

JÚLIA CASTRO MENDES
ANDRÉ LUÍS SILVA
JÉSSICA ALESSANDRA SANTOS BRITO
(ORGANIZADORES)

GERENCIAMENTO DE
PROCESSOS
NA CONSTRUÇÃO
CIVIL

GERENCIAMENTO
DE PROCESSOS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL

ESTUDOS DE CASO



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

Reitora

Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Hermínio Arias Nalini Jr.



editora**UFOP**

Diretor Executivo

José Rubens Lima Jardimino

Coordenador Editorial

Daniel Ribeiro Pires

Assessor da Editora

Alvimar Ambrósio

Diretoria

Francisco José Daher Jr (Coord. de Comunicação Institucional)
Paulo de Tarso Amorim Castro (Presidente do Conselho Editorial)
Marcos Eduardo Carvalho Golçalves Knupp (PROEX)
Sérgio Francisco Aquino (PROPP)
Tânia Rossi Garbin (PROGRAD)
Daniel Ribeiro Pires (Representante TAE)

Conselho Editorial

Prof. Dr. Adriano Medeiros da Rocha
Prof. Dr. Douglas da Silva Tinti
Prof. Dr. Flávio Pinto Valle
Prof. Dr. Paulo de Tarso Amorim Castro

Júlia Castro Mendes
André Luís Silva
Jéssica Alessandra Santos Brito
(Organizadores)

GERENCIAMENTO DE PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

ESTUDOS DE CASO

Ouro Preto
2025



© EDUFOP

Coordenação Editorial

Daniel Ribeiro Pires

Capa

Varnei Rodrigues

Diagramação

Propagare Ltda.

Revisão

Mariana de Fátima Ricci Quilice

Ficha Catalográfica

(Elaborado por: Gracilene Maria de Carvalho - CRB6-3067, SISBIN/UFOP)

G367 Gerenciamento de processos na construção civil : estudos de caso /
Júlia Castro Mendes, André Luís Silva, Jéssica Alessandra Santos
Brito (Orgs.)-- 1º ed. -- Ouro Preto : Editora UFOP, 2025.
290 p.: il.: color.; graf.; tab.; map.
Publicação digital (e-book) no formato PDF

1. Construção civil. 2. Administração de risco . 3. Orçamento –
construção civil. 4 . - Projetos e construção - Autoconstrução I.
Universidade Federal de Ouro Preto. II. Título.

CDU: 624.

ISBN 978-65-89785-50-7

Todos os direitos reservados à Editora UFOP. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida, arquivada ou transmitida por qualquer meio ou forma sem prévia permissão por escrito da Editora. A originalidade dos conteúdos e o uso de imagens são de responsabilidade dos autores da obra.

“Obra aprovada no Edital Geral 02/2020 e publicada apenas no ano de 2025 em decorrência dos prejuízos operacionais causados pela PANDEMIA DO COVID-19.”

EDITORA UFOP

Campus Morro do Cruzeiro

Centro de Comunicação Institucional, 2º andar

Ouro Preto / MG, 35400-000

www.editora.ufop.br / editora@ufop.edu.br

(31) 3559-1255

SUMÁRIO

- 7 PREFÁCIO

- 11 CAPÍTULO 1
 QUALIDADE DOS ORÇAMENTOS NA VIABILIDADE DE OBRAS
 RESIDENCIAIS

- 27 CAPÍTULO 2
 GESTÃO DE OBRAS PÚBLICAS: ESTUDO DE CASO DA
 REVITALIZAÇÃO DE UM CAMPO DE FUTEBOL

- 47 CAPÍTULO 3
 ESTUDO DE CASO SOBRE GESTÃO DE ESTOQUES VIA CURVA ABC
 EM UM CANTEIRO DE OBRAS

- 71 CAPÍTULO 4
 A LOGÍSTICA REVERSA E A GESTÃO DE RESÍDUOS NA
 CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS

- 97 CAPÍTULO 5
 LEAN CONSTRUCTION NO PLANEJAMENTO DE OBRAS CIVIS:
 ESTUDO DE CASO DE UM CANTEIRO DE OBRAS NA FRANÇA

- 117 CAPÍTULO 6
 POTENCIALIDADES DA MODELAGEM DE INFORMAÇÃO DA
 CONSTRUÇÃO (BIM) NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS:
 UM ESTUDO DE CASO

- 143 CAPÍTULO 7
ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS E MÃO DE OBRA ENTRE OS
SISTEMAS DE CONCRETO ARMADO E ALVENARIA ESTRUTURAL:
ESTUDO DE CASO DE UM EMPREENDIMENTO MINHA CASA
MINHA VIDA
- 167 CAPÍTULO 8
DIAGNÓSTICO DA MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL E A
CONSEQUÊNCIA DE SUA OTIMIZAÇÃO
- 191 CAPÍTULO 9
GESTÃO DE RISCOS APLICADA A UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO
CIVIL: ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE
ALTO PADRÃO
- 213 CAPÍTULO 10
GERENCIAMENTO DE RISCOS APLICADO À CONSTRUÇÃO DE
LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ALTA TENSÃO
- 237 CAPÍTULO 11
ESTUDO DA VIABILIDADE FINANCEIRA DE UMA NOVA
CONSTRUTORA DE EDIFÍCIOS
- 263 CAPÍTULO 12
IMPLICAÇÕES DA AUTOCONSTRUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO
- 285 SOBRE OS ORGANIZADORES

PREFÁCIO

A construção civil é um dos setores de maior importância na economia brasileira e um dos líderes na geração de empregos formais no país. Entretanto, ela também é campeã nos quesitos baixa produtividade, desperdício, ociosidade, defeitos no produto final, atrasos e estouro no orçamento.

Uma das principais causas desse cenário negativo é a falta de valorização das atividades de planejamento e gestão de obras. De maneira geral, grande parte das edificações no Brasil são erguidas sem apoio de profissionais de Engenharia ou Arquitetura, ou seja, são autoconstruídas. Normalmente não existe planejamento algum, e as etapas da obra seguem de forma improvisada.

Até mesmo construtoras formalizadas e profissionais da área dão pouca importância ao planejamento e à gestão – o que é ainda mais grave. Muitos consideram que gerir uma obra é dar ordens na visita semanal ao canteiro. Esses profissionais não encontram espaço em sua agenda para quantificar serviços, avaliar alternativas ou prever riscos, embora acabem perdendo preciosas horas resolvendo os problemas originados pela falta dessas ações.

Nas poucas empresas que fazem algum planejamento, este normalmente parte de um escritório separado do canteiro de obras. Pouquíssimas vezes os responsáveis pelo planejamento recebem informações sobre experiências vivenciadas pelos profissionais no dia a dia da obra ou acompanham sua realidade. É ainda mais raro que os cronogramas e orçamentos sejam retroalimentados conforme o progresso do empreendimento. Assim, as previsões levantadas são pouco realistas, o que prejudica ainda mais a confiança no planejamento.

Diante desse cenário, não surpreende o fato de que muitas obras brasileiras sigam padrões já conhecidos: prazos e custos ultrapassados, patologias e, não raro, falência total do empreendimento. Ao longo deste

livro, o leitor ou leitora vai encontrar diversos casos clássicos, como os entraves à construção de uma residência de alto padrão, cuja verba se esgotou após atrasos e falência de fornecedores, ficando a obra inacabada (Capítulo 9); as implicações da autoconstrução, com o caso de uma residência que foi entregue três anos após a data estipulada pelo construtor (leigo) custando o dobro do valor estimado inicialmente (Capítulo 12); a licitação para a instalação de irrigadores em um campo de futebol cujo projeto básico não contemplava a casa de bombas (Capítulo 2); e ainda o pitoresco caso do orçamento de um prédio que estava superestimado em mais de 9 milhões de reais (Capítulo 1).

Todos os estudos de caso foram realizados com base em obras reais, acompanhadas de perto pelos autores. Todas as falhas de gestão mostradas neste livro têm em comum o fato de que poderiam ter sido evitadas recorrendo-se a ferramentas bem estabelecidas mundialmente de planejamento e gestão de obras. Prova disso, e contrastando com os demais casos brasileiros, é o Capítulo 5, que apresenta a eficácia da metodologia *Lean Construction* na gestão de um empreendimento de grande porte na cidade de Lille, na França.

Com o objetivo de colaborar para que os casos aqui apresentados não se repitam, nós, os organizadores deste livro, como professores e professoras de Engenharia, decidimos compartilhar essas emblemáticas (e, infelizmente, rotineiras) histórias. Elas são oriundas de trabalhos de conclusão de curso de Engenheiros e Engenheiras da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Esperamos, assim, estimular leitores e leitoras a contribuir para a necessária mudança na mentalidade disseminada no setor de construção brasileiro.

Os autores

CAPÍTULO 1

QUALIDADE DOS ORÇAMENTOS NA VIABILIDADE DE OBRAS RESIDENCIAIS

Rodrigo de Araújo Borges

Humberto Dias Andrade

Júlia Castro Mendes.

Rodrigo de Araújo Borges possui graduação em Engenharia Civil (2018) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente é engenheiro civil da Marcca Engenharia, responsável por toda a parte de campo da obra, incluindo levantamento de materiais, controle de efetivo, gerenciamento de fretes de serviço, controle de qualidade de execução e cronograma.

Humberto Dias Andrade é doutorando e mestre em Engenharia Civil (2018) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduado em Engenharia Civil (2015) pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Atualmente é membro do grupo RECICLOS-C-NPq, em que desenvolve pesquisas em gerenciamento e reciclagem de resíduos sólidos. Tem experiência na área de gestão de contratos e projetos, além de trabalhar com tecnologia e durabilidade do concreto.

Júlia Castro Mendes é doutora e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduiu-se na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde atualmente é professora no Departamento de Construção Civil. Foi professora do Departamento de Engenharia Civil da UFOP entre 2017 e 2023. É Docente Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFOP (PROPEC/UFOP) e da UFJF (PEC/UFJF). Coordenadora do CIDENG - Grupo de Pesquisa em Ciência de Dados aplicada à Engenharia. Representante

brasileira da WREN - Women's Research Engineers Network e representante da UFJF da Living Lab Biobased Brazil. Coordenou, em colaboração com outros professores, os projetos de extensão Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Ouro Preto e Projeto Labor (consultoria de empreendedorismo). Tem experiência na área de IA aplicada à materiais de construção, materiais e técnicas construtivas sustentáveis, gestão de obras e eficiência energética.

Resumo

O orçamento detalhado de obra gera, ao fim das atividades construtivas, economia sobre o projeto e diminui as surpresas financeiras para o contratante. No entanto, a falta dele é tema constante no atual cenário da construção civil. Assim, o objetivo deste capítulo é analisar as consequências que a falta de um orçamento bem estruturado pode gerar em um projeto de obra civil, tanto em seu aspecto econômico quanto de planejamento. Para isso, foram analisados e comparados os orçamentos feitos por duas empresas diferentes para a mesma obra: um edifício de aproximadamente 18.000 m². A primeira empresa foi contratada pelos empreiteiros no início do projeto; já a segunda empresa foi contratada quando o orçamento inicial passou a diferir significativamente do valor real apurado. Os estudos de elaboração orçamentária, juntamente com a composição de custo e os relatórios da Curva ABC de insumos e serviços, foram utilizados como base para a realização das análises. O orçamento realizado pela segunda empresa foi 15,4% menor que o orçamento original da obra, o que corresponde a aproximadamente 9 milhões de reais a menos. Esse resultado demonstra a importância de um orçamento bem estruturado, já que um orçamento mal realizado pode comprometer a situação financeira de um empreendimento.

Palavras-chave: Planejamento de obras, Orçamento de obras, Curva ABC, Composição de custo.

1.1. Introdução

O setor da construção civil é um dos grandes responsáveis por movimentar a economia do país. Entretanto, também se destaca a baixa produtividade e alto índice de desperdício desta indústria. A fim de reverter esse cenário, apresentam-se como soluções a minimização de perdas nas obras e o gerenciamento de qualidade do início ao fim do empreendimento (CBIC, 2017). De acordo com o SIENGE (2015), um planejamento mal estruturado, que não condiz com a realidade do mercado, que não conta com precisão na programação de suas atividades e que não dispõe de mão de obra qualificada, pode gerar, ao final da obra, um desvio orçamentário de até 21,7% entre o custo orçado e o custo real.

No Brasil, tradicionalmente não é dada a devida atenção às etapas de elaboração de projetos, montagem de cronogramas e projeções de custo. Em países como Japão e Alemanha, respectivamente, 40% e 50% do tempo de projeto é destinado a essas atividades, enquanto o Brasil dedica apenas cerca de 20% (FURLAN & VILLAS BOAS, 2015). Portanto, fica clara a dificuldade do setor construtivo brasileiro em entender a estreita relação existente entre o planejamento e a margem financeira de um projeto. Esse cenário desfavorável afeta diretamente os prazos de entrega, o controle de qualidade, o gerenciamento eficiente e o controle de custos das obras.

Como resultado da deficiência no controle e planejamento das obras, a indústria da construção registra elevadas perdas, baixa qualidade do produto final e baixa produtividade (MATTOS, 2010). Consequentemente, vêm se tornando comuns situações como prazos extrapolados, orçamentos ultrapassados, atrasos injustificáveis, desentendimentos entre construtor e contratante e, em casos mais graves, acionamentos via judicial para recuperação de danos (GOLDMAN, 2004).

Diante do que foi exposto, esse capítulo tem o objetivo de investigar as consequências da falta de um orçamento bem estruturado para o cronograma físico-financeiro e o gerenciamento de uma obra. Os autores também buscam estudar os fatores de qualidade envolvidos na elabora-

ção de um orçamento de obras e mapear os fatores que causaram maior variação entre os orçamentos são os objetivos específicos.

1.2. Metodologia

Para alcançar os objetivos apresentados, adotou-se como método a realização de um estudo de caso que teve como objeto um edifício em construção situado na cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás. O edifício é composto por 38 pavimentos de padrão médio/alto, que totalizam 17.933 m² de área construída. No momento da realização do estudo, o percentual de execução da obra era de 63% em relação ao planejado, mas a empresa responsável já anunciava que o orçamento inicial seria extrapolado. Assim sendo, uma segunda empresa de gestão de obras, também localizada na cidade de Goiânia, foi contratada para realizar uma nova análise de custos da obra que já estava em andamento.

Para a nova análise, a segunda empresa utilizou planilhas de referência, *softwares* especializados para planejamento de obras e informações fornecidas pela empresa executora do empreendimento. Assim, a segunda empresa elaborou uma nova composição unitária, um novo orçamento e um relatório de Curva ABC de insumos e serviços.

Foram realizadas medições na obra a fim de avaliar tanto as etapas executadas quanto as que ainda não tinham sido executadas. Para isso, a empresa inicialmente contratada para executar o projeto disponibilizou todos os relatórios de obra necessários, dados de compras realizadas desde o início da obra até o momento do estudo, valores de mão de obra e insumos utilizados em empreitadas, bem como os relatórios de todos os serviços prestados por terceiros. Ao fim da elaboração do novo orçamento, foi possível também analisar o planejamento da obra com a intenção de verificar se o prazo estipulado pela empresa executora seria atendido.

1.3. Resultados

Ao se realizar a comparação dos dois orçamentos, observou-se que o orçamento feito pela empresa inicialmente contratada totalizava R\$ 59.413.677, sendo 15,4% maior do que o valor calculado pela segunda empresa, que foi de R\$ 50.278.132. Portanto, a diferença orçamentária foi de R\$ 9.135.545.

A partir dos dois orçamentos, dos relatórios da Curva ABC e da composição de custos, foi possível analisar o avanço financeiro do empreendimento estudado e identificar as possíveis causas da variação encontrada nos valores orçados.

1.3.1. Análise de compatibilidade

Ao analisarem-se os dois orçamentos, verificou-se uma incompatibilidade na forma como a mão de obra foi considerada em cada um deles, o que dificulta sua comparação. O orçamento original considerava a mão de obra inclusa no preço unitário de cada material. Já a segunda empresa alocou a mão de obra contratada como um subitem de cada atividade, ou seja, apresentou separadamente o custo com mão de obra para cada atividade desenvolvida. Para melhor visualização da incompatibilidade mencionada, as Tabelas 1 e 2 apresentam exemplos de como cada empresa alocou a mão de obra na etapa de pintura da edificação.

Tabela 1 – Exemplo extraído do orçamento original da obra

Código	Descrição	Un.	Qtd. orçada	Preço unit. (R\$)	Preço total (R\$)
06.005	PINTURA E ELEMENTOS DECORATIVOS				1.633.363,71
06.005.001	PINTURA INTERNA - SS2				51.976,30
06.005.001.001	TEXTURA com Selador Acrílico Branco Neve	m ²	110,28	19,8672	2.190,95

Código	Descrição	Un.	Qtd. orçada	Preço unit. (R\$)	Preço total (R\$)
06.005.001.002	Pintura - Textura com Selador Fosca Branco Neve	m²	1.060,71	12,0128	12.742,10
06.005.001.003	Tela Poliéster Tapa Trincas	m²	262,42	22,8553	5.997,69
06.005.001.004	Pintura Demarcação de Faixa - Cor Amarelo Ouro	m²	397,25	6,8876	2.736,10
06.005.001.005	Pintura PVA - cor preta	m²	317,80	15,7922	5.018,76
06.005.001.006	PINTURA PVA - cor branco neve	m²	1.055,98	10,800	10.644,28
06.005.001.007	MASSA CORRIDA (duas demãos), incluindo lixamento	m²	1.055,98	11,9760	12.646,42

Fonte: Autores, 2018.

Tabela 2 – Exemplo retirado do orçamento da segunda empresa.

Código	Descrição	Un.	Qtd. orçada	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
11	PINTURAS				964.659,02
11.001	MÃO DE OBRA				655.773,94
11.001.001	MÃO DE OBRA PINTURA				655.773,94
11.001.001.001	Mão de Obra Pintura conforme Contrato	vb	1,00	655.773,94	655.773,94
11.002	PINTURA INTERNA				242.632,76
11.002.001	SUBSOLO 02				7.361,72
11.002.001.001	Aplicação de fundo selador acrílico em paredes (uma demão)	m2	1.247,20	0,36	452,36
11.002.001.002	Aplicação de massa PVA em paredes (duas demãos), incluso lixa	m2	368,07	0,81	296,52
11.002.001.003	Pintura PVA Latex, cor Branco Neve, aplicada em paredes (três demãos)	m2	45,44	2,34	106,37
11.002.001.004	Textura Acrílica Branco Neve aplicada em paredes	m2	879,13	6,58	5.785,64

Código	Descrição	Un.	Qtd. orçada	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
11.002.001.005	Pintura PVA Latex na cor preta aplicada em paredes (duas demãos)	m2	277,15	1,57	436,46
11.002.001.006	Pintura com tinta à base de borracha clorada na cor amarelo aplicada em paredes	m2	45,48	2,33	105,84
11.002.001.007	Demarcação de Vagas de Garagem com tinta à base de borracha clorada	m	50,20	2,33	116,83
11.002.001.008	Pintura Acrílica para piso, cor 303 - cinza claro (duas demãos), incluso pintura de rodapé.	m2	23,46	1,12	26,28
11.002.001.009	Pintura de Faixas de Sinalização para Piso	m2	15,22	2,33	35,42

Fonte: Autores, 2018.

Avaliando-se as possíveis causas da incompatibilidade entre os orçamentos, constatou-se que as empresas utilizaram tabelas de referência com métodos de composição distintos. Desta forma, os orçamentos apontam para valores desiguais para um mesmo serviço. Em função disso, a interpretação dos *stakeholders* foi diretamente afetada, visto que, ao optar-se pela adoção de tabelas com práticas incompatíveis ao método construtivo adotado, aumenta-se a dificuldade de administração dos recursos. É o que ocorre, por exemplo, com projetos que incorporam a mão de obra na composição dos materiais, quando, na prática, a empresa opta por terceirizar o serviço.

1.3.2. Comparativo de custos entre os orçamentos

O fato de haver incompatibilidade entre os orçamentos dificultou sua análise e comparação; no entanto, os principais fatores responsáveis pela discrepância foram identificados. Após analisar toda a documentação, foi possível perceber algumas defasagens na cotação de material e

no custo unitário de serviço, o que gerou um valor superestimado quando comparado à realidade de mercado. A Tabela 3 apresenta o comparativo entre os orçamentos.

Tabela 3 – Comparação entre os orçamentos.

ITEM	ORÇAMENTO ORIGINAL (R\$)	SEGUNDO ORÇAMENTO (R\$)	DIFERENÇA (R\$)	VARIAÇÃO RELATIVA	% GLOBAL NO ORÇAMENTO CONTRATADO
SERVIÇOS INICIAIS	24.984.816,59	21.217.635,24	3.767.181,35	17,75%	41,24%
INFRAESTRUTURA	1.784.124,65	1.672.079,28	112.045,37	6,70%	1,23%
SUPERESTRUTURA	7.176.412,13	6.137.107,35	1.039.304,78	16,93%	11,38%
ALVENARIAS E DIVISÓRIAS	2.404.509,74	1.597.635,03	806.874,71	50,50%	8,83%
ESQUADRIAS	3.501.667,76	2.762.919,42	738.748,34	26,74%	8,09%
VIDROS	117.141,31	435.797,00	(318.655,69)	-73,12%	-3,49%
SISTEMA DE COBERTURA	776.046,80	545.858,75	230.188,05	42,17%	2,52%
REVESTIMENTOS INTERNOS E EXTERNOS	4.010.765,32	3.779.474,62	231.290,70	6,12%	2,53%
FORROS	626.040,16	528.436,10	97.604,06	18,47%	1,07%
SERRALHERIA E MARCENARIA	174.872,69	155.510,65	19.362,04	12,45%	0,21%
PINTURAS	1.656.412,94	964.659,02	691.753,92	71,71%	7,57%
PAVIMENTAÇÃO	3.028.898,99	2.765.449,60	263.449,39	9,53%	2,88%
RODAPÉS E SOLEIRAS	509.141,30	236.117,06	273.024,24	115,63%	2,99%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2.092.745,27	1.955.978,47	136.766,80	6,99%	1,50%
INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS	119.301,03	144.527,80	(25.226,77)	-17,45%	-0,28%
INSTALAÇÕES DE INTERFONES	-	24.305,00	-	-	-
INSTALAÇÕES DE TV	-	61.512,94	-	-	-
INSTALAÇÕES DE SEGURANÇA	-	69.786,76	-	-	-
INSTALAÇÕES SPDA	46.377,31	51.804,35	(5.427,04)	-10,48%	-0,06%
INSTALAÇÕES ÁGUA FRIA	680.553,13	459.406,17	221.146,96	48,14%	2,42%

ITEM	ORÇAMENTO ORIGINAL (R\$)	SEGUNDO ORÇAMENTO (R\$)	DIFERENÇA (R\$)	VARIAÇÃO RELATIVA	% GLOBAL NO ORÇAMENTO CONTRATADO
INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	1.539.689,46	312.547,94	1.227.141,52	392,63%	13,43%
INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS	-	146.556,92	-	-	-
INSTALAÇÕES DE GÁS	69.800,72	69.253,31	547,41	0,79%	0,01%
INSTALAÇÕES DE COMBATE À INCÊNDIO	69.067,14	150.220,91	(81.153,77)	-54,02%	-0,89%
INSTALAÇÕES DE AR-CONDICIONADO	225.299,96	307.986,90	(82.686,94)	-26,85%	-0,91%
INTALAÇÕES MECÂNICAS	1.587.512,79	1.506.930,76	80.582,03	5,35%	0,88%
APARELHOS	1.796.630,70	1.975.845,53	(179.214,83)	-9,07%	-1,96%
COMPLEMENTAÇÃO DE OBRA	435.849,51	242.789,29	193.060,22	79,52%	2,11%
TOTAIS	59.413.677,40	50.278.132,17	9.135.545,23	100,00%	100%

Fonte: Autores, 2018.

As três maiores discrepâncias mostradas na Tabela 3 são: serviços iniciais, com uma variação de 17,8%; superestrutura, com 11,4% de variação; e instalações sanitárias, com 13,4%. A diferença total entre os orçamentos somente para essas três variáveis foi de R\$ 6.033.627. Sabendo-se que essas três variáveis englobam itens de serviço e materiais, a hipótese defendida é a de que, ao realizar o orçamento inicial, a empresa tenha utilizado as tabelas de referência de forma não tão assertiva, além de um orçamento inadequado para os preços de insumos, o que resultou, ao final do orçamento, em um valor superior ao real.

Para realizar um orçamento bem executado, de acordo com Mattos (2006), o orçamentista deve ser capaz de realizar um bom julgamento do trabalho, utilizando critérios técnicos bem estabelecidos e informações confiáveis. Além disso, é necessário que ele tenha um conhecimento detalhado do serviço.

1.3.3. Análise da Curva ABC

Objetivando uma análise mais acurada das diferenças entre os orçamentos, o mesmo procedimento foi realizado nas Curvas ABC de insumos e serviços para os três itens com maior discrepância. As análises podem ser visualizadas nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Diferença orçamentária nos três primeiros itens da Curva ABC de serviços.

SERVIÇO	ORÇAMENTO ORIGINAL (R\$)	SEGUNDO ORÇAMENTO (R\$)	DIFERENÇA (R\$)	VARIAÇÃO RELATIVA	% GLOBAL NO ORÇAMENTO CONTRATADO
MÃO DE OBRA DE REVESTIMENTO CERÂMICO E PISO	R\$ 1.795.547,65	R\$ 492.960,91	R\$ 1.302.586,74	264,24%	17,78%
ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	R\$ 7.176.412,13	R\$ 6.137.107,35	R\$ 1.039.304,78	16,93%	14,18%
EQUIPE ADMINISTRATIVA	R\$ 2.927.173,45	R\$ 2.146.317,60	R\$ 780.855,85	36,38%	10,66%

Fonte: Autores, 2018.

Tabela 5 – Diferença orçamentária nos três primeiros itens da Curva ABC de insumos.

INSUMO	ORÇAMENTO ORIGINAL (R\$)	SEGUNDO ORÇAMENTO (R\$)	DIFERENÇA (R\$)	VARIAÇÃO RELATIVA
PORTA DE ALUMÍNIO DE CORRER 6 FOLHAS - ALUMÍNIO C/ PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA E VIDRO TEMPERADO INCOLOR - 540 X 229 CM (INSTALADA)	R\$ 6.652,91	R\$ 5.916,16	R\$ 736,75	12,45%
KIT PORTA PRONTA / DETALHE: 1 FOLHA DE ABRIR - 80 X 210 X 3,5 CM - SEMI-OCA	R\$ 800,00	R\$ 459,03	R\$ 340,97	74,28%
KIT PORTA PRONTA / DETALHE: 1 FOLHA DE ABRIR - 70 X 210 X 3,5 CM - SEMIOCA	R\$ 711,56	R\$ 444,29	R\$ 267,27	60,16%

Fonte: Autores, 2018.

A partir da Curva ABC de serviços, é possível observar que as porcentagens de variação relativas atingiram valores que requerem atenção, variando entre 16,9%, para o item “estrutura de concreto armado”, e 264,2%, para “mão de obra de revestimento cerâmico e piso”, ou seja, trata-se de variações bem expressivas. O item “equipe administrativa”, que apresenta variação relativa de 36,4%, também chama atenção. Acredita-se que essa alta variação tenha sido gerada pela utilização de índices com datas desatualizadas, o que indica que o nível de atividade do mercado, a inflação, bem como os impostos e encargos sociais e trabalhistas vigentes, não foram considerados.

Na mesma direção, as variações apresentadas pela Tabela 5 (Curva ABC de insumos) atingem 74,3% para o item com maior discrepância. Considerando-se os valores de mercado dos itens mencionados nessa tabela e as variações que podem ocorrer em virtude de alterações na inflação, essas porcentagens representam uma diferença, em reais, bastante expressiva. Esses valores mostram que, quando o orçamento original da obra foi elaborado, nenhum monitoramento ou pesquisa prévia foram realizados para a compra de materiais, o que resultou na discrepância apresentada.

1.4. Conclusão

Diante do que foi discutido, considera-se que a falta de um orçamento bem estruturado e padronizado é um impasse dentro da gestão de obras. A adoção de formatos diferentes de tabelas de composição pelas diferentes empresas dificultou a elaboração, interpretação e comparação dos orçamentos. Isso é válido tanto para a análise acadêmica aqui realizada quanto para as empresas executoras e os clientes da obra.

A superestimação do o valor da obra em 9 milhões de reais, apesar de não ser tão grave quanto uma subestimação, afetou de forma negativa o empreendimento, uma vez que essa quantia excedente poderia ter sido utilizada na realização de outras benfeitorias.

Um fator que contribuiu para a diferença encontrada é o fato de que os orçamentos foram produzidos em fases diferentes do projeto. Assim, a qualidade e a quantidade de informações técnicas disponíveis para a empresa original eram mais limitadas, o que ocasionou uma superestimação dos valores no orçamento inicial. Esse fato escancara a falta de dedicação à etapa de planejamento por parte das empresas de construção civil no Brasil. Assim, projetos detalhados adequadamente e um cronograma bem feito no início da obra poderiam ter mitigado essas incertezas.

Analisando-se as diferenças orçamentárias, fica evidente que a escolha das tabelas de referência e a cotação dos insumos no mercado requerem precisão. Somente cotações realistas são capazes de produzir orçamentos coerentes com a realidade de mercado e que efetivamente representem todo o tempo de execução do empreendimento.

Considerando-se a diferença entre os orçamentos encontrada neste estudo e seus consequentes impactos na saúde financeira do empreendimento, torna-se evidente a importância da produção de um orçamento coerente e preciso. Quando os profissionais responsáveis pela gestão não se atentam de forma adequada a essa etapa, podem ocorrer interferências diretas no cronograma físico-financeiro, na gestão das frentes de atividades, no fluxo de recursos, no gerenciamento dos serviços, e, de maneira geral, no planejamento do empreendimento, o que pode significar prazo, custo e qualidade comprometidos.

Referências

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. CBIC Trabalha Agenda para Alavancar a Construção em 2018. CBIC Mais, 2017. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/12/CBIC_newsletter_121.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

FURLAN, F.; VILLAS BOAS, B. No Brasil, as obras públicas sofrem com a incompetência. Exame, 2015. Disponível em: <<https://exame.com/revista-exame/o-custo-da-burrice/>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

GOLDMAN, P. Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira. 4. ed. São Paulo: PINI Ltda., 2004.

MATTOS, A. D. Como Preparar Orçamentos de Obras. São Paulo: Pini Ltda., 2006.

_____. Planejamento e Controle de Obras. São Paulo: Pini Ltda, 2010.

SIENGE. Otimizar tempo de trabalho e melhorar a lucratividade é possível com uma boa gestão de obras. Plataforma SIENGE, 2015. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/5-razoes-que-comprovam-urgencia-de-fazer-um-bom-orcamento-de-obra/>>. Acesso em: 9 jun. 2018.

CAPÍTULO 2

GESTÃO DE OBRAS PÚBLICAS: ESTUDO DE CASO DA REVITALIZAÇÃO DE UM CAMPO DE FUTEBOL

Gabriel Bracks de Oliveira Borchio

Laís Cristina Barbosa Costa

Májda Pereira e Alvarenga

Júlia Castro Mendes.

Gabriel Bracks de Oliveira Borchio possui graduação em Engenharia Civil (2020) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atua como Supervisor Civil de Construções Industriais nas áreas de gestão de obras e de pessoas e execução de projetos.

Laís Cristina Barbosa Costa é doutora (2023) e mestre (2019) em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), tendo se graduado (2017) na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Atualmente é professora no curso de Engenharia Civil e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará – Campus Russas. Desenvolve pesquisas na área de materiais e técnicas de construção sustentáveis, com enfoque em reutilização de resíduos, durabilidade e inovação nos processos construtivos.

Májda Pereira e Alvarenga é bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto e possui MBA em Gestão de Projetos pela USP/Esalq. Atualmente, atua como Analista de Processos, com foco na gestão de dados e aprimoramento de processos.

Júlia Castro Mendes é doutora e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduou-se na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde atualmente é professora no Departamento de Construção Civil. Foi professora do Departamento de Engenharia Civil da UFOP entre 2017 e 2023. É Docente Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFOP (PROPEC/UFOP) e da UFJF (PEC/UFJF). Coordenadora do CIDENG - Grupo de Pesquisa em Ciência de Dados aplicada à Engenharia. Representante brasileira da WREN - Women's Research Engineers Network e representante da UFJF da Living Lab Biobased Brazil. Coordenou, em colaboração com outros professores, os projetos de extensão Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Ouro Preto e Projeto Labor (consultoria de empreendedorismo). Tem experiência na área de IA aplicada a materiais de construção, materiais e técnicas construtivas sustentáveis, gestão de obras e eficiência energética.

Resumo

O planejamento e a gestão de obras civis são etapas comumente negligenciadas pelas construtoras brasileiras. As consequências são desperdícios constantes, atrasos nos prazos e insuficiência de orçamento para a finalização da construção. Em se tratando de obras públicas, o impacto desses problemas na sociedade é ainda maior, já que elas são custeadas pelos cofres públicos. Por isso, em obras desse tipo é ainda mais importante o empenho na qualidade do planejamento e gestão de obras. Este capítulo consiste em um estudo de caso de uma obra pública, a saber: a revitalização de um campo de futebol de uma Instituição Federal de Ensino Superior. Busca apontar os principais entraves – e seus motivos – ao planejamento e execução da obra, a qual, além de apresentar baixo nível de produtividade, não teve seu cronograma físico-financeiro atendido. Assim, a execução da revitalização levou 167% mais tempo e custou 49% a mais do que o previsto. As principais causas desse estouro

de prazos e custos foram projetos insuficientes, mudanças no projeto durante a execução do empreendimento e divergências entre as partes envolvidas. Os erros observados eram previsíveis e poderiam ter sido evitados com uma maior valorização da fase de projeto e assertividade na comunicação entre a instituição e a construtora contratada.

Palavras-chave: Planejamento e gerenciamento, Gestão de obras públicas, Licitações, Campo de futebol.

Teste numeracao

2.1. Introdução

Em 2019, o governo federal gastou mais de 3 bilhões de reais em obras públicas, o que representou 8,55% do total gasto com contratos naquele ano (GOVERNO FEDERAL, 2019). Por definição, obras públicas são construções, reformas, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público, que podem ser realizadas pelos órgãos ou entidades do Governo, utilizando-se de seus próprios meios, ou por meio de contratação de terceiros, a partir de processos de licitação (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2014).

Os processos licitatórios são regulamentados pela Lei Federal Nº8.666/93. Entende-se que uma licitação deve garantir o cumprimento do princípio da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável (CASA CIVIL, 1993). Para que um objeto seja licitado, é importante que ele atenda às demandas do contribuinte e seja viável para os cofres públicos (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2014). Existindo a real necessidade de execução da obra pública, esta deve ser caracterizada. Assim, um projeto básico é elaborado de forma a atender às necessidades de dimensionamento da obra, sendo utilizado para a realização de uma estimativa de prazos e custos (DOMINGUES, 2003).

Pode-se dizer que o primeiro entrave à gestão de uma obra pública é o projeto básico licitado. É fundamental a elaboração de um projeto de qualidade, o mais detalhado e completo possível, a fim de se evitarem imprevistos que exijam mudanças no cronograma e disponibilização de mais verba para a execução da obra (FURLAN e VILLAS BOAS, 2015). Somente com um projeto bem elaborado é possível fazer o correto planejamento e dimensionamento dos custos e receitas para a execução da obra com qualidade e no prazo estipulado, permitindo-se uma correta gestão da verba pública.

Outras dificuldades durante a execução de uma obra pública são o orçamento, o gerenciamento de contratos e o planejamento e controle de obras. Para evitar intercorrências, além de uma eficiente projeção dos custos e do cronograma do projeto, é fundamental o acompanhamento sistemático do cronograma físico-financeiro (MONTALVÃO, 2013).

Os problemas durante as etapas de projeto e execução da obra resultam em prejuízos para os cofres públicos. As obras superfaturadas são as principais responsáveis por essa oneração; no entanto, prazos que fogem àquilo que foi inicialmente acordado e construções abaixo do padrão mínimo de qualidade também são entraves ao desenvolvimento nacional (MONTALVÃO, 2013). Portanto, para que o dinheiro público aplicado em uma obra seja realmente um investimento em benefício da sociedade, é importante que as partes envolvidas, contratante e contratada, trabalhem de forma conectada e com excelência.

Este capítulo consiste em um estudo de caso que pretende indicar as principais barreiras ao planejamento, gerenciamento e execução de obras públicas a partir da observação de importantes interferências relacionadas a orçamento, contratos, prazos, planejamento e controle da obra.

2.2. Metodologia

Este capítulo analisou de forma qualitativa a importância do planejamento e gestão de projetos em obras públicas. Para isso, foi realizada uma pesquisa exploratória, utilizando-se a estratégia investigativa de estudo de caso.

O objeto de estudo foi a obra de revitalização de um campo de futebol, que será denominado “Campo A”, pertencente a uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), denominada “IFES B”, realizada por uma empresa de engenharia civil, que será chamada de “Empresa C”.

O acompanhamento da obra, a coleta e posterior análise dos dados foram autorizados pela prefeitura do campus da IFES B. A coleta de dados ocorreu entre os meses de janeiro a dezembro de 2018 por meio de visitas semanais à obra. As principais fontes de dados foram os Registros Diários de Obra (RDO), os projetos disponibilizados pela prefeitura e as informações obtidas durante as visitas.

2.2.1. A revitalização do Campo A

A obra em estudo trata-se da revitalização da unidade esportiva Campo A, que foi deteriorada ao longo dos anos em decorrência de falta de manutenção. O Campo A era utilizado na maior parte do tempo pela população do entorno para a prática de caminhadas e, em raras ocasiões, para atividades esportivas, sua função primordial de projeto. A Empresa C foi, então, contratada para revitalizar a área.

O objetivo principal da obra era a execução de um sistema de irrigação. O projeto de revitalização do Campo A foi realizado por profissionais da prefeitura do campus da IFES B.

A Empresa C dividiu a obra de revitalização do Campo A em duas etapas: 1) revitalização do gramado e 2) obras civis. A previsão de duração da obra em sua totalidade era de 77 dias corridos. Na Tabela 1 é apresentada a sequência de atividades e sua respectiva duração, conforme previsto pela Empresa C.

Quadro 1 – Principais atividades realizadas pela Empresa C na obra do Campo A.

	Atividade	Duração Prevista (Dias úteis)	Período Previsto
Revitalização do Gramado	Movimentação de terra, serviços topográficos e top soil	14 dias	27/02/2018 a 16/03/2018
	Implantação do sistema de irrigação automatizado	10 dias	19/03/2018 a 02/04/2018
	Nivelamento com areia	27 dias	03/04/2018 a 10/05/2018
	Corretivo e fertilizantes	6 dias	17/04/2018 a 24/04/2018
	Instalação de trave para futebol de campo	1 dia	30/04/2018 a 30/04/2018
	Manutenção do gramado	21 dias	01/05/2018 a 30/05/2018
Obra Civil	Superestrutura	5 dias	15/03/2018 a 21/03/2018
	Alvenaria	30 dias	22/03/2018 a 04/05/2018
	Revestimentos	6 dias	07/05/2018 a 14/05/2018

Fonte: Prefeitura do Campus da IFES B, 2019.

No site da IFES B (COORDENADORIA DE LICITAÇÕES E CONTRATOS, 2017), é possível coletar algumas informações iniciais a respeito da licitação do Campo A. Um fator interessante a ser observado é que a Empresa C foi a única empresa participante dessa licitação. As informações disponibilizadas para a obra são:

- Órgão Superior: Ministério da Educação.
- Órgão/entidade vinculada: IFES B.
- Modalidade da Licitação: Tomada de Preços.
- Objeto: contratação de empresa do ramo da engenharia ou arquitetura para execução de serviços e revitalização do campo de futebol, conforme os projetos executivos e planilha orçamentária, e ainda conforme condições que são enunciadas no edital.
- Participantes da licitação: Empresa C.
- Fundamento legal: Lei 8.666/93
- Data da assinatura: 22/01/2018
- Vigência do contrato: 22/01/2018 a 30/05/2018 (90 dias úteis)

- Valor inicial do contrato: R\$ 396.121,77
- Valor final do contrato: R\$ 590.172,45
- Final do aditivo temporal: 12/12/2018
- Aditivo temporal total: 150 dias úteis (+167%)
- Aditivo financeiro total: R\$ 194.050,68 (+49%)

2.3. Resultados

Para melhor entendimento das falhas observadas na gestão da obra de revitalização do Campo A, são apresentadas a seguir as principais situações ocorridas. As informações foram obtidas a partir dos Registros Diários de Obra (RDO) e das visitas realizadas ao canteiro de obras.

Nos primeiros dias da obra, iniciada em janeiro de 2018, foi registrada nos RDO de forma sistemática a ocorrência de dias chuvosos, o que era um impeditivo para a realização das atividades de remoção do solo, como mostrado na Figura 1. No entanto, a fiscalização da IFES B alega que o clima estava favorável para a execução da obra, isto é, que não havia chuva, e que funcionários da Empresa C não se encontravam no local.

A obra foi iniciada pela Empresa C com base apenas no projeto do sistema de irrigação, sem o projeto da casa de máquinas, o que resultou em atraso. Além disso, em outros momentos, a Empresa C alega atrasos na obra em decorrência da falta de informações necessárias, como aquelas referentes à locação dos pontos de água e energia e ao posicionamento do cabeamento elétrico para abastecimento da casa de máquinas. Em relação a essas situações, a IFES B se posiciona afirmando ter fornecido as informações junto com o projeto da casa de máquinas; no entanto, não há registros escritos que confirmem essa alegação. As falhas de comunicação entre a contratante e a contratada eram recorrentes, tornando-se um dos principais problemas observados durante a obra.

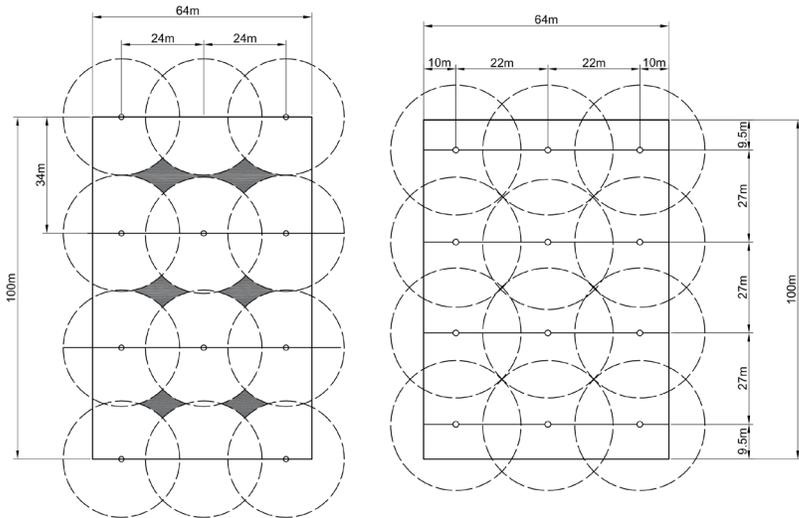
Figura 1 – Situação do Campo A quando o clima era chuvoso – registro fotográfico no dia 13/03/2018.



Fonte: Autores, 2018.

Durante a obra, a IFES B modificou o *layout* dos aspersores de água do sistema de irrigação e a potência da bomba. Os aspersores tiveram que ser realocados porque foi observado que no projeto original existiam pontos que não seriam irrigados. Além disso, notou-se que o raio de aspersão de água utilizado era o máximo fornecido pelo fabricante sem considerar a ação do vento. Esse parâmetro também foi adequado na mudança do projeto. A Figura 2 apresenta tanto o projeto original da linha de aspersores de água quanto o modificado. As áreas hachuradas no projeto original são aquelas não cobertas pelo sistema de irrigação projetado. Observe que no projeto original os aspersores cobrem uma maior região externa ao campo de futebol, o que auxilia na conservação do gramado. No entanto, diante da necessidade de obter a irrigação completa do campo de futebol sem alterar o número de aspersores orçados, preferiu-se aproximar as linhas de aspersores na horizontal, de forma a concentrar a irrigação na área mais interna do campo.

Figura 2 – Projetos da linha de aspersores de água. Na esquerda se encontra o croqui do projeto original, com os pontos cegos destacados, e, na direita, está o croqui do projeto modificado. Sem escala.



Fonte: Autores, adaptado de plantas disponibilizadas pela Prefeitura do Campus da IFES B, 2020.

A Empresa C relatou nos RDO a falta de alguns itens essenciais para a execução do projeto, os quais deveriam constar na planilha orçamentária prevista pela IFES B, como caixa de válvula, adubos, corretivos e materiais para a restauração da linha de drenagem (areia, brita e manta geotêxtil). Por esse motivo foi solicitado um aditivo de custos que demorou cerca de 1 mês para ser aprovado pela IFES B, período que representa cerca de 34% do prazo para a execução do projeto.

O engenheiro agrônomo responsável pela Empresa C também relatou que os corretivos e fertilizantes previstos pela IFES B nas especificações do projeto seriam insuficientes para corrigir o solo, que foi classificado como “pobre”. A IFES B discordou dessa afirmação, alegando que o que estava previsto no projeto era suficiente. Diante desse impasse, a Empresa C afirmou não se responsabilizar pela eficiência do projeto de revitalização em virtude da possível falha no projeto de correção e fertilização do solo.

Ainda com relação aos corretivos e fertilizantes para o solo, a IFES B registrou falhas por parte da Empresa C com relação à aplicação do material especificado em projeto, o TerraCottem®. Esse material é um composto polimérico hidroabsorvente que aumenta a capacidade de retenção de água no solo, o que, de acordo com o fabricante, traz benefícios como maior crescimento vegetativo, aumento da taxa de sobrevivência da vegetação e economia de até 50% de água. Esse item representa 15,4% do orçamento inicial total e 10,3% do orçamento após o aditivo de custo. De acordo com a fiscalização da IFES B, a Empresa C não estaria dosando o produto de forma adequada nem fazendo a aplicação de modo correto. Conforme instruções do fabricante, o TerraCottem® deve ser homogeneizado no solo, o que significa que o produto não pode ser aplicado no fundo da vala ou no topo da plantação. A má execução desse serviço resultou em uma paralização da obra pela fiscalização da IFES B no dia 18 de julho de 2018. Na Figura 3, observa-se que o TerraCottem® foi aplicado sobre o solo, contrariando as instruções do fabricante.

Figura 3 – Aplicação incorreta do TerraCottem® no solo.



Fonte: Autores, 2018.

Outra intercorrência relatada nos RDO foi o atraso no recebimento de insumos em função da greve dos caminhoneiros, ocorrida de 21/05/2018 a 01/06/2018. Assim, por causa das condições climáticas, da falta de material, da falta de informações por parte da IFES B e do atraso na entrega de insumos, a Empresa C solicitou também um aditivo temporal. Com esse aditivo temporal, o fim da obra de revitalização do Campo A passou de 30 de maio de 2018 para 12 de dezembro de 2018. Houve, portanto, um aumento de 150 dias úteis, o que representa quase o dobro do prazo estipulado inicialmente. Apesar do extenso aditivo temporal, a Empresa C não realizou a instalação das traves de futebol nem a demarcação do campo que foram previstas em seu cronograma original de atividades. A Figura 4 mostra, portanto, que, aproximadamente seis meses após a conclusão da obra de revitalização, a situação permanecia a mesma.

Figura 4 – Registro do Campo A aproximadamente seis meses após o fim da obra.



Fonte: Autores, 2018.

Com relação ao preenchimento dos RDO, observou-se uma situação que requer atenção. Os RDO eram assinados pelo encarregado de obras (nível técnico), indicado pela Empresa C como responsável pelo cantei-

ro de obras. De acordo com o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (2004), profissionais de nível técnico só podem ser responsáveis técnicos por obras de até 105m².

2.3.1. Discussão dos resultados

Observando-se os RDO da revitalização do Campo A de uma forma geral, é possível discriminar os principais erros que ocorreram durante a realização da obra. A Tabela 2 apresenta esses erros e um resumo dos principais eventos relacionados. Vale destacar que essas ocorrências são frequentes em outros trabalhos que tratam de gestão de obras públicas.

Quadro 2 – Principais erros e eventos relacionados observados na obra do Campo A.

Principais erros	Eventos relacionados
Falta de compatibilização dos projetos	Ausência da locação da casa de bombas nos outros projetos do Campo A, como os projetos de drenagem e situação.
Atraso em revisões e aprovações de documentos de projeto pelo contratante	Demora por parte do contratante, a IFES B, em responder às solicitações de aditivo temporal e de custo solicitadas pela Empresa C
Atraso no levantamento de preços para itens extras	
Serviços não previstos no orçamento ou ausência de itens na planilha orçamentária	Ausência dos seguintes itens na planilha orçamentária fornecida pela IFES B: caixa de válvula, adubos, corretivos e materiais para restauração das linhas de drenagem
Levantamento de quantitativos de serviços subestimados na planilha	
Projetos insuficientes ou deficientes	No projeto executivo não constava a locação da casa de bombas, construção prevista no escopo do projeto
Mudanças de escopo ou modificações em projetos durante a obra	Correção do layout dos aspersores de água do sistema de irrigação e da potência da bomba
Falhas na gestão do tempo	Os RDO relatam a presença de pessoal da Empresa B no canteiro em dias em que o clima não era favorável ou em momentos em que a obra estava paralisada
Execução da obra em época do ano cujas condições climáticas eram desfavoráveis	O clima chuvoso deixava o terreno impróprio para a retirada do solo e execução da obra

Fonte: Autores, 2019.

Inicialmente, pode-se dizer que todas os itens discutidos e analisados até o momento neste estudo de caso teriam sido menos onerosos se identificados na fase de projeto. O desenvolvimento de projetos executivos, mais detalhados e completos, no edital de licitação evitaria alguns dos erros observados no canteiro de obras em estudo. Do mesmo modo, uma revisão consciente do projeto e da planilha orçamentária conseguiriam mitigar alguns dos problemas relatados de forma recorrente na obra. Portanto, em todo processo licitatório é importante haver um projeto executivo e uma planilha orçamentária com valores realistas, que atendam da forma mais objetiva possível a demanda da obra por insumos.

Ainda com relação ao projeto, considerando-se que ele contemplava basicamente as etapas de movimentação de terra, irrigação e plantio de grama, é possível questionar se não seria necessária a atuação de um engenheiro agrônomo em sua elaboração. Certamente o corpo técnico da IFES B que desenvolveu o projeto (engenheiro civil e arquiteto) estava capacitado para tal atividade; no entanto, a presença de um profissional especializado poderia ter melhorado a qualidade do projeto básico. Da mesma forma, a realização prévia de uma análise de riscos poderia ter evitado as inúmeras interrupções ocorridas na etapa de movimentação de terra por causa das chuvas.

Durante a execução da obra, a burocracia foi um empecilho para solucionar de forma mais dinâmica os contratemplos ocorridos. Embora a fiscalização dos pedidos de aditivos atestando a veracidade das necessidades relatadas pelas empresas contratadas seja importante, a demora nesse processo resulta na paralização das obras, o que gera mais gastos e atrasos. Essas complicações aumentam a probabilidade de uma obra não ser concluída. A obra de revitalização do Campo A teve um atraso na entrega de 150 dias úteis com acréscimo de prazo de 167% e uma adição de custo de 49%, representando R\$194.050,68. Como o processo licitatório contou apenas com a Empresa C, não é possível verificar se com os aditivos solicitados ela realmente seria a empresa com o menor preço.

Observa-se ainda que, apesar dos altos aditivos temporais e de custo, a obra de revitalização do Campo A, de acordo com o escopo inicial assinado em contrato, é classificada como inacabada, já que a Empresa C não realizou a demarcação do campo nem a instalação das traves. A não execução dessas atividades, portanto, impede o pleno funcionamento do Campo A.

De forma geral, os resultados apresentados confirmam a importância da utilização de projetos mais completos e de maior planejamento por parte da administração da instituição pública antes do início da obra, a fim de minimizar ao máximo gastos ou onerações extras aos cofres públicos. Além disso, observando-se a situação que envolveu a aplicação do insumo TerraCottem®, ressalta-se a importância de uma fiscalização sistemática por parte tanto da instituição contratante quanto da empresa contratada. Com essa medida, é possível garantir a qualidade dos serviços prestados, uma vez que se busca verificar se as etapas estão sendo executadas de acordo com as especificações do caderno de encargos/fornecedores de insumos, bem como se o cronograma previsto em contrato está sendo cumprido. Vale lembrar que, na obra do Campo A, a aplicação incorreta do insumo só foi observada graças a fiscalização da IFES B.

Quanto à comunicação entre o contratante (IFES B) e a contratada (Empresa C), constantemente apresentaram-se relatos divergentes com relação ao fornecimento de informações e instruções. A documentação das orientações e atividades, por meio, por exemplo, de comunicação oficial por *e-mail*, de registros fotográficos, entre outras, contribuiria para que a obra se desenvolvesse de forma mais produtiva e com mais qualidade. O caso mais grave desse desencontro de informações se deu com relação às condições climáticas. Enquanto a Empresa C relatava nos RDO a ocorrência de chuva, a IFES B alegava que o clima era favorável para a realização das obras. Esse tipo de divergência deve ser solucionado em sua primeira ocorrência, por meio de notificações formais em que o contratante informe expressamente não tolerar a ocorrência de situações desse tipo, as quais, uma vez caracterizadas como fraude nos

dados de RDO, são passíveis de serem levadas à disputa judicial. Portanto, notificações devidamente redigidas e registradas são importantes ferramentas em verificações contratuais.

Por fim, destaca-se que a utilização do Campo A é permitida apenas aos alunos de Educação Física e às agremiações esportivas dos demais cursos. No entanto, são comuns, por parte dos alunos, relatos de problemas com a burocratização do uso do espaço. Assim, nos seis meses que se seguiram à “conclusão” da obra, o Campo A raramente foi utilizado, principalmente em função da falta das demarcações e da instalação das traves. Com isso, fica o questionamento sobre a verdadeira relevância da realização desse empreendimento naquele momento.

2.4. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo analisar o processo de gestão de obras públicas com vistas aos possíveis entraves ao êxito de sua execução. A partir da observação dos Relatórios Diários de Obra (RDO), da análise dos projetos e das visitas ao canteiro de obras, conclui-se que o sistema de gestão de obras públicas adotado para este estudo de caso é falho. Os principais aspectos observados são: projetos incompletos, falha de comunicação entre contratante e contratada e burocracia na aprovação de aditivos.

Este estudo observou a importância dos RDO enquanto ferramentas de gestão que permitem o registro das informações e a identificação de erros na obra. Para sua boa utilização, é fundamental que os RDO sejam preenchidos de forma correta e sistemática e que as informações relatadas sejam frequentemente acompanhadas e fiscalizadas tanto pela contratada quanto pela contratante. Vale ressaltar que os RDO devem ser utilizados para a rápida identificação e diagnóstico dos problemas, não apenas para o seu relato.

Além disso, também foram observadas neste estudo as limitações do critério utilizado na licitação, isto é, a: seleção pelo menor preço. Apesar

de esse critério ser previsto pela Lei das Licitações e teoricamente garantir o menor custo para o Estado, há abertura para que empresas pouco preparadas/produtivas executem projetos de baixa qualidade. O formato atual, que permite a finalização do Projeto Executivo em concomitância com a execução da obra, é passível de falhas em função das limitações do Projeto Básico licitado. Para um processo licitatório assertivo, é importante partir de projetos de qualidade, que abranjam o escopo do projeto e prevejam os riscos envolvidos.

Neste estudo de caso, foram observados problemas na execução da obra causados tanto pelo contratante quanto pela contratada. Independentemente da origem da falha de julgamento, a fim de se gerar um bem ao contribuinte e ao patrimônio público, é importante a perfeita execução do empreendimento, no tempo mais hábil possível e com a utilização do mínimo de recursos.

Dessa forma, neste trabalho foi possível observar que a perfeita execução de uma obra pública depende da qualidade do projeto licitado, da presença de empresas éticas e comprometidas, da qualidade dos serviços prestados, de uma troca de informações objetiva e da adequada utilização de ferramentas de gestão e controle de obras. Deve-se ter em mente que um processo de licitação deve ser capaz de atender às necessidades da comunidade e do contribuinte de forma apropriada, de acordo com o planejado e sem gerar gastos não previstos para os cofres públicos.

Referências

BRASIL. Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 jun. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm>. Acesso em: 21 dez. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Exercício das profissões de mestre de obras e de encarregado, determinando registro no Crea como auxiliares técnicos. **Brasília**: [s.n.]. 2004.

COORDENADORIA DE LICITAÇÕES E CONTRATOS. Tomada de Preço 005/2017. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: <<https://csu.dof.ufop.br/tomada-de-pre%C3%A7o-0052017>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

DOMINGUES, M. A. Orçamentação de empreendimentos de arquitetura e engenharia civil: uma solução metodológica para atender a lei de responsabilidade fiscal e a lei de licitações. São Paulo: UNIP, 2003.

FURLAN, F; VILLAS BOAS, B. No Brasil, as obras públicas sofrem com a incompetência. Exame, Abril 2015.

MONTALVÃO, E. G. Gestão de obras públicas. Curitiba: InterSaberes, 2013.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Obras públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas. 4. ed. Brasília: [s.n.], 2014.

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO SOBRE GESTÃO DE ESTOQUES VIA CURVA ABC EM UM CANTEIRO DE OBRAS

Felipe Filgueiras Fonseca

Antônia Auxiliadora Ferreira Gomes

André Luís Silva.

Felipe Filgueiras Fonseca possui graduação em Engenharia Civil (2019) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente trabalha com Planejamento Estratégico na indústria do varejo e, em parceria com o comitê executivo, desenvolve projetos visando o longo prazo, os aspectos macroeconômicos, bem como a medição do desempenho de suas unidades de negócio.

Antônia Auxiliadora Ferreira Gomes é técnica em Mineração (2008) pelo Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG – campus Ouro Preto), graduada em Engenharia de Produção (2018) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e Mestra em Engenharia de Produção (2021) também pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente atua na Mineração, na área de Controle de Processos.

André Luís Silva possui graduação na Universidade Federal de Viçosa (UFV), mestrado e doutorado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com período de doutorado-sanduíche na Université de Montréal (Canadá). Fez estágio de pós doutoramento na Universidade de Brasília (UnB) e está realizando estágio de pós doutoramento na Unesp (campus Bauru). Atuou no Ministério dos Direitos Humanos e Cidadania do Governo Federal. É professor no Departamento de Engenharia de

Produção, Administração e Economia na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP); membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPEGP-UFOP); coordenador do projeto de extensão em empreendedorismo universitário LABOR; gestor no Centro de Referência em Incubação de Empresas e Projetos de Ouro Preto-In-cultec, onde desenvolve pesquisas na área de empreendedorismo.

Resumo

Durante muito tempo, o efetivo planejamento e a gestão dos recursos na construção civil foram negligenciados ante a necessidade de maior dinamização dos trabalhos nos canteiros de obra. Contudo, a forte concorrência entre as construtoras trouxe consigo a necessidade de desenvolvimento desses quesitos antes desprezados. As atenções se voltaram, então, para a entrega de um produto que atenda aos requisitos de qualidade e durabilidade, às necessidades do cliente e que sejam construídos dentro dos prazos e custos previstos. Assim, este capítulo propõe a utilização da Curva ABC como uma ferramenta para a gestão de estoques. Foi realizado um estudo de caso sobre a aplicação dessa ferramenta no controle dos estoques na construção de um edifício multifamiliar de 15 pavimentos, localizado em Divinópolis-MG. Com o uso do método ABC, buscou-se otimizar a alocação de recursos utilizados na movimentação e controle de estoque, de forma a aumentar tanto os níveis de eficiência em obra quanto o controle durante o processo construtivo. Portanto, a partir dessa metodologia de gestão, foram obtidos benefícios para a empresa e seus colaboradores, bem como para a execução do projeto analisado.

Palavras-chave: Curva ABC, Gestão de Obras, Construção Civil.

3.1. Introdução

A gestão de estoques desafia diferentes companhias sob diversas perspectivas. Tal processo se faz presente desde a chegada de materiais ou produtos à empresa até o momento de sua saída. De acordo com Silva, Barboza e Marujo (2008), um melhor gerenciamento de estoques está intimamente relacionado não somente à redução dos custos totais, mas também à melhoria dos serviços prestados pelas empresas.

Na indústria da construção civil isso não é diferente. Segundo Matias, Nunes e Cruz (2018), as perdas de materiais chegam aos 8%, e as perdas financeiras, inclusive aquelas relativas a custos de retrabalhos, chegam a 30% dos valores finais de empreendimentos de construção civil.

Segundo Oliveira e Castro (2016), a preocupação quanto ao melhor modo de se gerir o estoque é válida, uma vez que, além de proporcionar maior disponibilidade de materiais e produtos, uma boa gestão permite que os níveis de estoque sejam mantidos tão enxutos quanto possível. Isso garante à empresa menores níveis de capital investido, o que resulta em maior competitividade no mercado. Entre os benefícios da gestão de estoques, destaca-se a redução da improdutividade e ociosidade, a redução do desperdício e o consequente aumento da lucratividade (SZA-JUBOK; ALENCAR; ALMEIDA, 2006).

Para que se possa compreender melhor o que será discutido neste capítulo, serão apresentados os conceitos de estoque e custos de armazenamento. Além disso, será abordada a importância do uso de ferramentas de gestão de estoques como a Curva ABC.

3.1.1. Gestão de estoque

Slack *et al.* (2018) definem estoque como qualquer recurso material acumulado e armazenado, cuja utilização seja feita em um sistema de transformação. Já Chiavenato (2014) descreve estoque como a composição de todos os materiais que necessitam ser armazenados, em virtude

de sua não utilização no momento de aquisição, mas que possuem função e posterior utilização em um dado momento do processo produtivo. Em ambas as definições, há um posicionamento semelhante quanto à definição de estoque. Elas se diferem, no entanto, quanto ao tipo de estoque abordado, podendo se tratar os estoques como os produtos acabados propriamente ditos ou os materiais utilizados na fabricação de tais produtos.

Quanto à classificação dos estoques, algumas definições são listadas por Tadeu (2010) da seguinte forma:

- Estoques de matéria-prima: insumos utilizados na produção, cuja transformação dos materiais resultará em um produto final.
- Estoques de produtos em processo: também chamado de estoque de componentes, é caracterizado como material inacabado, usado durante o processo de fabricação.
- Estoques de materiais auxiliares: materiais utilizados indiretamente na produção, não estando presentes no produto final.
- Estoques de produtos acabados: produtos finais produzidos, ou seja, em estado de armazenagem e comercialização.

Para Peinado e Graeml (2007), os custos de armazenagem se dividem entre os principais componentes dos custos presentes na estocagem, a saber:

- Custo de capital investido: representado pela impossibilidade de se realizar investimento e de se obterem ganhos com a incidência de juros sobre o capital, uma vez que foi convertido em estoque. Consideram-se ainda os juros de possíveis financiamentos utilizados para sustentar a operação de estocagem.
- Custo de movimentação e armazenagem: advindo do espaço físico necessário para comportar os estoques, bem como dos custos e danos causados por sua movimentação e melhor enquadramento no *layout*.
- Custo de risco de deterioração ou obsolescência: risco de não utilização dos materiais estocados em decorrência de mudanças

que possam prejudicar suas características físicas e/ou químicas. Também podem acarretar custos com materiais que se tornem ultrapassados em função do surgimento de novas tecnologias.

Por sua vez, Slack *et al.* (2018) consideram relevantes os seguintes custos de estoque: custos de colocação do pedido, custos de desconto de preços, custos de falta de estoque, custos de capital de giro, custos de armazenagem, custos de obsolescência e custos de ineficiência de produção.

Nota-se que, de modo semelhante, todos estes autores tratam da necessidade de se manterem os níveis de armazenamento tão reduzidos quanto possível, para se evitarem custos desnecessários de estocagem. Há diferenças, porém, nas variáveis consideradas para analisar a origem dos custos dos estoques, sendo uma mais focalizada nos custos diretamente relacionados ao estoque, e a outra mais abrangente, levando em conta também custos indiretamente ocasionados pela presença do estoque ou pela falta dele.

3.1.2. Curva ABC

O uso de ferramentas de gestão contribui para um melhor controle dos índices de estoques na construção civil. Segundo Veloso e Fonseca (2018), tais ferramentas auxiliam nas etapas de controle de compras e demanda, níveis mínimos de estoque, além de garantirem melhores resultados em períodos sazonais de demanda. Diversos outros autores defendem o uso da Curva ABC na gestão de estoques da construção civil, como Szajubok, Alencar e Almeida (2006) e Provin e Sellitto (2011).

A Curva ABC se mostra importante ao dar tratamento adequado a diferentes categorias, mais especificamente no que diz respeito à sua administração. É por meio dela que se podem classificar tanto os itens mais importantes quanto aqueles que possuem menor relevância para a empresa. Tal classificação, já direcionada à construção civil, definirá

aqueles itens que possuem maior custo agregado no estoque ou que sejam consumidos com maior frequência.

3.1.3. Objetivos e relevância

O objetivo deste capítulo foi propor a aplicação da gestão de estoques por meio da metodologia da Curva ABC em um canteiro de obras de uma edificação multifamiliar de 15 pavimentos, localizada na cidade de Divinópolis-MG.

Para tanto, tem-se como objetivos específicos:

- levantamento dos itens a serem geridos;
- quantificação dos materiais quanto à sua utilização;
- classificação ABC dos materiais estocados no canteiro;
- proposta de *layout* dos estoques baseada na Curva ABC.

3.2. Metodologia

3.2.1. Descrição da obra

O Grupo objeto de estudo desta pesquisa foi fundado em 1995. Sendo uma incorporadora e construtora, tem como foco de atuação a construção de edifícios residenciais e comerciais em áreas nobres da cidade de Divinópolis-MG. Ao longo dos seus 24 anos de atividade, a empresa já construiu mais 200.000 m² de edificações.

A obra, um edifício multifamiliar de 15 pavimentos, possui área total construída de 10880,08 m², com duração estimada de 40 meses. Iniciada em junho de 2016, a obra contou com 36 funcionários, sendo: 1 engenheiro responsável, 1 assistente de engenharia, 1 mestre de obras, 1 encarregado, 1 responsável pelo almoxarifado, 3 gesseiros, 2 operadores de grua, 1 operador do elevador de carga, 10 pedreiros e 15 serventes.

No período em estudo, abril de 2019, a obra encontrava-se 70% concluída. Esta pesquisa foi realizada na etapa de acabamentos internos, que estava, então, 56% concluída.

3.2.2. Itens a serem geridos

A listagem dos itens de estoque a serem geridos na obra, as perguntas que se buscava responder, bem como o respectivo procedimento que foi realizado em campo foram listadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Variáveis de controle.

Variável de controle	Perguntas	Procedimento de campo
Argamassa colante para porcelanato cinza	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a demanda semanal por argamassa cinza? - Qual o seu local de armazenamento? - Qual o número total de movimentações no depósito com o objetivo de retirada da argamassa? 	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem de saída do material - Tempo de trabalho garantido pelo estoque
Chapisco colante	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a demanda semanal por chapisco colante? - Qual o seu local de armazenamento? - Qual o número total de movimentações no depósito com o objetivo de retirada do chapisco? 	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem de saída do material - Tempo de trabalho garantido pelo estoque
Massa de rejunte	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a demanda semanal por massa de rejunte? - Qual o local de armazenamento da massa? - Qual o número total de movimentações no depósito com o objetivo de retirada de massa de rejunte? 	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem de saída do material - Tempo de trabalho garantido pelo estoque
Placa de drywall (1,20m x 1,80m)	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a demanda semanal por Drywall? - Qual o local de armazenamento das placas? - Qual o número total de movimentações no depósito com o objetivo de retirada de placas? 	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem de saída do material - Tempo de trabalho garantido pelo estoque
Porcelanato cerâmico Tipo I (80,0cm x 80,0cm)	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a demanda semanal por porcelanato? - Qual o local de armazenamento desse material? - Qual o número total de movimentações no depósito com o objetivo de retirada de porcelanato? 	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem de saída do material - Tempo de trabalho garantido pelo estoque

Variável de controle	Perguntas	Procedimento de campo
Porcelanato cerâmico Tipo II (32,5cm x 66,5cm)	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a demanda semanal por porcelanato? - Qual o local de armazenamento desse material? - Qual o número total de movimentações no depósito com o objetivo de retirada de porcelanato? 	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem de saída do material - Tempo de trabalho garantido pelo estoque
Tinta acrílica	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a demanda semanal por tinta acrílica? - Qual o local de armazenamento da tinta? - Qual o número total de movimentações no depósito com o objetivo de retirada de tinta acrílica? 	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem de saída do material - Tempo de trabalho garantido pelo estoque

Fonte: Autores, 2019.

Com o intuito de quantificar os estoques em depósito, a coleta de dados com relação aos materiais foi efetuada a partir das informações a seguir.

- Material: cada um dos itens a serem geridos no estoque.
- Estoque atual: em qual quantidade esses materiais foram encontrados em estoque.
- Estoque unitário: dimensão ou quantidade entregue por caixa ou unidade do material em questão.
- Unidade: em qual unidade o material é quantificado (metros quadrados (m²), litros (L) ou quilogramas (kg)).
- Total em unidade: total em estoque do produto encontrado na unidade em que ele é quantificado.

3.2.3. Itens a serem geridos

Seguindo as diretrizes da Curva ABC, a classificação realizada buscou separar os itens listados neste estudo de acordo com sua utilização no canteiro de obras. Primeiramente, os materiais listados são dispostos em ordem decrescente de utilização. Em seguida, calcula-se o quanto a utilização de cada material representa individualmente, em termos percentuais, em relação ao total de utilizações. Por fim, realiza-se o soma-

tório do percentual acumulado de movimentações dos materiais utilizados, de modo a englobar as movimentações em sua totalidade, ou seja, 100% dos materiais utilizados.

A categoria de classificação A, foi representada pelos itens mais movimentados no depósito. Ela abrange todos os materiais que, após ordenados, estavam dentro do percentual acumulado de utilização de até 80% das movimentações totais em estoque.

Materiais classificados como categoria B, de utilização intermediária em obra e de ordenação subsequente aos de classificação A, foram aqueles compreendidos na faixa percentual acumulada de movimentações entre 80 e 90% do total.

A categoria C foi representada por todos aqueles itens com os menores índices de movimentação em obra, isto é, os materiais que se encontravam na última faixa de percentuais acumulados de movimentações, entre 90 e 100%. Somados, os itens listados nessa categoria representaram aproximadamente 10% das movimentações totais em obra.

A seguir, são elencadas as informações que se buscou coletar em obra, referentes às utilizações semanais de cada material a ser gerido: material, utilização semanal, estoque unitário, unidade e total em unidade.

3.2.4. Sugestão de gestão dos itens baseada na Curva ABC

Ao utilizar os critérios apresentados na ferramenta de gestão Curva ABC, sugere-se que a forma de gestão dos itens seja baseada em sua utilização. Assim, as atenções serão mais bem direcionadas, a começar por itens com maior demanda na obra. Garantir a constante disponibilidade desses materiais no canteiro de obras possibilita maiores taxas de produtividade e menos desperdício por ociosidade.

Ainda sobre a forma de controle sugerida, itens com menores níveis de utilização seriam controlados de forma eficiente, de modo a não se efetuarem gastos desnecessários com estoque ocioso, embora seja possível garantir sua disponibilidade quando se faz necessário.

A sugestão de gestão de estoque via Curva ABC permite que a alocação de recursos seja mais bem distribuída, de forma a aumentar os níveis de eficiência em obra e, ao mesmo tempo, facilitar seu controle durante o processo construtivo.

3.3. Resultados

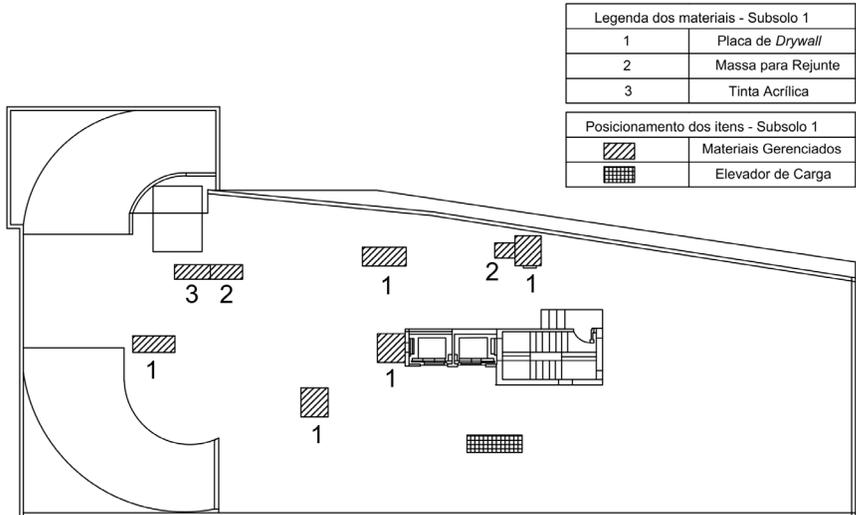
3.3.1. Localização dos depósitos e dos materiais gerenciados

Após visita *in loco*, na etapa de revestimentos internos, observou-se a existência de dois depósitos de materiais, localizados nos dois níveis de garagem do canteiro. No depósito localizado no primeiro nível de subsolo, foram analisados os materiais referentes ao forro de teto. São eles: placas de gesso acartonado para *drywall*, massas para rejunte de *drywall* e tinta acrílica. Na Figura 1, é possível verificar a disposição dos seguintes materiais no primeiro nível de subsolo (Subsolo 1). Os materiais foram numerados em planta de forma a facilitar sua visualização.

A disposição dos materiais no depósito não seguia critérios de deslocabilidade e organização, como é possível verificar no croqui da garagem, Figura 1. A aleatoriedade da disposição do estoque pôde ser comprovada a partir da observação de que os materiais não se encontravam em locais estratégicos, além do fato de materiais do mesmo tipo serem encontrados em diferentes posições no depósito.

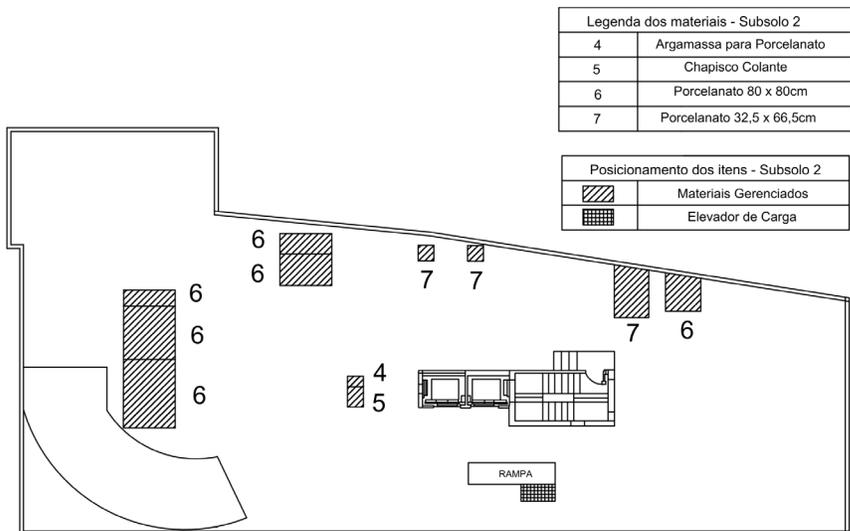
No segundo nível de depósito, Subsolo 2, encontravam-se os materiais utilizados para revestimento interno de pisos, banheiros, cozinha e área de serviço. Os materiais foram numerados em planta de forma a facilitar sua visualização, como mostra a Figura 2.

Figura 1 – Distribuição dos materiais em estoque no Subsolo 1.



Fonte: Autores, 2019.

Figura 2 – Distribuição dos materiais em estoque no Subsolo 2.



Fonte: Autores, 2019.

3.3.2. Movimentação dos materiais em depósito

O deslocamento dos materiais do depósito até o ponto de utilização se dava de duas formas distintas: (i) por meio de um elevador de carga, locado no interior da obra, capaz de se deslocar pelos diferentes pavimentos da edificação desde o segundo nível de subsolo (utilizado como depósito dos materiais) até o 10º andar; e (ii) por meio de duas gruas que trabalhavam em conjunto a fim de transportar argamassas produzidas no nível do terreno, para alimentar os pavimentos mais elevados da edificação.

A primeira grua encontrava-se no nível térreo da fachada principal. Com menores dimensões, transportava a argamassa produzida do segundo nível de subsolo ao nível térreo. Já a segunda grua, de maior dimensão e localizada no nível de cobertura, destinava-se a elevar o material do nível térreo até o nível solicitado, sendo a única forma de transportar os materiais até o nível de cobertura da edificação.

Para desenvolver a proposta desta pesquisa, foram consideradas apenas as movimentações realizadas pelo elevador de carga, uma vez que todos os materiais analisados para controle deste projeto foram transportados por meio dele.

3.3.3. Níveis de estoque dos depósitos

Na Tabela 1, encontram-se os níveis de estoque dos materiais gerenciados na etapa de revestimentos internos, referentes ao primeiro nível de subsolo. Já a Tabela 2 apresenta os níveis de estoque dos materiais encontrados no segundo nível de subsolo.

Tabela 1 – Estoques dos materiais geridos no Subsolo 1.

Material	Estoque Atual (EA)	Estoque Unitário (EU)	Unid.	Total Unitário (EAxEU)
Placa <i>drywall</i> (1,20m x 1,80m)	580	2,16	m ²	1252,8
Tinta acrílica	31	18	L	558
Massa de rejunte	40	30	Kg	1200

Fonte: Autores, 2019.

Tabela 2 – Estoques dos materiais geridos no Subsolo 2.

Material	Estoque Atual (EA)	Estoque Unitário (EU)	Unid.	Total (EAxEU)
Porcelanato cerâmico Tipo I (80,0cm x 80,0cm)	5109	0,64	m ²	3269,76
Porcelanato cerâmico Tipo II (32,5cm x 66,5cm)	2952	0,216	m ²	637,63
Chapisco colante	111	20	Kg	2220
Argamassa colante para porcelanato	150	20	Kg	3000

Fonte: Autores, 2019.

3.3.4. Utilizações semanais dos materiais

Em função dos níveis de demanda de cada um dos materiais gerenciados, foi possível identificar sua utilização semanal em obra. O levantamento baseou-se no desempenho construtivo dos funcionários, em conjunto com a movimentação de materiais estocados nos depósitos analisados. A utilização média semanal dos materiais anteriormente citados é encontrada na Tabela 3.

Quanto à instalação do forro de teto, vale dizer que os apartamentos são rebaixados em gesso em toda sua extensão. As placas de gesso acartonado *drywall* são utilizadas em conjunto com a massa para rejunte, e o acabamento é feito com a utilização de tinta acrílica.

Tabela 3 – Utilização semanal dos materiais estocados no Subsolo 1.

Material	Utilização Semanal (US)	Estoque Unitário (EU)	Unid.	Total (USxEU)
Placa drywall (1,20 x 1,80)	60	2,16	m ²	129,60
Tinta acrílica	1	18	L	18,00
Massa de rejunte	2	30	Kg	60,00

Fonte: Autores, 2019.

A argamassa para porcelanato cinza e o chapisco colante são utilizados no assentamento dos porcelanatos cerâmicos. Os porcelanatos cerâmicos Tipo I foram utilizados no assentamento de piso de todo o apartamento, estendendo-se ainda às paredes dos banheiros. Já os porcelanatos cerâmicos Tipo II foram utilizados nas paredes da cozinha e da área de serviço. A utilização média semanal dos itens é exibida na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Utilização semanal dos materiais estocados no Subsolo 2.

Material	Utilização Semanal (US)	Estoque Unitário (EU)	Unid.	Total (USxEU)
Porcelanato cerâmico Tipo I (80,0cm x 80,0cm) Cx. 3 unid.	130	1,92	m ²	249,60
Porcelanato cerâmico Tipo II (32,5cm x 66,5cm) Cx. 9 unid.	65	1,944	m ²	126,36
Argamassa colante para porcelanato cinza	120	20	Kg	2400,00
Chapisco colante	40	20	Kg	1500,00

Fonte: Autores, 2019.

3.3.5. Classificação dos materiais segundo a Curva ABC

A classificação dos materiais segundo a ferramenta de Curva ABC, cuja utilização foi possível ao se analisarem as movimentações médias

semanais de todos os materiais gerenciados em estoque, foi baseada no tópico 3.3.4. A Tabela 5 evidencia os critérios para a classificação.

Tabela 5 – Classificação ABC dos materiais por movimentação.

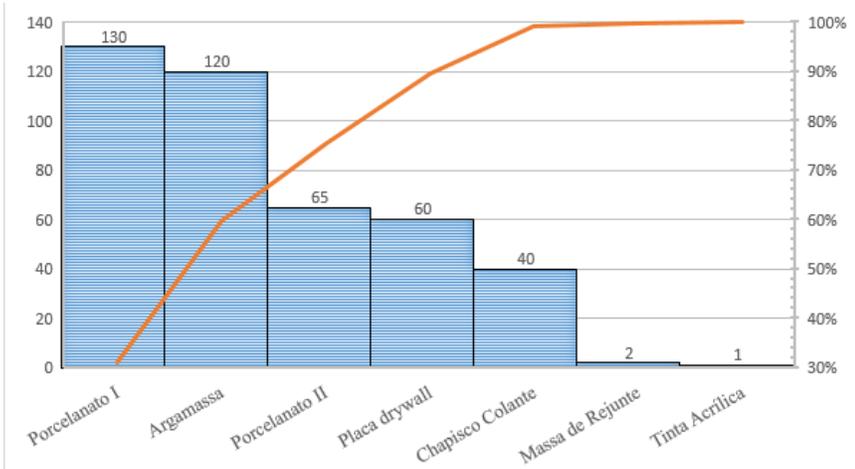
Material	Utilização Semanal (US)	% movimen- tado	% movimentado acumulado	Classifica- ção ABC
Porcelanato cerâmico Tipo I (80,0cm x 80,0cm)	130	31,10	31,10	A
Argamassa colante para porcelanato cinza	120	28,71	59,81	A
Porcelanato cerâmico Tipo II (32,5cm x 66,5cm)	65	15,55	75,36	A
Placa drywall (1,20 x 1,80)	60	14,35	89,71	B
Chapisco colante	40	9,57	99,28	C
Massa de rejunte	2	0,48	99,76	C
Tinta acrílica	1	0,24	100	C

Fonte: Autores, 2019.

A argamassa colante e os porcelanatos de Tipo I e II representaram juntos 75,36% das movimentações totais em obra. Receberam, portanto, classificação A segundo o método da Curva ABC. Já as placas de *drywall*, responsáveis por 14,35% das movimentações totais em depósito, foram classificadas como categoria B.

Os demais materiais gerenciados, como chapisco colante, massa de rejunte e tinta acrílica, que juntos representam 10,29% das movimentações totais, foram classificados como categoria C. A Figura 3, gráfico de Pareto, que foi desenvolvida a partir dos dados coletados, evidencia o comportamento dos itens em estoque quanto à classificação ABC.

Figura 3 – Curva ABC de movimentações médias de materiais em estoque.



Fonte: Autores, 2019.

3.3.6. Proposta de *layout* dos depósitos

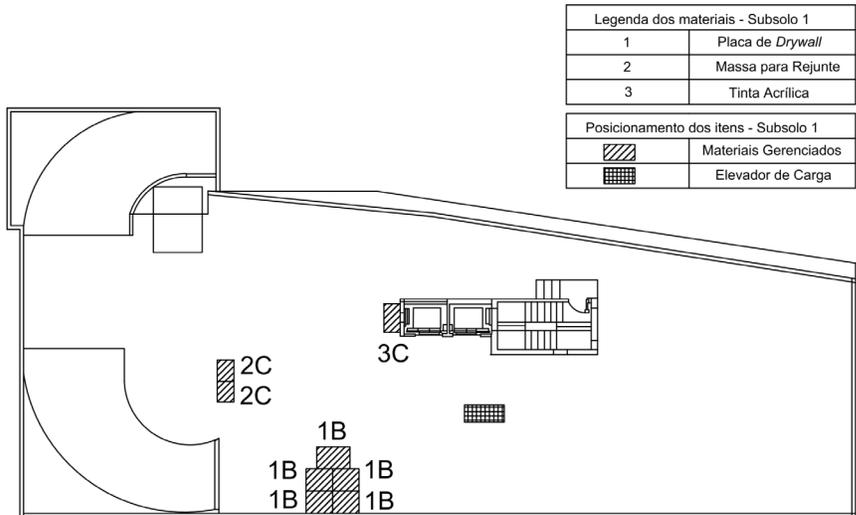
Com base nos dados anteriormente apresentados, a classificação ABC foi a principal responsável pela reconfiguração do *layout* dos estoques. O reposicionamento dos materiais foi realizado de forma a priorizar o acesso aos materiais mais utilizados em obra. Assim, estes foram posicionados mais próximos do equipamento de movimentação (elevador de carga).

Na planta do Subsolo 1, como se pode ver na Figura 4 a seguir, encontram-se itens classificados como categoria B (placas de *drywall*), responsáveis por mais de 10% das movimentações totais em estoque, que foram os primeiros a serem alocados nesse pavimento.

Os demais itens desse depósito, classificados como categoria C (massa para rejunte e tinta acrílica), foram alocados em seguida, também com o objetivo de se reduzirem as movimentações em obra. Tais materiais, juntos com o chapisco colante, representaram taxas de mo-

vimentação médias no intervalo de 10% das movimentações totais dos materiais gerenciados.

Figura 4 – Proposta de *layout* do depósito do Subsolo 1.

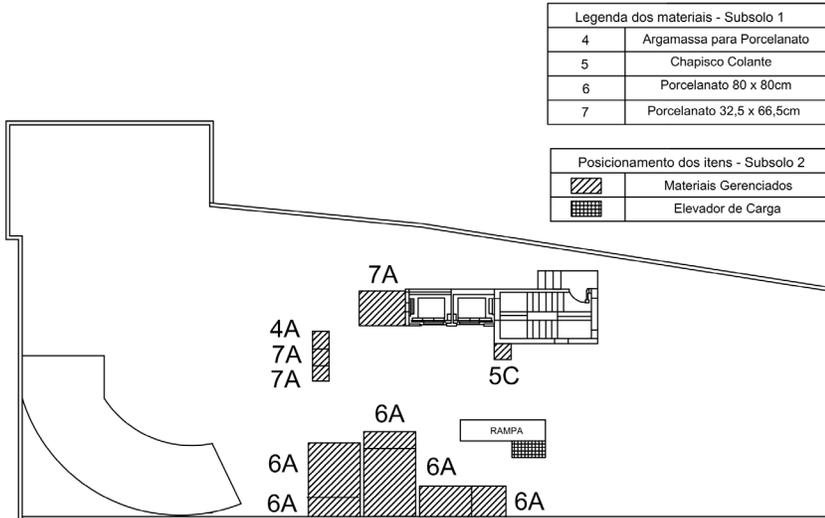


Fonte: Autores, 2019.

No depósito localizado no Subsolo 2, os materiais classificados como categoria A (porcelanatos e argamassa colante), responsáveis em média por mais de 70% das movimentações totais dos materiais analisados, foram estocados em uma mesma região e mais próximos ao elevador de carga, a fim de se reduzir sua movimentação em estoque.

Por fim, os itens de categoria C, como chapisco colante, em função de sua menor representatividade se comparados aos demais materiais utilizados, foram os últimos a serem realocados em depósito. A Figura 5 mostra a proposta de *layout* desenvolvida considerando-se tais perspectivas.

Figura 5 – Proposta de *layout* do depósito do Subsolo 2.



Fonte: Autores, 2019.

3.3.7. Análise dos resultados

Embora existam diferentes formas de classificar os itens utilizando-se a ferramenta de Curva ABC, tais como pela representatividade financeira dos materiais, por peso deslocado e por volume movimentado, optou-se por classificá-los unicamente em função das movimentações em depósito.

Além disso, ao agrupar os materiais no depósito, foi possível, a partir da proposta desenvolvida, organizá-los de forma a unificar os pontos de ressuprimento e busca em estoque, o que contribuiu para facilitar e agilizar o trabalho do operador do elevador de carga e do servente, responsáveis pelo carregamento e deslocamento dos materiais.

Cabe salientar que a proposta foi desenvolvida na etapa de revestimentos internos, sendo necessário um novo estudo para realocação dos estoques em diferentes etapas do processo construtivo.

3.4. Conclusão

Motivado pela necessidade de melhor gerenciamento de recursos em obras da construção civil, o objetivo do trabalho apresentado neste capítulo foi propor a aplicação da gestão de estoques via metodologia de Curva ABC, a partir de estudo de caso em um canteiro de obras na cidade de Divinópolis-MG. O objetivo foi atingido por meio de análise da utilização dos materiais na etapa de revestimentos internos da obra.

Os materiais analisados, porcelanatos Tipos I e II, argamassa colante para revestimento cinza, chapisco colante, placa de *drywall*, massa de rejunte para *drywall* e tinta acrílica, foram classificados por grau de utilização, como mostra a seção 3.3.5 deste capítulo. Com base na ferramenta de Curva ABC, os materiais mais utilizados foram classificados como categoria A, representando 75,36% das movimentações totais em estoque; os materiais de utilização intermediária, que representam 14,35% do total de movimentações, como categoria B; e, por fim, os materiais menos utilizados em obra, responsáveis por 10,29% das movimentações totais de materiais, como categoria C.

Algumas das vantagens em se trabalhar com essa metodologia são a agilidade no reabastecimento de materiais durante o processo construtivo e a economia da energia de mão de obra em função da redução de deslocamentos desnecessários e desordenados. Além disso, a Curva ABC possibilita a melhor definição de graus de prioridade quanto ao controle de estoques dos materiais mais importantes para o bom andamento da obra. Por fim, é válido ressaltar que, em virtude do dinamismo presente nas atividades construtivas, e também da correlação entre materiais mais e menos utilizados nas diferentes etapas de uma obra, atualizações constantes no *layout* dos depósitos são necessárias.

Referências

CHIAVENATO, I. **Gestão da produção**: uma abordagem introdutória. São Paulo: Manole, 3ª Ed., 2014. p.159-194.

MATIAS, L.; NUNES, A. F.; CRUZ, R. de C. A. L. Desperdícios na construção civil. **Revista Campos do Saber**, v. 04, n. 3: p. 10, 2018.

OLIVEIRA, S. de; CASTRO, L. G. Estudo de métodos organizacionais e planejamento: o arranjo físico na engenharia. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial – IJIE**, v. 4, n. 5, p. 104-123, 2016.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007. p. 675-718.

PROVIN, D. T.; SELBITTO, M. A. Política de compra e reposição de estoques em uma empresa de pequeno porte do ramo atacadista de materiais para construção civil. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 2, p. 187-200, 2011.

SILVA, T. G. da; BARBOZA, F.; MARUJO, L. G. Análise dos impactos das diferentes políticas de gestão dos estoques de suprimentos em uma empresa do setor de bebidas através de simulação. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 4, p. 34-75, 2008.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2018. p. 277-302.

SZAJUBOK, N. K.; ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T. de. Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 2, p. 303-318, 2006.

TADEU, H. F. B. **Gestão de estoques: fundamentos, modelos matemáticos e melhores práticas aplicadas.** São Paulo: Cengage Learning, 2010. p.1-42.

VELOSO, T. D.; DA FONSECA, C. F. Controle e gestão de estoques: estudo de caso em uma microempresa. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 6, n. 9, p. 189 - 201, 2018.

CAPÍTULO 4

A LOGÍSTICA REVERSA E A GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS

Mateus Mapa Clemente

Jéssica Alessandra Santos Brito

Mateus Mapa Clemente é graduado em Engenharia Civil (2018) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Possui especialização em projetos de concreto armado e estruturas metálicas pela Unicamp e MBA em gestão de projetos pela USP ESALQ. Possui experiência em gerenciamento de obras, quando atuou pela empresa VM6 Empreendimentos, e foi responsável pela gestão da construção de um complexo de edifícios. Desde de 2022 é responsável pela implantação de projetos de investimentos nos terminais da empresa VLI Logística, em Minas Gerais.

Jéssica Alessandra Santos Brito é doutora (2022) e mestre (2017) em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com ênfase em Gestão de Operações e Logística. Graduada em Engenharia de Produção (2013) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), possui experiência diversificada em gestão de projetos, melhoria de processos, ensino e consultoria. Atuou como Analista de Planejamento Industrial na Bio Extratus Cosméticos Naturais, professora substituta no Departamento de Engenharia de Produção da UFOP e professora assistente nos departamentos de Gestão e Engenharia do Centro Universitário Belo Horizonte (UniBH). Além disso, desempenhou a função de Analista Técnica no Sebrae Minas, colaborando no desenvolvimento de soluções para micro e pequenas empresas. Atualmente, é Especialista em Projetos Operacionais na Flash Global.

Resumo

Apesar de ainda pouco explorado no âmbito da construção civil, o tema gestão de resíduos é de extrema importância, uma vez que envolve tanto fatores financeiros quanto ambientais. A inexistência de leis e fiscalização adequadas acarretava a não preocupação com a correta destinação dos resíduos, principalmente daqueles gerados em pequenas obras. Entretanto, com as mudanças na legislação e o surgimento de leis, como a Conama 307/2002, o assunto gestão de resíduos da construção passou a ter uma importância maior dentro dos canteiros de obra. Conceitos como logística reversa, reciclagem e reutilização passaram a ser mais utilizados, uma vez que a correta destinação dos resíduos se tornou obrigatória e de responsabilidade do gerador. O objetivo deste trabalho é compreender como é realizada a gestão dos resíduos da construção civil, desde sua geração até suas possíveis destinações. Para isso, foi realizado um estudo de múltiplos casos, com base em dados coletados de empresas ligadas à gestão e reciclagem dos resíduos da construção. A partir deste estudo, foi possível conhecer melhor os processos de gestão e reciclagem das diferentes classes de resíduos, assim como entender quais podem ser suas novas aplicações dentro da construção civil.

Palavras-chave: Gestão, Logística, Resíduos, Construção Civil.

4.1. Introdução

A construção civil é um setor que está diretamente ligado ao desenvolvimento do país, ao crescimento das cidades e à geração de empregos. Segundo a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC | IBGE), no ano de 2015, existiam no país 131.487 empresas de construção civil ativas, com 2.439.429 pessoas ocupadas com atividades relacionadas ao setor (IBGE, 2015).

Por outro lado, com a evolução do processo construtivo e consequente desenvolvimento das cidades, a geração de resíduos da construção, que a princípio não representa grandes riscos ambientais, pode se tornar um problema caso esses resíduos não sejam tratados corretamente (BRASIL, 2002).

De acordo com a norma brasileira 15113 (ABNT, 2004a), os resíduos da construção civil (RCC) são definidos como materiais indesejáveis provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras. São materiais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solo, rocha, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimentos asfálticos, vidros, plástico, tubulações, fiações, entre outros. Esses materiais também são comumente denominados entulho de obra, caliça ou metralha.

O problema da geração de resíduos provenientes da construção civil é ainda maior nas cidades em desenvolvimento e com acelerada urbanização. O grande número de obras e novas construções têm, como consequência, a geração de resíduos, o que pode causar grande impacto ambiental. Tais resíduos podem sobrecarregar as vias e os serviços de limpeza, além de gerar despesas desnecessárias aos cofres públicos. Os gastos com coleta, transporte e disposição final dos resíduos são despesas que deveriam ser de responsabilidade de quem os gerou.

Nesse contexto, torna-se interessante entender como é realizada a coleta desses resíduos e qual sua destinação. A partir do exposto, surge a seguinte questão: como é realizada a gestão dos resíduos da construção e da demolição?

Este trabalho tem como objetivo geral compreender como a gestão de resíduos da construção civil (RCC) e de resíduos de construção e demolição (RCD) é realizada. Para tanto, tem-se como objetivos específicos:

- Verificar como a literatura disponível aborda o tema e quais os conceitos mais utilizados.
- Explorar a legislação brasileira referente à gestão de resíduos da construção e da demolição.

- Coletar, a partir de questionários enviados a empresas nacionais, dados a respeito de como é realizado o processo de reciclagem de resíduos da construção civil.
- Realizar análises dos dados obtidos a fim de entender melhor como é realizado o processo de reciclagem dos resíduos da construção civil.

A gestão dos RCC ainda é um tema pouco abordado, porém de extrema importância, uma vez que a geração desses resíduos está diretamente ligada ao crescimento das cidades. Estima-se que 50% a 70% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados sejam RCC (BRASIL, 2002).

No Brasil, as políticas públicas para os resíduos gerados pelo setor da construção civil começaram a surgir somente em 2002. A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama - Brasil (2002), alterada pela Resolução nº 348 de 2004, determinou que o gerador passou a ser o principal responsável pelo gerenciamento dos resíduos produzidos. Essa determinação tornou os conceitos de gestão de resíduos e logística reversa relevantes para qualquer construtor (BRASIL, 2002).

Este capítulo está dividido em tópicos que visam aprofundar o tema, explorando como a gestão de RCC é discutida no Brasil e no mundo, além de analisar como os conceitos são aplicados na prática. O tópico inicial expõe os objetivos do capítulo e discute como a literatura aborda a logística reversa, de maneira geral e aplicada. Além disso, apresenta informações sobre as legislações a respeito do tema. No tópico 4.2, é apresentada a metodologia utilizada neste trabalho, de forma a caracterizar a pesquisa desenvolvida e expor a maneira como foi realizada a coleta e análise de dados. O tópico 4.3 trata da discussão dos resultados e, por fim, no tópico 4.4, são apresentadas as considerações finais.

4.1.1. *Supply chain* e logística reversa

Supply Chain Management (SCM), ou Gestão Integrada da Cadeia de Suprimentos, é definido pelo *Council of Supply Chain Management*

Professionals (CSCMP) como o planejamento e gerenciamento de todas as atividades relacionadas à logística. Isso inclui a coordenação e colaboração com fornecedores, intermediários, prestadores de serviços e clientes. O modelo compreende o gerenciamento da oferta e da demanda dentro das empresas e entre elas, tendo responsabilidade em vincular as principais funções e processos em um modelo de negócio coeso e de alto desempenho (CSCMP, 2013).

Ainda segundo a CSCMP (2013, p.117), o conceito de logística pode ser definido como:

O processo de planejamento, implementação e controle de procedimentos para o transporte e armazenamento eficiente e eficaz de bens, incluindo serviços e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, de modo a atender os requisitos do cliente.

A logística se preocupa, portanto, com o trajeto (transporte) do produto e seu armazenamento até que ele chegue às mãos do cliente.

Para Kotler (1996), a logística empresarial pode ser considerada um canal de distribuição direta, ou simplesmente canal de distribuição, com enfoque na movimentação e disponibilização do produto ao cliente.

A logística reversa, por sua vez, é um segmento da logística que trata do caminho inverso dos produtos. O enfoque se dá na movimentação e na gestão após a venda e entrega dos bens aos clientes. O envio de mercadorias para reparo, por parte do fornecedor, e a sua devolução, caso o cliente não esteja satisfeito, também se enquadram na logística reversa (CSCMP, 2013).

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (2010, p.2), a logística reversa se trata de um

(...) instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

O Conselho de Logística Reversa e Sustentabilidade (*The Reverse Logistics and Sustainability Council* – RLSC) também discute o assunto,

tratando a Logística Reversa como uma componente da cadeia de suprimentos que tem como objetivo identificar e remover produtos de locais intermediários, como lojas e centros de distribuição. Entre os exemplos de produtos, tem-se devoluções e produtos defeituosos ou obsoletos (RLSC, 2017).

Segundo Rogers e Tibben-Lembke (1999), a logística reversa tem como objetivo agregar valor aos produtos retornados, além de possibilitar seu descarte de modo ecologicamente correto. O retorno de material com defeitos, os *recalls* e os programas de reciclagem podem ser considerados exemplos desse conceito.

A preocupação com os chamados canais de distribuição reversos é relativamente nova. Em função da falta de informações e conhecimentos sobre o assunto, esse tema tem sido bastante estudado nos últimos anos. Os caminhos reversos não recebiam a adequada importância pelo fato de não serem economicamente valorizados, quando comparados com os canais diretos. Isso porque o volume de transações nos canais reversos é apenas uma pequena parcela dos bens produzidos por canais diretos. Desse modo, fica claro que o crescente desenvolvimento de ferramentas como a logística reversa reforçam a preocupação da sociedade em equacionar o retorno de bens usados ou ainda em uso (LEITE, 2009).

4.1.2. Logística reversa na construção civil

Com a evolução do setor de construção e o conseqüente aumento da competitividade por contratos e licitações, as empresas buscaram ferramentas para diminuir seus custos, sem comprometer o serviço entregue aos clientes. Nesse contexto, a logística passou a ser estudada com o objetivo de se encontrar uma alternativa para aplicá-la à construção civil.

Cardoso (1996, apud SILVA e CARDOSO, 1998) estudou os conceitos da logística e trouxe uma subdivisão de logística aplicável a empresas construtoras, que envolve conceitos de Logística de Suprimentos e Logística de Canteiros:

- A logística de suprimentos cuida do fornecimento de insumos, sejam eles os materiais ou a mão de obra necessária para a construção de um empreendimento. Dentro de uma construtora, são várias as funções pertinentes à logística de suprimentos, desde compras de materiais, relação com os fornecedores até o transporte dos insumos ao local da obra e a manutenção dos materiais conforme o planejamento.

- A logística de canteiro está mais focalizada na execução do processo construtivo, na gestão dos fluxos físicos e das informações no dia a dia das obras. A gestão do fluxo físico relaciona o planejamento à execução, juntamente com seus respectivos mecanismos de controle. Já a gestão das informações relaciona os envolvidos no processo, estabelecendo as informações necessárias para a execução do trabalho dentro dos padrões e normas e atentando-se às interferências que os serviços podem vir a gerar. Além disso, existe a gestão física da praça de trabalho, ou canteiro de obra, a qual envolve etapas como implementação, movimentações, zonas de armazenamento e fabricação, com vistas a atender aos padrões de segurança.

A logística reversa pode ser considerada essencial na construção civil, uma vez que tem como objetivo garantir a correta destinação dos resíduos gerados nos canteiros de obras. Segundo o SINDUSCON-MG (2014), Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais (2014), o transporte e descarte inadequados dos resíduos podem gerar grandes consequências para uma cidade. Além disso, os chamados pequenos geradores são os responsáveis pela grande maioria dos resíduos gerados na construção.

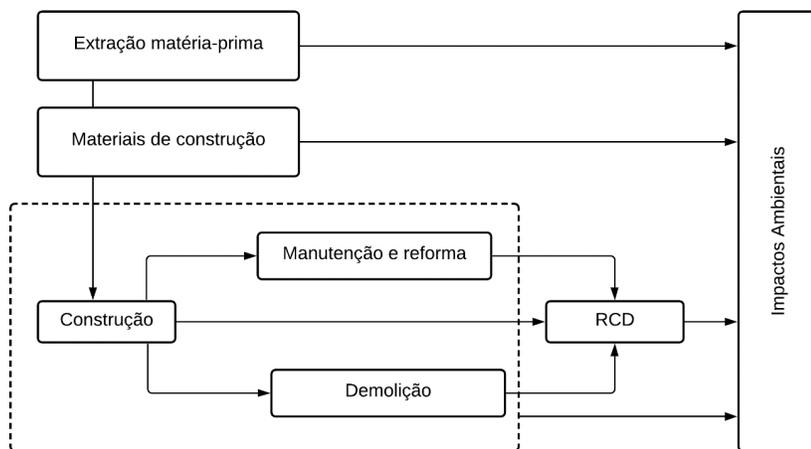
A partir da criação da CONAMA 307, cujas diretrizes abrangem tanto as grandes empresas quanto as pequenas obras, houve um aumento na preocupação com a implementação da logística reversa na construção civil.

Segundo Baptista Jr. e Romanel (2013), é necessária a implementação de uma rede de logística reversa nas cidades, que tenha infraestrutura adequada para segregação dos materiais na origem, de modo a atender

os pequenos geradores e aproximar o tratamento de seus resíduos com o tratamento dado aos resíduos gerados nos grandes canteiros de obras.

Para Baptista Jr. e Romanel (2013), o panorama atual, responsável pela geração de desperdícios e impactos ambientais significativos, deve ser substituído por uma logística circular e sustentável, focalizada na reutilização dos resíduos, para que sejam reincorporados à cadeia produtiva, ou em seu descarte correto. Para isso, o processo deve iniciar-se na própria obra, por meio da retirada, do recolhimento e da segregação dos materiais demolidos, conforme as classes estabelecidas pela CONAMA 307. A Figura 1 mostra, segundo Baptista Jr (2011), que o processo construtivo gera muitos impactos ambientais, desde a extração da matéria-prima para a manufatura do material até a geração de resíduos pelos processos de construção e de demolição.

Figura 1 – Impactos ambientais durante o processo linear de descarte.



Fonte: Autores, baseado em Baptista Jr. (2011, p. 82).

4.2. Metodologia

O objetivo geral deste trabalho é entender os principais conceitos envolvidos na gestão de resíduos de construção e demolição e como esses conceitos são empregados na prática. Para tanto, primeiramente foi realizada uma pesquisa, com base em relatórios tanto de entidades governamentais quanto de ONGs, de modo a estabelecer um panorama sobre a gestão dos resíduos. Além disso, para entender como os processos funcionam na prática, buscando-se ampliar o conhecimento sobre esse assunto, foram enviados questionários para empresas brasileiras do setor.

Este trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa exploratória, cujo objetivo, de acordo com Gil (2002), é familiarizar-se com o problema, de modo a aprimorar ideias ou descobrir novas intuições. A abordagem pode ser considerada qualitativa, uma vez que a pesquisa busca desenvolver temas a partir da análise de dados abertos (CRESWELL, 2007). Já com relação ao procedimento, este trabalho é classificado como uma pesquisa de múltiplos casos, uma vez que as informações foram coletadas por meio de questionário e de consultas a materiais enviados pelas empresas.

Entre os processos de reciclagem e reutilização pesquisados, destacam-se:

- As usinas de reciclagem, voltadas para a reciclagem de material inerte, que resulta em agregados reciclados.
- A reciclagem de gesso, que resulta em nova matéria de gesso reciclado, a qual é utilizada tanto na indústria quanto na agricultura.
- A reciclagem de madeira, que pode ser realizada gerando a biomassa, a qual serve de combustível para fornos cerâmicos.

Este trabalho teve como unidade de análise sete empresas, todas do ramo de reciclagem ou reutilização de resíduos da construção civil, mas de diferentes áreas de atuações e de diversas regiões do país. Os dados analisados trazem informações sobre as empresas e seus principais pro-

duto finais e iniciais, a prevenção de impacto ambiental, as etapas do processo de reciclagem e a eficiência do produto final.

A coleta foi realizada por meio do envio de um questionário para essas empresas, cujos *e-mails* foram obtidos em suas respectivas páginas eletrônicas. A elaboração dos questionários, coleta e análise dos dados foi realizada por meio da plataforma Google Forms, uma ferramenta gratuita para elaboração de pesquisas e questionários, da empresa Google. Além dos questionários, as empresas analisadas também enviaram materiais por *e-mail* para complementação das informações fornecidas.

Além da análise das respostas obtidas nos questionários, foi realizada uma análise documental dos materiais enviados pelas empresas. Com base nos dados coletados, buscou-se entender melhor as empresas e o funcionamento de cada processo de reciclagem ou reutilização dos resíduos da construção e demolição, bem como coletar dados a respeito da prevenção do impacto ambiental causado por novos produtos e da eficiência do produto reciclado em comparação com o tradicional.

4.3. Resultados

4.3.1. Estudo de casos

Uma vez que o setor da construção pode causar danos ambientais significativos, e tendo em mente as legislações pertinentes ao tema e os conceitos de logística reversa, reciclagem e reutilização, aborda-se, nesta etapa do trabalho, como a gestão de resíduos é realizada na prática.

Para isso, foi realizado um estudo de múltiplos casos, cujos dados foram obtidos por meio do envio de um questionário para as empresas que lidam com os resíduos da construção, sejam eles reciclados ou reutilizados. Essas empresas trabalham com diferentes tipos de resíduos, como madeiras, gesso e resíduos inertes.

4.3.2. Caracterização das empresas

Os tópicos a seguir apresentam informações para a caracterização das empresas estudadas.

- Recinert Ambientale: é uma empresa pioneira, especializada na prestação de serviços de reciclagem de resíduos provenientes de demolições de grandes construções. Fundada há onze anos, na região de São Paulo, preocupou-se com a problemática do descarte, processamento e reutilização dos materiais gerados nas demolições, principalmente dos chamados materiais cinzas, constituídos de elementos como cimento, pedrisco e pedras. A correta aplicação dos produtos gerados é de grande importância para a empresa, o que levou a uma parceria com pesquisadores da USP – Universidade de São Paulo. Posteriormente, a empresa se especializou na reciclagem de materiais provenientes da sobra das concreteiras, tendo em vista a carência desse tipo de serviço e o grande desperdício gerado no setor.
- RNV Resíduos: a empresa tem como lema sustentabilidade e inovação na gestão de resíduos sólidos. Situada na cidade de Aparecida de Goiânia, é considerada a primeira usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição do estado de Goiás. A empresa lida com a gestão total de resíduos sólidos de grandes geradores, sejam eles grandes obras, indústrias, rodovias, mineradoras ou grandes comércios. Seu enfoque são os resíduos inertes, como derivados de concreto e cerâmica, que, após o processamento, resultam em produtos como areia, brita 0, brita 1, rachão e BGS, que podem ser utilizados na mistura de agregados para a construção de bases, sub-bases, entre outros acessos.
- Renotran: fundada há 20 anos, essa empresa está localizada em Carapicuíba-SP. Seu objetivo inicial era a locação de caçambas; entretanto, com o passar do tempo, expandiu seus serviços e ampliou sua área de atuação. A empresa possui uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil, onde processa entulhos

provenientes das etapas de construção, demolição e reformas. Os produtos finais são agregados reciclados, como areia, pedrisco, pedra, rachão, bica corrida e blocos, que voltam para a construção.

- Serello Ambiental: usina de reciclagem situada em Valinhos-SP, que surgiu em virtude da carência, na cidade, do serviço de reciclagem de entulhos provenientes de obras e demolições. O objetivo da empresa é consolidar os conceitos de reutilização e reciclagem como alternativas práticas, técnicas e sustentáveis. Os materiais recebidos são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, compreendendo tanto os chamados materiais cinzas, como blocos de cimento, colunas e pisos, quanto os chamados materiais vermelhos, como tijolos, blocos cerâmicos, solos e telhas, além de madeiras. Seus produtos finais são solos, brita, pedrisco, areia, rachão e cavaco de madeira, que voltam para em empresas de construção e pavimentação.
- Rec Gesso: é especializada na reciclagem de gesso e no transporte de resíduos. Está localizada em Pinhais, no Paraná. Após atuar por 20 anos como transportadora de resíduos da construção, retornou ao mercado com foco na reciclagem, processo que contribui para diminuir o descarte inadequado dos produtos à base de gesso, evitando-se, assim, a contaminação do solo e de lençóis freáticos. Os principais produtos coletados são o gesso e o *dry-wall* provenientes da construção civil, e o produto final é o gesso reciclado, o qual, ao ser utilizado na indústria, contribui para a diminuição dos índices de exploração das jazidas de gipsita do Nordeste do Brasil.
- Future Reciclagem: empresa especialista em reciclagem de resíduos da construção civil, da cidade de Cascavel, no Paraná. Os principais produtos coletados pela empresa são concretos, cerâmicas e argamassas, mas ela também recebe todos os resíduos das classes A e B, provenientes de obras de construção e demolição da região. O objetivo da empresa é, a partir da reciclagem dos

produtos, que resultam em areia, pedrisco e britas, criar um ciclo eco sustentável, de modo a agregar qualidade, serventia e valor ao produto reciclado.

- Empresas A e B: são empresas atuantes no estado de São Paulo, que trabalham com a reciclagem da madeira proveniente de diversos setores, principalmente da construção civil. Serão assim chamadas, A e B, para manter o anonimato, como foi exigido pelas empresas. O processo realizado por elas resulta na biomassa, combustível limpo e renovável que pode ser utilizado em fornos e caldeiras, evitando-se, assim, novos cortes de árvores e, como consequência, mais impactos ao meio ambiente.

4.3.3. Caracterização dos processos

Independentemente do processo de reutilização ou reciclagem, a primeira etapa, de extrema importância, é a coleta dos materiais. Esta deve partir dos geradores dos resíduos, que são obrigados por lei a dar a eles a correta destinação.

Em algumas cidades, existem os chamados Eco Pontos, locais onde os resíduos podem ser corretamente descartados. No entanto, como esses pontos de coleta não estão presentes em todas as localidades, para facilitar a logística reversa dos materiais até as usinas, muitas das empresas pesquisadas lançam mão da locação de caçambas.

Contudo, o grande problema encontrado é a contaminação das caçambas com outros tipos de materiais. Ainda não há no Brasil a cultura de que a caçamba é exclusiva para o descarte de determinados tipos de resíduos, como os provenientes da construção civil. O que ocorre é que a população muitas vezes utiliza esses recipientes para descartar móveis antigos, roupas indesejadas e até mesmo resíduos orgânicos.

Esse problema fica ainda pior no caso da reciclagem do gesso. O ideal é que a empresa receba somente o gesso e o *drywall*, o que não acontece. Como as pessoas não fazem a separação dos materiais corretamente, as caçambas chegam às empresas de reciclagem contendo outros

tipos de materiais além do gesso. Como a destinação desses materiais se torna muito cara para as empresas que não são especializadas em seu processamento, eles não são aceitos.

A seguir, com base nas informações obtidas por meio do questionário aplicado às empresas que lidam com os resíduos da construção, serão abordados os principais processos de reciclagem, a saber: de gesso, de madeira e de agregados.

a. Gesso

O uso do gesso vem aumentando significativamente. Desde quando esse material passou a ser utilizado na construção civil, o sistema *dry-wall* foi frequentemente empregado para realizar vedações internas de edifícios, sejam elas paredes, forros ou revestimentos. O aumento no uso do gesso também se justifica pelo fato de que os métodos tradicionais de utilização, isto é, como revestimento e na indústria, tanto metalúrgica quanto de acabamentos, também continuaram a ser empregados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DRYWALL, 2012).

A disseminação do uso do gesso também aumentou a geração de resíduos que até então eram considerados rejeitos, pois não se enquadravam nas categorias A e B da Resolução Conama 307. A partir da Resolução nº 431 de 2011, o gesso passou a ser classificado como material de classe B e, conseqüentemente, a ter de ser reciclado por seus geradores.

O processo de obtenção do gesso se dá por meio da calcinação da gipsita. Basicamente, o gesso é produzido a partir da perda de água da gipsita, por meio de um processo a quente, que também retira as impurezas do mineral. A qualidade desse processo está diretamente ligada à qualidade do produto final (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DRYWALL, 2012).

Os resíduos à base de gesso podem ser destinados às ATTs (Áreas de Transbordo e Triagem), presentes em vários municípios, ou descartados em caçambas locadas. Após o serviço de coleta, a empresa Rec Gesso realiza a reciclagem do material, que ocorre por meio de um processo mecânico que conta com várias etapas: triagem, secagem, trituração e separação.

Vale ressaltar que, para a empresa, o ideal seria receber somente o gesso e o *drywall*, mas o que acontece é que muitas vezes a caçamba chega contaminada com outros tipos de materiais.

Um dos maiores problemas enfrentados é a falta de apoio por parte do poder público, que não fiscaliza de maneira eficiente o descarte inadequado do material. Ainda assim, são geradas pela Rec Gesso cerca de 500 toneladas de gesso reciclado por mês, e a empresa ainda tem potencial para chegar a 2000 toneladas mensais de material de qualidade, a qual é atestada por meio de análises químicas periódicas.

b. Madeira

Em uma obra, a madeira pode ser utilizada tanto de forma provisória, como tapumes, fôrmas para concreto, bandejas de proteção, andaimes e escoramentos, quanto de forma definitiva, como em estruturas, esquadrias, forros e pisos (SINDUSCON-MG, 2014). Embora em ambas as possibilidades de uso exista a geração de resíduos, as alternativas para minimizar o impacto gerado por esse tipo de resíduo são a reutilização do material ou sua reciclagem.

As fôrmas de madeira para estruturas de concreto, que podem ser utilizadas inúmeras vezes desde que sejam corretamente montadas e armazenadas, são um bom exemplo de reutilização. A mesma lógica se aplica às bandejas de proteção, aos andaimes e aos escoramentos. Portanto, a reutilização do material reflete na diminuição tanto do impacto ambiental quanto do custo da obra.

Já o material que não pode ser reutilizado pode ser reciclado. Uma alternativa para a madeira é sua reciclagem – e posterior reutilização – como biomassa, fonte de energia renovável e combustível para caldeiras que não causa danos ao meio ambiente, uma vez que não depende da queima de óleo diesel ou gás natural.

Os principais materiais coletados pelas empresas são fôrmas, embalagens de madeira, tabuas, ripas, pontalotes, materiais de construção civil, móveis velhos, retalhos de MDF, aglomerados, compensados de madeira, tacos velhos e paletes. Resíduos contaminados, ou dormentes, toras e mourões não são aceitos em hipótese alguma.

O processo se inicia com a coleta do material por meio de caçambas ou seu recebimento diretamente nas empresas. Na central de reciclagem, acontece o processo de trituração, seguido da retirada dos materiais não ferrosos e metais; posteriormente é realizada a limpeza e separação. O produto final é o chamado cavaco, que é armazenado e utilizado para geração de energia ou como parte do processo de produção.

Desse modo, o cavaco reciclado contribui tanto para diminuir as taxas de corte de madeira e economizar energia elétrica nos fornos quanto para aliviar os aterros, uma vez que a madeira leva em torno de 22 anos para se decompor.

c. Agregados

Agregados reciclados podem ser materiais granulares provenientes do beneficiamento dos RCC. São categorizados como materiais de classe A, apresentando características técnicas adequadas para obras de engenharia. Entre as principais aplicações, destaca-se sua utilização na pavimentação, em bases e sub-bases, na recuperação de áreas degradadas, em obras de drenagem e de contenção, bem como na produção de componentes pré-fabricados (SINDUSCON-MG, 2014).

Segundo a Recinert Ambientale, o modo como o descarte dos resíduos de construção é feito atualmente gera um alto custo e leva à saturação dos aterros. Desse modo, os impactos ambientais são grandes, e os custos são transferidos para toda a cadeia, o que resulta em pressão da sociedade e no aumento nas restrições legais.

Ainda segundo a Recinert Ambientale, um novo cenário, que busque a redução do descarte inadequado de materiais e dos consequentes impactos ambientais, assim como dos custos da cadeia de produção, deve substituir o atual. Desse modo, existiria menos pressão legal, e a demanda pelo material reciclado iria crescer cada vez mais.

O processo de reciclagem de agregados deve ter início com a triagem e posterior armazenagem dos materiais nos próprios canteiros de obras, locais onde foram gerados. A próxima etapa é a de coleta e transporte do resíduo, que pode ser realizado tanto por empresas coletoras como

pelas próprias empresas recicladoras que também ofereçam esse tipo de serviço. Nas grandes cidades existem ainda as ATT (Áreas de Transbordo e Triagem) e os PEV (Pontos de Entrega Voluntária).

Após a chegada dos resíduos às usinas recicladoras, o primeiro passo é fazer sua identificação a partir de uma análise tanto quantitativa quanto qualitativa. Resíduos que não são recicláveis, considerados rejeitos, não são aceitos pelas empresas em virtude do alto custo que irão gerar posteriormente para que tenham uma correta destinação.

O próximo passo é classificar os resíduos segundo a Conama 307, os quais já passaram pelo processo de segregação, que é realizado por meio de triagem, de forma a se retirar os materiais pertencentes a outras classes. Os materiais de classe A seguem para a trituração, feita por britadores de mandíbula, passando posteriormente pelas peneiras vibratórias e seguindo seu caminho pelas esteiras transportadoras. Em alguns casos, o material ainda passa por separadores magnéticos, a fim de se retirar todo o metal que estava em contato com o agregado.

Após esses processos, obtêm-se todas as granulometrias segundo a ABNT (2004b). Os materiais reciclados, já classificados, são depositados em um estoque final e ficam à espera de uma nova expedição.

Outra possibilidade muito interessante para a gestão dos RCC são as usinas móveis. Muito utilizadas na Europa, chegaram ao Brasil para facilitar na gestão dos resíduos e no reaproveitamento dos resíduos gerados pela demolição. Entre suas principais características está a vantagem na facilidade de movimentação, de modo que a unidade pode ser transportada diretamente para a obra, o que contribui para a economia de custos com armazenamento e transporte dos resíduos gerados. Além disso, os agregados reciclados gerados pela unidade móvel podem ser utilizados no próprio processo construtivo do novo empreendimento.

Após o processo de reciclagem, os produtos finais podem ser solos melhorados, bicas corridas, areais, pedriscos, britas e rachões. A norma brasileira 15116 (ABNT, 2004b), regulariza a utilização dos agregados reciclados, estabelecendo, por exemplo, que esse tipo de material não pode ser empregado em processos que possuam fins estruturais.

Segundo a norma brasileira 15116, os resíduos de classe A podem ser subdivididos em dois tipos de agregados após o processo de reciclagem:

- Agregado de resíduo de concreto (ARC): composto de no mínimo 90% de produtos à base de cimento Portland.
- Agregado de resíduo misto (ARM): composto de menos de 90% de produtos à base de cimento Portland.

Para que um material possa ser utilizado como agregado reciclado destinado à pavimentação, ele deve atender aos requisitos gerais e específicos apresentados nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1 – Requisitos gerais para agregado reciclado destinado à pavimentação.

Propriedades		Agregado reciclado classe A		Normas de ensaios	
		Graúdo	Miúdo	Agregado graúdo	Agregado miúdo
Composição granulométrica		Não uniforme e bem graduado com coeficiente de uniformidade >10		NBR 7181	
Dimensão máxima característica		≤ 63 mm		NBR NM 248	
Índice de forma		≤ 3	-	NBR 7809	-
Teor de material passante na peneira de 0,42 mm		Entre 10% e 40%		NBR 7181	
Contaminantes – teores máximos em relação à massa do agregado reciclado (%)	Materiais não minerais de mesmas características ¹	2		Anexo A	Anexo B
	Materiais não minerais de características distintas ¹	3		Anexo A	Anexo B
	Sulfatos	2		NBR 9917	

¹ Para os efeitos desta Norma, são exemplos de materiais não minerais: madeira, plástico, betume, materiais carbonizados, vidros e vidrados cerâmicos.

Fonte: ABNT (2004b, p. 4).

Quadro 2 – Requisitos específicos para agregado reciclado destinado à pavimentação.

Aplicação	ISC (CBR) %	Expansibilidade %	Energia de compactação
Material para execução de reforço de subleito	≥ 12	≤ 1,0	Normal
Material para execução de revestimento primário e sub-base	≥ 20	≤ 1,0	Intermediária
Material para execução de base de pavimento ¹	≥ 60	≤ 0,5	Intermediária ou modificada

¹ É permitido o uso como material de base somente para vias de tráfego com N ≤ 10⁶ repetições do eixo padrão de 8,2 tf (80 kN) no período de projeto.

Fonte: ABNT (2004b, p. 4).

O “Índice de Suporte Califórnia – ISC”, também conhecido como “California Bearing Ratio – CBR”, é um ensaio que tem a função de determinar qual a capacidade de suporte de um solo compactado. No ensaio, é medida a resistência à penetração de uma amostra saturada compactada. O ensaio possui 3 etapas: (i) moldagem e compactação do corpo de prova; (ii) obtenção da curva de expansão; e (iii) medição da resistência à penetração (ABNT, 2017).

A partir de laudos de ensaios enviados pelas empresas de reciclagem, podemos comprovar a qualidade técnica dos agregados. O Quadro 3 apresenta os resultados da Serello, obtidos por seus principais produtos nos principais ensaios requisitados pela norma: ISC (CBR) e Expansibilidade.

Quadro 3 – Resultados dos produtos Serello.

Produto	Requisitos NBR 15116		Resultados Obtidos	
	ISC (CBR) %	Expansibilidade %	ISC (CBR) %	Expansibilidade %
Solo Melhorado	≥ 12	≤ 1,0	= 17,4	= 0,4
Areia	≥ 12	≤ 1,0	= 15,2	= 0,0
Pedrisco	≥ 20	≤ 1,0	= 57,1	= 0,0
Brita 1	≥ 60	≤ 0,5	= 87,6	= 0,0
Rachão (Brita 2+)	-	-	-	-
Bica Corrida Grossa	-	-	-	-

Fonte: Autores, com dados cedidos pela Serello (2018).

O Quadro 3 já traz um comparativo dos valores obtidos nos ensaios com os previstos pela NBR 15116:2004. Em todos os casos, os agregados obtiveram bons resultados, sendo recomendados para diversas aplicações.

Outro ensaio, elaborado a partir dos resíduos da empresa NRV, foi realizado com duas amostras:

1. AD01 – contendo 3% de cal e 97% do resíduo reciclado.
2. AD02 – contendo 20% de argila mais 80% do resíduo reciclado.

Após a conclusão dos ensaios, a amostra AD01 apresentou ISC igual a 64,4%, e a amostra AD02 apresentou ISC igual a 129,9%. Segundo a norma, ambas as amostras poderiam ser utilizadas na realização de bases de pavimentos, uma vez que apresentaram ISC maiores que 60%.

Além dos ensaios de ISC e expansibilidade, vários outros laudos foram enviados, com base em outros ensaios específicos para agregados, como granulometria, material pulverulento e massa unitária. Em todos os casos, os agregados reciclados obtiveram bons resultados quando comparados com os agregados convencionais.

De maneira geral, são grandes as possibilidades de utilização dos agregados reciclados. Além de poderem ser utilizados no processo de desenvolvimento de novos produtos para a construção, também são utilizados tanto em bases e sub-bases de pavimentação quanto em obras de passeios e de acessos, de saneamento e de drenagem.

4.4. Conclusão

O objetivo geral deste estudo foi analisar como é realizada a gestão dos resíduos gerados na construção civil. Para isso, foi realizada uma contextualização do tema a partir da legislação pertinente. Em uma segunda etapa, foi realizada uma pesquisa de múltiplos casos em relação à logística envolvida e à correta destinação de diferentes tipos de resíduos da construção. Foi proposta uma pesquisa de caráter exploratório e de natureza qualitativa, cujos dados foram coletados a partir de um questionário enviado a diversas empresas que lidam com a reciclagem dos resíduos da construção civil. O objetivo das perguntas foi levantar infor-

mações sobre a logística reversa envolvida tanto no gerenciamento dos resíduos até sua chegada às empresas recicladoras quanto nos processos de retorno dos produtos ao mercado ou à indústria. Foram apresentados ainda exemplos reais de aplicações dos agregados reciclados. O apoio, ou a falta dele, dado às empresas por parte do poder público também foi um assunto discutido.

Nesse sentido, verificou-se que, no Brasil, falta apoio às empresas de reciclagem por parte dos municípios e do poder público. É grande a falta de fiscalização nas obras, principalmente nas de pequeno porte, as quais são responsáveis pela maior geração dos resíduos da construção nas cidades. Vale ressaltar, portanto, que, independentemente do tamanho do empreendimento, é necessária uma fiscalização adequada, que atue para garantir que os resíduos tenham uma correta destinação.

Com base na pesquisa realizada e na análise dos materiais coletados, pode-se dizer que o objetivo principal do estudo foi atingido. Os resultados forneceram uma visão geral sobre as práticas relacionadas à logística reversa e à gestão dos resíduos da construção, além da comprovação da eficácia dos produtos reciclados, que podem apresentar custos mais baixos em comparação com os tradicionais. A comprovação dessa eficácia é de extrema importância, considerando-se o grande potencial de reciclagem que os resíduos da construção oferecem e o fato de não gerarem maiores impactos negativos ao meio ambiente.

Referências

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113: resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro. 2004a.

_____. NBR 15116: agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE DRYWALL. Resíduos de gesso na construção civil. 2012. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br/biblioteca.php/3/3/dl/44/residuos-de-gesso-na-construcao-civil>>. Acesso em: jan. 2018.

BAPTISTA JUNIOR, J. V. Uma proposta para logística de reciclagem do resíduo da construção civil na cidade do Rio de Janeiro. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

BAPTISTA JUNIOR, J. V.; ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. URBE – Revista Brasileira de Gestão Urbana, [s. l.], v. 5, n. 480, p. 27, 2013.

_____. Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

_____. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos: orientações para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002. 2005.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CSCMP – Council of Supply Chain Management Professionals. **Supply Chain Management Terms and Glossary**. 2013. Disponível em: <<file:///C:/Users/Administrador/Downloads/cscmp-glossary.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Anual da Indústria da Construção – PAIC, 2015. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?&t=destaques>> Acesso em: janeiro de 2018

KOTLER, P. **Administração de Marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2009.

RLSC - The Reverse Logistics and Sustainability Council. RLSC Fact Sheet, 2017. Disponível em: <http://www.reverselogistics.com/RLSC/index.php/download_file/view/121/1/>. Acesso em: jan. 2018.

ROGERS, D. S., TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards: reverse logistics trends and practices**. Reno, University of Nevada: 1999.

SILVA, F. B. da; CARDOSO, F. F. A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios: qualidade no processo construtivo. In: ENTAC98, 2., 1998, Florianópolis. Anais... Florianópolis: USP, 1998. p. 277-285.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Alternativas para a destinação de resíduos da construção civil**. 3. ed. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2014.

CAPÍTULO 5

LEAN CONSTRUCTION NO PLANEJAMENTO DE OBRAS CIVIS: ESTUDO DE CASO DE UM CANTEIRO DE OBRAS NA FRANÇA

Tiago Silva Cunha

Fernanda Pereira da Fonseca Elói

Júlia Castro Mendes.

Tiago Silva Cunha é graduado em Engenharia Civil (2018) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente é engenheiro de obras na *SICRA Ile de France*, atuando na gestão e acompanhamento da construção de 374 apartamentos divididos em 10 prédios.

Fernanda Pereira da Fonseca Elói é doutoranda e mestre (2020) em Estruturas e Construções pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PROPEC-UFOP) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduada em Engenharia Civil (2018) pela mesma universidade. Atualmente é membro dos grupos de pesquisa ATIVE-CNPq (Grupo de Pesquisa em Cimentos Alcalinos Ativados) e RECICLOS-CNPq (Grupo de Pesquisa em Gerenciamento e Reciclagem de Resíduos Sólidos).

Júlia Castro Mendes é doutora e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduiu-se na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde atualmente é professora no Departamento de Construção Civil. Foi professora do Departamento de Engenharia Civil da UFOP entre 2017 e 2023. É Docente Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFOP (PROPEC/UFOP) e da UFJF

(PEC/UFJF). Coordenadora do CIDENG - Grupo de Pesquisa em Ciência de Dados aplicada à Engenharia. Representante brasileira da WREN - Women's Research Engineers Network e representante da UFJF da Living Lab Biobased Brazil. Coordenou, em colaboração com outros professores, os projetos de extensão Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Ouro Preto e Projeto Labor (consultoria de empreendedorismo). Tem experiência na área de IA aplicada à materiais de construção, materiais e técnicas construtivas sustentáveis, gestão de obras e eficiência energética.

Resumo

A escassa atenção ao planejamento e gestão de obras acarretou, ao longo dos anos, problemas recorrentes no setor construtivo, como elevadas taxas de desperdício e raro cumprimento dos prazos e orçamentos previstos inicialmente. Em tempos de grande concorrência entre as empresas construtoras, surge a necessidade de mitigação desses problemas, o que gera motivação na busca pelo planejamento e gestão adequados dos projetos. Assim, seria possível atender às reais necessidades do cliente, fornecendo-se um produto final de qualidade, durabilidade e eficiência, bem como respeitando-se os custos e prazos previstos. Com o intuito de avaliar a eficiência e demonstrar a importância da gestão e planejamento de obras civis, este trabalho aborda a utilização de ferramentas de gerenciamento de projetos no setor construtivo. Para tanto, parte-se da discussão do estudo de caso da construção de um complexo residencial localizado no norte da França, em que a ferramenta de planejamento *Last Planner System* (LPS) foi utilizada. Os resultados mostraram a importância do planejamento de obras e indicaram a eficiência do método LPS, a partir das medidas tomadas no canteiro de obras do estudo de caso. Com a utilização desse sistema, notou-se que a frequência da realização de reuniões tornou mais clara a comunicação dentro do canteiro de obras, facilitando a inter-relação entre os serviços executados, prevenindo conflitos e reduzindo o desperdício de tempo e materiais.

Palavras-chave: *Lean construction*, Gestão de obras, Planejamento, Construção civil.

5.1. Introdução

Na construção civil, o subsetor edificações é comumente considerado tecnologicamente atrasado. Mattos (2010) afirma que as principais causas para a baixa produtividade, a baixa qualidade do produto entregue e as perdas elevadas estão associadas às deficiências presentes na etapa de planejamento. Essas deficiências são, por exemplo, o erro na organização da sequência lógica das atividades a serem executadas, o erro da estimativa do tempo e da mão de obra necessários para executar cada tarefa e a insuficiência ou atraso no fornecimento de material para realizar um determinado serviço (MATTOS, 2010). Como evidência das consequências dos maus planejamentos, de acordo com o Standish Group (2009), 68% dos projetos no mundo não são finalizados de acordo com o orçamento e prazos estabelecidos inicialmente. O aumento médio dos custos é estimado em 189%, e o acréscimo no prazo chega a atingir 222% em relação ao plano inicial (STANDISH GROUP, 2009).

5.1.1. O planejamento de obras

Em função da disputa das empresas pelo mercado, a indústria da construção civil brasileira vem sofrendo alterações ao longo dos anos. Para Machado (2017), a competição entre as empresas faz com que elas procurem melhorar a eficiência de suas atividades, criando, assim, estratégias de planejamento que visem melhorar seus projetos mantendo seus indicadores: custo, qualidade, prazo e lucro.

É certo que o gerenciamento da obra é extremamente importante para o aumento da produtividade, mas, ainda assim, fatores como condições climáticas, problemas com o transporte, logística regional e atrasos

das empresas fornecedoras podem dificultar o planejamento (VISIOLI, 2002).

O planejamento de uma obra pode ser definido como um processo em que riscos são previstos e metas e recursos para mitigá-los são estabelecidos. (VARALLA, 2003). Desta forma, todas as questões pertinentes ao empreendimento são avaliadas antes do início da obra. Lorenceto (2016) aponta que a finalidade do gerenciamento de projetos é alcançar os objetivos previstos e, de modo concomitante, otimizar a utilização de recursos como tempo, pessoas, espaço e dinheiro. É necessário que, além de bem desenvolvido, o planejamento seja seguido. Por isso, Varalla (2003) aponta que a chefia da empresa deve ser responsável por estabelecer o planejamento como um processo, e não como uma atividade isolada.

Segundo Ruggeri (2015), a projeção independente de elementos distintos é um erro recorrente em obras de edificações quando, por exemplo, não há preocupação quanto à compatibilidade dos projetos elétricos, hidrossanitários, estruturais e arquitetônicos. A falha na integração entre os projetos certamente acarretará aumento de custos e prazos para a execução da obra.

No que se refere às etapas iniciais de execução de projetos, verifica-se a importância de planejar o canteiro de obras, que é definido pela Norma Regulamentadora 18 (NR 18) (2015) como “a área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”. Para Souza e Franco (1997), o bom aproveitamento dos espaços de um canteiro de obras possibilita que máquinas e funcionários trabalhem com eficácia e segurança.

Assim, planejar permite ao responsável pela obra desenvolver os trabalhos de forma mais prática, eficiente e segura. Segundo Mattos (2010), os principais benefícios do planejamento são: o conhecimento pleno da obra, a detecção de situações desfavoráveis, a agilidade na tomada de decisões, a possibilidade de melhoria do orçamento, a viabilização do acompanhamento dos serviços, a definição de metas, a criação de um histórico que possibilita a recuperação de informações importantes e o

profissionalismo. Ainda de acordo com Mattos (2010), o planejamento segue uma sequência lógica, que obedecerá aos seguintes passos: identificação das atividades, definição da duração das atividades, definição da precedência e montagem do diagrama de rede.

5.1.2. O ciclo de vida de um projeto

Um projeto pode ser definido como um “esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultados exclusivos” (PMI, 2008). Para Varalla (2003), o projeto possui uma duração finita e termina quando todos os seus objetivos são alcançados.

O ciclo de vida de um projeto pode ser dividido em quatro estágios (MATTOS, 2010):

- Estágio 1: definição da concepção e viabilidade.
- Estágio 2: detalhamento e planejamento.
- Estágio 3: execução.
- Estágio 4: finalização.

Segundo Goldman (2004), o planejamento é fundamental para que as empresas continuem atuando e se destacando no mercado. Portanto, investir em gestão e controle de processos é um fator decisivo para o sucesso de um empreendimento.

5.1.3. O gerenciamento de projetos

Para atender às demandas do mercado e dos clientes, as ferramentas de gestão de obras cresceram e foram aprimoradas, o que tornou possível maior controle e monitoramento dos principais componentes dos empreendimentos (MACHADO, 2017).

A partir do Guia PMBOK (“*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*”), as seguintes áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos foram listadas pelo PMI (2008):

- I. Gerenciamento da Integração.
- II. Gerenciamento do Escopo.

- III. Gerenciamento do Tempo.
- IV. Gerenciamento dos Custos.
- V. Gerenciamento da Qualidade.
- VI. Gerenciamento dos Recursos Humanos.
- VII. Gerenciamento da Comunicação.
- VIII. Gerenciamento dos Riscos.
- IX. Gerenciamento das Aquisições.
- X. Gerenciamento das Partes Interessadas.

O gerenciamento de um projeto envolve a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto, com o objetivo de atender aos seus requisitos (PMI, 2008). Nesse processo, o lucro e a qualidade da obra sempre serão objetivos a serem alcançados, assim como o respeito aos prazos e custos estabelecidos.

5.1.4. Ferramentas e técnicas para gerenciamento de projetos

Além do PMBOK, outras técnicas e metodologias podem ser utilizadas no gerenciamento e planejamento de obras. Neste tópico, serão brevemente apresentados: o ciclo PDCA, a “5W2H” e o *Lean Construction*.

O ciclo PDCA, cuja sigla corresponde a Planejar, Desempenhar, Checar e Agir, é um método de planejamento constante durante toda a execução do projeto, que visa garantir que todos os objetivos do projeto sejam alcançados (MATTOS, 2010). De acordo com Nunes (2013), esse método é composto de um sequenciamento de etapas, que devem ser respeitadas durante o planejamento. Para Mattos (2010), a fim de garantir a eficácia do PDCA, é ideal que as tarefas sejam monitoradas e que os resultados reais sempre sejam comparados ao planejamento.

Por sua vez, a ferramenta 5W2H, de acordo com Mattos (2010), visa tornar o plano de ação mais compreensível por meio do processo de responder às principais perguntas que devem ser feitas sobre o projeto. Consiste em cinco questões iniciadas com a letra “w”: “*what?*” (o quê?), “*why?*” (por quê?), “*where?*” (onde?), “*when?*” (quando?) e “*who?*” (quem?); e em duas questões iniciadas com a letra “h”: “*how?*” (como?)

e “*how much?*” (quanto custa?). Segundo Lorenceto (2016), essa metodologia é fortemente utilizada no setor construtivo por dois motivos: sua aplicação é bastante simples e ela fornece resultados relevantes.

Por fim, criado pelo *Lean Construction Institute* (LCI), uma organização sem fins lucrativos fundada por Howell e Glenn em 1997, o *Lean Construction* é, de acordo com seus fundadores, uma nova forma de organizar a gestão de projetos da construção civil (HOWELL e GLENN, 2008). Segundo Dupin (2014), as técnicas e objetivos do *Lean Construction* constituem um novo sistema, que é capaz de revolucionar o gerenciamento de um projeto por meio de uma metodologia muito simples, cujas origens estão atreladas ao modelo TPS (*Toyota Production System*). Apesar da simplicidade de sua metodologia, o *Lean Construction* é eficiente no gerenciamento e planejamento tanto de projetos simples quanto daqueles mais complexos (DUPIN, 2014). O *Lean Construction* ainda é definido pelo CCI, *Construction Industry Institute*, como “um processo contínuo de eliminação de desperdícios, atendendo ou ultrapassando todas as necessidades do cliente, focando num canal de criação de valor e buscando a perfeição na execução de um projeto de construção”.

Os principais fundamentos desse método são a busca pela perfeição, o fluxo contínuo e a geração de valor (DUPIN, 2014). Esta, segundo Dupin (2014) está fortemente associada à satisfação do cliente. Entretanto, aproximadamente 70% do tempo despendido às obras de construção civil não agregam valor ao produto final, pois relacionados a transporte de materiais, perdas de estoque e retrabalho (COSTA; FORMOSO; LANTELME, 2002). Além dos já mencionados, outros fundamentos definem o conceito de *Lean Construction*: redução de variabilidade, redução de parcelas que não agregam valor, redução do tempo de ciclo dos serviços, foco no controle do processo completo, estabelecimento de melhoria contínua, simplificação do número de passos e partes e aumento da transparência (DUPIN, 2014).

Um das ferramentas que integram o *Lean Construction* é o *Last Planner System* (LPS). Trata-se de uma ferramenta colaborativa e de fácil entendimento que permite a organização constante de reuniões entre as

empresas envolvidas no projeto para que sejam distribuídas e demandadas atividades para as partes (DUPIN, 2014). Esse sistema favorece a comunicação e o compartilhamento de informações, evitando-se tempos de espera que coloquem em risco o cumprimento do cronograma estabelecido em projeto (DUPIN, 2014).

A materialização do LPS é realizada por meio da construção de um gráfico de Gantt, que separa as empresas de acordo com as tarefas que serão realizadas por elas. Segundo Dupin (2014), essa ferramenta aumenta a produtividade e chega a reduzir os atrasos em 15 a 35%. O LPS é dividido em cinco etapas: *Master Schedule* (Planejamento Clássico), *Phase Planning* (Planejamento Colaborativo), *Look Ahead Planning* (Desbloqueio de Restrições e Pré-requisitos), *Production Planning* (Sincronização dos Serviços) e *Analyse PPC* (Porcentagem das Promessas Cumpridas).

Diante do que foi exposto, este trabalho pretende demonstrar, a partir de um estudo de caso, como um bom gerenciamento de obras influencia o ciclo de vida de um projeto e como a utilização de métodos como o *Lean Construction* pode auxiliar no sucesso dos empreendimentos.

5.2. Metodologia

Este capítulo pretende demonstrar a importância do planejamento e gerenciamento de projeto na execução de obras civis por meio de um estudo de caso de uma obra residencial realizada na cidade Lille, localizada no norte da França.

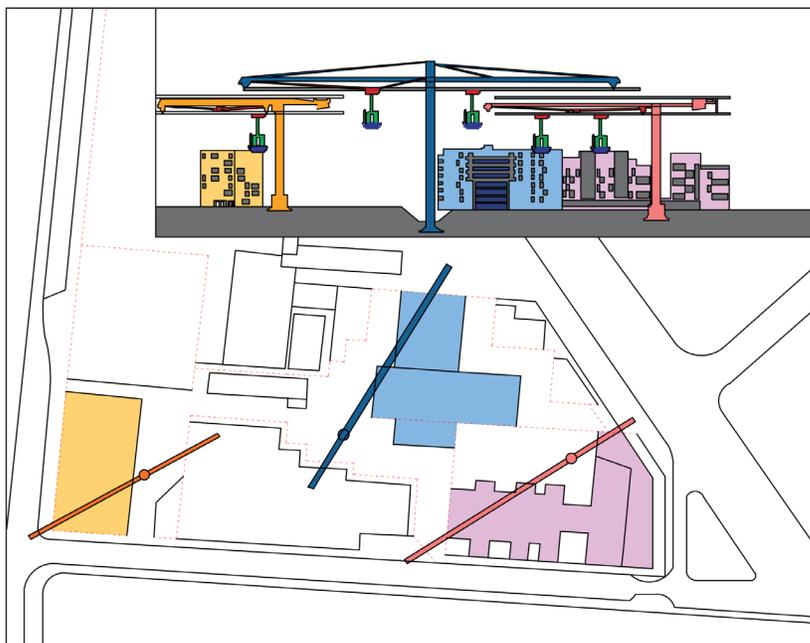
5.2.1. Estudo de Caso

O estudo de caso consistiu no acompanhamento do planejamento e execução de três prédios residenciais de uma construtora francesa de médio porte. Fundada em 1987, a construtora atua no setor residencial na região metropolitana de Paris.

Os três edifícios acompanhados, localizados no mesmo canteiro, consistiam em duas unidades de 66 apartamentos cada (seis andares e dois níveis de garagem no subsolo) e uma unidade de 80 apartamentos (sete andares e dois níveis de garagem no subsolo). Em novembro de 2017, iniciou-se a preparação e planejamento do projeto e, após cinco meses (abril de 2018), iniciaram-se os trabalhos no canteiro de obras.

Uma empresa especializada em gestão de projetos foi contratada para gerenciar o canteiro de obras, com o intuito de participar do desenvolvimento da obra, utilizando o *Lean Construction* e o método LPS. A empresa forneceu ainda treinamentos para capacitação das equipes. A Figura 1 mostra um croqui do Plano de Instalação do Canteiro de obras (PIC), que indica as regiões onde estão localizados os prédios, as zonas de estoque de materiais, as zonas de acesso, carga e descarga, a locação das gruas, o local do barracão e o acesso para pedestres.

Figura 1 – Croqui do Plano de Instalação do Canteiro de obras (PIC).



Fonte: Autores, 2018.

5.3. Resultados

Sabe-se que o LPS é um sistema de planejamento colaborativo que permite que os representantes das empresas envolvidas na obra (engenheiros, arquitetos, mestres de obra, gestores, topógrafos, fornecedores etc.) participem das reuniões de gestão, organizando os serviços a serem executados e ordenando a realização das tarefas por meio do uso de *post-its*, os quais informam as tarefas a serem realizadas e, possivelmente, seus pré-requisitos.

A partir do momento em que os *post-its* são preparados pelas empresas, a ordem de execução de cada uma das tarefas pode ser definida, bem como os riscos relativos a seu cumprimento. Em seguida, inicia-se o controle das atividades, etapa em que se deseja a atualização semanal do planejamento, a fim de garantir o fluxo de operações no canteiro de obras. Nas reuniões de atualização do planejamento, é possível ainda que novas atividades sejam adicionadas ao cronograma.

O Quadro 1, sugerido pela empresa responsável pela gestão da obra, apresenta a metodologia de gerenciamento do canteiro, na qual as colunas indicam as semanas do ano e as linhas que representam as empresas envolvidas no projeto.

Quadro 1 – Metodologia de gerenciamento do canteiro

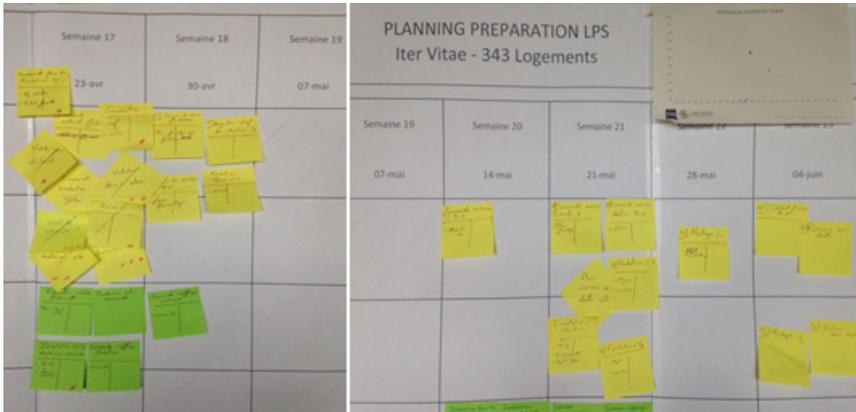
Fase	O quê?	Quando?	Previsão	Entregas	Responsável
Fase 1	Planejamento Geral	Antes do início dos serviços	Duração da operação	Gantt, macros e caminho crítico	Gestor do projeto
Fase 2A	Planejamento de Fase	Início da operação	3 a 4 meses	Plano semanal realizada: tarefas, problemas de execução, fluxo de atividades	Todas as partes participantes do projeto
Fase 2B	Planejamento de Fase Otimizado	Início da operação	12 a 16 semanas	Planejamento semanal otimizado	Todas as partes participantes do projeto
Fase 3	Antecipação dos conflitos	Semanalmente	4 a 8 semanas	Quadro de tarefas Lista de pontos de conflito	Empresa responsável pela gestão
Fase 4	Planejamento semanal de sincronização	Semanalmente	Duração da operação	Responsabilidades não cumpridas Causas da falta de compromisso Resultados das tarefas realizadas	Empresa responsável pela gestão

Fonte: Autores, 2018.

As fases 1, 2A, 2B, 3 e 4 da primeira coluna da tabela representam as etapas do planejamento. Na coluna seguinte, é apresentada a metodologia utilizada em cada uma dessas fases. A terceira e quarta colunas, mostram o período em que essas etapas de planejamento ocorrerão e a previsão de duração de cada uma delas, respectivamente. As entregas das ferramentas de gestão a serem utilizadas e a parte responsável por elas são apontadas na quarta e quinta colunas, respectivamente.

A partir de disso, o gráfico de Gantt foi materializado por meio da utilização de *post-its*, conforme ilustra a Figura 2.

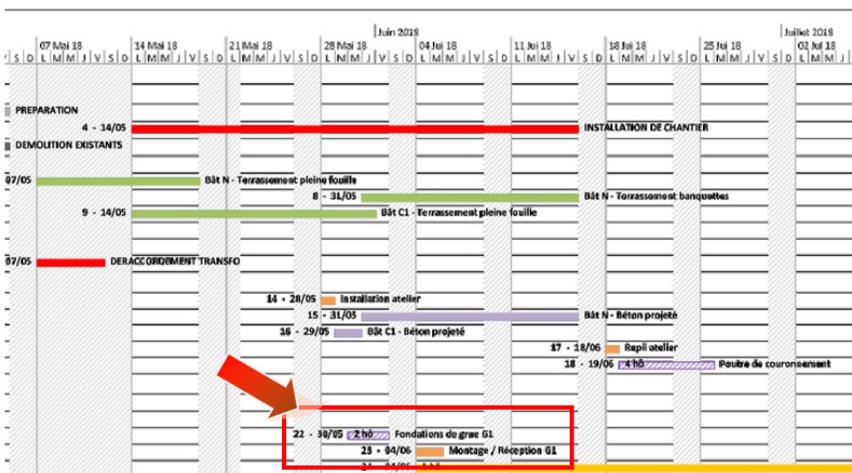
Figura 2 – Aplicação do LPS.



Fonte: Autores, 2018.

Como pode ser observado no Gráfico de Gantt da Figura 3, a fase inicial das atividades no canteiro de obras consiste na movimentação de terra e na preparação de terreno. É possível notar que, concomitantemente à fase inicial, inicia-se a execução das fundações dos dois prédios (*Ilôt N2 e C*).

Figura 3 – Gráfico de Gantt.



Fonte: Autores, 2018.

Um exemplo do benefício do planejamento da obra é a montagem da grua 1 e o avanço da execução das fundações. A etapa inicial de montagem da grua 1 consistiu na execução da sua fundação, que possuía duração prevista de três dias. A tarefa foi iniciada na data planejada e finalizada com um dia de antecedência, o que possibilitou a alocação dos operários para outra tarefa. Nota-se que a eficácia no cumprimento do prazo e a antecipação da finalização da montagem da grua 1 foram consequências do planejamento da execução da tarefa, visto que, toda a equipe e os materiais necessários para a execução das fundações que receberiam a grua foram previstos com antecedência. Observa-se ainda que a eficiência de comunicação com a empresa contratada para o fornecimento da grua e da equipe responsável por sua montagem possibilitou o cumprimento dos prazos inicialmente previstos. As principais etapas de execução da fundação da grua 1 são apresentadas em sequência na Figura 4.

A execução das fundações do prédio é outro exemplo da importância do planejamento no cumprimento das tarefas. Inicialmente, essa etapa apresentava-se adiantada em relação ao planejamento, visto que a equipe responsável pelas obras de movimentação de terra já havia preparado o terreno com antecedência, e as armaduras de fundação foram entregues no canteiro de obras dentro do prazo estabelecido. A Figura 5 apresenta a execução das fundações do prédio de 80 apartamentos.

Figura 4 – Execução da fundação e montagem da grua.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 5 – Execução das fundações do Ilôt C.



Fonte: Autores, 2018.

Contudo, no decorrer de algumas semanas, verificou-se que o avanço na execução das fundações não ocorreu de acordo com o planejamento. A ausência de um operador de uma das duas gruas presentes no

canteiro comprometeu e acarretou o atraso do transporte das armaduras das fundações. Além disso, verificou-se que o número de operários da equipe contratada para a realização dessa tarefa era insuficiente para que ela fosse realizada dentro do prazo estabelecido. Apesar da prevenção de riscos adotada durante o planejamento, a ausência de um profissional qualificado que não poderia ser facilmente substituído comprometeu o avanço geral da obra, o que acusa a ocorrência de um erro de gestão na determinação da quantidade de operários que compunha a equipe.

Desta forma, para que os atrasos fossem compensados, solicitou-se o suporte da empresa terceirizada especializada em gestão, responsável pelo canteiro de obras. Assim, com a aplicação do *Lean Construction* e do método LPS, foram adotadas as seguintes medidas corretivas.

- *Briefing de Poste* – “Instrução de posto de trabalho”: diariamente o mestre de obras é responsável por instruir toda a equipe, estabelecendo metas e definindo de forma precisa as tarefas a serem executadas durante a jornada de trabalho.
- *Plan d’Installation de Chantier Dynamique* – “PIC Dinâmico”: além do PIC já existente, é executado um plano dinâmico, que pode ser alterado e atualizado diariamente, de acordo com os avanços da obra. Assim, as tarefas são bem gerenciadas, a visualização do que é executado é facilitada e, conseqüentemente, atrasos ou adiantamentos são facilmente identificados.
- LPS para os operários – medida utilizada para facilitar a comunicação entre todas as pessoas envolvidas na obra. Em geral, apenas um representante de cada empresa envolvida na obra estaria presente nas reuniões. Já o LPS para os operários com a utilização dos *post-its*, possibilita que eles mesmos gerenciem suas atividades, controlando a duração e o prazo de execução de cada uma delas.

A partir das ocorrências na execução das fundações, observou-se que, apesar da atenção em relação ao cumprimento do calendário planejado, o surgimento de imprevistos prejudicou o progresso da obra de

forma geral. Assim, destaca-se a importância das ferramentas de gestão, que poderão reparar ou atenuar os erros e imprevistos, possibilitando que objetivo do planejamento seja alcançado.

Os dois exemplos de aplicação de estratégias de gestão de obras do caso estudado evidenciaram a importância do planejamento, da fiscalização dos serviços e da prevenção de riscos na obra. No primeiro exemplo, o ganho de um dia em relação ao calendário proposto permitiu o desenvolvimento de outros serviços, a realocação de equipes e ainda a redução de gastos com a mão de obra, que é paga por hora/dia. Em contrapartida, no segundo exemplo, a imprecisão na definição da quantidade de operários ocasionou atrasos e prejuízos financeiros, o que reforça a importância da constante atualização do planejamento e controle das atividades exercidas no canteiro de obras.

5.4. Conclusão

A discussão dos resultados do estudo de caso demonstrou a eficácia da gestão do projeto e de suas ferramentas. Observou-se que, um planejamento bem executado garante a qualidade da execução do projeto, uma vez que possibilita organizar as tarefas a serem realizadas, respeitar os prazos estabelecidos para os serviços e ainda respeitar o orçamento inicialmente previsto.

Foi possível observar que a utilização do LPS no caso estudado foi eficiente quando aplicada ao planejamento da execução da grua 1 e das fundações do Ilôt C e N1. Além disso, quando o planejamento não é adequado ou a execução não ocorre conforme o esperado, o LPS pode ser solicitado para reparar os erros e os impactos causados. A utilização do LPS e a frequência de reuniões facilitou a comunicação dentro do canteiro de obras, inter-relacionando as tarefas a serem executadas e diminuindo conflitos e desperdícios, o que contribui para o aumento da produtividade.

Quando seguido de forma correta, o planejamento, com o auxílio da ferramenta *Lean Construction*, gera bons resultados. A partir de métodos relativamente simples, é possível alcançar os objetivos previstos e aprimorar o desempenho das atividades de uma obra civil. Sabe-se que a valorização de uma empresa está diretamente associada a projetos bem elaborados e executados, que atendam aos prazos e orçamentos inicialmente propostos aos clientes. Assim, pode-se concluir que investir em planejamento e gestão de obras é essencial para o desenvolvimento e manutenção das empresas construtoras no mercado.

Referências

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015.

COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LANTELME, E. M. V. Critérios para desenvolvimento de sistemas de indicadores de desempenho vinculados aos objetivos estratégicos de empresas da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002. Anais... Curitiba: Abepro, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr19_0110.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2020.

DUPIN, P. *Le Lean Appliqué à la Construction*. Paris: Eyrolles, 2014.

GOLDMAN, P. *Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira*. São Paulo: Pini, 2004.

HOWELL, G.; GLENN, B. *Lean Construction Opportunities Ideas Practices*. In: *Introduction to lean design workshop*, Seattle, Washington. 2008.

STANDISH GROUP. **Chaos summary 2009: The ten laws of chaos.** Boston, 2009.

LORENCETO, D. **Introdução a Engenharia de Projetos.** São Paulo: Independente, 2016.

MACHADO, A. **Estudo de Caso: análise do ciclo de vida de um projeto na construção civil utilizando métodos de melhoria contínua.** Ouro Preto, 2017.

MATTOS, A. **Planejamento e Controle de Obras.** São Paulo: Pini, 2010.

NUNES, J. **Gerenciamento de Obras Civis.** Belo Horizonte, 2013.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge.** Newton Square, 2008.

RUGGERI, R. **Redescobrimo o Processo do Projeto.** Campo Grande: Edição Independente, 2015.

SOUZA, U.; FRANCO, L. **Definição do Layout do Canteiro de Obras.** São Paulo, 1997.

VARALLA, R. **Planejamento e Controle de Obras.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

VISIOLI, R. **Metodologia para gestão de obras residenciais de pequeno porte: um estudo de caso.** Florianópolis, 2002.

CAPÍTULO 6

POTENCIALIDADES DA MODELAGEM DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS: UM ESTUDO DE CASO

Ana Luiza de Souza Pereira

Vítor Freitas Mendes

Júlia Castro Mendes

Aloísio de Castro Gomes

Ana Luiza de Souza Pereira é graduada em Engenharia Civil (2019) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e pós-graduada (2025) em Engenharia de Custos e Gestão de Custos e Obras com Ferramentas BIM no Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos (IBEC). Atualmente trabalha como orçamentista na Longarone Exteriors, empresa especializada em fachadas e coberturas localizada em Nashua, New Hampshire, EUA. Tem experiência nas áreas de orçamento, planejamento e controle de obras, projetos hidrossanitários e de instalações elétricas.

Vítor Freitas Mendes é professor assistente no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Campus Santa Luzia, lecionando nos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Design de Interiores. É doutorando em Engenharia Civil com ênfase em Materiais de Construção pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Tem experiência em simulação energética, modelagem computacional, análise de viabilidade, avaliação de impacto ambiental e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. É membro do CIDENG-CNPq - Grupo de Pesquisa em Ciência de Da-

dos aplicada à Engenharia, desenvolvendo pesquisas sobre otimização de edificações por meio de Inteligência Artificial. Busca inovações nas soluções para construções resilientes, aliando tecnologia, eficiência econômica e impacto ambiental reduzido.

Júlia Castro Mendes é doutora e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduiu-se na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde atualmente é professora no Departamento de Construção Civil. Foi professora do Departamento de Engenharia Civil da UFOP entre 2017 e 2023. É Docente Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFOP (PROPEC/UFOP) e da UFJF (PEC/UFJF). Coordenadora do CIDENG - Grupo de Pesquisa em Ciência de Dados aplicada à Engenharia. Representante brasileira da WREN - Women's Research Engineers Network e representante da UFJF da Living Lab Biobased Brazil. Coordenou, em colaboração com outros professores, os projetos de extensão Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Ouro Preto e Projeto Labor (consultoria de empreendedorismo). Tem experiência na área de IA aplicada à materiais de construção, materiais e técnicas construtivas sustentáveis, gestão de obras e eficiência energética.

Aloísio de Castro Gomes Júnior é doutor (2015) e mestre (2007) em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Foi professor do Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (UNILESTE) por mais de 11 anos, onde também foi coordenador do curso de Engenharia de Produção. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atuou como coordenador do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFOP de 2020 a 2022. Atua principalmente nas seguintes áreas: Otimização e Simulação de Sistemas Produtivos e Logísticos, Gestão da Produção e Operações.

Resumo

Deficiências no planejamento e controle de obras estão entre as principais causas da baixa produtividade, das elevadas perdas e da baixa qualidade dos produtos no setor da construção civil. Nesse cenário, o *Building Information Modeling* (BIM) apresenta-se como uma importante ferramenta para se atingirem bons resultados na área, com possibilidades de aplicação a todo o ciclo de vida de uma edificação. Com o objetivo de demonstrar os benefícios que essa metodologia pode trazer ao planejamento e controle de uma obra, este capítulo realizou um estudo de caso com uma edificação de 15 pavimentos tipo, explorando-se as ferramentas aplicáveis a essa etapa do projeto. Inicialmente, foi feita a modelagem 3D dos projetos fornecidos em formato bidimensional. Em seguida, foi realizada a compatibilização dos modelos, assim como a simulação de construção com base em um cronograma realizado por método convencional. Também foi feito um comparativo entre a situação planejada e a situação realizada da obra em data específica. Por fim, o modelo foi visualizado em um dispositivo móvel por meio de aplicativo. Através desta metodologia, foram constatadas interferências físicas entre os projetos, atividades omissas ou mal detalhadas no cronograma, erros na sequência lógica construtiva, conflitos nas atividades executadas simultaneamente, desconsideração de equipamento temporário e atraso no projeto. Assim, foi possível identificar diversas potencialidades do uso das ferramentas BIM em relação ao planejamento e controle de obras em longo, médio e curto prazos. Concluiu-se que o BIM pode contribuir significativamente para a melhoria da produtividade e qualidade dos empreendimentos do setor da construção civil.

Palavras-chave: BIM, Planejamento, Controle de Obras, Construção Civil.

6.1. Introdução

Nas últimas duas décadas, o crescimento mundial da produtividade na indústria da construção civil foi de 1%, em média, enquanto o crescimento médio dos demais setores da economia foi de 2,8% (BARBOSA, 2017). As principais causas da baixa produtividade, das elevadas perdas e da baixa qualidade dos produtos no setor são as deficiências no planejamento e controle (MATTOS, 2010). Segundo Pereira (2012), no período de 1 ano, a maioria das obras de 38 construtoras no estado de Santa Catarina foi entregue com atrasado. No mesmo sentido, de acordo com a análise de Filippi (2017) em 50 obras localizadas em 15 cidades brasileiras diferentes, a gestão da construtora e a organização do canteiro foram os principais motivos para os atrasos constatados.

Como forma de reverter esse cenário, a tentativa de modernizar a indústria da construção civil parte de vários agentes. O que vem ganhando cada vez mais notoriedade é o BIM (*Building Information Modeling*), uma importante ferramenta utilizada no planejamento e controle de obras com o intuito de racionalizar processos, reduzir desperdícios e diminuir os índices de improvisação nos canteiros.

6.1.1. Planejamento e controle de obras

O *Project Management Institute* (PMI, 2013, p. 10) define gerenciamento de projetos como “a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos”. Nesse sentido, Mubarak (2010) afirma que o gerenciamento de projetos de construção compreende vários componentes que estão frequentemente interrelacionados. São eles: estimativa e gerenciamento de custos, compras, administração de contratos, gestão da qualidade e da segurança. Além disso, ainda segundo o autor, o planejamento e o controle são componentes extremamente importantes nesse processo, visão também defendida por Neale e Neale (1989), que afirmam que o

planejamento é uma das atividades essenciais que deve ocorrer de forma contínua ao longo da vida de um projeto.

O planejamento é crucial para o sucesso de um projeto, uma vez que ele é a base para o desenvolvimento do orçamento e do cronograma, os quais, caso sejam feitos de maneira inadequada, podem resultar em grandes aumentos nos custos ou em atrasos na construção, assim como em decisões inconsistentes sobre as tecnologias apropriadas a serem usadas (HENDRICKSON *et al.*, 1987).

Formoso (1991) também destaca a importância do controle da execução. O autor afirma que o planejamento é o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para que estas sejam alcançadas. Para Gehbauer (2002), a grande importância do planejamento está no fato de ele servir como instrumento de gestão e controle da execução, em que cronograma e orçamento servem de parâmetros para o controle dos prazos e custos durante a fase de execução, visto que, em relação à tomada de decisões e minimização de impactos, quanto mais cedo o gestor puder intervir, melhor (MATTOS, 2010).

Uma eficaz ferramenta de planejamento adotada mundialmente é o *Last Planner® System* (LPS). O LPS divide o planejamento em três níveis verticais, visando apontar os planos necessários para cada momento de execução de projeto (BALLARD, 2000) (COELHO, 2003). O planejamento mestre (longo prazo) busca definir objetivos estratégicos/táticos da obra, como o sequenciamento das grandes etapas da obra, contratos e estimativas de caixa (MATTOS, 2010). Já o planejamento *lookhead* (médio prazo) possui objetivos predominantemente táticos, cuja função é ajustar os planos produzidos no planejamento de longo prazo, de acordo com os recursos disponíveis, a capacidade de produção das equipes e o cumprimento de prazos e custos (FILIPPI, 2017). Por fim, o planejamento de comprometimento (curto prazo), de caráter operacional, tem o papel de orientar diretamente a execução da obra (ISATTO *et al.*, 2000). Nessa fase, ocorre a designação de trabalho às equipes de produção, de forma a negociar e decidir, em consonância com o responsável

pelas equipes, as tarefas que devem ser executadas no período seguinte, sua sequência, carga de trabalho e prazos de execução.

Mattos (2010) afirma que, para se planejar uma obra, é necessário subdividi-la. A Estrutura Analítica de Projeto (EAP), também chamada de *Work Breakdown Structure* (WBS) é uma maneira de fazer isso. Na EAP, é possível identificar a subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. O principal benefício do processo de elaboração de uma EAP é o fornecimento de uma visão estruturada do que deve ser entregue (PMI, 2013). Halpin, Senior e Lucko et al. (2017) afirmam que a EAP é extremamente útil no desenvolvimento tanto do planejamento das atividades quanto do orçamento de uma obra.

Outro recurso bastante conhecido no planejamento físico de obras é o diagrama de Gantt (FILIPPI, 2017). Essa ferramenta é um gráfico simples para a visualização de atividades com suas datas de início e fim, além das conexões entre as tarefas.

6.1.2. BIM

O BIM pode ser definido como uma representação digital de características físicas e funcionais de uma instalação (MESSNER *et al.*, 2019). Como tal, ela serve como um recurso para o compartilhamento de informações sobre uma edificação e seus sistemas, constituindo uma base confiável para tomadas de decisão durante o seu ciclo de vida, desde a sua concepção até a demolição (MESSNER *et al.*, 2019).

A modelagem paramétrica e a interoperabilidade são conceitos fundamentais para o BIM (CAMPESTRINI *et al.*, 2015). Os modelos paramétricos não apresentam geometria e propriedades fixas, mas sim parâmetros e regras que permitem a atualização automática de acordo com o controle do usuário ou mudanças de contexto (EASTMAN et al., 2008). Já a interoperabilidade é a capacidade de unir modelos desenvolvidos em vários *softwares*, inclusive de fornecedores diferentes, em

um modelo integrado. Esse aspecto é essencial para garantir o trabalho colaborativo.

Tais características de projetos BIM são importantes diferenciais em relação aos sistemas CAD, porém essa metodologia não se resume ao modelo. Na coletânea Guias BIM (2017), desenvolvida pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), sustenta-se a ideia de que a efetiva implantação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: pessoas, tecnologia e processos. Eastman et al. (2008) defende a ideia de que BIM é uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção. Já a tecnologia está relacionada à infraestrutura necessária para a operação, envolvendo os *softwares*, equipamentos, conexão com a internet e com a rede interna, segurança, além do armazenamento de arquivos e do treinamento adequado dos usuários. Por sua vez, os processos compreendem o plano de trabalho, ou seja, aspectos como cronograma, fluxo de trabalho, especificação dos entregáveis e definição de funções.

6.1.3. BIM + planejamento = BIM 4D

Conforme os estudos de Bomfim, Lisboa e Matos (2016), o sistema de produção 2D possui aspectos que o torna extremamente suscetível a erros, desde falhas na compatibilização de projetos até a má interpretação deles. Já no BIM 3D, é possível criar projetos de cada disciplina, além de detectar interferências entre os projetos e extrair informações na forma de tabelas. Por sua vez, o BIM 4D apresenta recursos que podem gerar economia e redução de descontinuidade durante a execução da obra, elevando a qualidade do planejamento e seu nível de assertividade (CATELANI, 2016).

Segundo Catelani (2016), no BIM 4D, faz-se o estudo detalhado de todas as etapas e atividades previstas para a execução de uma obra, possibilitando que se modelem não só as atividades previstas para a execução de uma obra, a edificação e suas instalações, mas também o próprio processo de construção. O autor destaca ainda que a possibilidade de

“ensaiar” uma construção virtualmente, antes de partir para a execução propriamente dita no canteiro de obras, é algo de grande valor para a indústria da construção civil.

A percepção dos benefícios no uso do modelo 4D é reportada em pesquisa realizada por Suzuki e Santos (2015) com profissionais que desempenham distintos papéis em empresas que utilizam o BIM no planejamento de obras no mercado brasileiro. Os resultados apontam que 61% dos entrevistados percebem como muito positivo ou positivo o uso do 4D, chegando a 78% para os profissionais da área de planejamento. Dados disponíveis em um relatório da *McGraw Hill Construction* (2014), indicam que aproximadamente 72% das empresas que usam BIM no Brasil fazem uso de modelagem 4D.

6.2. Metodologia

O empreendimento objeto deste estudo de caso foi um edifício residencial localizado em Itabuna, Bahia. A edificação é composta por 15 pavimentos tipo de 459,30 m², com quatro apartamentos de padrão médio/alto em cada um deles. Além de dois pavimentos de garagem, um de cobertura e casa de máquinas e um térreo, onde fica o *playground*. A área total construída é de 11225 m².

Todos os projetos disponibilizados para estudo correspondiam a arquivos no formato DWG (AutoCAD) elaborados e compatibilizados no ambiente 2D. Com relação ao planejamento, a construtora possuía um cronograma de execução da obra na forma de planilha em Excel. Os projetos e o cronograma são de autoria de terceiros, isto é, não foram feitos nem pelos autores deste artigo nem pela construtora responsável pela obra.

A obra teve início em 15/03/2016, e a data de conclusão planejada foi 15/12/2019. Dessa forma, a obra, que já se encontrava em seu estágio final, não pôde usufruir dos resultados deste trabalho.

6.2.1. Modelagem 3D

Como apenas foram disponibilizados aos autores os projetos em ambiente 2D, foi feita a modelagem tridimensional dos projetos com o *software* Revit 2019. Esse processo foi dividido em quatro arquivos (projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico) e um modelo adicional com equipamentos temporários, que os autores deste trabalho julgaram pertinente para o completo entendimento dos serviços. Para a modelagem dos projetos estrutural, hidrossanitário e elétrico, além da importação dos arquivos CAD, foi feita a vinculação do modelo 3D do projeto arquitetônico para que este fosse utilizado como base.

Com relação ao projeto arquitetônico 3D, observou-se a necessidade de que as paredes e pisos tivessem suas camadas modeladas de forma individual, uma vez que cada camada se refere a um tipo de tarefa diferente e, conseqüentemente, interfere na representação do modelo 4D. Assim, para as paredes, foram modeladas com elementos independentes as camadas de emboço, alvenaria e pintura ou revestimento cerâmico, a depender do ambiente em que se encontravam. Já para os pisos, foi feita a divisão em contrapiso e revestimento cerâmico. Seguindo o projeto arquitetônico original, também foram modelados os pilares e lajes. Já com relação ao terreno, como não foi possível ter acesso ao levantamento topográfico, criou-se uma topografia com geometria baseada em observações *in situ*. Com a modelagem pronta, obtiveram-se automaticamente as tabelas de quantitativos de materiais necessários para as paredes de alvenaria, como emboço, pintura, revestimentos cerâmicos, portas, janelas, forros, metais e louças dos ambientes.

Sobre a criação do modelo 3D do projeto estrutural, após a vinculação do projeto arquitetônico modelado, tomou-se como base o projeto de locação para a modelagem dos pilares; em seguida, foram modeladas as vigas e, por fim, as lajes. Ressalta-se que, apesar do fato de que, em uma modelagem BIM 4D, quanto mais elementos que representem tarefas do cronograma houver, melhor e mais completo será o produto final, as armaduras não foram modeladas. Essa decisão foi tomada em função

tanto da carga operacional necessária para essa modelagem quanto do entendimento de que a ausência desse item não traria prejuízos para o objetivo deste trabalho. Além disso, o *plugin* Robot disponível para o Revit, por exemplo, faz a análise estrutural e modela automaticamente as armaduras.

A modelagem tridimensional do projeto hidrossanitário foi realizada graças ao *template* gratuito que possui famílias disponibilizadas pelo fabricante nacional de tubulações Tigre. Embora o sistema também conte com uma rede de águas pluviais, foram modeladas apenas as redes de água fria e de esgoto. Ao final dessa modelagem, também foram geradas tabelas de quantitativos das tubulações e conexões para esgoto e água fria.

Quanto ao projeto elétrico, foram modeladas apenas as caixas octogonais, caixas de interruptores e tomadas, calhas e quadros de distribuição e todas as suas interligações por meio de eletrodutos. A modelagem limitou-se à distribuição elétrica, não se incluindo as luminárias. Dessa forma, assim como no projeto estrutural, não foi feito o levantamento quantitativo de materiais.

Já para representar os equipamentos temporários, a fim de tornar a modelagem 4D mais completa, foram escolhidos o elevador cremalheira e o escoramento. Para determinar a disposição desses equipamentos, foram consideradas a posição do elevador cremalheira observada *in situ* e as diretrizes gerais da norma de escoramento NBR 15696 (ABNT, 2009) com relação à posição e ao tempo de permanência das escoras. Como no projeto foi previsto um processo de escoramento e reescoramento, a fim de simular essa condição, foram criados dois tipos de escoras dentro da família. Dessa forma, na simulação, elas foram colocadas, retiradas e recolocadas de acordo com o projeto.

6.2.2. Compatibilização dos projetos

A compatibilização dos projetos foi realizada no *software* Navisworks 2019. Para isso, foram utilizadas versões dos modelos compos-

tas somente pelos pavimentos garagem, térreo, cobertura e primeiro pavimento tipo. Dessa forma, foi possível evitar que as interferências identificadas em um dos pavimentos tipo fossem repetidas para todos os outros, o que geraria muitas incompatibilidades a serem verificadas. Além disso, para garantir que fossem apontadas apenas interferências relevantes para a análise, optou-se por selecionar elementos específicos para serem confrontados. A tabela 1 discrimina esses elementos e suas correspondências de projeto.

Tabela 1 – Projetos e respectivos elementos confrontados

Projetos compatibilizados	Elementos confrontados	
Arquitetônico x Elétrico	Esquadrias	Todos os elementos modelados
Arquitetônico x Estrutural	Esquadrias	Pilares e Vigas
Arquitetônico x Hidrossanitário	Esquadrias	Todos os elementos modelados
Elétrico x Estrutural	Todos os elementos modelados	Pilares e Vigas
Elétrico x Hidrossanitário	Todos os elementos modelados	Todos os elementos modelados
Hidrossanitário x Estrutural	Todos os elementos modelados	Pilares e Vigas

Fonte: Autores, 2019

6.2.3. Modelagem e simulação 4D

A modelagem 4D foi criada com base no cronograma disposto na planilha em Excel fornecido pela construtora. Nele, nota-se uma configuração semelhante a um cronograma de Gantt, em que o tempo necessário para a execução das tarefas de uma EAP era indicado pelo preenchimento de células correspondentes aos meses em questão. Como as atividades estavam discriminadas genericamente para todo o edifício e havia tarefas que não existiam para esse empreendimento, foi necessário ajustá-lo. Portanto, a partir do uso do *software* MS Project – compatível

com o Navisworks –, as atividades foram divididas para cada pavimento, incluindo-se a duração total prevista para sua realização, de forma que fossem mantidas suas datas inicial e final. Como no projeto arquitetônico era previsto apenas um emboço nas paredes, e, no cronograma, um chapisco e reboco, foi necessário adaptar o cronograma a fim de fundir as atividades chapisco e reboco em somente um emboço. Por não ser essa a finalidade deste trabalho, a duração das atividades não foi questionada. Além disso, buscou-se modificar a EAP o mínimo possível, mantendo-se a nomenclatura utilizada no cronograma original, sem adicionar novas tarefas.

Nessa etapa, foram utilizadas as versões dos projetos com todos os pavimentos, inclusive com os equipamentos temporários, modeladas em Revit. Além disso, houve a importação do cronograma feito em MS Project e sua devida vinculação de objetos modelados a tarefas previstas no cronograma. Contudo, durante o processo de vinculação, foi constatada a presença de alguns elementos que não tinham correspondência com o cronograma. Para sanar esse problema, ainda no Navisworks, criou-se automaticamente um cronograma que abarcasse esses novos elementos. Feito isso, bastou exportar o novo cronograma para o MS Project, a fim de arbitrar durações para os elementos em questão, respeitando-se a data final da última atividade prevista no planejamento.

Concluída essa etapa, foi gerada a simulação da construção. O *software* permite observar a simulação por meio do *timeliner*. Também é possível voltar, avançar ou pausar a simulação, além de visualizar a etapa de execução em uma data desejada, selecionando-a no calendário do programa.

Posteriormente, foi estudada a simulação do dia 10/11/2019, data próxima do término do projeto, quando os autores deste trabalho tiraram fotos da edificação. Nesse dia não foi possível acessar o interior da obra; por isso, não foi feito o acompanhamento de seu andamento.

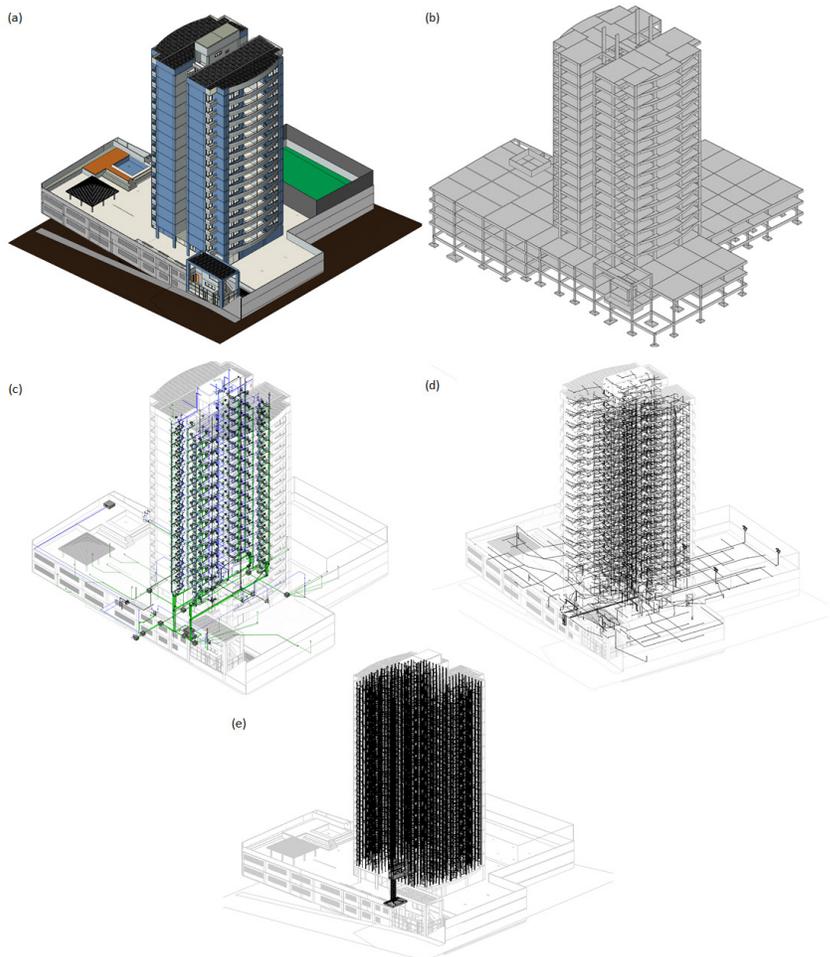
Por fim, o modelo 4D foi armazenado no BIM360, um serviço da Autodesk, e pôde ser aberto em aplicativo de celular.

6.3. Resultados

6.3.1. Modelagem 3D

O resultado da modelagem BIM 3D no Revit é ilustrado na Figura 1, na qual apresentam-se os projetos arquitetônico (a), estrutural (b), hidrossanitário (c), elétrico (d) e de equipamentos temporários (e).

Figura 1 – Projetos modelados no Revit: (a) arquitetônico, (b) estrutural, (c), hidrossanitário, (d) elétrico e (e) de equipamentos temporários.



Fonte: Autores, 2019.

Nessa etapa, foi possível verificar incompatibilidades entre os projetos hidrossanitário e arquitetônico. Enquanto no primeiro havia a colocação de *shafts* para a passagem de tubos de queda e de ventilação que seguiam para o térreo, onde já não existiam mais *shafts*, no segundo não havia a previsão de instalação de *shafts*. Além disso, no *hall* social dos pavimentos tipo, onde passam as prumadas de rede de água fria, não havia um recuo na parede, o que deixava os hidrômetros salientes.

Como o levantamento de quantitativos no Revit foi obtido automaticamente, foi possível verificar a facilidade de trabalho que esse planejador permite, o que confirma sua relevância na elaboração de cronogramas e obtenção de custos. A quantificação de itens fora do sistema BIM costuma exigir bastante carga operacional do profissional responsável pelo levantamento quantitativo.

6.3.2. Compatibilização dos projetos

Ao fim da compatibilização dos projetos no Navisworks, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 2. O *software* identificou no total 996 interferências, as quais foram verificadas uma a uma. Entre elas, 267 foram descartadas por não serem significativas ou por serem resultado de erros de modelagem que ocorreram em função de inexperiência ou descuido. Como exemplo, pode-se citar o posicionamento dos tubos de queda do sistema de água fria muito próximos dos pilares, o que foi responsável por quase 50% das interferências identificadas pelo *software* entre os projetos hidrossanitário e estrutural.

Tabela 2 – Incompatibilidades entre os projetos indicados no Navisworks

Projetos compatibilizados	Conflitos	Ativos	Descartados
Arquitetônico x Elétrico	10	0	10
Arquitetônico x Estrutural	90	81	9
Arquitetônico x Hidrossanitário	18	16	2
Elétrico x Estrutural	438	399	39
Elétrico x Hidrossanitário	15	8	7
Hidrossanitário x Estrutural	425	225	200

Fonte: Autores, 2019.

A maioria dos conflitos identificados (62,7%) está relacionada às disciplinas de projeto de instalações (hidrossanitário e elétrico) e estrutura. Das 399 interferências apontadas entre os projetos elétrico e estrutural, 382 eram entre vigas e eletrodutos. Houve ainda casos de interferências entre caixas de interruptor e pilares, caixas de tomada e vigas, calhas e vigas, entre outros. Quanto aos conflitos identificados entre os projetos hidrossanitário e estrutural, estava a interferência de tubulações com vigas. Algumas dessas já haviam sido apontadas e consideradas no projeto fornecido pela construtora.

Vale ressaltar que a autoria de cada um dos projetos elaborados para a construtora é distinta, exceto os projetos elétrico e hidrossanitário. Contudo, ainda assim, foram verificadas incompatibilidades entre esses dois projetos, tais como interferências entre caixas de passagem e tubulação de esgoto, calhas e tubulações de água fria, quadros de distribuição e tubulações de esgoto e eletrodutos e tubulações de água fria. É importante salientar que alguns desses conflitos são resolvidos de uma forma mais simples em campo, enquanto outros requerem alterações nos projetos.

Na compatibilização dos projetos arquitetônico e estrutural, foi possível observar que um pilar da garagem conflitava com os cobogós. A partir de uma verificação em campo, pôde-se perceber que a abertura para o cobogó foi reduzida por causa da localização do pilar. Também

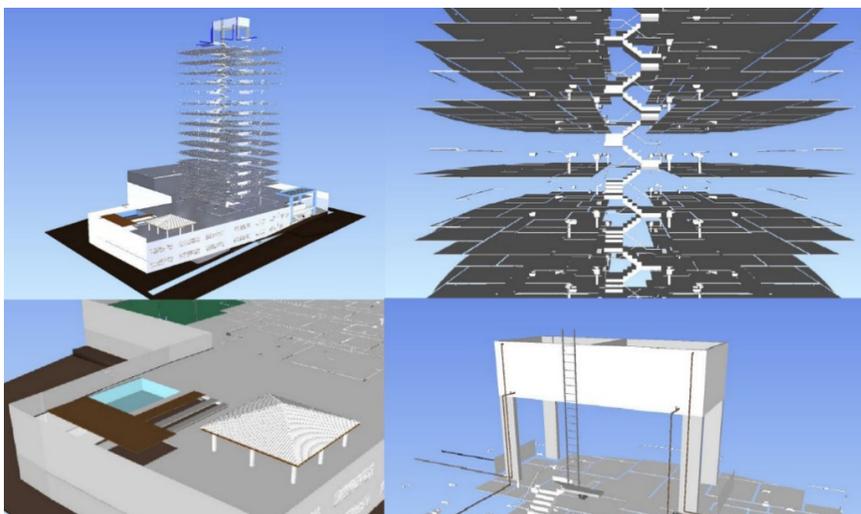
havia interferências entre vigas e janelas e entre vigas e portas. Já as interferências na compatibilização do projeto arquitetônico com o hidrossanitário foram identificadas entre portas e tubulações de água fria. Por fim, nenhuma interferência entre os projetos elétrico e arquitetônico detectada no Navisworks foi considerada.

6.3.3. Modelagem e simulação 4D

Durante o processo de associação dos elementos 3D às suas respectivas tarefas, foram constatados dois problemas: (i) alguns elementos modelados não possuíam tarefas correspondentes no cronograma e (ii) houve a necessidade de refinar a EAP, decompondo-se tarefas. Como ilustrado na Figura 2, entre os elementos que não foram considerados no planejamento estão: reservatórios, escadas, quadra esportiva, *deck* da piscina, quiosque e rampas. Também não foram consideradas a instalação de chuveiros, de guarda-corpo nas varandas e de elevadores, assim como a concretagem das caixas de inspeção e de gordura. Por isso, houve a necessidade de se criarem tarefas no cronograma de execução da obra, a fim de poder simulá-la por completo.

A simulação 4D permitiu constatar erros de sequenciamento do processo construtivo e conflitos no cronograma. Verificou-se que a pintura dos muros ocorria antes mesmo da execução das paredes de alvenaria. Da mesma forma, o cronograma original indicava a aplicação do emboço nas paredes dos pavimentos das garagens e do térreo sem a existência da alvenaria. Também foi identificado que a pintura das paredes internas tinha início antes da execução do contrapiso. Além disso, a instalação dos forros de gesso e dos contrapisos estavam planejadas para ocorrer ao mesmo tempo e no mesmo espaço de trabalho, o que indica que equipes de trabalho de diferentes especialidades trabalhariam em atividades que interfeririam entre si.

Figura 2 – Elementos modelados sem tarefas correspondentes no cronograma.



Fonte: Autores, 2019.

Na data escolhida para visita à obra, 10/11/2019, o estado real desta deveria se assemelhar à obra virtual mostrada no Navisworks. No entanto, conforme mostra a Figura 3, foram constatados atrasos em relação ao cronograma fornecido. As esquadrias de vidro já deveriam ter sido instaladas, assim como o revestimento da fachada, na área do elevador cremalheira. Vale ressaltar que uso de equipamentos, como o elevador cremalheira, interfere no serviço da fachada; entretanto, essas interferências não foram consideradas no cronograma da construção. Além disso, houve atraso na execução do passeio e dos revestimentos das paredes externas das garagens. Também foi observado *in situ* a existência de paredes de alvenaria nos travamentos abaixo da garagem inferior que não haviam sido modeladas, uma vez que não constavam no projeto arquitetônico fornecido nem no planejamento.

A atualização do *status* de atividades do cronograma possibilitou a geração de um comparativo entre o cronograma do modelo 3D e a realidade (tanto pela fotografia quanto pelo posterior ajuste na modelagem 3D). A fachada não havia sido planejada considerando-se o elevador

cremalheira; por isso, não foi modelada dessa forma. Assim, não foi representada conforme a situação real no Navisworks. Além disso, no cronograma original, estava prevista para o mês de novembro de 2019 apenas a limpeza final da obra, uma atividade não-modelável. Por isso, foi indicado pelo Navisworks que, no dia analisado, isto é, em 10/11/2019, 100% das atividades do canteiro já deveriam ter sido concluídas. Pelo aplicativo BIM360, foi possível abrir o projeto 4D, podendo-se visualizar os projetos modelados separadamente.

Figura 3 – Comparativo da obra no dia 10/11/2019: real X planejado.



Fonte: Autores, 2019.

6.4. Conclusão

Este trabalho abordou o uso de ferramentas BIM aplicadas ao planejamento e controle de obras, de forma a explorar suas potencialidades. Ao aplicar tais recursos em um estudo de caso, foi possível simular a construção de um edifício real.

A compatibilização dos projetos permitiu verificar diversas interferências físicas, principalmente entre as instalações elétricas e hidrossani-

tárias e a estrutura da edificação. Por meio da modelagem 4D e posterior análise da simulação, foram percebidas limitações no cronograma fornecido, elaborado por método tradicional. Entre elas, a mais grave são as atividades que não constavam na EAP.

Por fim, foram constatados erros de sequenciamento do processo construtivo e conflitos com relação ao tempo de execução das atividades. Tudo isso poderia ter ocasionado imprevistos e problemas no canteiro de obras, onde é necessário tomar decisões rápidas, com base em situações impostas pelo ambiente construtivo.

Finalmente, a aplicação das etapas permitiu analisar que a tecnologia BIM de fato possui grandes potencialidades que geram benefícios ao planejamento e controle de obras em todas as suas fases. Na fase de planejamento de longo prazo, identificou-se que as ferramentas BIM 4D podem ser utilizadas para elaborar um plano mestre mais coerente e efetivo, bem como para realizar simulações com o intuito de identificar possíveis erros de sequenciamento e conflitos entre atividades programadas. O BIM 4D também pode servir para verificar automaticamente possíveis interferências físicas entre os projetos e, assim, evitar desperdícios. Além disso, tais ferramentas permitem gerar de forma automática listas de materiais precisas, o que é útil para programar atividades e levantar custos. Outra possibilidade é a simulação de cenários alternativos de execução da obra e do uso de equipamentos provisórios.

Já no planejamento de médio prazo, o modelo 4D pode ser utilizado para difundir e explicar os planos aos responsáveis pelas atividades da obra, de forma a facilitar o entendimento evitando-se falhas de comunicação. Também pode ser utilizado para visualizar comparativos entre atividades planejadas e executadas a partir da atualização do *status* do processo de produção.

Por fim, com relação ao planejamento de curto prazo, o modelo BIM 4D pode ser útil para esclarecer processos no canteiro de obras e controlar atividades em execução. Essas aplicabilidades estão diretamente relacionadas à facilidade de visualização das informações por meio do uso de dispositivos móveis.

Entre as dificuldades encontradas na implementação do BIM 4D utilizando-se o Revit e o Navisworks, destacam-se a necessidade de se modelar cada uma das camadas das paredes individualmente e os inúmeros trabalhos repetitivos durante a modelagem da edificação. Vale ressaltar que já existem extensões capazes de suprimir a maioria desses retrabalhos por meio de automatizações. No entanto, em virtude da falta de conhecimento dos autores na utilização dessas extensões, optou-se por sua não implementação.

O cronograma fornecido pela construtora se mostrou falho e inadequado. Isso reflete a realidade de muitas construtoras brasileiras com relação ao tratamento dado aos processos de planejamento e controle da produção, nos quais prevalece a informalidade. Além disso, os projetos originais, elaborados e compatibilizados em ambiente 2D, apresentam desconformidades que geram problemas no canteiro de obras, o que corrobora o fato de que o uso do BIM no planejamento e controle de obras evita erros durante a produção. O uso dessa ferramenta, portanto, proporciona maior produtividade e qualidade nas construções.

Apesar da necessidade de treinamento, de investimento em equipamentos e *softwares* e de maior dedicação de tempo à fase pré-obra, os benefícios do BIM são amplos e têm influência transformadora e necessária nos processos da indústria da arquitetura, engenharia e construção como um todo.

Referências

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC. Brasília, 2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15696: **fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Rio de Janeiro, 2009.

BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. 193 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculdade de Engenharia, Universidade de Birmingham, Reino Unido, 2000.

BARBOSA, F. *et al.* **Reinventing construction: a route to higher productivity**. McKinsey Global Institute, 2017. 168 p.

BOMFIM, C. A. A.; LISBOA, B. T. W.; MATOS, P. C. C. de. **Gestão de Obras com BIM – Uma nova era para o setor da Construção Civil**. In: CONGRESS OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS, 20., 2016, Buenos Aires, Argentina. **Anais...** Buenos Aires: SIGraDi, 2016. v. 3, p. 556-560.

CAMPESTRINI, T. F. *et al.* **Entendendo BIM**. Curitiba: UFPR, 2015. 51 p.

CATELANI, W. S. **10 motivos para evoluir com BIM**. Brasília: CBIC, 2016.

COELHO, H. O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil**. 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2008.

FILIPPI, G. A. de. **Método para planejamento da produção e gestão de prazos de empreendimentos imobiliários**. 2017. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18072017-110219/pt-br.php>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

FORMOSO, C. T. **A knowledge based framework for planning house building projects**. 1991. 341 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Depart-

ment of quantity and building surveying, Universidade de Salford, Reino Unido, 1991.

GEHBAUER, F. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha**. Curitiba: CEFET-PR, 2002. 530 p.

HALPIN, D. W.; SENIOR, B. A.; LUCKO, G. **Construction Management**. 5. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2017. 416 p.

HENDRICKSON, C. *et al.* Expert system for construction planning. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v.1, p. 253-269, 1987.

ISATTO, E. L. *et al.* **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **SmartMarket report: the business value of BIM for construction in major global markets: how contractors around the world are driving innovation with building information**. McGraw Hill Construction, 2014.

MESSNER, John *et al.* BIM Project Execution Planning Guide (v. 2.2). 2019. Disponível em: <<https://openlibrary-repo.ecampusontario.ca/jspui/handle/123456789/768>>

MUBARAK, S. A. **Construction project scheduling and control**. 2. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

NEALE, R. H.; NEALE, D. E. **Construction Planning**. Londres: Thomas Telford, 1989.

PEREIRA, E. S. S. **Fatores associados ao atraso na entrega de edifícios residenciais**. 2012. 204 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos - Guia PMBOK**. 5. ed. PMI Publications, 2013.

SUZUKI, R. T.; SANTOS, E. T. Planejamento 4D no Brasil: levantamento orientado à percepção de resultados pelos diversos “stakeholders” da construção. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

CAPÍTULO 7

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS E MÃO DE OBRA ENTRE OS SISTEMAS DE CONCRETO ARMADO E ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO DE UM EMPREENDIMENTO MINHA CASA MINHA VIDA

Rafael Henrique de Faria Reis

Carlos Felipe de Azevedo

Julia Castro Mendes.

Rafael Henrique de Faria Reis é Engenheiro Civil graduado (2018) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Aluno do Mestrado em Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG (2025) e Engenheiro na Construtora d'Ávila Reis, trabalha com desenvolvimento, incorporação e construção de empreendimentos do programa Minha Casa Minha Vida.

Carlos Felipe de Azevedo é mestre (2019) em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), tendo se graduado no mesmo curso (2016) na Universidade Federal de Viçosa (UFV). Tem experiência na área de sistemas construtivos, materiais de construção sustentáveis e tecnologia do concreto.

Júlia Castro Mendes é mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduiu-se na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde atualmente é professora no Departamento

de Construção Civil. Foi professora do Departamento de Engenharia Civil da UFOP entre 2017 e 2023. É Docente Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFOP (PROPEC/UFOP) e da UFJF (PEC/UFJF). Coordenadora do CIDENG - Grupo de Pesquisa em Ciência de Dados aplicada à Engenharia. Representante brasileira da WREN - Women's Research Engineers Network e representante da UFJF da Living Lab Biobased Brazil. Coordenou, em colaboração com outros professores, os projetos de extensão Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Ouro Preto e Projeto Labor (consultoria de empreendedorismo). Tem experiência na área de IA aplicada à materiais de construção, materiais e técnicas construtivas sustentáveis, gestão de obras e eficiência energética.

Resumo

O déficit habitacional ainda é um dos grandes desafios a serem superados pelo governo brasileiro. Com o objetivo de diminuir o índice de pessoas que vivem sem moradia adequada, foi criado, em 2009, o programa Minha Casa Minha Vida, que, além de facilitar o acesso à moradia para pessoas economicamente desfavorecidas, estimulou o setor da construção civil no País. Este trabalho teve como objetivo comparar, quantitativamente, a utilização de dois métodos construtivos em empreendimentos habitacionais de interesse social como o programa Minha Casa Minha Vida, a partir de um estudo de caso de habitações classificadas como “Faixa 2”: concreto armado e alvenaria estrutural. Para tanto, após realizar a análise do projeto em alvenaria estrutural do programa, e utilizando o mesmo projeto arquitetônico, os autores desenvolveram um projeto estrutural em concreto armado. A partir dos dois projetos, os orçamentos analíticos e o cronograma de atividades foram levantados e inseridos em tabelas tendo como base de comparação os índices encontrados na tabela SINAPI. Observou-se que o projeto em alvenaria estrutural apresentou um custo mais baixo, além de requerer

menor contingente de mão de obra para sua execução. Portanto, o uso de uma metodologia de construção racionalizada como a alvenaria estrutural possibilita a economia de recursos e tempo para as construtoras e eficiência na entrega de moradias.

Palavras-chave: Minha Casa Minha Vida, Concreto armado, Alvenaria estrutural, Orçamento de obras, Técnicas construtivas.

7.1. Introdução

O déficit habitacional é um dos parâmetros para se determinar o grau de desenvolvimento de um país e a igualdade na distribuição de sua renda. Esse número é determinado pela quantidade de pessoas que vivem em moradias inadequadas, por exemplo: construções com materiais não-duráveis ou quantidade excessiva de pessoas em uma mesma edificação. No Brasil, em torno de 5,5 a 6 milhões de moradias no País foram consideradas inadequadas nos últimos anos (MÁXIMO, 2017).

Nesse contexto, surgiu em 2009 um programa do governo federal denominado Minha Casa Minha Vida (MCMV), com o objetivo de facilitar o acesso à casa própria para famílias de média e baixa renda. Como consequência, o programa também estimulou a indústria da construção civil, o que gerou empregos para milhares de trabalhadores.

As obras do MCMV são caracterizadas pela produção em larga escala de moradias com um padrão de construção mais simplificado, visando o baixo custo. Assim, com vistas a otimizar os recursos disponíveis, destaca-se a importância da escolha do melhor do método construtivo a ser adotado.

A construção convencional em concreto armado ainda é o método construtivo mais utilizado no Brasil. Ele se baseia na utilização de vigas e pilares de concreto armado para a sustentação da estrutura, além de blocos de alvenaria não estrutural para sua vedação. Por se tratar da técnica mais difundida no País, ela tem a preferência da grande maioria dos operários e construtores. No entanto, uma segunda técnica construtiva

vem ganhando a simpatia dos construtores e investidores do mercado da construção civil: a alvenaria estrutural, que se caracteriza por ser mais industrializada e racionalizada, além de autoportante, ou seja, a própria alvenaria se encarrega de sustentar a estrutura, bem como de vedá-la. Esse método exige a atuação de profissionais mais qualificados, além da execução de um planejamento mais bem elaborado.

Diante do que foi exposto, observa-se a necessidade de investigar e comparar a viabilidade técnica e econômica de ambos os métodos construtivos. Como as obras do MCMV objetivam uma construção de baixo custo, um bom planejamento e orçamento são necessários, uma vez que, além de ajudarem a aumentar tanto a produtividade de uma obra quanto a credibilidade de uma empresa, auxiliam nas tomadas de decisões durante o período de construção.

Este estudo buscou comparar dois métodos construtivos – concreto armado e alvenaria estrutural – que podem ser adotados na construção de edificações habitacionais de interesse popular. Essa comparação levou em conta dois aspectos: demanda de mão de obra e custos envolvidos. Adicionalmente, buscou-se identificar as vantagens e limitações de cada técnica construtiva.

7.2. Metodologia

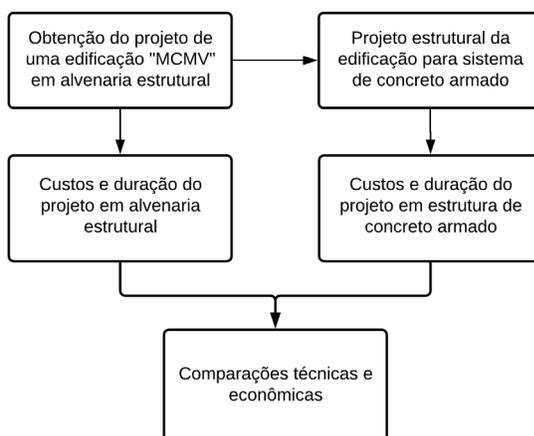
Este trabalho teve como objeto de estudo um empreendimento do programa Minha Casa Minha Vida, cujas habitações, que se enquadram na Faixa 2 do programa, foram construídas em alvenaria estrutural. As plantas arquitetônicas e estruturais da edificação foram cedidas pela construtora responsável pela obra, a qual se localizada em Belo Horizonte-MG. A partir desses dados, foi elaborado, por meio de um *software* de cálculo estrutural, um projeto em estrutura de concreto armado. Salienta-se que, para a elaboração desse projeto, foi considerada apenas a estrutura portante da edificação (com exceção da fundação). Assim, todas as demais etapas e componentes da edificação foram considerados

iguais tanto para o projeto em alvenaria estrutural quanto para o projeto em concreto armado e, portanto, excluídos da análise.

Os projetos estruturais permitiram o levantamento quantitativo de materiais e mão de obra necessários para sua efetiva execução. A partir disso, foram produzidos orçamentos e analisada a demanda de mão de obra tanto para a construção em alvenaria estrutural quanto para a estrutura de concreto armado. A Figura 1 resume o procedimento metodológico adotado.

Figura 1 – Fluxograma da Metodologia.

Comparativo: Estrutura em concreto armado x alvenaria estrutural



Fonte: Autores, 2018.

7.2.1. Apresentação do projeto

O empreendimento estudado neste trabalho é composto por seis blocos de apartamentos geminados. Cada bloco possui quatro apartamentos de 45,33 m² cada, divididos em dois pavimentos. Por fim, cada apartamento contém uma cozinha com área de serviço, sala, dois quartos e um banheiro. A Figura 2 é um croqui simplificado da planta baixa de cada pavimento; já a Figura 3 mostra a fachada frontal de cada bloco.

tidade e a posição das vigas necessárias para dar suporte às paredes e lajes. Assim, os pilares foram pré-dimensionados com seção de 14x30 cm, mesma seção das vigas do primeiro pavimento e do forro. Já as vigas de cintamento (localizadas abaixo das paredes do primeiro pavimento) foram pré-dimensionadas com seção de 20x30 cm, uma vez que a largura da pá de escavação do solo é de 20 cm. Sobre as vigas, foram adicionadas as cargas de parede. Cada metro linear de parede recebeu uma carga de 507 kgf. Essa carga foi obtida a partir da altura da parede de 2,60 m, sua espessura de 15 cm e seu peso específico de 1300 kg/m³.

As lajes foram consideradas pré-moldadas, e a carga aplicada sobre cada uma teve como base a tabela fornecida pela norma NBR 6120, ABNT (2019). Para edifícios residenciais, a carga de revestimento utilizada é de 80 kgf/m², e a carga accidental varia de 50 kgf/m², no caso das lajes de forro sem acesso ao público, a 200 kgf/m², no caso das lajes de piso.

Também foi estimada a necessidade de um reservatório de 500 L de água por apartamento, o que resultou na estimativa de duas caixas d'água de 1000 L para cada pavimento, posicionadas sobre as lajes 202 e 206 conforme o projeto. Por meio de uma consulta a sites de fabricantes, verificou-se que um reservatório de 1000 L possui uma base de 1,16 m de diâmetro, o que resultou em uma sobrecarga de 946 kg/m² nas lajes 202 e 206.

Uma vez que os pilares, vigas e lajes foram posicionados, passou-se à execução do programa e análise dos resultados obtidos. Com o objetivo de manter a otimização do projeto, alguns resultados, como a uniformização de bitolas das armaduras, foram alterados sempre que possível. Por fim, as pranchas do projeto em concreto armado foram geradas e exportadas para o ambiente do programa CAD.

7.2.3. Etapas e hipóteses consideradas nos orçamentos

Para a análise da demanda de mão de obra e dos custos relacionados a cada tipo de método construtivo, foram examinadas apenas a estru-

tura portante (com exceção da fundação) e as paredes de vedação dos cômodos. O levantamento quantitativo dos materiais e mão de obra necessários em cada processo construtivo foi realizado com base na tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) de abril de 2018, fornecida pela Caixa Econômica Federal, considerando-se a situação Não Desonerada.

O peso de aço estrutural, a área de fôrma e o volume de concreto necessários para a execução do projeto em concreto armado foram fornecidos pelo próprio programa de cálculo estrutural. Vale ressaltar que quando a tabela SINAPI indicava reutilização das fôrmas, a área de fôrma necessária foi dividida pelo número de reutilizações. No que concerne à alvenaria de vedação, sua área foi obtida multiplicando-se o comprimento de cada parede pelo seu pé-direito, subtraindo-se a área que excede a 2 m² dos vãos cujas áreas são maiores que 2 m². Essa consideração está atrelada às perdas e quebras nas bordas de vãos e esquadrias (MATTOS, 2010). De forma similar, foram obtidas as áreas necessárias para a execução da alvenaria estrutural.

Em contato prévio com a empresa, observou-se que o projeto realizado em alvenaria estrutural não utilizou aço em seus blocos estruturais, os quais foram preenchidos com graute a fim de reforçar a estrutura. Dessa forma, considerou-se o grauteamento no levantamento realizado.

Para se calcular o volume de grauteamento, os coeficientes presentes na tabela SINAPI que informam o número de blocos estruturais necessários para cada metro quadrado de alvenaria levantado foram multiplicados pela área total de parede, encontrando-se, assim, o número total de blocos. Em seguida, estimou-se o volume de cada bloco (espessura x altura x comprimento), considerando-se, porém, que o volume de vazios ou volume a ser preenchido por graute era de 50% do volume total de cada bloco. Com o volume de vazios de cada bloco e o número total de blocos, encontrou-se o volume total de graute necessário. Por fim, esse volume total foi aumentado em 10% para a consideração de perdas no grauteamento (MATTOS, 2010).

Além do preenchimento dos blocos, realizou-se a etapa de cinto após a conclusão da alvenaria do primeiro pavimento, também como medida de reforço estrutural. A quantidade de aço utilizada nesta etapa foi fornecida pelo projeto estrutural da estrutura de alvenaria. Ressalta-se aqui uma pequena adaptação: a armadura de aço prevista em projeto era de bitola de 4,2 mm; no entanto, a tabela SINAPI prevê apenas a armação de cinta com a utilização de bitolas de 10 mm. Uma vez que foi constatado que a diferença no custo unitário das armaduras na tabela SINAPI era muito pequena (R\$ 3,95 para o vergalhão de 4,2 mm e R\$ 3,92 para o vergalhão de 10 mm), adotou-se a atividade de armação de cinta em alvenaria estrutural com utilização de bitolas de 4,2 mm a fim de se evitarem maiores prejuízos à precisão deste levantamento.

No que tange à análise da demanda de mão de obra relacionada a cada projeto estrutural, a duração de cada atividade foi obtida por meio da multiplicação dos coeficientes associados à cada colaborador pela respectiva quantidade da tarefa examinada. As durações foram somadas e, assim, foi possível encontrar um valor de demanda de mão de obra total em horas-homem para cada método construtivo.

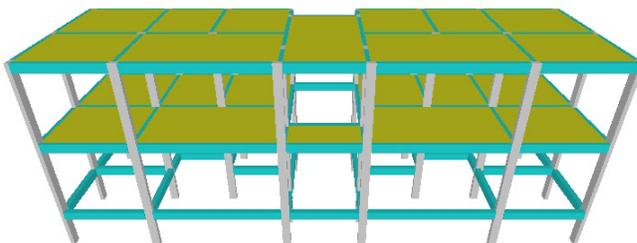
Todos os dados levantados foram inseridos e organizados em forma de planilha no *software* Microsoft Excel.

7.3. Resultados

7.3.1. Projeto estrutural em concreto armado

O projeto estrutural em concreto armado da edificação estudada foi produzido a partir da planta arquitetônica do projeto original. A Figura 4 ilustra o modelo 3D da estrutura e as plantas de distribuição de pilares, vigas e lajes de cada nível.

Figura 4 – Pórtico 3D gerado pelo *software* de cálculo estrutural.



Fonte: Autores, 2018.

7.3.2. Custos e demanda de mão de obra do método construtivo estrutura em concreto armado

O levantamento quantitativo da estrutura em concreto armado, com base na tabela SINAPI de abril de 2018, é mostrado na Tabela 1. De forma similar, a Tabela 2 apresenta a quantidade de mão de obra necessária calculada para a execução dessa estrutura.

Tabela 1 – Planilha Orçamentária da Estrutura em Concreto Armado

Código da Composição	Descrição	Unidade	Custo Unitário	Quantidade	Custo Total
92418	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	m ²	R\$ 55,66	36,6	R\$ 1.019,83
92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	kg	R\$ 8,85	440,4	R\$ 3.897,54

Código da Composição	Descrição	Unidade	Custo Unitário	Quantidade	Custo Total
92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	kg	R\$ 7,68	1,0	R\$ 7,68
92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	kg	R\$ 7,43	376,2	R\$ 2.795,17
92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	kg	R\$ 6,05	749,9	R\$ 4.536,90
92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	kg	R\$ 5,38	98,3	R\$ 528,85
92718	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 12/2015	m ³	R\$ 414,90	7,02	R\$ 2.912,60
92448	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	m ²	R\$ 89,68	54,08	R\$ 4.849,89
92724	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PRÉ-MOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 12/2015	m ³	R\$ 320,64	13,66	R\$ 4.379,94

Código da Composição	Descrição	Unidade	Custo Unitário	Quantidade	Custo Total
74202/001	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ FORRO, SOBRECARGA 100KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/ LAJOTAS E CAP.C/ CONC FCK=20MPA, 3CM, INTER-EIXO 38CM, C/ ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	m²	R\$ 66,08	102,84	R\$ 6.795,67
74202/002	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/ LAJOTAS E CAP.C/ CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	m²	R\$ 72,11	93,94	R\$ 6.773,72
87474	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF 06/2014	m²	R\$ 48,01	18,15	R\$ 871,29
87479	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 06/2014	m²	R\$ 42,97	66,98	R\$ 2.877,96
87485	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 06/2014	m²	R\$ 52,65	22,88	R\$ 1.204,63
87491	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 06/2014	m²	R\$ 46,21	302,96	R\$ 13.999,97
CUSTO TOTAL					R\$ 57.451,63

Fonte: Autores, 2018.

**Tabela 2 – Demanda de Mão de Obra para a
Estrutura em Concreto Armado**

Código da Composição	Descrição	Colaborador (incluindo encargos complementares)	Unidade	Coefficiente	Quantidade	Demanda de mão de obra (horas-homem)
92418	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	hH	0,21	36,60	7,61
		CARPINTEIRO DE FORMAS	hH	1,14	36,60	41,61
92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	AJUDANTE DE ARMADOR	hH	0,02	440,4	8,94
		ARMADOR	hH	0,12	440,4	54,65
92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	AJUDANTE DE ARMADOR	hH	0,02	1,0	0,02
		ARMADOR	hH	0,09	1,0	0,09
92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	AJUDANTE DE ARMADOR	hH	0,01	376,2	4,33
		ARMADOR	hH	0,07	376,2	26,60
92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	AJUDANTE DE ARMADOR	hH	0,01	749,9	6,45
		ARMADOR	hH	0,05	749,9	39,67

Código da Composição	Descrição	Colaborador (incluindo encargos complementares)	Unidade	Coefficiente	Quantidade	Demanda de mão de obra (horas-homem)
92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	AJUDANTE DE ARMADOR	hH	0,01	98,3	0,62
		ARMADOR	hH	0,04	98,3	3,79
92718	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 12/2015	PEDREIRO	hH	0,596	7,02	4,18
		SERVENTE	hH	0,67	7,02	4,70
92448	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	hH	0,309	54,08	16,71
		CARPINTEIRO DE FORMAS	hH	1,686	54,08	91,18
92724	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PRÉ-MOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 12/2015	PEDREIRO	hH	0,596	13,66	8,14
		SERVENTE	hH	0,67	13,66	9,15
74202/001	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ FORRO, SOBRECARGA 100KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/ LAJOTAS E CAPC/ CONC FCK=20MPA, 3CM, INTER-EIXO 38CM, C/ ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	hH	0,16	102,84	16,45
		CARPINTEIRO DE FORMAS	hH	0,16	102,84	16,45
		PEDREIRO	hH	0,35	102,84	35,99
		SERVENTE	hH	0,36	102,84	37,02
74202/002	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/ LAJOTAS E CAPC/CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	hH	0,16	93,94	15,03
		CARPINTEIRO DE FORMAS	hH	0,16	93,94	15,03
		PEDREIRO	hH	0,4	93,94	37,58
		SERVENTE	hH	0,44	93,94	41,33

Código da Composição	Descrição	Colaborador (incluindo encargos complementares)	Unidade	Coefficiente	Quantidade	Demanda de mão de obra (horas-homem)
87474	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X-39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF 06/2014	PEDREIRO	hH	0,86	18,15	15,61
		SERVENTE	hH	0,43	18,15	7,80
87479	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X-39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 06/2014	PEDREIRO	hH	0,75	66,98	50,24
		SERVENTE	hH	0,375	66,98	25,12
87485	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X-39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 06/2014	PEDREIRO	hH	1,06	22,88	24,25
		SERVENTE	hH	0,53	22,88	12,13
87491	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X-39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 06/2014	PEDREIRO	hH	0,86	302,96	260,55
		SERVENTE	hH	0,43	302,96	130,27
Requisitos totais de mão de obra em horas-homem:						1070

Fonte: Autores, 2018.

7.3.3. Custos e demanda de mão de obra do método construtivo alvenaria estrutural

O levantamento quantitativo da estrutura em alvenaria estrutural, com base na tabela SINAPI de abril de 2018, é mostrado na Tabela 3. Da mesma forma, a Tabela 4 apresenta a quantidade de mão de obra necessária calculada para a execução dessa estrutura.

Tabela 3 – Planilha Orçamentária Alvenaria Estrutural

Código da Composição	Descrição	Unidade	Custo Unitário	Quantidade	Custo Total
89282	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M ² , SEM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 12/2014	m ²	R\$ 42,77	18,15	R\$ 776,19
89284	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² , SEM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 12/2014	m ²	R\$ 38,55	66,98	R\$ 2.581,92
89286	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M ² , COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 12/2014	m ²	R\$ 46,59	22,88	R\$ 1.065,98
89289	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² , COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF 12/2014	m ²	R\$ 42,51	302,96	R\$ 12.879,00
89998	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF 01/2015	kg	R\$ 5,37	24,24	R\$ 130,17

Código da Composição	Descrição	Unidade	Custo Unitário	Quantidade	Custo Total
89995	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF 01/2015	m³	R\$ 512,34	19,31	R\$ 9.890,72
74202/001	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ FORRO, SOBRECARGA 100KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/ LAJOTAS E CAPC/ CONC FCK=20MPA, 3CM, INTER-EIXO 38CM, C/ ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	m²	R\$ 66,08	102,84	R\$ 6.795,67
74202/002	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/ LAJOTAS E CAPC/ CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	m²	R\$ 72,11	93,94	R\$ 6.773,72
				CUSTO TOTAL	R\$ 40.893,38

Fonte: Autores, 2018.

Tabela 4 – Demanda de Mão de Obra em Alvenaria Estrutural

Código da Composição	Descrição	Colaborador (incluindo encargos complementares)	Unidade	Coefficiente	Quantidade	Demanda de mão de obra (horas-homem)
89282	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M², SEM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 12/2014	PEDREIRO	hH	0,66	18,15	11,98
		SERVENTE	hH	0,33	18,15	5,99
89284	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², SEM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 12/2014	PEDREIRO	hH	0,55	66,98	36,84
		SERVENTE	hH	0,28	66,98	18,75

Código da Composição	Descrição	Colaborador (incluindo encargos complementares)	Unidade	Coefficiente	Quantidade	Demanda de mão de obra (horas-homem)
89286	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M², COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 12/2014	PEDREIRO	hH	0,77	22,88	17,62
		SERVENTE	hH	0,38	22,88	8,69
89289	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF 12/2014	PEDREIRO	hH	0,61	302,96	184,81
		SERVENTE	hH	0,3	302,96	90,89
89998	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF 01/2015	PEDREIRO	hH	0,0492	24,24	1,19
		SERVENTE	hH	0,0348	24,24	0,84
89995	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF 01/2015	PEDREIRO	hH	7,2383	17,55	127,03
		SERVENTE	hH	5,1197	17,55	89,85
74202/001	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ FORRO, SOBRECARGA 100KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/ LAJOTAS E CAP.C/ CONC FCK=20MPA, 3CM, INTER-EIXO 38CM, C/ ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	hH	0,16	102,84	16,45
		CARPINTEIRO DE FÔRMAS	hH	0,16	102,84	16,45
		PEDREIRO	hH	0,35	102,84	35,99
		SERVENTE	hH	0,36	102,84	37,02
74202/002	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VÃOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/ LAJOTAS E CAP.C/ CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	hH	0,16	93,94	15,03
		CARPINTEIRO DE FÔRMAS	hH	0,16	93,94	15,03
		PEDREIRO	hH	0,4	93,94	37,58
		SERVENTE	hH	0,44	93,94	41,33
Requisitos totais de mão de obra em Horas-Homem:						810

Fonte: Autores, 2018.

7.3.4. Discussão dos resultados

Do ponto de vista qualitativo, a execução da estrutura em concreto armado possibilita uma adaptabilidade que é favorecida por sua fácil modelagem. Além disso, a mão de obra necessária é de fácil acesso, uma vez que essa técnica é amplamente disseminada no País. No entanto, esse método é inferior em relação à velocidade de execução e possui um peso próprio mais elevado, o que pode exigir a presença de peças mais robustas para suportar a estrutura.

Ainda conforme o que foi averiguado neste estudo, optar pela alvenaria estrutural permite uma redução da diversidade de mão de obra (armador, carpinteiro, entre outros) e dos materiais empregados na fase de execução da estrutura. Por outro lado, esse método apresenta uma pequena limitação quanto ao projeto arquitetônico pelo fato de, muitas vezes, as paredes internas trabalharem como suporte para a estrutura.

A partir dos dados expostos, foi possível verificar que a alvenaria estrutural se apresentou mais vantajosa do que a estrutura em concreto armado, tanto no que diz respeito à questão financeira quanto no que concerne à questão da demanda de mão de obra. Enquanto a estrutura em concreto armado apresentou um custo de R\$ 57.451,63, para alvenaria estrutural, o custo foi de R\$ 40.893,38, o que representa uma diferença de R\$ 16.558,25 ou 28,82% entre os métodos. Essa diferença de valores pode ser explicada tanto pela economia de materiais na execução da alvenaria estrutural, tais como fôrmas e escoramentos, quanto pela redução de mão de obra especializada, como carpinteiros e armadores.

No que diz respeito ao critério mão de obra, a alvenaria estrutural demandou 810 horas-homem, ao passo que a estrutura em concreto armado necessitou de 1070 horas-homem, uma diferença de 260 horas-homem ou 24,3%. Essa desigualdade pode ser justificada pelo fato de a execução da alvenaria estrutural ser mais industrializada, o que torna o processo construtivo mais rápido, além do fato de exigir menos tipos de mão de obra no canteiro, embora essa mão de obra requeira maior investimento em qualificação.

Ao analisar outros trabalhos que abordam o mesmo tema, Araújo (1995) verificou que a alvenaria estrutural permite uma redução de 20% a 30% dos custos para prédios construídos sem pilotis e de aproximadamente 10% para prédios construídos com pilotis, o que se justifica em função do custo das vigas de transição e pilares dos pilotis. Palhares, et al. (2015) observaram uma economia de quase 22% do custo total da obra e de 29% de mão de obra quando se utilizou a alvenaria estrutural como técnica construtiva em vez da estrutura em concreto armado. Nunes & Junges (2008), por sua vez, constataram uma redução de 26,38% no valor da execução da estrutura de um edifício residencial também quando utilizada a alvenaria estrutural em vez da técnica de concreto armado.

Assim, nota-se que, por ser mais racionalizada, a utilização da alvenaria estrutural reduz o orçamento de diversos tipos de empreendimentos, inclusive os de caráter popular como o MCMV, e acelera sua execução. Além disso, permite um canteiro de obras mais organizado e possibilita uma redução nas perdas de materiais, uma vez que estes são demandados em menor quantidade.

7.4. Conclusão

O objetivo geral deste trabalho comparar dois métodos construtivos – concreto armado e alvenaria estrutural – na construção de edificações habitacionais de interesse popular. Essa comparação levou em conta os aspectos demanda de mão de obra e custos envolvidos, além da identificação de vantagens e limitações em cada técnica construtiva. Para tanto, o projeto em alvenaria estrutural foi transformado em um projeto em concreto armado e, a partir dos dados de ambos e com o auxílio da tabela SINAPI, foram elaboradas planilhas para estimar o orçamento e a demanda de mão de obra para a execução de cada tipo de estrutura.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que a alvenaria estrutural apresentou custo e demanda de mão de obra inferiores em relação

à técnica de concreto armado: cerca de 17 mil reais (aproximadamente 30%) e 260 horas-homem (aproximadamente 24,3%) a menos. Acredita-se que esses resultados são frutos de um processo construtivo mais industrializado e produtivo, além de uma quantidade e variabilidade menor de materiais.

Esses números são ainda mais significativos se observarmos que o levantamento foi feito considerando-se a execução de apenas um bloco de quatro apartamentos, o que, na maioria das obras do MCMV, representa uma parcela baixa do número total de habitações. Além disso, os custos com o canteiro de obra, que não foram considerados no estudo, são potencialmente menores para a alvenaria estrutural, já que não há necessidade de grandes espaços para armazenagem e montagem de fôrmas e armação.

Apesar de permitir flexibilidade arquitetônica um pouco menor do que a estrutura em concreto armado, a alvenaria estrutural possibilita um sistema mais racionalizado e um canteiro de obras mais organizado. Essas características, somadas aos menores custos e à redução na demanda de mão de obra, contribuem para a melhor qualidade das edificações e para a saúde financeira das construtoras.

Portanto, a redução dos custos em virtude do uso da alvenaria estrutural possibilita ao governo investir em um maior número de unidades do MCMV, reduzindo-se, assim, os índices de déficit habitacional no País. Logo, infere-se que o uso da alvenaria estrutural em empreendimentos deste tipo é mais vantajoso quando comparado à estrutura em concreto armado.

Referências

ARAÚJO, H. N. *Intervenção em obra para implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural: um estudo de caso*. 1995. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação

em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro. 2019.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: PINI, 2010.

MÁXIMO, L. Déficit habitacional aumenta com a recessão. *Jornal Valor Econômico*, Rio de Janeiro, 01 de março de 2017. Disponível em: < <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2017/03/01/deficit-habitacional-aumenta-com-a-recessao.ghtml> >. Acesso em: 21/06/2018

NUNES, C. C.; JUNGES, E. Comparação de custo entre estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural de blocos de concreto para edifício residencial em Cuiabá-MT. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008.

PALHARES, C. S. *et al.* **Comparativo técnico-econômico de um edifício de 4 pavimentos: alvenaria estrutural x estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação**. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (Trabalho de Conclusão de Curso). Belo Horizonte, MG, Brasil, 2015.

CAPÍTULO 8

DIAGNÓSTICO DA MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL E A CONSEQUÊNCIA DE SUA OTIMIZAÇÃO

Amanda Mendes de Oliveira Rossi

Maria Luíza Teófilo Gandini

Amanda Mendes de Oliveira Rossi é Engenheira Civil (2018) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e Técnica em Edificações (2011) pelo Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto (IFMG). Na graduação, foi professora do projeto de extensão da UFOP CPO (Curso Prático de Obras). Atualmente faz parte da WSP no Reino Unido como Engenheira Civil Assistente, trabalhando na Equipe de Tráfego/HDC. Tem experiência no acompanhamento, planejamento e controle de obras, elaboração de cronograma físico-financeiro e desenvolvimento de indicadores de desempenho.

Maria Luíza Teófilo Gandini é doutora (2024) e mestre (2016) em Ciências pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), tendo se graduado (2014) em Engenharia Civil na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente é professora no Departamento de Engenharia Civil da UFOP, na área de Recursos Hídricos e Saneamento, e vice-coordenadora do NuCat (Núcleo da Cátedra da UNESCO: Água, Mulheres e Desenvolvimento). Desenvolve pesquisa nas áreas de Hidráulica, Hidrologia e Hidrologia Estatística, com ênfase em inundações urbanas.

Resumo

Tendo em vista a importância da construção civil para a economia de um país, este trabalho dedicou-se a estudar uma das maiores variáveis da área: a relação com a mão de obra. Visando alcançar medidas e estratégias que tenham como finalidade otimizar a produtividade das equipes de trabalho, foi desenvolvido e aplicado um questionário com o intuito de conhecer o perfil e as aspirações de pessoas que atuam na área da construção civil. Como resultados, verificou-se que a maioria dos contratantes não possui conhecimentos de gestão nem é capaz de tomar iniciativas de forma a estimular suas equipes de trabalho, como as grandes empresas de outros segmentos já têm o costume de fazer. Pôde-se perceber também a grande necessidade de capacitação desses profissionais e de criação de estratégias que os incentivem a permanecer na área da construção civil, bem como de mecanismos que os façam desejar melhorar seu desempenho.

Palavras-chave: Construção civil, Mão de obra, Equipe de trabalho, Produtividade.

8.1. Introdução

Segundo Souza (2006) “para se buscar a melhoria do país, é necessário investir no aprimoramento da produtividade no uso da mão de obra na Construção Civil”. No entanto, a grandeza produtividade não possui uma unidade de medida, e não pode ser tratada como uma grandeza palpável. Isso dificulta seu acompanhamento e caracterização, o que leva a um somatório de falhas que acarretam consequências expressivas ao final da obra. Nesse sentido, visando-se a redução dos prejuízos causados pelas falhas de produtividade, busca-se elaborar maneiras para medir e acompanhar o desempenho das equipes, de forma que o trabalho desempenhado por elas sempre esteja alinhado com as necessidades da empresa.

A construção civil também é conhecida por seu alto índice de acidentes. Vários fatores são apontados como causadores ou encorajadores desses eventos, como negligência, falta e/ou não utilização de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), atividades repetitivas, mão de obra desqualificada, falta de fiscalização, entre outros. Contudo, ao longo dos anos, uma maior atenção vem sendo dada a esse problema na tentativa de diminuir esses números.

Para Costella; Cremonini e Guimarães (1998), os problemas econômicos causados pelos acidentes de trabalho são divididos em altos custos diretos (indenização ao acidentado nos primeiros 15 dias, perdas de equipamentos e de materiais etc.) e altos custos indiretos (diminuição da produtividade global, adaptação de outro funcionário na mesma função etc.). Embora de acordo com esses mesmos autores os custos indiretos possam ser de 3 a 10 vezes mais expressivos que os diretos, gestores e empregadores, de modo geral, preocupam-se com os custos diretos. Logo, os custos indiretos não são previstos e entram como saldos negativos no orçamento do empreendimento.

Muitas vezes a engenharia civil demanda de seus profissionais, desde os operadores que desenvolvem o projeto em campo até o engenheiro ou responsável técnico pelo projeto, conhecimentos multidisciplinares. De acordo com Yamamoto (2001), a exigência de uma mudança de função ou a atribuição de uma função extra para a qual um profissional pode não estar preparado pode influenciar negativamente a produtividade deste profissional. Por exemplo, pode-se citar a atribuição de encargos de administração para o engenheiro fiscal de obras, sem haver prévia análise se ele se sente capacitado para tal.

Para Lencioni (2002), “equipes bem-sucedidas têm um alto desempenho não porque trabalham como máquinas, mas porque são extremamente humanas”. Assim, a fim de se direcionar a devida atenção à mão de obra na construção civil, primeiramente se faz necessário compreender as etapas de gerenciamento de processos e de equipes. Em seguida, é fundamental conhecer a equipe operante a fim de se identificarem as melhores formas de incentivá-la, bem como fortalecer os níveis de con-

fiança entre os profissionais, de modo que se busque a melhor forma de designar as diversas tarefas de acordo com suas especialidades. Apesar de ser comumente considerada barata, a mão de obra da construção civil, principalmente em pequenos empreendimentos, é uma das partes em que os gestores encontram maior dificuldade de monitoramento e padronização, o que pode refletir em maiores ou menores variações orçamentárias.

Não é viável, mesmo em obras pequenas e especialmente em obras grandes, que todas as tarefas sejam supervisionadas constantemente. É preciso que haja confiança nas deliberações das tarefas, mas com a devida sensatez. Para Higgins e Mattos (2002), quando não há relações de confiança entre as equipes de trabalho, cada um se preocupa mais com os resultados individuais do que com os do projeto. Para inverter esse quadro, os gestores devem atuar de modo a construir e solidificar as relações de trabalho, que devem ser baseadas na transparência, nos compromissos de longo prazo e, principalmente, na melhoria contínua.

Dessa forma, este capítulo objetiva demonstrar a influência das características da mão de obra na qualidade de empreendimentos de construção civil. Para tanto, buscou-se identificar e compreender o perfil dos trabalhadores que a integram. Assim, a partir de um melhor entendimento sobre as relações entre as diversas categorias de trabalhadores da área da construção civil, buscou-se apontar fatores capazes de otimizar essas relações de trabalho, visando a prosperidade do empreendimento como um todo.

8.2. Metodologia

Este trabalho buscou diagnosticar as principais características da mão de obra no âmbito da construção civil em duas cidades de Minas Gerais, com o objetivo de compreender e apontar fatores que possam otimizar as relações existentes na construção civil. Para este fim, realizaram-se pesquisas de campo com diversos profissionais da área, visando

identificar as situações de trabalho, seu perfil e suas aspirações, com intuito de compreender melhor os pontos mais relevantes que podem afetar a produtividade e o desempenho das equipes de trabalho.

O questionário é composto por 17 perguntas que foram discutidas com 26 profissionais do ramo da construção civil aleatoriamente escolhidos. O número limitado de questões foi pensado e organizado de forma a reduzir ao máximo possível o tempo gasto em cada entrevista. Vale ressaltar que todo o planejamento do projeto e toda a documentação exigida, incluindo-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o questionário em si, foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

A primeira preocupação quanto à elaboração do questionário foi escolher questões diversas, abrangentes e direcionadas aos tópicos mais relevantes à pesquisa sem constranger ou invadir a privacidade dos entrevistados, bem como buscando não afetar negativamente sua relação com seus respectivos empregadores. Para isso, contou-se com a supervisão voluntária de uma psicóloga, que fez observações sobre o questionário. Como não se perguntou nome ou local de trabalho, acredita-se que foi possível obter respostas mais sinceras.

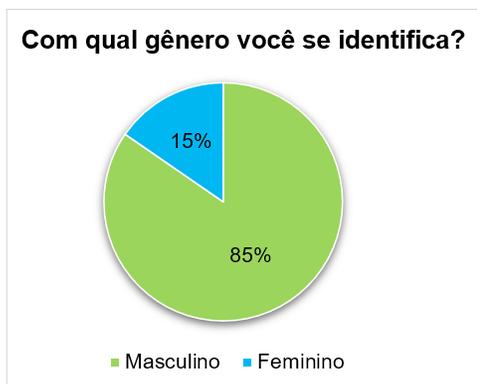
A aplicação dos questionários foi dividida em duas etapas. A primeira teve como respondentes alunos do segundo semestre de 2018 do curso de Acabamentos oferecido pelo projeto Curso Prático de Obras do Escritório Piloto da Escola de Minas. Esse curso acontece semestralmente na Escola de Minas, sendo ofertado para pessoas da comunidade de Ouro Preto-MG em geral que tenham algum interesse pela área de construção civil. Os alunos que quiseram responder ao questionário, o fizeram durante um intervalo entre aulas, sob controle da aplicadora. Já na segunda etapa, entrevistaram-se profissionais autônomos que atuam na cidade de Rio Casca-MG. Esses profissionais foram abordados em casa, e os que desejaram participar realizaram todo o processo de preenchimento do questionário em sua própria residência, também sob supervisão da aplicadora.

8.3. Resultados

A Figura 1 representa os resultados obtidos com relação ao gênero dos trabalhadores entrevistados. Constatou-se que 85% dos entrevistados se identifica com o gênero masculino, enquanto 15% se identifica com o gênero feminino. Essa é uma realidade já conhecida na área de construção civil, que é majoritariamente composta por mão de obra masculina. No entanto, a participação das mulheres vem aumentando na área, em geral em cargos administrativos.

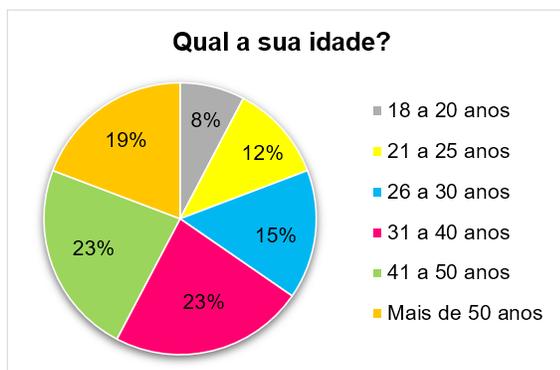
Em seguida, buscou-se saber a idade dos entrevistados. Vale dizer que nenhum deles poderia ter menos de 18 anos de idade. Na Figura 2, é possível observar que os dados apresentaram uma distribuição heterogênea, o que demonstra que a mão de obra abrange pessoas de todas as idades, desde os jovens até os mais experientes. Esse resultado permite dizer que é comum encontrar, em um mesmo canteiro de obras, profissionais com níveis de experiência significativamente diferentes, o que facilita a troca e os ensinamentos entre os profissionais.

Figura 1 – Gênero dos entrevistados



Fonte: Autoras, 2018.

Figura 2 – Idade dos entrevistados



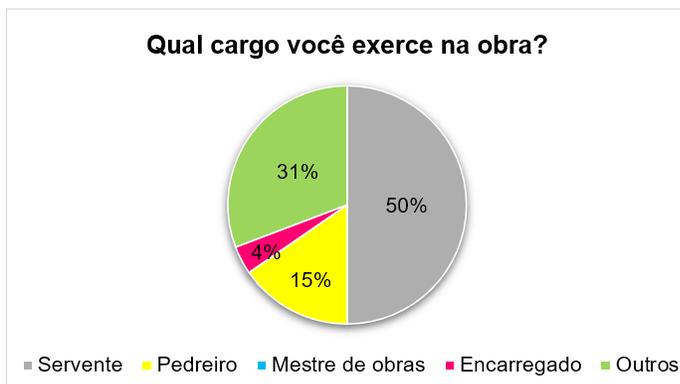
Fonte: Autoras, 2018.

Tal característica pode ser relacionada ao costume de se introduzirem jovens aprendizes, que não têm conhecimento teórico, diretamente no meio de trabalho. Nesse caso, o aprendizado ocorre na prática, por meio do contato direto com profissionais que possuem maior experiência. Esse processo é cíclico e gera diversas discussões, como a disseminação de vícios na realização de certas tarefas.

A Figura 3 apresenta os dados levantados com relação ao cargo desempenhado pelos entrevistados. De modo geral, a estrutura de contratação desse setor é um pouco vaga com relação às atribuições de cada cargo e às promoções. Observa-se que 50% dos entrevistados desempenhava atividades como “servente”, profissional também conhecido como auxiliar, cujas tarefas são basicamente auxiliar nas atividades desenvolvidas pelo pedreiro.

Alguns entrevistados, 31%, desempenhavam funções que não constavam entre as alternativas a serem marcadas no questionário. Nesses casos, marcaram “outros” e indicaram a atividade, entre elas: “lubrificação industrial”, “ajudante geral”, “pintor”, “almozarife”, “manutenção predial e residencial” e “técnico em segurança do trabalho”. Embora, dentre as alternativas, existisse o cargo “mestre de obras”, ninguém se identificou assim.

Figura 3 – Cargo desempenhado pelos entrevistados.



Fonte: Autoras, 2018.

A Figura 4 traz os dados sobre o passado profissional dos entrevistados. 27% dos respondentes declararam nunca ter trabalhado em outra profissão a não ser na área de construção civil, enquanto 73% dos profissionais já tinham desempenhado atividades em outras áreas como: “Mineração”, “Comércio”, “Agricultura”. Muitos entrevistados afirmaram ainda que recorriam a empregos na área da construção civil ao ficarem desempregados de suas profissões regulares, como uma medida paliativa, pela facilidade de acesso e de abrangência de oportunidades da área.

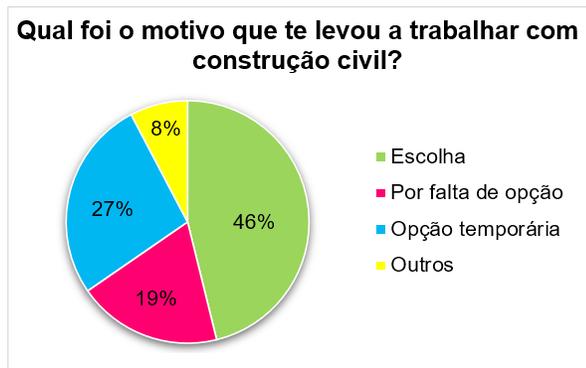
Os motivos pelos quais os entrevistados dizem trabalhar com construção civil são apresentados na Figura 5. Os que afirmaram trabalhar na área por escolha representam 46% do total. São 19% aqueles que relataram não ter opção. Já 27% dos profissionais disseram que a área de construção civil é para eles uma opção temporária. Por fim, 8% dos entrevistados marcaram “outros” e apresentaram motivos como, por exemplo, “possuir aptidão” para a profissão. A partir desses dados, pode-se ter uma ideia de como os entrevistados veem sua realidade profissional, bem como do nível de entusiasmo com relação à sua profissão.

Figura 4 – Experiência profissional prévia dos entrevistados



Fonte: Autoras, 2018.

Figura 5 – Motivo que levou os entrevistados a atuar na área de construção civil

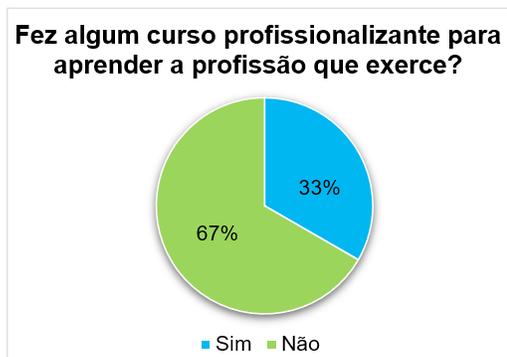


Fonte: Autoras, 2018.

Como mostra a Figura 6, a grande maioria dos entrevistados, 67%, não realizou curso profissionalizante para exercer sua função atual, o que comprova que o processo de aprendizado do ofício ocorre, na maior parte dos casos, no canteiro de obras, a partir do conhecimento passado pelos profissionais mais experientes. Percebe-se, então, a necessidade de se ter profissionais competentes, que façam a vez de “tutores” e que sejam capazes de ensinar os aprendizes da melhor forma possível, elimi-

nando-se, assim, a disseminação de erros entre os profissionais da área por meio de vícios de obra.

Figura 6 – Realização de curso profissionalizante para atuar na construção civil.



Fonte: Autoras, 2018.

De acordo com a Figura 7, 85% dos entrevistados afirmaram que, após terem ingressado no mercado de trabalho de construção civil, nunca empregador algum lhes ofereceu a oportunidade de realizar um curso profissionalizante. Mesmo que o profissional tivesse interesse em se especializar, ou em melhorar seus conhecimentos, não houve incentivo nem suporte por parte do empregador.

Essa realidade leva muitos profissionais à estagnação, assim como toda a área de construção civil. Desse modo, o profissional que deseja realizar tal investimento, tem de fazê-lo por conta própria, tanto em relação aos custos quanto em relação ao tempo, conciliando o curso que pretende realizar com seu expediente de trabalho.

Figura 7 – Oportunidade de realizar cursos profissionalizantes oferecida pelo empregador

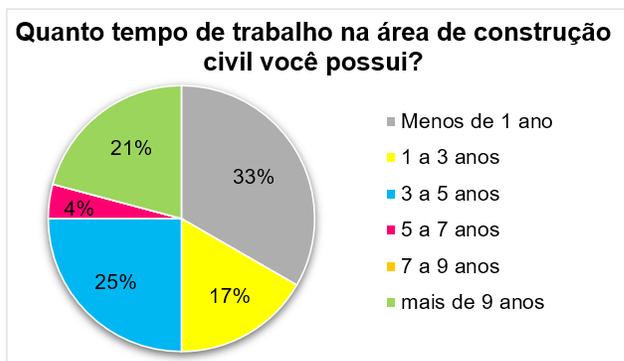


Fonte: Autoras, 2018

Sobre o tempo de permanência do profissional na área de trabalho, os dados apresentaram novamente heterogeneidade (Figura 8): 33% dos entrevistados atuavam na construção civil há menos de um ano; 17%, entre 1 e 3 anos; 25%, entre 3 e 5 anos; 4%, entre 5 e 7 anos; ninguém entre 7 e 9 anos; e, por fim, 21%, há mais de 9 anos.

O baixo índice de permanência dos profissionais na área é visto pelos empregadores como um empecilho para a capacitação. Entretanto, muitos profissionais declararam preferir a oportunidade de prosperar profissionalmente em sua área de atuação, quando é possível. Fica, então, a cargo do empregador a possibilidade de fomentar a capacitação e a permanência do profissional em sua equipe de trabalho, por meio de medidas de incentivos, planos de carreiras, entre outros benefícios.

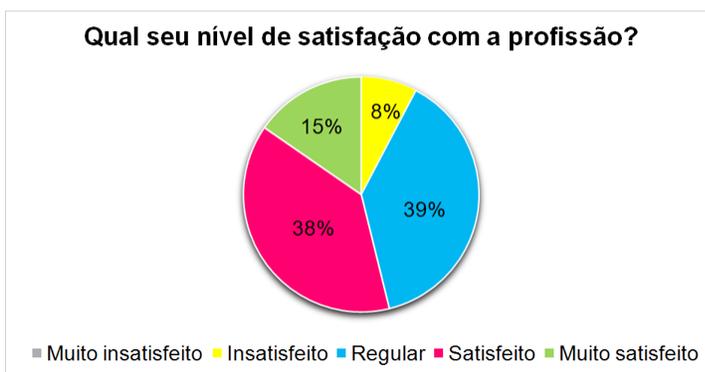
Figura 8 – Tempo de permanência dos entrevistados na construção civil



Fonte: Autoras, 2018

A Figura 9 mostra que 39%, ou seja, a maioria, dos entrevistados classificaram como “regular” o próprio nível de satisfação com o trabalho atual. Já 38% declarou estar “satisfeito” com a profissão, enquanto apenas 8% afirma estar “insatisfeito”. Nenhum respondente declarou estar “muito insatisfeito” e 15% está “muito satisfeito” com profissão desempenhada.

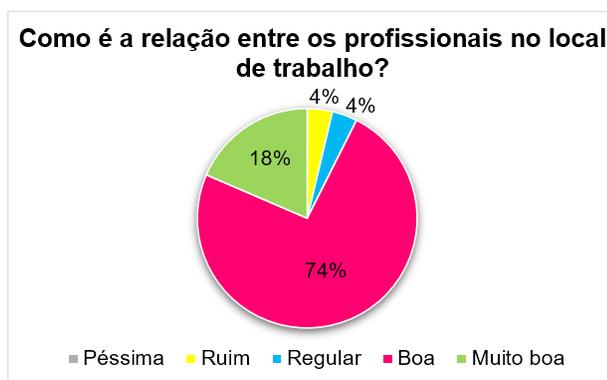
Figura 9 – Nível de satisfação dos entrevistados com a profissão desempenhada



Fonte: Autoras, 2018

Um dos fatores que influenciam o nível de satisfação dos funcionários é a interação entre os colegas no local de trabalho. Como demonstrado na Figura 10, a maioria dos entrevistados (74%) disse que a relação entre os profissionais no local onde trabalham pode ser considerada “boa”, enquanto 18% afirmou que esta relação pode ser considerada muito boa. Dessa forma, acredita-se que há companheirismo e um ambiente de trabalho agradável que justifiquem essas respostas. As demais opções obtiveram porcentagens baixas ou nenhuma.

Figura 10 – Qualidade da relação entre os profissionais no local de trabalho



Fonte: Autoras, 2018.

Já a disparidade entre os níveis de instrução dos diversos profissionais atuantes na área da construção civil contribuiu para uma não interação direta entre aqueles que ocupam cargos inferiores e seus superiores na hierarquia de um canteiro. A Figura 11 demonstrou que 59% dos entrevistados (índice que, segundo a Figura 3, é representado majoritariamente por serventes), recorrem ao “Mestre de obras” em caso de dúvidas, por identificarem nele uma pessoa confiável e mais acessível para se comunicar. Percebe-se, então, a importância de cargos como o de mestre de obras serem exercidos por profissionais experientes, que possuam conhecimento técnico e que não sejam afetados pelos vícios de realização de tarefas na área de construção civil. Pôde-se notar ainda a

grande necessidade de que o engenheiro ou Responsável Técnico (RT) se mostre mais aberto à comunicação com os demais profissionais, o que contribui para se alcançar uma equipe mais produtiva.

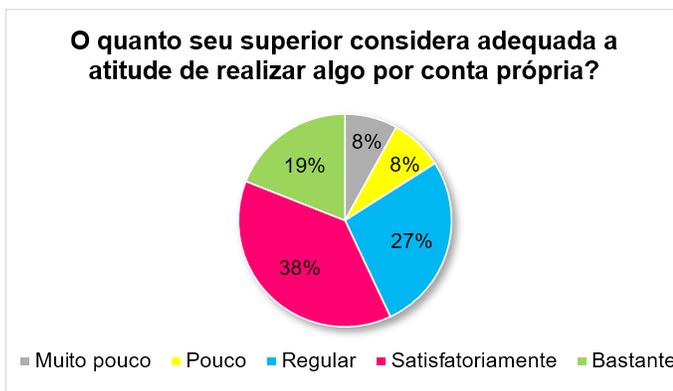
Figura 11 – Profissional a quem se recorre para tirar dúvidas



Fonte: Autoras, 2018.

Aos entrevistados, também, foi perguntado o quão demonstrar autonomia é visto como adequado. A Figura 12 mostra que 8% afirmou que realizar alguma atividade por conta própria é considerado “muito pouco” adequado pelo supervisor, enquanto 19% disse que o superior considera essa situação “bastante” adequada. Já para 8% dos entrevistados a autonomia na realização de tarefas é considerada “pouco” adequada, para 27%, a resposta foi “regular” e, por fim, para a maioria, 38%, “satisfatoriamente” adequada.

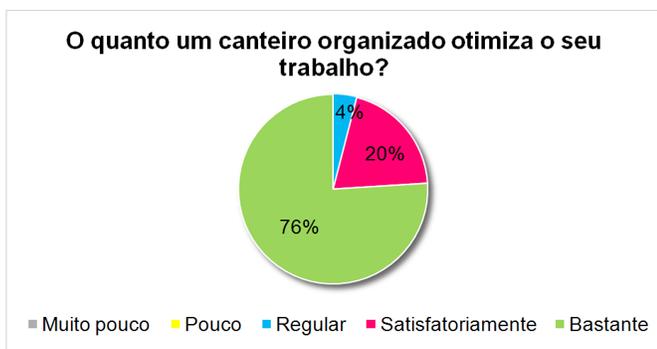
Figura 12 – O quanto demonstrar autonomia é visto como adequado pelo empregador



Fonte: Autoras, 2018.

A Figura 13 mostra a opinião dos entrevistados quanto à organização do canteiro de obras. 4% acredita que a organização do canteiro contribui de forma “regular” para a otimização do serviço desempenhado, enquanto 20% acredita que um canteiro organizado propicia um trabalho “satisfatoriamente” otimizado. Já a maioria (76%) acredita que, quando o canteiro está organizado, seu trabalho é “bastante” otimizado. “Muito pouco” e “pouco” não obtiveram nenhuma resposta.

Figura 13 – Organização do canteiro X Otimização dos serviços



Fonte: Autoras, 2018.

De acordo com a Figura 14, 8% responderam que a organização do canteiro está “satisfatoriamente” relacionada às questões de segurança no trabalho e a grande maioria dos respondentes (92%) acredita que a organização do canteiro de obras está “bastante” relacionada à segurança dos profissionais no exercício de sua profissão, ou seja, os entrevistados demonstraram possuir consciência de que a organização do canteiro pode favorecer ou inibir situações de risco. As demais opções não obtiveram voto.

Figura 14 – Organização do canteiro X Segurança.



Fonte: Autoras, 2018.

Os profissionais também foram questionados sobre seu nível de contribuição para manter a organização do canteiro. De acordo com a Figura 15, a maioria (54%) afirmou contribuir “bastante” para que o canteiro permaneça organizado, enquanto 42% disse contribuir “muito” e apenas 4% declarou contribuir de forma “regular”.

Figura 15 – Nível de contribuição dos entrevistados para manter a organização do canteiro



Fonte: Autoras, 2018.

Quanto à visão que os entrevistados possuem de seus empregadores quando o assunto é o bem-estar dos funcionários, na Figura 16 fica evidente que há uma certa heterogeneidade entre as respostas, uma vez que 4% acredita que o empregador preza “muito pouco” pelo seu bem-estar; 8% considera que o empregador preza “pouco”; 24% disse que o empregador preza de maneira “regular”; 40% acredita que o empregador preza “muito”; e, por fim, 24% afirma que o empregador preza “bastante” por seu bem-estar. Esse sentimento reflete, muitas vezes, na postura do profissional, podendo interferir diretamente nas relações de trabalho entre empregador e funcionário.

Figura 16 – O quanto o empregador preza pelo bem-estar do funcionário



Fonte: Autoras, 2018.

Já quando perguntados sobre o quanto acreditam que o empregador preza pela segurança dos funcionários (Figura 17), verificou-se que a grande maioria dos entrevistados, o que representa 77% do total de respostas, acredita que o empregador preza “muito” ou “bastante” pela segurança dos funcionários.

O último questionamento feito aos entrevistados foi referente a qual ou quais incentivos consideram mais atrativos (Figura 18), eles puderam escolher até duas opções. A maior parte dos respondentes (38%) afirmou que é o “aumento salarial”, um resultado esperado já que a área abrange um grande público de classe baixa e paga sempre o mínimo permitido por lei. Outro incentivo apontado como atrativo foi o “plano de saúde”, com índice 24%, o que pode ser relacionado ao grande nível de insalubridade do trabalho. Já 14% dos entrevistados demonstraram interesse por “auxílio para filhos em idade escolar”, enquanto por 8% prefere “folgas após cumprimento de metas” e 6% “flexibilização do horário de trabalho”. Não houve votos para a opção “lanche durante o horário de trabalho”. 10% dos entrevistados mencionaram “outros” tipos de incentivo que não constavam entre as opções de resposta, sendo a mais recorrente o “reconhecimento do profissional”, o que demonstra o incômodo, mesmo que não dito, do funcionário quanto à essa questão;

outro ponto mencionado foi em relação ao “respeito do patrão para com o funcionário”, o que está relacionado diretamente com outros tópicos discutidos anteriormente.

Figura 17 – O quanto o empregador preza pela segurança do funcionário



Fonte: Autoras, 2018.

Figura 18 – Incentivos mais atrativos para os profissionais da construção



Fonte: Autoras, 2018.

Por fim, destaca-se que ainda existem poucas pesquisas no Brasil em relação ao perfil dos profissionais da área de construção civil. Vale citar o estudo realizado pela SINDUSCON GRANDE FLORIANÓPOLIS (2015), intitulado “Perfil do Trabalhador da Construção Civil”, cujos

objetivos eram semelhantes aos deste trabalho, mas com o estudo concentrado na região de Florianópolis-SC. É importante agregar esforços com o objetivo de se compilar o resultado desses trabalhos locais, bem como realizar os mesmos estudos em outras regiões do país, para se obter um diagnóstico mais robusto que possa representar a realidade nacional.

8.4. Conclusão

A área da construção civil tem muito o que melhorar nas ações relacionadas à gestão das equipes de trabalho. O panorama atual reflete profissionais despreparados, que, mesmo quando desempenham a atividade de forma satisfatória, não se sentem valorizados.

Existe uma parcela de profissionais que escolhe atuar na área, mas uma quantidade expressiva o faz por falta de opções melhores de trabalho, enfrentando uma realidade conhecida com relação aos cargos de base da construção civil: muito trabalho por pouca remuneração, além da falta de benefícios. Essa realidade se reflete no fato de que muitos jovens iniciam na profissão sem conhecimentos prévios, buscando aprender com profissionais mais experientes no dia a dia do ofício.

A maioria dos empregadores não se preocupa em capacitar sua equipe, em investir em incentivos para que os profissionais permaneçam por mais tempo nas equipes de trabalho, o que propicia a ocorrência de erros e retrabalho na obra. O grande interesse sempre está relacionado ao lucro imediato, o que caracteriza falta de preparo do próprio contratante no que diz respeito à gerência ou empreendedorismo. Por isso, ficou clara a necessidade de preparação do contratante ou empreendedor para saber administrar as equipes de trabalho com as técnicas mais eficazes.

Assim como em qualquer área de atuação, as empresas de construção civil também necessitam de profissionais qualificados. Portanto, além de promover a capacitação das equipes de trabalho, devem ser tomadas medidas para evitar a rotatividade de profissionais, uma vez que

ela prejudica a qualidade dos serviços. Cabe aos responsáveis pela gestão do empreendimento decidir se a postura da empresa deve prezar por pequenos lucros imediatos ou grandes lucros em longo prazo.

O profissional que está satisfeito com seu trabalho, que sente que seu serviço e sua segurança são devidamente valorizados, que está inserido em grupos harmônicos, com possibilidade de crescimento, tende a permanecer na área. Mesmo assim, não há motivos para não se investir em capacitação, pois se trata de uma forma de disseminar as atividades práticas de maneira correta. A indústria da construção civil demanda um cuidado maior no que diz respeito à capacitação de aprendizes, que normalmente é realizada por profissionais mais experientes, para que não sejam reproduzidos vícios construtivos. Nesse sentido, é interessante que haja incentivos ao aperfeiçoamento tanto de aprendizes quanto de profissionais experientes.

Referências

COSTELLA, M. F.; CREMONINI, R. A.; GUIMARÃES, L. B. Análise dos acidentes do trabalho ocorridos na atividade de construção civil no Rio Grande do Sul em 1996 e 1997. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Niterói, RJ. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 1998.

HIGGINS, T.; MATTOS, A. D. **Como gerenciar equipes altamente produtivas na construção civil**. São Paulo: Construct, 2002.

LENCIONI, P. **The Five Dysfunctions of a Team: A Leadership Fable**. São Francisco: Jossey-Bass, 2002.

SINDUSCON GRANDE FLORIANÓPOLIS. **Perfil do Trabalhador da Construção Civil 2015**. Florianópolis: SINDUSCON, 2015. p. 22.

SOUZA, U. E. L. **Como Aumentar a Eficiência da Mão-de-obra**. São Paulo: Pini, 2006.

YAMAMOTO, E. **Os novos médicos administradores**. São Paulo: Futura, 2001.

CAPÍTULO 9

GESTÃO DE RISCOS APLICADA A UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO

Patrícia Afonso Garcia Gonzaga

Jéssica Alessandra Santos Brito.

Patrícia Afonso Garcia Gonzaga é engenheira civil, graduada em 2018 pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Durante a graduação, atuou como estagiária na MCT Terraplanagem e no Estúdio Gola, adquirindo experiência prática em diferentes fases do processo construtivo. Atualmente, exerce a função de engenheira civil BIM na construtora Goldbeck GmbH, situada em Berlim, Alemanha, com foco em projetos industriais e de grande escala no setor de construção modular. Suas áreas de atuação incluem Planejamento, Coordenação de Projetos, Modelagem da Informação da Construção (BIM) e Inovação.

Jéssica Alessandra Santos Brito Jéssica Alessandra Santos Brito é doutora (2022) e mestre (2017) em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com ênfase em Gestão de Operações e Logística. Graduada em Engenharia de Produção (2013) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), possui experiência diversificada em gestão de projetos, melhoria de processos, ensino e consultoria. Atuou como Analista de Planejamento Industrial na Bio Extratus Cosméticos Naturais, professora substituta no Departamento de Engenharia de Produção da UFOP e professora assistente nos departamentos de Gestão e Engenharia do Centro Universitário Belo Horizonte (UniBH). Além disso, desempenhou a função de Analista Técnica no Sebrae Minas, colabo-

rando no desenvolvimento de soluções para micro e pequenas empresas. Atualmente, é Especialista em Projetos Operacionais na Flash Global.

Resumo

O gerenciamento de riscos é um processo que permite detectar as possíveis situações de risco em um projeto, além de mensurar o grau de impacto e a probabilidade de ocorrência dos riscos detectados. A partir dele, é possível preparar um planejamento para obter melhores resultados. Este trabalho teve como objetivo analisar os riscos em um projeto de construção civil e como o seu gerenciamento contribui para prevenir as ocorrências e mitigar os impactos negativos. Realizou-se um estudo teórico sobre os tipos de gerenciamento, destacando-se principalmente os de projetos e riscos. Foi realizada, também, uma pesquisa descritiva e qualitativa por meio de estudo de caso. A coleta de dados foi feita por meio de entrevistas com os responsáveis pela obra estudada. Após análise e interpretação dos dados, evidenciou-se um atraso de 15 meses e total paralisação da obra.

Palavras-chave: Projeto, Riscos, Construção Civil, Gerenciamento de riscos.

9.1. Introdução

A indústria da construção civil agrega um conjunto de atividades com grande importância para o desenvolvimento socioeconômico, o que influencia diretamente a qualidade de vida da população e a infraestrutura econômica de um país. Esse setor apresenta forte relação com outros setores industriais, uma vez que demanda vários insumos em seu processo produtivo e é intensivo em trabalho, absorvendo nesse caso

parcela significativa da mão de obra com menor qualificação (MONTEIRO FILHA; COSTA; ROCHA, 2010).

Assim como os outros setores industriais, a construção civil também busca eficiência em seus processos e melhorias na execução de suas atividades. Uma das possibilidades para que esses objetivos sejam alcançados é o gerenciamento de projetos, que consiste na aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para executar uma obra de maneira eficaz e eficiente. O gerenciamento de projetos, portanto, consiste em uma ferramenta estratégica essencial para se ganhar competitividade no mercado, pois ele permite que a organização una os resultados dos projetos com os objetivos do negócio (PMI, 2013).

Segundo Ehsan, Mirza e Alam (2010), o risco na indústria da construção é percebido como uma combinação de atividades que afetam negativamente os objetivos do projeto com relação a tempo, custo, escopo, bem como à qualidade. Assim, conforme apresentado por Kartam e Kartam (2001), a análise e a gestão do risco passaram a ser consideradas partes importantes do processo de tomada de decisão nas empresas de construção.

Nesse contexto, a gestão de risco tem despontado como uma grande força estratégica, visto que ajuda a prevenir acidentes e a evitar perdas econômicas causadas por paralisações, danos à saúde e à integridade física e impactos ambientais, o que poderia comprometer a imagem de uma empresa (CAIADO, 2015).

O termo risco, quando aplicado a projetos, é entendido como a combinação da probabilidade ou frequência de ocorrência de uma ameaça ou oportunidade definida e a magnitude das consequências de sua ocorrência (PMI, 2013). Por isso o gerenciamento de riscos também é chamado de gerenciamento de incertezas, as quais possuem impactos positivos (oportunidades) ou negativos (ameaças).

A partir do que foi exposto, este trabalho busca responder à seguinte questão: quais são os benefícios advindos da utilização de ferramentas de gerenciamento de riscos para a realização de um projeto? Assim, tem-se como objetivo geral analisar os benefícios que a utilização de

ferramentas de gerenciamento de riscos pode trazer para a realização de um projeto. Já os objetivos específicos são: entender como a literatura aborda a gestão de riscos na construção civil; realizar um estudo de caso com base em um projeto de construção de uma residência com área de lazer; fazer uma análise qualitativa dos fatores que impactaram negativamente a execução do projeto em estudo.

Atualmente, as empresas de Engenharia Civil atravessam uma fase pouco otimista em relação ao mercado. De acordo com o banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), desde o segundo trimestre de 2014, o número de atividades construtivas vem diminuindo no Brasil, uma realidade preocupante para as construtoras. Em tempos de crise, planejar e gerenciar as obras de maneira eficiente tornou-se necessário para a sobrevivência de uma empresa.

No mercado atual da Engenharia Civil, no qual o lucro da obra é inversamente proporcional ao custo da construção, mitigar os gastos extras gerados por imprevistos é um fator necessário para que as construtoras possam alcançar o lucro inicialmente planejado em relação à execução do projeto (MATTOS, 2010).

Dessa forma, o gerenciamento de riscos consiste em uma prática que pode garantir a perpetuidade da empresa, pois os gerentes tornam-se capazes de dar respostas certeiras, e mais econômicas, aos acontecimentos que geram gastos extras para a obra (MULCAHY, 2013).

Portanto, este trabalho torna-se relevante uma vez que apresenta um exemplo de aplicação dos processos de gestão de riscos, com a intenção de reduzir os desperdícios e mitigar os impactos causados, contribuindo para o sucesso do projeto.

Este capítulo está estruturado em cinco partes. Na Introdução, são apresentados os objetivos deste trabalho; em seguida, discute-se de forma breve como a literatura especializada aborda o gerenciamento de projetos e riscos, englobando principalmente a área de projetos de construção civil; a seção de Metodologia, por sua vez, busca detalhar a realização do estudo de caso; na sequência, é apresentada a análise dos resultados; por fim, são apresentadas as considerações finais.

9.1.1. Gerenciamento de riscos em projetos

Segundo o PMI (2013), o gerenciamento de projetos consiste na aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos. A gestão de riscos, por sua vez, trata-se da identificação, avaliação, resposta e controle aos riscos do projeto. Ela deve ser realizada de modo sistemático e durante toda a vida do projeto, de forma a auxiliar no atingimento dos seus objetivos.

De acordo com Mokgoantle (2013), expressões como “grau de risco” e “nível de risco” são utilizadas na literatura de gestão de risco para medir o quão importante são os riscos, sendo sua significância avaliada com base na medição de risco clássica, por duas dimensões distintas: a probabilidade, que está associada a quão provável é a ocorrência, e a consequência, que diz respeito ao efeito do risco.

Hull (1992) afirma que, de uma forma geral, o risco (R) pode ser descrito como o produto da probabilidade de ocorrência de um evento (P) pela gravidade das suas consequências (C):

$$R = P \times C \quad (1)$$

Dessa forma, o risco trazido por determinado acontecimento pode ser baixo caso haja certa probabilidade de este ocorrer, porém, não existam grandes consequências caso este de fato ocorra. Assim, torna-se importante realizar a gestão de riscos para de fato entender cada um dos possíveis riscos e definir planos de ação para eles.

O gerenciamento de riscos de um projeto possui seis etapas-chave, as quais podem ser detalhadas da seguinte maneira (PMI, 2013):

- Planejamento da gestão dos riscos: definir como conduzir as atividades de gerenciamento dos riscos de um projeto.
- Identificação dos riscos: determinar os riscos que podem afetar o projeto e documentar suas características.
- Análise qualitativa dos riscos: priorizar os riscos, por meio da avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto.

- Análise quantitativa dos riscos: analisar numericamente o efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto.
- Planejamento de respostas aos riscos: desenvolver opções e ações para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto.
- Controle dos riscos: implementar planos de respostas aos riscos, acompanhar os riscos identificados, monitorar riscos residuais, identificar novos riscos e avaliar a eficácia do processo de gerenciamento dos riscos durante todo o projeto.

Existem diversas maneiras pelas quais a gestão de projetos trata o gerenciamento de riscos, algumas delas são apresentadas no Quadro 1. Existem, ainda, outras interpretações importantes além das citadas por Fortes (2011) que são a ISO 31000:2009 e a AS/NZS 4360:2004.

Quadro 1 – Diferentes interpretações do gerenciamento de riscos

Fonte	Processo de Gerenciamento de Riscos
Prince (2002)	Identificação dos riscos Avaliação dos riscos Identificação de respostas adequadas para os riscos Seleção de respostas para tratar os riscos Planejamento (recursos, tempo) das respostas aos riscos Monitoramento e comunicação
Smith e Merritt (2002)	Identificação dos riscos Análise dos riscos Mapeamento e priorização dos riscos Resolução dos riscos
PMI (2004)	Planejamento e gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa dos riscos Análise quantitativa dos riscos Planejamento das respostas aos riscos Monitoramento e controle de riscos
NBR ISSO 10006 (2006)	Identificação do risco Avaliação do risco Tratamento do risco Controle do risco

Fonte: Fortes, 2011, p.28.

Segundo Figueiredo, Figueiredo e Lima (2012), a ABNT NBR ISO 31000:2009, Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes é a norma da ISO (International Organization for Standardization) que fornece os princípios e diretrizes genéricos para a gestão de riscos. Ela pode ser aplicada a uma ampla gama de atividades das organizações, incluindo estratégias, decisões, operações, processos, funções, projetos, produtos, serviços e ativos.

Já a AS/NZS 4360:2004 é uma norma regional australiana e neozelandesa, geralmente adotada como referência em projetos de gestão de riscos. Ela se assemelha consideravelmente ao Guia PMBOK, escrito pelo PMI, que rege a gestão de riscos em projetos de construção civil (ALDENUCCI; SPINOSA; FAVARETTO, 2009).

Uma vez que pode ser entendido como uma das mais completas metodologias de gestão de riscos, o Guia PMBOK, PMI (2013) foi escolhido como base para as análises realizadas neste trabalho.

9.1.2. Planejamento da gestão de riscos

A etapa de planejamento consiste no processo de definir como conduzir as atividades de gerenciamento dos riscos de um projeto. O principal benefício desse processo é que ele garante que o grau, o tipo e a visibilidade do gerenciamento dos riscos sejam proporcionais tanto aos riscos quanto à importância do projeto para a organização. Para garantir que o processo de gerenciamento de riscos seja executado de maneira efetiva, tanto os processos de comunicação quanto os de obtenção de acordo e apoio entre as partes interessadas são vitais (PMI, 2013).

A primeira etapa consiste em identificar os possíveis riscos que podem afetar o projeto. De acordo com o Guia PMBOK, PMI (2013), ela é organizada em três fases: entradas, ferramentas e técnicas e saídas. Para se fazer um levantamento dos dados necessários, as técnicas mais utilizadas são (PMI, 2013):

- *Brainstorming* – ou tempestade de ideias, como normalmente é traduzido. Trata-se de um tipo de dinâmica de grupo multidisciplinar para reunir ideias de maneira estruturada.
- Técnica Delphi: consiste na distribuição de formulários a especialistas em busca de obter consenso sobre determinado tema.
- Entrevistas com participantes experientes e estudo da causa central, por meio das quais se identificam os problemas e suas causas, bem como se definem ações mitigadoras.

Após a etapa de identificação, é necessário definir o grau de impacto e da probabilidade de ocorrência dos riscos. No entanto, essa análise é subjetiva, uma vez que diferentes pessoas podem eleger graus distintos de importância para determinadas questões. Então, para mitigar essa subjetividade, o PMI (2013) afirma que a definição das probabilidades e impactos devem se basear em padrões estimados ou parâmetros organizacionais.

O Quadro 2 apresenta os parâmetros para definição do impacto de determinados riscos. Nele, pode-se observar que os impactos são aplicados aos diferentes elementos de um projeto – custo, tempo, escopo e qualidade –, sendo sua configuração resultante da notabilidade do risco sobre cada categoria de impacto. Já o Quadro 3 consiste na planilha de matriz de riscos responsável por caracterizar o produto entre o impacto e a probabilidade, demonstrando os diversos modos de interação dessas variáveis. Nesse quadro, a probabilidade de ocorrência de cada risco é proveniente de um histórico existente na empresa; portanto, deve se avaliar sua pertinência à realidade dos projetos de cada organização.

Quadro 2 – Parâmetros de impacto dos riscos

Condições definidas para as escalas de impacto de um risco nos objetivos principais do projeto (são mostrados exemplos somente para impactos negativos)					
Objetivo do projeto	Muito baixo / 0,05	Baixo / 0,10	Moderado / 0,20	Alto / 0,40	Muito alto / 0,80
Custo	Aumento insignificante do custo	<10% de aumento do custo	10% a 20% de aumento do custo	20% a 40% de aumento do custo	>40% de aumento do custo
Tempo	Aumento insignificante do tempo	<5% de aumento do tempo	5% a 10% de aumento do tempo	10% a 20% de aumento do tempo	>20% de aumento do tempo
Escopo	Diminuição pouco notável do escopo	Áreas secundárias do escopo afetadas	Áreas principais do escopo afetadas	Redução do escopo inaceitável para o patrocinador	Produto final do projeto é efetivamente inútil
Qualidade	Degradação pouco notável da qualidade	Somente aplicações muito exigentes são afetadas	Redução da qualidade requer aprovação do patrocinador	Redução do escopo inaceitável para o patrocinador	Produto final do projeto é efetivamente inútil

Fonte: PMI, 2013.

Quadro 3 – Matriz de Probabilidade x Impacto

Probabilidade	Ameaças					Oportunidades				
	0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05 / Muito baixo	0,10 / Baixo	0,20 / Moderado	0,40 / Alto	0,80 / Muito alto	0,80 / Muito alto	0,40 / Alto	0,20 / Moderado	0,10 / Baixo	0,05 / Muito baixo

Fonte: PMI, 2013.

9.2. Metodologia

O objetivo deste trabalho foi analisar os benefícios que a utilização de ferramentas de gerenciamento de riscos pode trazer para a realização de um projeto. Para tanto, foi realizado o estudo de caso com base em um projeto de construção de uma residência com área de lazer na cidade de Uberlândia-MG, no período de 2015 a 2017. Com o intuito de manter o sigilo, a empresa contratada para realizar e acompanhar o projeto, que se trata de um escritório de Arquitetura e Urbanismo que atua na cidade de Uberlândia-MG, será denominada de Empresa X.

Este trabalho consiste em uma pesquisa descritiva de natureza qualitativa. A unidade de análise foi a Empresa X, tendo-se como unidade de observação um projeto de construção civil de uma residência com área de lazer acompanhado pela empresa.

Os dados foram coletados a partir de uma entrevista com o responsável pela Empresa X, que acompanhou a obra em estudo. Ele também forneceu documentos com os dados relativos ao andamento do projeto, como cronograma, planejamento e relatórios de serviços.

A análise dos dados foi realizada de acordo com a metodologia PMBOK, PMI (2013), a qual sugere que sejam seguidas as etapas de:

1. Planejamento da gestão dos riscos.
2. Identificação dos riscos.
3. Análise qualitativa dos riscos.
4. Análise quantitativa dos riscos.
5. Planejamento das respostas aos riscos.
6. Controle os riscos.

Neste trabalho, optou-se pela não realização da etapa de análise quantitativa, uma vez que os dados financeiros necessários não foram fornecidos pela empresa.

Para caracterização da análise, foram utilizados os Quadros 2 e 3 apresentados no tópico 9.1.2 deste trabalho. A planilha de riscos, que será apresentada no tópico 9.3.2, foi desenvolvida no programa Microsoft Excel.

9.3. Resultados

9.3.1. Apresentação do caso

O projeto em estudo tinha uma previsão aproximada de 12 meses de duração, isto é, de novembro de 2015 a novembro de 2016. No entanto, até o momento de realização deste estudo, o projeto não foi finalizado e permanece sem previsão de término, pois está paralisado. O desvio de conclusão e total paralisação do projeto foram causados por problemas com os fornecedores de esquadrias, pelo rompimento do contrato com a construtora, pelo retrabalho decorrente da contratação de mão de obra não qualificada e pelo atraso no fornecimento dos materiais para o sistema de reaproveitamento de água e piscina. Em função dos prejuízos financeiros resultantes desses problemas, o orçamento foi esgotado, o que resultou na paralisação da obra.

O principal impacto no orçamento da obra decorreu dos problemas com os fornecedores de esquadrias. Após 10 meses de realização do pedido e pagamento dos produtos, a empresa fornecedora declarou falência. Como os produtos não foram entregues, nem o dinheiro foi devolvido, o proprietário da obra teve um prejuízo de 100 mil reais. Essas informações foram obtidas em entrevista com o responsável pela Empresa X e comprovadas pelo próprio proprietário.

Para mostrar como a gestão de riscos cria ferramentas para o tratamento de casos como o apresentado, a análise de riscos que poderia ter sido realizada durante o planejamento é apresentada no tópico 9.3.2.

9.3.2. Análise dos riscos

Para analisar qualitativamente os riscos, foi elaborado o Quadro 4, com base na metodologia PMBOK, PMI (2013).

Realizou-se um *brainstorming* para o caso em estudo, expondo-se os riscos gerais, compreendendo os ramos que englobam o gerencia-

mento de projetos. Os resultados dessa dinâmica são apresentados no Quadro 4.

O impacto e a probabilidade dos riscos foram definidos com base nos parâmetros de impacto dos riscos (Quadro 2) e na matriz de probabilidade e impacto (Quadro 3). Os riscos foram, então, calculados multiplicando-se a probabilidade pelo impacto de cada risco.

Quadro 4 – Riscos identificados

Risco	Categoria	Probabilidade	Impacto	Risco	Estratégia	Ação	Sector Responsável
Atraso dos fornecedores	Prazo	Provável	Alto	0,28	Aceitar ativamente	Cláusula contratual que garanta ressarcimento do prejuízo	Comercial
Problemas climáticos	Outros	Provável	Alto	0,28	Aceitar ativamente	Planejamento de atividades de acordo com a condição climática, verificando-se dados históricos	Engenharia
Gastos não previstos	Custo	Provável	Moderado	0,14	Mitigar	Reserva financeira para possíveis eventualidades	Sector de planejamento
Mão de obra não qualificada	Outros	Ocasional	Moderado	0,1	Aceitar ativamente	Investimento em boas equipes de execução de obra	Comercial
Falta de projeto	Outros	Remota	Alto	0,12	Prevenir	Contratação de empresa de Arquitetura credenciada	Comercial
Falta de detalhamento	Outros	Remota	Baixo	0,03	Aceitar ativamente	Contratação de empresa de Arquitetura credenciada	Comercial
Falta das aprovações necessárias	Outros	Ocasional	Alto	0,2	Aceitar ativamente	Estabelecimento de comunicação efetiva entre o contratante e contratado	Comercial

Risco	Categoria	Probabilidade	Impacto	Risco	Estratégia	Ação	Setor Responsável
Falta de mão de obra	Outros	Remota	Alto	0,12	Mitigar	Investimento em boas equipes de execução de obra	Comercial
Problemas financeiros do contratante	Custo	Ocasional	Alto	0,2	Aceitar ativamente	Reserva financeira para possíveis eventualidades	Setor de planejamento
Não entrega de material	Outros	Remota	Alto	0,12	Aceitar ativamente	Cláusula contratual que garanta ressarcimento do prejuízo	Comercial
Erro de projeto	Outros	Ocasional	Alto	0,2	Prevenir	Seguir o escopo e suas possíveis alterações corretamente	Setor de planejamento

Fonte: Autoras, 2018.

A seguir são detalhados os riscos apresentados no Quadro 4:

- Atraso dos fornecedores: uma obra de construção residencial tem muitas etapas que dependem das entregas dos fornecedores, possuindo alta relevância no progresso do projeto. No caso em questão, houve atrasos dos fornecedores que trouxeram prejuízos significativos ao proprietário. Sua probabilidade de ocorrer é alta, e o impacto é alto, pois o atraso na entrega influencia no tempo total do projeto. Com isso, estabelecer uma relação contratual onde tenha uma cláusula que resguarde o contratante para ressarcimento de qualquer prejuízo relacionado a prazos é uma ação necessária para evitar a ocorrência do risco.
- Problemas climáticos: com a ocorrência de chuvas, as atividades de uma obra podem ser interrompidas, uma vez que o mal tempo atrapalha o andamento e a logística da construção. Em função da alta probabilidade de ocorrência desse risco e do impacto que ele pode gerar, é necessário fazer um estudo meteorológico da

localidade onde a obra está sendo realizada, verificando-se dados históricos e previsões climáticas.

- Gastos não previstos: na obra residencial em estudo, onde o proprietário era o único responsável financeiramente pelos gastos, as despesas além do orçamento deveriam ser tomadas com parcimônia, pois o proprietário restringiu os gastos extras. Esses riscos são prováveis e com impacto moderado, então deve ser feita uma reserva financeira para essas possíveis eventualidades, para que não ocorra atraso ou má qualidade na execução da obra.
- Mão de obra não qualificada: a mão de obra não qualificada é prejudicial para o andamento da obra, uma vez que pode haver a necessidade de retrabalho, um dos responsáveis pelo atraso nas obras. O serviço feito com qualidade garante o fluxo da obra conforme o previsto em escopo. O risco de retrabalho é ocasional e tem um impacto moderado. Para evitá-lo, é necessário investir em boas equipes de trabalho.
- Falta de projeto: a execução da obra sem um projeto é um risco remoto, porém com alto impacto. Logo, a contratação de uma empresa de arquitetura é a ação necessária para se evitar esse risco. Levar a diante uma obra sem projeto, é prejudicial para o planejamento, pois não se tem um escopo a ser seguido. Portanto, o projeto é fundamental para que a execução da obra ocorra com qualidade e segurança.
- Falta de detalhamento: assim como a falta de projeto, a falha no detalhamento do projeto também é um risco que pode prejudicar o planejamento da obra, podendo resultar na má qualidade da execução do projeto, uma vez que não se têm os detalhes necessários. Esse risco é remoto, e seu impacto é baixo, sendo a empresa de arquitetura responsável por corrigir o problema.
- Falta das aprovações necessárias: para que a execução seja feita de forma correta e condizente com o que o contratante necessita, o projeto necessita ser aprovado pelo proprietário da obra. Não se pode continuar uma obra sem as devidas aprovações, já que isso

pode causar atrasos no andamento do projeto e retrabalhos. Esse risco, que é ocasional e de alto impacto, pode ser evitado com uma comunicação efetiva entre o contratante e o contratado.

- Falta de mão de obra: uma obra que possui várias etapas simultâneas demanda a contratação de uma equipe de trabalhadores. Caso essa equipe seja desfalcada, o trabalho irá se desenvolver mais lentamente, atrapalhando o fluxo previsto no planejamento. Esse risco possui impacto alto, pois atinge diretamente o tempo de execução da obra. No entanto, é um risco remoto, cuja solução é a contratação de uma boa equipe.
- Problemas financeiros do contratante: obras com problemas de execução podem resultar em grandes prejuízos ao orçamento do contratante, provocando até mesmo o esgotamento dos recursos, como no caso em estudo. Após sofrer perdas financeiras significativas ao longo da obra, o esgotamento no orçamento do proprietário resultou na paralisação do projeto. O impacto desse risco é alto, e sua ocorrência é ocasional; no entanto, uma reserva financeira pode resolver o problema.
- Não entrega de material: o recebimento de materiais é uma atividade importante durante todo o período de execução do projeto, de tal forma que deve ser previsto em seu escopo para que o planejamento seja feito. Caso não ocorra a entrega desses materiais, as atividades ficam pendentes, o que causa atraso no fluxo previsto da obra. A obra em estudo teve seu andamento prejudicado por causa da falta das esquadrias, que não foram entregues pelos fornecedores. Apesar de a probabilidade de ocorrência desse risco ser remota, seu impacto é alto. A fim de evitá-lo, é fundamental que esteja previsto em contrato o ressarcimento, ao contratante, de qualquer prejuízo relacionado a prazo.
- Erro de projeto: durante a fase da execução de uma obra, todo o projeto é verificado para que seja feito de forma correta e segura. Caso sejam identificados problemas nas etapas de execução, a atividade deve ser refeita, o que significa retrabalho. Esse risco

é ocasional, por causa da fiscalização periódica do projeto, mas possui alto impacto em função do retrabalho para reparar o erro de projeto, o que causa prejuízos financeiros e atrasos na obra.

A utilização e análise da planilha de riscos indicariam possíveis problemas nas atividades da obra, o que ajudaria em sua resolução e, principalmente, evitaria os prejuízos que foram enfrentados pelo proprietário. Dessa maneira, os riscos seriam mitigados ou resolvidos, sem a necessidade de paralisação da obra, como ocorreu no caso analisado por este trabalho.

9.4. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo apresentar os benefícios da realização do gerenciamento de riscos em uma obra. A partir da análise realizada, observou-se que os fatores que mais impactaram a obra foram o atraso e a falta de entrega de materiais, o que resultou em um prejuízo significativo para o proprietário, impossibilitando-o, até o momento da realização deste estudo, de continuar com a execução do projeto.

Como limitação para este trabalho, pode-se citar a análise de um único empreendimento, sem acesso às suas planilhas financeiras. Entretanto, após a realização do estudo de caso, juntamente com o estudo teórico, pôde-se concluir que o gerenciamento de riscos é uma prática que permite detectar as possíveis situações de risco em um projeto, além de mensurar o grau de impacto e a perspectiva de ocorrência desses riscos, de forma a aproveitar os riscos positivos, criando-se oportunidades, e mitigar os riscos negativos, evitando-se prejuízos e atrasos.

Referências

ALDENUCCI, M. G.; SPINOSA, L. M.; FAVARETTO, F. Mapeando a norma de gerenciamento de riscos AS/NZS 4360 no PMBOK. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. Anais... [s.n.]: ABEPRO, 2009. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_098_663_13545.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2019.

CAIADO, R. G. G. Diretrizes para maturidade da gestão de risco em projetos de construção. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

EHSAN, N. et al. Aviso de Retração: gestão de risco na indústria da construção. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 3., 2010, Chengdu, China. Anais... [S.l.]: IEEEEXPLORE, 2010. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5564663>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

FIGUEIREDO, L. C.; FIGUEIREDO, M. A. D.; LIMA, G. B. A. Gestão de riscos na movimentação manual de carga: uma aplicação da norma ABNT NBR ISO 31000. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. Anais... [s.n.]: ABEPRO, 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_160_935_20404.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2019.

FORTES, F. S. D. Influência do gerenciamento de riscos no processo decisório: análise de casos. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3135/tde-13072011-144139/publico/Dissertacao_Fabiano_Sales_Fortes.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.

HULL, K. Técnicas de análise de risco em compras de defesa. In: COLÓQUIO IEE SOBRE MÉTODOS E FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE RISCO, 1992, Londres, Reino Unido. Anais... [S.l: s.n.]: IEEEEXPLORE, 1992. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/168506/>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Taxa de variação – Setores e Construção Civil. 2015. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/tabela_02.D.09_1.xlsx>. Acesso em: 10 jun. 2019.

KARTAM, N. A.; KARTAM, S. A. Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective. *International Journal of Project Management*, v. 19, n. 6, p. 325–335, 2001. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263786300000144>>. Acesso em: 8 jul. 2019.

MATTOS, A. D. Planejamento e controle de obras. São Paulo: Pini, 2010.

MOKGOANTLE, O. J. Risk maturity at a life insurer. 2013. 133 f. Dissertation (Master of Commerce) – Faculty of Management, University of Johannesburg, Johannesburg, 2013. Disponível em: <<https://ujcontent.uj.ac.za/vital/access/services/Download/uj:11544/CONTENT1?view=true>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

MONTEIRO FILHA, D. C.; COSTA, A. C. R. da; ROCHA, E. R. P. da. Perspectivas e desafios para inovar na construção civil. *BNDES Setorial*, n. 31, p. 353–410, 2010. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/13111/2/BS%2031_final%20A.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.

MULCAHY, R. Preparatório para o exame de PMP. Rio de Janeiro: RMC PUBNS INC, 2013.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Global Standard**. 5. ed.
Newtown Square: PMI Book Service Center, 2013.

CAPÍTULO 10

GERENCIAMENTO DE RISCOS APLICADO À CONSTRUÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ALTA TENSÃO

Luciano Freitas Batista Filho

Jéssica Alessandra Santos Brito

Luciano Freitas Batista Filho é engenheiro civil (2017), especialista em Engenharia Geotécnica (2020) e Técnico em Edificações (2011). Atua como engenheiro civil realizando permanente busca por produtividade máxima de equipes, vigilância a desperdícios, gestão de pessoas e elaboração de planejamento físico/financeiro. Possui experiência em obras de infraestrutura (barragens, rodovias) e prediais de grande porte. Atualmente, atua como engenheiro de operação e manutenção de Linhas de Transmissão de 138kV a 500kV na State Grid Brazil Holding realizando atividades de melhorias, reforços, análises de falhas, inspeções em campo, recuperações emergenciais em LT e manutenções preventivas e corretivas (em linha desenergizada ou linha viva) em ativos de transmissão.

Jéssica Alessandra Santos Brito Jéssica Alessandra Santos Brito é doutora (2022) e mestre (2017) em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com ênfase em Gestão de Operações e Logística. Graduada em Engenharia de Produção (2013) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), possui experiência diversificada em gestão de projetos, melhoria de processos, ensino e consultoria. Atuou como Analista de Planejamento Industrial na Bio Extratus Cosméticos Naturais, professora substituta no Departamento de Engenharia de Produção da UFOP e professora assistente nos departamentos de Gestão e Engenharia do Centro Universitário Belo Horizonte (UniBH). Além dis-

so, desempenhou a função de Analista Técnica no Sebrae Minas, colaborando no desenvolvimento de soluções para micro e pequenas empresas. Atualmente, é Especialista em Projetos Operacionais na Flash Global.

Resumo

O gerenciamento de projetos é importante para controlar recursos, ferramentas, custos e riscos, ou seja, todas as partes que impactam um projeto. No entanto, mesmo com o auxílio de estudos, agentes e produtos de gestão, ainda é possível ocorrerem eventos não previstos que podem impactar principalmente o prazo e o resultado financeiro de um empreendimento. Com o intuito de mostrar a influência desses eventos em um projeto e como prevenir seus impactos, este trabalho apresenta, a partir de um estudo de caso, como pode ser realizada a gestão de riscos de uma obra de Linha de Transmissão (LT). Como resultado, observou-se que a obra analisada apresentou 28 dias de desvio de prazo em decorrência de fatores como clima e atraso na entrega de materiais. Para a investigação deste e de outros desvios, foi realizada uma análise de riscos com o intuito tanto de identificá-los quanto de mensurar suas probabilidades e seus impactos sobre o projeto. Essa análise evidencia a importância da gestão de riscos e como ela pode preparar a organização para enfrentá-los.

Palavras-chave: Gestão, Projeto, Construção, Riscos.

10.1. Introdução

Durante muito tempo, a gestão efetiva de projetos não era executada no Brasil, ora por falta de ferramentas e profissionais capacitados, ora porque as condições de construção não requeriam o investimento de tempo e recursos nessa prática.

Pode-se entender um projeto como uma organização de pessoas dedicadas que visam atingir um objetivo específico. Projetos geralmente envolvem ações ou empreendimentos únicos, que devem ser completados em uma data definida e dispendem um montante de dinheiro determinado, dentro de alguma expectativa de desempenho. No mínimo, todos os projetos necessitam ter seus objetivos bem definidos e contar com recursos suficientes para que as tarefas estabelecidas possam ser desenvolvidas (CARVALHO; RABECHINI JR., 2005).

Em virtude da complexidade dos projetos, foi criado o gerenciamento de projetos, que consiste na aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para a execução de projetos de forma eficiente e eficaz (PMI, 2013).

Muitas vezes, pode-se observar a execução de obras com grande número de revisões, embargos, prejuízos e até mesmo a não conclusão do trabalho por causa da ausência de práticas que visam identificar potenciais problemas técnicos ou da falta de recursos pessoais e materiais. As etapas de planejamento, estudo de viabilidade e projeto básico de engenharia demandam um longo tempo antes da realização do projeto executivo e efetiva construção; no entanto, o resultado do risco não identificado é intenso. O retrabalho, que pode ser entendido como a ação tomada para fazer que um componente imperfeito ou fora das especificações fique em conformidade com os requisitos ou especificações (PMI, 2013), é sempre mais caro que o trabalho realizado apenas uma vez de forma racional, dado que os recursos ainda não foram totalmente alocados. Nesse contexto, o impacto gerado, seja ele positivo ou negativo, é fruto dos riscos, que podem ser identificados em trabalho anterior à execução do projeto.

Entre as áreas do gerenciamento de projetos está a gestão de riscos, na qual se insere este trabalho. Essa área de conhecimento busca identificar os riscos tanto qualitativa quanto quantitativamente, além de propor planos de ação para lidar com eles.

O termo risco, quando aplicado a projetos, é definido, segundo a *Association for Project Management*, como a combinação da probabilidade

de ou frequência de ocorrência de uma ameaça ou oportunidade com a magnitude das consequências de sua ocorrência (APM, 2006). O risco pode ser visto como um *continuum* que representa o espectro do gerenciamento das incertezas, considerando não só as ameaças como também as oportunidades (WARD; CHAPMAN, 2003).

A partir do exposto buscou-se, por meio da realização deste trabalho, responder à seguinte questão: como a utilização de ferramentas de gestão de riscos em projetos pode impactar no tempo de execução e no resultado financeiro de um empreendimento?

Assim, esta pesquisa teve como objetivo geral demonstrar a influência da gestão de riscos no resultado de um projeto. Já como objetivos específicos, este estudo buscou: (i) verificar na literatura disponível como a gestão de riscos é empregada; (ii) realizar estudo de caso, com base em um projeto de construção de linha de transmissão de alta tensão; (iii) analisar qualitativamente os impactos identificados na análise do estudo de caso.

Em pesquisa conduzida com 52 empresas estado-unidenses de várias áreas e tamanhos, percebeu-se a necessidade de se investir na assimilação da cultura do gerenciamento de projetos. Entre os pesquisados, apenas 16% dos projetos foram executados respeitando-se o tempo e o custo previstos; 94% dos projetos tiveram ao menos um reinício; o estouro de orçamento chegou a 188% do valor original; e somente 61% dos projetos conseguiram manter o escopo original (IBBS; KWAK, 2000).

Outro estudo realizado por Keelling (2002), com base em uma amostra de 100 empresas, expõe que 37% dos projetos analisados tiveram fracasso ou foram abandonados; 34% dos projetos foram concluídos, mas com objetivos modificados, qualidade reduzida ou tempo adicional e/ou custo excessivo; e, por fim, apenas 29% dos projetos foram concluídos satisfatoriamente. Torna-se, portanto, explícita a necessidade de aprofundamentos científicos acerca da temática de gestão de projetos, que contribuam para a redução dos altos índices de insucessos apresentados.

Os resultados obtidos demonstram a relevância do trabalho realizado, pois a gestão de riscos é parte fundamental do gerenciamento de projetos, contribuindo para que o objetivo inicial do projeto seja alcançado com a qualidade adequada e respeitando-se os valores orçados.

Este capítulo foi dividido em quatro partes. Neste tópico, são apresentados os objetivos do trabalho e como a literatura aborda o tema gestão de riscos. Em seguida, é apresentada a metodologia utilizada para a realização do trabalho. Por fim, são apresentados os resultados e a conclusão obtida a partir da realização da pesquisa.

10.1.1. A gestão de riscos em projetos

A gestão de riscos é uma das dez áreas do Guia PMBOK, também chamadas de fatores de restrição (PMI, 2013). A análise dos riscos faz-se necessária, pois, para que uma empresa seja competitiva, torna-se importante correr alguns riscos, mas de maneira calculada. Assim, torna-se indispensável uma análise aprofundada dos riscos associados a um projeto (VIEIRA, 2002).

De acordo com Mokgoantle (2013), expressões como “grau de risco” e “nível de risco” (por exemplo, ISO 31000:2009) são utilizadas na literatura para medir o quão significativos são os riscos. Assim, sua importância é avaliada com base na medição de risco clássica, por duas dimensões distintas: a probabilidade, que está associada a quão provável é a ocorrência do risco, e a consequência, que diz respeito ao efeito do risco. Segundo Hull (1992), de uma forma geral, o risco (R) pode ser descrito como o produto da probabilidade de ocorrência de um evento (P) pela gravidade das suas consequências (C):

$$R = P \times C \quad (1)$$

Um exemplo para essa abordagem consiste na queda de um bloco de rocha, que pode ocorrer em uma montanha, onde não há população próxima, ou sobre residências. Considerando-se a mesma probabilidade

de ocorrência, o impacto irá resultar no trabalho dos recursos empregados para minimizar ou neutralizar esse risco.

Mahendra, Pitroda, Bhavsar (2013) apresentam sete tipologias de risco associadas à indústria da Construção, as quais são divididas em: técnicos, que são relacionados ao projeto, aos estudos preliminares e ao escopo; de construção, que são os principais durante a fase de implantação do empreendimento; físicos, relacionados aos danos aos equipamentos; organizacionais, que envolvem questões do negócio, investimento e perspectivas futuras; financeiros, os quais englobam, principalmente, custos de material e mão de obra; sócio-políticos, que impactam as organizações conforme leis e estratégias são alteradas; e ambientais, relacionados a desastres naturais e condições climáticas.

O gerenciamento de riscos de um projeto passa por seis etapas, as quais podem ser descritas, de acordo com o Guia PMBOK, como (PMI, 2013):

- Planejar o gerenciamento dos riscos: definição do modo de conduzir das atividades de gerenciamento dos riscos.
- Identificar os riscos: identificação dos riscos que podem afetar o projeto e documentação de suas características.
- Realizar a análise qualitativa dos riscos: priorização dos riscos para análise posterior por meio de análise e combinação de sua probabilidade de ocorrência e de seu impacto.
- Realizar a análise quantitativa dos riscos: análise numérica do efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto.
- Planejar as respostas aos riscos: elaborar opções e ações de forma a aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto.
- Controlar os riscos: implementação dos planos de respostas aos riscos, acompanhamento dos riscos identificados, monitoramento dos riscos residuais, identificação de novos riscos e avaliação da eficácia do processo de gerenciamento dos riscos durante o projeto.

10.1.2. Métodos para a gestão de riscos

O gerenciamento de riscos, que está intimamente ligado ao gerenciamento de projetos, possui diferentes abordagens. O Quadro 1 apresenta algumas delas.

Quadro 1 – Diferentes abordagens do gerenciamento de riscos

Fonte	Processo de Gerenciamento de Riscos
Prince (2002)	Identificação dos riscos Avaliação dos riscos Identificação de respostas adequadas para os riscos Seleção de respostas para tratar os riscos Planejamento (recursos, tempo) das respostas aos riscos Monitoramento e comunicação
Smith e Merritt (2002)	Identificação dos riscos Análise dos riscos Mapeamento e priorização dos riscos Resolução dos riscos
PMI (2004)	Planejamento e gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa dos riscos Análise quantitativa dos riscos Planejamento das respostas aos riscos Monitoramento e controle de riscos
NBR ISSO 10006 (2006)	Identificação do risco Avaliação do risco Tratamento do risco Controle do risco

Fonte: Fortes, 2011, p28.

Outros dois modelos de gerenciamento de riscos não citados por Fortes (2011) são a ISO 31000:2009 e a AS/NZS 4360:2004, a qual consiste em uma norma regional australiana e neozelandesa, geralmente adotada como referência nas implementações de processos de gerenciamento de riscos.

O Guia escrito pelo PMI (2013), o PMBOK, é o que mais se assemelha à gestão de riscos em projetos de linhas de transmissão. Ele é se

baseia na norma AS/NZS 4360:2004, sendo aderente ou compatível em diversos aspectos.

Aldenucci, Spinosa e Favaretto (2009) mostram ainda outros aspectos de aderência e compatibilidade entre o PMBOK e a norma AS/NZS 4360, concluindo que não há incompatibilidade entre ambos. Assim, de acordo com os autores, entre os 35 aspectos considerados críticos, nenhum apresentou incompatibilidade.

A metodologia proposta pelo PMI é a que abrange da melhor maneira as demais metodologias, como exemplo apresentado anteriormente da compatibilidade com a AS/NZS 4360.

As quatro fontes de métodos de gerenciamento de riscos, citadas no Quadro 1, são parecidas quanto a suas principais características, contemplando as fases de identificação, avaliação ou análise e controle dos riscos. A metodologia apresentada pelo PMI é a mais completa pelo fato de envolver a etapa de planejamento do gerenciamento, tratando-o com maior controle. O maior nível de detalhamento e a grande aceitação da metodologia PMI justifica seu emprego neste trabalho.

10.1.3. Planejamento do gerenciamento dos riscos

Para se obter a análise de riscos, primeiramente deve-se realizar o planejamento da atividade de análise. Segundo o PMI (2013), o plano de gerenciamento de riscos é vital na comunicação, obtenção de acordo e apoio das partes interessadas para garantir que o processo de gerenciamento dos riscos seja apoiado e executado de maneira efetiva.

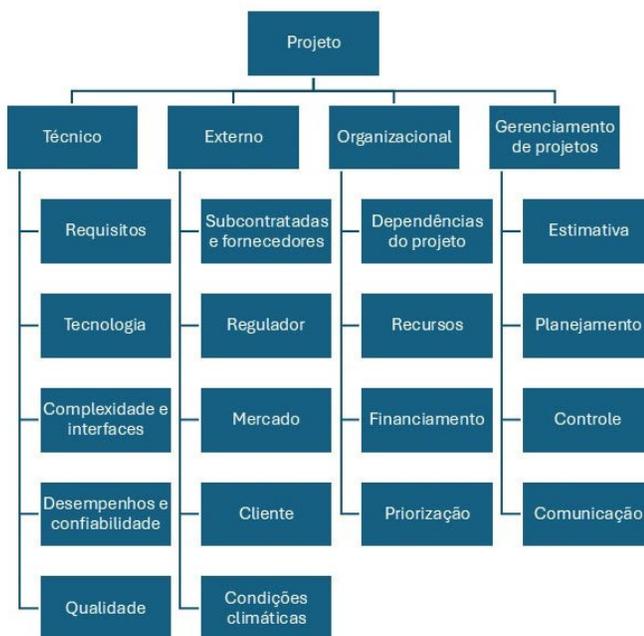
O plano de gerenciamento inclui a definição da metodologia, dos papéis e responsabilidades, do orçamento e dos prazos. Na metodologia, são definidas as fontes de dados que serão utilizadas para se identificar os riscos, entre elas: os projetos, o histórico de potenciais impactos e o local em que o projeto será executado. Já na etapa de definição dos papéis e responsabilidades, são definidos o líder e os membros da equipe que irão executar a análise de riscos. No orçamento, são estimados os

custos para a realização da análise de riscos e a inclusão destes na linha de base de custos.

10.1.4. Categorização dos riscos

É a etapa na qual os riscos são categorizados para que as ações mitigadoras, uma vez especificadas pelo grupo, possam ser mais eficientes. A Estrutura Analítica dos Riscos (EAR) (Figura 1) categoriza os riscos conforme sua origem a fim de facilitar a atuação sobre eles e alocar seus responsáveis de forma clara.

Figura 1 – Estrutura Analítica dos Riscos



Fonte: Autores, baseado em PMI, 2013, p. 317.

10.1.5. Definições de probabilidade e impacto dos riscos

Para garantir a credibilidade da análise, é necessário, a partir de padrões estimados ou de parâmetros organizacionais, alocar os riscos em intervalos de impacto conforme é apresentado no Quadro 2, que aloca os impactos em escalas relativas ou numéricas, as quais levam em consideração o prazo, o custo ou parâmetros subjetivos do projeto.

Quadro 2 – Parâmetros de impacto dos riscos.

Condições definidas para as escalas de impacto de um risco nos objetivos principais do projeto (os exemplos são mostrados somente para impactos negativos)					
Objetivo do projeto	Muito baixo / 0,05	Baixo / 0,10	Moderado / 0,20	Alto / 0,40	Muito alto / 0,80
Custo	Aumento insignificante do custo	<10% de aumento do custo	10% a 20% de aumento do custo	20% a 40% de aumento do custo	>40% de aumento do custo
Tempo	Aumento insignificante do tempo	<5% de aumento do tempo	5% a 10% de aumento do tempo	10% a 20% de aumento do tempo	>20% de aumento do tempo
Escopo	Diminuição pouco notável do escopo	Áreas secundárias do escopo são afetadas	Áreas principais do escopo são afetadas	Redução do escopo inaceitável para o patrocinador	Produto final do projeto é efetivamente inútil
Qualidade	Degradação pouco notável da qualidade	Somente aplicações muito exigentes são afetadas	Redução da qualidade requer aprovação do patrocinador	Redução do escopo inaceitável para o patrocinador	Produto final do projeto é efetivamente inútil

Fonte: PMI, 2013.

10.1.6. Identificação dos riscos

Trata-se do processo de identificar os potenciais riscos que afetam o projeto. Quando executado de forma adequada, é importante para manter o histórico da etapa realizada e embasar estudos em outros projetos.

De acordo com o Guia PMBOK, PMI (2013), a identificação dos riscos é organizada em três etapas: entradas, ferramentas e técnicas e saídas.

As principais técnicas de coleta de informação são:

- *Brainstorming*: na qual são reunidas lideranças multidisciplinares com auxílio de um facilitador para que as ideias surjam naturalmente, mas de forma estruturada.
- Técnica Delphi: consiste na distribuição de formulários a especialistas. Após rodadas de comentários, há consenso.
- Entrevistas com participantes experientes e análise da causa principal, por meio das quais o problema é identificado, as causas são descobertas e as ações preventivas são desenvolvidas.

Após a identificação dos riscos, a coleta é concluída com a listagem dos riscos categorizados e sinalizados como ameaças ou oportunidades.

10.1.7. Análise dos riscos

Para análise proposta neste trabalho, é utilizada a matriz de riscos (Quadro 3), a qual é responsável pelo produto entre probabilidade e impacto. A importância dessa abordagem se deve ao fato de um evento poder ter grande probabilidade de ocorrência, mas sem impacto relevante.

Quadro 3 – Matriz de Probabilidade x Impacto

Probabilidade	Ameaças					Oportunidades				
	0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05/ Muito baixo	0,10/ Baixo	0,20/ Modera- do	0,40/ Alto	0,80/ Muito alto	0,80/ Muito alto	0,40/ Alto	0,20/ Modera- do	0,10/ Baixo	0,05/ Muito baixo

Fonte: Fonte: PMI, 2013.

10.2. Metodologia

Este trabalho teve como objetivo demonstrar o impacto da gestão de riscos no resultado de um projeto. Para tanto, foi realizado um estudo de caso, definido por Gil (2002) como o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

O objeto deste estudo de caso foi a construção de uma Linha de Transmissão de Alta Tensão com 27 torres de 138kV, realizada entre 2016 e 2017, no interior do estado do Rio de Janeiro. As empresas contratante e contratada são denominadas, respectivamente, Empresa A e Empresa B.

A Empresa A é uma concessionária de distribuição de energia elétrica que atua no estado do Rio de Janeiro, enquanto a Empresa B, com sede no estado de Minas Gerais, possui atividades em andamento em diversos estados brasileiros, sendo sua maior participação na área de transmissão e distribuição de energia elétrica, mas com atividades de operação e manutenção de parques geradores. Foram analisados dados secundários relativos ao andamento físico/financeiro do projeto, incluindo cronograma, planejamento orçamentário e boletins de medição, cedidos pela Empresa B.

Como principal ferramenta de análise, foi utilizado o programa MS Project, um *software* criado pela empresa Microsoft em 1985. O *software* possui recursos relacionados à gestão de projetos, sendo vários os enfoques possíveis: tempo (datas, duração do projeto, calendário de trabalho), gráfico de Gantt, modelo probabilístico (para cálculos relacionados a planejamento), Diagrama da Rede, Custos (fixos, não fixos, outros) e uma gama de relatórios.

No geral, baseia-se no modelo diagrama de rede, utiliza tabelas no processo de entrada de dados, permite o uso de subprojetos e possui recursos para agrupar, filtrar e classificar tarefas. Além disso, apesar de possuir um conjunto padrão de relatórios, os usuários também podem criar seus próprios relatórios.

A análise dos riscos foi realizada a partir da metodologia apresentada pelo PMI (2013), a qual engloba as seguintes etapas: planejar o gerenciamento dos riscos, identificar os riscos, realizar a análise qualitativa dos riscos, realizar a análise quantitativa dos riscos, planejar as respostas aos riscos e controlar os riscos.

10.3. Resultados

10.3.1. Apresentação do caso

O projeto em estudo foi realizado entre 2016 e 2017, sendo observado desvio de conclusão de 28 dias. O principal impacto foi causado por atraso na entrega de estruturas da fundação, cuja aquisição era de responsabilidade da Empresa A, a contratante. Para comprovar o fato ocorrido, a Empresa B documentou o atraso em relatórios diários e semanais.

O atraso no fornecimento desses materiais ocasionou a mobilização de efetivo, veículos e equipamentos de forma improdutiva, o que gerou custos diretos, como o próprio salário da equipe, e custos indiretos, envolvendo mão de obra; locação, combustível e seguro de veículos; locação de imóveis; e o potencial produtivo estagnado que poderia realizar atividades em outras localidades.

Para mostrar como a gestão de riscos cria ferramentas para o tratamento de casos como o mencionado, a análise de riscos que poderia ter sido realizada durante o planejamento é apresentada no tópico seguinte.

10.3.2. Análise dos riscos

A análise dos riscos foi realizada a partir da metodologia proposta pelo PMI (2013), apresentada na Introdução. O Quadro 4 apresenta os riscos identificados pelo método de *brainstorming* para o caso em estudo. Foram considerados riscos gerais, englobando os variados ramos

que compõem a gestão do projeto. Os riscos presentes no quadro foram calculados a partir da Matriz de Probabilidade x Impacto (Quadro 3). Para cada um dos riscos, também foram definidas a estratégia, a ação a ser realizada e quem seria responsável por ela. A seguir são descritos os riscos apresentados no Quadro 4.

- Atraso na mobilização: historicamente a mobilização de obra é um processo complexo porque envolve todos os setores da empresa – o departamento pessoal, que é responsável pelas contratações e transferências de colaboradores; o departamento de frota e suprimentos, que precisa enviar veículos, máquinas, equipamentos e demais materiais de consumo para a cidade-base, além de efetuar cadastro de fornecedores locais; e o setor administrativo-financeiro, responsável por realizar mobilização de canteiros de obras, alojamentos e fornecedores de alimentação. A probabilidade de ocorrência do risco foi considerada ocasional, uma vez que a empresa possui ferramentas em andamento para que não ocorram atrasos; no entanto, esses eventos são excepcionalmente observados. Já o impacto foi considerado alto, dada a possibilidade de atrasar o empreendimento em torno de 10%. A estratégia a ser adotada seria a de prevenir os atrasos com um eficiente plano de mobilização.
- Atraso na entrega de materiais: responsabilidade do setor de suprimentos tanto da Empresa A quanto da Empresa B, dependendo do material a ser entregue. Como no caso em estudo havia grandes entregas a serem realizadas pelo cliente, sendo materiais de alta relevância para a construção das torres e demais atividades, e em virtude do histórico da Empresa A, cujos atrasos em entregas anteriores comprometeram os resultados em tempo e custo, esse risco foi considerado provável e de alto impacto.
- Não encontrar piquetes para locação: durante a locação, são utilizados marcos para indicar a localização correta das estruturas, os quais são denominados piquetes. Eles funcionam como referência topográfica e geralmente são protegidos de intempéries e ani-

mais. Mesmo assim, podem ocorrer eventos que impossibilitem encontrá-los. No entanto, com o uso de GPS ou de outras técnicas topográficas, é possível reestabelecer o processo de locação. A probabilidade de ocorrência desse risco é, portanto, considerada remota, e seu impacto, moderado.

Quadro 4 – Riscos identificados

Risco	Categoria	Probabilidade	Impacto	Risco	Estratégia	Ação	Quem
Atraso na mobilização	Prazo	Ocasional	Alto	0,20	Prevenir	Execução de plano de mobilização com participação de todas as disciplinas	Sector de planejamento
Atraso na entrega de materiais	Prazo	Provável	Alto	0,28	Aceitar ativamente	Cláusula contratual para garantir ressarcimento do ônus	Comercial
Não encontrar piquetes	Custo	Remoto	Moderado	0,06	Mitigar	Aquisição de GPS	Suprimentos
Proprietário impedir entrada	Outros	Ocasional	Alto	0,20	Aceitar ativamente	Garantir entrada mediante contrato prévio	Comercial
Existência de solo mole	Outros	Remoto	Alto	0,12	Aceitar ativamente	Cláusula contratual para garantir o ressarcimento do ônus	Comercial
Existência de rocha	Outros	Remoto	Alto	0,12	Aceitar ativamente	Cláusula contratual para garantir o ressarcimento do ônus	Comercial
Baixa resistência do concreto	Outros	Remoto	Alto	0,12	Mitigar	Adquirir concreto de fornecedor com alto padrão de qualidade	Gestor do contrato
Peças divergentes	Outros	Ocasional	Baixo	0,05	Aceitar ativamente	Realizar conferência das peças na chegada ao canteiro	Almoxarifado
Erro no nivelamento dos stubs	Prazo	Ocasional	Alto	0,20	Prevenir	Alto controle topográfico na realização da atividade	Engenharia

Risco	Categoria	Probabilidade	Impacto	Risco	Estratégia	Ação	Quem
Problemas mecânicos com puller-freio	Outros	Provável	Alto	0,28	Aceitar ativamente	Acordar contratualmente disponibilidade mínima do equipamento junto ao locador	Departamento de frota
Condições meteorológicas ruins	Outros	Provável	Alto	0,28	Aceitar ativamente	Planejar atividades que necessitam de condições climáticas estáveis para épocas de seca, analisando-se dados históricos	Engenharia
Ausência de empresa na região para fusão de fibra ótica	Custo	Provável	Baixo	0,07	Mitigar	Buscar empresas da região durante fase de planejamento	Gestor do contrato
Alta atenuação da fibra ótica	Custo	Remoto	Moderado	0,06	Aceitar ativamente	Ter reserva financeira para possíveis ocorrências	Gestor do contrato
Montagem indevida	Custo	Remoto	Alto	0,12	Prevenir	Investimento em boas equipes de montagem e revisão	Engenharia

Fonte: Elaborado pelos autores.

- Proprietário impedir entrada na faixa de domínio: a faixa de domínio da linha é adquirida pela empresa contratante da obra, no caso a empresa A. Nessa faixa, não pode haver edificações, plantações ou quaisquer outras atividades em virtude do risco de descargas elétricas ou de que algo atinja os cabos. A probabilidade de ocorrência desse risco, ou seja, de o proprietário impedir a entrada na faixa de domínio, é ocasional, uma vez que há grande trabalho por parte das empresas para assegurar o acesso à LT, porém é possível que aconteça. Já o impacto é alto em função da impossibilidade de acesso a não ser por acordo ou por meio judicial.
- Existência de solo mole ou rocha: o tipo de fundação empregada é definido conforme estudos de solo (geralmente sondagem SPT) que geram boletins de sondagem indicando o tipo de solo e a es-

pessura de cada camada. Assim, é possível averiguar a cota ideal e o tipo de fundação adequado para cada torre, assumindo-se que há grande variabilidade do tipo de solo. Como meio de economizar recursos financeiros ou lançando mão de conhecimento sobre a região, opta-se pela não realização de estudos de solo, assumindo-se riscos que podem resultar em impactos financeiros e de prazo representativos. Esse risco foi classificado como de alto impacto porque leva à impossibilidade de construção, resultando na necessidade de adequação de projeto de torres isoladas, mas não comprometendo a montagem de todas as torres. Considerando-se o projeto como um todo, esse impacto ocorre apenas no momento do lançamento de cabos.

- Baixa resistência do concreto: o concreto aplicado nas fundações (quando é o caso) é previsto para que possua resistência adequada aos dias, e utiliza o índice chamado fck (resistência característica do concreto à compressão). No entanto, as etapas de concretagem não aguardam os 28 dias para eventuais substituições do concreto deficiente. A probabilidade de ocorrência desse risco é remota por causa do melhor controle tecnológico na fabricação do concreto disponível, porém o impacto é alto, uma vez que exige a substituição da estrutura de fundação. Para evitar a ocorrência desse risco, é necessário contratar um fornecedor confiável de concreto ou garantir a mistura adequada do traço de projeto, caso virado em obra.
- Peças das estruturas divergentes: as torres são compostas por elevado número de peças (cantoneiras) que têm precisão milimétrica. O erro no envio ou na fabricação das peças das estruturas faz com que não seja possível a montagem adequada. A probabilidade de ocorrência é ocasional, e o impacto é baixo, uma vez que incide sobre torres isoladas.
- Problemas mecânicos com *puller-freio*: o conjunto *puller-freio*, também chamado de conjunto freio-tensionador, é o principal equipamento utilizado para lançar os cabos, de modo seguro,

garantindo-se sua integridade. Problemas mecânicos impedem o lançamento dos cabos no período em que o equipamento estiver indisponível. Por se tratar de um equipamento com diversos componentes, a probabilidade de ocorrência de problemas é alta, e o impacto também é considerado alto. Para prevenir esse risco, é necessário contratar equipamentos com disponibilidade mínima compatível com produtividade planejada.

- Condições meteorológicas ruins: atividades tanto com a linha desligada quanto com linha viva (energizada) requerem atenção às condições meteorológicas. Caso haja probabilidade de chuva, as atividades devem ser interrompidas. Em se tratando de linha viva, há ainda a questão do ponto de orvalho; a combinação de umidade relativa do ar e temperatura compromete o poder de isolamento elétrico dos equipamentos e das vestimentas. Sendo esse um risco de alta probabilidade e impacto, devem-se realizar estudos meteorológicos para a região a fim de que sejam planejadas atividades para época em que a probabilidade de ocorrência de chuva seja menor.
- Ausência de empresa na região para fusão de fibra ótica: por ser uma atividade específica, não são todas as localidades que são encontradas empresas que a realize. Com alta probabilidade de ocorrência, porém com baixo impacto em virtude de sua fácil solução, a busca por empresas mais próximas durante a fase de planejamento é a principal medida a ser tomada.
- Alta atenuação da fibra ótica: é a perda da capacidade de transmissão do material, que pode ocorrer por causa de danos à fibra ou falhas na fusão. A probabilidade de ocorrência é remota, e o impacto é moderado, requerendo a substituição do trecho defeituoso. Para se evitar esse risco, é necessária a execução adequada da fusão e vigilância das fibras.
- Montagem indevida: durante a fase de comissionamento, toda a LT é verificada para que a energização ocorra de forma segura. Caso sejam identificados problemas de montagem, lançamento,

grampeação ou quaisquer outros, a atividade deverá ser refeita. Apesar de a probabilidade de ocorrência desse risco ser remota, em virtude da frequente fiscalização e revisão de processos executados nas torres, o retrabalho gera alto impacto.

Diante do exposto, ressalta-se, portanto, que a realização da análise de riscos mostraria os riscos presentes nas atividades, bem como as melhores práticas para sua prevenção ou mitigação, evitando-se prejuízos que nem sempre são ressarcidos por seus causadores. No caso do projeto em estudo, o principal prejuízo teve como causa a mobilização desnecessária de recursos por 28 dias.

10.4. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo demonstrar como a gestão de riscos poderia influenciar o resultado de um projeto. A partir do estudo de caso realizado, foi possível mostrar o impacto do gerenciamento de riscos no gerenciamento de projetos, uma vez que todos os projetos possuem riscos em suas atividades. Para que uma organização possa evoluir, ela precisa correr riscos; no entanto, isso deve acontecer da forma mais segura possível para o negócio, o que reforça a necessidade de se mensurar a probabilidade de ocorrência dos riscos e seu impacto.

Entre as normas e os manuais de referência em gestão de risco disponíveis aos usuários, o PMBOK é o guia mais respeitado e consolidado. No Brasil, não existem muitos manuais, normas, artigos de referência ou guias nacionais; no entanto, observa-se um expressivo número de publicações que revisam normas e manuais de outros países.

Neste estudo, foram elencados 14 riscos relacionados à atividade fim das empresas, mensurando-se sua probabilidade de ocorrência e seus impactos. Observando-se o cronograma físico do empreendimento em estudo, identificou-se impacto expressivo causado por atrasos em entregas por parte da Empresa A que levaram à ociosidade de equipes e

equipamentos disponibilizados pela Empresa B, resultando em prejuízos que poderiam ser evitados ou mitigados por meio de análise de riscos.

Para trabalhos futuros, sugere-se a análise do impacto da gestão de riscos em outros tipos de projetos, bem como em outros projetos de construção de linhas de transmissão de alta tensão.

Referências

ALDENUCCI, M. G.; SPINOSA, L. M.; FAVARETTO, F. Mapeando a norma de gerenciamento de riscos AS/NZS 4360 no PMBOK. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. Anais... [s.n.]: ABEPRO, 2009. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_098_663_13545.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2019.

APM. Body of Knowledge. 5. ed. High Wycombe: Association of Project Management, 2006.

CARVALHO, M. M.; RABECHINI JUNIOR., R. Construindo competências para gerenciar projetos: teoria e casos. São Paulo: Atlas, 2005.

FORTES, F. S. D. Influência do gerenciamento de riscos no processo decisório: análise de casos. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3135/tde-13072011-144139/publico/Dissertacao_Fabiano_Sales_Fortes.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

HULL, K. Técnicas de análise de risco em compras de defesa. In: COLÓQUIO IEE SOBRE MÉTODOS E FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE RISCO,

1992, Londres, Reino Unido. Anais... [S.l.: s.n.]: IEEEEXPLORE, 1992. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/168506/>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

IBBS, C. W.; KWAK, Y. H. Assessing project management maturity. *Project management journal*, v. 31, p. 32-43, 2000.

KEELLING, R. *Gestão de projetos: uma abordagem global*. São Paulo: Saraiva, 2002.

MAHENDRA, P. A.; PITRODA, J. R.; BHAVSAR, J. J. A Study of Risk Management Techniques for Construction Projects in Developing Countries. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, v. 3, n. 5, p. 139–142, 2013.

MOKGOANTLE, O. J. Risk maturity at a life insurer. 2013. 133 f. Dissertation (Master of Commerce) – Faculty of Management, University of Johannesburg, Johannesburg, 2013. Disponível em: <<https://ujcontent.uj.ac.za/vital/access/services/Download/uj:11544/CONTENT1?view=true>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**. 5. ed. Newton Square, PA: Project Management Inst., 2013.

VIEIRA, E. *Gerenciando projetos na era de grandes mudanças*. São Paulo, 2002.

WARD, S.; CHAPMAN, C. Transforming project risk management into project uncertainty management. *International Journal of Project Management*, v. 21, n. 2, p. 97–105, 2003.

CAPÍTULO 11

ESTUDO DA VIABILIDADE FINANCEIRA DE UMA NOVA CONSTRUTORA DE EDIFÍCIOS

Hiago Miranda Branquinho

Mirelli de Castro Cesário

André Luís Silva.

Hiago Miranda Branquinho é engenheiro civil graduado (2020) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Possui MBA em gestão de negócios em andamento pela Business Behavior Institute of Chicago. Atuou como diretor de projetos no Labor Consultoria Empresarial e atualmente trabalha como responsável técnico e coordenador de obras na G&D Construtora.

Mirelli de Castro Cesário é graduada em Engenharia de Produção (2017) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente cursa mestrado em Gerência da Produção também pela UFOP. Possui experiência em gestão de pessoas.

André Luís Silva André Luís Silva possui graduação na Universidade Federal de Viçosa (UFV), mestrado e doutorado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com período de doutorado-sanduíche na Université de Montreal (Canadá). Fez estágio de pós doutoramento na Universidade de Brasília (UnB) e está realizando estágio de pós doutoramento na Unesp (campus Bauru). Atuou no Ministério dos Direitos Humanos e Cidadania do Governo Federal. É professor no Departamento de Engenharia de Produção, Administração e Economia na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP); membro permanente do Programa de

Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPEGP-UFOP); coordenador do projeto de extensão em empreendedorismo universitário LABOR; gestor no Centro de Referência em Incubação de Empresas e Projetos de Ouro Preto-Incultec, onde desenvolve pesquisas na área de empreendedorismo.

Resumo

Incertezas e falta de informações estão relacionadas às dificuldades encontradas na abertura de um empreendimento na área da construção civil. Diante dessa realidade, este capítulo objetiva apresentar os elementos fundamentais para a elaboração do plano financeiro de uma construtora fictícia iniciante no mercado, denominada Construtora Nova. Adotou-se o plano financeiro por se tratar de uma ferramenta que mostra de forma clara e organizada todas as variáveis que devem ser consideradas pela empresa. Depois de mapeadas as variáveis relevantes, o plano foi colocado em prática a fim de se avaliar a viabilidade da empresa. Para tanto, partiu-se de um estudo de caso aprimorado por embasamentos teóricos, de modo que fosse possível vislumbrar na prática o planejamento dessa empresa. Assim, foram levantados vários aspectos que devem ser considerados para a fundação da construtora, como o capital inicial e a estimativa de despesas fixas e variáveis. Partindo-se de um investimento de R\$ 1.173.605,05, os resultados finais mostraram uma rentabilidade anual de 25,93%, uma lucratividade de 13,00% e um prazo de retorno do investimento de 3 anos e 11 meses – resultados considerados satisfatórios para uma empresa em início de operação. Este trabalho demonstrou, portanto, que a implementação de um plano financeiro contribui para diminuir as lacunas que dificultam ou impedem a abertura de um negócio desse porte.

Palavras-chave: Construção Civil, Plano Financeiro, Empreendedorismo, Plano de Negócios.

11.1. Introdução

Segundo Salim (2010), o plano financeiro é uma ferramenta de organização de despesas e receitas de uma empresa. Ele facilita a visualização de indicadores importantes e possibilita que o empreendedor averigue a viabilidade do negócio. Portanto, a fim de se analisar se um empreendimento é viável ou não, é fundamental, em um primeiro momento, averiguar o aporte financeiro necessário para que o processo de abertura da empresa se inicie.

Nesse contexto, Hashimoto e Borges (2014) falam sobre o cálculo da necessidade de capital inicial e das despesas pré-operacionais de um negócio. Essas despesas serão mapeadas e descritas na etapa de planejamento financeiro, em que todos os gastos para iniciar as operações e o fluxo de caixa mensal serão definidos.

Apesar de o mercado das construtoras estar em expansão, Santos e Pinheiro (2015) salientam que algumas das empresas do ramo enfrentam problemas financeiros causados por negligência do planejamento, o que as leva a captar recursos por meio de empréstimos bancários ou de terceiros a fim de não encerrarem sua operação, elevando os riscos do negócio.

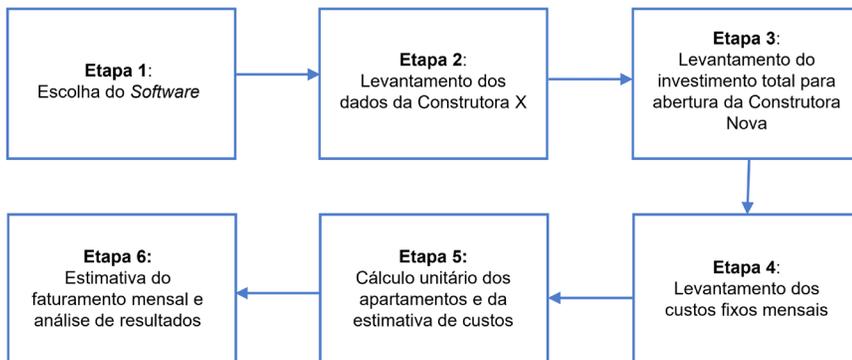
Dessa forma, faz-se necessário reiterar e elucidar os principais aspectos relacionados ao planejamento financeiro das empresas, de forma que, além de demonstrar outras propriedades do Plano, seja possível apontar caminhos mais seguros para sua utilização. Para tanto, pretende-se identificar os elementos necessários para a elaboração de um planejamento financeiro eficaz que permita a criação de uma construtora e, em seguida, construir um plano financeiro que contemple esses elementos.

11.2. Metodologia

No processo de gestão de uma empresa, as finanças são peças fundamentais, já que a saúde financeira é um dos fatores que mantêm um empreendimento em operação. Seja por inexperiência ou imprudência, algumas organizações cometem erros que poderiam ser evitados caso seguissem um planejamento financeiro adequado. Existem, portanto, vários indicadores que devem ser considerados no plano financeiro de uma empresa, como as receitas e os custos.

Assim, para uma melhor visualização do planejamento em sua totalidade, esse capítulo estruturou um plano financeiro para uma construtora fictícia, a fim de se estimar o investimento total necessário para iniciar o empreendimento. A construtora em questão foi denominada Construtora Nova. Hipoteticamente, ela terá como serviço inicial a construção de um edifício residencial, com três pavimentos e 12 apartamentos, financiado pelo programa “Minha casa, minha vida”. Considerando a possibilidade de encontrar terrenos com preço atrativo, supor-se-á que o empreendimento será realizado na cidade de Itabirito-MG, que possui cerca de 50.000 habitantes. A Figura 1 apresenta o detalhamento do processo.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia



Fonte: Autores, 2020.

O modelo de plano financeiro escolhido para este estudo de caso é proposto por Rosa (2013). De acordo com esse modelo, em um primeiro momento, deve-se considerar a estimativa dos investimentos fixos, do capital de giro e dos investimentos pré-operacionais. Assim, esses dados são apresentados em um resumo do investimento total. Na etapa seguinte, realiza-se a estimativa do faturamento mensal, do custo unitário de matéria-prima, dos materiais diretos e das terceirizações. Em uma terceira etapa, concentra-se apenas na estimativa do custo de comercialização, enquanto na quarta etapa é feita a apuração dos custos de materiais vendidos. Por sua vez, a penúltima etapa consiste na estimativa de custos com mão de obra e depreciação, bem como na estimativa dos custos fixos e do demonstrativo de resultados. Por fim, são apresentados os indicadores de viabilidade (ROSA, 2013).

O *software* escolhido para auxiliar na geração do plano financeiro é o SEBRAE CEPN 3.0.1, o qual, além de possuir um bom nível de detalhamento, é completo e confiável. Além da compatibilidade com o modelo escolhido, o fato de ser gratuito também influenciou a escolha do *software*.

O processo de levantamento dos dados, bem como os cálculos necessários para estimar custos e faturamento, serão apresentados na próxima seção. É válido ressaltar que os possíveis impactos oriundos da pandemia do novo Coronavírus não foram considerados nos cálculos e nas conclusões deste trabalho.

11.3. Resultados

11.3.1. Estimativa de custos

Neste tópico, serão mapeados todos os equipamentos indispensáveis para o bom funcionamento das atividades de uma construtora de edifícios em uma cidade de pequeno porte, a Construtora Nova. Con-

sidera-se mais vantajoso para o início do empreendimento obter essas ferramentas por meio de aluguéis e terceirizações em vez de aquisição direta, uma vez que assim é possível evitar gastos com manutenção e armazenamento.

Os preços apresentados nas tabelas foram mapeados em *sites* de vendas de produtos novos e usados indicados na descrição de cada material.

11.3.2. Custos

Inicialmente, os autores procuraram valores relativos a terrenos para a construção do edifício residencial proposto. Em pesquisa feita nas imobiliárias da cidade de Itabirito-MG, o terreno com o melhor custo-benefício encontrado possuía área de 360 m² e boa localização. Ele estava anunciado pelo valor de R\$ 95.000,00, como apontado na Tabela 1.

Tabela 1 – Custo do terreno

Nº	Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Total
1	Terreno	1	R\$ 95.000,00	R\$ 95.000,00
2	Total (1)			R\$ 95.000,00

Fonte: Imobiliária Tupi, 2020.

Os itens apresentados na Tabela 2 são de uso contínuo em obra, o que torna sua locação inviável tanto por razões financeiras quanto de logística. É necessária, portanto, a compra desses produtos. Similarmente, os móveis e itens apresentados na Tabela 3 são essenciais para o funcionamento do escritório.

Tabela 2 – Orçamento de máquinas, equipamentos e ferramentas

Nº	Item	Qtd.	Valor Unit.	Total
1	Alavanca ¹	1	R\$ 72,90	R\$ 72,90
2	Alicate ¹	2	R\$ 41,00	R\$ 82,00
3	Balde ¹	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
4	Betoneira ³	1	R\$ 2.599,99	R\$ 2.599,99
5	Cadeado ¹	5	R\$ 29,80	R\$ 149,00

Nº	Item	Qtd.	Valor Unit.	Total
6	Capacete de proteção ¹	6	R\$ 19,00	R\$ 114,00
7	Carrinho de mão ¹	3	R\$ 119,90	R\$ 359,70
8	Corrente ¹	10	R\$ 21,00	R\$ 210,00
9	Enxada ¹	4	R\$ 33,60	R\$ 134,40
10	Enxada ¹	4	R\$ 39,00	R\$ 156,00
11	Esmerilhadeira ¹	1	R\$ 275,00	R\$ 275,00
12	Esquadro ¹	4	R\$ 18,00	R\$ 72,00
13	Fio flexível para extensão 100 m ¹	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
14	Kit slump test ¹	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
15	Mangote vibratório ²	1	R\$ 2.499,99	R\$ 2.499,99
16	Mangueira (30m) ²	2	R\$ 61,10	R\$ 122,20
17	Marreta ¹	2	R\$ 45,60	R\$ 91,20
18	Martelo ¹	3	R\$ 19,90	R\$ 59,70
19	Nível de bolha ¹	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
20	Pá ¹	4	R\$ 30,00	R\$ 120,00
21	Prumo de centro ¹	2	R\$ 14,00	R\$ 28,00
22	Prumo de face ¹	2	R\$ 39,03	R\$ 78,06
23	Serra circular ¹	1	R\$ 279,00	R\$ 279,00
24	Tambor de ferro 50 litros ²	2	R\$ 195,00	R\$ 390,00
25	Trena 30m ¹	1	R\$ 27,90	R\$ 27,90
26	Trena de 5m ¹	4	R\$ 14,60	R\$ 58,40
27	Turquesa ¹	2	R\$ 152,00	R\$ 304,00
28	Total (Soma 1 a 27)			R\$ 8.713,44

[1] Itens pesquisados no Mercado Livre em 11 de março de 2020.
[2] Itens pesquisados nas Lojas Americanas em 11 de março de 2020.
[3] Itens pesquisados no Palácio das Ferramentas em 11 de março de 2020.

Fonte: Autores, 2020.

Tabela 3 – Orçamento de móveis e itens para escritório

Nº	Descrição	Qtde.	Valor Unitário	Total
1	Mesa de escritório	4	R\$ 100,00	R\$ 400,00
2	Cadeira de escritório	4	R\$ 129,00	R\$ 516,00
3	Arquivos caixa com 25 un.	1	R\$ 44,90	R\$ 44,90
4	Pasta catálogo	5	R\$ 17,00	R\$ 85,00

Nº	Descrição	Qtde.	Valor Unitário	Total
5	Pastas	30	R\$ 9,00	R\$ 270,00
6	Caixa de canetas com 50 un.	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
7	Caixa de 20 un. de caneta pincel	1	R\$ 98,00	R\$ 98,00
8	Caixa de lápis com 24 un.	1	R\$ 47,55	R\$ 47,55
9	Corretivo	2	R\$ 2,50	R\$ 5,00
10	Régua	2	R\$ 8,00	R\$ 16,00
11	Tesoura	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
12	Armário	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
13	Prancheta	4	R\$ 10,00	R\$ 40,00
14	Total (Soma 1 a 13)			R\$ 1.887,45

Fonte: Mercado Livre, 2020.

Para realizar atividades como a compra de materiais, o transporte de corpos de prova, a visita a fornecedores, entre outras, a empresa necessitará de um veículo próprio. O orçamento do modelo escolhido, *Fiat Strada 2001*, considerando-se os custos de manutenção e regularização de documentos, é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Orçamento do veículo

Nº	Descrição	Qtde	Valor Unitário	Total
1	Fiat Strada 2001	1	R\$ 13.500,00	R\$ 13.500,00
2	Manutenção inicial	1	R\$ 1000,00	R\$ 1000,00
3	Regularização	1	R\$ 1000,00	R\$ 1000,00
4	Total (1+2+3)			R\$ 15.500,00

Fonte: Mercado Livre, 2020.

São necessários ainda dois computadores para o acompanhamento dos projetos, sendo um para o engenheiro e o outro para o estagiário. Esses equipamentos são indispensáveis para a equipe de execução, já que permitem o uso de ferramentas e *softwares* que possibilitam otimizações e aumento de produtividade em diversas atividades. A Tabela 5 apresenta o valor orçado para as máquinas.

Tabela 5 – Orçamento para a compra de computadores

Nº	Descrição	Qtde	Valor Unitário	Total
1	Notebook Samsung Expert X40	2	R\$ 2.771,00	R\$ 5.542,00
2	Total (1)			R\$ 5.542,00

Fonte: Lojas Americanas, 2020

Considerando-se o valor de todos os itens apresentados nas tabelas desta seção, chega-se ao montante final dos investimentos fixos, que é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Valor total dos investimentos fixos

Nº	Investimento	Valor Total	Referência
1	Custo do terreno	R\$ 95.000,00	Tabela 1
2	Orçamento de máquinas, equipamentos e ferramentas	R\$ 8.713,44	Tabela 2
3	Orçamento de móveis e itens de escritório	R\$ 1.887,45	Tabela 3
4	Orçamento do veículo	R\$ 15.500,00	Tabela 4
5	Orçamento dos computadores	R\$ 5.542,00	Tabela 5
6	Total (1+2+3+4+5):	R\$ 126.642,89	

Fonte: Autores, 2020.

11.3.3. Estimativa de estoque inicial

O modelo de Rosa (2013) sugere uma estimativa de estoque inicial. No entanto, a Construtora Nova adotará terceirizações de serviços sempre que possível, buscando levar a necessidade de estoque inicial a zero. Nesse sentido, os serviços preliminares e a montagem do canteiro de obras serão terceirizados. Assim, como são atrelados à obra em si, e não à construtora, os custos para sua realização serão considerados no orçamento da obra, e não logo no início da operação da empresa. A mesma lógica se aplica às fundações, cujo tipo será determinado a partir do primeiro relatório de sondagem do terreno. No entanto, qualquer que seja o tipo de fundação escolhido, é possível utilizar concreto usinado e

ção já amarrado e dobrado pelo fornecedor. Assim, não foi determinado um estoque inicial para essas atividades.

11.3.4. Estimativa de caixa mínimo

Para fins de comparação e estimativa de valores, serão utilizados como base os dados de outra construtora localizada em Itabirito, a Construtora X, assim chamada para que seu verdadeiro nome seja preservado. A Construtora X foi escolhida para este fim pois possui porte e área de atuação similares aos pretendidos pela Construtora Nova.

Para a Construtora X, observou-se que, nos últimos dois anos, houve uma média de venda de 24 apartamentos por ano. Desse total, seis unidades foram pagas à vista, nove foram pagas em seis meses e nove unidades foram pagas em um prazo de um ano. Portanto, 25% das vendas foram à vista, 37,5% com um prazo de seis meses e 37,5% com um prazo de doze meses.

É importante mencionar que o financiamento do programa Minha Casa Minha Vida não cobre o valor integral do apartamento. Assim, o valor que não é coberto é financiado de acordo com o prazo de conclusão da obra, sendo seu pagamento possível em seis ou doze parcelas dependendo da data da compra. Tem-se, então, a Tabela 7 com o prazo médio de financiamento das vendas.

Tabela 7 – Contas a receber (cálculo do prazo médio de vendas)

Nº	Prazo médio de vendas	(%)	Número de dias	Média Ponderada em dias
1	À vista	25	0	0
2	A prazo	37,5	180	67,5
3	A prazo	37,5	360	135
4	Prazo médio total (1+2+3)			203

Fonte: Autores, 2020.

Também tendo como referência os fornecedores da Construtora X, foi observado que de 10 fornecedores, oito concedem um prazo de 30

dias para o pagamento do produto fornecido, enquanto dois exigem o pagamento à vista. Logo, a Tabela 8 mostra o cálculo do prazo médio de compras.

Tabela 8 – Fornecedores (cálculo do prazo médio de compras)

Nº	Prazo médio de compras	(%)	Número de dias	Média ponderada em dias
1	À vista	20,0	0	0
2	A prazo	80,0	30	24
3	Prazo médio total (1+2)			24

Fonte: Autores, 2020.

O prazo médio de permanência da matéria-prima no almoxarifado da obra é de cinco dias úteis. Ou seja, de acordo com o andamento da obra, os materiais são pedidos semanalmente para suprir o planejamento de execução das etapas da obra correspondentes ao período, conforme resumido na Tabela 9.

Tabela 9 – Estoque (cálculo de necessidade média de estoque)

Nº	Necessidade média de estoque	
1	Número de dias úteis	5

Fonte: Autores, 2020.

É possível, portanto, calcular a necessidade líquida de capital de giro para a empresa, isto é, a verba necessária em caixa para cobrir os gastos operacionais enquanto a receita das vendas dos apartamentos não é realizada. Esta necessidade se dá pela diferença entre o prazo médio de vendas e o prazo médio de compras (conforme a Tabela 10).

Tabela 10 – Cálculo da necessidade líquida de capital de giro em dias

Nº	Recursos da empresa fora do seu caixa	Número de dias	Referência
1	Contas a receber – prazo médio de vendas	203	Tabela 7
2	Estoques – necessidade média de estoques	5	Tabela 9
3	Subtotal recursos fora do caixa (1+2)	208	

Recursos de terceiros no caixa da empresa			
4	Fornecedores – prazo médio de compras	24	Tabela 8
5	Subtotal Recursos de terceiros no caixa	24	Tabela 8
6	Necessidade líquida de capital de giro em dias (1+2-5)	184	

Fonte: Autores, 2020.

Determinada a necessidade líquida de capital de giro, basta multiplicá-la pelo custo mensal total da empresa para se estimar o caixa mínimo necessário (conforme a Tabela 11). O custo fixo mensal será calculado na sequência; no entanto, esse valor já foi considerado na Tabela 11 para possibilitar o cálculo do caixa mínimo. Da mesma forma, o custo variável também será calculado nos tópicos seguintes.

Tabela 11 – Caixa mínimo

Nº	Descrição	Custo	Referência
1	Custo fixo mensal	R\$ 13.705,97	Tabela 18
2	Custo variável mensal	R\$ 155.935,71	Tabela 19
3	Custo total da empresa (2+3)	R\$ 169.641,68	Tabela 11
4	Custo total diário (3+30dias)	R\$ 5.654,72	Tabela 11
5	Necessidade líquida de capital de giro em dias	184	Tabela 10
6	Total – Caixa mínimo (4 × 5)	R\$ 1.040.468,97	

Fonte: Autores, 2020.

Como o estoque inicial é zero, o capital de giro é resumido pela Tabela 12.

Tabela 12 – Capital de giro (resumo)

Nº	Descrição	Valor
1	Estoque inicial	R\$ 0,00
2	Caixa mínimo	R\$ 1.040.468,97
3	Total do capital de giro (1+2)	R\$ 1.040.468,97

Fonte: Autores, 2020.

11.3.5. Investimento pré-operacional

Antes de a empresa exercer qualquer atividade, serão demandados gastos com legalização e divulgação, os quais são considerados gastos pré-operacionais (Tabela 13).

Com base em informações disponibilizadas pelo Banco Mundial e pela *Doing Business 2020*, as despesas de legalização de uma empresa no Brasil estão em torno de R\$ 1.243,19. Já com relação à divulgação, verificou-se que a Construtora X investiu um valor de R\$ 5.250,00 para cobrir suas despesas com *banners*, panfletos, identidades visuais, entre outras. O gasto total de investimento pré-operacional é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 – Despesas com legalização e divulgação

Nº	Descrição	Valor
1	Despesas de legalização	R\$ 1.243,19
2	Divulgação de lançamento	R\$ 5.250,00
3	Total (1+2)	R\$ 6.493,19

Fonte: Autores, 2020.

11.3.6. Investimento total

Reunindo-se todos os dados levantados anteriormente, é possível obter o valor total de investimento necessário para a abertura da Construtora Nova. A Tabela 14 mostra um resumo dos investimentos.

Tabela 14 – Resumo do investimento

Nº	Descrição dos investimentos	Valor	Referência
1	Investimentos fixos	R\$ 126.642,89	Tabela 6
2	Capital de giro	R\$ 1.040.468,97	Tabela 12
3	Investimentos pré-operacionais	R\$ 6.493,19	Tabela 13
4	Total (1+2+3)	R\$ 1.173.605,05	

Fonte: Autores, 2020.

11.3.7. Estimativa de faturamento mensal

Como citado anteriormente, com base em dados de uma obra anterior executada pela Construtora X, observou-se que ao construir 24 apartamentos no período de um ano, todos eles foram vendidos até o prazo de conclusão da obra. Assim, a média foi de 24 apartamentos vendidos por ano. Em relação à Construtora Nova, por falta de dados suficientes na literatura, a média de vendas prevista será de um apartamento por mês. Logo, o faturamento mensal será de R\$ 195.000,00.

11.3.8. Estimativa de custo unitário por apartamento

Com base no custo unitário básico de construção (CUB) fornecido pelo Sinduscon-MG em março de 2020, observa-se que o projeto pretendido para a Construtora Nova se enquadra no padrão normal PP-4 (Prédio Popular). Assim, o custo por metro quadrado de construção será de R\$ 1.694,72. Nesta pesquisa, definiu-se ainda que oito apartamentos serão de sessenta metros quadrados e quatro apartamentos serão de setenta metros quadrados. Isto posto, a Tabela 15 apresenta os custos de construção dos apartamentos.

Tabela 15 – Custo unitário dos apartamentos

Nº	Área dos apartamentos	Qtde.	Custo por m ² de construção	Custo total
1	60 m ²	8	R\$ 1.694,72	R\$ 813.465,86
2	70 m ²	4	R\$ 1.694,72	R\$ 474.521,86
3	Total (1+2)			R\$ 1.287.987,72

Fonte: Autores, 2020.

Ainda com relação à composição do custo unitário dos apartamentos, deve-se ter em conta que o índice fornecido pelo Sinduscon-MG não considera custos provenientes de projetos e aprovações, serviços preliminares, fundações e serviços complementares. Xavier (2008) for-

neces uma tabela com estimativa percentual de custos por etapa da obra, conforme se apresenta na Tabela 16.

Tabela 16 – Estimativa percentual de custo por serviço

Etapa da obra	Estimativa de custo em relação ao total
Projetos e Aprovações	5% a 12%
Serviços Preliminares	2% a 4%
Fundações	3% a 7%
Estrutura	14% a 22%
Alvenaria	2% a 5%
Cobertura	4% a 8%
Instalações Hidráulicas	7% a 11%
Instalações Elétricas	5% a 7%
Impermeabilização/ Isolamento térmico	2% a 4%
Esquadrias	4% a 10%
Revestimento/acabamentos	15% a 23%
Vidros	1% a 2,5%
Pintura	4% a 6%
Serviços Complementares	0,5% a 1%

Fonte: Xavier, 2008.

Considerando-se que se trata de uma obra convencional, será utilizado para a composição dos custos o percentual mínimo para projetos e aprovações e o percentual médio para serviços preliminares, fundações e serviços complementares, conforme as informações fornecidas pela Tabela 16. Pode-se estimar, então, que os projetos representarão 5% dos custos da obra; os serviços preliminares, 3%; as fundações, 5%; e os serviços complementares, 0,75%. Por exclusão, as demais etapas representarão 86,25% dos custos. Logo, o custo relacionado a projetos, serviços preliminares, fundações e serviços complementares é calculado na Tabela 17.

Tabela 17 – Custos

Nº	Etapa	(%) do custo total	Custo por etapa
1	Projetos	5,00	R\$ 74.665,95
2	Serviços preliminares	3,00	R\$ 44.799,57
3	Fundações	5,00	R\$ 74.665,95
4	Serviços complementares	0,75	R\$ 11.199,89
5	Demais etapas	86,25	R\$ 1.287.987,72
6	Total (1+2+3+4+5)	100,00	R\$ 1.493.319,08

Fonte: Autores, 2020.

O custo unitário médio será dado, portanto, pelo custo total dividido pelo número de apartamentos:

$$\text{Custo médio} = \text{R}\$1.493.319,08 \div 12 = \text{R}\$124.443,26.$$

11.3.9. Estimativa de custo de comercialização

Nesta etapa, serão estimados os custos com impostos, comissões para imobiliárias e vendedores autônomos e propaganda. Para a definição do enquadramento tributário, foi necessário recorrer ao Anexo IV do Simples Nacional (2020), no qual está enquadrado o setor da construção civil.

Considerando-se que todos os apartamentos serão vendidos no prazo de um ano, a receita anual bruta estimada será de R\$ 2.340.000,00. Assim, a Construtora Nova será enquadrada na quinta faixa do Simples Nacional, na qual há um valor de R\$ 183.780,00 a ser deduzido da alíquota de 22%. Logo, para se chegar à alíquota final depois da dedução do valor apresentado, tem-se: .

$$Af = (2340000 \times 22\% - 183780) \div 2340000 = 14,159$$

Considerando-se a previsão de venda de um apartamento por mês, ou seja, de um faturamento mensal de R\$ 195.000,00 em uma média ponderada, a estimativa mensal de gastos com impostos é de R\$ 27.592,50 (14,15% do faturamento). Além dos impostos, existirá uma taxa mensal sobre o faturamento de 1% para comissões e de 1% para

propaganda ao longo do desenvolvimento do empreendimento, o que totaliza R\$ 3.900,00 de gastos com vendas. Assim, o total mensal de custos de comercialização (gastos com impostos somado aos gastos com vendas) será de R\$ 31.492,00.

11.3.10. Apuração dos custos com materiais diretos

O custo com materiais diretos (CMD) é o valor mensal a ser deduzido do capital da empresa de acordo com o andamento da construção. Nesse caso, como a estimativa é a de venda de um apartamento por mês, e o custo médio dos apartamentos é de R\$ 124.443,26, como calculado no tópico 4.2.7, o CMD é exatamente esse valor.

11.3.11. Estimativa de custo com depreciação

Rosa (2013) calcula o custo de depreciação dos materiais considerando a razão entre o valor de mercado do bem adquirido e sua vida útil. Os custos de depreciação muitas vezes são deixados de lado, mas, como sua previsão impacta diretamente os custos mensais, ele deve ser considerado. Na Tabela 18, foram avaliados os custos de depreciação de máquinas, equipamentos, móveis, itens de escritório, veículo e computadores. A vida útil foi determinada com base nos dados da Construtora X. Logo, deve-se considerar um custo mensal de depreciação dos ativos de R\$ 729,57.

Tabela 18 – Previsão dos custos de depreciação de máquinas, equipamentos, móveis, itens de escritório, veículos e computadores

Nº	Ativos fixos	Valor do bem	Vida útil (anos)	Depreciação anual	Depreciação mensal
1	Máquinas e equipamentos	R\$ 8.713,44	2	R\$ 4365,72	R\$ 363,06
2	Móveis e itens de escritório	R\$ 1.887,45	10	R\$ 188,75	R\$ 15,73
3	Veículo	R\$ 15.500,00	5	R\$ 3.100,00	R\$ 258,33
4	Computadores	R\$ 5.542,00	5	R\$ 1.108,40	R\$ 92,37
5	Total (1+2+3+4)			R\$ 8.754,81	R\$ 729,57

Fonte: Autores, 2020.

11.3.12. Estimativa de custos fixos operacionais

O Sinduscon-MG (2019) resume os encargos sociais que a empresa deve adicionar ao custo mensal de um funcionário. Eles incluem previdência social (INSS), contribuições para SESI e SENAI, FGTS, férias, 13º salário, adicional para enfermidades e aviso prévio indenizado, entre outros.

Será considerada uma obra na qual o engenheiro é também o dono da empresa e, portanto, recebe o pró-labore. Já o encarregado de obra será contratado com todos os encargos trabalhistas considerados. Assim, somando-se seu salário, que será de R\$ 3.000,00, e o total de encargos trabalhistas (132,38% do salário), cujo valor será de R\$ 3.971,40, o custo mensal final desse funcionário será de R\$ 6.971,40. Também serão admitidos dois estagiários por meio de contrato com a universidade, forma de contratação que não exige o pagamento de encargos sociais. A bolsa de estágio será de R\$ 800,00, e o custo a ser considerando foi o de vale-transporte em uma média de R\$ 80,00 mensais. O total dos custos com os estagiários será, então, de R\$ 1.760,00. Assim, o custo mensal dos colaboradores será de R\$ 8.731,40. É importante dizer que esse valor é relativo somente aos funcionários contratados diretamente pela empresa.

A manutenção dos equipamentos da empresa foi estimada em R\$ 500,00 mensais. Este e os custos com água, materiais de escritório, materiais de limpeza, telefone, internet e energia elétrica foram definidos com base nos valores pagos pela Construtora X. Além disso foi definido um pró-labore de R\$ 3.000,00 mais tributos para o dono da empresa, que atuará como engenheiro nessa primeira obra.

Com todos os custos definidos, é possível encontrar a estimativa de custos fixos operacionais mensais, conforme a Tabela 19.

Tabela 19 – Estimativa dos custos fixos operacionais mensais

Nº	Descrição	Custos
1	Salários + encargos	R\$ 8.731,40
2	Manutenção dos equipamentos	R\$ 500,00

Nº	Descrição	Custos
1	Salários + encargos	R\$ 8.731,40
3	Conta de água	R\$ 200,00
4	Depreciação	R\$ 729,57
5	Materiais de escritório	R\$ 100,00
6	Materiais de limpeza	R\$ 45,00
7	Pró-labore	R\$ 3.000,00
8	Telefone + internet	R\$ 100,00
9	Energia elétrica	R\$ 300,00
10	Total (Soma 1 a 9)	R\$ 13.705,97

Fonte: Autores, 2020.

11.3.13. Demonstrativo de resultados

Com todos os dados levantados, é possível avaliar os custos e os lucros mensal e anual em valores absolutos. Essas informações serão apresentadas nas Tabelas 20 e 21.

Tabela 20 – Estimativa de custos mensal e anual

Nº	Descrição	Valor mensal	Valor anual	Percentual	Referência
1	Receita total com vendas	R\$ 195.000,00	R\$ 2.340.000,00	100,00%	Seção 4.2.6
2	Custos variáveis				
2.1	Custos com materiais diretos (CMD)	R\$ 124.443,21	R\$ 1.493.318,52	63,82% ¹	Tabela 16
2.2	Impostos sobre vendas	R\$ 27.592,50	R\$ 331.110,00	14,15%	Seção 4.2.8
2.3	Gastos com vendas	R\$ 3.900,00	R\$ 46.800,00	2,00%	Seção 4.2.8
	Total de custos variáveis	R\$ 155.935,71	R\$ 1.871.228,52	79,97%	
3	Margem de contribuição (1-2)	R\$ 39.064,29	R\$ 468.771,48	20,03%	
4	Custo fixos finais	R\$ 13.705,97	R\$ 164.471,64	7,03%	Tabela 18
[1] Foi utilizado o custo médio dos apartamentos como o custo variável médio da construtora ao longo da obra em virtude da limitação do software na composição deste custo.					

Fonte: Autores, 2020.

Tabela 21 – Estimativa de lucro mensal, lucro anual e margem de lucro

Descrição	Lucro Mensal	Lucro Anual	Margem de lucro
Resultado operacional (3-4)	R\$ 25.358,32	R\$ 304.299,84	13,00%

Fonte: Autores, 2020.

Os dados levantados e os resultados obtidos mostram que com tal estimativa de vendas, o lucro mensal obtido pela construtora será de R\$ 25.358,32, chegando a um valor anual de R\$ 304.299,84, que representa 13% da receita bruta anual. Todas as tabelas foram exportadas do *software* CEPN 3.0.1 em formato compatível. Após serem feitos ajustes de formatação, elas foram apresentadas neste trabalho exatamente com as mesmas informações disponíveis na plataforma do *software*.

Assumindo-se custos lineares, ou seja, custos que aparecem de maneira constante e sem variação durante o tempo de obra, o Ponto de Equilíbrio calculado foi R\$ 821.004,81, o que mostra que as receitas são superiores aos custos. Esse valor, portanto, representa um resultado positivo para o negócio.

De acordo com o SEBRAE (2017), para micro e pequenas empresas, espera-se que a rentabilidade orbite em torno de 2% a 4% ao mês sobre o investimento. Dividindo-se o investimento pelo lucro, o índice alcança 25,93% ao ano (ou 2,16% ao mês), o que demonstra que a empresa está dentro da faixa estabelecida.

Ainda de acordo com o SEBRAE (2017), empresas específicas, com o mesmo porte da apresentada neste estudo de caso, possuem um índice de 5% a 10% de lucratividade sobre as vendas. No entanto, a margem de lucro da Construtora Nova ficou em 13%. Por se tratar de um novo empreendimento, o prazo de retorno do investimento está dentro do esperado, ou seja, de 3 anos e 11 meses, o que, considerando-se a dimensão e os objetivos deste negócio, é um tempo relativamente reduzido.

11.4. Conclusão

Neste estudo, buscou-se compreender os elementos do planejamento financeiro de uma construtora iniciante no mercado, fundamentando-se na sua relevância para o sucesso dessa empresa no ramo da Construção Civil. Observou-se que determinados indicadores – especialmente os associados às receitas e aos custos da empresa – são pontos de partida indispensáveis para se compreender o contexto de atuação, os pressupostos, as possibilidades e as limitações da empreitada.

Reiterou-se que todo o processo de planejamento e de estruturação do negócio deve ser minuciosamente considerado, a fim de que o maior número de variáveis seja controlado, diminuindo-se, assim, as chances de ocorrência de imprevistos. Assim, é o plano financeiro que criará uma estratégia direta para o empreendedor, funcionando como uma bússola para a construção das demais estratégias.

Uma importante observação a ser feita é que o contexto econômico e o comportamento do mercado influenciam diretamente os preços e projeções de vendas, portanto é algo que não deve ser negligenciado, mas sim avaliado de acordo com a realidade atual.

Além disso, para se ter uma projeção realmente precisa de custos, a melhor ferramenta é o orçamento completo da obra. No entanto, para se fazer um orçamento profissional, é necessário que se tenha conhecimento das especificações técnicas do terreno em que se vai construir. Para que esse trabalho se mantenha genérico e aplicável a empresas semelhantes, o CUB foi utilizado como referência para a elaboração do custo, mesmo com a desvantagem de se tratar de um índice sem alta precisão.

Além do uso do CUB, outra limitação desse estudo é a consideração de custos lineares durante a execução da obra, algo que de fato não condiz com a realidade do empreendimento em análise. No entanto, o software utilizado limita-se a essa condição de linearidade para fornecer os resultados buscados. Como os índices buscados não são influenciados por essa condição, assim foi determinado para possibilitar a realização do trabalho. Também é fato que não foi considerado o comportamento

dos concorrentes com a entrada de uma nova empresa no mercado. Isso é algo que, se não for considerado em uma avaliação mais completa, pode levar a uma projeção de resultados equivocada. A parceria com imobiliárias e vendedores autônomos também é determinante na capacidade de vendas da empresa, devendo ser uma das prioridades iniciais.

Deve-se ponderar ainda que esse plano financeiro é adequado apenas às condições previstas de mercado e vendas. Desse modo, o presente estudo se limita ao modelo de obra escolhido, não sendo abrangente a ponto de se poder replicar seus resultados para uma construtora de imóveis de médio e alto padrão.

Apesar de algumas empresas, principalmente as iniciantes, ainda negligenciarem a importância de um plano financeiro sistematizado, faz-se cada vez mais necessária a realização de estudos como este. Conforme visto ao longo do capítulo, um plano financeiro de qualidade permite a previsão de gastos, a comparação de alternativas, o desenvolvimento de estratégias financeiras e, conseqüentemente, aumenta as chances de sucesso do empreendimento.

Referências

HASHIMOTO, M.; BORGES, C. **Empreendedorismo: plano de negócios em 40 lições**. São Paulo: Saraiva, 2014. p. 258.

ROSA, C. A. **Como elaborar um plano de negócios**. Brasília: S/D, 2013.

SALIM, C. S. **Construindo planos de empreendimentos: negócios lucrativos, ações sociais e desenvolvimento local**. Elsevier Brasil, 2010.

SANTOS, P. V. S.; PINHEIRO, F. A. O plano de negócios como ferramenta estratégica para o empreendedor: um estudo de caso. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 5, n. 8, p. 150-165, 2017.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Encargos previdenciários e trabalhistas no setor da construção civil**. 11. ed. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2019.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Software como elaborar um plano de negócios**. Belo Horizonte:, S/D, 2017.

XAVIER, I. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. São Paulo: Fupam, 2008.

CAPÍTULO 12

IMPLICAÇÕES DA AUTOCONSTRUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

Letícia Abranches Novaes

Vanessa Pereira Santana

Júlia Castro Mendes.

Letícia Abranches Novaes é graduada (2019) em engenharia civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente trabalha como Trainee na Pipefy, no setor comercial.

Vanessa Pereira Santana é mestre em Engenharia Civil (2020) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), tendo se graduado no mesmo curso (2018) também pela UFOP. É membro do grupo RECICLOS-CNPq de pesquisa em gerenciamento e reciclagem de resíduos sólidos e do grupo ATIVE-CNPq de pesquisa em cimentos alcalinos ativados. Tem experiência na área de materiais de construção e técnicas de caracterização microestruturais.

Júlia Castro Mendes é doutora e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduiu-se na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde atualmente é professora no Departamento de Construção Civil. Foi professora do Departamento de Engenharia Civil da UFOP entre 2017 e 2023. É Docente Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFOP (PROPEC/UFOP) e da UFJF (PEC/UFJF). Coordenadora do CIDENG - Grupo de Pesquisa em Ciência de Dados aplicada à Engenharia. Representante brasileira da WREN - Women's Research Engineers Network e representante da UFJF da Living Lab Biobased Brazil. Coordenou, em colaboração com outros professores, os projetos de extensão Engenheiros

Sem Fronteiras - Núcleo Ouro Preto e Projeto Labor (consultoria de empreendedorismo). Tem experiência na área de IA aplicada à materiais de construção, materiais e técnicas construtivas sustentáveis, gestão de obras e eficiência energética.

Resumo

No Brasil, o setor da construção civil é marcado pela busca por construções de baixo custo, muitas vezes, em detrimento da qualidade e durabilidade das obras. Nesse cenário, surgem as autoconstruções, que são caracterizadas pela produção informal de moradias, sem a contratação de profissionais especializados, como o engenheiro civil ou o arquiteto. Assim, em decorrência da má execução das edificações, surgem patologias construtivas dos mais diversos tipos e com maior ou menor grau de gravidade. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi apresentar, por meio de um estudo de caso, situações patológicas no primeiro ano de uso de uma casa autoconstruída. O estudo foi realizado a partir de análise dos documentos disponíveis (plantas baixas, orçamentos iniciais), entrevistas com o proprietário e identificação e registro fotográfico de patologias. Foram identificadas patologias quanto ao caimento de água no banheiro, ao empenamento de madeiras e à disposição dos elementos de iluminação. Além disso, foram constatadas alterações no cronograma, orçamento e projeto. O aparecimento de patologias em curto prazo e as discrepâncias nos cronogramas e orçamentos foram atribuídos à ausência de um projeto formal e fiscalização de execução da obra por profissionais devidamente capacitados. Deste modo, confirma-se que a presença do profissional qualificado no planejamento e execução de edificações proporciona economia no orçamento da obra e qualidade do produto final, além de conforto ao proprietário quanto às preocupações com sua construção.

Palavras-chave: Autoconstrução, Patologias, Qualidade, Profissional de engenharia civil.

12.1. Introdução

Qualidade de vida e conforto podem ser diretamente relacionados à qualidade do imóvel onde se reside. Logo, o sentimento de satisfação em relação à moradia está associado à ausência de problemas no imóvel. Os diversos problemas derivados da má execução de uma residência extrapolam o aspecto estético e podem comprometer a segurança de seus moradores.

Contudo, nem sempre o proprietário do empreendimento opta por contratar profissionais qualificados para conceber, executar e fiscalizar a obra, bem como para adquirir insumos de qualidade. O método popular e informal de construção ou reforma residencial, do qual os próprios moradores ou profissionais não qualificados assumem a gestão, é denominado autoconstrução (SÁ, 2009). Nessas situações, frequentemente não há projetos ou mesmo fiscalização por parte de profissionais especializados.

No Brasil, é muito comum a execução de obras sem a presença de engenheiro ou engenheira civil, tanto na etapa de planejamento quanto na de fiscalização (SÁ, 2009). Também há situações em que esse profissional se encontra presente em apenas uma fase, usualmente na concepção do projeto da edificação. Em casos assim, a responsabilidade das demais fases da construção é atribuída à mão de obra informal, o que não garante a adequada execução da obra.

Em pesquisa realizada pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo e pelo Instituto Datafolha (CAU-BR, 2015), identificou-se que 85% dos entrevistados que construíram ou fizeram reformas nos últimos anos não contrataram um engenheiro ou engenheira civil ou um arquiteto ou arquiteta em nenhuma fase construtiva. Dos 15% entrevistados que con-

trataram o serviço desses profissionais, cerca de 80% ficaram satisfeitos com o resultado da obra.

Segundo Mansur (2015), os indivíduos que menos empregam profissionais qualificados são aqueles que possuem menor poder aquisitivo e, conseqüentemente, dispõem de recursos mais limitados para realizar a obra. Esse fato vai de encontro à atribuição dos engenheiros e arquitetos, os quais, entre as várias responsabilidades que possuem, devem atuar para evitar retrabalho, ócio e desperdício de materiais, o que gera economia nas obras.

A despeito do fato de engenheiros civis e arquitetos desempenharem papéis fundamentais na concepção de construções seguras e eficientes, as atribuições desses profissionais são desconhecidas por grande parte dos brasileiros. Segundo a Lei Federal nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966 (BRASIL, 1966), estão entre as atribuições de engenheiros e arquitetos: realização de cálculos orçamentários, oferecimento de garantias quanto à qualidade e durabilidade da obra, fiscalização da execução da obra, organização dos canteiros de obra e realização de perícias e vistorias de obras. Entretanto, ainda assim, muitos brasileiros consideram dispensável a contratação desses profissionais para o planejamento e para a execução de uma edificação.

De acordo com Peurifoy (2015), o planejamento de obra, que deve ser realizado anteriormente ao início das atividades construtivas, tem por objetivo minimizar os custos para que o empreendimento seja finalizado de forma satisfatória. Além disso, deve garantir a segurança e a durabilidade do produto final. Atrelado ao planejamento, já durante a implementação da obra, está o monitoramento das atividades previstas e do orçamento, cuja finalidade é garantir a execução das atividades estabelecidas (MARINHO, 2017).

A maioria das cidades brasileiras dispõe de regras próprias para a construção de imóveis; entretanto, a parcela da população que respeita as regras do planejamento urbano ainda é muito pequena. A fim de evitar o processo burocrático e as despesas referentes à regularização da obra, é comum que grande parte da população se instale em áreas periféricas e

informais das cidades (MARICATO, 2009). Tal situação estimula ainda a adoção da autoconstrução.

Apesar da alta adesão desse método construtivo, as situações de autoconstrução são, muitas vezes, associadas a transtornos recorrentes na edificação. O exemplo mais comum é a ocorrência de patologias das construções, como infiltrações, trincas e rachaduras, degradação acelerada da pintura, descolamento de revestimentos cerâmicos, instalação incorreta de peças e utensílios sanitários. De modo ideal, a solução destes problemas seria alcançada após a identificação do agente causador e posterior reparo, ambos executados por profissional qualificado. Entretanto, é comum que reformas superficiais sejam feitas sem o apoio de um profissional capacitado, o que resolve a situação apenas momentaneamente.

Uma das causas da baixa qualidade das edificações autoconstruídas é a falta de capacitação da mão de obra. Esse fator acarreta problemas como mau dimensionamento das quantidades e qualidade de insumos necessários, alterações significativas não previstas na obra ou reforma e necessidade de refazer atividades mal executadas. Com estas limitações, normalmente é entregue um produto com problemas de conforto, segurança e custo extrapolado (MORAES, 2012).

Dessa forma, este capítulo explicita e analisa alguns dos problemas decorrentes da ausência de engenheiro ou engenheira civil ou arquiteto ou arquiteta durante todas as fases da execução de uma obra residencial. Será apresentado um estudo de caso de uma casa autoconstruída localizada na cidade de Catas Altas, Minas Gerais.

12.2. Metodologia

O estudo de caso foi desenvolvido em uma construção executada sem a atuação de um engenheiro ou engenheira civil, tanto na concepção dos projetos quanto na execução da obra. A edificação autoconstruída contou apenas com uma arquiteta na elaboração do desenho ar-

quitetônico informal da casa. Para identificar os problemas associados à autoconstrução, o estudo de caso foi organizado conforme é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Organograma da metodologia adotada.



Fonte: Autoras, 2019

12.2.1. Apresentação da edificação

A edificação autoconstruída, objeto deste estudo, está situada na área rural do município de Catas Altas, Minas Gerais. A escolha do construtor civil responsável pela execução da obra foi realizada pelo proprietário, a partir de uma análise informal e não especializada de outra obra executada pelo mesmo construtor.

A casa (Figura 2) tem aproximadamente 204 m² de área construída em um terreno de 1.000 m². Conta com um pavimento único e um porão e não se localiza em uma área regulamentada pela prefeitura. Assim, o terreno não possui saneamento básico ligado à rede municipal (rede de água e esgoto), sendo o abastecimento de água feito por um poço artesiano construído por um morador da região. A rede elétrica é implantada legalmente.

Figura 2 – Fachada da edificação



Fonte: Autoras, 2019.

A obra foi entregue incompleta em julho de 2018. Não havia sido executada a instalação de alguns pontos de iluminação no jardim, da caixa de gordura e de duas caixas de passagem da rede de esgoto.

12.2.2. Análise documental, registro fotográfico e entrevista

O estudo de caso foi realizado por meio de análise documental, visita técnica à edificação e entrevista com o proprietário. Os documentos analisados foram (i) planta baixa arquitetônica desenhada à mão (Figura 3); (ii) cronograma com a data prevista de entrega de obra; e (iii) do orçamento inicial. Com base na entrevista com o proprietário, foi possível comparar o orçamento planejado com o valor final gasto na execução da obra, bem como o prazo para entrega da construção previsto no cronograma com seu real período de duração.

O proprietário permitiu uma visita técnica tanto para a coleta de dados e informações a respeito da obra quanto para a identificação e análise qualitativa das patologias da construção. Nesta etapa, os dados

Por fim, foi realizada uma entrevista com o proprietário da edificação, no dia 18 de maio de 2019, com o objetivo de coletar informações sobre a motivação para a não contratação de um engenheiro ou engenheira civil, o produto final recebido, a condição final da obra, os custos finais e os prazos de entrega. Além disso, investigaram-se problemas diversos enfrentados pelo proprietário durante e após a execução da obra autoconstruída.

12.2.3. Análise crítica

A partir das análises realizadas, foram identificados problemas relativos ao orçamento e ao cronograma, além de patologias associadas à má execução da obra. Discutiu-se, então, as causas e consequências dessas patologias, bem como as atitudes que poderiam ter sido adotadas pelos profissionais responsáveis pela obra para evitar os fenômenos patológicos. Por fim, foram analisadas e discutidas possíveis soluções para as situações problemáticas identificadas. Essas soluções foram pensadas com base nos critérios de custo-benefício e disponibilidade financeira do proprietário, de modo a evitar a necessidade de grandes reformas.

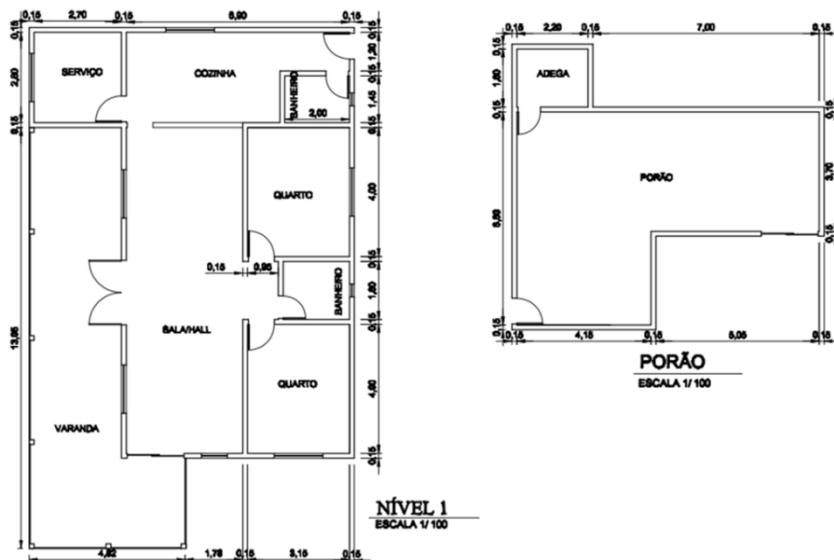
12.3. Resultados

12.3.1. Previsto *versus* realizado

Após a execução da obra, constatou-se que a área total construída foi de 204,15 m² (Figura 4). A partir da planta baixa disponibilizada pelo proprietário (Figura 3) e das medições realizadas na casa após a obra, é possível perceber que a área total construída foi consideravelmente aumentada em relação ao projeto inicial, o qual concebia uma edificação de 102,88 m². Portanto, a área efetivamente construída praticamente do-

brou de tamanho em relação ao planejado. Além disso, o porão construído não constava no desenho arquitetônico preliminar.

Figura 4 – Planta baixa atualizada da edificação



Fonte: Autoras, 2019.

12.3.2. Análise das patologias identificadas

Durante este estudo, a obra, apenas parcialmente concluída, encontrava-se pausada. Segundo o proprietário, patologias construtivas puderam ser observadas a partir do primeiro mês após a entrega da obra. Além disso, ele relatou a ocorrência de falhas, durante a construção, que geraram retrabalho. Dessa forma, houve descumprimento do prazo de finalização acordado entre o construtor e o proprietário e um aumento expressivo no orçamento inicial apresentado.

O fato de as patologias surgirem em curto prazo causou, além de incômodo para o proprietário, a preocupação com a segurança da estrutura da casa. Apesar de alguns desses defeitos já terem sido reparados, outros ainda permanecem sem solução. Conforme declarado na entre-

vista, as patologias que causaram maior incômodo aos moradores estavam relacionadas à falha no caimento de água dos banheiros, à utilização de madeira verde e ao projeto de iluminação.

a. *Caimento de água do piso do banheiro*

Uma das patologias identificadas foi o caimento de água do piso do banheiro, que é revestido por peças cerâmicas. De acordo com as Figuras 5 e 6, é possível observar a presença de água acumulada atrás do vaso sanitário. Na Figura 5, nota-se a presença de espuma atrás do da peça sanitária, o que evidencia a dificuldade de retirada da água no processo de lavagem do banheiro, uma vez que o ralo interno se encontra do lado oposto.

Figura 5 – Água e espuma acumulada atrás do vaso sanitário durante limpeza do banheiro



Fonte: Autoras, 2019

Figura 6 – Vista panorâmica do banheiro



Fonte: Autoras, 2019

A patologia associada à água empoçada em cômodos como o banheiro é provocada por erros na fase de nivelamento do piso ou na instalação das peças cerâmicas. Para evitar esse tipo de falha, a NBR 13753 (ABNT, 1996) recomenda limites para o caimento do piso, que deve ser de no mínimo 0.5% e no máximo 1.5% em direção ao ralo ou à porta de saída.

Conforme medições efetuadas no cômodo, o caimento empregue no banheiro em questão é de 1% e está direcionado para parte posterior do vaso sanitário. Para reparar esta patologia, é necessária a remoção do piso, recomposição do nivelamento de acordo com as especificações da NBR 13753 (ABNT, 1996) e reinstalação das peças cerâmicas. Além dos custos com mão de obra e materiais, a execução do reparo levará tempo e dificilmente será possível reutilizar as peças cerâmicas retiradas, uma vez que elas normalmente se quebram no procedimento de remoção.

b. Utilização de madeira verde

Outra patologia identificada na edificação em estudo tem relação com a madeira utilizada no assoalho. De acordo com o proprietário, o material foi adquirido como madeira de demolição. Entretanto, ainda segundo o proprietário, parte dele foi extraviada pelo construtor, sendo utilizada em seu lugar madeira do tipo Eucalipto, comprada diretamente de madeireiras. Supostamente o material já viria tratado; no entanto, foi observada a utilização de madeira verde e sem o tratamento adequado.

A madeira utilizada no entorno da casa (Figura 7) apresentou um empenamento de cerca de 3 centímetros em relação à sua posição inicial. Segundo o proprietário, o empenamento foi verificado durante o verão de 2019, dada a ocorrência de dias chuvosos e altas temperaturas.

Figura 7 – Madeira empenada no entorno da casa

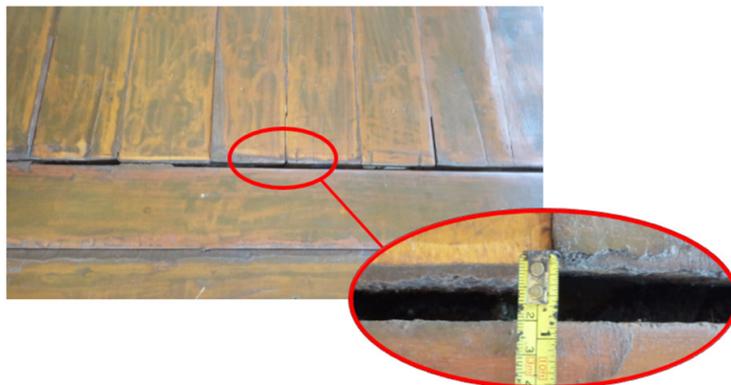


Fonte: Autoras, 2019

Segundo Oliveira, Tomazello Filho e Fiedler (2010), a variação no teor de umidade da madeira provoca fenômenos de expansão e de retração. Dessa forma, quando as peças de madeira não conseguem expandir ou retrair sem impedimento físico, surgem fissuras e empenamento (CRUZ & AGUIAR, 2009).

Parte do assoalho da varanda da casa apresentou frestas com aproximadamente 2 cm de largura causadas pelo empenamento da madeira (Figura 8). Na Figura 8, também é possível observar que o deslocamento da madeira causou o descolamento da resina utilizada como rejunte, provocando o aparecimento de fendas entre as peças.

Figura 8 – Fresta no assoalho de madeira da varanda.



Fonte: Autoras, 2019.

Situações equivalentes às identificadas na edificação estudada são geralmente associadas a casos em que a madeira é assentada ainda verde ou sua secagem é feita no momento de realizar o serviço (CRUZ, 2001). Quando o material utilizado é proveniente de demolição ou possui o tratamento de secagem adequado, o teor de umidade ótimo é obtido, e as variações de dimensões, quando a peça se encontra em uso, não são significativas.

É possível indicar que em ambas as situações anteriormente mencionadas (Figuras 7 e 8), a patologia associada à madeira não está relacionada a riscos estruturais; entretanto, há problemas funcionais e riscos para a segurança dos usuários da edificação, uma vez que podem ocorrer acidentes em virtude do desnível do piso. Além disso, as frestas formadas entre as peças de madeira podem favorecer o aparecimento de animais ou a proliferação de pragas, além de comprometer a estética da edificação. Para corrigir essa patologia, o aconselhável é retirar a madeira instalada e substituí-la por outro material adequadamente tratado e apropriado para o uso pretendido.

c. Projeto de iluminação

Uma situação patológica foi identificada no projeto de iluminação da residência, a falha na funcionalidade da disposição dos interruptores conectados às lâmpadas de cada cômodo.

A norma brasileira NBR 5410 (2004) estabelece que cada cômodo de uma edificação deve possuir seu próprio interruptor conectado à lâmpada presente nesse ambiente. Para maior conforto, comumente os interruptores são instalados ao lado da porta de acesso de cada cômodo. Em locais maiores que possuem mais portas de acesso, recomenda-se instalar um interruptor em cada uma das entradas principais. Entende-se ainda que um mesmo interruptor pode estar conectado a mais de uma lâmpada, desde que todas estejam em concordância entre si.

Ao analisar a configuração de iluminação adotada na edificação estudada, é possível observar que as recomendações da NBR 5410 (2004) não foram respeitadas pelo construtor. O Quadro 1 apresenta a relação das lâmpadas e seus interruptores, bem como o cômodo em que estes estão localizados.

Quadro 1 – Relação de lâmpadas e interruptores por cômodo

Interruptor	Cômodo do interruptor	Número de lâmpadas	Cômodo das lâmpadas
1	Corredor de entrada	1	Cozinha
		2	Hall
		6	Externas (ao redor da casa)
2	Banheiro 1	2	Banheiro 1
3	Área de serviço	1	Área de serviço
4	Sala	1	Sala
		1	Corredor
5	Banheiro 2	2	Banheiro 2
6	Quarto 1	1	Quarto 1
7	Quarto 2	1	Quarto 2
8	Porão	2	Porão
9	Adega	1	Adega

Fonte: Autoras, 2019.

Como pode ser observado na tabela, o sistema 1 é composto por uma grande quantidade de lâmpadas que são comandadas por apenas um interruptor, localizado no corredor da entrada principal. Segundo as recomendações da NBR 5410 (2004), seria conveniente que esse sistema estivesse subdividido em três sistemas distintos: (i) um sistema ligado à iluminação das arandelas externas, com dois interruptores (um em cada uma das duas entradas/saídas principais da casa); (ii) um sistema exclusivo para a iluminação da cozinha, preferencialmente com um interruptor localizado próximo a cada porta de acesso a esse cômodo; e (iii) um sistema específico para a iluminação da sala e do *hall*, com interruptores localizados próximos à entrada da varanda, da cozinha e do *hall*, que são os locais de acesso com maior frequência de passagem. Nesse último caso, também seria possível dividir o sistema, adotando-se interruptores específicos para cada cômodo (*sala e hall*).

O sistema quatro também apresenta um problema quanto à disposição do interruptor do corredor, que não se encontra nesse mesmo cômodo, mas sim na sala. Nesse caso, o ideal seria adotar dois interruptores para a lâmpada do corredor, localizados preferencialmente um em cada acesso a esse cômodo.

Embora esse não seja um problema que comprometa a estrutura da edificação, a funcionalidade da casa e o conforto dos usuários são afetados. O desconforto ocasionado pela necessidade de caminhar por cômodos extensos para encontrar os interruptores reduz a praticidade e qualidade da edificação. Além disso, os usuários da residência estão sujeitos a sofrer quedas ou outros acidentes em decorrência da falta de iluminação dos cômodos quando necessário.

12.3.3. Análise da execução do projeto, orçamento e planejamento final

Em entrevista com o proprietário da residência, foi possível confirmar a ausência de profissionais qualificados nas etapas de execução da obra. Quando questionado sobre a escolha do construtor e sua equipe de

trabalho, o proprietário, que é leigo no assunto construção civil, declarou ter visto um projeto executado pelo construtor que aparentemente apresentava um excelente padrão de qualidade. Não houve, portanto, uma análise especializada para a escolha do profissional responsável pela obra.

Com relação às garantias quanto à qualidade e segurança, o proprietário afirmou que o construtor assegurou o bom funcionamento da edificação. Entretanto, a garantia teria sido apenas verbal, o que prejudica o proprietário, uma vez que, sem uma comprovação por escrito, não se pode ter o amparo da lei para garantir a boa execução da obra.

Quando questionado se a obra contou com contratos, plantas e projetos, o proprietário declarou que não havia, relando a existência apenas de um projeto arquitetônico. Assim, o dimensionamento das estruturas foi feito pelo pedreiro durante a obra, o que evidencia a ausência de planejamento de execução. Essa é uma possível justificativa para as incoerências no cronograma. Ainda segundo o proprietário, o orçamento inicial da obra era de R\$ 900,00/m², o que totalizaria R\$ 92.592,00. No entanto, o proprietário declarou que o investimento total foi de aproximadamente R\$ 205.000,00. Portanto, o custo da obra apresentou um aumento de cerca de 220% em relação a seu orçamento inicial.

De acordo com o cronograma, estabelecido apenas de forma verbal, a entrega da obra finalizada ocorreria em abril de 2015. Entretanto, a casa foi entregue três anos e três meses após a data inicialmente estipulada. Esse acréscimo de tempo pode ser associado a problemas como mudanças no projeto e necessidade de reparo de sistemas mal executados.

Um exemplo de reparo necessário citado pelo proprietário foi a execução no local incorreto do vão da porta de acesso à área de serviço. Como foi instalado inicialmente do lado oposto ao lado planejado, houve a necessidade de quebrar a parede para refazê-lo. A falta de comprometimento do construtor quanto aos prazos também colaborou para o atraso da obra. Já o alto custo final da obra pode ser atribuído, segundo o proprietário, à perda e extravio de material do canteiro e ao atraso na execução dos processos.

Os transtornos citados podem ser associados não apenas a deficiências de projeto e planejamento, mas também à cultura da autoconstrução, que dispensa a presença de um profissional de engenharia na gestão e fiscalização da obra. Comumente, o engenheiro ou engenheira civil atua para promover de maneira eficiente as adequações necessárias em caso de alterações na área construída, no cronograma e no orçamento inicial. Além disso, esse profissional é responsável tanto pelas movimentações de materiais e equipamentos quanto pelos profissionais no canteiro, de forma a garantir que o projeto seja cumprido corretamente.

Por fim, questionado a respeito de sua satisfação com o resultado da obra, o proprietário reiterou os transtornos decorrentes da autoconstrução. Quando perguntado se voltaria a construir do mesmo modo, afirmou que não executaria outra obra sem a presença de um engenheiro ou engenheira durante todas as fases da construção.

12.4. Conclusão

A partir do estudo de caso realizado, foi possível identificar as implicações da não contratação de um profissional capacitado, como um engenheiro ou engenheira civil ou arquiteto ou arquiteta, na construção de uma edificação, destacando-se a importância da presença desse ou dessa profissional desde a etapa de planejamento até a entrega da obra.

O caso analisado mostrou que, além dos danos técnicos, o prejuízo financeiro das autoconstruções pode ser significativo, já que a edificação em estudo teve seu valor final acrescido em mais de 200% em relação ao orçamento inicial. Essa incoerência foi atribuída à falta de planejamento e de garantias de qualidade na execução da obra, fatores que seriam assegurados na contratação formal de um engenheiro ou engenheira civil.

Além disso, é importante destacar o desgaste emocional sofrido pelo proprietário da casa, que afirmou que não voltaria a utilizar o método de autoconstrução. Ressalta-se que a maioria das complicações observadas poderiam ser evitadas se a população fosse conscientizada sobre a

importância da contratação de profissionais especializados, o que normalmente acaba representando um investimento total muito aquém do custo final de uma obra autoconstruída. Além do aspecto financeiro, outras consequências da autoconstrução estão relacionadas a questões de segurança, conforto e qualidade de vida dos moradores.

Referências

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753 Revestimento de piso interno ou externo com placas de cerâmicas e com utilização de argamassa colante- Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 5410 Instalações Elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Lei Federal no 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 1966. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5194.htm>. Acesso em: 22 dez. 2020.

CAU-BR – CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. O Maior Diagnóstico Sobre Arquitetura e Urbanismo feita No Brasil. Cau-BR/Data Folha. 2015. Disponível em: <<https://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/>>. Acesso em: 20 de jun. 2020.

CRUZ, H. Patologia, avaliação e conservação de estruturas de madeira. In: CURSO LIVRE INTERNACIONAL DE PATRIMÔNIO, 2., 2001. Anais... Lisboa: Forum UNESCO, 2001. Disponível em: <<http://www.mkmouse.com.br/livros/patologiaaavaliacaoconservacaodeestruturasdemadeiras-HelenaCruz.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

CRUZ, H. M. A.; AGUIAR, J. B. de. Patologias em pavimentos e cobertura de edifícios. PATORREB, p. 409-414, 2009. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/55613294.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

MANSUR, R. Oito em cada dez não contratam engenheiro para obra ou reforma. O Tempo. 2015. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/cidades/oito-em-cada-dez-n%C3%A3o-contratam-engenheiro-para-obra-ou-reforma-1.1150673>>. Acesso em: 1 maio 2019.

MARICATO, Ermínia. Por um novo enfoque teórico na pesquisa sobre habitação. Cadernos Metrópole., n. 21, 2009.

MARINHO, J. L. A. Gerenciamento da construção civil: reflexões sobre sustentabilidade, planejamento e controle de obras. Curitiba: Multideia, 2017. 174 p.

MORAES, A. P. de. Limites e potencialidades da assistência técnica pública e gratuita para projeto, construção e melhoria da habitação popular na cidade de Viçosa, MG. 2012. 198 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia; Saneamento Ambiental) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

OLIVEIRA, J. T. da S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de Eucalyptus. Revista Árvore, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 929-936, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622010000500018&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 22 dez. 2020.

PEURIFOY, R. L. et al. Planejamento, equipamentos e métodos para a construção civil. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

SÁ, W.L.F. de. Autoconstrução na cidade informal: relações com a política habitacional e formas de financiamento. 2009. 169 f. Dissertação (Mes-

trado em Desenvolvimento Urbano) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Júlia Castro Mendes é doutora e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Graduou-se na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde atualmente é professora no Departamento de Construção Civil. Foi professora do Departamento de Engenharia Civil da UFOP entre 2017 e 2023. É Docente Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFOP (PROPEC/UFOP) e da UFJF (PEC/UFJF). Coordenadora do CIDENG - Grupo de Pesquisa em Ciência de Dados aplicada à Engenharia. Representante brasileira da WREN - Women's Research Engineers Network e representante da UFJF da Living Lab Biobased Brazil. Coordenou, em colaboração com outros professores, os projetos de extensão Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Ouro Preto e Projeto Labor (consultoria de empreendedorismo). Tem experiência na área de IA aplicada à materiais de construção, materiais e técnicas construtivas sustentáveis, gestão de obras e eficiência energética.

André Luís Silva possui graduação na Universidade Federal de Viçosa (UFV), mestrado e doutorado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com período de doutorado-sanduiche na Université de Montreal (Canadá). Fez estágio de pós doutoramento na Universidade de Brasília (UnB) e está realizando estágio de pós doutoramento na Unesp (campus Bauru). Atuou no Ministério dos Direitos Humanos e Cidadania do Governo Federal. É professor no Departamento de Engenharia de Produção, Administração e Economia na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP); membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPEGP-UFOP); coordenador do projeto de extensão em empreendedorismo universitário LABOR; gestor no Centro de Referência em Incubação de Empresas e Projetos de Ouro Preto-Incultec, onde desenvolve pesquisas na área de empreendedorismo.

Jéssica Alessandra Santos Brito é doutora (2022) e mestre (2017) em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com ênfase em Gestão de Operações e Logística. Graduada em Engenharia de Produção (2013) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), possui experiência diversificada em gestão de projetos, melhoria de processos, ensino e consultoria. Atuou como Analista de Planejamento Industrial na Bio Extratus Cosméticos Naturais, professora substituta no Departamento de Engenharia de Produção da UFOP e professora assistente nos departamentos de Gestão e Engenharia do Centro Universitário Belo Horizonte (UniBH). Além disso, desempenhou a função de Analista Técnica no Sebrae Minas, colaborando no desenvolvimento de soluções para micro e pequenas empresas. Atualmente, é Especialista em Projetos Operacionais na Flash Global.

Este livro foi desenvolvido com as fontes Berkeley
Oldstyle e Pill Gothic, conforme Projeto Gráfico
aprovado pela Diretoria da Editora UFOP.



editora **UFOP**

