

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

GUILHERME FELIPE SCHALLENBERGER SCHAURICH

**DIAGNÓSTICO DAS PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO, CONTROLE E
ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO EM CANTEIROS DE OBRAS
LOCALIZADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2020

GUILHERME FELIPE SCHALLENBERGER SCHAURICH

**DIAGNÓSTICO DAS PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO, CONTROLE E
ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO EM CANTEIROS DE OBRAS
LOCALIZADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA**

**Diagnosis of the practices of production planning, control and monitoring in
construction sites located in the Metropolitan Area of Curitiba**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto

CURITIBA

2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es).

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Schaurich, Guilherme Felipe Schallenger

Diagnóstico das práticas de planejamento, controle e acompanhamento da produção em canteiros de obras localizados na região metropolitana de Curitiba [recurso eletrônico] / Guilherme Felipe Schallenger Schaurich. -- 2020.

1 arquivo texto (160 f.): PDF; 1,68 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.

Título extraído da tela de título (visualizado em 11 ago 2020).

Texto em português com resumo em inglês.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2020.

Bibliografia: f. 134-151.

1. Engenharia civil - Dissertações. 2. Canteiro de obras - Curitiba (PR). 3. Controle de produção - Construção. 4. Planejamento I. Iarozinski Neto, Alfredo, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, inst. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 624

Biblioteca Ecoville da UTFPR, Câmpus Curitiba
Bibliotecária: Lucia Ferreira Littiere - CRB 9/1271
Aluna de Biblioteconomia: Josiane Mangueira

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 202

A Dissertação de Mestrado intitulada: **Diagnóstico das Práticas de Planejamento, Controle e Acompanhamento da Produção em Canteiros de Obras Localizados na Região Metropolitana de Curitiba**, defendida em sessão pública pelo Candidato **Guilherme Felipe Schallenberger Schaurich**, no dia 23 de junho de 2020, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Construção Civil, linha de pesquisa: Sistemas de Produção, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto - Presidente - UTFPR

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano - UTFPR

Prof. Ph.D. Guilherme Ernani Vieira - UFSC

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, **23 de junho de 2020**.

RESUMO

SCHAURICH, Guilherme Felipe Schallenberger. **Diagnóstico das práticas de planejamento, controle e acompanhamento da produção em canteiros de obras localizados na Região Metropolitana de Curitiba**. 2020. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

Os processos de planejamento, controle e acompanhamento da produção possuem um papel fundamental no desempenho da construção civil. Mesmo assim, as empresas do setor focam suas ações no empreendimento como um todo, sem dar a devida atenção à produção. Tendo isso em vista, este estudo buscou fazer um diagnóstico das práticas de planejamento, controle e acompanhamento da produção dentro de canteiros de obras da Região Metropolitana de Curitiba. Inicialmente foi desenvolvida uma análise bibliométrica sobre o tema, com o objetivo de se identificar estudos relevantes nesta área que pudessem então ser utilizados como fundamentação teórica e, posteriormente, para comparação dos resultados encontrados nesta pesquisa. Após a realização da análise bibliométrica e da fundamentação teórica, foi realizada uma pesquisa aplicada, descritiva e de natureza quantitativa com o objetivo de entender melhor como é realizada na prática a gestão dos processos construtivos. Utilizando um questionário estruturado com escala de diferencial semântico, foram coletados dados de profissionais que atuassem em canteiros de obras. A partir dos dados coletados, foram realizadas análises técnicas de estatística descritiva e de correlação. Os resultados foram então expressos na forma de tabelas com descritivos estatísticos, histogramas, gráficos *boxplot* e planilhas com coeficientes de correlação de *Spearman*. Foi possível observar então o panorama das práticas de gestão da produção dentro dos canteiros de obras, com tanto o planejamento quanto o controle e acompanhamento da produção apresentando resultados semelhantes de desenvolvimento nas empresas avaliadas. Quanto à correlação dessas práticas com as demais, ficou claro que o controle e acompanhamento possui maior associação com os demais fatores presentes na gestão da produção, enquanto o planejamento é realizado de maneira mais isolada das demais características da produção da construção civil.

Palavras-chave: Planejamento. Controle e Acompanhamento. Produção. Gestão. Construção Civil. Canteiro de Obras.

ABSTRACT

SCHAURICH, Guilherme Felipe Schallenberger. **Diagnosis of the practices of production planning, control and monitoring in construction sites located in the Metropolitan Area of Curitiba.** 2020. 158 p. Dissertation (Master Degree in Civil Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2020.

The production planning, control and monitoring play a fundamental role in the performance of civil construction. Even so, companies in the sector focus their actions on the enterprise as a whole, without paying due attention to production itself. In view of this, this study sought to make a diagnosis of the practices of planning, control and monitoring of production within construction sites in the Metropolitan Region of Curitiba. Initially, a bibliometric analysis was developed on the subject, with the objective of identifying relevant studies in this area that could then be used as a theoretical foundation and, later, to compare the results found in this research. After carrying out the bibliometric analysis and the theoretical foundation, an applied, descriptive and quantitative research was carried out in order to better understand how the management of construction processes is carried out in practice. Using a structured questionnaire with a semantic differential scale, data were collected from professionals working on construction sites. From the data collected, technical analyzes of descriptive statistics and correlation were performed. The results were then expressed in the form of tables with statistical descriptors, histograms, boxplot charts and spreadsheets with Spearman's correlation coefficients. It was then possible to observe the panorama of production management practices within construction sites, with both planning and control and monitoring of production showing similar results of development in the companies evaluated. As for the correlation of these practices with the others, it was clear that the control and monitoring has a greater association with the other factors present in the production management, while the planning is carried out in a more isolated way from the other characteristics of the civil construction production.

Keywords: Planning. Control and Monitoring. Production. Management. Construction. Construction site.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipo de documento das publicações analisadas	21
Figura 2 – Autores com maior número de publicações sobre o tema	22
Figura 3 – Centros de pesquisa com maior número de publicações sobre o tema ...	22
Figura 4 – Países com maior número de publicações sobre o tema	23
Figura 5 – Número de publicações por ano	23
Figura 6 – Etapas da pesquisa	48
Figura 7 – Cargo ocupado pelo entrevistado.....	58
Figura 8 – Setor de atuação do entrevistado.....	59
Figura 9 – Tempo de atuação na empresa	60
Figura 10 – Idade da empresa	61
Figura 11 – Porte da empresa	62
Figura 12 – Tipo de constituição da empresa.....	63
Figura 13 – Tipo de administração da empresa	64
Figura 14 – Gráfico <i>boxplot</i> dos dados de planejamento e gestão da produção.....	65
Figura 15 – Histograma do grau de utilização de CIPA/PCMAT ou outros requisitos exigidos pelo Ministério da Economia	67
Figura 16 – Histograma sobre a determinação de metas de produção semanais/mensais.....	67
Figura 17 – Histograma do grau de verificação dos pré-requisitos das atividades executivas antes de seu início.....	68
Figura 18 – Histograma do grau de utilização de elementos pré-fabricados/componentes industrializados.....	69
Figura 19 – Histograma do grau de busca pela diminuição de interdependências entre processos.....	70
Figura 20 – Histograma do grau de busca de boas práticas em outras empresas (<i>benchmarking</i>)	70
Figura 21 – Histograma do grau de utilização de planejamento a longo prazo.....	72
Figura 22 – Histograma do grau de utilização de planejamento a médio prazo.....	72
Figura 23 – Histograma do grau de utilização de planejamento a curto prazo.....	73
Figura 24 – Histograma do grau de controle e atualização do planejamento.....	73
Figura 25 – Gráfico <i>boxplot</i> dos dados de controle e acompanhamento da produção	74
Figura 26 – Histograma do grau de conferência dos serviços executados	76
Figura 27 – Histograma da frequência de realização de treinamentos da mão de obra	77
Figura 28 – Histograma do grau de realização de análises estruturadas e periódicas das atividades	78
Figura 29 – Histograma do grau de análises sistemáticas das atividades que podem ser modificadas	79

Figura 30 – Histograma da frequência de contato de engenheiros e arquitetos com os funcionários da obra	80
Figura 31 – Histograma da frequência de manutenção das máquinas, equipamentos e ferramentas	81
Figura 32 – Histograma da frequência de verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas	81
Figura 33 – Histograma da frequência dos relatórios sobre o desenvolvimento das atividades realizadas na obra.....	82
Figura 34 – Histograma da frequência do acompanhamento referente ao retrabalho na execução da obra.....	83
Figura 35 – Histograma da quantidade de indicadores de desempenho utilizados na obra	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise estatística dos dados de planejamento e gestão da produção ...	66
Tabela 2 – Análise estatística dos dados de controle e acompanhamento da produção	75
Tabela 3 – Síntese das correlações das características de planejamento e gestão da produção	86
Tabela 4 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis dos clientes	87
Tabela 5 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis dos terceirizados	89
Tabela 6 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de fornecedores de matéria-prima	90
Tabela 7 – Intercorrelação entre as variáveis de planejamento	92
Tabela 8 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de orçamento (parte 1).....	93
Tabela 9 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de orçamento (parte 2).....	94
Tabela 10 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de gestão de chão de obra	95
Tabela 11 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de controle e acompanhamento	97
Tabela 12 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de <i>layout</i> do canteiro de obras.....	98
Tabela 13 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de pós-obra	100
Tabela 14 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de sustentabilidade	101
Tabela 15 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de métodos e ferramentas (parte 1).....	102
Tabela 16 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de métodos e ferramentas (parte 2).....	103
Tabela 17 – Síntese das correlações das características de controle e acompanhamento da produção.....	104
Tabela 18 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis dos clientes	106
Tabela 19 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis dos fornecedores de serviços terceirizados	108
Tabela 20 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis dos fornecedores de matéria-prima.....	110
Tabela 21 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de planejamento.....	111
Tabela 22 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de orçamento (parte 1).....	113

Tabela 23 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de orçamento (parte 2).....	114
Tabela 24 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de gestão de chão de obra.....	116
Tabela 25 – Intercorrelação entre as variáveis de controle e acompanhamento	117
Tabela 26 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de <i>layout</i> do canteiro de obras	119
Tabela 27 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de pós-obra	120
Tabela 28 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de sustentabilidade	122
Tabela 29 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de métodos e ferramentas (parte 1)	123
Tabela 30 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de métodos e ferramentas (parte 2)	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Área de estudo, assunto e tema da pesquisa	20
Quadro 2 – <i>String</i> de busca utilizada	20
Quadro 3 – Publicações mais relevantes para a pesquisa.....	24
Quadro 4 – Escala de intensidade adotada no questionário	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM: *Building Information Modeling*

CAD: *Computer Aided Design*

CIPA: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CPM: *Critical Path Method*

EIRELI: Empresa Individual de Responsabilidade Limitada

EPC: Equipamentos de Proteção Coletiva

EPI: Equipamentos de Proteção Individual

ERP: *Enterprise Resource Planning*

JIT: *Just In Time*

LPS: *Last Planner System*

NIGEC: Núcleo de Inovação e Gestão da Construção

PCMAT: Plano de Condições e Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

PCP: Planejamento e Controle da Produção

PDCA: *Plan, Do, Check, Act*

PIB: Produto Interno Bruto

PPC: Percentual Planejado Concluído

SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*

TPS: *Toyota Production System*

TQC: *Total Quality Control*

UTFPR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

VM: *Visual Management*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTO DO PROBLEMA.....	15
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	16
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA	17
1.5 QUESTÕES ORIENTADORAS	17
1.6 JUSTIFICATIVA.....	18
1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	19
2.1.1 Busca na base bibliográfica.....	19
2.1.2 Análise das características das publicações.....	21
2.1.3 Análise das principais publicações	24
2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.2.1 Planejamento e controle da produção na construção civil.....	28
2.2.1.1 <i>Lean Construction</i>	31
2.2.1.2 <i>Last Planner System</i>	33
2.2.2 Características da produção na construção civil.....	36
3 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	47
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	47
3.2 MÉTODO DE PROCEDIMENTO TÉCNICO	47
3.3 ETAPAS DA PESQUISA.....	48
3.4 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	49
3.5 PLANEJAMENTO DA COLETA DE DADOS	49
3.5.1 Desenvolvimento do instrumento de coleta de dados.....	50
3.5.2 Mensuração e escalas do questionário.....	52
3.5.3 Definição do público alvo	53
3.5.4 Seleção do método e estrutura de amostragem	53
3.5.5 Determinação do tamanho da amostra	54
3.6 ANÁLISE DOS DADOS	54
3.6.1 Estatística descritiva	54
3.6.2 Análise de correlação de <i>Spearman</i>	55
4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	57
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	57
4.1.1 Perfil dos profissionais entrevistados.....	57
4.1.2 Perfil das empresas nas quais os entrevistados atuam	60

4.2 ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS	64
4.2.1 Planejamento e gestão da produção	65
4.2.2 Controle e acompanhamento da produção	74
4.3 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DOS DADOS	84
4.3.1 Planejamento e gestão da produção	85
4.3.1.1 Correlação com as características dos clientes	86
4.3.1.2 Correlação com as características dos fornecedores de serviços terceirizados	88
4.3.1.3 Correlação com as características dos fornecedores de matéria-prima	89
4.3.1.4 Intercorrelação entre as características de planejamento	91
4.3.1.5 Correlação com as características de orçamento	92
4.3.1.6 Correlação com as características de gestão de chão de obra	94
4.3.1.7 Correlação com as características de controle e acompanhamento	96
4.3.1.8 Correlação com as características de <i>layout</i> do canteiro de obras	97
4.3.1.9 Correlação com as características de pós-obra	99
4.3.1.10 Correlação com as características de sustentabilidade	100
4.3.1.11 Correlação com as características de métodos e ferramentas	102
4.3.2 Controle e acompanhamento da produção	104
4.3.2.1 Correlação com as características dos clientes	105
4.3.2.2 Correlação com as características dos fornecedores de serviços terceirizados	106
4.3.2.3 Correlação com as características dos fornecedores de matéria-prima	108
4.3.2.4 Correlação com as características de planejamento	110
4.3.2.5 Correlação com as características de orçamento	111
4.3.2.6 Correlação com as características de gestão de chão de obra	114
4.3.2.7 Intercorrelação entre as características de controle e acompanhamento	116
4.3.2.8 Correlação com as características de <i>layout</i> do canteiro de obras	118
4.3.2.9 Correlação com as características de pós-obra	119
4.3.2.10 Correlação com as características de sustentabilidade	121
4.3.2.11 Correlação com as características de métodos e ferramentas	122
4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	125
5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
5.1 CONCLUSÕES	129
5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	130
5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	131
REFERÊNCIAS	132

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil no Brasil é atrasada tecnologicamente, adota mão-de-obra com pouca especialização e apresenta elevado desperdício de material e outros recursos. Além disso, o gerenciamento de obras no Brasil é feito de forma intuitiva e improvisada, o que gera altos índices de desperdício e baixa qualidade dos processos construtivos (ARANTES, 2008; SOUZA; CABETTE, 2014).

A indústria da construção civil também é criticada em relação aos seus processos organizacionais de planejamento, execução, controle dos processos de produção. Esses problemas são apontados como a principal causa dos altos custos de produção e manutenção das edificações e geradores de insatisfação dos usuários com o produto final. Esses fatores contribuem para formação de uma péssima imagem da indústria perante a sociedade, investidores, clientes e usuários de seus produtos (LANNES JUNIOR; FARIAS FILHO, 2004).

A produtividade do trabalho no Brasil se mostra muito ineficaz quando se compara com outros países, sejam eles desenvolvidos ou em desenvolvimento. Corresponde a menos de um quinto da produtividade dos Estados Unidos, um quarto da Alemanha e pouco menos de um terço da Coreia do Sul. Quando comparadas a países emergentes como México, Argentina e África do Sul, esses dados também se apresentam inferiores (CNI, 2014).

As empresas ligadas ao processo construtivo não priorizam a implementação de técnicas para melhoria contínua de produção. No processo construtivo há retrabalho, descumprimento de prazos, perdas e baixa produtividade. Portanto, para sobreviver, estas empresas devem perceber a importância da utilização de práticas de gestão, conhecendo os impactos positivos gerados mediante a adoção destas medidas (VIEIRA, 2006).

Formoso *et al.* (1999) e Bernardes (2001) concordam com a importância do processo de planejamento e controle da produção na gestão das empresas de construção civil, e adicionam ainda que o uso eficaz reflete em maior qualidade, produtividade e confiabilidade dos prazos dos empreendimentos.

Como mostrado por Formoso *et al.* (2001), o processo de planejamento e controle da produção na construção civil apresenta diversos problemas, tais como: falta de visão de processo, negligência da incerteza, informalidade, necessidade de mudanças comportamentais e reduzido impacto de computadores.

Uma das formas de se aumentar a eficiência no setor da construção civil é melhorar o processo de planejamento e controle da produção. É importante destacar que o planejamento e controle da produção na construção civil tem suas ações dirigidas ao controle do empreendimento, diferentemente das demais indústrias que focam mais nas unidades de produção (BALLARD; HOWELL, 1997).

1.1 CONTEXTO DO PROBLEMA

É perceptível nos últimos anos uma maior preocupação com os sistemas de planejamento e controle da construção. Apesar disso, com exceção dos sistemas de qualidade, que tiveram uma crescente utilização nos últimos anos, a maioria das empresas construtoras ainda não utilizam um sistema formal de gestão (GIACOMELLO, 2011; LIMMER, 2013).

A aplicação de novos conceitos, técnicas, procedimentos, métodos e processos acompanha a carência de que sejam efetuadas alterações no pensamento estratégico e na visão sistêmica do setor, encaminhando a implementação de tecnologias de informação que sejam capazes de permitir um ambiente integrado e produtivo. É fundamental que ocorra a conscientização da necessidade dessas mudanças de posição para planejar a transformação (VIEIRA, 2006).

Bernardes (2013) aponta a importância do processo de planejamento e controle da produção para o adequado desempenho do setor da construção civil, bem como a necessidade de explorá-lo para não ser apenas um resultado da geração de planos feitos através de um cronograma geral da obra.

Uma importante iniciativa de melhoria, com impactos práticos diretos, foi a adoção da *Lean Construction*. Desde o início dos anos 90, a *Lean Construction* evoluiu como uma nova maneira de gerenciar a construção com mais eficiência e eficácia. Diversas técnicas *Lean* foram adotadas na prática, com o objetivo de aprimorar o gerenciamento de projetos, eliminando desperdícios, melhorando a eficiência e a confiabilidade do planejamento, melhorando a produtividade e maximizando o valor. A prática *Lean* mais adotada é o *Last Planner System*, que tem sido demonstrado como sendo uma ferramenta extremamente útil na gestão dos processos construtivos (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014; BALLARD *et al.*, 2002).

Dentro do contexto apresentado, o presente trabalho tem como objetivo fazer

um diagnóstico das práticas de planejamento, controle e acompanhamento da produção em canteiros de obras, observando as características inerentes aos processos utilizados nas empresas.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Diversos autores destacam que a realização de um planejamento deficiente ou até mesmo a falta de planejamento é um dos maiores problemas nos canteiros de obras (ALARCÓN, 1997; BERNARDES; FORMOSO, 2002; KUREK *et al.*, 2005).

Diante desse panorama de uso inadequado de planejamento e da falta de conhecimento sobre a prática da gestão dos processos construtivos dentro de canteiros de obras, define-se a pergunta de pesquisa desse estudo como sendo: Quais as principais características de gestão da produção em canteiros de obras localizados na Região Metropolitana de Curitiba?

1.3 OBJETIVOS

A seguir estão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal desta pesquisa é realizar um diagnóstico das práticas de planejamento, controle e acompanhamento da produção em canteiros de obras localizados na Região Metropolitana de Curitiba.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Analisar as características dos processos de planejamento e controle da produção dentro de canteiros de obras;
- Verificar quais são os procedimentos gerenciais adotados pelas empresas construtoras da Região Metropolitana de Curitiba dentro dos canteiros de

obras;

- Estabelecer relações entre as diversas atividades realizadas dentro dos canteiros de obras observados;
- Verificar o panorama operacional das empresas da construção civil da Região Metropolitana de Curitiba.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A proposta do presente estudo é diagnosticar a gestão da produção da construção civil dentro de canteiros de obras da Região Metropolitana de Curitiba. Desse modo, a pesquisa está delimitada a canteiros de obras localizados dentro da cidade de Curitiba e região metropolitana. Outro ponto importante é que as características dos processos de gestão nos canteiros serão obtidas através dos relatos de profissionais de empresas que atuam na construção civil.

Quanto às características dos processos de gestão a serem analisadas, delimitou-se a pesquisa às práticas internas aos canteiros de obras, de modo a se obter um panorama da gestão da produção apenas internamente aos locais de obra.

1.5 QUESTÕES ORIENTADORAS

O presente trabalho busca responder as seguintes questões orientadoras:

- Quais são as características de planejamento e controle da produção presentes na prática construtiva da Região Metropolitana de Curitiba?
- Como são os procedimentos de gestão dentro de canteiros de obras na Região Metropolitana de Curitiba?
- De que modo as diferentes atividades realizadas dentro dos canteiros de obras se relacionam do ponto de vista gerencial?
- Qual o panorama operacional dos canteiros de obras localizados na Região Metropolitana de Curitiba?

1.6 JUSTIFICATIVA

O ato de planejar a produção de um empreendimento tem sido algo impactante e decisivo no processo de gestão de obras da construção civil. O mercado consumidor atual passou a ser mais exigente em relação aos produtos ofertados pelas construtoras, considerando tanto sua qualidade, quanto os prazos de entrega e os custos (RIBEIRO; ALMEIDA; ALBERTE, 2015).

Na execução de projetos de construção, as atividades nem sempre podem ser realizadas como planejadas, uma vez que a incerteza e a interdependência entre os serviços não são reconhecidas devidamente. Isso gera retrabalho e atrasos nos processos construtivos, prejudicando a produtividade do setor (BRADY *et al.*, 2018).

Bernardes (2013) indica a importância do processo de planejamento e controle da produção para o adequado desempenho do setor da construção civil, bem como a necessidade de explorá-lo para não ser apenas um resultado da geração de planos feitos através de um cronograma geral da obra. Entretanto, ainda existem lacunas nas pesquisas sobre as técnicas de planejamento e controle da produção e como elas são aplicadas em um projeto de construção (DAVE *et al.*, 2015).

Desse modo, torna-se necessário ampliar os estudos sobre o planejamento, controle e acompanhamento dos processos construtivos, de modo que seja possível entender como são e como devem ser gerenciadas as atividades de construção dentro de canteiros de obras.

1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho foi estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo introduz o assunto a ser abordado, contextualizando as características do tema estudado e apresentando os objetivos da pesquisa. O segundo capítulo traz uma análise bibliométrica do tema e a fundamentação teórica para o assunto em estudo. No terceiro capítulo são abordadas a classificação da pesquisa, suas etapas, o planejamento da coleta, a coleta e o método de análise dos dados. O capítulo quatro apresenta a análise e interpretação dos dados coletados, comparando-os com os dados de outras pesquisas. O capítulo cinco apresenta as conclusões obtidas, as limitações encontradas neste estudo e recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo de revisão bibliográfica está dividido em duas partes. Primeiramente é realizada uma análise bibliométrica sobre o tema de gestão da produção da construção civil em canteiros de obras, com posterior análise das principais publicações identificadas. Em seguida, é apresentada uma fundamentação teórica sobre os temas utilizados para a elaboração do presente trabalho.

2.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

A análise bibliométrica possui caráter quantitativo baseado na coleta, análise e interpretação de dados bibliográficos. A pesquisa bibliométrica permite a identificação de padrões de literatura ao detectar os periódicos mais publicados, autores mais citados, áreas mais relacionadas à problemática da pesquisa, etc. (JUNG, 2004).

As técnicas de bibliometria permitem ainda a contagem de artigos por país, por instituição e por autor, contagem de referências para medir o impacto de publicações na comunidade científica e contagem de citações repetidas em um mesmo artigo. A bibliometria fornece uma medida quantitativa e objetiva da produção científica realizada sobre o tema (OKUBO, 1997).

2.1.1 Busca na base bibliográfica

A pesquisa foi realizada na base de dados Scopus, por se tratar da maior base de dados de resumos e citações da literatura científica mundial e que oferece ferramentas inteligentes para rastrear, analisar e visualizar pesquisas científicas. A amostra resultante da pesquisa possibilita importar dados de interesse para o trabalho, como resumo, autores, instituições, países de referência, número de citações e outros (ELSEVIER, 2020).

Para que seja possível utilizar adequadamente a ferramenta de busca da Scopus, inicialmente é necessário que a área da pesquisa, o assunto e o tema sejam definidos. Essas informações estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Área de estudo, assunto e tema da pesquisa

Área de estudo	Engenharias; Gestão
Assunto	Planejamento, controle e acompanhamento da produção da construção civil em canteiros de obras
Tema	Gestão da produção

Fonte: Autoria própria (2020)

Definem-se então as palavras-chave e delimitações de busca para a pesquisa. Com a finalidade de melhorar a qualidade dos resultados, excluem-se os resultados publicados antes de 1985 e de áreas consideradas irrelevantes à pesquisa, como agricultura, artes, química e ciências da terra. Com essas informações, tem-se a *string* de busca relevante para a pesquisa, apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – String de busca utilizada

Palavras-chave	Gestão. Construção civil. Canteiro de obras. Planejamento, controle e acompanhamento da produção.
Delimitações de busca, utilizando a ferramenta <i>limit to</i> (limitar-se à)	<i>Subject area: Engineering; Business, Management and Accounting</i> <i>Document type: Article; Conference Paper; Book Chapter; Book</i> <i>Language: English; Portuguese</i>
String de busca	<i>TITLE-ABS-KEY ("site" OR "construction site") AND "construction industry" AND (("production" AND ("planning" OR "control" OR "monitoring")) OR "management")) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENGI") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "BUSI")) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "cp") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "ch") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "bk")) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO(LANGUAGE, "Portuguese")) AND (EXCLUDE (PUBYEAR, 1985) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1984) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1983) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1982) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1981) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1980) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1979) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1976)) AND (EXCLUDE (SUBJAREA, "AGRI") OR EXCLUDE (SUBJAREA, "ARTS") OR EXCLUDE (SUBJAREA, "CENG") OR EXCLUDE (SUBJAREA, "CHEM") OR EXCLUDE (SUBJAREA, "EART"))</i>

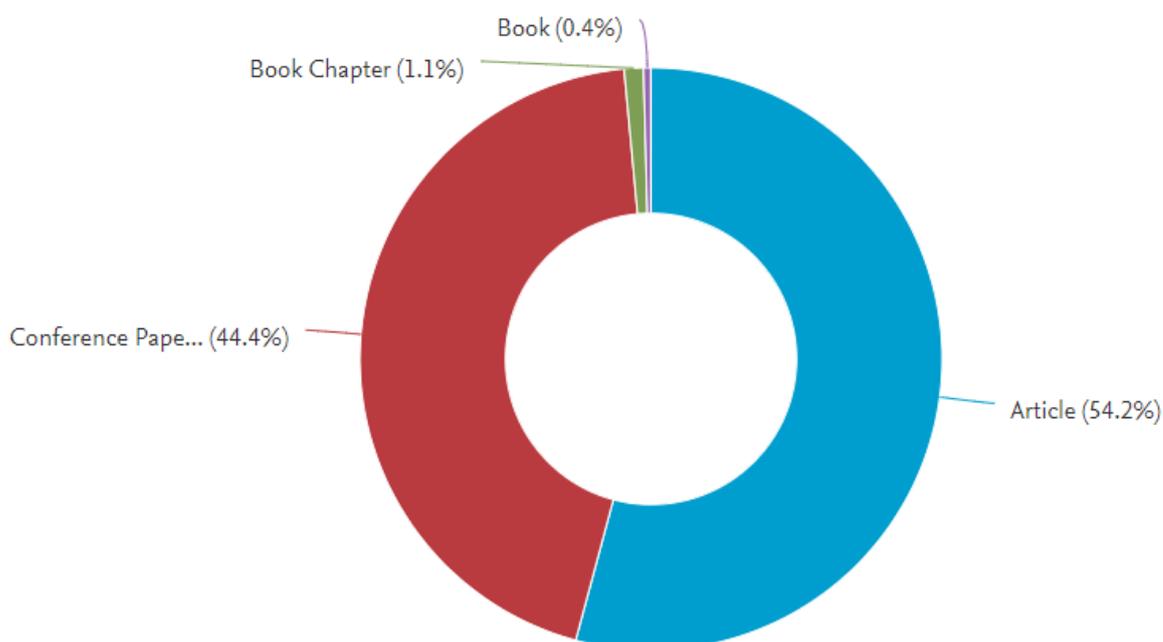
Fonte: Autoria própria (2020)

A partir da definição da *string* de busca a ser utilizada, realiza-se a busca na base de dados, analisam-se as características dos resultados encontrados utilizando a própria ferramenta de análise da Scopus e parte-se para a análise das publicações relevantes à pesquisa.

2.1.2 Análise das características das publicações

Utilizando a *string* de busca apresentada, foram obtidos como resultado 1937 documentos na base de dados da Scopus. Deste total, 1040 são artigos publicados em periódicos, 877 são artigos publicados em congressos, 14 são capítulos de livros e 6 são livros, conforme dados apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Tipo de documento das publicações analisadas



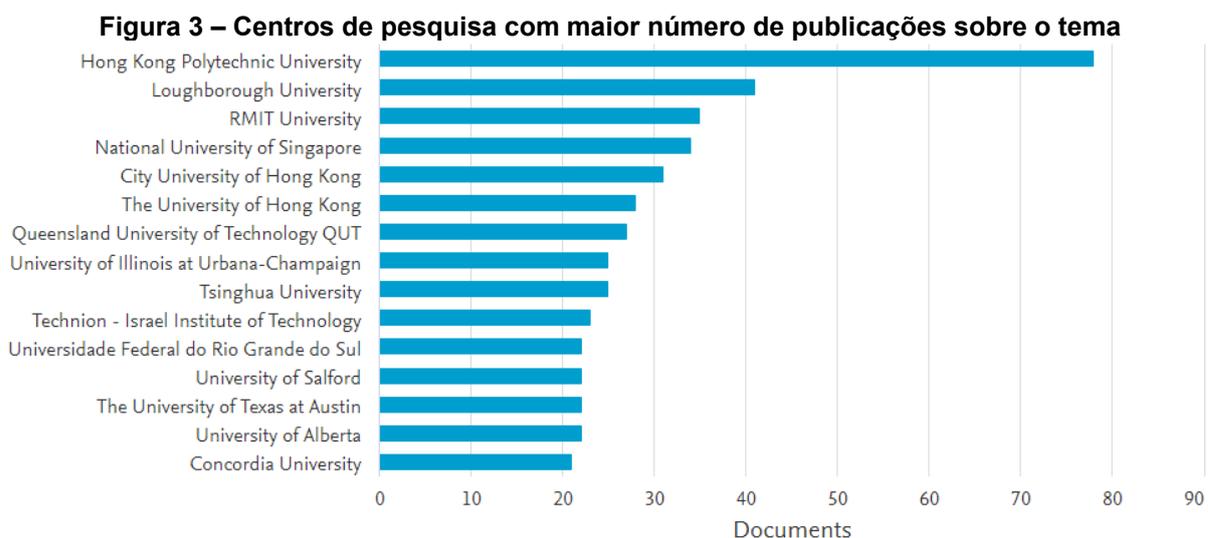
Fonte: Scopus (2020)

Quanto aos autores com maior número de publicações sobre o tema em questão, Heng Li de Hong Kong lidera com 19 documentos publicados, seguido pelo brasileiro Carlos Torres Formoso, com 16 documentos e pelo finlandês Lauri Koskela, com 14 documentos. Esses e outros autores expressivos em número de trabalhos sobre o tema estão apresentados na Figura 2.



Fonte: Scopus (2020)

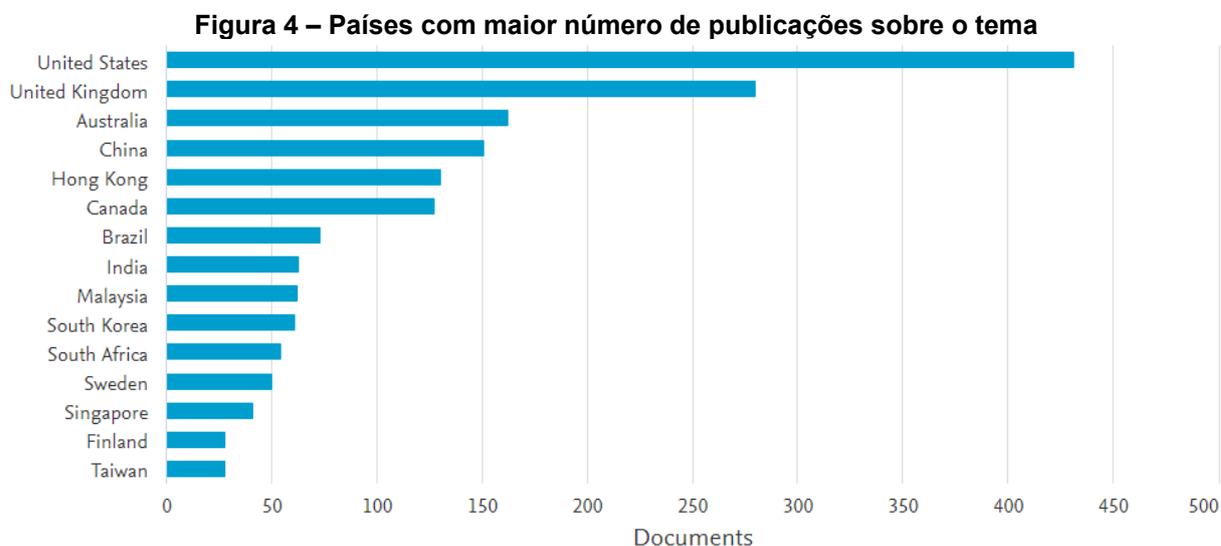
Em relação aos centros de pesquisa mais relevantes sobre o tema, a Universidade Politécnica de Hong Kong, liderada por Heng Li, desponta com 78 documentos publicados, seguida pela Universidade de Loughborough, com 41 publicações. A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, liderada por Carlos Torres Formoso, aparece em 11º, com 22 trabalhos. As instituições mais expressivas em número de trabalhos publicados estão apresentadas na Figura 3.



Fonte: Scopus (2020)

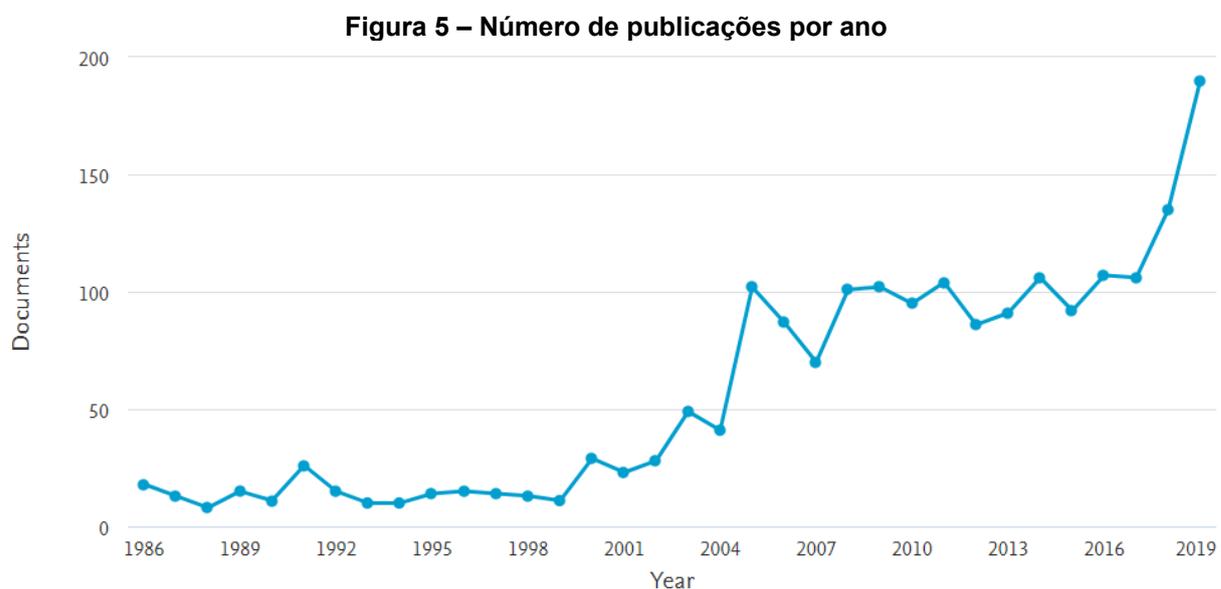
Quanto aos países com maior número de publicações, os Estados Unidos lideram com 431 trabalhos publicados, seguido pelo Reino Unido, com 280 publicações. O Brasil aparece em 7º, com 73 trabalhos. Os países mais relevantes

quanto ao número de publicações sobre o tema estão apresentados na Figura 4.



Fonte: Scopus (2020)

Analisando o número de publicações por ano, apresentado na Figura 5, percebe-se que o tema apresentou um aumento significativo no número de pesquisas nos últimos anos, saltando de 41 publicações em 2004 para 190 em 2019.



Fonte: Scopus (2020)

Vale a pena ressaltar que para a elaboração das Figuras 1 a 5 desconsideraram-se os resultados publicados em 2020, de modo a ter uma representação do número de publicações por ano mais fiel à realidade.

2.1.3 Análise das principais publicações

A partir dos 1965 documentos resultantes da pesquisa na base de dados da Scopus, foi realizada uma análise das publicações mais relevantes para a pesquisa, assim como de outros trabalhos que citaram ou foram citados por estas publicações. Com o auxílio do Google Acadêmico e da Scopus, foram selecionadas 12 pesquisas listadas no Quadro 3 para corroborar com as análises do presente estudo. Dentre estas, quatro são estudos de outros alunos de mestrado do grupo de estudos do qual este trabalho faz parte.

Quadro 3 – Publicações mais relevantes para a pesquisa

AUTOR	ANO	OBRA
Alves	2000	Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: Proposta baseada em estudos de caso
Al-Hammad; Assaf	1992	<i>Design-construction interface problems in Saudi Arabia</i>
Bernardes; Formoso	2002	<i>Contributions to the evaluation of production planning and control systems in building companies</i>
Fisch	2017	Estudo comparativo das características organizacionais e nível de efetividade estratégica entre os segmentos da construção civil e da indústria da manufatura
Jarkas; Bitar	2012	<i>Factors affecting construction labor productivity in Kuwait</i>
Lago	2018	Análise comparativa das características gerenciais entre as construtoras e as prestadoras de serviços da construção civil
Maia	2017	Análise das relações das variáveis logísticas com a organização e estratégia das empresas no setor da construção
Naoum	2016	<i>Factors influencing labor productivity on construction sites</i>
Othman <i>et al.</i>	2018	<i>The framework for effective human resource management at construction site</i>
Sha'ar <i>et al.</i>	2016	<i>Design-construction interface problems in large building construction projects</i>
Sommer	2010	Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras
Teixeira	2017	Análise da evolução das características organizacionais face às variações do ambiente econômico entre 2010 e 2016

Fonte: Autoria própria (2020)

O Núcleo de Inovação e Gestão da Construção (NIGEC) é um grupo de

pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), do qual o presente estudo participou. O NIGEC desenvolve atividades de pesquisa voltadas ao processo de projeto de obras civis, ao projeto do arranjo físico de canteiros de obras, ao projeto de sistemas de gestão. Nesta linha também são tratados os aspectos voltados a pesquisa de processos de referência (melhores práticas), métodos, ferramentas e técnicas de gestão para apoiar o processo de desenvolvimento de sistemas de gestão. Além desta, várias outras publicações de mestrado e doutorado vêm sendo feitas relacionadas a este tema. Quatro dissertações defendidas recentemente utilizaram alguns questionários e temas em comuns.

Teixeira (2017) comparou dados coletados por questionários aplicados pelo grupo de pesquisa em 2010, 2012, 2014 e 2016, em empresas da construção civil. A pesquisa apresenta diversas características das empresas nestes 4 períodos distintos, levando em consideração o momento econômico do Brasil em cada período. Maia (2017) realizou uma análise das variáveis logísticas de empresas construtoras, através de dados coletados por questionários aplicados em 2016, comparando-as com a organização e a estratégia destas empresas. Fisch (2017) utilizou dados dos questionários aplicados em empresas construtoras e na indústria da manufatura em 2016, comparando as características organizacionais e o nível de efetividade da estratégia destes dois grupos de empresas. Lago (2018) comparou as características gerenciais entre construtoras e prestadoras de serviços da construção civil, através de dados coletados por questionários aplicados entre 2016 e 2017.

Al-Hammad e Assaf (1992) aplicaram questionários a projetistas e construtoras da construção civil da Arábia Saudita. Como resultado, identificaram as principais dificuldades de interação entre as etapas de projeto e execução. Um total de 17 diferentes problemas de relacionamento foram encontrados durante as entrevistas. Dentre os problemas encontrados, os mais relevantes foram quanto à detalhes de projetos, à construtibilidade e quanto ao desconhecimento das condições locais.

Alves (2000) identificou as lacunas existentes no processo de planejamento e controle da produção que dificultam a gestão dos fluxos físicos. A partir de uma pesquisa bibliográfica e da condução de estudos exploratórios em duas empresas, foram avaliadas ferramentas que pudessem ser utilizadas na gestão de fluxos físicos. Foram conduzidos então dois estudos de caso em empresas da construção civil de Porto Alegre, buscando utilizar ferramentas, indicadores e dispositivos visuais para

conferir transparência aos fluxos físicos, afim de facilitar a inserção da gestão dos fluxos físicos nos processos de planejamento e controle da produção desenvolvidos pelas empresas em questão. Por fim, foram elaboradas diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras.

As administrações das obras não observavam questões relacionadas a gestão dos fluxos físicos, de forma que os fluxos se desenvolviam de forma desordenada ocasionando atividades que não agregavam valor aos processos e perdas nos fluxos de mão-de-obra e materiais. Dados sobre o consumo de mão-de-obra e materiais pelos processos também não eram apropriados. Outro aspecto que dificultava a gestão dos fluxos físicos consistia na falta de realização do planejamento em diferentes níveis (ALVES, 2000).

Bernardes e Formoso (2002) avaliaram os sistemas de planejamento e controle da produção em 7 empresas de construção civil de Porto Alegre, Canoas e Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul. Inicialmente, foram desenvolvidos sistemas de planejamento e controle da produção em cada uma das empresas. Baseado nos 7 estudos de caso, um modelo de planejamento e controle da produção foi elaborado. Por fim, cada uma das empresas teve seu sistema de planejamento e controle avaliado através de um método pré-definido.

Os dados foram coletados através de entrevistas com gerentes, observação direta e coleta de indicadores de desempenho. Com essa pesquisa, um modo razoavelmente simples de avaliação da eficácia da implementação de um sistema de planejamento e controle da produção foi proposto, utilizando práticas que podem ser relacionadas aos conceitos e princípios básicos de gerenciamento da produção (BERNARDES; FORMOSO, 2002).

Para que seja possível realizar a comparação dos resultados da presente pesquisa com o estudo de Bernardes e Formoso (2002) no Capítulo 4, é necessário definir uma equivalência de escalas. A escala utilizada por estes autores havia sido de 3 pontos, sendo os valores 0 (não implementado), 0,5 (parcialmente implementado) e 1 (completamente implementado). Desse modo, define-se a relação a seguir para a futura análise, entre a escala deste estudo com a escala usada por Bernardes e Formoso (2002), respectivamente: 0 e 1 (não implementado), 2, 3 e 4 (parcialmente implementado) e 5 e 6 (completamente implementado).

Sommer (2010) propõe um método de identificação de perdas por improvisação que gere informação para orientar a equipe de gestão da produção,

particularmente no planejamento de médio prazo. Para isso, realizou dois estudos de caso em empresas que tinham processos de planejamento e controle da produção fortemente baseados no sistema *Last Planner*. Em cada estudo, buscou identificar a ocorrência, as causas e os impactos das perdas por improvisação na gestão da produção.

A proposição do método de identificação de perdas por improvisação foi baseada na compreensão das barreiras existentes para a realização do planejamento de médio prazo, observação direta de perdas por improvisação em canteiros de obras e análise cruzada dos dados de perdas por improvisação e planejamento e controle da produção. Os resultados indicaram que a maioria das improvisações é relacionada ao acesso e à mobilidade das equipes durante a execução das atividades. Além disso, a redução de segurança e a perda de materiais destacam-se como os impactos mais importantes destes tipos de perdas (SOMMER, 2010).

Jarkas e Bitar (2012) identificaram e classificaram os fatores que afetam a produtividade da mão de obra em canteiros de obra do Kuwait. Para isso, coletaram dados de 157 empresas da construção civil através de um questionário estruturado e fechado. No total, 45 fatores foram identificados, dentre os quais a construtibilidade foi a área mais relevante à produtividade da mão de obra.

Naoum (2016) realizou uma pesquisa na construção civil do Reino Unido com o objetivo de identificar e classificar os fatores que afetam a produtividade da mão de obra na construção. Para isso, coletaram dados de empreiteiros da construção civil através de entrevistas cara a cara, com gestores de contrato e de canteiros de obras. Os resultados apontaram grande influência na produtividade de atividades relacionadas à fase de pré construção, como planejamento ineficaz do projeto, atrasos causados por erros e variações de projeto e problemas de construtibilidade. Fatores associados a problemas motivacionais e sociais também aparecem como significativos à produtividade, como problemas de ambiente de trabalho e falta de coesão e integração entre as equipes de trabalho.

Sha'ar *et al.* (2016) identificaram as causas de problemas de relacionamento entre o projeto e a execução em grandes projetos de construção civil da Palestina. Para isso, entrevistaram 34 consultores e 30 empreiteiros. Os resultados revelaram que as 10 principais causas de problemas de relacionamento entre o projeto e a execução são: requisitos instáveis do cliente; falta de coordenação adequada entre várias áreas da equipe de projeto; contratação pelo preço mais baixo,

independentemente da qualidade dos serviços; falta de mão de obra qualificada e experiente nas empresas de projeto; falta de mão de obra qualificada no canteiro de obras; atraso nos pagamentos; falta de equipe especializada em controle de qualidade; falta de gerenciamento profissional da construção; atraso na aprovação de tarefas concluídas e desenhos e especificações vagas e deficientes.

Othman *et al.* (2018) investigaram a eficácia da implementação de um sistema de gestão de recursos humanos nos canteiros de obras da Malásia. Para isso, foram entrevistados 30 gestores de canteiros de obras. Cinco fatores principais contribuíram para falha na gestão de recursos humanos nos canteiros de obras, sendo eles: falta de comunicação entre os trabalhadores; horas extras de trabalho, causando cansaço e trabalhadores improdutivos; má supervisão do canteiro de obras; treinamento inadequado dos trabalhadores nos canteiros de obras e negligência dos procedimentos predeterminados.

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica está dividida em duas partes, ambas elaboradas a partir dos resultados encontrados na análise bibliométrica, principalmente a partir do exposto na Figura 2. A primeira parte é composta por uma base teórica sobre as características, teorias e metodologias de planejamento e controle da produção na construção civil, aprofundando-se nos conceitos de *Lean Construction* e *Last Planner System*. Na segunda parte é realizada uma exposição geral das características da produção da construção civil, englobando temas como gestão do projeto, gestão do canteiro de obras, problemas na produção da construção civil e estratégias práticas de gerenciamento da produção.

2.2.1 Planejamento e controle da produção na construção civil

A indústria da construção civil tem sido historicamente um dos mais importantes setores da economia nacional. Como grande empregador de recursos humanos, tem elevada participação na formação bruta de capital fixo e na geração do Produto Interno Bruto (PIB). Os produtos gerados pelo setor, além de contribuírem para o desenvolvimento de vários setores econômicos, ainda proporcionam qualidade

de vida à sociedade (ENSHASSI; AL-NAJJAR; KUMARASWAMY, 2009; KUMARASWAMY, 2006; OLIVEIRA, A. 2010).

O processo de construção de obras ainda é bastante primitivo, mesmo com pesquisas e desenvolvimentos de novos equipamentos e sistemas de produção. Conforme Picchi (1993), há um atraso no gerenciamento, na racionalização e no incremento dos processos produtivos em comparação com a indústria de transformação. O setor continua a trabalhar com a técnica tradicional e tem, em comparação a outros setores industriais, historicamente, uma lenta evolução tecnológica (NEVES, 2014).

Em um procedimento construtivo, utiliza-se o planejamento e controle da produção para que os objetivos da organização sejam alcançados. Contudo, em inúmeros casos, as ferramentas do PCP (Planejamento e Controle da Produção) não são utilizadas da forma correta ou se mostram ineficientes, desperdiçando o potencial da produção das empresas (PEREIRA FILHO; ROCHA; SILVA, 2004).

Conforme Laufer e Tucker (1987), o processo de planejamento e controle da produção é entendido como um processo gerencial composto por cinco etapas: preparação do processo de planejamento, coleta de dados, elaboração de planos, difusão de informações e avaliação do processo de planejamento. De acordo com Tubino (2000), o PCP nasceu com a finalidade de elaborar planos para alcançar as metas e estratégias estabelecidas por um sistema produtivo, gerenciar os recursos humanos e físicos, orientar o desempenho dos recursos humanos sobre os físicos e conduzir esta ação, assim possibilitando a possível correção de desvios (CAMBRAIA; SAURIN; FORMOSO, 2008).

Segundo Ballard e Howell (1998), o planejamento na construção é a produção de estimativas de custo, cronogramas e outras especificações detalhadas das etapas a serem seguidas e das restrições a serem gerenciadas na execução do projeto. Uma vez iniciada a produção, os gestores devem fazer esforços para monitorar o desempenho em relação a essas especificações, através do controle da produção, para que seja possível executar ações corretivas sempre que necessário para atingir o desempenho desejado (VARGAS; BATAGLIN; FORMOSO, 2018).

O planejamento é definido como o desenvolvimento de processos, técnicas e ações administrativas, desenvolvendo um meio de analisar os resultados futuros de medidas presentes, em função dos propósitos da empresa, viabilizando as decisões futuras de forma mais ágil, coerente, eficiente e eficaz. Desse modo, o funcionamento

sistêmico do planejamento caminha para reduzir incertezas relacionadas ao processo de decisão e, por consequência, promover o aumento da probabilidade de sucesso dos objetivos, desafios e metas traçadas para a empresa (OLIVEIRA, D. 2010).

Marchesan (2001) mostra que o processo produtivo na construção civil é coordenado por planos informais, implementado pelos executores da obra que são diferentes dos responsáveis pelos planos formais. Os encarregados pela execução, geralmente, são diferentes dos responsáveis pelo planejamento, o que acarreta problemas de incompatibilidade. As empresas costumam levar mais tempo e gastar mais dinheiro em atividades de controle e previsão, quando deveriam dar a mesma importância aos aspectos formais do planejamento. A elaboração de planejamento é essencial para as obras desde antes do início até a sua finalização.

Como mostrado por Vargas *et al.* (2015), são necessários diferentes níveis hierárquicos no planejamento e controle da produção, porque as decisões de gerenciamento da produção diferem bastante em relação ao período de tempo em que suas consequências persistem. O planejamento de longo prazo está relacionado principalmente a decisões estratégicas, preocupadas com a definição de objetivos. O planejamento de médio prazo preocupa-se com os meios para alcançar esses objetivos, envolvendo decisões táticas dentro dos limites estabelecidos por decisões de longo alcance. Finalmente, no nível operacional, as decisões de curto prazo tratam do controle, movendo materiais e trabalhadores, ajustando processos e equipamentos e tomando as ações necessárias para garantir que o sistema continue funcionando em direção a sua meta (BOMFIM, 2012; BRADY *et al.*, 2018).

Diferentes horizontes de planejamento implicam diferentes frequências de planejamento, premissas de modelagem e níveis de detalhe. Um grande desafio em qualquer sistema de planejamento e controle é manter a consistência entre os diferentes níveis de tomada de decisão. Na construção, as funções tradicionais de planejamento, execução e controle tendem a ser desconectadas e desequilibradas, de modo que o planejamento tende a ser enfatizado demais, sendo inclusive percebido como sinônimo de gerenciamento de projetos como um todo (BRADY *et al.*, 2018).

Buscando maior eficiência e eficácia no planejamento e controle da produção da construção, um grande número de empresas de construção em todo o mundo tem implementado conceitos e práticas *Lean*. A maioria dessas empresas adotou o *Last Planner System* para gerenciamento da produção, frequentemente como uma etapa

inicial que fornece uma estabilidade básica ao processo de controle, criando condições para a introdução de ideias *Lean* mais avançadas (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014; VIANA *et al.*, 2010).

2.2.1.1 *Lean Construction*

O pensamento *Lean* foi originado a partir dos conceitos do *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido na década de 50 pelos japoneses com o objetivo de aumentar a eficiência da produção através da eliminação de desperdícios, ao exterminar atividades que não agregavam valor ao produto final. O mesmo conceito foi então adotado no mundo ocidental com o termo *Lean Production* na década de 90, definido por Womack, Jones e Roos (1990) como sendo a produção em massa que utiliza metade do esforço dos operários em fábrica, metade do esforço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Além disso, as indústrias de construção e manufatura o emprestaram, surgindo os termos *Lean Construction* e *Lean Manufacturing*, respectivamente (ARANTES, 2008; SARHAN *et al.*, 2017).

Originada na indústria automobilística, a *Lean Production* é uma filosofia de adotada em diversos setores, como aeroespacial, produtos de consumo, processamento de metais, construção e assistência médica. Através dos estudos desenvolvidos por Koskela (1992), os conceitos da *Lean Production* foram sendo adaptados ao setor da construção civil ao longo dos anos. Estes conceitos vêm trazendo grandes mudanças nos processos de gestão na indústria da construção, através da redução ou eliminação das chamadas atividades de fluxo, relacionadas com transporte, movimentação ou espera de materiais, mão de obra e informação (BERNARDES, 2013; BORTOLINI; FORMOSO; VIANA, 2019).

Surgiu então a *Lean Construction*, como uma nova maneira de gerenciar a construção com mais eficiência e eficácia. Conforme Koskela (1992) e Koskela e Vrijhoef (2000), a teoria da *Lean Construction* parece emanar da incapacidade dos modelos conceituais tradicionais de gerenciamento de projetos de cumprir os compromissos de tempo, orçamento e qualidade do projeto. Independentemente do início da *Lean Construction*, a nova filosofia de produção incluía *Just In Time* (JIT), *Total Quality Control* (TQC) e várias ideias relacionadas que focavam na redução e

fluxo de resíduos, respectivamente (JACOBS; FOLKESTAD; GLICK, 2012; KOSKELA, 1992).

A eliminação do desperdício em um processo é uma das principais prioridades da teoria da *Lean Construction*. O objetivo é concluir um projeto que atenda aos requisitos dos clientes por meio da redução de resíduos. Além de enfatizar o desperdício físico, o pensamento *Lean* presta muita atenção especificamente ao desperdício produzido em um processo construtivo. Na verdade, a teoria da *Lean Construction* acredita que existem oportunidades de melhoria perceptíveis nos processos construtivos, eliminando ou pelo menos diminuindo todos os tipos de resíduos, particularmente resíduos não físicos (KOSKELA, 1992; NIKAKHTAR *et al.*, 2015; SARHAN *et al.*, 2017).

Na *Lean Construction*, o planejamento e o controle são considerados processos complementares e dinâmicos mantidos durante todo o curso do projeto. O planejamento define os critérios e cria as estratégias necessárias para alcançar os objetivos do projeto. Ao mesmo tempo, o controle garante que cada evento ocorra conforme a sequência planejada. O replanejamento deve ser feito quando as sequências estabelecidas anteriormente não forem mais aplicáveis ou convenientes. O desempenho do sistema de planejamento é medido e aprimorado para garantir um fluxo de trabalho confiável e resultados previsíveis do projeto, promovendo a melhoria contínua do processo (ALSEHAIMI; TZORTZOPOULOS; KOSKELA, 2009; BALLARD, 2000; HOWELL, 1999; SARHAN *et al.*, 2017).

De acordo com Howell (1999), a *Lean Construction* envolve formas de projetar sistemas produtivos para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço humano, com o objetivo de gerar o máximo valor em termos de custo-benefício. Trata-se de uma busca holística de melhorias simultâneas e contínuas no projeto, construção, ativação, manutenção, recuperação e reciclagem em projetos de construção civil. Esse sistema defende a identificação das causas-raiz do desperdício, a remoção dessas causas com ferramentas e técnicas relacionadas e o incentivo à prevenção de desperdícios, em vez de tentar reativamente superar os efeitos negativos da perda (LAPINSKI; HORMAN; RILEY, 2006; WOMACK; JONES, 1996).

Conforme Howell (1999), existem cinco princípios principais da *Lean Construction* que ajudam a trazer efetividade à produção na construção. Esses princípios foram especificados inicialmente por Womack e Jones (1996), como sendo essenciais para o pensamento *Lean*. Primeiro, o valor da construção é identificado

com base nas visualizações do cliente. Segundo, os fluxos de valor são gerados com base no valor da entrega. Terceiro, a remoção de resíduos por vários processos influencia os fluxos nos processos de trabalho. Quarto, a criação de um sistema de produção “*pull*” garante que o sistema não permita o recebimento de materiais até que sejam necessários. Quinto, o reconhecimento ou a busca da perfeição ajuda a melhorar sistemas e processos e isso precisa ser constantemente procurado. Esses cinco princípios são fundamentais para a otimização do sistema construtivo (KUMAR *et al.*, 2013; SARHAN *et al.*, 2017).

2.2.1.2 *Last Planner System*

Em um ambiente altamente incerto como o da construção civil, o controle da produção tem um papel fundamental na criação de estabilidade e previsibilidade. Empresas de construção do mundo todo têm implementado diversos conceitos e práticas *Lean* para alcançar tais objetivos. A técnica de *Lean Construction* mais conhecida e adotada é o *Last Planner System* (LPS), que tem sido demonstrado como uma ferramenta muito útil para o gerenciamento do processo de construção e o monitoramento contínuo da eficiência do planejamento (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014; BORTOLAZZA; FORMOSO, 2006; DAVE *et al.*, 2015; VIANA *et al.*, 2010).

O *Last Planner System* vêm sendo testado e refinado em campo, com muitos benefícios relatados em diversos ambientes ao redor do mundo, com evidências de que esse sistema foi implementado com sucesso em um grande número de projetos de diferentes países, como EUA, Brasil, Chile, Equador, Reino Unido, Finlândia, Dinamarca, entre outros (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014; FORMOSO; MOURA, 2009; SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010; VIANA *et al.*, 2010).

No contexto da indústria da construção, o *Last Planner System*, proposto por Ballard e Howell (1998), tem sido amplamente utilizado como um modelo de planejamento e controle colaborativo, baseando-se em um conjunto de ideias *Lean* fundamentais, como a redução da variabilidade, “*pull planning*” e o aprendizado contínuo (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014; BORTOLINI; FORMOSO; VIANA, 2019; FERNANDEZ-SOLIS *et al.*, 2013; SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010).

O LPS é frequentemente utilizado como uma etapa inicial que fornece uma estabilidade básica aos processos, criando condições para a introdução de ideias *Lean* mais avançadas. Essa estabilidade básica reduz a variabilidade dos processos, aumentando a confiabilidade e disponibilidade dos recursos, produzindo resultados sistemáticos e coerentes ao longo do tempo (VIANA *et al.*, 2010; WESZ; FORMOSO; TZORTZOPOULOS, 2013).

De acordo com Ballard (2000) e Ballard e Howell (2003), os principais elementos do *Last Planner System* são: planejamento mestre, planejamento de fases, planejamento de antecipação (*lookahead*), planejamento semanal de trabalho, percentual planejado concluído (PPC) e análise das razões para tarefas incompletas. Ainda segundo os autores, se forem implementados sistematicamente estes elementos oferecem grandes benefícios ao planejamento da construção (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014; BALLARD; HOWELL, 2003; RYAN; MURPHY; CASEY, 2019).

O objetivo do LPS é planejar e controlar a produção e o fluxo de trabalho, afastando o foco de cada trabalhador e colocando-o no fluxo de trabalho que os conecta. Esse sistema de controle de produção pode ser entendido como um mecanismo de transformação do que deve ser feito para o que pode ser feito, através da identificação e remoção de restrições no plano de médio prazo. Ele também apoia a colaboração entre as pessoas que executam as tarefas no desenvolvimento de planos e permite o estabelecimento de um inventário de tarefas prontas para serem realizadas, que constituirão o plano de trabalho semanal. No nível de planejamento de curto prazo, compromissos são feitos em reuniões semanais, das quais dois indicadores podem ser obtidos: (a) percentual planejado concluído, um indicador de confiabilidade do planejamento que aborda o número de tarefas concluídas dividido pelo número total de tarefas planejadas, expresso em porcentagem; (b) causas para a não conclusão de tarefas (BALLARD, 2000; SRIPRASERT; DAWOOD, 2003; WESZ; FORMOSO; TZORTZOPOULOS, 2013, 2018).

Segundo Ballard (2000), o LPS foi desenvolvido para aumentar a eficácia do planejamento e controle, tornando os programas mais previsíveis, melhorando assim as chances de entregá-los no prazo. De acordo com Ballard (1997) e Ballard e Howell (1998), o sistema trabalha para aprimorar a confiabilidade de três maneiras: através do planejamento antecipado e do processo de "preparação", no qual os gerentes de construção preparam o trabalho, garantindo a disponibilidade de materiais,

informações e equipamentos; filtrando as atividades planejadas através do procedimento semanal de planejamento do trabalho para garantir que as atividades anteriores foram concluídas; e buscando comprometimento consciente e confiável dos recursos trabalhistas pelos líderes das equipes de trabalho envolvidas. De acordo com Ballard e Howell (1994), o LPS foca nas características de qualidade dos planos de trabalho semanais, ajudando na seleção da sequência de trabalho correta e na quantidade certa de trabalho, além de garantir que o trabalho selecionado possa ser realizado (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014; FORMOSO; MOURA, 2009; SRIPRASERT; DAWOOD, 2003).

Muitos relatórios e documentos de pesquisa confirmaram que a técnica alcançou melhorias notáveis, incluindo melhor planejamento e controle, maior confiabilidade e fluidez do fluxo de trabalho, maior estabilidade dos sistemas de produção, maior produtividade, promoção da formação e comunicação entre as equipes, qualidade e segurança aprimoradas, previsibilidade aprimorada, reduzindo assim a duração e o custo dos projetos (ALARCÓN *et al.*, 2008; BALLARD; HOWELL; CASTEN, 1996; BALLARD, 2000; FERNANDEZ-SOLIS *et al.*, 2013; FIALLO; REVELO, 2002; JOHANSEN; PORTER, 2003; JUNIOR; SCOLA; CONTE, 1998; KIM; JANG, 2005; KOSKENVESA; KOSKELA, 2005; MEJÍA-PLATA *et al.*, 2016; RYAN; MURPHY; CASEY, 2019; SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010; THOMASSEN *et al.*, 2003; VIANA *et al.*, 2010).

Por outro lado, a implementação do LPS na indústria da construção civil ainda apresenta alguns problemas a serem superados. Dentre os principais, destacam-se a resistência à mudança de sistema de planejamento, a visão focada no planejamento de curto prazo (deixando de lado o planejamento do *lookahead*), o não envolvimento dos trabalhadores braçais (que são os *Last Planners* do sistema), a falta de análise das causas raiz dos problemas, entre outros (ALARCÓN *et al.*, 2008; BORTOLAZZA; FORMOSO, 2006; DAVE *et al.*, 2015; FERNANDEZ-SOLIS *et al.*, 2013; FRIBLICK; OLSSON; RESLOW, 2009; MEJÍA-PLATA *et al.*, 2016; RYAN; MURPHY; CASEY, 2019; SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010; VIANA *et al.*, 2010).

Buscando resolver parte dos problemas presentes na implementação do LPS, pesquisadores têm avaliado a integração de outros sistemas de planejamento e programação com o *Last Planner System*, como *Line of Balance* (SEPPÄNEN; BALLARD; PESONEN, 2010) e *Critical Chain* (KOSKELA; STRATTON; KOSKENVESA, 2010). Acredita-se que a implementação do LPS possa se beneficiar

ainda mais de estratégias que apoiem uma maior transparência e comunicação do processo durante a implementação, para evitar o uso inadequado das informações necessárias para colaboração e tomada de decisões eficazes (ALSEHAIMI; TZORTZOPOULOS; KOSKELA, 2009; BRADY *et al.*, 2018; DAVE *et al.*, 2015; KALSAAS; SKAAR; THORSTENSEN, 2009).

Existem indicações de que o *Last Planner System* tem muitas vantagens sobre os sistemas tradicionais de planejamento e controle baseados no *Critical Path Method* (CPM). Segundo Vrijhoef, Koskela e Howell (2001), a maneira como o LPS gerencia os compromissos e a estabilidade que cria nos sistemas de produção estão entre as principais razões para o seu sucesso. Além disso, adota uma abordagem bastante simples de planejamento e controle e, da mesma forma que o *Toyota Production System*, enfatiza os aspectos organizacionais em vez da aplicação de sistemas de software complexos (DAVE *et al.*, 2015; FORMOSO; MOURA, 2009).

No Brasil, um grande número de empresas de construção implementou o LPS desde meados dos anos 90, com o objetivo de melhorar o desempenho de seus sistemas de produção. Inicialmente, a maioria das iniciativas foi apoiada por equipes de pesquisa e consultores, mas, mais recentemente, muitas empresas começaram a implementar por si mesmas. Apesar do sucesso do LPS em todo o mundo, ele foi implementado principalmente na instalação dos canteiros de obra. Houve um número muito menor casos de implementação na fase de projeto e na pré-fabricação, e quase nenhum caso em sistemas pré-fabricados sob encomenda (BORTOLAZZA; FORMOSO, 2006; VIANA; BULHÕES; FORMOSO, 2013).

2.2.2 Características da produção na construção civil

A construção de edifícios apresenta uma estrutura bastante diferenciada em relação aos setores da indústria de transformação, além de uma defasagem na utilização de conceitos e métodos de gestão da qualidade. Isso é refletido em problemas de qualidade, baixa produtividade e elevados índices de desperdício. Alcançar um fluxo de trabalho suave com um mínimo de desperdício requer não apenas um planejamento adequado da construção, mas também uma gestão eficaz da produção. Uma das maneiras mais eficazes de aumentar a produtividade é planejar com mais eficiência, melhorando a produção através da redução de atrasos,

realizando o trabalho na melhor sequência de construtibilidade, combinando a mão de obra com o trabalho disponível e coordenando várias atividades interdependentes (ALSEHAIMI; TZORTZOPOULOS; KOSKELA, 2009; PICCHI, 1993; SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010).

Apesar da importância do processo de projeto para o sucesso dos projetos de construção, é amplamente reconhecido que não é dada atenção suficiente ao planejamento e controle do projeto nesta indústria. Segundo Ballard (2002), o gerenciamento do projeto na construção civil tende a ignorar a produção, concentrando-se na conclusão de tarefas e relegando a geração de valor e o gerenciamento de fluxo a um segundo plano (CHOO *et al.*, 2004; REIFI; EMMITT, 2013; THIBELSKY; SACKS, 2010; WESZ; FORMOSO; TZORTZOPOULOS, 2013).

De fato, o planejamento e o controle do projeto geralmente são realizados informalmente. Isso se deve em parte ao fato de que técnicas tradicionais de planejamento de construção tendem a ser ineficazes para o projeto. Essas técnicas não são capazes de lidar com o alto nível de incerteza, a natureza iterativa do projeto e as interdependências complexas que existem entre as áreas do projeto. A ineficácia do planejamento e controle do projeto resulta em má coordenação entre as diversas áreas de projeto, alocação desequilibrada de recursos, informações insuficientes disponíveis para concluir as tarefas do projeto e atrasos na entrega das informações do projeto aos processos posteriores, entre outros problemas (KNOTTEN *et al.*, 2015; KOSKELA; HUOVILA; LEINONEN, 2002; THIBELSKY; SACKS, 2010; WESZ; FORMOSO; TZORTZOPOULOS, 2013).

Conforme Cooke e Williams (2009), no gerenciamento tradicional de projetos, muitas vezes é adotada uma abordagem denominada "*management-as-planning*", na qual a criação, revisão e implementação de planos dominam a atividade de gerenciamento. O processo de planejamento e seus resultados não são questionados e supõe-se que o que é planejado possa ser executado. Essa suposição tem sido amplamente criticada na literatura, uma vez que geralmente não é possível prever circunstâncias emergentes ou manter uma representação abrangente delas. A incerteza é frequentemente negligenciada e as ações necessárias para minimizá-la ou eliminar seus efeitos geralmente não são realizadas (BALLARD; HAMMOND; NICKERSON, 2009; BRADY *et al.*, 2018; EL-SABEK; MCCABE, 2017).

Como mostrado por Kenley e Seppänen (2010) e Koskela, Stratton e Koskenvesa (2010), na fase de execução as atividades nem sempre podem ser

executadas conforme o planejado, pois a incerteza e a interdependência entre tarefas não são reconhecidas adequadamente. Isso causa um tipo de desperdício na construção chamado “*making-do*”, uma vez que as tarefas geralmente são iniciadas sem todos os insumos necessários (como máquinas, ferramentas, pessoal, instruções, etc.). Isso leva a reprogramação e atrasos nas operações diárias, trabalhos em andamento, prazos mais longos e mais despesas operacionais (BRADY *et al.*, 2018; KOSKELA, 2004).

A execução concentra-se na coordenação de pessoas e recursos e na integração e implementação de atividades para concluir o trabalho definido no plano mestre. Os planos são entregues como autorização de trabalho da gerência de nível superior para as equipes operacionais, assumindo que as tarefas sejam totalmente compreendidas (BALLARD; HAMMOND; NICKERSON, 2009; BRADY *et al.*, 2018; CHOO *et al.*, 2004; EL-SABEK; MCCABE, 2017; KOSKELA; HOWELL, 2008).

O gerenciamento de canteiros de obras requer uma grande quantidade de informações e tratamento de dados imprecisos. O grau de incerteza é alto devido a fatores ambientais, erros de projeto, alterações tardias no projeto, falta de informação, falhas de comunicação, atrasos na entrega de materiais e outros problemas. De acordo com Said e El-Rayes (2013), o *layout* das áreas de materiais e instalações de armazenamento temporário precisa de um planejamento cuidadoso para minimizar custos e movimentação de recursos e cumprir as restrições operacionais e de segurança. Além disso, as dificuldades impostas pelo trabalho no canteiro e a complexidade e natureza dinâmica da construção criam a necessidade de maneiras eficazes de apoiar o planejamento e o controle da construção (BORTOLINI; SHIGAKI; FORMOSO, 2015; HAJDASZ, 2014; TOMMELEIN; LEVITT; HAYES-ROTH, 1992; TOMMELEIN; ZOUENIN, 1993).

O planejamento e controle da logística do canteiro de obras envolve atividades de planejamento do *layout* do canteiro, que implicam a definição do espaço necessário para a movimentação de materiais, decisões sobre o que fazer em situações de conflito de espaço e tempo, e o tamanho, forma e localização de instalações fixas e temporárias, bem como rotas de veículos necessárias para o desenvolvimento das operações, durante cada fase do projeto. Além disso, deve-se buscar eliminar ou reduzir as operações de transporte de materiais e evitar congestionamentos de fluxos no canteiro de obras, controlando as operações envolvidas na descarga de materiais. Afirma-se que o planejamento logístico pode ter um impacto altamente positivo na

produtividade das operações de construção (AGAPIOU *et al.*, 1998; BORTOLINI; SHIGAKI; FORMOSO, 2015; SAID; EL-RAYES, 2013; TOMMELEIN; ZOUEIN, 1993).

O planejamento do *layout* do canteiro de obras é uma etapa crucial no planejamento da construção que comprovadamente reduz os custos de manuseio de material e melhora a segurança e a produtividade de um projeto. Os projetos de construção requerem um grande número de instalações temporárias, que tem como objetivo apoiar várias atividades de construção. Tradicionalmente, essas instalações são instaladas em áreas desocupadas, dentro dos limites do canteiro de obras. Em tais situações, o objetivo do planejamento do *layout* do canteiro de obras é determinar a melhor disposição das instalações temporárias, de modo a minimizar as distâncias de deslocamento do pessoal da construção. Uma solução óbvia poderia ser a instalação de instalações temporárias nas áreas livres ao redor do prédio em construção. No entanto, isso é possível apenas em canteiros de obras que possuem quantidades adequadas de área livre para facilitar esse arranjo. Na maioria dos projetos de construção urbana, o espaço do canteiro é limitado e deve ser usado criteriosamente para evitar problemas de acessibilidade, segurança e congestionamento. O planejamento abrangente do *layout* do canteiro pode garantir um fluxo suave de materiais, equipamentos e mão-de-obra, melhorando assim a segurança e a eficiência das operações no canteiro (KUMAR; CHENG, 2015; TOMMELEIN; LEVITT; HAYES-ROTH, 1992; TOMMELEIN; ZOUEIN, 1993).

Os canteiros de obras geralmente são ambientes grandes e dinâmicos, onde diferentes equipes se movimentam, o *layout* sofre várias modificações ao longo do projeto e a própria construção pode se tornar uma barreira visual. A crescente complexidade dos projetos de infraestrutura e o ambiente em que são construídos exigem maiores demandas dos gerentes de construção para que entreguem projetos dentro do prazo, do orçamento e com alta qualidade (BRANDALISE *et al.*, 2018; ENSHASSI *et al.*, 2003; ENSHASSI; MOHAMMED; ABU MOSA, 2008; FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002; SRIPRASERT; DAWOOD, 2003).

Projetos maiores e mais complexos envolvem mais atividades de gerenciamento e, portanto, precisam de mais pessoal para prevenir, controlar e resolver problemas como alterações no projeto, incompatibilidade de recursos e conflitos entre os participantes do projeto. A simplificação das atividades de gerenciamento através da eliminação de processos que não agregam valor permite a redução do pessoal e dos custos de gerenciamento (LI *et al.*, 2008).

As atividades de gerenciamento de projetos de construção requerem fluxo de intenção de projeto e fluxo de *feedback* das informações do estado do projeto ou da instalação. Dave, Boddy e Koskela (2011) mostraram que a eficácia do planejamento e controle da produção na construção depende significativamente da confiabilidade e pontualidade das informações de recursos (equipamentos, mão-de-obra e materiais). Qualquer melhoria na qualidade da informação, usada como insumo para os processos de planejamento, deve, portanto, afetar positivamente a qualidade do planejamento, os resultados do planejamento e possivelmente melhorar a previsibilidade da entrega do projeto (FOSSE; BALLARD; FISCHER, 2017; NAVON; SACKS, 2007; TURKAN *et al.*, 2012; VARGAS; BATAGLIN; FORMOSO, 2018).

De acordo com Crotty (2012), o *Building Information Modeling* (BIM) pode ser usado para melhorar a qualidade das informações do projeto de construção e estabelecer mecanismos e procedimentos pelos quais as informações são comunicadas e compartilhadas entre os membros da equipe do projeto. Além disso, os modelos BIM são fontes ricas de informação e podem ser usados para facilitar o planejamento do *layout* dos canteiros de obras (KUMAR; CHENG, 2015; TURKAN *et al.*, 2012; VARGAS; BATAGLIN; FORMOSO, 2018).

Segundo Eastman *et al.* (2011), o BIM pode ser descrito como um conjunto de ferramentas, processos e tecnologias facilitadas pela documentação legível por máquina digital sobre um edifício, incluindo desempenho, planos de construção, estimativas de custo, entre outras informações, capaz de fornecer a base para novas capacidades construções e mudanças nos papéis e relacionamentos entre os membros da equipe do projeto. Os modelos BIM estão substituindo os modelos CAD (*computer aided design*), pois fornecem informações mais abrangentes sobre o projeto da construção. Os modelos BIM são basicamente uma representação 3D das especificações dimensionais conforme projetado que organizam as informações projetadas em 3D no nível do objeto (BORTOLINI; FORMOSO; VIANA, 2019; TURKAN *et al.*, 2012).

Conforme Boton, Kubicki e Halin (2015), as simulações em 4D consistem em atribuir tarefas dos cronogramas do projeto aos elementos 3D BIM, a fim de visualizar o processo de construção ao longo do tempo. Esses aprimoramentos devem permitir que os planejadores produzam cronogramas mais confiáveis e comuniquem decisões de planejamento com mais eficiência. Essa comunicação eficaz permite direcionar o destinatário do plano para a localização exata do conteúdo do trabalho e até visualizar

os impactos do movimento de recursos e da logística do canteiro (GLEDSON; GREENWOOD, 2014; VARGAS; BATAGLIN; FORMOSO, 2018).

Além disso, como mostrado por Heesom e Mahdjoubi (2004), os modelos 4D podem apoiar a tomada de decisão, permitindo a identificação de possíveis problemas na fase de construção, que podem afetar o desempenho do projeto em termos de custo, tempo e segurança. Pesquisas apontam inúmeras outras vantagens do BIM, especialmente usando a simulação 4D para apoiar o planejamento e controle da produção, como analisar o uso do espaço do canteiro de obras, planejar a utilização de recursos, planejar a segurança, melhorar o *layout* do canteiro de obras, analisar e monitorar o progresso da construção e planejar fluxos de trabalho (BORTOLINI; FORMOSO; VIANA, 2019; VARGAS; BATAGLIN; FORMOSO, 2018).

Seja no setor público, nos mercados financeiros, nas fábricas ou nos canteiros de obras, uma das principais preocupações do gerenciamento de operações é criar um ambiente de trabalho no qual as informações fluam efetivamente, aumentando a transparência do processo. De acordo com Formoso, Santos e Powell (2002), a transparência do processo pode ser definida como a capacidade de um processo de produção (ou de suas partes) se comunicar com os envolvidos, tornando o fluxo principal do processo visível e compreensível do início ao fim, através da organização e meios físicos, medições e exibição pública de informações (BRADY *et al.*, 2018; BRANDALISE *et al.*, 2018; KOSKELA, 2000; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016).

O problema da falta de transparência do processo nos projetos de construção muitas vezes leva a comunicação e coordenação precárias, má orientação do processo, tomada de decisão ineficaz, condições inseguras de trabalho, insatisfação e estresse do trabalhador, altos níveis de desperdício e grande variabilidade no processo de construção. Essa falta de transparência decorre de deficiências na abordagem tradicional do gerenciamento de projetos, que limitam o papel dos sistemas de planejamento e controle em termos de gerenciamento da construção (BRADY *et al.*, 2018; KOSKELA; HOWELL, 2008).

Aumentar a transparência do processo é uma das principais preocupações de uma estratégia de gerenciamento chamada *Visual Management* (VM). A VM é uma estratégia para controle, medição e melhoria organizacional, que usa dispositivos visuais para externalizar informações e melhorar a comunicação no local de trabalho, tornando as informações facilmente acessíveis para apoiar os participantes do

processo que agem de maneira proposital. De acordo com Tezel *et al.* (2015), a VM tenta melhorar o desempenho organizacional conectando e alinhando a visão organizacional, os principais valores, metas e cultura com outros sistemas de gestão, processos de trabalho, elementos do local de trabalho e partes interessadas, por meio de estímulos sensoriais (informações), que abordam diretamente um ou mais das modalidades sensoriais humanas (visual, auditiva, tátil, olfativa e gustativa) (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012; BRADY *et al.*, 2018; BRANDALISE *et al.*, 2018; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016; VERBANO; CREMA; NICOSIA, 2017).

Formoso, Santos e Powell (2002) identificaram vários benefícios adicionais da transparência do processo que são relevantes para a construção, incluindo: melhorar a eficácia do planejamento e controle da produção; maior envolvimento dos trabalhadores nos esforços de melhoria contínua, pois permite uma rápida compreensão e resposta a problemas; simplificação de controle; propensão reduzida a erros, tornando-os mais visíveis; e maior motivação dos trabalhadores (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010).

Os processos de construção são caracterizados por sua incerteza e complexidade, e muitos problemas são causados por erros de projeto e incompatibilidade entre recursos planejados e realmente necessários. A complexidade do produto de construção torna os erros de projeto inevitáveis e difíceis de identificar antes do início do projeto. Estudos mostram que erros de projeto e incompatibilidade de recursos geram retrabalho, alterações nos pedidos e perturbação dos planos e cronogramas de construção, aumentando assim os custos (LI *et al.*, 2008; PARK; PEÑA-MORA, 2003).

O custo total de um projeto de construção normalmente se divide em três componentes principais: aproximadamente 75% são gastos em mão de obra, materiais, instalações e equipamentos; cerca de 12% é desperdiçado devido a retrabalhos causados por erros de projeto e erros de construção; e cerca de 13% é usado para cobrir custos de gerenciamento (pagamentos à equipe de gerenciamento de projetos), despesas gerais e lucros das empresas empreiteiras. Em outras palavras, há até 25% de desperdício no custo do projeto (LI *et al.*, 2008; SIRIWARDANA; RUWANPURA, 2012).

Manter os projetos de construção dentro dos custos e cronogramas estimados requer estratégias sólidas, boas práticas e julgamento cuidadoso. Para o desagrado de proprietários, empreiteiros e consultores, no entanto, muitos projetos sofrem

atrasos extensos e, portanto, excedem as estimativas iniciais de tempo e custo (ENSHASSI; AL-NAJJAR; KUMARASWAMY, 2009).

Os excessos de tempo e custo ocorrem na maioria dos projetos de construção, embora, é claro, a magnitude desses atrasos e excedentes de custos varie consideravelmente de projeto para projeto. Atrasos e excedentes de custos contribuíram para o alto custo da construção em muitos países por muitos anos. No nível macro, o atraso levará a uma taxa negativa de crescimento econômico nacional e perda monetária. No nível micro, um projeto atrasado pode levar a excedentes de tempo e custo, disputas, arbitragem e até abandono total (ABDUL-RAHMAN *et al.*, 2008; ENSHASSI; MOHAMMED; ABU MOSA, 2008).

O gerenciamento da construção sofre muitos problemas, sendo a maioria deles práticos. Como resultado, a indústria da construção está sobrecarregada por atrasos e, muitas vezes, sofre excesso de tempo e custo. Fatores relacionados ao gerenciamento deficiente de projetos são comuns à maioria dos estudos de atraso na construção civil. Esses fatores incluem planejamento e controle ineficazes, gerenciamento inadequado do canteiro de obras, falta de comunicação entre as partes envolvidas e disponibilidade incerta de materiais (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014; ALSEHAIMI; TZORTZOPOULOS; KOSKELA, 2009; DOLOI *et al.*, 2012).

A maioria das falhas atribuídas à indústria da construção se deve a fatores envolvidos no projeto que causam atrasos. Segundo Maqsoom *et al.* (2018), atraso é definido como a alteração observada entre o tempo avaliado necessário e o tempo real necessário para concluir uma tarefa. Atrasos podem ser considerados "incidentes" que afetam o progresso de um projeto e adiam as atividades do projeto. De acordo com Larsen *et al.* (2016), os atrasos enfrentados pelas empresas de construção em todo o mundo são a principal preocupação do setor de construção, uma vez que pode influenciar negativamente a credibilidade e a estabilidade econômica de uma empresa de construção, comprometendo assim sua sustentabilidade no mercado (ALSEHAIMI; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2013; AZHAR; CHOUDHRY, 2016; ENSHASSI; AL-NAJJAR; KUMARASWAMY, 2009; MAQSOOM *et al.*, 2019).

Conforme apresentado por Maqsoom *et al.* (2019), inúmeros estudos identificaram os fatores que influenciam nos atrasos na construção civil. No geral, os principais fatores são: falta de fluxo de informações entre as partes interessadas (ARDITI; NAYAK; DAMCI, 2017), falta de experiência do empreiteiro, documentação

insuficiente e nenhum detalhe escrito (RUQAISHI; BASHIR, 2015), falta de experiência e documentos imperfeitos dos consultores (BRAIMAH; NDEKUGRI, 2009), estimativa imprecisa do tempo (GEBKEN; GIBSON, 2006; RUQAISHI; BASHIR, 2015), variações no preço dos materiais de construção (GONZÁLEZ *et al.*, 2014), falta de monitoramento de custos durante os estágios de pré-contrato e pós-contrato (GRAU; BACK; MEJIA-AGUILAR, 2017; LARSEN *et al.*, 2016), falta de disponibilidade de mão de obra qualificada no mercado, atraso nos salários e incentivos do empreiteiro (GÜNDÜZ; NIELSEN; ÖZDEMIR, 2013), métodos de construção obsoletos ou inadequados e maquinaria antiga (SANTOSO; SOENG, 2016), má supervisão e gerenciamento do canteiro pelo empreiteiro (ASSAF; AL-HEJJI, 2006) e condições climáticas inadequadas (ANASTASOPOULOS *et al.*, 2012; ENSHASSI; AL-NAJJAR; KUMARASWAMY, 2009).

Ainda em relação aos fatores que mais influenciam nos atrasos na construção civil, Maqsoom *et al.* (2019) mostram que as grandes empresas são mais afetadas pelas questões relacionadas à operação do canteiro, como supervisão e gerenciamento deficientes do canteiro e condições climáticas inadequadas. Grandes empresas precisam contratar profissionais experientes e capazes para supervisionar as obras do canteiro. As pequenas empresas são seriamente afetadas pelas questões relacionadas ao trabalho qualificado, como falta de disponibilidade de trabalho qualificado no mercado e atraso nos salários e incentivos de trabalho (MAQSOOM *et al.*, 2019).

Outra questão crucial na indústria da construção é se os trabalhadores são designados com tarefas adequadas. A atribuição de tarefas não apenas influencia o desempenho do projeto, mas também a segurança e o bem-estar do próprio trabalhador. Como parte de um plano de construção, um cronograma de construção é geralmente predefinido antes da construção real. O cronograma serve como base na atribuição de tarefas individuais à força de trabalho. No entanto, quando trabalhadores individuais não podem concluir as tarefas atribuídas a tempo, todo o projeto está sujeito a atrasos devido à ocupação do espaço de trabalho e à interdependência espaço-temporal das tarefas (ANDRÉ; KRAUT; KITTUR, 2014; BACHRACH *et al.*, 2006; YANG *et al.*, 2017).

Os gestores de projetos não possuem ferramentas eficazes para rastrear e representar convenientemente a ocupação do espaço de trabalho e as trocas dinâmicas da força de trabalho nos canteiros de obra. Observações diretas e relatórios

diários/semanais geralmente levam a ineficiências na identificação e resolução de conflitos na interdependência espaço-temporal de tarefas. Como mostrado por Navon e Goldschmidt (2003), diferentemente da indústria de manufatura, onde os produtos são montados em uma linha de produção por trabalhadores cujos locais de trabalho são relativamente estáticos, os componentes de construção são estáticos em locais onde diferentes grupos de trabalhadores vêm para executar tarefas diferentes em vários períodos de tempo. Assim, a localização dos trabalhadores não apenas indica a distribuição do espaço de trabalho ocupado pelos trabalhadores, mas também representa a sequência de execução das tarefas de construção pelos trabalhadores (YANG *et al.*, 2017).

Além disso, como o espaço de trabalho é um recurso limitado, como alocar o espaço de trabalho entre os trabalhadores implica em como a força de trabalho colabora para realizar uma tarefa colaborativa. Visualizar a variação dos espaços de trabalho entre os trabalhadores permite que os gerentes de projeto identifiquem potenciais conflitos espaço-temporais no processo, além de obter *feedback* dos trabalhadores sobre a atribuição de tarefas (YANG *et al.*, 2017).

Qualidade e segurança também são objetivos críticos para o gerenciamento de projetos, pois podem reduzir o tempo e o custo do projeto. Os gerentes de projeto precisam garantir que todos os materiais, equipamentos e operações atinjam a qualidade exigida em um ambiente de projeto seguro. A abordagem tradicional ao gerenciamento de qualidade e segurança é principalmente reativa: aguardar a ocorrência de problemas e, em seguida, tomar ações corretivas no canteiro. Essa prática é ineficiente e onerosa. De fato, sugere-se que o planejamento e controle de segurança e o planejamento e controle de produção sejam integrados. Por um lado, decisões típicas de planejamento de produção - o que será feito, quando, como e por quem - são a base para estabelecer medidas preventivas. Por outro lado, os requisitos de segurança devem ser levados em consideração no planejamento da produção. Caso contrário, os planos de produção podem falhar devido à falta de segurança (AKINTOYE; MCINTOSH; FITZGERALD, 2000; LI *et al.*, 2008; SAURIN; FORMOSO; GUIMARÃES, 2004).

No Brasil, a NR-18 (Condições de Trabalho e Meio Ambiente na Indústria da Construção), o principal regulamento de segurança relacionado à indústria da construção, exige um plano de saúde e segurança denominado PCMAT (Plano de Condições e Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) para obras com 20

funcionários ou mais. No entanto, a maioria das empresas no Brasil produz um PCMAT apenas para evitar multas de inspetores governamentais e não o usa efetivamente como um mecanismo para gerenciar a segurança do local. A CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) é outro instrumento de segurança utilizado no Brasil, sendo obrigatória em todas as empresas, mas também pouco implementado na prática (SAURIN; FORMOSO; GUIMARÃES, 2004).

Entre muitas influências que afetam a eficiência e as práticas de construção está o crescente uso de tecnologias de pré-fabricação. Para muitos sistemas de construção, ocorre uma escolha entre fabricação dentro e fora do canteiro. A produção de componentes de construção fora dos canteiros de obras tornou-se significativamente mais produtiva, em contraste com atividades realizadas dentro dos canteiros (EASTMAN; SACKS, 2008).

Há uma tendência crescente de usar componentes industrializados em projetos de construção em algumas economias emergentes, como o Brasil. Isso se deve principalmente à falta de mão de obra e também à necessidade de melhorar a qualidade e a produtividade. Os benefícios potenciais dos sistemas de construção pré-fabricados são muitos e diversificados: aumento da produtividade, melhoria das condições de trabalho, melhor qualidade, oportunidade para produzir componentes complexos de construção a um custo mais baixo, redução de resíduos de construção e maior desempenho em sustentabilidade (BORTOLINI; FORMOSO; VIANA, 2019; VIANA; BULHÕES; FORMOSO, 2013).

3 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada será apresentada neste capítulo. Primeiramente, a pesquisa pode ser classificada de acordo com a finalidade da pesquisa, seus objetivos, a forma de abordagem e de acordo com o tempo de intervenção. Em seguida, define-se o método de procedimento técnico adotado neste trabalho, seguido pela definição das etapas da pesquisa e do problema de pesquisa.

A partir do problema de pesquisa, realizou-se o planejamento da coleta de dados e então foi elaborado o questionário para coleta de dados. Com o questionário elaborado, foi realizado um teste piloto para verificação da aplicabilidade do questionário. Com as devidas correções no questionário, foi então realizada a coleta e posterior análise dos dados.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista da finalidade da pesquisa, pode-se classificar este trabalho com sendo aplicado, tendo como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, envolvendo verdades e interesses locais. Quanto aos objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como descritiva, possuindo como objetivo descrever as características de determinada população e estabelecer relações entre variáveis. Neste tipo de pesquisa, utilizam-se técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionário (BARROS; LEHFELD, 2000; GIL, 2010).

Quanto à abordagem, esta pesquisa classifica-se como quantitativa, de modo que os dados são obtidos com o auxílio de instrumentos padronizados e os resultados podem ser quantificados. Quanto ao tempo de intervenção, a pesquisa é classificada como transversal, o que significa que os dados foram coletados em um curto período de tempo (FONSECA, 2002; GIL, 2010).

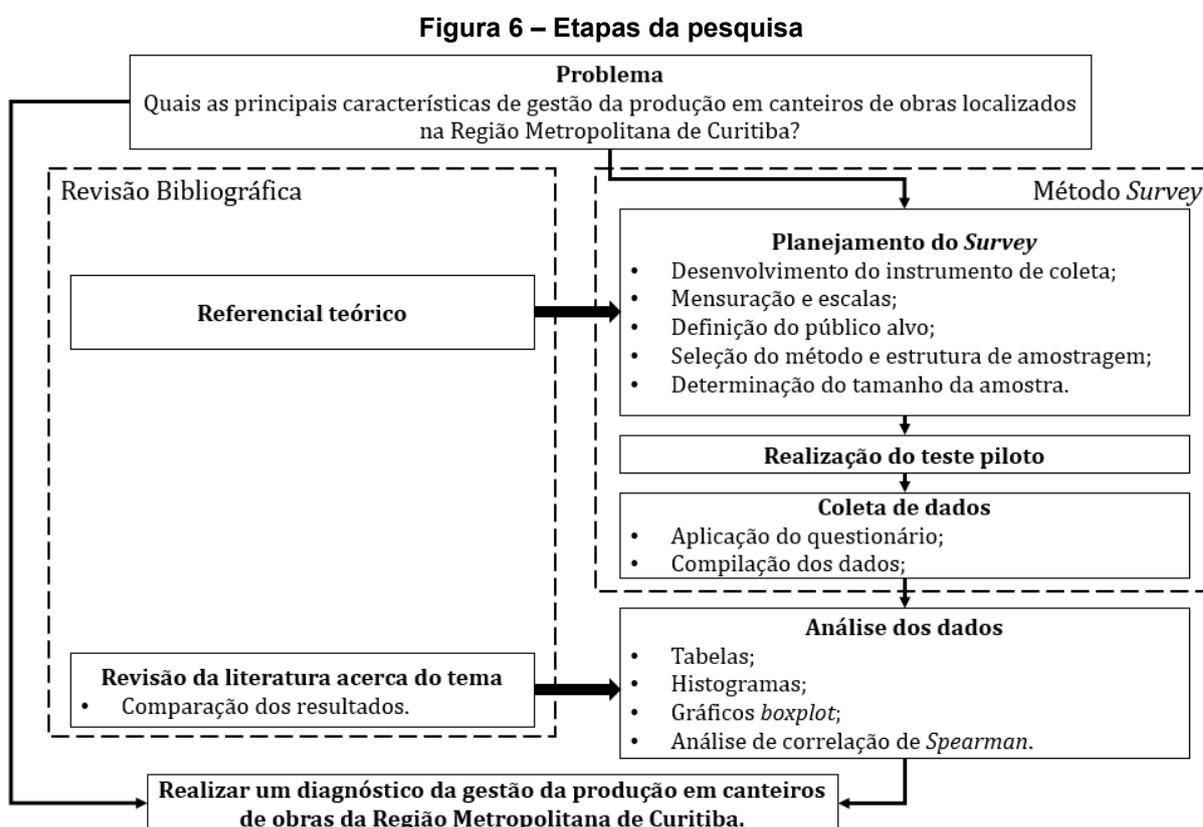
3.2 MÉTODO DE PROCEDIMENTO TÉCNICO

O procedimento técnico utilizado neste estudo é o levantamento (*survey*), com posterior análise estatística descritiva e multivariada. Conforme Fonseca (2002), o método *survey* consiste na obtenção de dados ou informações sobre as

características ou as opiniões de determinado grupo de pessoas do qual se deseja conhecer o comportamento. Nesse tipo de pesquisa o respondente não é identificado, garantindo o sigilo da identidade dos participantes da pesquisa. Este método possibilita o levantamento de dados por amostragem e permite a generalização para uma população mais ampla (GIL, 2010; GÜNTHER, 2003).

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

O diagrama apresentado na Figura 6 ilustra a divisão das principais etapas da estratégia metodológica adotada.



Fonte: Autoria própria (2020)

O trabalho inicia-se com a definição da pergunta de pesquisa e escolha da abordagem metodológica. A abordagem metodológica utilizada na dissertação é de pesquisa descritiva. Em seguida foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica e bibliométrica a qual busca identificar os principais trabalhos sobre o processo de planejamento e controle da produção da construção civil. Em seguida, os trabalhos

selecionados foram analisados visando identificar relações com o presente estudo.

Na segunda fase da pesquisa, com base na pesquisa bibliográfica, foi desenvolvido um questionário de pesquisa de caráter exploratório e quantitativo com o objetivo de verificar características dos processos de planejamento e controle da produção de obras da cidade de Curitiba.

Após a aplicação do questionário, as respostas obtidas foram analisadas estatisticamente. A estatística descritiva é aplicada de modo a sintetizar os valores de mesma natureza, permitindo uma visão global da variação desses valores. Foram utilizados gráficos *boxplot* e histogramas para representação dos resultados. Na sequência são aplicados métodos estatísticos multivariados, que de acordo com Hair *et al.* (2005) são técnicas estatísticas que em conjunto analisam medidas múltiplas sobre a amostra em investigação. Nesta pesquisa a técnica de análise multivariada aplicada foi a de correlação de *Spearman*.

A dissertação será concluída com base no conjunto dos resultados obtidos e análises realizadas. Dessa forma será possível obter um entendimento global do cenário do planejamento, controle e acompanhamento da produção em canteiros de obras localizados na Região Metropolitana de Curitiba e estabelecer relações entre as diversas atividades realizadas nos canteiros de obras.

3.4 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

As próximas etapas do presente estudo, que serão descritas nos itens a seguir, foram desenvolvidas buscando responder o problema de pesquisa. A partir do exposto no capítulo 1, definiu-se a pergunta problema deste estudo como sendo: “Quais as principais características de gestão da produção em canteiros de obras localizados na Região Metropolitana de Curitiba?”.

3.5 PLANEJAMENTO DA COLETA DE DADOS

O planejamento da coleta de dados foi dividido em cinco etapas: desenvolvimento do instrumento de coleta de dados, mensuração e escalas do questionário, definição do público alvo, seleção do método e estrutura de amostragem e determinação do tamanho da amostra.

3.5.1 Desenvolvimento do instrumento de coleta de dados

Com base na pesquisa bibliográfica apresentada no Capítulo 2, foram definidas as necessidades de informações necessárias para este trabalho. Foram identificados 12 grupos de variáveis relevantes para serem abordadas no questionário, sendo estes expressos nas 12 seções presentes no questionário disposto no Apêndice A. Desse modo, cada uma das partes do questionário apresentado a seguir representa um grupo de questões, sendo que cada questão representa uma variável a ser analisada:

Parte 1 – Identificação do perfil da organização e do entrevistado

Parte 2 – Cliente

Parte 3 – Fornecedor de Serviços Terceirizados

Parte 4 – Fornecedor de Matéria-Prima

Parte 5 – Planejamento / Gestão

Parte 6 – Orçamento

Parte 7 – Gestão de Chão de Obra

Parte 8 – Controle / Acompanhamento

Parte 9 – *Layout* / Canteiro de Obras

Parte 10 - Pós - obra / Encerramento

Parte 11 – Sustentabilidade

Parte 12 – Métodos

A primeira parte do questionário aborda a identificação da organização e do perfil do entrevistado. O objetivo é entender a abrangência da organização, tipo de administração, ramo de atuação, etc. No que diz respeito ao entrevistado, o objetivo é compreender o cargo que ele ocupa, quanto tempo ele possui de empresa, área de formação e atuação.

A segunda parte tem por objetivo entender a relação da empresa com os clientes. Permite identificar se o cliente possui autonomia para tomar decisões sobre o projeto adquirido e se suas opiniões são levadas em conta, tanto antes quanto durante a obra.

Para a terceira parte, são abordadas questões relacionadas aos serviços terceirizados. As questões têm por objetivo entender a relação das empresas prestadoras de serviços com a organização, como por exemplo o tipo de contrato que é definido entre as partes e se há controle de qualidade sobre os serviços terceirizados.

A quarta parte abrange questões relacionadas aos fornecedores de matérias-primas. Características como a preocupação da empresa sobre a origem dessas matérias-primas utilizadas em seu empreendimento são abordadas nesta seção do questionário.

Para a quinta parte, o questionário abrange a área de planejamento e gestão da produção em canteiros de obras, onde o objetivo é entender como a empresa lida com a importância do planejamento de curto, médio e longo prazo, além de abordar questões referentes a metas de produção e à utilização de componentes pré-fabricados.

A sexta parte aborda questões relacionadas ao orçamento de obras, para entender como a organização gerencia este setor e sua interação com outros departamentos fundamentais para o bom gerenciamento de uma obra.

A sétima parte tem por objetivo entender como funciona a gestão de chão de obra em relação ao controle da execução dos serviços, utilização de paralelismo de execução de atividades e disponibilidade das informações de planejamento da execução das tarefas.

Já a oitava parte aborda perguntas relacionadas ao acompanhamento e controle da produção, onde é necessário entender a aplicação do controle de requisitos para as próximas tarefas, bem como indicadores de desempenho da construção.

A nona parte abrange questões sobre o *layout* dos canteiros de obras, tendo como objetivo entender o funcionamento do canteiro de obras, almoxarifado, disposição de materiais dentro do canteiro, controle de movimentação de equipamentos, etc.

A décima parte compreende questões sobre o pós-obra e encerramento de um empreendimento, onde o objetivo é entender como a empresa lida com as informações obtidas em uma construção e se as informações são utilizadas para um planejamento de melhoria para os próximos projetos.

A décima primeira parte trata das atividades da empresa referentes à

sustentabilidade para verificar se a organização possui uma preocupação referente ao meio ambiente, bem como dos desperdícios gerados pela falta desta preocupação.

A parte doze aborda os métodos e técnicas utilizadas para o planejamento, controle e gerenciamento de uma construção, afim de entender se as empresas possuem conhecimento dos mesmos e os utilizam.

Vale a pena ressaltar que o questionário em questão foi utilizado por mais alunos do grupo de estudos do NIGEC, sendo que em cada trabalho foram analisadas diferentes seções do questionário. Na presente pesquisa, foram estudadas as características referentes ao planejamento e gestão de obras (parte 5) e controle e acompanhamento da produção (parte 8), sendo 10 questões de cada respectiva parte, analisadas primeiramente de maneira isolada e em seguida relacionadas com as demais seções do questionário na análise de correlações.

Além disso, é importante deixar claro que nesta pesquisa cada uma das questões presentes no questionário do Apêndice A representa uma variável relacionada às características de gestão da produção dentro dos canteiros de obras da Região Metropolitana de Curitiba. Desse modo, a parte 1 do questionário apresenta as variáveis de caracterização da amostra analisada neste estudo e cada questão das partes 2 a 12 representa uma variável de gestão da produção a ser analisada, totalizando 106 variáveis de gestão da produção dentro dos canteiros de obra.

3.5.2 Mensuração e escalas do questionário

A escala de mensuração é um importante aspecto para transformar variáveis quantitativas em qualitativas, o que a torna relevante à pesquisa. Para possibilitar conclusões e se obter interpretações precisas é necessário atribuir valores numéricos às variáveis, sendo esse valor atribuído útil à reflexão das características dos fenômenos estudados (HAIR *et al.*, 2009).

A mensuração quantitativa das características das empresas analisadas se deu através da adoção de uma escala de diferencial semântico que, de acordo com Aguiar, Correia e Campos (2011), é aquela onde cada item é polarizado em dois adjetivos opostos e contrários. Cada item possui sete graus entre seus polos e o respondente deve escolher o grau que melhor representa sua opinião. A escala adotada nesta pesquisa está apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 – Escala de intensidade adotada no questionário

0	1	2	3	4	5	6
Inexistente	Minimamente	Pouco	Desenvolvida/o	Bem	Muito	Altamente

Fonte: Autoria própria (2020)

3.5.3 Definição do público alvo

A população alvo, de acordo com Hair *et al.* (2009), é o grupo completo de objetos ou elementos relevantes para o projeto de pesquisa. São considerados relevantes os que possuírem informações interessantes a coleta de dados. Nesta pesquisa o público alvo é composto por profissionais de empresas da construção civil atuando em canteiros de obras na Região Metropolitana de Curitiba.

3.5.4 Seleção do método e estrutura de amostragem

De acordo com Hair *et al.* (2009), os métodos de amostragem podem ser classificados como probabilísticos ou não probabilísticos. No primeiro caso, a seleção é baseada na premissa de que cada elemento da população alvo tem uma probabilidade conhecida, mas não necessariamente igual, de ser selecionado para uma amostra. Desta forma, no método probabilístico os elementos são selecionados aleatoriamente e a probabilidade de ser selecionado é determinada antecipadamente pelo pesquisador.

Para as amostras não probabilísticas a inclusão ou exclusão dos elementos de uma amostra fica a critério do pesquisador. Através de métodos subjetivos o pesquisador seleciona os elementos que compõe a amostra. Sendo assim, não há um método estatístico capaz de determinar o erro deste tipo de amostragem. Neste caso a amostra pode ser razoavelmente representativa da população caso o processo de seleção da amostra seja habilidoso.

Nesta dissertação optou-se por utilizar o método de amostragem não probabilística, em função das características da população alvo. De acordo com Hair *et al.* (2009), a amostragem não probabilística envolve a seleção de elementos de amostra que estejam mais disponíveis para tomar parte no estudo e que podem oferecer as informações necessárias.

A coleta de dados foi realizada principalmente com alunos de graduação e

pós-graduação da UTFPR que exercem cargos relacionados ao gerenciamento de obras. Além disso, também foi realizada a coleta de dados com profissionais que fossem conhecidos dos alunos do grupo de estudos do NIGEC, que atendessem ao parâmetro buscado, por meio eletrônico.

3.5.5 Determinação do tamanho da amostra

De acordo com Hair *et al.* (2009), a determinação do tamanho ideal da amostra depende de diversos fatores, tais como orçamento e tempo disponível para a pesquisa. Para o autor citado, o tamanho ideal para uma amostra que possibilite a obtenção das respostas necessárias ao atendimento dos objetivos da pesquisa deve ser maior ou igual a 100 respondentes.

Para essa dissertação, com referência nos trabalhos apresentados no Capítulo 2 deste trabalho e nas afirmações de Hair *et al.* (2009), foi estipulado um número mínimo de 100 casos para a amostra.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos através da aplicação dos questionários foram compilados utilizando-se o *software Microsoft Office Excel 2016* e posteriormente analisados utilizando o próprio *Microsoft Office Excel 2016* e o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), através das técnicas de estatística descritiva e de análise de correlação de *Spearman*.

A estatística descritiva ou análise exploratória permite, através de uma avaliação de um conjunto de respostas, obter algumas descobertas iniciais e descrever e analisar as características ou relações entre os fenômenos analisados. Já a análise de correlação tem como finalidade verificar o grau de relação entre as variáveis analisadas.

3.6.1 Estatística descritiva

A estatística descritiva ou análise exploratória é o conjunto de técnicas e de regras que sintetizam as informações coletadas sobre determinada amostra ou

população, sem distorção ou perda de informação, por meio de quadros, gráficos e indicadores numéricos. Através dessa análise é possível gerar relatórios que podem ser usados para descrição inicial dos dados ou como uma análise estatística mais extensa, sendo possível verificar: valor mínimo, valor máximo, soma dos valores, contagens, média, moda, mediana, variância, frequência e desvio padrão (HOUT, 2016; MAROCO, 2003).

No presente estudo, a estatística descritiva foi realizada utilizando o *Microsoft Office Excel* 2016 e o SPSS. Como resultado, foram elaboradas tabelas com os estatísticos descritivos dos dados coletados, histogramas e gráficos *boxplot*. Nas tabelas são apresentados os indicadores numéricos de média, erro padrão, mediana, variância, desvio padrão e intervalo interquartil dos dados coletados.

O histograma é uma representação gráfica da distribuição de frequência do conjunto de dados analisados por meio de barras retangulares justapostas, onde a largura da barra representa o intervalo de classe da variável e a altura corresponde à frequência de ocorrência daquele valor. Os histogramas permitem avaliar o comportamento das variáveis em relação a população, de modo que a variável pode estar mais definida quando os valores estão mais concentrados ou sem nenhuma definição quando os valores se distribuem igualmente no gráfico.

O *boxplot* é um gráfico formado por uma caixa vertical construída paralelamente ao eixo da escala dos dados, com esta caixa indo desde o primeiro quartil até o terceiro quartil, com uma linha traçada na posição da mediana e abrangendo os 50% dos dados centrais da distribuição. O *boxplot* apresenta seis valores característicos dos dados: valor mínimo, primeiro quartil, mediana (segundo quartil), terceiro quartil, intervalo de variação e valor máximo. Com isso, esse gráfico permite observar a tendência central de um conjunto de dados e a dispersão dos mesmos por meio da diferença interquartil (tamanho da caixa).

3.6.2 Análise de correlação de *Spearman*

A palavra correlação descreve a relação mútua entre dois termos, ou seja, a correspondência entre eles. A ferramenta de análise de correlação é utilizada para descobrir o quanto uma variável interfere no resultado de outra. Para isso, utiliza-se um coeficiente de correlação, que é uma medida do grau de relação entre duas

variáveis.

Nesta pesquisa foi utilizado o coeficiente de *Spearman*, representado pela letra grega ρ (rho), que é indicado para dados não paramétricos e mede a intensidade de relação entre as variáveis ordinais. Este coeficiente apresenta uma variação entre -1 e 1 e quanto mais próximo estiver desses extremos, maior será a associação entre as variáveis. O valor 0 (zero) significa que não há relação, o valor 1 indica um índice de relação perfeita e o valor -1 também indica uma relação perfeita, mas de ordem inversa (neste caso quando uma das variáveis apresenta índices de crescimento, a outra diminui).

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Neste capítulo será apresentada a análise e interpretação dos dados coletados. Inicialmente é realizada a caracterização da amostra obtida pelos questionários respondidos. Na sequência são apresentadas as análises dos dados coletados, primeiramente através da estatística descritiva e posteriormente através da análise de correlação dos dados. Por fim, os resultados obtidos são discutidos, comparando-os com os resultados de outras pesquisas, seguindo o exposto no item 2.1.3.

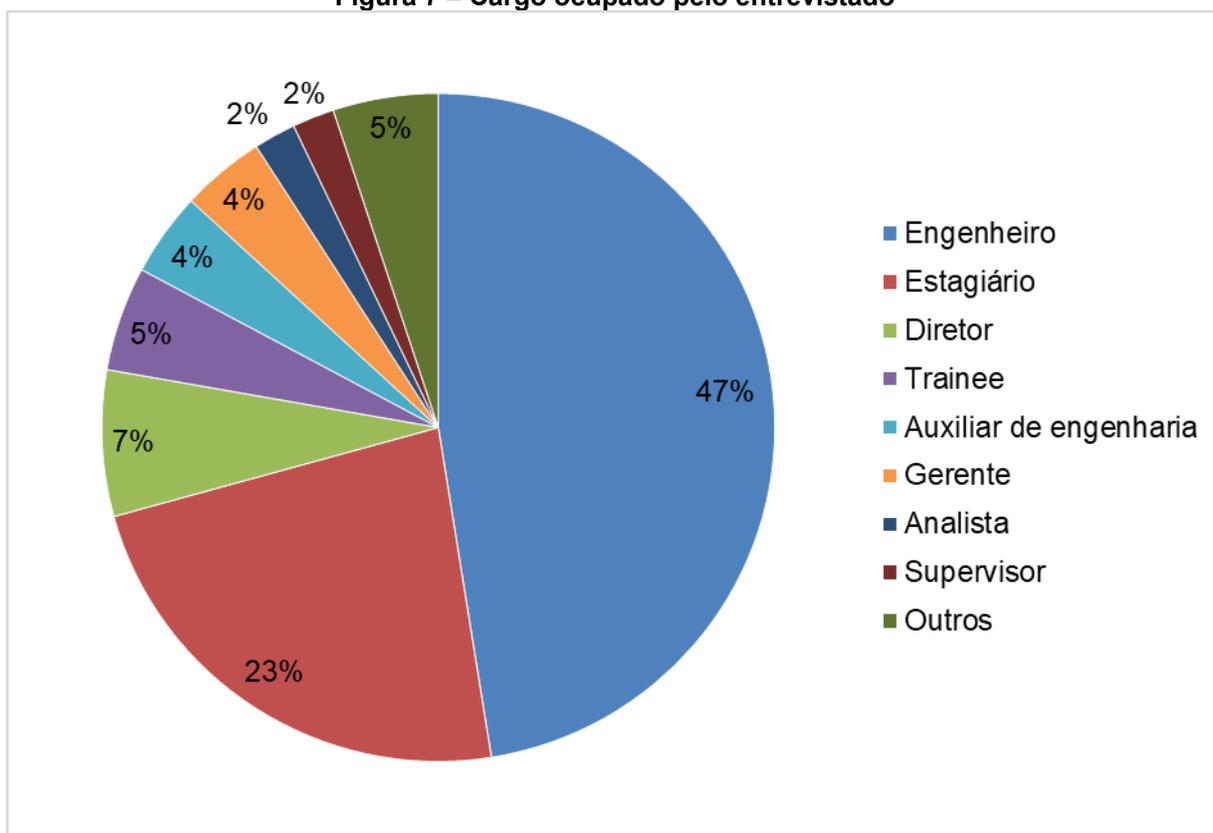
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

No total foram obtidos 105 questionários respondidos durante o ano de 2019 por profissionais de empresas da construção civil atuando em canteiros de obras na Região Metropolitana de Curitiba. Após avaliar a qualidade dos dados dos questionários obtidos, descartaram-se os considerados insatisfatórios para a pesquisa e obteve-se uma amostra final de 99 questionários utilizáveis para o estudo.

4.1.1 Perfil dos profissionais entrevistados

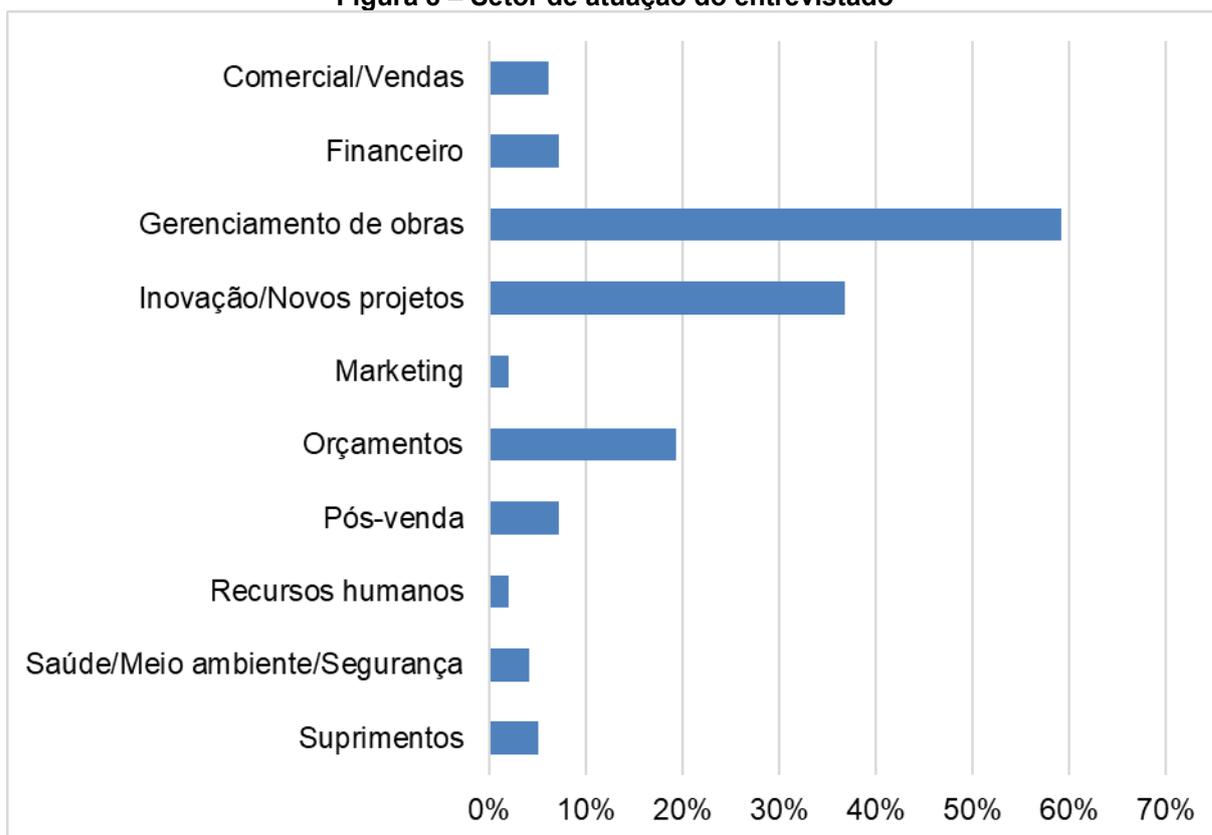
A distribuição do cargo ocupado por cada entrevistado está apresentada na Figura 7. Dentre os 99 questionários avaliados, 47% dos profissionais atuam como engenheiros em suas respectivas empresas. Entre os demais entrevistados, 23% são estagiários, 7% são diretores, 5% são *trainees*, 4% são auxiliares de engenharia, 4% são gerentes, 2% são analistas, 2% são supervisores e 5% ocupam outros cargos em suas respectivas empresas.

Figura 7 – Cargo ocupado pelo entrevistado



Fonte: Autoria própria (2020)

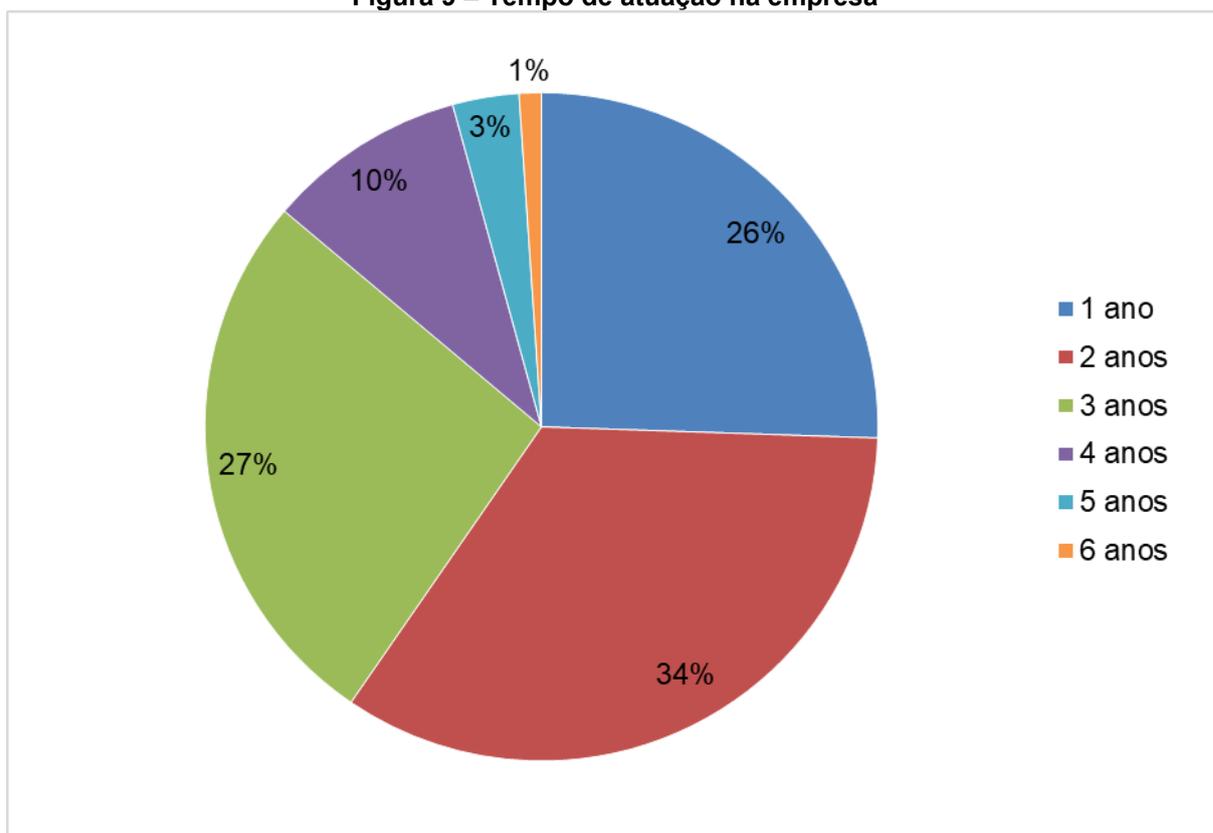
O setor de atuação dos profissionais entrevistados está apresentado na Figura 8. Primeiramente, vale a pena destacar que cada entrevistado pode atuar em mais de um setor, de modo que os valores apresentados em porcentagem são independentes entre si e ultrapassam 100% quando somados. Com isso em mente, 59% dos entrevistados afirmaram atuar no setor de gerenciamento de obras, 37% atuam no setor de inovação e desenvolvimento de novos projetos e 19% atuam no setor de orçamentos. Os demais setores apresentaram valores individuais inferiores a 7% e estão expostos na Figura 8.

Figura 8 – Setor de atuação do entrevistado

Fonte: Autoria própria (2020)

O tempo de atuação dos entrevistados em suas respectivas empresas está apresentado na Figura 9. No total, 26% dos profissionais afirmaram estar na empresa atual a menos de 1 ano, enquanto 34% afirmou estar a cerca de 2 anos na empresa e 27% estava a 3 anos na empresa. Apenas 10% afirmou estar 4 anos na empresa, 3% estava a 5 anos na empresa e 1 único entrevistado estava a pelo menos 6 anos na empresa atual.

Figura 9 – Tempo de atuação na empresa

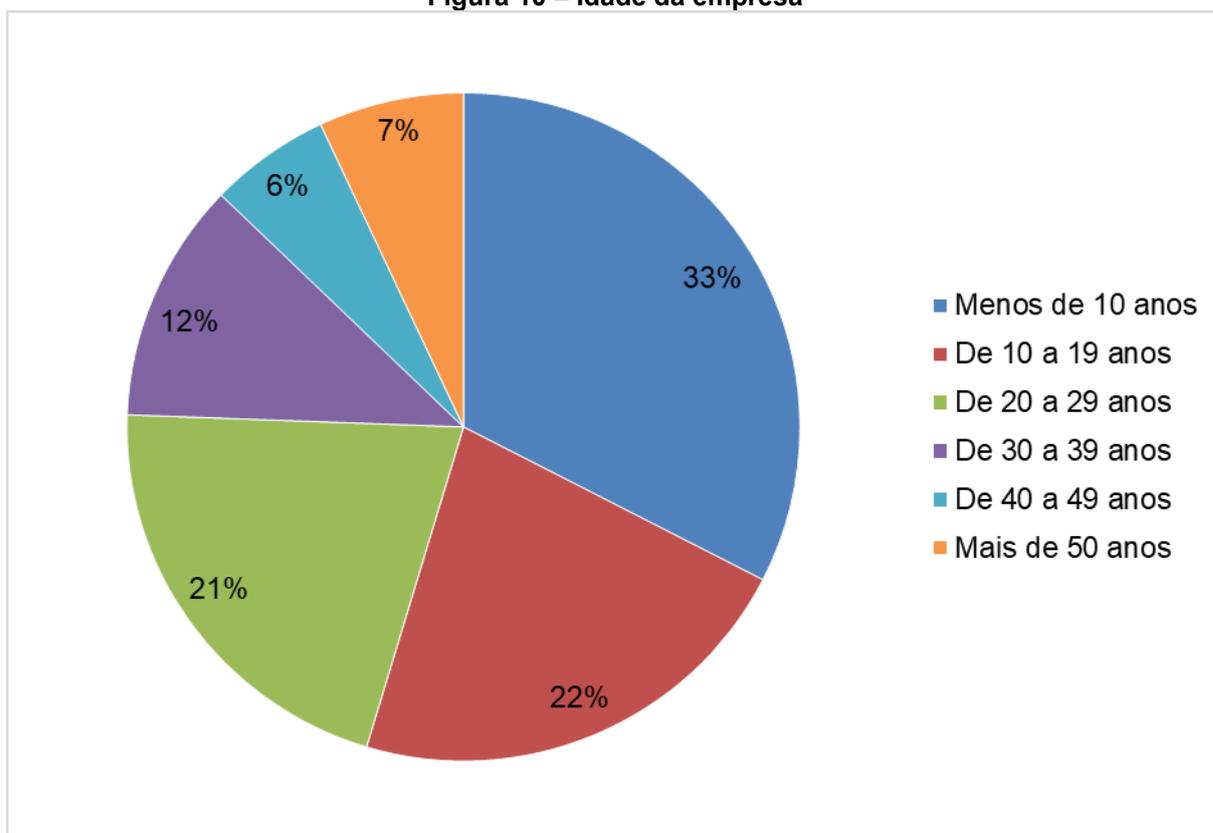


Fonte: Autoria própria (2020)

4.1.2 Perfil das empresas nas quais os entrevistados atuam

A distribuição da idade das empresas nas quais os entrevistados trabalham está apresentada na Figura 10. Cerca de 33% das empresas em questão existem a menos de 10 anos, 22% tem de 10 a 19 anos de existência, 21% das empresas tem de 20 a 29 anos de idade e 12% tem de 30 a 39 anos. Apenas 6% das empresas avaliadas tem de 40 a 49 anos de existência e somente 7% existem a mais de 50 anos.

Figura 10 – Idade da empresa

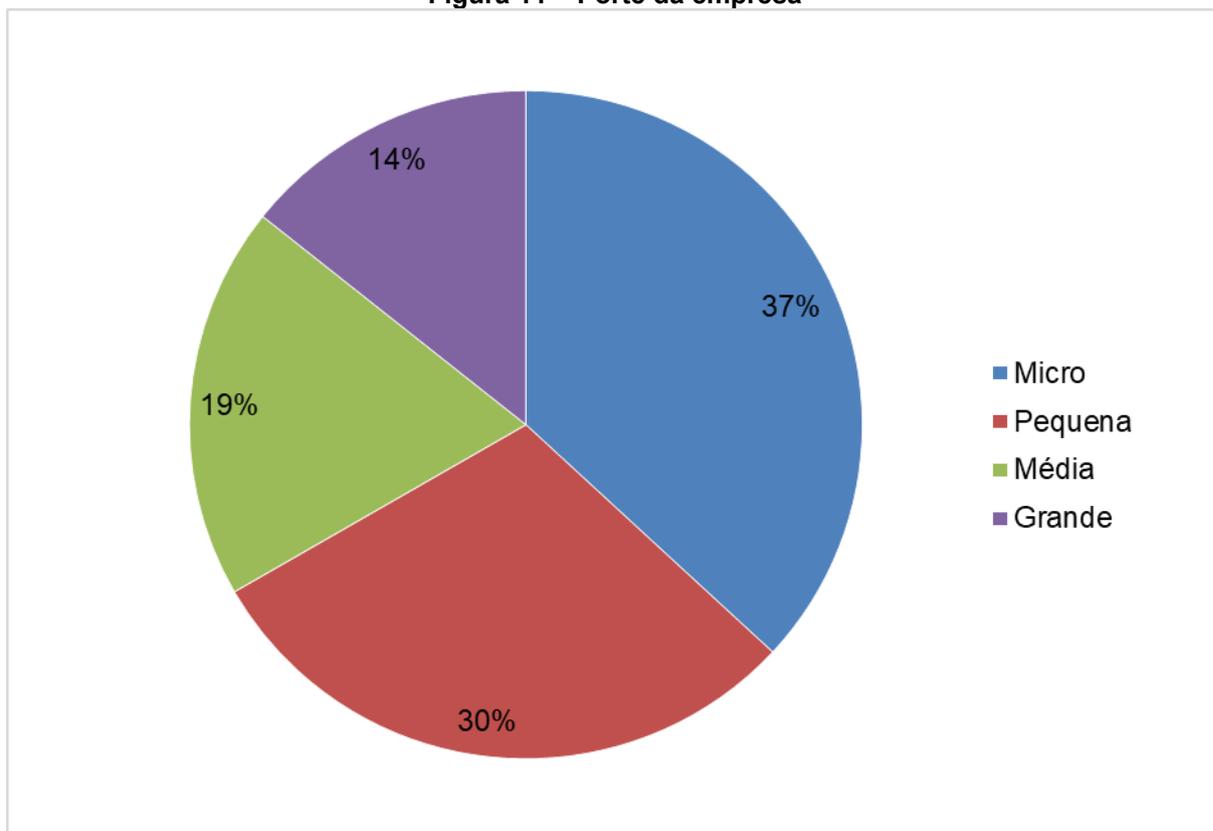


Fonte: Autoria própria (2020)

Outra característica analisada é com relação ao porte das empresas. Conforme critério de classificação do porte das empresas de acordo com o número de funcionários do setor da construção civil pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), as empresas são classificadas como: microempresas as organizações compostas por até 19 colaboradores, pequenas empresas as que possuem de 20 a 99 funcionários, empresas de porte médio são as que possuem entre 100 a 499 e empresas de grande porte são as que possuem acima de 500 empregados.

Para a amostra de profissionais em questão, a distribuição do porte das empresas nas quais eles atuam está apresentada na Figura 11. Cerca de 37% das empresas avaliadas são consideradas microempresas, 30% são pequenas empresas, 19% são empresas de porte médio e apenas 14% são consideradas grandes empresas.

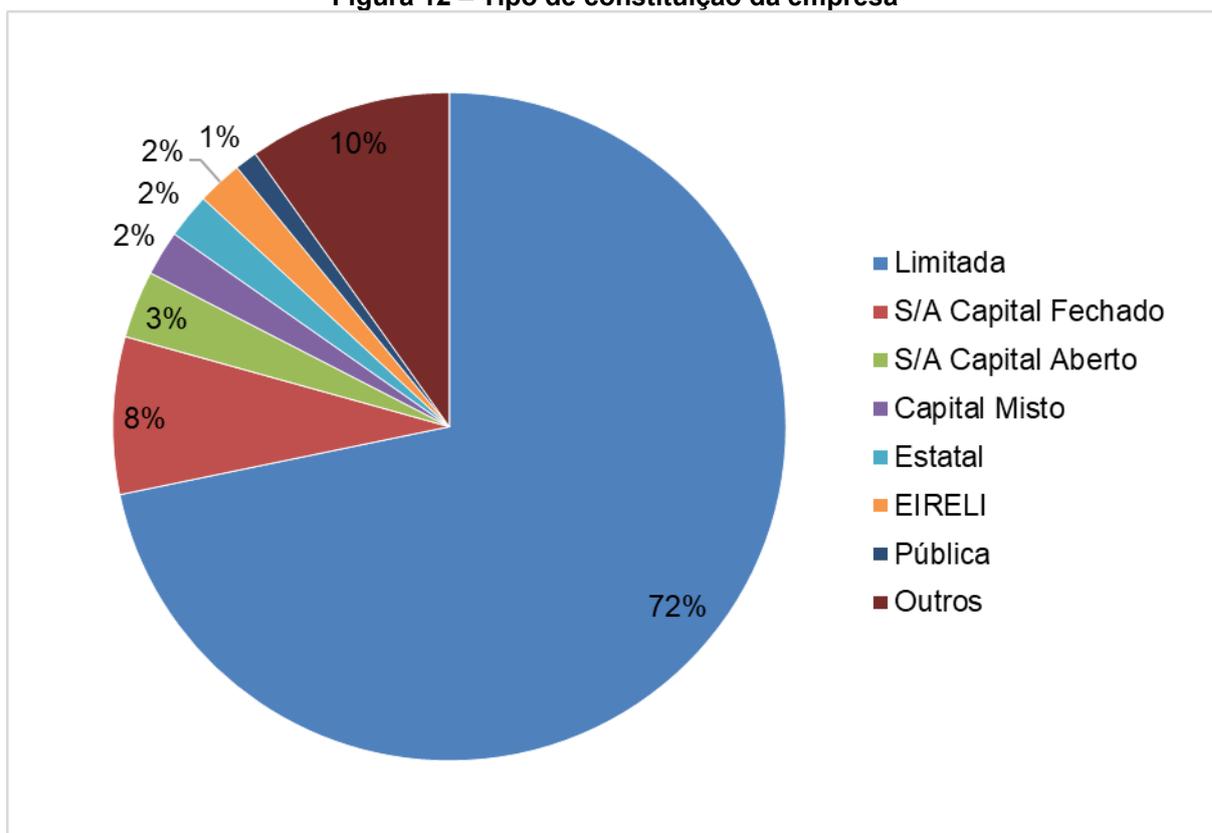
Figura 11 – Porte da empresa



Fonte: Autoria própria (2020)

As empresas ainda podem ser classificadas de acordo com o tipo de constituição quanto ao capital. A distribuição das empresas em questão na presente pesquisa quanto ao tipo de constituição está apresentada na Figura 12. A vasta maioria das empresas avaliadas, cerca de 72%, são do tipo Limitadas. Dentre as demais, 8% são do tipo S/A de Capital Fechado, 3% são S/A de Capital Aberto, 2% são de Capital Misto, 2% são estatais, 2% são EIRELI (Empresa Individual de Responsabilidade Limitada) e 1% são públicas. Os 10% restantes são classificados como outros.

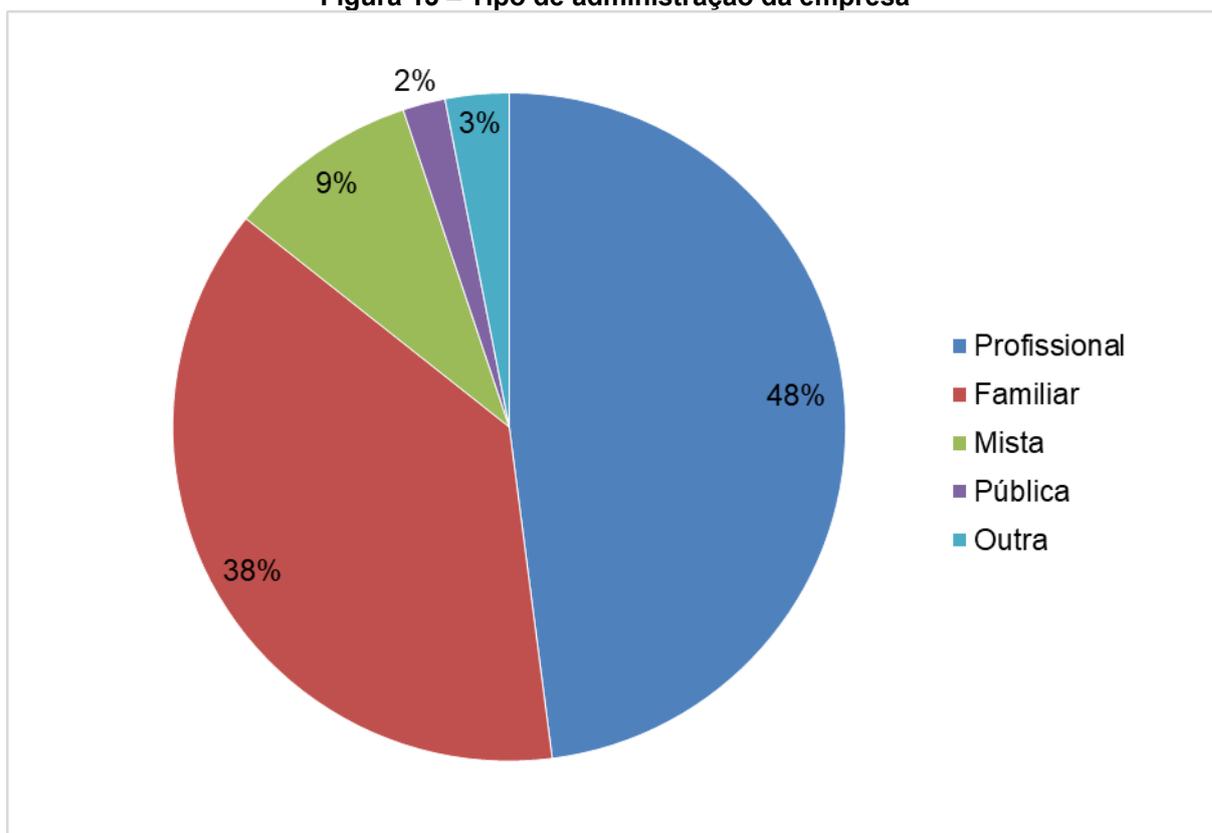
Figura 12 – Tipo de constituição da empresa



Fonte: Autoria própria (2020)

Por fim, as empresas ainda podem ser classificadas quanto ao tipo de administração utilizado. A distribuição do tipo de administração das empresas em questão está apresentada na Figura 13. Cerca de 48% das empresas são do tipo profissional, enquanto 38% são empresas com administração familiar. Apenas 9% são do tipo de administração misto, 2% são de administração pública e os 3% restantes são classificados como outros tipos de administração.

Figura 13 – Tipo de administração da empresa



Fonte: Autoria própria (2020)

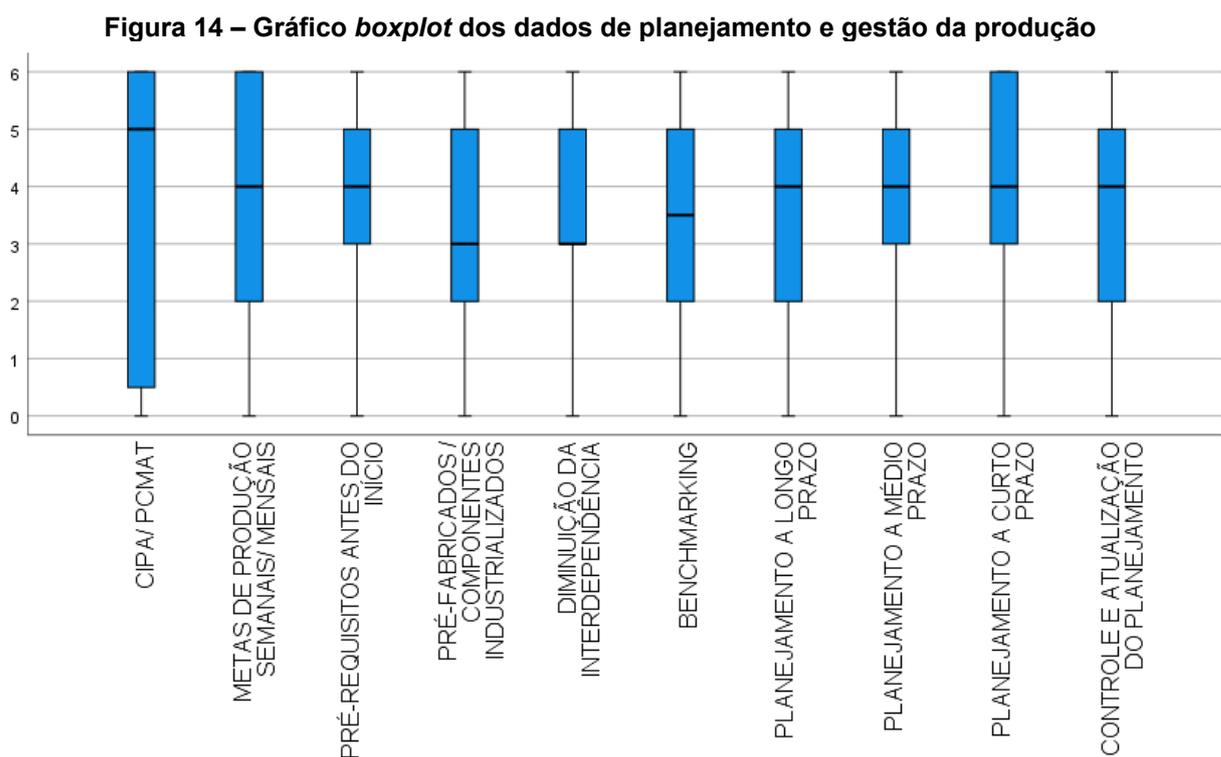
4.2 ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

Neste item serão apresentados os resultados da estatística descritiva dos dados obtidos, utilizando gráficos *boxplot*, tabelas com descritivos estatísticos e histogramas para a representação dos resultados. Conforme destacado no item 3.5.1, a estatística descritiva foi realizada apenas para a parte 5 (planejamento e gestão da produção) e para a parte 8 (controle e acompanhamento da produção) do questionário apresentado no Apêndice A.

Para que seja possível realizar uma melhor comparação dos resultados obtidos neste trabalho com os resultados obtidos em outras pesquisas, foi utilizada a relação a seguir para a análise, entre a escala utilizada neste estudo com a escala usada por Bernardes e Formoso (2002): 0 e 1 (não implementado), 2, 3 e 4 (parcialmente implementado) e 5 e 6 (completamente implementado). Essa escala será utilizada nos casos em que será feita análise dos resultados na forma de porcentagem, com as características analisadas sendo divididas em 3 partes, como descrito na relação acima.

4.2.1 Planejamento e gestão da produção

Os dados coletados sobre o planejamento e gestão da produção em canteiros de obras das empresas avaliadas estão apresentados no gráfico *boxplot* da Figura 14. É possível observar que há uma grande variação nas respostas para a utilização de CIPA/PCMAT nos empreendimentos, porém este aparece como o item mais desenvolvido pelas empresas participantes da pesquisa. Os demais itens analisados apresentaram variações similares e entre 2 e 3 pontos no total. Os itens menos desenvolvidos dentre os avaliados foram a utilização de componentes pré-fabricados ou materiais industrializados e a prática de *benchmarking*.



Fonte: Autoria própria (2020)

A Tabela 1 apresenta os descritivos estatísticos dos dados coletados sobre planejamento e gestão da produção em canteiros de obras, para cada um dos dez itens analisados.

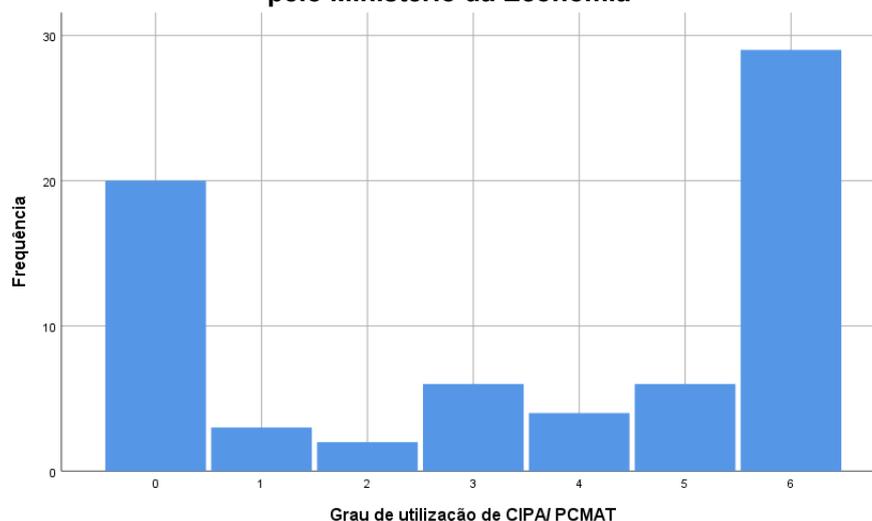
Tabela 1 – Análise estatística dos dados de planejamento e gestão da produção

Descritivos / questões	CIPA/ PCMAT	Metas de produção semanais/ mensais	Pré-requisitos antes do início	Pré-fabricados / componentes industrializados	Diminuição da interdependência	Benchmarking	Planejamento a longo prazo	Planejamento a médio prazo	Planejamento a curto prazo	Controle e atualização do planejamento
Média	3,73	3,67	3,98	3,21	3,39	3,50	3,55	3,71	3,89	3,49
Erro padrão	0,32	0,21	0,16	0,21	0,16	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19
Mediana	5,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00
Variância	6,55	4,12	2,07	4,19	2,46	3,39	3,79	3,53	3,51	3,59
Desvio padrão	2,56	2,03	1,44	2,05	1,57	1,84	1,95	1,88	1,87	1,90
Intervalo interquartil	5,25	4,00	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00

Fonte: Autoria própria (2020)

O primeiro item que foi avaliado se refere à existência de CIPA/PCMAT ou outros requisitos exigidos pelo Ministério da Economia. Na pesquisa em questão, 40% das empresas responderam que utilizam esses requisitos em todas as obras. A mediana desta questão ficou em cinco pontos, como mostra a Tabela 1, mais próxima do terceiro quartil que está em seis pontos. O primeiro quartil ficou em zero pontos, ou seja, há uma variação grande nas respostas e demonstra que ainda há muitas empresas que não utilizam nenhum dos requisitos exigidos pelo Ministério da Economia quanto à segurança do trabalho. O histograma completo com os dados obtidos sobre a utilização de CIPA/PCMAT ou outros requisitos exigidos pelo Ministério da Economia está apresentado na Figura 15.

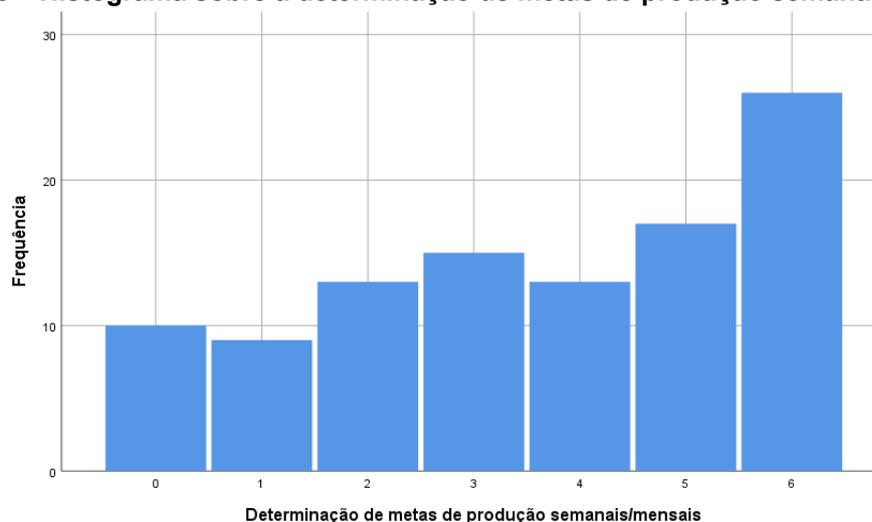
Figura 15 – Histograma do grau de utilização de CIPA/PCMAT ou outros requisitos exigidos pelo Ministério da Economia



Fonte: Autoria própria (2020)

Para a pergunta relacionada à determinação de metas de produção semanais/mensais, os quartis variaram entre 2 e 5,5, com a mediana em quatro pontos. Isso demonstra que as empresas tendem a determinar essas metas frequentemente. A determinação das metas auxilia no controle do processo, controle dos objetivos e foco no processo. O histograma das respostas dos entrevistados sobre a determinação de metas de produção semanais/mensais está apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Histograma sobre a determinação de metas de produção semanais/mensais

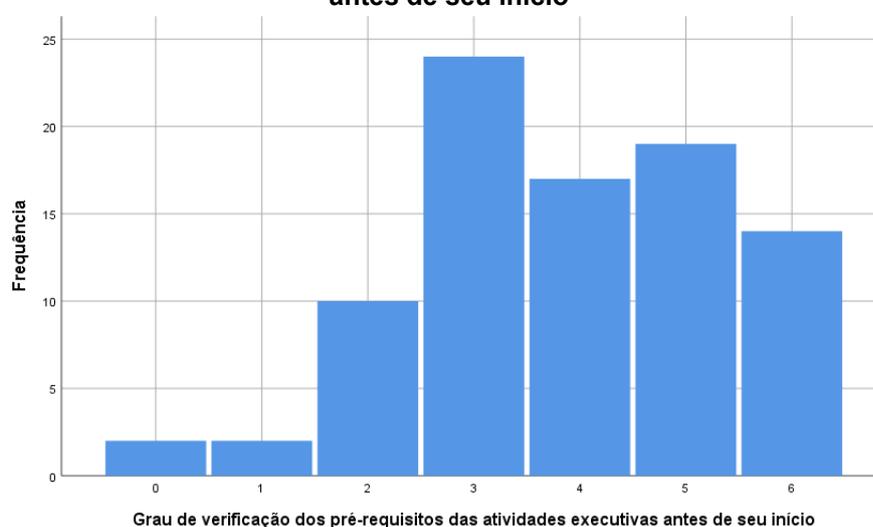


Fonte: Autoria própria (2020)

O item relacionado à verificação dos pré-requisitos das atividades antes de

seu início verifica que há uma tendência a realizar essa atividade com frequência, tendo uma mediana em quatro pontos e a variação entre os quartis de três a cinco pontos. Teve os menores valores de desvio padrão e variância dentre todos os itens avaliados, sendo, portanto, o menos variável. Apresentou ainda a maior média entre os dez itens. A verificação dos pré-requisitos se mostra fundamental para a diminuição dos retrabalhos e auxilia na execução do serviço. O histograma do grau de verificação dos pré-requisitos das atividades executivas antes de seu início está apresentado na Figura 17.

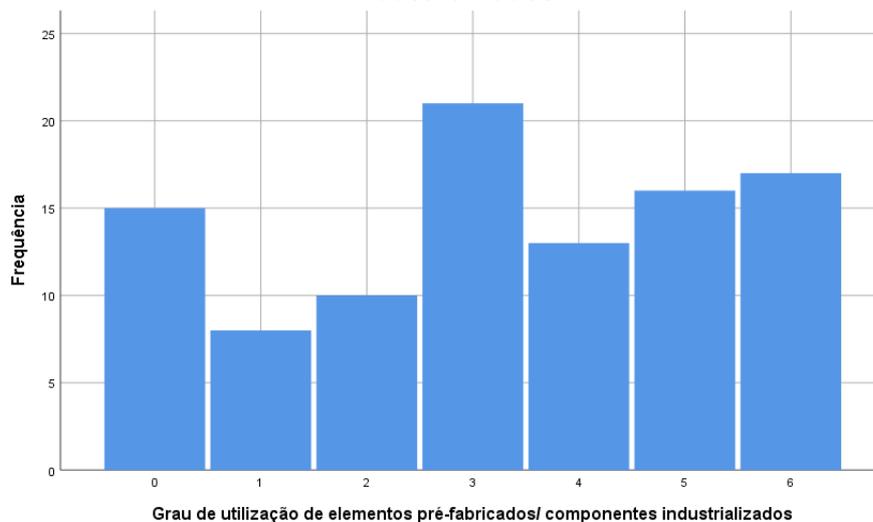
Figura 17 – Histograma do grau de verificação dos pré-requisitos das atividades executivas antes de seu início



Fonte: Autoria própria (2020)

Já para as respostas da questão referente à utilização de elementos pré-fabricados ou componentes industrializados visando reduzir os prazos e custos, a mediana se encontra em três pontos, com uma variação entre os quartis de dois a cinco pontos. Ou seja, esta atividade ainda é pouco desenvolvida pelas empresas, apresentando os menores valores de média e mediana dentre todos os itens avaliados. Essa questão é crucial para a simplificação dos processos produtivos e a redução do tempo de ciclo. Porém, por se tratar de uma prática recente, nem todas as empresas fazem uso desse método construtivo. O histograma do grau de utilização de elementos pré-fabricados/componentes industrializados visando redução de prazo e/ou custo está apresentado na Figura 18.

Figura 18 – Histograma do grau de utilização de elementos pré-fabricados/componentes industrializados

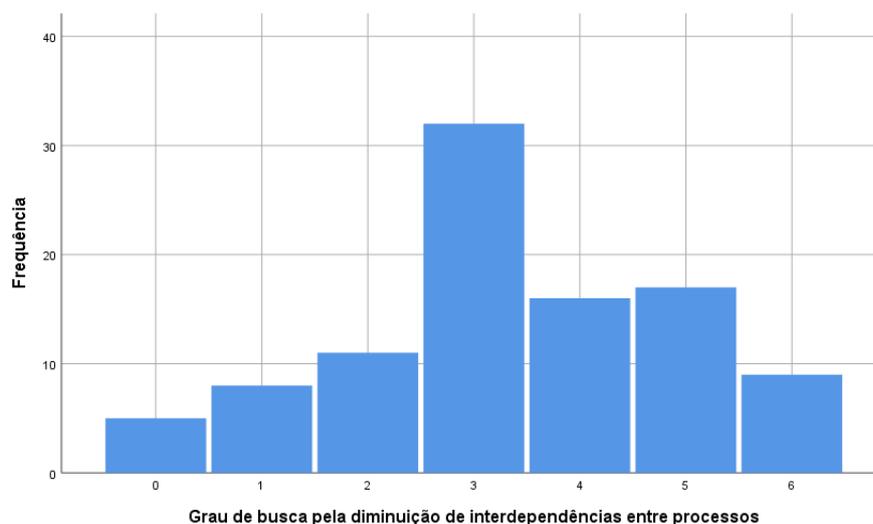


Fonte: Autoria própria (2020)

Como mostrado por Fisch (2017), pouco se utilizam tecnologias novas ou diferentes na construção civil. De fato, na comparação do setor com a indústria no geral, a utilização de várias tecnologias diferentes foi 70% na indústria do que na construção civil. Isso corrobora com o resultado encontrado no presente estudo, onde mais de 23% das empresas nunca utilizam componentes industrializados na construção civil.

Para as respostas da pergunta sobre o planejamento ser realizado buscando eliminar ou diminuir interdependências entre processos a mediana se equivale ao primeiro quartil em três pontos e há uma elevação para o terceiro quartil em cinco pontos. Dentre as empresas avaliadas, 32,65% respondeu três pontos para este item, corroborando com a grande quantidade de respostas nesse quartil. A busca por um planejamento eficaz do processo de produção auxilia também na simplificação dos processos produtivos aplicados pela construção enxuta. O histograma do grau de busca pela diminuição de interdependências entre processos está apresentado na Figura 19.

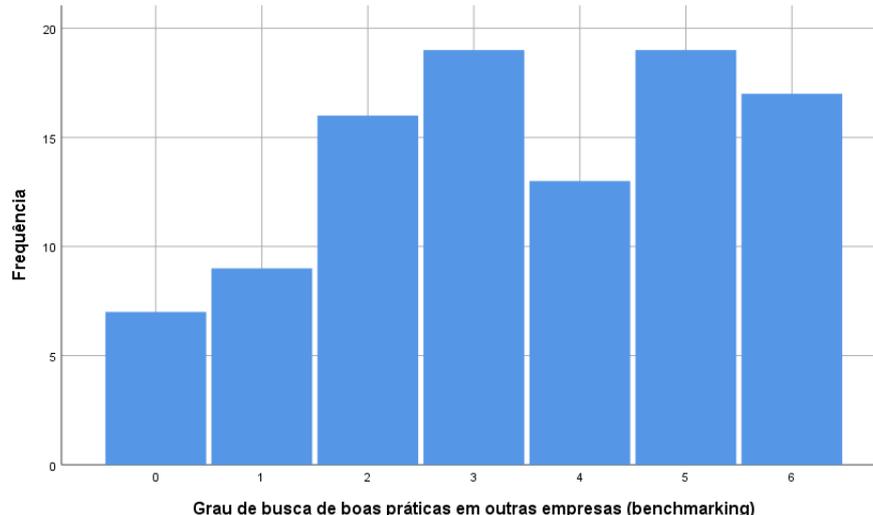
Figura 19 – Histograma do grau de busca pela diminuição de interdependências entre processos



Fonte: Autoria própria (2020)

A questão relacionada a busca por boas práticas em outras empresas para trazer melhorias à organização (*benchmarking*) demonstra que há uma tendência a realizar essa atividade com uma mediana em três pontos, porém ela está mais próxima do primeiro quartil que se encontra em dois pontos, diminuindo a intensidade da atuação. Essa atitude é fundamental para investigar ações que poderiam trazer benefícios à empresa, sejam elas de processo, custos ou organização. O histograma do grau de busca de boas práticas em outras empresas (*benchmarking*) está apresentado na Figura 20.

Figura 20 – Histograma do grau de busca de boas práticas em outras empresas (*benchmarking*)



Fonte: Autoria própria (2020)

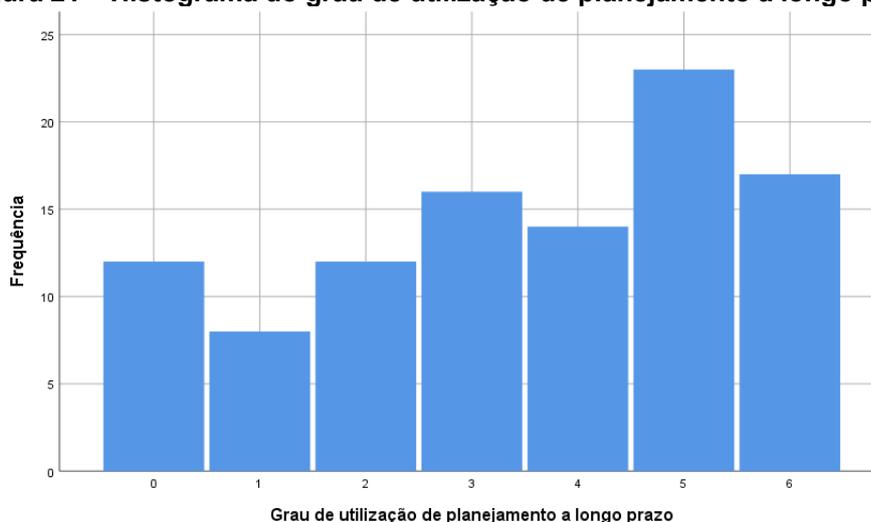
Como mostrado por Fisch (2017), a preocupação em relação à adoção de melhorias nos processos da construção civil é elevada, porém ainda menor do que na indústria. No presente estudo, 32% das empresas se mostraram muito preocupadas em buscar melhorias em suas práticas a partir da ferramenta de *benchmarking*, resultado próximo ao encontrado por Fisch (2017), que foi de 37%. Além disso, em ambas as pesquisas cerca de apenas 15% das empresas afirmaram não se preocuparem em buscar adotar novas práticas em seus processos.

Os itens ligados aos planejamentos de longo, médio e curto prazo apresentaram resultados semelhantes entre si. Os valores de mediana para os 3 itens foi de 4 pontos, com amplitude interquartil de três pontos, variando de dois a cinco. Além disso, os valores de erro padrão foram exatamente iguais, enquanto os resultados de média, variância e desvio padrão foram bem próximos uns dos outros, com a média do planejamento a curto prazo sendo ligeiramente superior. No geral, pode-se afirmar que as empresas realizam detalhadamente os planejamentos de longo, médio e curto prazo. Os histogramas referentes ao grau de utilização de planejamento a longo, médio e curto prazo, respectivamente, estão apresentados nas Figura 21, Figura 22 e Figura 23.

No geral, no que diz respeito à hierarquização do planejamento em diferentes níveis, obteve-se um resultado considerado bom de utilização dessas técnicas. Conforme a relação de escalas definida e os valores apresentados na Tabela 1, pode-se afirmar que cerca de 18% das empresas não apresentava um sistema de divisão de planejamento em diferentes níveis implementado, 41% possuía uma divisão em níveis parcialmente implementado e 41% tinha essa divisão em planejamento de curto, médio e longo prazo completamente implementada.

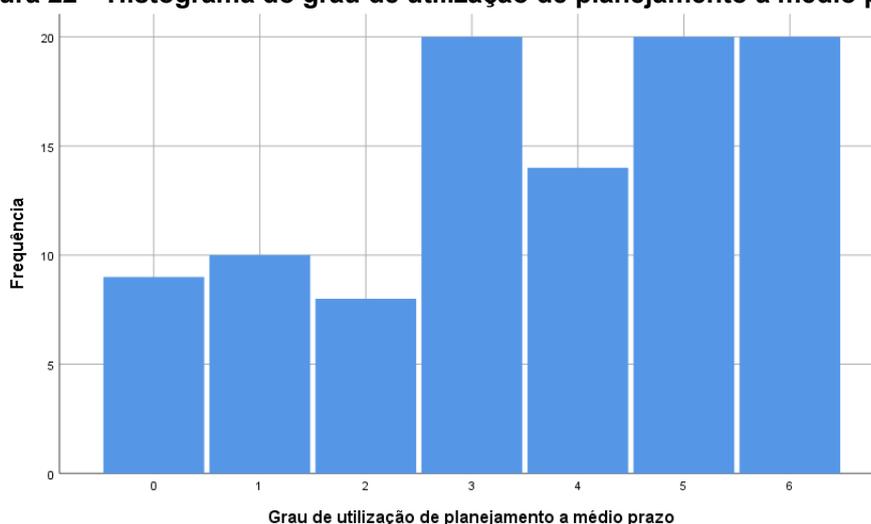
Esses resultados são próximos do que foi obtido por Bernardes e Formoso (2002), mesmo levando em conta que estes autores possuíam uma amostra de apenas 7 empresas e a dificuldade de se estabelecer uma relação fiel entre as escalas utilizadas no trabalho citado e no presente estudo. Isso mostra que, mesmo sendo um bom grau de utilização de hierarquização do planejamento em níveis, não houve uma melhoria significativa desde o estudo realizado por Bernardes e Formoso (2002).

Figura 21 – Histograma do grau de utilização de planejamento a longo prazo



Fonte: Autoria própria (2020)

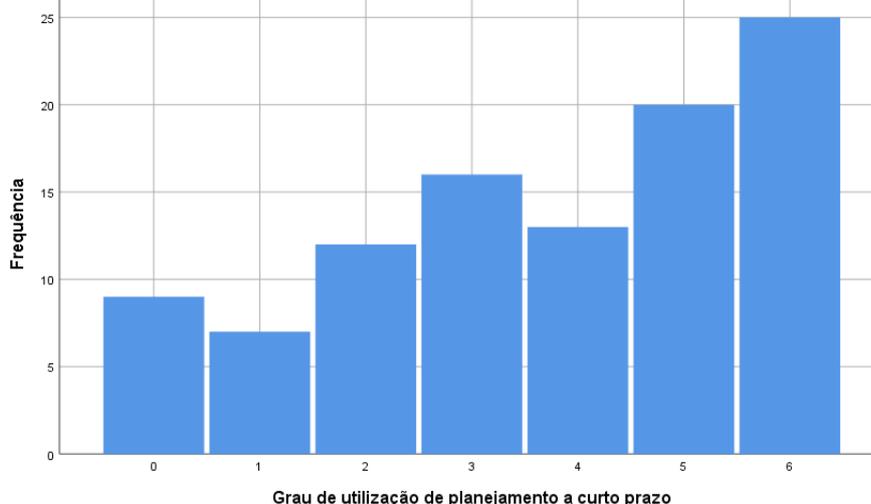
Figura 22 – Histograma do grau de utilização de planejamento a médio prazo



Fonte: Autoria própria (2020)

A implementação do planejamento a curto prazo apresentou valor considerado bom de média de utilização, como mostrado na Tabela 1. De fato, obteve-se uma média de 44% das empresas utilizando o planejamento de curto prazo com alto nível de detalhamento. Bernardes e Formoso (2002) encontraram um valor de 43% de implementação do planejamento de curto prazo nas empresas que avaliaram, de modo que os resultados podem ser considerados iguais entre a pesquisa citada e o presente estudo. Isso mostra que quase metade das empresas possui um sistema de planejamento a curto prazo muito bem definido, e apenas 15% das empresas avaliadas não possui ou teve grau de utilização de planejamento a curto prazo apontado como 1 na presente pesquisa, como mostrado na Figura 23 a seguir.

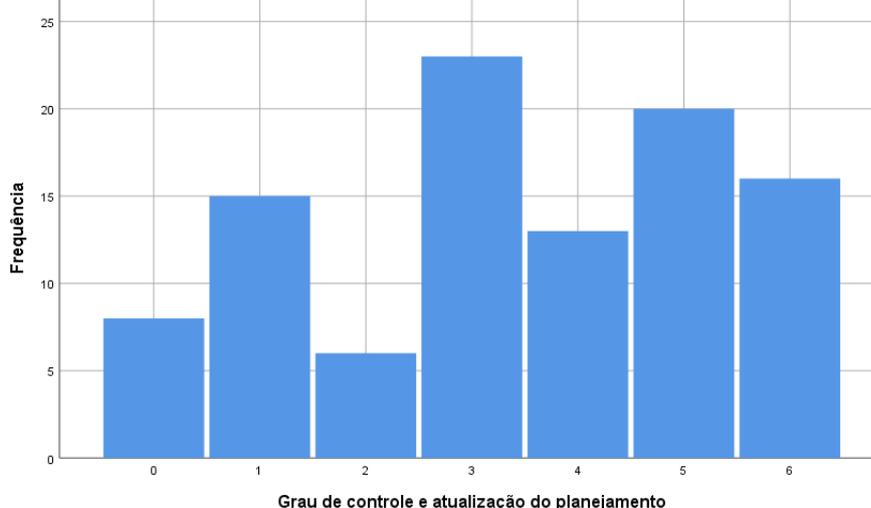
Figura 23 – Histograma do grau de utilização de planejamento a curto prazo



Fonte: Autoria própria (2020)

Quanto aos resultados referentes à realização de um controle da situação diária/semanal da execução e atualização do planejamento, as empresas mostraram possuir essa atividade moderadamente desenvolvida, com uma mediana em três pontos, mais próxima do primeiro quartil em dois pontos. A atualização do cronograma e planejamento é essencial para manter o controle diário do fluxo da obra. O histograma do grau de controle da situação diária/semanal da execução e da atualização do planejamento está apresentado na Figura 24.

Figura 24 – Histograma do grau de controle e atualização do planejamento

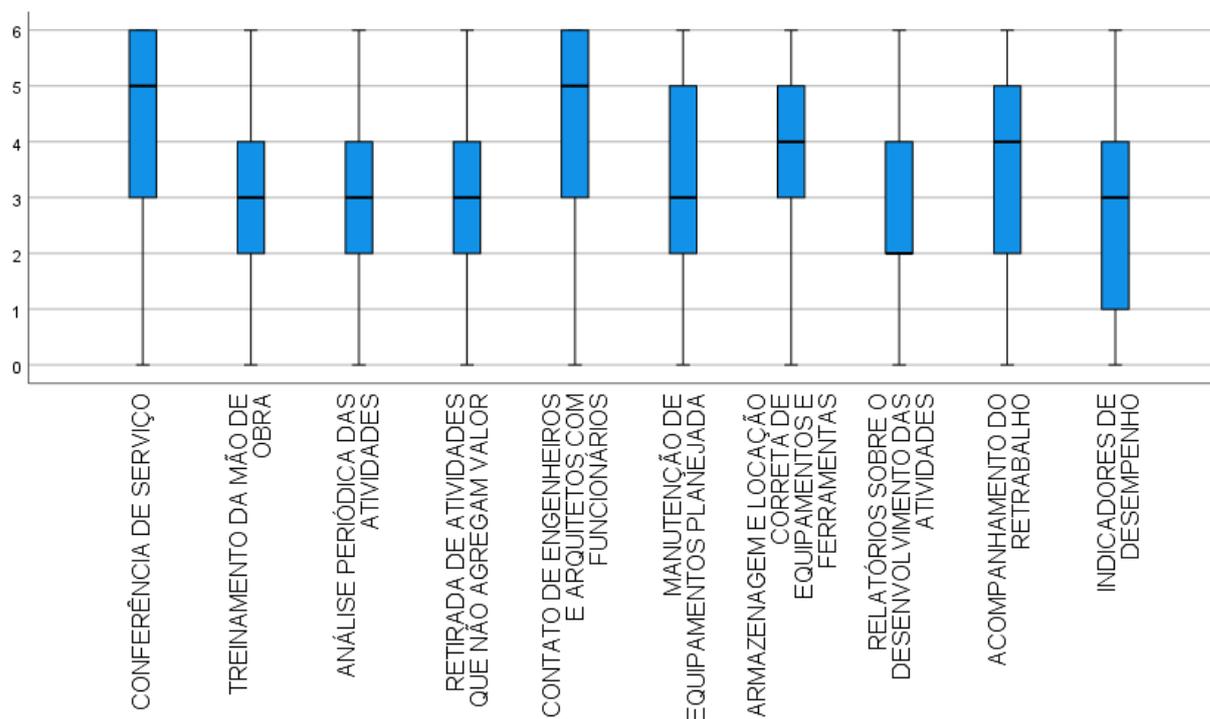


Fonte: Autoria própria (2020)

4.2.2 Controle e acompanhamento da produção

O gráfico *boxplot* dos dados coletados sobre controle e acompanhamento da produção em canteiros de obras das empresas está apresentado na Figura 25. Observa-se que há uma grande variação entre os níveis de desenvolvimento nas características avaliadas.

Figura 25 – Gráfico *boxplot* dos dados de controle e acompanhamento da produção



Fonte: Autoria própria (2020)

A Tabela 2 apresenta os descritivos estatísticos dos dados coletados sobre controle e acompanhamento da produção em canteiros de obras, para cada um dos dez itens analisados.

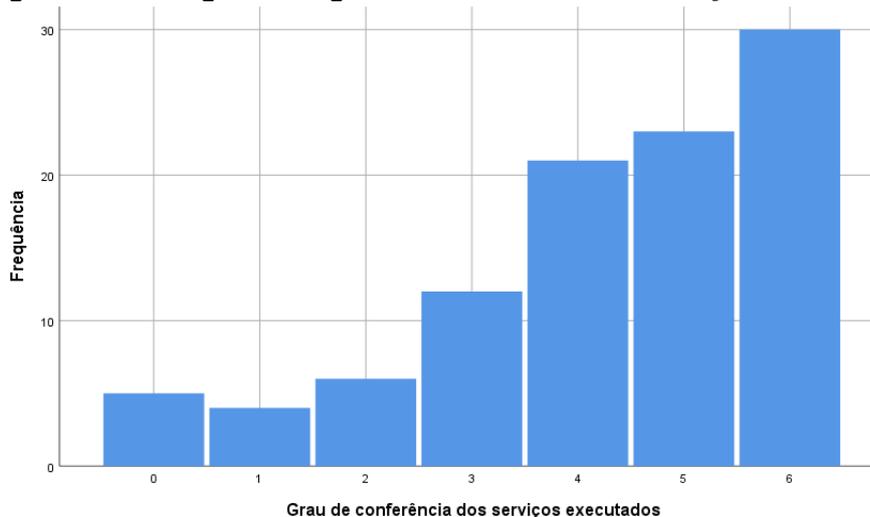
Tabela 2 – Análise estatística dos dados de controle e acompanhamento da produção

Descritivos / questões	Conferência de serviço	Treinamento da mão de obra	Análise periódica das atividades	Retirada de atividades que não agregam valor	Contato de engenheiros e arquitetos com funcionários	Manutenção periódica de equipamentos	Armazenagem e locação correta de equipamentos e ferramentas	Relatórios sobre o desenvolvimento das atividades	Acompanhamento de retrabalho	Indicadores de desempenho
Média	4,29	2,98	3,03	3,05	4,16	3,30	3,89	2,73	3,69	2,79
Erro padrão	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,19	0,17	0,25	0,17	0,20
Mediana	5,00	3,00	3,00	3,00	5,00	3,00	4,00	2,00	4,00	3,00
Variância	2,81	3,08	2,81	2,72	3,13	3,40	2,76	3,74	2,77	3,86
Desvio padrão	1,68	1,76	1,67	1,65	1,77	1,84	1,66	1,93	1,66	1,96
Intervalo interquartil	3,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00

Fonte: Autoria própria (2020)

O primeiro item do questionário para esse tema está relacionado com a conferência dos serviços executados através de documentos, tais como listas de verificação de serviço. As respostas demonstraram que essa prática é muito aplicada, com uma mediana em cinco pontos e com o primeiro quartil em três pontos. No geral, pode-se afirmar que cerca de 52% das empresas avaliadas sempre faz a conferência dos serviços executados, enquanto somente 9% quase nunca realiza a conferências dos serviços. É essencial que sejam realizadas as conferências antes de iniciar a próxima etapa dos serviços para que não haja problemas posteriores causados por falta de verificação. O histograma do grau de conferência dos serviços executados está apresentado na Figura 26.

Figura 26 – Histograma do grau de conferência dos serviços executados



Fonte: Autoria própria (2020)

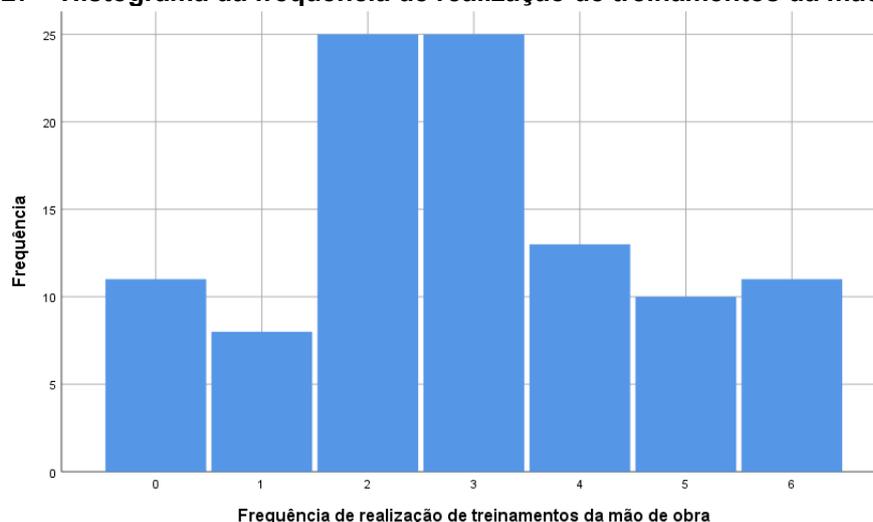
De fato, como mostrado por Jarkas e Bitar (2012), a supervisão do trabalho é um dos fatores mais importantes para que se tenha uma boa produtividade da produção na construção civil. Na pesquisa realizada por estes autores, dentre 45 fatores avaliados a questão da falta de supervisão apareceu como o 4º fator com maior influência no aparecimento de problemas de produtividade na construção civil. Enshassi *et al.* (2007) também apontam a importância da supervisão dos serviços nos canteiros de obras para que se tenha eficiência na produção da construção civil, com essa característica aparecendo como a 3ª mais impactante dentre 45 avaliadas na produtividade do setor.

As próximas três questões obtiveram o mesmo resultado no gráfico *boxplot* da Figura 25, com a mediana em três pontos, variando seus quartis entre dois e quatro pontos. Essas perguntas demonstram as atitudes da empresa com relação ao treinamento da mão de obra, à análise estruturada e periódica das atividades essenciais à construção e à retirada de atividades que não agregam valor ao produto. Essas atividades são desenvolvidas, porém sem muita intensidade.

O treinamento da mão de obra é fundamental para evitar erros, reduzir o tempo de ciclo e manter os funcionários sempre em aprendizado. A análise estruturada das atividades essenciais e a retirada de atividades que podem ser descartadas é primordial para diminuir serviços que não agregam valor ao produto e conseqüentemente também reduzir o tempo de ciclo. Os histogramas da frequência de treinamentos da mão de obra, realização de análises estruturadas e periódicas das atividades e análises das atividades que podem ser modificadas estão apresentados,

respectivamente, nas Figura 27, Figura 28 e Figura 29.

Figura 27 – Histograma da frequência de realização de treinamentos da mão de obra

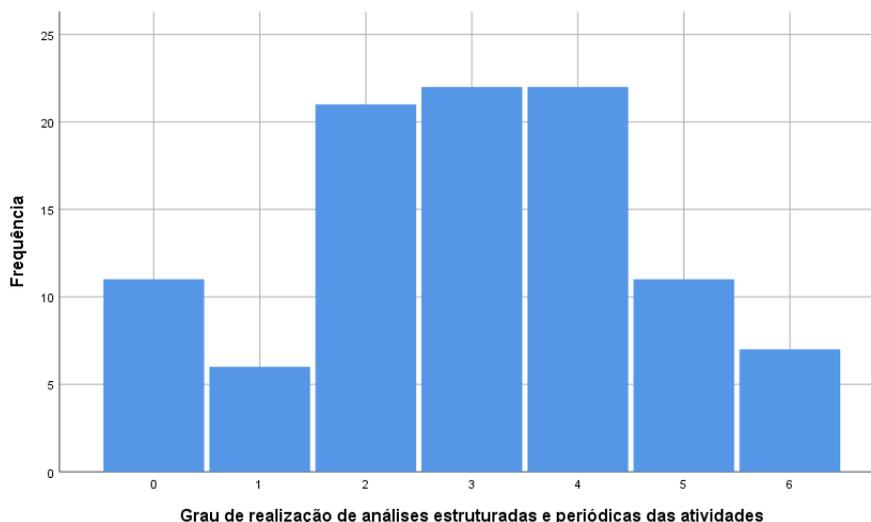


Fonte: Autoria própria (2020)

A questão da realização de treinamentos da mão de obra obteve uma das menores médias dentre as características avaliadas de controle e acompanhamento da produção. Conforme o histograma da Figura 27, apenas 20% das empresas avaliadas realizam constantemente treinamentos da mão de obra, enquanto 61% realiza treinamentos de mão de obra periodicamente, porém com frequência menor. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Fisch (2017), onde 59% das empresas tem frequência média e 22% tem frequência alta de realização de treinamentos da mão de obra. O estudo realizado por Lago (2018) também obteve resultados semelhantes, com cerca de 17% das empresas tendo frequência alta e mais de 63% tendo frequência média de realização de treinamentos dos funcionários.

Como apontado por Othman *et al.* (2018), a falta ou realização deficiente de treinamentos dos trabalhadores dos canteiros de obra é um fator com grande influência na ineficiência nos projetos de construção civil, sendo que no estudo em questão 67% dos entrevistados afirmou que o treinamento inadequado dos trabalhadores era responsável por problemas na gestão da mão de obra nos canteiros de obras.

Figura 28 – Histograma do grau de realização de análises estruturadas e periódicas das atividades

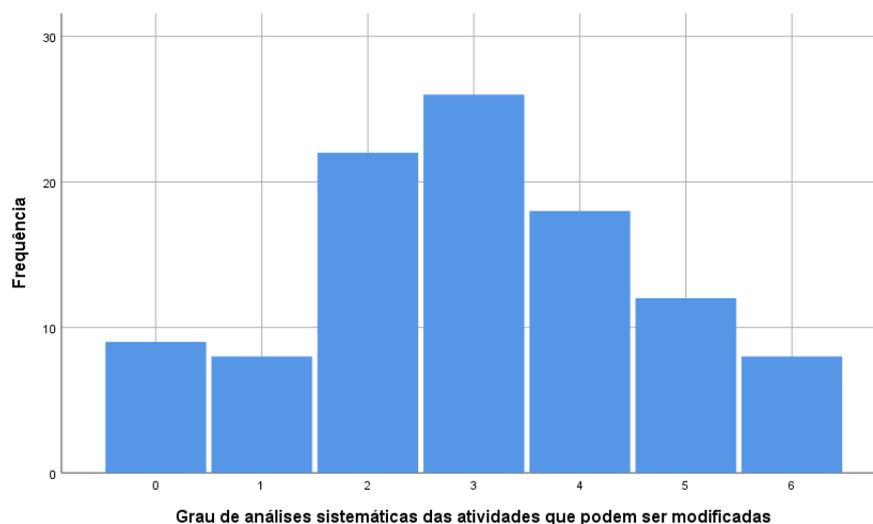


Fonte: Autoria própria (2020)

A retirada das atividades que não agregam valor ao produto final, como apresentado na Figura 29, é realizada, porém de forma parcial. Apenas 19% das empresas avaliadas fazia a análise sistemática das atividades que podem ser modificadas ou retiradas por não agregarem valor em todas as suas obras. Como apontado por Alves (2000), é necessário que se reduza a incerteza dos fluxos físicos (mão de obra, materiais e equipamentos) nos canteiros de obras para que então se possa reduzir a variabilidade dos processos e se retirem as atividades que não agregam valor ao produto final.

Desse modo, é necessário que se realizem análises estruturadas e periódicas das atividades para que então seja possível a redução da incerteza e da variabilidade dos fluxos físicos. De fato, como mostrado na Figura 28, apenas 18% das empresas realizava essas análises. Assim, como apontado por Alves (2000), a produção da construção civil ainda conta com alto nível de incerteza e variabilidade em seus processos, o que por fim ocasiona baixa produtividade no setor.

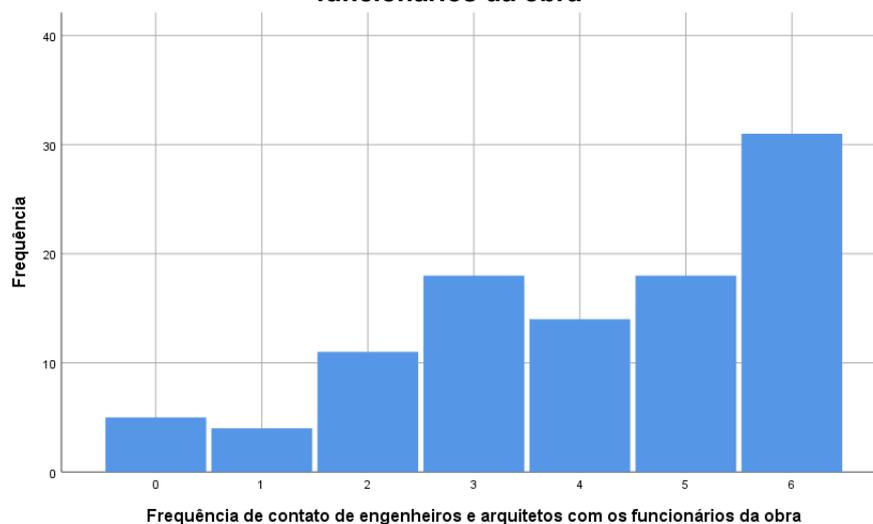
Figura 29 – Histograma do grau de análises sistemáticas das atividades que podem ser modificadas



Fonte: Autoria própria (2020)

A pergunta seguinte demonstra a relação entre os engenheiros e arquitetos com os funcionários da obra e expõe um resultado com mediana em quatro pontos, mais próximo do primeiro quartil em três pontos que do terceiro quartil em seis pontos. A pontuação seis significa que o contato é diário, enquanto a pontuação zero é nunca. Ou seja, há uma boa relação entre os colaboradores, porém não diariamente. A comunicação entre os engenheiros e arquitetos com os funcionários traz uma transparência nos processos e eleva a importância dos operários, gerando uma maior disposição para realizar os serviços. O histograma da frequência de contato de engenheiros e arquitetos com os funcionários da obra está apresentado na Figura 30.

Figura 30 – Histograma da frequência de contato de engenheiros e arquitetos com os funcionários da obra



Fonte: Autoria própria (2020)

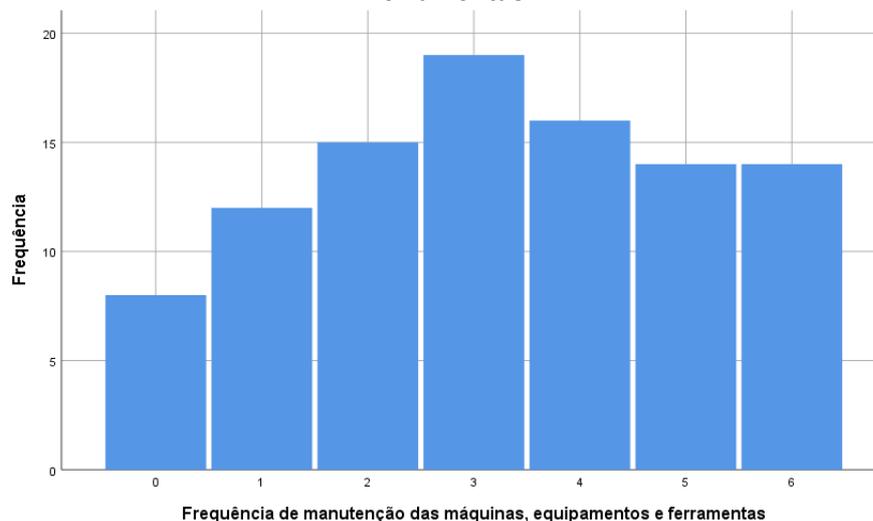
Analisando a frequência de contato de engenheiros e arquitetos com os funcionários da obra em 3 pontos, como definido anteriormente, tem-se que apenas 9% das empresas não possuíam contato entre as partes em questão, enquanto 42% apresentava contato periódico (semanalmente) e 49% possuía contato praticamente diário entre os engenheiros e arquitetos responsáveis com os trabalhadores do canteiro de obras. Resultados semelhantes quanto à frequência de interação entre os funcionários foram obtidos por Fisch (2017) e Teixeira (2017), o que mostra que essa característica é bem desenvolvida no setor da construção civil.

Como apontado por Naoum (2016) e Othman *et al.* (2018), a comunicação entre as diferentes hierarquias de trabalhadores é fundamental para que se diminuam os problemas nos canteiros de obras e conseqüentemente se aumente a produtividade do setor. No estudo de Othman *et al.* (2018), 83% dos entrevistados afirmaram que a falta ou comunicação inadequada entre os trabalhadores era responsável pelo aparecimento de problemas na gestão da mão de obra nos canteiros de obra, levando à ineficiência dos projetos de construção civil.

Para a questão seguinte, é abordado se há uma forma estruturada, periódica e planejada de realizar a manutenção dos equipamentos, máquinas e ferramentas. A mediana em três pontos mostra que a manutenção não é realizada com frequência, porém existe. A manutenção dos equipamentos evita que haja uma parada nos serviços pela falta dos instrumentos de trabalho, o que geraria atraso no tempo de ciclo e tempo ocioso na mão de obra. O histograma da frequência de manutenção das

máquinas, equipamentos e ferramentas está apresentado na Figura 31.

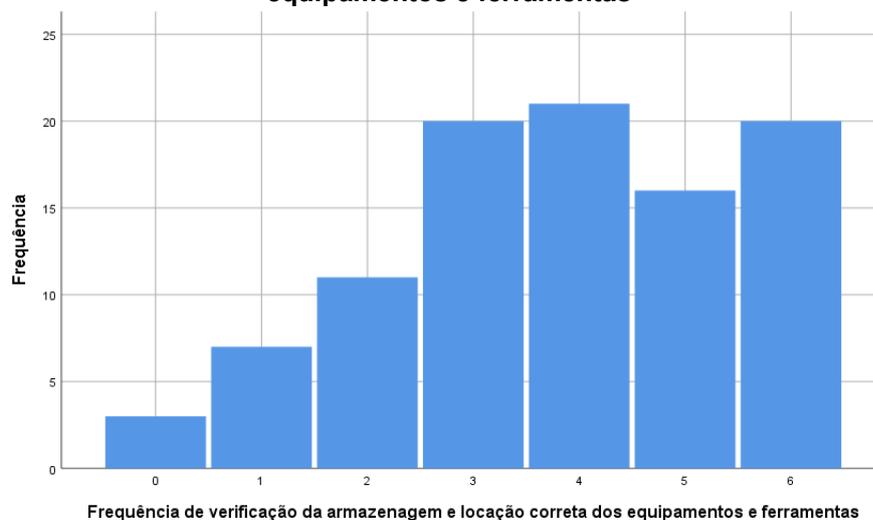
Figura 31 – Histograma da frequência de manutenção das máquinas, equipamentos e ferramentas



Fonte: Autoria própria (2020)

Em seguida foi respondida a questão sobre a verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas. Com uma mediana em quatro pontos, é apresentado que essa verificação é frequente. O histograma da frequência de verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas está apresentado na Figura 32.

Figura 32 – Histograma da frequência de verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas

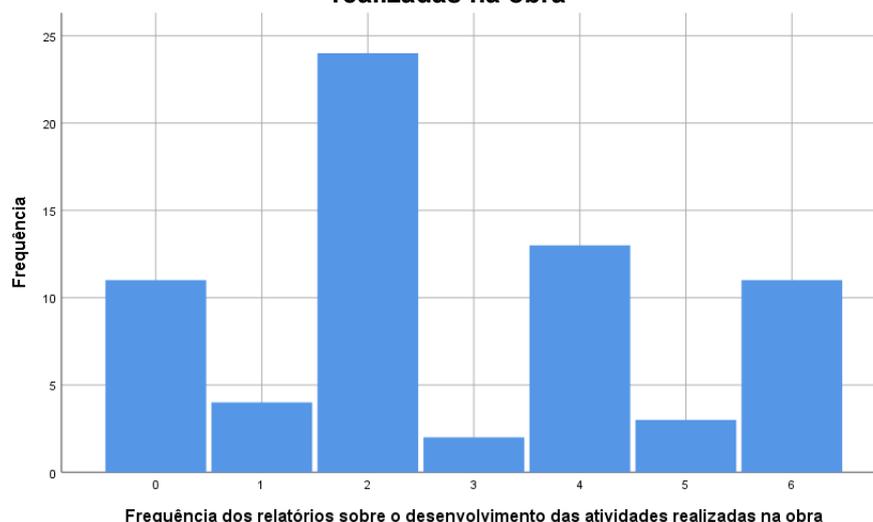


Fonte: Autoria própria (2020)

O item sobre a frequência dos relatórios do desenvolvimento das atividades

realizadas na obra apresenta a mediana em dois pontos, que de acordo com a escala utilizada significa que ela ocorre semanalmente. O histograma da frequência dos relatórios sobre o desenvolvimento das atividades realizadas na obra está apresentado na Figura 33.

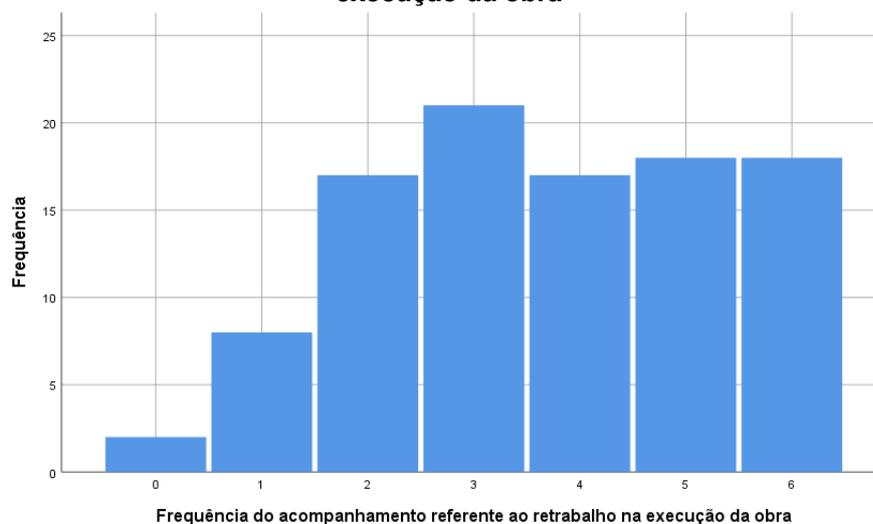
Figura 33 – Histograma da frequência dos relatórios sobre o desenvolvimento das atividades realizadas na obra



Fonte: Autoria própria (2020)

A questão referente ao acompanhamento dos retrabalhos demonstra que essa atividade é desenvolvida, com uma mediana em quatro pontos. Apenas 10% das empresas avaliadas não faz o acompanhamento de retrabalhos nos canteiros de obras, enquanto 36% realiza esse acompanhamento em todas as obras. É primordial manter o controle dos retrabalhos e realizar estudos para a sua redução, mesmo essa atividade não agregando valor ao produto. O histograma da frequência do acompanhamento referente ao retrabalho na execução da obra está apresentado na Figura 34.

Figura 34 – Histograma da frequência do acompanhamento referente ao retrabalho na execução da obra



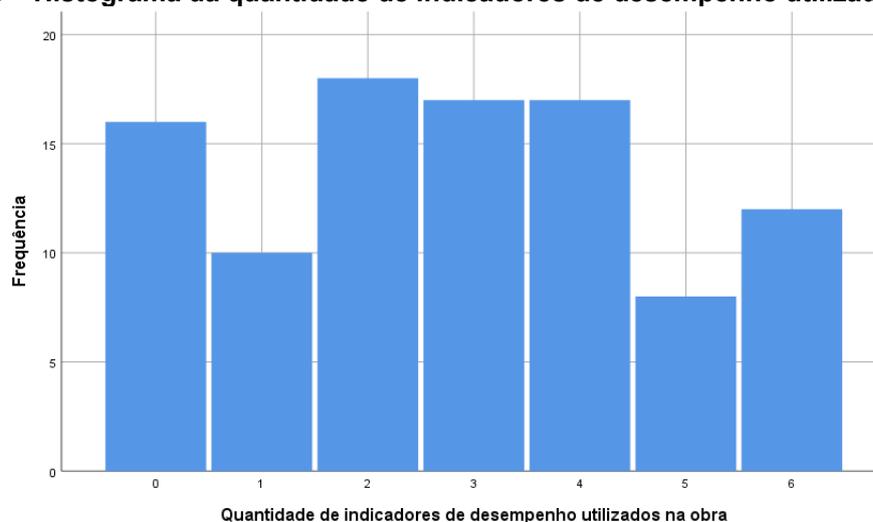
Fonte: Autoria própria (2020)

Como apontado por Jarkas e Bitar (2012) e Enshassi *et al.* (2007), o retrabalho na execução de obras da construção civil é um fator que influencia diretamente na produtividade do setor. O retrabalho é resultado direto de desenhos e especificações incompreensíveis, da complexidade dos projetos, da falta de supervisão nos canteiros de obras e trabalhar horas extras. Desse modo, o acompanhamento e combate do retrabalho nos canteiros de obras é algo que deve ser buscado por todas as empresas de construção civil, afim de que se melhore a produtividade geral do setor.

De fato, Al-Hammad e Assaf (1992) já mostraram que os fatores citados como geradores de retrabalho são resultantes de problemas de relacionamento entre o projeto e a execução de obras de construção civil. Ou seja, o problema de retrabalho na construção civil vai muito além do que se pensa, e, portanto, deve ser colocado como prioridade pelos gestores da produção dos canteiros de obras.

A última pergunta deste grupo representa a utilização de indicadores de desempenho na obra, demonstrando que não há uma grande preocupação em controlar os índices, com uma mediana em três pontos. Este item teve os menores valores de média dentre os dez itens de controle e acompanhamento de obras. Os indicadores de desempenho são uma forma simples e concreta de apresentar quais os problemas estão ocorrendo, controle de tempos e processos e controle da mão de obra. O histograma da quantidade de indicadores de desempenho utilizados na obra está apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Histograma da quantidade de indicadores de desempenho utilizados na obra



Fonte: Autoria própria (2020)

Como apresentado na Tabela 2, a questão da utilização de indicadores de desempenho nas obras apresentou média considerada baixa, sendo que 27% das empresas avaliadas não utilizam ou utilizam minimamente indicadores de desempenho nos canteiros de obras. De fato, a utilização de indicadores de desempenho no Brasil é escassa, como mostrado por Bernardes e Formoso (2002), que avaliaram 7 empresas e 6 dessas não utilizavam indicadores de desempenho, chegando a 86% de inutilização dessa ferramenta.

Como mostrado por Sha'ar *et al.* (2016), a falta de equipes especializadas no controle da qualidade da produção, e, por consequência, a não utilização de indicadores de desempenho, é uma das principais causas de problemas de relacionamento entre o projeto e a execução de obras. Desse modo, o fato de as empresas avaliadas apresentarem baixo índice de utilização de indicadores de desempenho aparece com um grande problema na construção civil da Região Metropolitana de Curitiba.

4.3 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DOS DADOS

Com a base de dados compilada em uma planilha do *Microsoft Office Excel*, foram processadas as informações geradas no *software* SPSS e foram gerados os resultados de correlação entre todas as variáveis presentes no questionário utilizado. Porém, vale a pena destacar novamente que este trabalho tem como foco avaliar as características de planejamento, controle e acompanhamento da produção. Desse

modo, serão analisadas as correlações entre as variáveis das partes 5 e 8 do questionário (planejamento da produção e controle e acompanhamento da produção, respectivamente) e as demais partes do questionário.

Com base nas recomendações para análise do valor dos coeficientes de correlação proposta por Hair *et al.* (2005) e nas pesquisas realizadas por Alencar (2015) e Maia (2017), a análise da intensidade das correlações neste trabalho está baseada nos seguintes critérios:

- Correlação de $\pm 0,01$ até $\pm 0,20$ – força de associação leve quase imperceptível (representada pela cor branca);
- Correlação de $\pm 0,21$ até $\pm 0,40$ – força de associação pequena, porém definida (representada pela cor verde claro até $\pm 0,34$ e verde escuro acima deste valor);
- Correlação de $\pm 0,41$ até $\pm 0,70$ – força de associação moderada (representada pela cor amarela e pela cor laranja para valores maiores que $\pm 0,5$);
- Correlação acima de $\pm 0,71$ – força de associação alta (representada pela cor vermelha).

As correlações com significância de $P=0,05$ e $P=0,01$, ou seja, 5% e 1%, são representadas por um ou dois asteriscos, respectivamente, após cada coeficiente de correlação nas tabelas que serão apresentadas neste item. A significância reflete a confiabilidade dos resultados, de modo que $P=0,05$ e $P=0,01$ indicam que o risco de concluir que uma correlação existe quando, na verdade, nenhuma correlação existe, é de 5% e 1%, respectivamente. Ou seja, quanto menor o valor de significância menor a incerteza relacionada com a correlação entre as variáveis.

A seguir serão apresentados os resultados de correlação das características de planejamento, controle e acompanhamento da produção nos canteiros de obras da Região Metropolitana de Curitiba. Primeiramente serão apresentadas as correlações das variáveis de planejamento e gestão da produção com as demais variáveis presentes no questionário. Em seguida, serão expostas as correlações das variáveis de controle e acompanhamento da produção com as demais variáveis.

4.3.1 Planejamento e gestão da produção

No geral, seguindo os critérios de intensidade de correlação definidos anteriormente, as características de planejamento e gestão da produção

apresentaram resultados significativos de correlação com as demais, sendo que cerca de 21% das relações são consideradas como tendo associação quase imperceptível entre as variáveis e apenas 0,2% são associações de força alta. Além disso, quase 52% das relações foram consideradas como sendo de associação pequena, porém definida, entre as variáveis, enquanto apenas 27% possuem força moderada de associação. A Tabela 3 apresenta uma síntese dos resultados de correlação das características de planejamento e gestão da produção.

Tabela 3 – Síntese das correlações das características de planejamento e gestão da produção

ρ de Spearman	Frequência em (%)	Força de associação
até 0,20	21,0%	Quase imperceptível
de 0,20 a 0,34	36,3%	Pequena
de 0,34 a 0,40	15,3%	
de 0,40 a 0,50	19,1%	Moderada
de 0,50 a 0,70	8,1%	
acima de 0,70	0,2%	Alta

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.1.1 Correlação com as características dos clientes

Dentre todas as partes do questionário utilizado, as variáveis de planejamento tiveram os resultados mais baixos quando relacionadas com as variáveis de relacionamento com os clientes. Como exposto na Tabela 4, apenas 3 relações tiveram coeficiente de correlação de *Spearman* acima de 0,34, sendo estas na relação entre o uso de CIPA/PCMAT e a possibilidade do cliente opinar sobre alterações nos materiais a serem utilizados, entre a verificação de pré-requisitos das atividades e a discussão sobre problemas de qualidade com o cliente e entre a verificação de pré-requisitos das atividades e a cooperação com o cliente para busca de soluções, tendo os valores respectivos de 0,399, 0,355 e 0,378.

Outro ponto importante a se destacar é sobre as variáveis de busca pela diminuição de interdependências entre os processos e de controle da situação da execução e atualização do planejamento. Como visível na Tabela 4, para ambas os valores de correlação com todas as variáveis relacionadas aos clientes foram menores do que 0,20, de modo que todas essas relações foram consideradas como sendo de força quase imperceptível. Ou seja, essas duas características tem mínima relação com as características de relacionamento com os clientes. Isso mostra que não há

uma integração muito significativa entre as necessidades dos clientes e as atividades de planejamento nas obras pesquisadas.

Como já exposto anteriormente, possuir CIPA/PCMAT e outros requisitos exigidos e a verificação dos pré-requisitos das atividades foram os itens que tiveram os maiores valores de correlação com as características dos clientes. É importante destacar que quanto maior a formalização dos procedimentos de segurança, através da implementação de CIPA/PCMAT, pior é o relacionamento com os clientes, uma vez que os valores de correlação são negativos. Por outro lado, quando há menos formalização nas empresas, melhor é o relacionamento com os clientes.

A existência de um documento padronizado das solicitações dos clientes tem um papel importante na integração das atividades de planejamento com as necessidades dos clientes, uma vez que afeta todas as atividades importantes do planejamento das obras.

Tabela 4 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis dos clientes

	Necessidades do cliente na elaboração do projeto	Opinião do cliente no ambiente adquirido	Opinião do cliente nos materiais utilizados	Documento padronizado com as solicitações	Problemas de qualidade com o cliente	Cooperação com o cliente na busca de soluções	Estudo de necessidades do cliente alvo
CIPA / PCMAT	-0,338**	-0,311*	-0,399**	0,249*	-0,104	-0,222	0,044
Metas de produção	0,103	0,014	0,043	0,249*	0,228*	0,212*	0,239*
Verificação dos pré-requisitos	0,230*	0,212	0,161	0,312**	0,355**	0,378**	0,240*
Componentes pré-fabricados	0,119	0,125	0,037	0,282**	0,151	0,067	0,150
Diminuição da interdependência	0,046	-0,022	0,002	0,142	0,088	0,092	0,137
Benchmarking	0,132	0,005	0,019	0,173	0,186	0,256*	0,313**
Planejamento a longo prazo	0,127	-0,169	-0,076	0,304**	0,205*	0,184	0,248*
Planejamento a médio prazo	0,045	-0,134	-0,062	0,262*	0,291**	0,134	0,152
Planejamento a curto prazo	0,034	-0,038	0,037	0,200	0,147	0,099	0,077
Atualização do planejamento	0,028	-0,086	0,013	0,199	0,127	0,105	0,126
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01			

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.1.2 Correlação com as características dos fornecedores de serviços terceirizados

Dentre as características dos fornecedores de serviços terceirizados, a variável que apresenta melhor correlação com as variáveis de planejamento é o controle dos índices de qualidade dos serviços executados. Além disso, as questões de os serviços prestados seguirem uma padronização da empresa contratante e a seleção dos terceirizados ser feita com base em critério formais obtiveram correlação razoável com as questões de planejamento. Isso mostra que o uso de índices, padrões e critérios formais no que diz respeito aos serviços terceirizados está associado ao planejamento das empresas. Em contrapartida, a rediscussão dos preços contratados e o estabelecimento de relações de parceria com os terceirizados apresentaram correlação quase imperceptível com as questões de planejamento. Já o planejamento quase não possui associação com as características dos terceirizados nas questões de utilização de componentes pré-fabricados e uso de planejamento a curto prazo.

A Tabela 5 apresenta todas as correlações entre as variáveis de planejamento e as variáveis dos fornecedores de serviços terceirizados. Relações importantes de serem destacadas são: entre o uso de CIPA/PCMAT e uso de índices de qualidade sobre os serviços contratados (0,512), entre o uso de CIPA/PCMAT e o uso de planejamentos de médio e longo prazo (0,547 e 0,581, respectivamente), e entre a verificação de pré-requisitos das atividades e a seleção de terceirizados com base em critérios formais (0,500).

É possível observar que as empresas que realizam planejamento a longo prazo também buscam contratos mais duradouros com fornecedores de serviços terceirizados, provavelmente buscando relações de parceria com estes fornecedores.

Tabela 5 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis dos terceirizados

	Contrato de terceirizados	Controle dos índices de desempenho	Preços rediscutidos	Padronização dos serviços prestados	Seleção com base em critérios formais	Relação de parceria com terceirizados
CIPA / PCMAT	0,366**	0,512**	0,193	0,385**	0,288*	-0,016
Metas de produção	0,187	0,399**	0,163	0,373**	0,233*	0,123
Verificação dos pré-requisitos	0,223*	0,426**	-0,036	0,380**	0,500**	0,261*
Componentes pré-fabricados	0,140	0,325**	-0,003	0,153	0,141	-0,019
Diminuição da interdependência	0,180	0,397**	0,170	0,270**	0,352**	0,178
Benchmarking	0,241*	0,447**	0,082	0,225*	0,330**	0,290**
Planejamento a longo prazo	0,418**	0,581**	0,088	0,360**	0,245*	0,225*
Planejamento a médio prazo	0,263*	0,547**	0,182	0,397**	0,257*	0,207*
Planejamento a curto prazo	0,077	0,274**	0,143	0,255*	0,244*	0,058
Atualização do planejamento	0,124	0,420**	0,244*	0,267**	0,267**	0,123
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01		

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.1.3 Correlação com as características dos fornecedores de matéria-prima

No geral, as questões dos fornecedores de matéria-prima apresentaram associação pequena e moderada com as questões de planejamento. As atividades de acompanhamento da aquisição e recebimento das matérias-primas tem forte impacto no planejamento, com destaque para a existência de um cronograma bem definido de compras de matéria-prima. Destacam-se as relações entre: a existência de um cronograma bem definido de compras de matéria-prima com a verificação dos pré-requisitos das atividades (0,509), com a utilização de componentes pré-fabricados (0,557) e com os planejamentos de médio e longo prazo (0,527 e 0,570, respectivamente), além da relação entre o acompanhamento da produção da matéria-prima com a verificação dos pré-requisitos das tarefas (0,526).

Do ponto de vista das questões de planejamento, a utilização de planejamento

de curto prazo e o controle da execução e atualização do planejamento apresentaram os menores valores de correlação com as questões dos fornecedores de matéria-prima, com ambas as características tendo apenas uma associação moderada, justamente na relação com a existência de um cronograma bem definido de compra de matéria-prima. As demais relações dessas 2 características com as características de matéria-prima resultaram em associações pequenas e quase imperceptíveis. A Tabela 6 apresenta todas as correlações entre as variáveis citadas.

Tabela 6 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de fornecedores de matéria-prima

	Contratos com fornecedores de matéria-prima	Matéria prima padronizada	Acompanhamento de estoques de materiais na obra	Índices de desempenho da matéria-prima	Acompanhamento da produção da matéria-prima	Cronograma de compra de matéria-prima	Seleção de fornecedores com base em critérios formais	Relação de parceria com fornecedores de matéria-prima	Negociação para compra de grandes volumes
CIPA / PCMAT	0,445**	0,428**	0,333**	0,446**	0,265*	0,188	0,348**	0,265*	0,374**
Metas de produção	0,364**	0,349**	0,367**	0,409**	0,326**	0,434**	0,273**	0,275**	0,334**
Verificação dos pré-requisitos	0,321**	0,490**	0,481**	0,428**	0,526**	0,509**	0,448**	0,348**	0,304**
Componentes pré-fabricados	0,131	0,160	0,438**	0,368**	0,386**	0,557**	0,228*	0,128	0,248*
Diminuição da interdependência	0,275*	0,291**	0,497**	0,478**	0,410**	0,453**	0,365**	0,183	0,238*
Benchmarking	0,267*	0,316**	0,489**	0,384**	0,416**	0,416**	0,268*	0,089	0,057
Planejamento a longo prazo	0,378**	0,480**	0,382**	0,454**	0,454**	0,570**	0,311**	0,305**	0,263*
Planejamento a médio prazo	0,318**	0,472**	0,420**	0,378**	0,459**	0,527**	0,286**	0,272**	0,272**
Planejamento a curto prazo	0,228*	0,229*	0,272**	0,245*	0,323**	0,480**	0,214*	0,176	0,220*
Atualização do planejamento	0,121	0,273**	0,262*	0,183	0,231*	0,440**	0,255*	0,184	0,148
* correlação é significativa no nível 0,05						** correlação é significativa no nível 0,01			

Fonte: Autoria própria (2020)

Do ponto de vista das questões dos fornecedores de matéria-prima, a duração dos contratos de fornecimento, a seleção de fornecedores com base em critérios formais, o estabelecimento de uma relação de parceria com os fornecedores e a negociação para compra de grandes volumes apresentaram os menores valores de

associação com as questões de planejamento. Pode-se afirmar que, no geral, o acompanhamento de estoques de materiais nas obras, a existência de índices de qualidade das matérias-primas, o acompanhamento da produção e a existência de um cronograma bem definido de compra de matéria-prima estão moderadamente associadas com o planejamento da produção nos canteiros de obras.

4.3.1.4 Intercorrelação entre as características de planejamento

As intercorrelações entre as características de planejamento foram, na grande maioria, de força moderada. Os únicos valores de associação quase imperceptível foram encontrados na relação entre o uso de CIPA/PCMAT e as questões de planejamento de curto prazo e atualização do planejamento. Dentre as demais, 29% são associações de força pequena e 67% são associações de força moderada. Vale a pena destacar que uma maior porcentagem de associações moderadas já era esperada neste item, uma vez que as questões pertencem ao mesmo grupo temático, portanto apresentando maior semelhança, e como mostrado pelos coeficientes, maior correlação no uso nos canteiros de obra.

Os maiores valores de associação foram encontrados entre a busca pela diminuição da interdependência e a verificação dos pré-requisitos das atividades (0,660), entre o planejamento de curto e de médio prazo (0,657), entre o planejamento de médio prazo e a atualização do planejamento (0,596), entre o uso de *benchmarking* e a verificação de pré-requisitos (0,588) e entre o uso de *benchmarking* e a busca pela diminuição da interdependência entre os processos (0,585). A Tabela 7 apresenta todos os valores de intercorrelação entre as características de planejamento.

Tabela 7 – Intercorrelação entre as variáveis de planejamento

	CIPA / PCMAT	Metas de produção	Verificação dos pré-requisitos	Componentes pré-fabricados	Diminuição da interdependência	Benchmarking	Planejamento a longo prazo	Planejamento a médio prazo	Planejamento a curto prazo	Atualização do planejamento
CIPA / PCMAT	1,000	0,413**	0,213	0,308*	0,281*	0,226	0,467**	0,415**	0,149	0,161
Metas de produção	0,413**	1,000	0,568**	0,473**	0,472**	0,425**	0,567**	0,578**	0,493**	0,396**
Verificação dos pré-requisitos	0,213	0,568**	1,000	0,511**	0,660**	0,588**	0,499**	0,519**	0,480**	0,510**
Componentes pré-fabricados	0,308*	0,473**	0,511**	1,000	0,560**	0,427**	0,377**	0,353**	0,274**	0,235*
Diminuição da interdependência	0,281*	0,472**	0,660**	0,560**	1,000	0,585**	0,409**	0,452**	0,374**	0,402**
Benchmarking	0,226	0,425**	0,588**	0,427**	0,585**	1,000	0,512**	0,422**	0,295**	0,236*
Planejamento a longo prazo	0,467**	0,567**	0,499**	0,377**	0,409**	0,512**	1,000	0,704**	0,404**	0,372**
Planejamento a médio prazo	0,415**	0,578**	0,519**	0,353**	0,452**	0,422**	0,704**	1,000	0,657**	0,596**
Planejamento a curto prazo	0,149	0,493**	0,480**	0,274**	0,374**	0,295**	0,404**	0,657**	1,000	0,705**
Atualização do planejamento	0,161	0,396**	0,510**	0,235*	0,402**	0,236*	0,372**	0,596**	0,705**	1,000
* correlação é significativa no nível 0,05						** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.1.5 Correlação com as características de orçamento

Os resultados de correlação entre as questões de orçamento e as questões de planejamento estão apresentados nas Tabela 8 e Tabela 9 a seguir. As variáveis de orçamento que apresentaram os maiores valores de correlação foram a elaboração da planilha orçamentária, a consideração de gastos com seguros, taxas e impostos na elaboração dos orçamentos, a elaboração de cronograma físico-financeiro detalhado e a consideração de equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC) nos orçamentos.

As variáveis que apresentaram menor associação com as variáveis de planejamento foram a questão de cotação de preços com empresas terceirizadas, utilização de custos históricos em orçamentos futuros, possuir uma base de dados própria e atualizada, e a integração do setor de orçamento com os setores de compras

e planejamento. Em relação às questões de planejamento, a utilização de componentes pré-fabricados e o uso de *benchmarking* são as menos associadas com as questões de orçamento, enquanto a verificação de pré-requisitos e os planejamentos de médio e longo prazo são as mais associadas com o orçamento.

Tabela 8 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de orçamento (parte 1)

	Quantitativos e especificações antecipadamente	Cotação com empresas terceirizadas	Planilha orçamentária	Consideração de gastos com seguros, taxas e impostos	Custos históricos para futuros orçamentos	Base de dados própria e atualizada
CIPA / PCMAT	0,277*	0,416**	0,375**	0,385**	0,362**	0,268*
Metas de produção	0,361**	0,320**	0,482**	0,382**	0,309**	0,331**
Verificação dos pré-requisitos	0,464**	0,323**	0,432**	0,527**	0,336**	0,267*
Componentes pré-fabricados	0,249*	0,160	0,339**	0,333**	0,276**	0,234*
Diminuição da interdependência	0,345**	0,179	0,345**	0,463**	0,342**	0,348**
Benchmarking	0,267**	0,184	0,339**	0,415**	0,267**	0,265*
Planejamento a longo prazo	0,376**	0,456**	0,558**	0,562**	0,455**	0,429**
Planejamento a médio prazo	0,457**	0,466**	0,547**	0,569**	0,448**	0,534**
Planejamento a curto prazo	0,316**	0,306**	0,369**	0,373**	0,175	0,255*
Atualização do planejamento	0,330**	0,249*	0,272**	0,451**	0,197	0,274**
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01		

Fonte: Autoria própria (2020)

As relações mais expressivas são entre a verificação de pré-requisitos e o *feedback* aos projetistas no caso de se encontrar erros nos projetos (0,630), entre o planejamento de longo prazo e a consideração de EPI's e EPC's nos orçamentos (0,681) e entre o planejamento de médio prazo e a elaboração de cronograma físico-financeiro e a consideração de EPI's e EPC's nos orçamentos (0,614 e 0,602, respectivamente).

É importante notar que as correlações entre as variáveis de planejamento e as variáveis de orçamento mostram que as empresas não utilizam as experiências passadas para elaboração de novos orçamentos, algo que deveria ser mais

aproveitado no planejamento de obras. De fato, esperava-se correlações mais expressivas entre as variáveis de planejamento e de orçamento, pela relevância que há na integração entre estes setores.

Tabela 9 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de orçamento (parte 2)

	Cronograma físico-financeiro detalhado	Feedback para o responsável pelos projetos	Consideração de EPIs e EPCs no orçamento	Ordem de compra com especificações e condições de compra	Integração entre os setores de suprimentos e orçamentos	Integração entre os setores de orçamento e planejamento
CIPA / PCMAT	0,315*	0,044	0,448**	0,455**	0,115	0,257*
Metas de produção	0,491**	0,315**	0,582**	0,366**	0,331**	0,393**
Verificação dos pré-requisitos	0,403**	0,630**	0,584**	0,427**	0,420**	0,452**
Componentes pré-fabricados	0,282**	0,365**	0,363**	0,296**	0,312**	0,339**
Diminuição da interdependência	0,492**	0,378**	0,453**	0,341**	0,294**	0,314**
Benchmarking	0,412**	0,487**	0,357**	0,133	0,241*	0,269**
Planejamento a longo prazo	0,509**	0,367**	0,681**	0,535**	0,440**	0,456**
Planejamento a médio prazo	0,614**	0,431**	0,602**	0,530**	0,411**	0,381**
Planejamento a curto prazo	0,368**	0,299**	0,553**	0,373**	0,290**	0,261*
Atualização do planejamento	0,403**	0,351**	0,522**	0,394**	0,235*	0,214*
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01		

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.1.6 Correlação com as características de gestão de chão de obra

No geral, a correlação das questões de planejamento com as questões de gestão de chão de obra foi fraca, sendo que apenas 22% das relações são consideradas de força moderada, sendo o restante de associações quase imperceptíveis e pequenas. As características de gestão de chão de obra que estão mais associadas às de planejamento são o cronograma de execução estar visível a todos e a existência de uma padronização de serviços.

A gestão de chão de obra tem integração com o planejamento das obras por

meio da existência de um cronograma de execução visível e acessível para todos. Isso mostra a importância da disseminação das informações de planejamento no nível de execução das atividades, reforçando a necessidade da fluidez de informações nos canteiros.

Por outro lado, as variáveis de realocação de funcionários devido às condições climáticas, de existência de paralelismo de execução das atividades e de utilização de mão de obra polivalente foram as que apresentaram menor associação com as variáveis de planejamento. Destaca-se a utilização de mão de obra polivalente, que teve apenas 1 relação considerada de força de associação pequena e as demais quase imperceptíveis. A Tabela 10 apresenta as correlações em questão.

Tabela 10 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de gestão de chão de obra

	Projetos consultados antes e durante a execução dos serviços	Conferência dos materiais e ferramentas	Realocação de funcionários devido a condições climáticas	Instrução dos serviços antes do início	Padronização de serviços	Paralelismo de execução	Mão de obra polivalente	Equipamentos de segurança disponíveis	Cronograma de execução visível	Informações de planejamento e execução disponíveis
CIPA / PCMAT	0,228	0,082	0,176	0,178	0,324**	0,319*	0,091	0,485**	0,103	0,228
Metas de produção	0,234*	0,273**	0,153	0,145	0,434**	0,317**	0,009	0,460**	0,431**	0,387**
Verificação dos pré-requisitos	0,425**	0,519**	0,241*	0,444**	0,525**	0,380**	0,217	0,412**	0,474**	0,338**
Componentes pré-fabricados	0,157	0,286**	0,240*	0,059	0,232*	0,114	0,045	0,128	0,464**	0,364**
Diminuição da interdependência	0,222*	0,331**	0,389**	0,273**	0,415**	0,272**	0,077	0,151	0,534**	0,372**
Benchmarking	0,358**	0,405**	0,381**	0,368**	0,361**	0,331**	-0,018	0,221	0,461**	0,247*
Planejamento a longo prazo	0,376**	0,324**	0,267*	0,284**	0,486**	0,421**	-0,087	0,389**	0,504**	0,353**
Planejamento a médio prazo	0,266**	0,309**	0,188	0,367**	0,406**	0,297**	-0,028	0,300*	0,496**	0,380**
Planejamento a curto prazo	0,217*	0,362**	0,199	0,270**	0,308**	0,227*	0,039	0,302*	0,430**	0,352**
Atualização do planejamento	0,201	0,371**	0,221*	0,297**	0,337**	0,170	0,097	0,153	0,473**	0,259*
* correlação é significativa no nível 0,05						** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

Apenas 4 relações tiveram coeficiente de correlação superior a 0,5, sendo

elas entre a verificação de pré-requisitos e a conferência dos materiais e ferramentas e a existência de padronização dos serviços executados (0,519 e 0,525, respectivamente) e entre o cronograma de execução estar visível a todos e a busca pela diminuição da interdependência entre as tarefas e o planejamento a longo prazo (0,534 e 0,504, respectivamente).

4.3.1.7 Correlação com as características de controle e acompanhamento

Semelhantemente ao item anterior, as correlações das variáveis de controle e acompanhamento apresentaram apenas 25% de associações consideradas moderadas, sendo o restante quase imperceptíveis ou de força de associação pequena. Dentre as questões de controle e acompanhamento, a conferência de serviço, o treinamento da mão de obra, a análise periódica das atividades e o uso de indicadores de desempenho são as características mais associadas ao planejamento.

Por outro lado, o contato entre engenheiros e funcionários dos canteiros, a verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas e a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades realizadas apresentaram associação fraca quase nula com o planejamento. Do mesmo modo, o planejamento a curto prazo também apresenta pouca relação com o controle e acompanhamento da produção nos canteiros de obras.

Apenas 6 relações tiveram coeficiente de correlação superior a 0,5, sendo estas entre o planejamento de longo prazo e a análise periódica das atividades e o uso de indicadores de desempenho (0,538 e 0,618, respectivamente), entre o planejamento de médio prazo e o treinamento da mão de obra, a análise periódica das atividades e o uso de indicadores de desempenho (0,555, 0,516 e 0,611, respectivamente) e entre a determinação de metas de produção e o uso de indicadores de desempenho (0,503).

A existência de correlações menos significativas com o planejamento de curto prazo indica que o acompanhamento é feito de maneira global e agregada, de modo que não tem grande importância um grande detalhamento do acompanhamento da execução das obras. Isso ocorre, provavelmente, pelo nível de complexidade das atividades e falta de meios práticos para o acompanhamento mais detalhado da execução das atividades.

No geral, pode-se afirmar que o controle e acompanhamento da produção nos

canteiros de obras está bem associado à utilização de planejamento nos níveis de médio e longo prazo. A Tabela 11 apresenta todos os valores de coeficientes de correlação de *Spearman* entre as variáveis de planejamento e as variáveis de controle e acompanhamento da produção.

Tabela 11 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de controle e acompanhamento

	Conferência de serviço	Treinamento da mão de obra	Análise periódica das atividades	Retirada de atividades que não agregam valor	Contato de engenheiros com funcionários	Manutenção de equipamentos planejada	Armazenagem correta de ferramentas	Relatórios de desenvolvimento das atividades	Acompanhamento do retrabalho	Indicadores de desempenho
CIPA / PCMAT	0,256*	0,398**	0,394**	0,338**	-0,081	0,335**	0,332**	-0,015	0,151	0,482**
Metas de produção	0,440**	0,362**	0,467**	0,322**	0,244*	0,375**	0,240*	-0,023	0,357**	0,503**
Verificação dos pré-requisitos	0,481**	0,374**	0,328**	0,398**	0,352**	0,371**	0,218	0,028	0,421**	0,476**
Componentes pré-fabricados	0,120	0,270**	0,381**	0,380**	0,071	0,323**	0,081	0,005	0,172	0,411**
Diminuição da interdependência	0,352**	0,332**	0,489**	0,442**	0,146	0,364**	0,258*	-0,014	0,278**	0,449**
Benchmarking	0,320**	0,350**	0,343**	0,327**	0,160	0,303**	0,220*	0,066	0,324**	0,427**
Planejamento a longo prazo	0,456**	0,498**	0,538**	0,425**	0,201	0,385**	0,193	0,005	0,354**	0,618**
Planejamento a médio prazo	0,462**	0,555**	0,516**	0,466**	0,154	0,430**	0,231*	-0,031	0,444**	0,611**
Planejamento a curto prazo	0,338**	0,300**	0,340**	0,256*	0,208*	0,298**	0,074	0,055	0,313**	0,365**
Atualização do planejamento	0,482**	0,386**	0,376**	0,291**	0,102	0,193	0,160	-0,149	0,336**	0,380**
	* correlação é significativa no nível 0,05					** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.1.8 Correlação com as características de *layout* do canteiro de obras

As questões de *layout* do canteiro de obras foram as únicas que apresentaram associação de força alta com as questões de planejamento, ambas sendo na relação com o uso de CIPA/PCMAT. Como mostrado na Tabela 12, a relação do uso de CIPA/PCMAT com a existência de sistemas de proteção para prevenção de acidentes tem coeficiente de correlação de 0,756, enquanto a relação do uso de CIPA/PCMAT

com a utilização de máquinas para transporte de materiais tem coeficiente igual a 0,730.

As variáveis de *layout* do canteiro de obras mais associadas com as de planejamento são quanto à existência de sistemas de proteção contra acidentes, identificação dos materiais e espaço adequado para movimentação de máquinas e caminhões. Por outro lado, a menos associada é quanto ao armazenamento dos materiais ser próximo ao local de uso dos mesmos. A Tabela 12 apresenta todas as correlações entre as variáveis de planejamento e as variáveis de *layout* do canteiro de obras.

Tabela 12 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de *layout* do canteiro de obras

	Canteiro de obras padronizado	Sistemas de proteção contra acidentes	Sinalização de identificação e segurança	Materiais armazenados próximo ao local de uso	Documentação técnica disponível e de fácil acesso	Almoarifado com padrão de organização	Materiais identificados	Quadro de avisos	Máquinas para transporte de materiais	Espaço adequado para movimentação de máquinas e caminhões
CIPA / PCMAT	0,549**	0,756**	0,648**	0,218	0,567**	0,515**	0,512**	0,488**	0,730**	0,582**
Metas de produção	0,413**	0,514**	0,479**	0,248*	0,352**	0,401**	0,469**	0,453**	0,396**	0,515**
Verificação dos pré-requisitos	0,370**	0,307*	0,416**	0,331**	0,285*	0,380**	0,417**	0,324**	0,245*	0,419**
Componentes pré-fabricados	0,220*	0,392**	0,307**	0,253*	0,169	0,110	0,242*	0,239*	0,253*	0,416**
Diminuição da interdependência	0,321**	0,332**	0,276**	0,299**	0,388**	0,260*	0,333**	0,313**	0,337**	0,374**
Benchmarking	0,321**	0,246	0,258*	0,167	0,339**	0,190	0,155	0,191	0,265*	0,346**
Planejamento a longo prazo	0,524**	0,505**	0,537**	0,319**	0,499**	0,417**	0,479**	0,497**	0,446**	0,459**
Planejamento a médio prazo	0,399**	0,445**	0,470**	0,329**	0,449**	0,401**	0,512**	0,395**	0,453**	0,470**
Planejamento a curto prazo	0,257*	0,180	0,357**	0,325**	0,285**	0,283**	0,324**	0,360**	0,273**	0,408**
Atualização do planejamento	0,194	0,217	0,262*	0,240*	0,253*	0,249*	0,365**	0,281**	0,171	0,324**
* correlação é significativa no nível 0,05						** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

Do ponto de vista das questões de planejamento, os resultados mostram alta associação do uso de CIPA/PCMAT com as questões de *layout* do canteiro de obras,

e associação moderadamente alta para a determinação de metas de produção e uso de planejamento de médio e longo prazo com as características de *layout* dos canteiros. O planejamento de curto prazo é mais afetado por aspectos físicos dos canteiros, como as sinalizações de segurança, quadro de avisos e espaços disponíveis no canteiro.

Além das relações já citadas no primeiro parágrafo deste item, destacam-se as relações entre o uso de CIPA/PCMAT e sinalizações de identificação e segurança, documentação técnica de fácil acesso e espaço adequado para movimentação de máquinas e caminhões (0,648, 0,567 e 0,582, respectivamente).

4.3.1.9 Correlação com as características de pós-obra

As variáveis de pós-obra apresentam resultados de correlação com as variáveis de planejamento semelhantes às variáveis de gestão de chão de obra e controle e acompanhamento, tendo 25% das associações sendo consideradas de força moderada e o restante sendo de associação fraca ou quase nula. Apenas uma relação obteve coeficiente superior a 0,5, sendo esta entre o uso de planejamento a longo prazo e a existência de pesquisa de satisfação (0,545).

Apenas o uso de CIPA/PCMAT, a definição de metas de produção e o uso de planejamentos de médio e longo prazo podem ser considerados como tendo associação moderadamente alta com as variáveis de pós-obra, de modo que as demais características de planejamento não possuem associação perceptível com o pós-obra das empresas. A Tabela 13 apresenta os resultados de correlação entre as variáveis de planejamento e pós-obra.

Tabela 13 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de pós-obra

	Manual do proprietário	Pesquisa de satisfação	Índices de reprovação e manutenção	Taxa de retorno para novas negociações	Garantia de manutenção no prazo legal	Dados de problemas de pós-ocupação para aperfeiçoamento
CIPA / PCMAT	0,493**	0,406**	0,433**	0,353**	0,232	0,261*
Metas de produção	0,357**	0,370**	0,449**	0,379**	0,207	0,270*
Verificação dos pré-requisitos	0,238*	0,377**	0,286*	0,380**	0,203	0,414**
Componentes pré-fabricados	0,094	0,206	0,204	0,391**	0,055	0,277**
Diminuição da interdependência	0,176	0,291**	0,315**	0,310**	0,143	0,322**
Benchmarking	0,227*	0,276*	0,274*	0,303**	0,181	0,403**
Planejamento a longo prazo	0,458**	0,545**	0,465**	0,461**	0,379**	0,479**
Planejamento a médio prazo	0,309**	0,488**	0,489**	0,472**	0,390**	0,490**
Planejamento a curto prazo	0,113	0,256*	0,259*	0,209	0,240*	0,286**
Atualização do planejamento	0,113	0,266*	0,288**	0,320**	0,188	0,371**
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01		

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.1.10 Correlação com as características de sustentabilidade

No geral, as questões de sustentabilidade apresentaram resultados de correlação com as questões de planejamento semelhantes aos da correlação entre as variáveis de gestão de chão de obra e as de planejamento, com 21% das relações sendo de força moderada e o restante sendo de força pequena ou quase nula. Apenas o gerenciamento de resíduos, a destinação correta dos resíduos e o planejamento de processos executivos com menor desperdício e impacto ambiental tem associação moderada com o planejamento, enquanto as demais características apresentam associação fraca com o planejamento da produção nos canteiros.

Em relação às questões de planejamento, o uso de CIPA/PCMAT, o uso de *benchmarking* e os planejamentos de médio e longo prazo apresentam a maior associação com a sustentabilidade. Destacam-se 4 relações, que possuem

coeficiente de correlação de *Spearman* superior a 0,5, sendo estas entre o uso de CIPA/PCMAT e a destinação correta dos resíduos (0,502), entre o planejamento de longo prazo e o gerenciamento e a destinação correta dos resíduos (0,569 e 0,522, respectivamente) e entre o planejamento de médio prazo e a destinação correta dos resíduos (0,513).

Por outro lado, o planejamento a curto prazo e o controle da execução e atualização do planejamento são as características de planejamento menos associadas às características de sustentabilidade, possuindo apenas relações de força quase nula ou pequena. Do ponto de vista das questões de sustentabilidade, a captação, tratamento e reutilização de águas pluviais e a utilização de materiais reciclados como agregado apresentam as menores associações com as questões de planejamento. A Tabela 14 apresenta todas as correlações entre as variáveis de planejamento e as variáveis de sustentabilidade.

Tabela 14 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de sustentabilidade

	Reutilização de materiais	Gerenciamento de resíduos	Separação dos resíduos	Destinação correta dos resíduos	Captação, tratamento e reutilização de águas pluviais	Utilização de equipamentos de baixo consumo energético	Processos executivos com menor impacto ambiental	Práticas de sustentabilidade em projetos e orçamentos	Prioridade para materiais sem impacto ambiental	Materiais reciclados como agregados
CIPA / PCMAT	0,468**	0,401**	0,365**	0,502**	0,280*	0,226	0,281*	0,090	0,237	0,300*
Metas de produção	0,294**	0,450**	0,319**	0,376**	0,244*	0,251*	0,337**	0,157	0,237*	0,217*
Verificação dos pré-requisitos	0,275*	0,389**	0,338**	0,402**	0,068	0,309**	0,387**	0,331**	0,330**	0,180
Componentes pré-fabricados	0,330**	0,341**	0,184	0,141	0,168	0,370**	0,415**	0,396**	0,438**	0,364**
Diminuição da interdependência	0,271*	0,360**	0,329**	0,333**	0,190	0,399**	0,403**	0,418**	0,453**	0,325**
Benchmarking	0,394**	0,390**	0,244*	0,240*	0,236*	0,465**	0,485**	0,483**	0,420**	0,226*
Planejamento a longo prazo	0,340**	0,569**	0,426**	0,522**	0,345**	0,295**	0,409**	0,316**	0,278**	0,158
Planejamento a médio prazo	0,229*	0,491**	0,461**	0,513**	0,326**	0,274*	0,289**	0,233*	0,216*	0,239*
Planejamento a curto prazo	0,214*	0,393**	0,297**	0,340**	0,247*	0,188	0,194	0,099	0,141	0,231*
Atualização do planejamento	0,136	0,291**	0,311**	0,314**	0,130	0,069	0,086	0,014	0,034	0,179
* correlação é significativa no nível 0,05						** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

Pode-se observar que a sustentabilidade está mais diretamente ligada ao planejamento por meio das atividades operacionais, como o gerenciamento e destinação correta dos resíduos. As práticas e ações de sustentabilidade afetam os aspectos relacionados à organização e metas do planejamento de obras.

4.3.1.11 Correlação com as características de métodos e ferramentas

Os resultados de correlação entre as questões de planejamento e as questões de utilização de métodos e ferramentas estão apresentados nas Tabela 15 e Tabela 16 a seguir.

Tabela 15 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de métodos e ferramentas (parte 1)

	EAP	Gráfico de Gantt	Linha de Balanço	Percentual Planejado Construído	Método de sistema para solução de problemas	Sistema formal de custeio	Rede PERT / CPM	Normas de Qualidade
CIPA / PCMAT	0,387**	0,237	0,292*	0,348**	0,091	0,378**	0,249	0,651**
Metas de produção	0,265*	0,060	0,205	0,306**	0,275*	0,219	0,189	0,286*
Verificação dos pré-requisitos	0,179	0,084	0,282*	0,261*	0,366**	0,156	0,250*	0,277*
Componentes pré-fabricados	0,086	-0,083	0,157	0,108	0,164	0,155	0,078	0,286*
Diminuição da interdependência	0,278*	0,168	0,352**	0,368**	0,456**	0,321**	0,297**	0,349**
Benchmarking	0,216	0,012	0,248*	0,278*	0,299**	0,148	0,211	0,231*
Planejamento a longo prazo	0,346**	0,300**	0,321**	0,262*	0,280*	0,269*	0,198	0,494**
Planejamento a médio prazo	0,447**	0,322**	0,375**	0,456**	0,246*	0,463**	0,419**	0,587**
Planejamento a curto prazo	0,053	0,119	0,198	0,195	0,195	0,134	0,173	0,200
Atualização do planejamento	0,159	0,173	0,370**	0,271*	0,307**	0,107	0,234*	0,306**
* correlação é significativa no nível 0,05					** correlação é significativa no nível 0,01			

Fonte: Autoria própria (2020)

No geral, apenas 14% das relações entre essas características são de força de

associação moderada, sendo o restante de força pequena ou quase imperceptível. Pode-se afirmar que apenas o uso de normas de qualidade, do 5S ou métodos motivacionais-comportamentais, de ERP (*Enterprise Resource Planning*) e do PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) estão moderadamente associados ao planejamento nos canteiros de obras. Por outro lado, o uso de Gráficos de Gantt e de Poka Yoke quase não apresentam associação com as características de planejamento.

Tabela 16 – Correlação entre as variáveis de planejamento e as variáveis de métodos e ferramentas (parte 2)

	5S / métodos motivacionais comportamentais	ERP	Controle Visual	Kaizen	Benchmarking	PDCA	Poka Yoke
CIPA / PCMAT	0,333*	0,549**	0,343*	0,347**	0,275*	0,296*	0,245
Metas de produção	0,407**	0,416**	0,293**	0,265*	0,280*	0,326**	0,088
Verificação dos pré-requisitos	0,478**	0,324**	0,409**	0,144	0,390**	0,366**	0,103
Componentes pré-fabricados	0,348**	0,250*	0,080	0,149	0,211	0,148	0,146
Diminuição da interdependência	0,530**	0,371**	0,263*	0,323**	0,362**	0,301**	0,334**
Benchmarking	0,457**	0,258*	0,235*	0,216	0,398**	0,225*	0,199
Planejamento a longo prazo	0,328**	0,304**	0,476**	0,307**	0,424**	0,473**	0,158
Planejamento a médio prazo	0,415**	0,444**	0,366**	0,361**	0,390**	0,549**	0,228
Planejamento a curto prazo	0,133	0,119	0,287*	0,239*	0,245*	0,249*	0,057
Atualização do planejamento	0,271*	0,269*	0,321**	0,156	0,286*	0,319**	0,131
* correlação é significativa no nível 0,05				** correlação é significativa no nível 0,01			

Fonte: Autoria própria (2020)

Do ponto de vista das questões de planejamento, o uso de CIPA/PCMAT e de planejamento de médio e longo prazo mais uma vez aparecem com as maiores associações, dessa vez com as questões de uso de métodos e ferramentas. De fato, os métodos possuem um impacto mais acentuado no planejamento de médio prazo, pelo fato de grande parte dos métodos serem utilizados justamente no planejamento

a médio prazo. Por outro lado, o uso de componentes pré-fabricados, o planejamento de curto prazo e a atualização do planejamento aparecem como os fatores de planejamento menos associados com os de métodos e ferramentas.

Destacam-se 5 relações que possuem coeficiente de correlação superior a 0,5, sendo estas entre o uso de CIPA/PCMAT e o uso de normas de qualidade e de ERP (0,651 e 0,549, respectivamente), entre a busca pela diminuição de interdependência entre os processos e o uso de métodos motivacionais (0,530) e entre o planejamento de médio prazo e o uso de normas de qualidade e de PDCA (0,587 e 0,549, respectivamente).

4.3.2 Controle e acompanhamento da produção

As características de controle e acompanhamento da produção apresentaram resultados melhores distribuídos de correlação com as demais variáveis. Cerca de 28% das relações foram consideradas como tendo força de associação quase imperceptível, enquanto 36% foram relações de associação pequena, porém definida, 36% foram de associação moderada e 0,1% foram associações de força alta. Em relação às características discutidas de planejamento, as variáveis de controle e acompanhamento apresentaram 9% a mais de relações sendo consideradas moderadas. Porém, por outro lado, também tiveram 7% a mais de relações consideradas de associação quase imperceptível. A Tabela 17 apresenta uma síntese dos resultados de correlação das características de controle e acompanhamento da produção.

Tabela 17 – Síntese das correlações das características de controle e acompanhamento da produção

p de Spearman	Frequência em (%)	Força de associação
até 0,20	27,8%	Quase imperceptível
de 0,20 a 0,34	22,7%	Pequena
de 0,34 a 0,40	13,5%	
de 0,40 a 0,50	19,7%	Moderada
de 0,50 a 0,70	16,3%	
acima de 0,70	0,1%	Alta

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.1 Correlação com as características dos clientes

Assim como na correlação com as questões de planejamento, as questões de relacionamento com os clientes apresentam os menores valores de associação, dentre todas as partes do questionário, quando relacionadas com as questões de controle e acompanhamento. Neste caso, apenas 1 relação teve coeficiente superior a 0,34, sendo esta na relação entre o planejamento de manutenção de máquinas, equipamentos e ferramentas e a existência de um documento padronizado com solicitações do cliente (0,352). Assim como na correlação do planejamento com os requisitos dos clientes, a existência de um documento padronizado com as solicitações dos clientes é o elemento chave para a integração com o controle e acompanhamento de obras.

Apesar das correlações serem fracas no geral, é visível o impacto dos requisitos dos clientes nos aspectos relacionados à melhoria dos projetos, como análise periódica das atividades, retirada de atividades que não agregam valor e contato entre projetistas e funcionários dos canteiros de obras.

A verificação da armazenagem e locação corretas dos equipamentos e ferramentas e a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades foram as características de controle e acompanhamento que tiveram as menores associações com as características de relacionamento com os clientes, de modo que todas essas relações foram consideradas como sendo quase imperceptíveis. A Tabela 18 apresenta todos os resultados de correlação entre as questões de controle e acompanhamento e as questões dos clientes.

Tabela 18 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis dos clientes

	Elaboração do projeto	Ambiente adquirido	Materiais utilizados	Documento padronizado com as solicitações	Problemas de qualidade com o cliente	Cooperação do cliente na busca de soluções	Necessidades do cliente alvo
Conferência de serviço	0,130	-0,209*	-0,165	0,191	0,117	0,117	0,057
Treinamento da mão de obra	0,085	-0,136	-0,158	0,243*	0,178	0,172	0,149
Análise periódica das atividades	0,159	-0,208*	-0,097	0,271**	0,155	0,102	0,210*
Retirada de atividades que não agregam valor	0,201	-0,106	-0,059	0,304**	0,217*	0,217*	0,265**
Contato de engenheiros com funcionários	0,311**	0,180	0,106	0,133	0,194	0,248*	0,203
Manutenção de equipamentos planejada	0,233*	0,113	0,100	0,352**	0,181	0,253*	0,229*
Armazenagem correta de ferramentas	0,120	-0,020	-0,071	0,128	0,111	0,154	0,002
Relatórios de desenvolvimento das atividades	-0,052	0,034	-0,073	0,094	-0,028	-0,048	-0,198
Acompanhamento do retrabalho	0,174	-0,006	-0,012	0,251*	0,293**	0,228*	0,096
Indicadores de desempenho	0,046	-0,093	-0,116	0,292**	0,193	0,103	0,152
				* correlação é significativa no nível 0,05			
				** correlação é significativa no nível 0,01			

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.2 Correlação com as características dos fornecedores de serviços terceirizados

As questões de fornecedores de serviços terceirizados apresentaram boa correlação com as questões de controle e acompanhamento, com 30% das relações sendo de força moderada. O controle dos índices de qualidade dos serviços prestados, os serviços prestados seguirem uma padronização da empresa contratante e a seleção de terceirizados ser feita com base em critérios formais possuem associação moderadamente alta com o controle e acompanhamento da produção. Por

outro lado, a rediscussão de preços quase não apresenta associação com o controle e acompanhamento.

Do ponto de vista das questões de controle e acompanhamento, as maiores associações com os terceirizados são das características de treinamento da mão de obra, retirada de atividades que não agregam valor, manutenção planejada de equipamentos e uso de indicadores de desempenho. Por outro lado, o contato de projetistas com os funcionários dos canteiros e a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades quase não apresentam associação com os fornecedores de serviços terceirizados.

No total, 9 relações dentre as 60 entre as características de controle e acompanhamento e dos fornecedores de serviços terceirizados apresentam valor de correlação superior a 0,5. Destacam-se as associações entre o treinamento da mão de obra e o controle de índices de qualidade e a padronização dos serviços prestados (0,693 e 0,543, respectivamente), entre a análise periódica das atividades e o controle dos índices de desempenho (0,545), entre a retirada das atividades que não agregam valor e o controle dos índices de qualidade (0,549) e entre o uso e o controle de indicadores de desempenho (0,664). A Tabela 19 apresenta todos os resultados de correlação entre as questões de controle e acompanhamento da produção e as questões dos fornecedores de serviços terceirizados.

Tabela 19 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis dos fornecedores de serviços terceirizados

	Contrato de terceirizados	Controle dos índices de desempenho	Preços rediscutidos	Padronização dos serviços prestados	Seleção com base em critérios formais	Relação de parceria com terceirizados
Conferência de serviço	0,180	0,523**	0,159	0,384**	0,351**	0,295**
Treinamento da mão de obra	0,314**	0,693**	0,098	0,543**	0,406**	0,326**
Análise periódica das atividades	0,369**	0,545**	0,175	0,381**	0,269**	0,149
Retirada de atividades que não agregam valor	0,269**	0,549**	0,134	0,502**	0,360**	0,237*
Contato de engenheiros com funcionários	-0,001	0,135	0,016	0,167	0,180	0,186
Manutenção de equipamentos planejada	0,242*	0,505**	0,128	0,408**	0,437**	0,285**
Armazenagem correta de ferramentas	0,283**	0,416**	0,134	0,392**	0,509**	0,391**
Relatórios de desenvolvimento das atividades	0,141	-0,095	-0,107	-0,083	0,128	-0,059
Acompanhamento do retrabalho	0,085	0,453**	0,065	0,469**	0,417**	0,326**
Indicadores de desempenho	0,410**	0,664**	0,328**	0,424**	0,337**	0,123
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01		

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.3 Correlação com as características dos fornecedores de matéria-prima

As questões sobre os fornecedores de matéria-prima apresentaram boa correlação com as questões de controle e acompanhamento, sendo que 29% das relações foram consideradas como sendo de intensidade moderada. A padronização das matérias-primas, o acompanhamento da produção da matéria-prima e o cronograma bem definido de compra de matéria-prima são as características com maior associação com o controle e acompanhamento da produção nos canteiros de

obras, enquanto o acompanhamento de estoques de materiais nas obras e o estabelecimento de uma relação de parceria com os fornecedores apresentaram a menor associação com o controle e acompanhamento.

Do ponto de vista das questões de controle e acompanhamento, o contato de projetistas com os funcionários dos canteiros e a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades apresentaram as menores associações com as questões de fornecimento de matéria-prima. Por outro lado, a manutenção planejada de máquinas, equipamentos e ferramentas, a verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas e o uso de indicadores de desempenho nos canteiros de obras apresentaram as maiores associações com os fornecedores de matéria-prima.

Destacam-se 7 relações que possuem coeficiente de correlação superior a 0,5, sendo estas entre a conferência de serviço e a padronização da matéria-prima (0,515), entre o treinamento da mão de obra e a padronização da matéria-prima (0,609), entre a armazenagem correta de ferramentas e a padronização das matérias-primas (0,546) e entre o uso de indicadores de desempenho e a padronização, a existência de índices de qualidade, o acompanhamento da produção e a existência de um cronograma bem definido de compra de matéria-prima (0,547, 0,557, 0,561 e 0,548, respectivamente). A Tabela 20 apresenta todas as correlações entre o controle e acompanhamento da produção e os fornecedores de matéria-prima.

Tabela 20 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis dos fornecedores de matéria-prima

	Contratos com fornecedores de matéria-prima	Matéria prima padronizada	Acompanhamento de estoques de materiais na obra	Índices de desempenho da matéria-prima	Acompanhamento da produção da matéria-prima	Cronograma de compra de matéria-prima	Seleção de fornecedores com base em critérios formais	Relação de parceria com fornecedores de matéria-prima	Negociação para compra de grandes volumes
Conferência de serviço	0,274**	0,515**	0,219*	0,286**	0,294**	0,384**	0,387**	0,324**	0,265*
Treinamento da mão de obra	0,317**	0,609**	0,247*	0,360**	0,333**	0,366**	0,372**	0,340**	0,243*
Análise periódica das atividades	0,302**	0,490**	0,362**	0,398**	0,370**	0,498**	0,289**	0,187	0,287**
Retirada de atividades que não agregam	0,237*	0,485**	0,385**	0,370**	0,496**	0,401**	0,325**	0,243*	0,391**
Contato de engenheiros com funcionários	0,260*	0,185	0,145	0,091	0,248*	0,233	0,188	0,206*	0,207*
Manutenção de equipamentos planejada	0,453**	0,498**	0,254*	0,382**	0,448**	0,418**	0,353**	0,302**	0,425**
Armazenagem correta de ferramentas	0,424**	0,546**	0,285**	0,298**	0,276*	0,152	0,492**	0,406**	0,408**
Relatórios de desenvolvimento das atividades	0,210	0,023	-0,007	0,047	0,004	0,086	0,012	0,064	0,044
Acompanhamento do retrabalho	0,215*	0,472**	0,152	0,300**	0,408**	0,356**	0,453**	0,333**	0,306**
Indicadores de desempenho	0,426**	0,547**	0,434**	0,557**	0,561**	0,548**	0,351**	0,263*	0,206
* correlação é significativa no nível 0,05					** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.4 Correlação com as características de planejamento

Os resultados de correlação entre as questões de controle e acompanhamento e as questões de planejamento estão apresentados na Tabela 21. Os mesmos já foram discutidos no item 4.3.1.7, na correlação entre o planejamento e o controle e acompanhamento, uma vez que a ordem das variáveis não altera a correlação.

Tabela 21 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de planejamento

	CIPA / PCMAT	Metas de produção	Verificação dos pré-requisitos	Componentes pré-fabricados	Diminuição da interdependência	Benchmarking	Planejamento a longo prazo	Planejamento a médio prazo	Planejamento a curto prazo	Atualização do planejamento
Conferência de serviço	0,256*	0,440**	0,481**	0,120	0,352**	0,320**	0,456**	0,462**	0,338**	0,482**
Treinamento da mão de obra	0,398**	0,362**	0,374**	0,270**	0,332**	0,350**	0,498**	0,555**	0,300**	0,386**
Análise periódica das atividades	0,394**	0,467**	0,328**	0,381**	0,489**	0,343**	0,538**	0,516**	0,340**	0,376**
Retirada de atividades que não agregam valor	0,338**	0,322**	0,398**	0,380**	0,442**	0,327**	0,425**	0,466**	0,256*	0,291**
Contato de engenheiros com funcionários	-0,081	0,244*	0,352**	0,071	0,146	0,160	0,201	0,154	0,208*	0,102
Manutenção de equipamentos planejada	0,335**	0,375**	0,371**	0,323**	0,364**	0,303**	0,385**	0,430**	0,298**	0,193
Armazenagem correta de ferramentas	0,332**	0,240*	0,218	0,081	0,258*	0,220*	0,193	0,231*	0,074	0,160
Relatórios de desenvolvimento das atividades	-0,015	-0,023	0,028	0,005	-0,014	0,066	0,005	-0,031	0,055	-0,149
Acompanhamento do retrabalho	0,151	0,357**	0,421**	0,172	0,278**	0,324**	0,354**	0,444**	0,313**	0,336**
Indicadores de desempenho	0,482**	0,503**	0,476**	0,411**	0,449**	0,427**	0,618**	0,611**	0,365**	0,380**
	* correlação é significativa no nível 0,05					** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.5 Correlação com as características de orçamento

A única relação das questões de controle e acompanhamento com as demais questões do questionário que tem força de associação alta é na correlação com as características de orçamento. A relação entre o uso de indicadores de desempenho e a elaboração de um cronograma físico-financeiro bem detalhado obteve coeficiente de correlação de *Spearman* igual a 0,732, sendo este o maior valor dentre todas as correlações com o controle e acompanhamento.

Novamente o contato de projetistas com os funcionários dos canteiros e a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades foram as características com menor associação, juntamente com a verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas. Por outro lado, o treinamento da mão de obra, a análise periódica das atividades, a retirada das atividades que não agregam valor e o uso de indicadores de desempenho apresentaram boa associação com o orçamento. De fato, as relações do uso de indicadores de desempenho com as questões de orçamento foram todas de força média e alta.

De ponto de vista das questões de orçamento, a consideração de equipamentos de proteção individual e coletiva nos orçamentos e a integração do setor de orçamento com os setores de compras e planejamento apresentaram os menores valores de associação com o controle e acompanhamento da produção. Por outro lado, a consideração de gastos com seguros, taxas e impostos no orçamento, o uso de custos históricos para elaboração de orçamentos futuros, possuir uma base de dados própria e atualizada, a elaboração de um cronograma físico-financeiro detalhado e a elaboração de ordens de compra com especificações e condições de aquisição tiveram as maiores associações com o controle e acompanhamento. As Tabela 22 e Tabela 23 apresentam os resultados de correlação entre o controle e acompanhamento e o orçamento.

Tabela 22 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de orçamento (parte 1)

	Quantitativos e especificações antecipadamente	Cotação com empresas terceirizadas	Planilha orçamentária	Consideração de gastos com seguros, taxas e impostos	Custos históricos para futuros orçamentos	Base de dados própria e atualizada
Conferência de serviço	0,373**	0,354**	0,369**	0,396**	0,317**	0,286**
Treinamento da mão de obra	0,374**	0,316**	0,342**	0,447**	0,404**	0,483**
Análise periódica das atividades	0,402**	0,384**	0,467**	0,500**	0,446**	0,576**
Retirada de atividades que não agregam valor	0,450**	0,323**	0,345**	0,469**	0,514**	0,541**
Contato de engenheiros com funcionários	0,153	0,275**	0,156	0,083	0,101	0,080
Manutenção de equipamentos planejada	0,385**	0,373**	0,332**	0,404**	0,530**	0,460**
Armazenagem correta de ferramentas	0,196	0,216*	0,169	0,156	0,365**	0,390**
Relatórios de desenvolvimento das atividades	0,014	-0,154	0,088	-0,152	-0,009	0,150
Acompanhamento do retrabalho	0,439**	0,220*	0,274**	0,352**	0,375**	0,442**
Indicadores de desempenho	0,482**	0,441**	0,559**	0,546**	0,434**	0,566**
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01		

Fonte: Autoria própria (2020)

Além da relação já comentada no primeiro parágrafo, destacam-se as relações entre o treinamento da mão de obra e a elaboração de uma ordem de compra com especificações e condições de aquisição (0,580), entre a análise periódica das atividades e o fato de possuir uma base de dados própria e atualizada e a elaboração de uma ordem de compra com especificações e condições de aquisição (0,576 e 0,610, respectivamente) e entre o uso de indicadores de desempenho e a elaboração da planilha orçamentária, o fato de possuir uma base de dados própria e atualizada e a elaboração de uma ordem de compra com especificações e condições de aquisição

(0,559, 0,566 e 0,578, respectivamente).

Tabela 23 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de orçamento (parte 2)

	Cronograma físico-financeiro detalhado	Feedback para o responsável pelos projetos	Consideração de EPIs e EPCs no orçamento	Ordem de compra com especificações e condições de compra	Integração entre os setores de suprimentos e orçamentos	Integração entre os setores de orçamento e planejamento
Conferência de serviço	0,468**	0,341**	0,365**	0,495**	0,127	0,203
Treinamento da mão de obra	0,480**	0,318**	0,204	0,580**	0,198	0,280**
Análise periódica das atividades	0,537**	0,255*	0,328**	0,610**	0,347**	0,362**
Retirada de atividades que não agregam valor	0,553**	0,376**	0,188	0,464**	0,291**	0,324**
Contato de engenheiros com funcionários	0,019	0,126	0,225	0,123	0,074	0,151
Manutenção de equipamentos planejada	0,380**	0,256*	0,256*	0,554**	0,211*	0,306**
Armazenagem correta de ferramentas	0,250*	0,111	0,103	0,412**	0,142	0,112
Relatórios de desenvolvimento das atividades	0,046	0,153	-0,035	0,042	0,003	0,162
Acompanhamento do retrabalho	0,371**	0,310**	0,317*	0,304**	0,231*	0,269**
Indicadores de desempenho	0,732**	0,410**	0,499**	0,578**	0,402**	0,425**
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01		

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.6 Correlação com as características de gestão de chão de obra

No geral, pode-se afirmar que as questões de controle e acompanhamento são bem associadas com as questões de gestão de chão de obra, sendo que 33% das relações possuem coeficiente de correlação acima de 0,4. Novamente a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades aparece com o menor

nível de associação, seguida pela retirada de atividades que não agregam valor e o contato de projetistas com os funcionários dos canteiros de obras. A questão da periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades teve todas as relações com as questões de gestão de chão de obra com força de associação praticamente nula, de modo que essas questões não são realizadas juntas.

Por outro lado, a conferência de serviço, a verificação da armazenagem e locação correta de equipamentos e ferramentas e o uso de indicadores de desempenho foram as características com maior associação com a gestão de chão de obra, com pelo menos metade das relações sendo de força moderada de associação.

Do ponto de vista das questões de gestão de chão de obra, as instruções de serviço antes da execução e a padronização dos serviços executados possuem a maior associação com o controle e acompanhamento da produção, somando juntas 9 relações com coeficiente superior a 0,5 dentre as 20 relações em questão. Por outro lado, a realocação de funcionários devido às condições climáticas e o uso de mão de obra polivalente apresentam associação muito baixa com o controle e acompanhamento, com esta última tendo 90% das relações consideradas praticamente nulas.

No total 11 relações possuem coeficiente de correlação de *Spearman* acima de 0,5, sendo que destas 5 se destacam, sendo estas entre a análise periódica das atividades e o cronograma de execução visível a todos (0,597), entre a manutenção planejada de máquinas, equipamentos e ferramentas e a padronização dos serviços executados (0,553), entre a verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas e a padronização dos serviços (0,618) e entre o uso de indicadores de desempenho e a padronização dos serviços e o cronograma de execução visível a todos (0,539 e 0,640, respectivamente). A Tabela 24 apresenta todos os resultados de correlação entre as características de controle e acompanhamento da produção e as características de gestão de chão de obra.

Tabela 24 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de gestão de chão de obra

	Projetos consultados antes e durante a execução dos serviços	Conferência dos materiais e ferramentas	Realocação de funcionários devido a condições climáticas	Instrução dos serviços antes do início	Padronização de serviços	Paralelismo de execução	Mão de obra polivalente	Equipamentos de segurança disponíveis	Cronograma de execução visível	Informações de planejamento e execução disponíveis
Conferência de serviço	0,402**	0,445**	0,279**	0,516**	0,526**	0,408**	0,062	0,428**	0,388**	0,419**
Treinamento da mão de obra	0,207*	0,300**	0,339**	0,422**	0,506**	0,323**	0,014	0,370**	0,436**	0,311**
Análise periódica das atividades	0,309**	0,444**	0,363**	0,341**	0,497**	0,337**	-0,117	0,211	0,597**	0,411**
Retirada de atividades que não agregam valor	0,073	0,295**	0,215*	0,310**	0,342**	0,172	-0,028	0,055	0,365**	0,202
Contato de engenheiros com funcionários	0,402**	0,391**	0,138	0,409**	0,337**	0,220*	0,260*	0,318*	0,292*	0,366**
Manutenção de equipamentos planejada	0,354**	0,379**	0,314**	0,522**	0,553**	0,357**	0,173	0,390**	0,349**	0,425**
Armazenagem correta de ferramentas	0,341**	0,429**	0,462**	0,500**	0,618**	0,401**	0,140	0,410**	0,179	0,208*
Relatórios de desenvolvimento das atividades	0,043	0,105	-0,057	-0,034	0,037	0,024	0,004	0,164	-0,079	0,147
Acompanhamento do retrabalho	0,275**	0,409**	0,264*	0,452**	0,525**	0,380**	0,172	0,248*	0,366**	0,339**
Indicadores de desempenho	0,225*	0,418**	0,344**	0,306**	0,539**	0,349**	-0,089	0,461**	0,640**	0,415**
* correlação é significativa no nível 0,05						** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.7 Intercorrelação entre as características de controle e acompanhamento

A intercorrelação entre as questões de controle e acompanhamento resultou em 56% de relações com força de associação moderada, 13% de força pequena e 31% de associações quase imperceptíveis. Isso mostra que mesmo com boa parte das características mostrando boa associação, algumas características apresentam quase nenhuma associação com as demais. Fica evidente que, novamente, a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades não apresenta

associação com as demais características, assim como o contato dos projetistas com os funcionários dos canteiros de obras. As demais características, no geral, apresentaram bons valores de correlação entre si. A Tabela 25 apresenta as intercorrelações entre as características de controle e acompanhamento da produção.

Tabela 25 – Intercorrelação entre as variáveis de controle e acompanhamento

	Conferência de serviço	Treinamento da mão de obra	Análise periódica das atividades	Retirada de atividades que não agregam valor	Contato de engenheiros com funcionários	Manutenção de equipamentos planejada	Armazenagem correta de ferramentas	Relatórios de desenvolvimento das atividades	Acompanhamento do retrabalho	Indicadores de desempenho
Conferência de serviço	1,000	0,600**	0,520**	0,362**	0,446**	0,452**	0,540**	-0,092	0,515**	0,501**
Treinamento da mão de obra	0,600**	1,000	0,656**	0,566**	0,107	0,570**	0,533**	-0,110	0,543**	0,642**
Análise periódica das atividades	0,520**	0,656**	1,000	0,672**	0,225*	0,586**	0,503**	-0,124	0,353**	0,581**
Retirada de atividades que não agregam	0,362**	0,566**	0,672**	1,000	0,164	0,482**	0,348**	0,082	0,369**	0,508**
Contato de engenheiros com funcionários	0,446**	0,107	0,225*	0,164	1,000	0,439**	0,288**	-0,117	0,211*	0,073
Manutenção de equipamentos planejada	0,452**	0,570**	0,586**	0,482**	0,439**	1,000	0,614**	0,046	0,489**	0,429**
Armazenagem correta de ferramentas	0,540**	0,533**	0,503**	0,348**	0,288**	0,614**	1,000	0,000	0,547**	0,357**
Relatórios de desenvolvimento das atividades	-0,092	-0,110	-0,124	0,082	-0,117	0,046	0,000	1,000	0,057	0,090
Acompanhamento do retrabalho	0,515**	0,543**	0,353**	0,369**	0,211*	0,489**	0,547**	0,057	1,000	0,504**
Indicadores de desempenho	0,501**	0,642**	0,581**	0,508**	0,073	0,429**	0,357**	0,090	0,504**	1,000
	* correlação é significativa no nível 0,05					** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

Destacam-se 4 relações que tiveram coeficiente de correlação superior a 0,6, sendo estas entre a análise periódica das atividades e o treinamento da mão de obra e a retirada das atividades que não agregam valor (0,656 e 0,672, respectivamente),

entre a verificação da armazenagem e locação e a manutenção planejada das máquinas, equipamentos e ferramentas (0,614) e entre o uso de indicadores de desempenho e o treinamento da mão de obra (0,642).

4.3.2.8 Correlação com as características de *layout* do canteiro de obras

Dentre todas as partes do questionário utilizado, as questões de *layout* do canteiro de obras obtiveram a maior associação com o controle e acompanhamento da produção, sendo que 68% das relações entre essas variáveis resultaram em associações de força moderada. Novamente a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades e o contato dos projetistas com os funcionários dos canteiros de obras praticamente não tiveram associação com as variáveis analisadas. As demais características de controle e acompanhamento podem ser consideradas como tendo associação moderada com as questões de *layout* do canteiro de obras.

Do ponto de vista das características de *layout* do canteiro de obras, todas tiveram associação semelhante com o controle e acompanhamento. No total 9 relações tiveram coeficiente de correlação superior a 0,6, destacando-se as relações entre a manutenção planejada de máquinas, equipamentos e ferramentas e a padronização dos canteiros de obras, a existência de sistemas de proteção contra acidentes e as sinalizações de identificação e segurança (0,614, 0,605 e 0,632, respectivamente), entre a verificação da armazenagem e locação dos equipamentos e ferramentas e a existência de sistemas de proteção contra acidentes (0,607) e entre o uso de indicadores de desempenho e a identificação dos materiais (0,660). A Tabela 26 apresenta as correlações entre o controle e acompanhamento da produção e o *layout* do canteiro de obras.

Tabela 26 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de layout do canteiro de obras

	Canteiro de obras padronizado	Sistemas de proteção contra acidentes	Sinalização de identificação e segurança	Materiais armazenados próximo ao local de uso	Documentação técnica disponível e de fácil acesso	Almoxarifado com padrão de organização	Materiais identificados	Quadro de avisos	Máquinas para transporte de materiais	Espaço adequado para movimentação de máquinas e caminhões
Conferência de serviço	0,462**	0,448**	0,484**	0,362**	0,520**	0,539**	0,536**	0,499**	0,372**	0,375**
Treinamento da mão de obra	0,523**	0,575**	0,524**	0,356**	0,554**	0,495**	0,634**	0,559**	0,451**	0,570**
Análise periódica das atividades	0,459**	0,519**	0,598**	0,492**	0,573**	0,441**	0,529**	0,587**	0,494**	0,581**
Retirada de atividades que não agregam valor	0,367**	0,436**	0,465**	0,384**	0,471**	0,357**	0,460**	0,449**	0,446**	0,443**
Contato de engenheiros com funcionários	0,308**	0,163	0,371**	0,417**	0,287**	0,300**	0,196	0,269**	0,234*	0,223*
Manutenção de equipamentos planejada	0,614**	0,605**	0,632**	0,522**	0,439**	0,529**	0,519**	0,605**	0,446**	0,508**
Armazenagem correta de ferramentas	0,462**	0,607**	0,518**	0,519**	0,481**	0,604**	0,510**	0,412**	0,466**	0,540**
Relatórios de desenvolvimento das atividades	0,096	-0,101	-0,014	-0,107	0,047	0,145	0,062	0,021	-0,120	-0,117
Acompanhamento do retrabalho	0,428**	0,350**	0,331**	0,333**	0,460**	0,472**	0,504**	0,388**	0,318**	0,478**
Indicadores de desempenho	0,576**	0,529**	0,536**	0,371**	0,601**	0,570**	0,660**	0,593**	0,478**	0,542**
	* correlação é significativa no nível 0,05					** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.9 Correlação com as características de pós-obra

No total, mais de 50% das associações entre as questões de controle e acompanhamento e as questões de pós-obra são consideradas como sendo de força moderada. Mais uma vez, a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades e o contato dos projetistas com os funcionários dos canteiros não apresentam associação perceptível, nesse caso juntamente com a verificação da armazenagem e locação correta dos equipamentos e ferramentas.

Do ponto de vista das variáveis de pós-obra, as 6 variáveis analisadas apresentaram associação semelhante com o controle e acompanhamento da produção. Das 60 relações apresentadas na Tabela 27, 10 possuem coeficiente de correlação superior a 0,5, destacando-se as relações entre o uso de indicadores de desempenho e a existência de índices de reprovação e manutenção e o controle da taxa de retorno dos clientes para novas negociações (0,635 e 0,605, respectivamente).

Tabela 27 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de pós-obra

	Manual do proprietário	Pesquisa de satisfação	Índices de reprovação e manutenção	Taxa de retorno para novas negociações	Garantia de manutenção no prazo legal	Dados de problemas de pós-ocupação para aperfeiçoamento
Conferência de serviço	0,477**	0,432**	0,531**	0,355**	0,403**	0,468**
Treinamento da mão de obra	0,409**	0,466**	0,553**	0,452**	0,432**	0,503**
Análise periódica das atividades	0,399**	0,400**	0,366**	0,419**	0,440**	0,512**
Retirada de atividades que não agregam valor	0,288**	0,441**	0,433**	0,447**	0,388**	0,536**
Contato de engenheiros com funcionários	0,200	0,091	0,118	0,062	0,207	0,230*
Manutenção de equipamentos planejada	0,353**	0,317**	0,412**	0,253*	0,539**	0,412**
Armazenagem correta de ferramentas	0,301**	0,172	0,253*	0,092	0,457**	0,383**
Relatórios de desenvolvimento das atividades	-0,062	-0,142	-0,103	-0,198	0,072	-0,131
Acompanhamento do retrabalho	0,301**	0,282**	0,504**	0,233*	0,456**	0,417**
Indicadores de desempenho	0,406**	0,542**	0,635**	0,605**	0,290**	0,488**
	* correlação é significativa no nível 0,05			** correlação é significativa no nível 0,01		

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.10 Correlação com as características de sustentabilidade

As correlações das questões de controle e acompanhamento com as questões de sustentabilidade não apresentaram força de associação tão alta quanto as características dos itens anteriores. Pouco mais de 35% das relações dessas variáveis são consideradas como tendo força de associação moderada, enquanto quase 40% das relações são de associação fraca.

Novamente o contato dos projetistas com os funcionários dos canteiros e a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades são as características com menor associação, juntamente com o acompanhamento do retrabalho. Por outro lado, destacam-se a análise periódicas das atividades, a retirada das atividades que não agregam valor, a manutenção planejada e o uso de indicadores de desempenho, características essas que podem ser consideradas como sendo moderadamente associadas com o controle e acompanhamento da produção.

Do ponto de vista das questões de sustentabilidade, as características que mais se associam com o controle e acompanhamento são as atividades operacionais (gerenciamento, separação e destinação correta dos resíduos) e as atividades estratégicas (planejamento de processos executivos com menor desperdício e impacto ambiental), enquanto a captação, tratamento e reutilização de águas pluviais, a consideração de práticas de sustentabilidade nos projetos e orçamentos e a utilização de materiais reciclados como agregados pouco se associam com o controle e acompanhamento.

No total, 16 relações ultrapassaram o valor de 0,5 para o coeficiente de correlação de *Spearman*, sendo que destacam-se as relações entre a conferência de serviço e a destinação correta dos resíduos (0,561), entre a análise periódica das atividades e o gerenciamento, separação e destinação correta dos resíduos (0,659, 0,651 e 0,544, respectivamente) e entre a retirada de atividades que não agregam valor e o gerenciamento de resíduos e o planejamento de processos executivos com menor impacto ambiental (0,575 e 0,597, respectivamente).

Tabela 28 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de sustentabilidade

	Reutilização de materiais	Gerenciamento de resíduos	Separação dos resíduos	Destinação correta dos resíduos	Captação, tratamento e reutilização de águas pluviais	Utilização de equipamentos de baixo consumo energético	Processos executivos com menor impacto ambiental	Práticas de sustentabilidade em projetos e orçamentos	Prioridade para materiais sem impacto ambiental	Materiais reciclados como agregados
Conferência de serviço	0,308**	0,394**	0,502**	0,561**	0,235*	0,195	0,227*	0,051	0,075	0,088
Treinamento da mão de obra	0,344**	0,455**	0,504**	0,478**	0,278**	0,347**	0,392**	0,270*	0,310**	0,252*
Análise periódica das atividades	0,458**	0,659**	0,651**	0,544**	0,369**	0,446**	0,542**	0,293**	0,425**	0,417**
Retirada de atividades que não agregam valor	0,440**	0,575**	0,525**	0,395**	0,264*	0,456**	0,597**	0,388**	0,544**	0,290**
Contato de engenheiros com funcionários	0,218*	0,256*	0,228*	0,320**	0,053	0,155	0,222*	0,073	0,077	-0,078
Manutenção de equipamentos planejada	0,439**	0,529**	0,494**	0,503**	0,355**	0,482**	0,546**	0,315**	0,466**	0,367**
Armazenagem correta de ferramentas	0,467**	0,397**	0,516**	0,393**	0,249*	0,318**	0,401**	0,032	0,301**	0,253*
Relatórios de desenvolvimento das atividades	0,041	-0,085	-0,147	-0,159	0,019	0,077	0,009	0,090	0,127	-0,071
Acompanhamento do retrabalho	0,186	0,236*	0,257*	0,236*	0,103	0,244*	0,327**	0,149	0,196	0,124
Indicadores de desempenho	0,371**	0,468**	0,405**	0,513**	0,467**	0,456**	0,493**	0,440**	0,445**	0,463**
	* correlação é significativa no nível 0,05					** correlação é significativa no nível 0,01				

Fonte: Autoria própria (2020)

4.3.2.11 Correlação com as características de métodos e ferramentas

Cerca de 30% das associações entre as questões de controle e acompanhamento e as questões de utilização de métodos e ferramentas podem ser consideradas como sendo moderadas, como está mostrado nas Tabela 29 e Tabela 30 a seguir. Diferentemente dos itens passados, nos quais quase todas as características de controle e acompanhamento possuíam associação moderada com as variáveis analisadas, na correlação com os métodos e ferramentas apenas o

treinamento da mão de obra, a análise periódica das atividades, a retirada das atividades que não agregam valor e o uso de indicadores de desempenho podem ser considerados como tendo associação moderada.

Do ponto de vista das variáveis sobre a utilização de métodos e ferramentas, as utilizações de Gráfico de Gantt, de redes PERT/CPM, de *benchmarking* e de Poka Yoke pouco se associam com o controle e planejamento da produção, sendo que, no geral, essas variáveis tem associação pequena ou quase imperceptível.

Tabela 29 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de métodos e ferramentas (parte 1)

	EAP	Gráfico de Gantt	Linha de Balanço	Percentual Planejado Construído	Método de sistema para solução de problemas	Sistema formal de custeio	Rede PERT / CPM	Normas de Qualidade
Conferência de serviço	0,255*	0,239*	0,278*	0,312**	0,215	0,118	0,143	0,396**
Treinamento da mão de obra	0,421**	0,382**	0,487**	0,400**	0,404**	0,414**	0,322**	0,584**
Análise periódica das atividades	0,503**	0,346**	0,456**	0,410**	0,324**	0,443**	0,208	0,430**
Retirada de atividades que não agregam valor	0,489**	0,307**	0,590**	0,500**	0,431**	0,493**	0,238*	0,476**
Contato de engenheiros com funcionários	0,007	-0,147	-0,065	-0,029	-0,046	-0,109	-0,168	0,045
Manutenção de equipamentos planejada	0,357**	0,233*	0,386**	0,380**	0,248*	0,376**	0,181	0,403**
Armazenagem correta de ferramentas	0,237*	0,059	0,205	0,195	0,072	0,188	0,036	0,226*
Relatórios de desenvolvimento das atividades	-0,150	-0,109	-0,040	0,069	-0,052	0,172	-0,112	-0,135
Acompanhamento do retrabalho	0,432**	0,185	0,414**	0,289*	0,272*	0,294**	0,240*	0,278*
Indicadores de desempenho	0,544**	0,471**	0,639**	0,600**	0,506**	0,512**	0,520**	0,570**
	* correlação é significativa no nível 0,05				** correlação é significativa no nível 0,01			

Fonte: Autoria própria (2020)

Das 19 relações entre o controle e acompanhamento e os métodos e ferramentas que possuem coeficiente de correlação superior a 0,5, destacam-se as associações entre o treinamento da mão de obra e o uso de normas de qualidade e métodos motivacionais (0,584 e 0,582, respectivamente), entre a retirada das atividades que não agregam valor e o uso de linha de balanço e métodos motivacionais (0,590 para ambas) e entre o uso de indicadores de desempenho e o uso de linha de balanço, de percentual planejado construído e de métodos motivacionais (0,639, 0,600 e 0,585, respectivamente).

Tabela 30 – Correlação entre as variáveis de controle e acompanhamento e as variáveis de métodos e ferramentas (parte 2)

	5S / métodos motivacionais comportamentais	ERP	Controle Visual	Kaizen	Benchmarking	PDCA	Poka Yoke
Conferência de serviço	0,361**	0,170	0,344**	0,133	0,121	0,414**	0,045
Treinamento da mão de obra	0,582**	0,472**	0,423**	0,352**	0,286*	0,427**	0,282*
Análise periódica das atividades	0,433**	0,364**	0,332**	0,459**	0,236*	0,355**	0,258*
Retirada de atividades que não agregam valor	0,590**	0,516**	0,474**	0,504**	0,300**	0,529**	0,386**
Contato de engenheiros com funcionários	0,080	-0,138	0,085	0,051	0,089	0,172	-0,008
Manutenção de equipamentos planejada	0,445**	0,219	0,268*	0,288*	0,174	0,293**	0,239*
Armazenagem correta de ferramentas	0,268*	0,224	0,127	0,122	-0,026	0,073	0,030
Relatórios de desenvolvimento das atividades	-0,179	-0,096	-0,157	-0,267	-0,062	-0,216	-0,184
Acompanhamento do retrabalho	0,404**	0,260*	0,378**	0,177	0,221	0,379**	0,161
Indicadores de desempenho	0,585**	0,506**	0,425**	0,369**	0,419**	0,535**	0,264*
				* correlação é significativa no nível 0,05			
				** correlação é significativa no nível 0,01			

Fonte: Autoria própria (2020)

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir das análises realizadas, é possível verificar que no geral o planejamento da produção é mais desenvolvido nas empresas avaliadas do que o controle e acompanhamento. Como mostrado na análise descritiva, as características de planejamento apresentaram valores de média próximos a 3,5, com pouca variação, enquanto as características de controle e acompanhamento tiveram maior variação, com valores abaixo de 3 e acima de 4.

Dentre todas as variáveis de planejamento analisadas, a verificação de pré-requisitos das atividades, o uso de CIPA/PCMAT e o uso de planejamento de curto prazo apresentaram os maiores valores de desenvolvimento, sendo que todos tiveram média próxima de 4 pontos e mediana entre 4 e 5 pontos. Por outro lado, a utilização de componentes pré-fabricados e a busca pela diminuição da interdependência entre os processos tiveram os piores resultados, com médias próximas de 3 pontos e medianas igual a 3 pontos.

Já em relação às variáveis de controle e acompanhamento da produção, a conferência de serviço, o contato de projetistas com os funcionários dos canteiros de obras e a verificação da armazenagem e locação corretas dos equipamentos e ferramentas tiveram os melhores níveis de desenvolvimento, com valores de média próximos e até acima de 4 pontos e medianas em 4 e 5 pontos. Por outro lado, o treinamento da mão de obra, a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades e o uso de indicadores de desempenho tiveram os piores resultados, com médias abaixo de 3 pontos e medianas em 2 e 3 pontos.

Na análise de correlação dos dados utilizando o coeficiente de *Spearman*, pode-se notar que, no geral, as características de controle e acompanhamento da produção apresentam melhor distribuição dos resultados de associação com as demais características do questionário, quando comparadas com as características de planejamento. Ou seja, enquanto na análise descritiva o controle e acompanhamento apresentou maior variabilidade nos resultados, na análise de correlações foi o planejamento da produção que apresentou maior variação entre os resultados.

Na avaliação das correlações das questões de planejamento com as demais,

foi possível observar que as melhores associações são com as questões referentes aos fornecedores de matéria-prima, ao orçamento e ao *layout* do canteiro de obras, sendo que estas tiveram mais de 30% das associações consideradas de força moderada. Por outro lado, as associações com as características de relacionamento com os clientes, com os fornecedores de serviços terceirizados e com a utilização de métodos e ferramentas apresentaram os menores valores, possuindo menos do que 15% de associações moderadas.

Isso mostra que o relacionamento com os clientes, com os fornecedores de serviços terceirizados e a utilização de métodos e ferramentas de gestão são pouco integrados com o planejamento da produção da construção civil, sendo pensados de maneira isolada. Isso faz com que nos processos de planejamento, não se dê a devida importância a estas questões, o que desponta como um problema sério no setor. De fato, essa falta de integração de processos fundamentais à produção acarreta problemas de produtividade para a construção civil.

Dentre as características de planejamento, individualmente a verificação de pré-requisitos das atividades e o uso de planejamento de médio e longo prazo foram as variáveis que apresentaram maior associação com as demais características presentes no questionário, tendo, no geral, associação moderada com praticamente todas as demais áreas analisadas. Isso significa que estas atividades estão diretamente relacionadas com a gestão da produção dentro dos canteiros de obras como um todo, sendo realizadas em conjuntos com inúmeras outras atividades.

Por outro lado, a utilização de componentes pré-fabricados, o uso de planejamento de curto prazo e a atualização do planejamento pouco se associam com todas as demais características, tendo, no geral, associação pequena ou quase imperceptível. Isso significa que estas atividades são realizadas isoladamente, não possuindo relação com o desenvolvimento das demais atividades de gestão da produção dentro dos canteiros de obras.

Em relação à correlação das características de controle e acompanhamento da produção, obteve-se mais de 30% de associações moderadas em praticamente todas as análises com as demais partes do questionário, exceto na correlação com o relacionamento com o cliente (que não gerou nenhuma associação moderada) e na correlação com o planejamento da produção, que teve 25% das associações consideradas moderadas. No geral, pode-se afirmar que o controle e acompanhamento está bem mais associado com o restante dos temas analisados do

que o planejamento da produção.

Novamente, destaca-se negativamente o relacionamento com os clientes, sendo que o controle e acompanhamento da produção também é realizado de maneira isolada das pessoas que deveriam ser as principais ouvidas no que diz respeito ao produto que estão comprando. Ficou claro nesta pesquisa o quão longe os clientes estão dos processos de planejamento e controle da produção da construção civil, o que é um grande problema para o setor.

Individualmente, as características que apresentaram maior associação com as demais foram o treinamento da mão de obra, a análise periódica das atividades, a retiradas das atividades que não agregam valor e o uso de indicadores de desempenho, sendo este último o fator que apresentou maior associação dentre todas as características avaliadas, tanto de planejamento quando de controle e acompanhamento da produção. Isso significa esses são os fatores de controle e acompanhamento que mais são realizados em conjunto com os demais fatores de gestão de um canteiro de obras, principalmente o uso de indicadores, que se faz presente em praticamente qualquer atividade de gestão avaliada.

Vale a pena destacar os resultados obtidos para a questão do uso de indicadores de desempenho na gestão da produção nos canteiros de obras. Ao mesmo tempo que essa característica apresentou um dos piores resultados de utilização nas empresas, sua presença nos processos de gestão é a mais importante dentre todas as variáveis de controle e acompanhamento da produção. Isso significa que mesmo estando extremamente associados com as demais características, influenciando desse modo a produção do setor como um todo, pouco se utilizam os indicadores de desempenhos nos canteiros de obras, deixando claro que esse é um grande problema da construção civil.

Outra característica com resultados semelhantes e preocupantes para o setor da construção civil é quanto ao treinamento da mão de obra. Os resultados encontrados nesta pesquisa mostram que pouco se realiza o treinamento da mão de obra, mesmo sendo uma das variáveis mais ligadas a todo o processo produtivo do setor. Desse modo, fica claro que este é outro problema presente na produção da construção civil.

Por outro lado, o contato entre os projetistas e os funcionários dos canteiros de obras e a periodicidade dos relatórios de desenvolvimento das atividades apresentam associação praticamente nula com as demais atividades realizadas

dentro dos canteiros de obra. Desse modo, pode-se afirmar que estas atividades são realizadas isoladamente, não sendo pensadas ou realizadas em conjunto com nenhuma outra prática.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões desta pesquisa, as limitações encontradas e as sugestões para estudos futuros.

5.1 CONCLUSÕES

O presente estudo buscou fazer um diagnóstico sobre as práticas de planejamento, controle e acompanhamento da produção dentro de canteiros de obras. Para tanto, foram entrevistados profissionais que atuassem ou tivessem atuado em canteiros de obras da Região Metropolitana de Curitiba. Com os dados obtidos com o uso do questionário, foi possível realizar análises desses dados para que então se pudesse identificar o panorama das práticas de gestão internas aos canteiros de obras.

A partir das análises dos dados, foi possível observar que as práticas de gestão da produção, no geral, apresentam desenvolvimento médio, com algumas características sendo mais desenvolvidas e outras ainda pouco desenvolvidas. Além disso, ficou claro que as práticas de planejamento apresentaram resultados mais concentrados de utilização e desenvolvimento, porém menores, do que as práticas de controle e acompanhamento.

Pela análise de correlação, ficou claro que as práticas de controle e acompanhamento apresentam associação bem maior com as demais práticas construtivas dentro de canteiros de obras do que as práticas de planejamento. Isso significa que o controle e acompanhamento é feito em conjunto com a demais etapas, enquanto o planejamento é feito de maneira mais isolada.

Através dos resultados de correlação também foi possível identificar os principais fatores que poderiam ser levados em conta pela gestão das empresas para que pudessem ter melhores resultados na produção da construção civil. Esses fatores seriam, principalmente, os apontados anteriormente como tendo maior associação com os demais, uma vez que obtendo melhorias nessas práticas levariam a melhorias na produtividade como um todo.

Fatores como a verificação de pré-requisitos das atividades, a utilização de planejamento detalhado de médio e longo prazo, o treinamento da mão de obra, a

análise periódica das atividades e o uso de indicadores de desempenho podem ser considerados os principais fatores de planejamento e controle da produção a serem focados pelas empresas na busca da melhoria da produtividade do setor, por serem as características com maiores associações com a produção da construção civil como um todo.

Por fim, vale a pena destacar alguns problemas da construção civil que ficaram visíveis nesta pesquisa, como o distanciamento dos clientes dos processos de gestão da produção, o baixo uso de indicadores de desempenho e a falta de treinamento de mão de obra, sendo que estas características estão intimamente ligadas à produtividade do setor.

5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Foram encontradas algumas limitações durante o desenvolvimento desta pesquisa. Inicialmente, a análise bibliométrica não pôde ser exclusivamente focada nas práticas internas aos canteiros de obras pela falta de estudos sobre a gestão da produção dentro dos canteiros. Isso fez com que fosse necessário ampliar o escopo da análise e se avaliasse o panorama geral da gestão dos processos produtivos. Além disso, essa limitação fez com que a fundamentação teórica fosse mais geral sobre o assunto e as publicações escolhidas para análise e comparação dos resultados não fossem exclusivamente sobre as práticas realizadas dentro dos canteiros de obras.

Na etapa de coleta dos dados, fatores como subjetividade, dificuldade de se expressar certas questões por texto, honestidade dos respondentes e a disposição destes em compartilhar as experiências que tiveram nas empresas em que trabalhavam, podem gerar problemas quanto à qualidade e confiabilidade dos dados. Ainda sobre a aplicação do questionário, o fato do mesmo ser longo e cansativo para se responder pode ter gerado problemas de fadiga nos respondentes, de modo que pôde-se notar que nas partes finais do questionário muitas questões acabaram não sendo respondidas ou então foram respondidas o mais rápido possível, para finalizar a coleta de dados logo. Quanto à análise dos dados, foram obtidos apenas 99 questionários, sendo que nem todos estavam completamente respondidos.

Por fim, como já apontado anteriormente, foram encontrados poucos trabalhos que tivessem realizado estudos semelhantes analisando a gestão dentro

dos canteiros, o que limitou o número de comparações para os resultados obtidos nesta pesquisa, principalmente para a análise de correlação.

5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base no que foi analisado neste trabalho, sugere-se que sejam realizados estudos observando o ponto de vista da gestão da produção tanto de dentro quanto de fora dos canteiros de obras, de modo que seja possível comparar as características de ambos os métodos de gestão. Desse modo, seria possível entender as diferentes abordagens presentes na prática da produção da construção civil.

Recomenda-se reduzir significativamente o número de questões no questionário utilizado para coleta de dados, afim de se reduzir o tempo de resposta dos entrevistados, conseqüentemente melhorando a qualidade dos dados coletados. Além disso, seria importante aumentar consideravelmente o tamanho da amostra para que fosse possível realizar uma análise discriminante com boa confiabilidade e para que se melhorasse a qualidade das análises no geral.

Por fim, sugere-se que fosse realizado um estudo das práticas de gestão da produção com profissionais que atuassem apenas na área de planejamento, controle e acompanhamento. Isso poderia levar à obtenção de um melhor panorama sobre essas práticas na construção civil.

REFERÊNCIAS

ABDUL-RAHMAN, H.; YAHYA, I.; BERAWI, A.; WAH, L. W. Conceptual delay mitigation model using a project learning approach in practice. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 1, p.15-27, jan. 2008.

AGAPIOU, A.; CLAUSEN, L. E.; FLANAGAN, R.; NORMAN, G.; NOTMAN, D. The role of logistics in the materials flow control process. **Construction Management and Economics**, v. 16, n. 2, p.131-137, mar. 1998.

AGUIAR, B.; CORREIA, W.; CAMPOS, F. Uso da Escala de Diferencial Semântico na Análise de Jogos. In: 10th SBGAMES, 2011, Salvador, Brazil. **Proceedings...** Salvador, Brazil: Arts & Design Track, 2011.

AKINTOYE, A.; MCINTOSH, G.; FITZGERALD, E. A survey of supply chain collaboration and management in the UK construction industry. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 6, n. 3-4, p.159-168, dez. 2000.

ALARCÓN, L. Tools for the Identification and Reduction of Waste in Construction Projects. **Lean Construction**. v.5, p.365-377, 1997.

ALARCÓN, L.; DIETHELM, S.; ROJO, O; CALDERÓN, R. Assessing the impacts of implementing Lean Construction. **Revista Ingeniería de Construcción**, v. 23, n. 1, p.26-33, abr. 2008.

ALENCAR, A. R. D. **Análise das características organizacionais das empresas de construção civil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ALSEHAIMI, A. O.; FAZENDA, P. T.; KOSKELA, L. Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 21, n. 1, p.51-64, jan. 2014.

ALSEHAIMI, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. Need for Alternative Research Approaches in Construction Management: Case of Delay Studies. **Journal of Management in Engineering**, v. 29, n. 4, p.407-413, out. 2013.

ALSEHAIMI, A. O.; TZORTZOPOULOS, P.; KOSKELA, L. Last Planner System: Experiences from Pilot Implementation in the Middle East. In: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2009, Taipei, Taiwan. **Proceedings...** Taipei, Taiwan: IGLC, 2009.

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: Proposta baseada em estudos de caso.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

ALVES, T. C. L.; MILBERG, C.; WALSH, K. D. Exploring lean construction practice, research, and education. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 5, p.512-525, 2012.

AL-HAMMAD, A.; ASSAF, S. Design - Construction interface problems in Saudi Arabia. **Building Research & Information**, v. 20, n. 1, p.60-63, jan. 1992.

ANASTASOPOULOS, P. C.; LABI, S.; BHARGAVA, A.; MANNERING, F. L. Empirical Assessment of the Likelihood and Duration of Highway Project Time Delays. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 3, p.390-398, mar. 2012.

ANDRÉ, P.; KRAUT, R. E.; KITTUR, A. Effects of simultaneous and sequential work structures on distributed collaborative interdependent tasks. **Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - Chi '14**, p.139-148, 2014.

ARANTES, P. C. F. G. **Lean Construction - Filosofia e Metodologias.** 2008. Tese (Mestrado integrado em engenharia civil), Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Lisboa, Portugal, 2008.

ARDITI, D.; NAYAK, S.; DAMCI, A. Effect of organizational culture on delay in construction. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 2, p.136-147, fev. 2017.

ASSAF, S. A.; AL-HEJJI, S. Causes of delay in large construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 4, p.349-357, maio 2006.

AZHAR, S.; CHOUDHRY, R. M. Capacity building in construction health and safety research, education, and practice in Pakistan. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 6, n. 1, p.92-105, fev. 2016.

BACHRACH, D. G.; POWELL, B. C.; COLLINS, B. J.; RICHEY, R. G. Effects of task interdependence on the relationship between helping behavior and group performance. **Journal of Applied Psychology**, v. 91, n. 6, p.1396-1405, 2006.

BALLARD, G. Lookahead planning: the missing link in production control. In: 5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 1997, Gold Coast, Australia. **Proceedings...** Gold Coast, Australia: IGLC, 1997.

BALLARD, G. Managing work flow on design projects: a case study. **Engineering Construction and Architectural Management**, v. 9, n. 3, p.284-291, 2002.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Tese (Pós-Doutorado em Engenharia Civil), School of Civil Engineering, University of Birmingham, Birmingham, UK, 2000.

BALLARD, G.; HAMMOND, J.; NICKERSON, R. Production Control Principles. In: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2009, Taipei, Taiwan. **Proceedings...** Taipei, Taiwan: IGLC, 2009.

BALLARD, G.; HOWELL, G. An update to Last Planner. In: 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2003, Virginia, USA. **Proceedings...** Virginia, USA: IGLC, 2003.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing Lean Construction: Improving Downstream Performance. **Lean Construction**, p.111-125, 1997.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: stabilizing the work flow. In: 2nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 1994, Santiago, Chile. **Proceedings...** Santiago, Chile: IGLC, 1994.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential step in production control. **Journal of Civil Engineering and Management**, 124(1), 11–17, 1998.

BALLARD, G.; HOWELL, G.; CASTEN, M. PARC: A Case Study. In: 4th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 1996, Birmingham, UK. **Proceedings...** Birmingham, UK: IGLC, 1996.

BALLARD, G.; TOMMELEIN, I.; KOSKELA, L.; HOWELL, G. **Design and Construction: Building in Value**. 1. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.

BARROS, A. J. S; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia: um guia para a iniciação científica**. 2. ed. São Paulo: Makron, 2000.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas da Construção**. 2001. Tese (Doutorado em engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

BERNARDES, M. M. S.; FORMOSO, C. T. Contributions to the Evaluation of Production Planning and Control Systems in Building Companies. In: 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2002, Gramado, Brazil. **Proceedings...** Gramado, Brazil: IGLC, 2002.

BOMFIM, T. B. S. **Elaboração de um planejamento estratégico utilizando a ferramenta Balanced Scorecard em uma empresa de construção civil**. 2012. Trabalho De Conclusão De Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

BORTOLAZZA, R. C.; FORMOSO, C. T. A quantitative analysis of data collected from the Last Planner System in Brazil. In: 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2006, Santiago, Chile. **Proceedings...** Santiago, Chile: IGLC, 2006.

BORTOLINI, R.; FORMOSO, C. T.; VIANA, D. D. Site logistics planning and control for engineer-to-order prefabricated building systems using BIM 4D modeling. **Automation in Construction**, v. 98, p.248-264, fev. 2019.

BORTOLINI, R.; SHIGAKI, J. S.; FORMOSO, C. T. Site Logistics Planning and Control Using 4D Modeling: A Study in a Lean Car Factory Building Site. In: 23rd

Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2015, Perth, Australia. **Proceedings...** Perth, Australia: IGLC, 2015.

BOTON, C.; KUBICKI, S.; HALIN, G. The Challenge of Level of Development in 4D/BIM Simulation Across AEC Project Lifecycle. A Case Study. **Procedia Engineering**, v. 123, p.59-67, 2015.

BRADY, D. A.; TZORTZOPOULOS, P.; ROOKE, J.; FORMOSO, C. T.; TEZEL, A. Improving transparency in construction management: a visual planning and control model. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 10, p.1277-1297, nov. 2018.

BRAIMAH, N.; NDEKUGRI, I. Consultants' Perceptions on Construction Delay Analysis Methodologies. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 12, p.1279-1288, dez. 2009.

BRANDALISE, F. M. P.; VALENTE, C. P.; VIANA, D. D.; FORMOSO, C. T. Understanding the effectiveness of Visual Management best practices in construction sites. In: 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2018, Chennai, India. **Proceedings...** Chennai, India: IGLC, 2018.

CAMBRAIA, F. B.; SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. Planejamento e controle integrado entre segurança e produção em processos críticos na construção civil. **Produção**, v. 18, n. 3, p. 479-492, 2008.

CHOO, H. J.; HAMMOND, J.; TOMMELEIN, I. D.; AUSTIN, S. A.; BALLARD, G. DePlan: a tool for integrated design management. **Automation in Construction**, v. 13, n. 3, p.313-326, maio 2004.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Custo do trabalho e produtividade: Comparações internacionais e recomendações**. Brasília: CNI, 2014.

COOKE, B.; WILLIAMS, P. **Construction Planning, Programming and Control**. 3. ed. Oxford, USA: Wiley-Blackwell, 2009.

CROTTY, R. **The Impact of Building Information Modelling: Transforming Construction**. 1. ed. Oxford, UK: SPON Press, 2012.

DAVE, B.; BODDY, S.; KOSKELA, L. Visilean: designing a production management system with lean and BIM. In: 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2011, Lima, Peru. **Proceedings...** Lima, Peru: IGLC, 2011.

DAVE, B.; HÄMÄLÄINEN, J. P.; KEMMER, S.; KOSKELA, L.; KOSKENVESA, A. Suggestions to improve lean construction planning. In: 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2015, Perth, Australia. **Proceedings...** Perth, Australia: IGLC, 2015.

DOLOI, H.; SAWHNEY, A.; IYER, K. C.; RENTALA, S. Analysing factors affecting delays in Indian construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 4, p.479-489, maio 2012.

EASTMAN, C. M.; SACKS, R. Relative Productivity in the AEC Industries in the United States for On-Site and Off-Site Activities. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 7, p.517-526, jul. 2008.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2. ed. New York, USA: Wiley, 2011.

ELSEVIER. Copyright © 2019 Elsevier. Disponível em:
<https://www.elsevier.com/solutions/scopus>. Acesso em: 09 jul. 2019.

EL-SABEK, L. M.; MCCABE, B. Y. Coordination Challenges of Production Planning in the Construction of International Mega-Projects in The Middle East. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 14, n. 2, p.118-140, fev. 2017.

ENSHASSI, A.; AL-NAJJAR, J.; KUMARASWAMY, M. Delays and cost overruns in the construction projects in the Gaza Strip. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, v. 14, n. 2, p.126-151, jul. 2009.

ENSHASSI, A.; LISK, R.; SAWALHI, I.; RADWAN, I. Contributors to construction delays in Palestine. **The Journal of American Institute of Constructors**, v. 27, n. 2, p.45-53, 2003.

ENSHASSI, A.; MOHAMED, S.; ABU MOSA, J. Risk management in building projects: contractors' perspective. **Emirates Journal for Engineering Research**, v. 13, n. 1, p.29-44, jan. 2008.

ENSHASSI, A.; MOHAMED, S.; ABU MUSTAFA, Z.; MAYER, P. Factors affecting labour productivity in building projects in the Gaza strip. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 13, n. 4, p.245-254, out. 2007.

FERNANDEZ-SOLIS, J. L.; PORWAL, V.; LAVY, S.; SHAFAT, A.; RYBKOWSKI, Z. K.; SON, K.; LAGOO, N. Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of Last Planner System Users. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 139, n. 4, p.354-360, abr. 2013.

FIALLO, C. M.; REVELO, P. V. H. Applying the Last Planner Control System to a Construction Project - A Case Study in Quito, Ecuador. In: 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2002, Gramado, Brazil. **Proceedings...** Gramado, Brazil: IGLC, 2002.

FISCH, R. G. **Estudo comparativo das características organizacionais e nível de efetividade estratégica entre os segmentos da construção civil e da indústria da manufatura**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M. S; ALVES, T. C. L.; OLIVEIRA, K. A. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. NORIE/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, 50p. 2001.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M. S; OLIVEIRA, L. F.; OLIVEIRA, K. A. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

FORMOSO, C. T.; MOURA, C. B. Evaluation of the impact of the Last Planner System on the performance of construction projects. In: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2009, Taipei, Taiwan. **Proceedings...** Taipei, Taiwan: IGLC, 2009.

FORMOSO, C. T.; SANTOS, A.; POWELL, J. A. An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites. *Journal of Construction Research*, v. 03, n. 01, p.35-54, mar. 2002.

FOSSE, R.; BALLARD, G.; FISCHER, M. Virtual Design and Construction: Aligning BIM and Lean in Practice. In: 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2017, Heraklion, Greece. **Proceedings...** Heraklion, Greece: IGLC, 2017.

FRIBLICK, F.; OLSSON, V.; RESLOW, J. Prospects for Implementing Last Planner in the Construction Industry. In: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 2009, Taipei, Taiwan. **Proceedings...** Taipei, Taiwan: IGLC, 2009.

GEBKEN, R. J.; GIBSON, G. E. Quantification of Costs for Dispute Resolution Procedures in the Construction Industry. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 132, n. 3, p.264-271, jul. 2006.

GIACOMELLO, H. **Elementos para a implantação de um sistema integrado de gestão em uma empresa construtora de pequeno porte**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo/RS, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLEDSON, B.; GREENWOOD, D. The implementation and use of 4D BIM and virtual construction. In: 30th Annual ARCOM Conference, 2014, Portsmouth, UK. **Proceedings...** Portsmouth, UK: ARCOM, 2014.

GONZÁLEZ, P.; GONZÁLEZ, V.; MOLENAAR, K.; OROZCO, F. Analysis of Causes of Delay and Time Performance in Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 1, 04013027, p.1-9, jan. 2014.

GRAU, D.; BACK, W. E.; MEJIA-AGUILAR, G. Organizational-Behavior Influence on Cost and Schedule Predictability. **Journal of Management in Engineering**, v. 33, n. 5, 04017027, p.1-8, set. 2017.

GÜNDÜZ, M.; NIELSEN, Y.; ÖZDEMİR, M. Quantification of Delay Factors Using the Relative Importance Index Method for Construction Projects in Turkey. **Journal of Management in Engineering**, v. 29, n. 2, p.133-139, abr. 2013.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário**. Brasília: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

HAIR JR., J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAJDASZ, M. Flexible management of repetitive construction processes by an intelligent support system. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 4, p.962-973, mar. 2014.

HEESOM, D.; MAHDJOUBI, L. Trends of 4D CAD applications for construction planning. **Construction Management and Economics**, v. 22, n. 2, p.171-182, fev. 2004.

HOUT, A. V. D. **Multi-state survival models for interval-censored data**. London, UK: CRC / Chapman & Hall, 2016.

HOWELL, G. What is Lean Construction – 1999. In: 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 1999, Berkeley, USA. **Proceedings...** Berkeley, USA: IGLC, 1999.

JACOBS, F.; FOLKESTAD, J. E.; GLICK, S. Review of Construction Lean Research Studies in Support of Lean Transformation to the Construction Operating Platform. **Journal of Enterprise Transformation**, v. 2, n. 3, p.157-176, jul. 2012.

JARKAS, A. M.; BITAR, C. G. Factors Affecting Construction Labor Productivity in Kuwait. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 7, p.811-820, jul. 2012.

JOHANSEN, E.; PORTER, G. An Experience of Introducing Last Planner into a UK Construction Project. In: 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2003, Virginia, USA. **Proceedings...** Virginia, USA: IGLC, 2003.

JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento**: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

JUNIOR, J. A.; SCOLA, A.; CONTE, A. S. I. Last Planner as a Site Operations Tool. In: 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 1998, Guarujá, Brazil. **Proceedings...** Guarujá, Brazil: IGLC, 1998.

KALSAAS, B. T.; SKAAR, J.; THORSTENSEN, R. T. Implementation of Last Planner in a Medium-Sized Construction Site. In: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2009, Taipei, Taiwan. **Proceedings...** Taipei, Taiwan: IGLC, 2009.

KENLEY, R.; SEPPÄNEN, O. **Location-Based Management in Construction: Planning, Scheduling and Control**. London and New York: SPON PRESS, 2010.

KIM, Y.; JANG, J. Case Study: An Application of Last Planner to Heavy Civil Construction in Korea. In: 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2005, Sydney, Australia. **Proceedings...** Sydney, Australia: IGLC, 2005.

KNOTTEN, V.; SVALESTUEN, F.; HANSEN, G. K.; LÆDRE, O. Design Management in the Building Process - A Review of Current Literature. **Procedia Economics and Finance**, v. 21, p.120-127, 2015.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Technical Research Centre Of Finland, VTT Publications 408, Espoo, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report. Finland: CIFE, 1992.

KOSKELA, L. Making-Do - The Eighth Category of Waste. In: 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2004, Helsingør, Denmark. **Proceedings...** Helsingør, Denmark: IGLC, 2004.

KOSKELA, L.; HOWELL, G. The underlying theory of project management is obsolete. **IEEE Engineering Management Review**, v. 36, n. 2, p.22-34, 2008.

KOSKELA, L.; HUOVILA, P.; LEINONEN, J. Design management in building construction: From theory to practice. **Journal of Construction Research**, v. 03, n. 01, p.1-16, mar. 2002.

KOSKELA, L.; STRATTON, R.; KOSKENVESA, A. Last Planner and Critical Chain in Construction Management: Comparative Analysis. In: 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2010, Haifa, Israel. **Proceedings...** Haifa, Israel: IGLC, 2010.

KOSKELA, L.; VRIJHOEF, R. The prevalent theory of construction is a hindrance for innovation. In: 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2000, Brighton, UK. **Proceedings...** Brighton, UK: IGLC, 2000.

KOSKENVESA, A.; KOSKELA, L. Introducing last planner - Finnish experiences. In: 11th Joint CIB International Symposium - Combining Forces, 2005, Helsinki, Finland. **Proceedings...** Helsinki, Finland: CIB, 2005.

KUMAR, N.; KUMAR, S.; HALEEM, A.; GAHLOT, P. Implementing Lean Manufacturing System: ISM Approach. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 6, n. 4, p.996-1012, out. 2013.

KUMAR, S. S.; CHENG, J. C. P. A BIM-based automated site layout planning framework for congested construction sites. **Automation in Construction**, v. 59, p.24-37, nov. 2015.

KUMARASWAMY, M. M. Accelerating construction industry development. **Journal of Construction in Developing Countries**, v. 11, n. 1, p.73-96, 2006.

KUREK, J.; PANDOLFO, L. M.; PANDOLFO, A.; RINTZEL, R.; TAGLIARI, L. Implantação de um sistema de planejamento e controle da produção em uma empresa construtora. In: 4th Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2005.

LAGO, M. R. **Análise comparativa das características gerenciais entre as construtoras e as prestadoras de serviços da construção civil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

LANNES JUNIOR, A.; FARIAS FILHO, J. R. O conceito Lean Green de construção: proposta de integração dos modelos Lean Construction e Green Building, aplicado a indústria da construção civil, subsetor edificações. In: 24th Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABEPRO, 2004.

LAPINSKI, A. R.; HORMAN, M. J.; RILEY, D. R. Lean Processes for Sustainable Project Delivery. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 132, n. 10, p.1083-1091, out. 2006.

LARSEN, J. K.; SHEN, G. Q.; LINDHARD, S. M.; BRUNOE, T. D. Factors affecting schedule delay, cost overrun, and quality level in public construction projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, 4015032, p.1-10, jan. 2016.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is Construction Planning Really Doing its Job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, London, v. 5, n. 3, p.243-266, dez. 1987.

LI, H.; GUO, H.; SKIBNIEWSKI, M. J.; SKITMORE, M. Using the IKEA model and virtual prototyping technology to improve construction process management. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 9, p.991-1000, set. 2008.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MAIA, S. G. **Análise das relações das variáveis logísticas com a organização e estratégia das empresas no setor da construção**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MAQSOOM, A.; CHOUDHRY, R. M.; UMER, M.; MEHMOOD, T. Influencing factors indicating time delay in construction projects: impact of firm size and experience. **International Journal of Construction Management**, p.1-12, maio 2019.

MAQSOOM, A.; KHAN, M. U.; KHAN, M. T.; KHAN, S.; NAEEMULLAH; ULLAH, F. Factors Influencing the Construction Time and Cost Overrun in Projects: Empirical Evidence from Pakistani Construction Industry. **Proceedings of the 21st International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate**, p.769-778, jan. 2018.

MARCHESAN, P. R. C. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MAROCO, J. **Análise Estatística com Utilização do SPSS**. 3. ed. Lisboa, Portugal: SILABO, 2003.

MEJÍA-PLATA, C.; GUEVARA-RAMIREZ, J. S.; MONCALEANO-NOVOA, D. F.; LONDOÑO-ACEVEDO, M. C.; ROJAS-QUINTERO, J. S.; PONZ-TIENDA, J. L. A Route Map for Implementing Last Planner® System in Bogotá, Colombia. In: 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2016, Boston, USA. **Proceedings...** Boston, USA: IGLC, 2016.

NAOUM, S. G. Factors influencing labor productivity on construction sites. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 3, p.401-421, mar. 2016.

NAVON, R.; GOLDSCHMIDT, E. Can Labor Inputs be Measured and Controlled Automatically? **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 129, n. 4, p.437-445, ago. 2003.

NAVON, R.; SACKS, R. Assessing research issues in Automated Project Performance Control (APPC). **Automation in Construction**, v. 16, n. 4, p.474-484, jul. 2007.

NEVES, S. A. **A qualificação da mão de obra para o aumento da produtividade em obras da construção civil: responsabilidades compartilhadas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

NIKAKHTAR, A.; HOSSEINI, A. A.; WONG, K. Y.; ZAVICHI, A. Application of lean construction principles to reduce construction process waste using computer simulation: a case study. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 20, n. 4, p.461-480, 2015.

OKUBO, Y. Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, 1997/1, OECD Publishing, 1997.

OLIVEIRA, A. M. S. S. **Construção e validação de um modelo de transferência do conhecimento com base em treinamento de operários da construção civil**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e prática**. 28. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

OTHMAN, I.; HASHIM, Z.; MOHAMAD, H.; NAPIAH, M. The Framework for Effective Human Resource Management at Construction Site. **MATEC Web of Conferences**, Kuala Lumpur, Malaysia, v. 203, n. 02002, ago. 2018.

PARK, M.; PEÑA-MORA, F. Dynamic change management for construction: introducing the change cycle into model-based project management. **System Dynamics Review**, v. 19, n. 3, p.213-242, set. 2003.

PEREIRA FILHO, J. I.; ROCHA, R. A.; SILVA, L. M. Planejamento e controle da produção na Construção Civil para gerenciamento de custos. In: 24th Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004, Florianópolis, Brasil. **Anais...** Florianópolis, Brasil: ABEPRO, 2004.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1993. 15 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. 1993.

REIFI, M. H. El.; EMMITT, S. Perceptions of lean design management. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 9, n. 3, p.195-208, ago. 2013.

RIBEIRO, G. M. A.; ALMEIDA, E. S.; ALBERTE, E. P. V. Análise do processo de implantação do planejamento e controle da produção em construtoras das cidades de Salvador e Feira de Santana-Bahia. In: 6th Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da Construção, 2015, São Carlos, Brasil. **Anais...** São Carlos, Brasil: SIBRAGEC-ELAGEC, 2015.

RUQAISHI, M.; BASHIR, H. A. Causes of Delay in Construction Projects in the Oil and Gas Industry in the Gulf Cooperation Council Countries: A Case Study. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 3, 05014017, p.1-8, maio 2015.

RYAN, M.; MURPHY, C.; CASEY, J. Case Study in the Application of the Last Planner® System. In: 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2019, Dublin, Ireland. **Proceedings...** Dublin, Ireland: IGLC, 2019.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p.641-655, ago. 2010.

SAID, H.; EL-RAYES, K. Optimal utilization of interior building spaces for material procurement and storage in congested construction sites. **Automation in Construction**, v. 31, p.292-306, maio 2013.

SANTOSO, D. S.; SOENG, S. Analyzing Delays of Road Construction Projects in Cambodia: Causes and Effects. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 6, 05016020, p.1-11, nov. 2016.

SARHAN, J. G.; XIA, B.; FAWZIA, S.; KARIM, A. Lean Construction Implementation in the Saudi Arabian Construction Industry. **Construction Economics and Building**, v. 17, n. 1, p.46-69, mar. 2017.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T.; GUIMARÃES, L. B. M. Safety and production: an integrated planning and control model. **Construction Management and Economics**, v. 22, n. 2, p.159-169, fev. 2004.

SEPPÄNEN, O.; BALLARD, G.; PESONEN, S. The combination of last planner system and location-based management system. **Lean Construction Journal**. v. 6, n. 1, p.43–54, 2010.

SHA'AR, K.Z.; ASSAF, S.A.; BAMBANG, T.; BABSAIL, M.; ABD EL FATTAH, A.M. Design–construction interface problems in large building construction projects. **International Journal of Construction Management**, v. 17, n. 3, p.238-250, jun. 2016.

SIRIWARDANA, C. S.; J. Y. RUWANPURA. A conceptual model to develop a worker performance measurement tool to improve construction productivity. In: Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World, 2012, Indiana, USA. **Proceedings...** Indiana, USA: ASCE, 2012.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SOUZA, B. C.; CABETTE, R. E. S. Gerenciamento da construção civil: estudo da aplicação da “lean construction” no Brasil. **Revista de Gestão & Tecnologia**, v. 2, n. 1, dez. 2014.

SRIPRASERT, E.; DAWOOD, N. N. Multi-constraint information management and visualisation for collaborative planning and control in construction. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, v. 8, p.341-366, out. 2003.

TEIXEIRA, F. **Análise da evolução das características organizacionais face às variações do ambiente econômico entre 2010 e 2016**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. Visual management in production management: a literature synthesis. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 27, n. 6, p.766-799, jul. 2016.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; ALVES, T. Visual Management in Brazilian Construction Companies: Taxonomy and Guidelines for Implementation. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 6, 05015001, p.1-14, nov. 2015.

THIBELSKY, E.; SACKS, R. The Relationship Between Information Flow and Project Success in Multi-Disciplinary Civil Engineering Design. In: 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2010, Haifa, Israel. **Proceedings...** Haifa, Israel: IGLC, 2010.

THOMASSEN, M. A.; SANDER, D.; BARNES, K. A.; NIELSEN, A. Experience and Results from Implementing Lean Construction in a Large Danish Contracting Firm. In: 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2003, Virginia, USA. **Proceedings...** Virginia, USA: IGLC, 2003.

TOMMELEIN, I. D.; LEVITT, R. E.; HAYES-ROTH, B. Site-Layout Modeling: How Can Artificial Intelligence Help? **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 118, n. 3, p.594-611, set. 1992.

TOMMELEIN, I. D.; ZOUENIN, P. P. Interactive Dynamic Layout Planning. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 119, n. 2, p.266-287, jun. 1993.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TURKAN, Y.; BOSCHE, F.; HAAS, C. T.; HAAS, R. Automated progress tracking using 4D schedule and 3D sensing technologies. **Automation in Construction**, v. 22, p.414-421, mar. 2012.

VARGAS, A.; BOZA, A.; PATEL, S.; PATEL, D.; CUENCA, L.; ORTIZ, A. Risk management in hierarchical production planning using inter-enterprise architecture. In: 16th IFIP WG5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, 2015, Albi, France. **Proceedings...** Cham, Switzerland: SPRINGER, 2015.

VARGAS, F. B.; BATAGLIN, F. S.; FORMOSO, C. T. Guidelines to develop a BIM model focused on construction planning and control. In: 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2018, Chennai, India. **Proceedings...** Chennai, India: IGLC, 2018.

VERBANO, C.; CREMA, M.; NICOSIA, F. Visual management system to improve care planning and controlling: the case of intensive care unit. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 15, p.1212-1222, 2017.

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à Construção Civil**: Como melhorar o fluxo de produção nas obras. 1. ed. São Paulo: Pini, 2006.

VIANA, D. D.; BULHÕES, I. R.; FORMOSO, C. T. Guidelines for integrated planning and control of engineer-to-order prefabrication systems. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2013, Fortaleza, Brazil. **Proceedings...** Fortaleza, Brazil: IGLC, 2013.

VIANA, D. D.; MOTA, B.; FORMOSO, C. T.; ECHEVESTE, M.; PEIXOTO, M.; RODRIGUES, C. L. A survey on the Last Planner System: Impacts and difficulties for implementation in Brazilian companies. In: 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2010, Haifa, Israel. **Proceedings...** Haifa, Israel: IGLC, 2010.

VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L.; HOWELL, G. Understanding Construction Supply Chains: An Alternative Interpretation. In: 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2001, Singapore, Singapore. **Proceedings...** Singapore, Singapore: IGLC, 2001.

WESZ, J. G. B.; FORMOSO, C. T.; TZORTZOPOULOS, P. Design process planning and control: last planner system adaptation. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2013, Fortaleza, Brazil. **Proceedings...** Fortaleza, Brazil: IGLC, 2013.

WESZ, J. G. B.; FORMOSO, C. T.; TZORTZOPOULOS, P. Planning and controlling design in engineered-to-order prefabricated building systems. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 2, p.134-152, mar. 2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation** 1. ed. New York, USA: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine that Changed the World**. 1. ed. New York, EUA: Simon & Schuster, 1990.

YANG, X.; LUO, X.; LI, H.; LUO, X.; GUO, H. Location-based measurement and visualization for interdependence network on construction sites. **Advanced Engineering Informatics**, v. 34, p.36-45, out. 2017.

APÊNDICE A - Questionário utilizado na coleta de dados da pesquisa

Diagnóstico: Gestão de obras		Data <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>
Parte 1 – Identificação		
Parte 1.1 – Identificação do perfil da organização		
Nome da empresa:		Cidade/UF:
Ano de fundação:	Região de atuação:	Número aproximado de funcionários:
Tipo de constituição: <input type="checkbox"/> Limitada <input type="checkbox"/> S/A Capital fechado <input type="checkbox"/> S/A Capital aberto <input type="checkbox"/> Capital misto <input type="checkbox"/> Estatal <input type="checkbox"/> Outra _____	Tipo de administração: <input type="checkbox"/> Profissional <input type="checkbox"/> Familiar <input type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/> Outra _____	Área aproximada construída pela empresa anualmente: _____ (m ²)
A empresa possui algum sistema de gestão da qualidade ou certificação ambiental? <input type="checkbox"/> Não possui certificação <input type="checkbox"/> ISO 9000 <input type="checkbox"/> ISO 9001 <input type="checkbox"/> ISO 9004 <input type="checkbox"/> ISO 14000 <input type="checkbox"/> PBQP-H <input type="checkbox"/> LEED/ BREEM/ AQUA <input type="checkbox"/> Outras _____		
Qual o ramo de atuação da empresa? (Selecionar mais de uma alternativa, se for o caso)		
<input type="checkbox"/> INCORPORAÇÃO <input type="checkbox"/> Residências <input type="checkbox"/> Comerciais <input type="checkbox"/> Industriais	<input type="checkbox"/> CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS <input type="checkbox"/> Obras residenciais unifamiliares <input type="checkbox"/> Obras residenciais multifamiliares <input type="checkbox"/> Obras Comerciais <input type="checkbox"/> Obras Industriais	<input type="checkbox"/> OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA <input type="checkbox"/> Construção de rodovias e ferrovias <input type="checkbox"/> Construção de obras-de-arte especiais <input type="checkbox"/> Obras de urbanização - ruas, praças e calçadas <input type="checkbox"/> Obras para geração e distribuição de energia elétrica e para telecomunicações <input type="checkbox"/> Construção de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e construções correlatas <input type="checkbox"/> Construção de redes de transportes por dutos, exceto para água e esgoto <input type="checkbox"/> Obras portuárias, marítimas e fluviais <input type="checkbox"/> Montagem de instalações industriais e de estruturas metálicas <input type="checkbox"/> Obras de engenharia civil não especificadas anteriormente
Quantos empreendimentos/projetos a empresa já executou desde o início de suas atividades?		

() Menos de 10 () De 11 a 20 () De 21 a 40 () De 41 a 60 () De 61 a 99 () Mais de 100
Quantos empreendimentos/projetos a empresa está executando atualmente? () 1 () De 2 a 5 () De 6 a 10 () De 11 a 20 () Mais de 20
Parte 1.2 – Perfil do entrevistado
Cargo/função que você ocupa na empresa: () Diretor () Gerente () Coordenador () Chefe () Supervisor () Assessor () Analista () Operador () Auxiliar () Arquiteto/ Engenheiro () Técnico () Trainee () Estagiário () Outro _____
Área da empresa que você trabalha : () Novos projetos/Inovação () Orçamentos () Comercial /Vendas () Suprimentos () Gerenciamento de obras () Pós-venda () Recursos humanos () Gerenciar terceirizados () Saúde/meio ambiente/segurança () Financeiro () Marketing
Há quantos anos você trabalha nesta empresa? () Menos de 1 ano () De 1 a 2 anos () De 3 a 5 anos () De 6 a 10 anos () De 11 a 20 anos () Mais de 20 anos.
Qual é seu curso de formação ? () Arquiteto e Urbanista () Eng. Civil () Eng. Eletricista () Eng. Mecânico () Eng. outros () Técnico () Administrador () Outro _____
Para receber os resultados desta pesquisa, informe seu e-mail:

Em seguida são apresentadas questões relacionadas atividades de gestão e organização de obras da empresa.													
Estas atividades devem ser classificadas de acordo com o nível de desenvolvimento em que se encontram atualmente:													
Valor	0	1	2	3	4	5	6						
Intensidade	Inexistente	Minimamente desenvolvida/o	Pouco desenvolvida/o	Desenvolvida/o	Bem desenvolvida/o	Muito desenvolvida/o	Altamente desenvolvida/o						
Parte 2 – Cliente													
1	As necessidades e/ou requisitos do cliente são levados em conta na elaboração do projeto.				Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
2	O cliente pode opinar em alguma alteração referente ao ambiente adquirido.				Nenhuma	0	1	2	3	4	5	6	Muitas alterações
3	O cliente pode opinar em alguma alteração referente aos materiais utilizados.				Nenhuma	0	1	2	3	4	5	6	Muitas alterações
4	Existe documento padronizado com solicitações do cliente e disponível ao projetista/gestor de obra.				Não existe	0	1	2	3	4	5	6	Existe
5	Há uma discussão sobre problemas de qualidade com os clientes.				Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Frequente
6	Há a busca de soluções com a cooperação do cliente.				Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Frequente
7	Faz um estudo das necessidades do cliente alvo, antes do início da obra.				Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
Parte 3 – Fornecedor de Serviços Terceirizados													
8	Os contratos dos terceirizados são de:				Curíssimo prazo	0	1	2	3	4	5	6	Longo Prazo
9	Existe controle dos índices de desempenho sobre a qualidade do serviço executado?				Nenhum controle	0	1	2	3	4	5	6	Muitos controles
10	Os preços contratados são rediscutidos ao longo da execução.				Nunca discutidos	0	1	2	3	4	5	6	Sempre discutidos
11	Os serviços prestados seguem uma padronização da empresa.				Sem Padrão	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente padronizado
12	Faz a seleção de terceirizados com base em critérios formais / qualificação de fornecedores.				Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
13	Estabelece uma relação de parceria com os terceirizados.				Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre

Parte 4 – Fornecedor de Matéria-Prima										
14	Os contratos com fornecedores de matéria prima são de:	Curíssimo prazo	0	1	2	3	4	5	6	Longo Prazo
16	As matérias-primas são padronizadas/normalizadas.	Sem Padrão	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente padronizadas
18	É feito acompanhamento com o fornecedor para que os materiais não fiquem muito tempo na obra.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
17	Existem índices de desempenho sobre a qualidade da matéria-prima adquirida.	Não existe	0	1	2	3	4	5	6	Existe Muitos
18	É feito acompanhamento referente a produção da matéria-prima (normas, impacto ambiental, etc.).	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
19	Existe um cronograma bem definido de compras de matéria-prima?	Não	0	1	2	3	4	5	6	Existe detalhado
20	Faz a seleção de fornecedores de matéria-prima com base em critérios formais / qualificação de fornecedores.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
21	Estabelece uma relação de parceria com fornecedores de matéria-prima.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
22	Negocia valores e condições especiais com os fornecedores, para a compra de grandes volumes.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
Parte 5 – Planejamento/Gestão da Obra										
23	A empresa possui CIPA, PCMAT ou outros requisitos exigidos pelo Ministério do Trabalho.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Possui todos
24	São determinadas metas de produção semanais/mensais.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
26	São verificados os pré-requisitos das atividades executivas antes de seu início.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Todos Pré-requisitos
28	São utilizados pré-fabricados / componentes industrializados visando redução de prazo/custo.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Frequente
27	Planejamento é feito buscando eliminar/diminuir interdependências entre processos.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
28	A empresa busca boas práticas em outras empresas para trazer melhorias.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
29	A empresa faz planejamento a longo prazo (6 meses a 2 anos) – Ciclo global da obra.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Plano detalhado
30	A empresa faz planejamento a médio prazo (mensal/bimestral).	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Plano detalhado
31	A empresa faz planejamento/programação a curto prazo (semanal).	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Plano detalhado
32	É realizado um controle da situação diária/semanal da execução e a atualização do planejamento.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Altamente detalhado

Parte 6 – Orçamento										
33	Faz uma estimativa de quantitativo, a especificação dos materiais, da mão de obra e dos serviços necessários, antes do início da obra.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Estima tudo
34	Faz cotação de preços de materiais / equipamentos / serviços / empresas terceirizadas.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Para todos
35	Elabora a planilha orçamentária das obras.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Muito detalhada
36	Considera, na elaboração dos orçamentos, gastos com seguros, taxas e impostos inerentes à construção.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	100%
37	Utiliza os custos históricos como fonte de informação para novos orçamentos (Exp.: tempo para desenvolvimento dos processos, quantidade de profissionais envolvidos, variações entre orçado e realizado).	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
38	Possui uma base de dados própria atualizada contendo a composição de cada serviço e valores de material e mão de obra.	Não possui	0	1	2	3	4	5	6	Possui
39	Elabora um cronograma físico-financeiro detalhado.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Muito detalhado
40	Faz o feedback a área ou pessoa responsável pelos projetos caso encontre erros ou problemas de compatibilidade entre os projetos na etapa de elaboração do orçamento.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
41	É previsto em orçamento equipamentos de proteção individual e coletiva dos trabalhadores.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
42	Elabora uma ordem de compra com especificações e condições da aquisição.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente detalhada
43	Existe uma integração entre o setor de suprimentos ou compras e o departamento de orçamentos, para que os valores das planilhas orçamentárias futuras sejam atualizados conforme os valores contratados pela empresa.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente integrado
44	Existe uma integração entre o setor de orçamento e planejamento da execução da obra.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente integrado
Parte 7 – Gestão de Chão de Obra										
45	Os projetos são consultados antes e durante o serviço/execução.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Muito consultado
46	É realizada a conferência se os materiais e ferramentas estão preparados e dispostos previamente para o serviço/execução.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
47	Quando as condições climáticas não favorecem alguns serviços, há um plano para que os funcionários sejam realocados para outras atividades.	Não há	0	1	2	3	4	5	6	Plano detalhado
48	Os funcionários recebem orientação e a instrução de serviço antes de iniciá-lo.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
49	Existe padronização de serviços durante as etapas executivas do processo construtivo.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Muito Padronizado
50	Existe um paralelismo de execução dos subsistemas/atividades da obra.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Todas em paralelo
51	São utilizadas mão de obra polivalente (1 funcionário realizar mais de 1 tipo de tarefa).	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente polivalentes
52	Os equipamentos de segurança para os trabalhadores estão disponíveis em canteiro de obras e para as diferentes atividades.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente acessíveis
53	O cronograma de execução está visível/acessível a todos.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente
54	As informações de planejamento e execução são passadas aos operários (ex: metas, resultados, responsabilidades).	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente repassadas

Parte 8 – Controle/Acompanhamento										
66	É realizada a conferência do serviço (ex: lista de verificação de serviço – LVS).	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente verificado
68	São realizadas constantemente treinamentos da mão de obra.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
67	A empresa realiza uma análise estruturada e periódica das atividades essenciais à construção.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Todas atividades
68	A empresa analisa sistematicamente quais atividades podem ser descartadas ou modificadas para se obter um melhor resultado.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Todas atividades
69	Os engenheiros e arquitetos de projeto mantém contato frequente com os funcionários da obra.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Diariamente
69	É realizada manutenção das máquinas, equipamentos e ferramentas de trabalho de forma estruturada, periódica e planejada pela empresa.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
81	É verificado se a armazenagem e locação dos equipamentos e ferramentas são feitas de maneira correta.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
82	Os relatórios sobre o desenvolvimento das atividades realizadas na obra são.	diários (0)	diários (0)	1	Semanal (2)	3	Quinzenal (4)	5	Mensais (6)	Mensais (6)
83	Existe um acompanhamento referente ao retrabalho na execução da obra.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
84	São utilizados indicadores de desempenho na obra.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Muitos indicadores
Parte 9 – Layout/Canteiro de Obras										
66	Os canteiros de obra são modulados seguindo um padrão da empresa.	Sem Padrão	0	1	2	3	4	5	6	Aitamente Padronizado
68	Existem sistemas de proteção para a prevenção de acidentes no canteiro de obras.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Existe
67	As sinalizações de identificação e segurança são suficientes e adequadas.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente Adequadas
68	Os materiais são armazenados próximo ao local de uso.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Local Exato
69	A documentação técnica da obra fica disponível e de fácil acesso.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente Acessível
70	O almoxarifado segue um padrão de organização para os materiais.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Totalmente Padronizado
71	Os materiais estão identificados.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Todos Identificados
72	Existe local com quadro de avisos na obra para divulgar informações.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Muitos Locais
73	Há uso de máquinas para transporte de materiais ou outros tipos de serviço na obra.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Muitos
74	O espaço para movimentação por onde as máquinas e caminhões passam é adequado.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Muito Adequado

Parte 10 – Pós-Obra/Encerramento										
76	São fornecidos ao cliente informações referentes a utilização e manutenção do espaço (ex: manual do proprietário).	Nenhuma	0	1	2	3	4	5	6	Todas informações
76	Existe algum procedimento de pesquisa de satisfação do cliente sobre o projeto entregue.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Atamente desenvolvido
77	Existem índices de reprovação e manutenção após o encerramento da obra.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Muitos
78	Há um controle da taxa de retorno dos clientes para novas negociações.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Controle sistemático
78	Oferece a garantia de manutenção no prazo legal.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Garantia Total
80	Usa os dados de problemas de pós-ocupação para aperfeiçoar projetos/execução.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
Parte 11 – Sustentabilidade										
81	A empresa planeja a reutilização de materiais descartados na própria obra.	Nunca	0	1	2	3	4	5	6	Todos materiais
82	Existe algum sistema para o gerenciamento de resíduos (ex: reciclagem, separação de entulho, separação de materiais utilizados).	Não	0	1	2	3	4	5	6	Atamente desenvolvido
83	É feita a separação dos resíduos gerados em canteiro de obras.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Todos os resíduos
84	As obras possuem recipientes adequados para a destinação correta dos resíduos .	Não	0	1	2	3	4	5	6	Para todos os tipos
86	As obras possuem sistemas de captação de águas pluviais, tratamento e reutilização .	Não	0	1	2	3	4	5	6	Sistema completo
88	A empresa prioriza o uso de equipamentos/elementos de baixo consumo para o menor impacto ambiental.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
87	A empresa planeja processos executivos para menor desperdício e menor impacto ambiental (menor ruído, poeira, etc.).	Não	0	1	2	3	4	5	6	Sempre
88	Na elaboração de projetos e orçamentos , são consideradas as práticas de sustentabilidade (eficiência energética, fontes alternativas, etc.)	Não	0	1	2	3	4	5	6	Todas as práticas
88	A empresa prioriza a utilização de materiais que foram fabricados sem agredir o meio ambiente.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Muitos
90	A empresa utiliza materiais reciclados como agregados.	Não	0	1	2	3	4	5	6	Sempre

Parte 12 – Métodos										
Neste bloco são apresentados os principais métodos e ferramentas nos processos de planejamento, gestão e controle de uma construção. Estes métodos devem ser classificados de acordo com a escala de sua utilização. O 0 representa inexistente (não utilizado) e 6 representa altamente utilizado.										
91	Estrutura analítica de projeto (EAP)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
92	Gráfico de Gantt	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
93	Linha de balanço	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
94	Percentual de Planejado Construído (PPC)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
95	Método sistêmico para solução de problemas (Espinha de peixe ou ishikawa, 5W1H, 5 porquês)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
98	Sistema formal de custeio (ABC, centro de custos, etc.)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
97	Rede PERT/CPM (MS Project)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
98	Normas de qualidade (ISO série 9000 ou 14000)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
98	5S / Métodos motivacionais / comportamentais	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
100	Sistemas Integrados de Gestão (ERP - Enterprise Resource Planning)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
101	Sistema de controle visual das atividades (tipo kanban)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
102	Kaizen (melhoria contínua)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
103	Benchmarking	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
104	Ciclo PDCA (planejar, executar, verificar e corrigir)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado
106	Poka Yoke (dispositivo anti-falha)	Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	Altamente utilizado