Proprietário
- Integrante da equipe
- Outros

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 7.

Página 7**6. Qual foi a duração desta obra? ***

- menos de 1 ano
- 1 - 2 anos
- 3 - 5 anos

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 8.

Página 8**7. Qual foi o orçamento da obra? ***

- Até R\$300.000,00
- R\$300.000,01 a R\$600.000,00
- R\$600.000,01 a R\$1.000.000,00
- mais de R\$1.000.000,00
- Não sei dizer

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 9.

Página 9**8. Quantas pessoas estavam envolvidas na obra? ***

- menos de 10
- de 11 a 50
- de 51 a 100
- mais de 100

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 10.

Página 10

9. Além de sua empresa, quantas outras estavam envolvidas? *

- Nenhuma
- Uma
- Entre 2 e 5
- Mais de 5

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 11.

Página 11

10. Em qual cidade e Estado esta obra está localizada? *

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 12.

Página 12

11. Você acredita que um gerenciamento mais rigoroso poderia ter evitado um problema que tenha prejudicado o andamento da obra ou o controle dos custos planejados, ou ainda um erro de execução? *

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Discordo parcialmente
- Discordo Totalmente

12. Quer comentar?

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 13.

Página 13

13. Foi feito gerenciamento de serviços nesta obra? *

- sim
- não » continuar com Página 16

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 14.

Página 14

14. Considerando que gerenciar uma obra significa administrar, simultaneamente, o cumprimento do cronograma e a previsão financeira, gerindo profissionais que têm formações e práticas diversas. Quem assume essa função deve dominar custos, contratos, prazos, ser organizado e um bom gestor de pessoas. (PMBOOK 5ª edição - 2013)

Você ficou satisfeito com o gerenciamento da obra? *

- Sim
- Não
- Parcialmente
- Não sei responder

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 15.

Página 15

15. Determine a ordem de importância dos itens abaixo você considera para um bom gestor em uma obra. *

- ⚡ Dominar os custos
- ⚡ Entendimento de contratos
- ⚡ Cumprir prazos
- ⚡ Organização geral
- ⚡ Capacidade técnica

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 16.

Página 16

16. De que forma você acredita que um gerenciamento pode ajudar na sua obra / serviço? *

	Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Não Concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo parcialmente	Discordo completamente
Melhora de desempenho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle do tempo de execução	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle dos custos aplicados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle de material empregado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle dos pagamentos efetuados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Não acredito que ajude efetivamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 17.

Página 17

17. Você acredita que um gerenciamento eficaz modificará substancialmente o resultado final de uma obra/serviço em comparação a um gerenciamento normal? *

- Concordo
- Discordo

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 18.

Página 18

18. O que você acha sobre os custos que devem ser aplicados na obra para a implantação de um gerenciamento eficaz (software, equipamentos e pessoal). *

	Concordo	Discordo
Os custos de implantação são altos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geralmente o investimento não compensa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A implantação requer muito esforço da equipe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os resultados obtidos não são perceptíveis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os resultados proporcionarão melhoria de desempenho e economia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 19.


Página 19

19. Imagine um sistema de gerenciamento de obra com visualização gráfica, sendo possível identificar o estágio/momento da obra, itens executados, em execução, concluídos e com alguma pendência sejam mostrados. *

	Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo completamente
Esse sistema melhora/apoia o controle de gastos da obra.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esse sistema melhora/apoia o controle de tempo de execução dos serviços.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esse sistema melhora/apoia o controle de utilização dos insumos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esse sistema melhora/apoia o controle da qualidade de cada elemento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esse sistema melhora/apoia a maior participação dos envolvidos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 20.

Página 20

20. E se além disso, for possível identificar custo programado e custo real dos elementos?  Exemplo: ao clicar na estrutura do telhado, é mostrado qual é o custo previsto o quanto já se gastou até o momento e o saldo, positivo ou negativo para conclusão do serviço. *

- Excelente
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Não vejo necessidade

21. Quer comentar?

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 21.

Página 21

22. Você acredita que com um sistema de gerenciamento eficaz com apresentação gráfica incentiva as pessoas envolvidas a ter um melhor desempenho? Já que a visualização do modelo 3D evoluindo durante a obra motiva o colaborador. *

- Sim, a informação visual promove expectativas de desempenho
- Sim, mas os serviços serão comprometidos. Porque na tentativa de acelerar o processo, a qualidade do serviço poderá diminuir
- Não, o colaborador não será motivado a ter um melhor desempenho

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 22.

Página 22

23. Na sua opinião, quais os fatores serão mais importantes a se destacar dentro de uma cultura de gerenciamento com controle efetivo? *

	Concordo	Discordo
Um grande benefício ao desempenho de uma obra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O controle do caminho crítico (ordem executiva mais desfavorável) da execução.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Um suporte nas tomadas de decisão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A orientação no processo de compras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O controle de entrega dos insumos dentro da obra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 23.

Página 23

24. Em uma próxima oportunidade, quais fatores seriam importantes para melhor resultado? *

	Muito importante	Importante	Necessário	Não me importo	Desnecessário
Controle de custos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ajuste do tempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle de mão de obra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle de equipamentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilização de processos adequados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 24.

Página 24

25. Com qual frequência você acredita que um gestor rever o planejamento de uma obra? *

- Todos os dias » continuar com Página 26
- Duas vezes na semana » continuar com Página 26
- Uma vez na semana » continuar com Página 26
- A cada duas semanas » continuar com Página 26
- Uma vez por mês » continuar com Página 26

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 25.

Página 25

QUE PENAI
MESMO ASSIM MUITO OBRIGADO.
SE PUDE ENCAMINHE PARA UM AMIGO QUE JÁ TENHA PARTICIPADO DE ALGUMA FORMA EM UMA OBRA.

26. Quer voltar para o início e responder? *

- sim » continuar com Página 3
- não

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, o participante será redirecionado para Página 26.

Página 26

MUITO OBRIGADO POR SUA PARTICIPAÇÃO!

clique na seta para encerrar.

A menos que outros fluxos de trabalho lógico tenham sido especificados, a pesquisa será concluída após esta página.

APÊNDICE B: Declaração de participação



DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que o Sr. Marcelo Kraichete Uchoa, aluno da UFPE – Universidade Federal de Pernambuco matriculado no programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, utilizou informações de projetos e arquivos de nossa empresa e pesquisa em nossas obras para contribuição em sua dissertação nesta Universidade.

Neste, autorizamos a utilização e divulgação dos dados coletados para os estudos propostos dentro do escopo de pesquisa para o Mestrado em Engenharia de Produção na UFPE.

Marabá, 20 de maio de 2017

ITACOATIARA CONSTRUTORA LTDA