



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL

GEORGE NUNES SOARES

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DA PRODUTIVIDADE E
RETROALIMENTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

FORTALEZA
2016

GEORGE NUNES SOARES

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DA PRODUTIVIDADE E
RETROALIMENTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto

Coorientadora: Prof. Dra. Artemária Coelho de Andrade

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S654p Soares, George Nunes.
Proposição de um modelo de gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária / George Nunes Soares. – 2016.
146 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.

Coorientação: Prof. Dr. Artemária Coelho de Andrade.

1. Produtividade. 2. Retroalimentação orçamentária. 3. Controle de produção. I. Título.

CDD 624.1

GEORGE NUNES SOARES

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DA PRODUTIVIDADE E
RETROALIMENTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Artemária Coelho de Andrade (Coorientadora)
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Prof. Phd. Luiz Fernando Mahlmann Heineck
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr. José Carlos Paliari
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Prof. Dra. Vanessa Ribeiro Campos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Assis e Joselita.

AGRADECIMENTOS

A FUNCAP pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio. A COOPERCON-CE por meio do INOVACON pelo apoio e confiança em ceder as suas obras para estudo.

Ao Prof. Dr. José de Paula Barros Neto, pela amizade, confiança, ajuda em todos os momentos, atenção e consequente excelente orientação.

A Prof. Dra. Artemária Coelho de Andrade pelo carinho, amizade, ajuda em todos os momentos, confiança e por ser a responsável direta por minha entrada na carreira acadêmica.

Ao Prof. Luiz Fernando Mahlmann Heineck pela confiança e credibilidade em me ajudar com todo o seu material disponível sobre o tema, as suas preciosidades dentro das pastas amarelas. Na amizade e carinho em atender-me em sua residência até aos finais de semana para fornecer bibliografias e discutir sobre o tema a ser pesquisado. Em suma, pela ajuda que me forneceu sempre que precisei.

Aos professores participantes da banca examinadora, com os professores acima citados, a professora Vanessa Ribeiro Campos e professor José Carlos Paliari pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

A Deus pela saúde e possibilidade de realizar mais uma etapa em minha vida. Aos meus pais Francisco de Assis Rodrigues Soares e Joselita Neiva Nunes Soares pelo amor e apoio em todos os momentos de minha vida. Por abdicarem de si por mim e permitirem que eu me preocupasse com apenas duas coisas na minha vida: estudar e divertir-me. AMO VOCÊS!

Ao grande amigo Gustafsson Vieira pelo acolhimento na cidade de Fortaleza, pelos debates sobre que rumos seguiríamos no futuro, somado ao carinho e atenção para me ensinar o funcionamento da cidade com seus perigos e diversões. Ao Mauricio Pacheco pela amizade e alegrias aos finais de semana de viola com a dupla Geo&Mau.

Aos amigos de mestrado e UFC que carregarei para a vida: Afonso Henrique, Rafael Leal, Eduardo Alcino, Luís Cândido, David Nunes, Karlo Eugênio, Domingos Sávio e Matheus Leal. Aos amigos do GERCON, em especial Marina Teixeira, Cândido e Paulo Serpa, que participaram desta pesquisa e foram fundamentais para o seu desenvolvimento.

Aos grandes amigos Gonçalo Rodrigues, Igor Gaudêncio, Caio Araújo e Fabrício Coelho pelas visitas e consequentes ajudas nos momentos em que estava sozinho e sem minha família. E todos os demais amigos e familiares que me recebiam com carinho quando voltava a Teresina para aliviar a saudade.

*“Concentre-se naquilo que você é bom, delegue
todo o resto.” – Steve Jobs*

RESUMO

A gestão da produtividade e a retroalimentação orçamentária são necessárias para o desenvolvimento das empresas de construção em seus processos de planejamento e controle de produção, pelo seu impacto direto sobre a determinação dos custos da mão de obra e no prazo de execução dos serviços; no entanto, as suas aplicações não possuem a abrangência e a frequência necessárias dentro das empresas de construção. Deste modo, este estudo tem por objetivo propor um modelo para gestão da produtividade, a partir dos dados das medições, e retroalimentar o orçamento com esses índices. A falta de mensuração da produtividade, pelas empresas de construção civil, fragiliza os dados utilizados para a elaboração da previsão dos custos e dos prazos de execução. Os dados utilizados através dos manuais (PINI, SEINFRA, SINAPI, entre outros) avaliam valores médios das empresas nos âmbitos estadual e/ou nacional, o que gera grandes variações entre os índices reais e orçados. O modelo proposto, em questão, está incluso no processo de medição dos serviços, sendo processado de forma automatizada, o que gera melhorias para a avaliação da mão de obra, dos processos executivos, com a consequente melhoria da acuracidade do orçamento. Com isso, mensurou-se a produtividade da mão de obra em 15 empresas da construção civil cearense e gerou-se a caracterização da mão de obra em 9 serviços avaliados (Alvenaria, Contrapiso, Revestimento Interno em Argamassa, Revestimento Interno de Piso, Revestimento Interno de Piso e Parede, Emboço de Fachada, Revestimento de Fachada, Bloco de Gesso e Forro de Gesso). Com esses resultados, foram comparados os intervalos de variação dos índices obtidos com dados existentes na literatura nacional, o que serviu como consolidação do modelo proposto. Além disso, selecionaram-se 2 das 15 empresas pesquisadas para a descrição teórica e prática do modelo. Ao final dessa descrição foram entrevistados os engenheiros das duas empresas com a apresentação dos resultados obtidos, isso para as suas avaliações da capacidade de aplicação do modelo nas suas obras. Concluiu-se que o modelo é capaz de gerar índices de produtividade reais confiáveis e em grande escala e retroalimentar o orçamento, no entanto os sistemas computacionais utilizados pelas empresas devem sofrer melhorias. Estudos que desenvolvam um *framework* para o processo de controle de produção, podem ajudar o atendimento adequado às necessidades das empresas pelos programas computacionais.

Palavras-chave: Produtividade; Retroalimentação Orçamentária; Controle de Produção.

ABSTRACT

The measurement of productivity and budget feedback are needed for the development of building companies in their processes of production planning and control due their direct impact on the determination of labor costs and execution time of the services. However, their applications do not have the required scope and frequency in building companies. Thus, the purpose of this study is to propose a model for productivity measurement, from services' measurement data, and feed-back the budget with these indices. The lack of productivity measurement by building companies weakens the data used to forecast costs and execution time. The data used through the manuals, such as PINI, SEINFRA, SINAPI, among others, evaluate average values of companies in State and/or National levels, which lead to large variations between actual and budgeted indices. The proposed model in this study is included in the services' measurement process, being executed in an automated manner, which leads to improvements on labor assessment and executive processes with the consequent improvement of budget accuracy. With that, it was measured the productivity in 15 building companies from Ceará's construction market and it was generated the labor characterization of 9 assessed services. With these results, the ranges of indices variation obtained were compared with existing data on national literature, which was used as a consolidation of the proposed model. Furthermore, 2 of the 15 building companies were selected for theoretical and practical descriptions of the model. At the end of these descriptions, the engineers of the two companies were interviewed with the presentation of the obtained results for their evaluation regarding the possibility of application of the model in their construction sites. It was concluded that the model is able to generate reliable actual productivity indices in large scale and feed-back the budget, however, the computer systems used by the companies must be improved. Studies to develop a framework for the production control process might properly assist companies' needs of computer programs.

Keywords: Productivity; Budget Feedback; Production control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Bases para a medição de desempenho	28
Figura 2	– Produtividade da mão de obra	40
Figura 3	– Produtividade nos serviços	41
Figura 4	– Cálculo da RUP	42
Figura 5	– Faixa de variação da RUP	43
Figura 6	– Faixa de variação utilizada	44
Figura 7	– Delineamento da pesquisa	59
Figura 8	– Planilha de mensuração da produtividade	70
Figura 9	– Planilha de retroalimentação da produtividade	73
Figura 10	– Gestão a vista da empresa M	78
Figura 11	– Comparação dos intervalos de variação da RUP do oficial em alvenaria	96
Figura 12	– Comparação dos intervalos de variação da RUP direta em alvenaria	97
Figura 13	– Comparação dos intervalos de variação da RUP oficial em RIA	101
Figura 14	– Comparação dos intervalos de variação da RUP direta em RIA	101
Figura 15	– Comparação dos intervalos de variação da RUP do oficial em contrapiso	106
Figura 16	– Comparação dos intervalos de variação da RUP direta em contrapiso	106
Figura 17	– Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no RIPP	110
Figura 18	– Comparação dos intervalos de variação da RUP oficial no RIP	114
Figura 19	– Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no RIP	114
Figura 20	– Comparação dos intervalos de variação da RUP dos oficiais no emboço de fachada	118
Figura 21	– Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no emboço de fachada	119
Figura 22	– Comparação dos intervalos de variação da RUP dos oficiais no revestimento de fachada	123
Figura 23	– Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no revestimento de fachada	123
Figura 24	– Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no forro de gesso	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Pimenta, Souza e Bagno (2014)	44
Tabela 2	– RUP's da bibliografia em alvenaria	47
Tabela 3	– Silva e Nakakura (2001)	49
Tabela 4	– RUP's da bibliografia em RIA	49
Tabela 5	– RUP's da bibliografia em contrapiso	51
Tabela 6	– RUP's da bibliografia em RIPP	51
Tabela 7	– RUP's da bibliografia em RIP	52
Tabela 8	– RUP's da bibliografia em emboço de fachada	53
Tabela 9	– RUP's da bibliografia em revestimento de fachada	53
Tabela 10	– RUP's da bibliografia em forro de gesso	54
Tabela 11	– Quantidade de amostras por serviço	58
Tabela 12	– Serviços coletados no 1º ciclo de medição	76
Tabela 13	– Serviços coletados no 2º ciclo de medição	76
Tabela 14	– Serviços coletados no 3º ciclo de medição	77
Tabela 15	– Serviços coletados no 4º ciclo de medição	77
Tabela 16	– Serviço coletado no 5º ciclo de medição	78
Tabela 17	– Serviços coletados no 1º ciclo de medição	79
Tabela 18	– Serviços coletados no 2º ciclo de medição	79
Tabela 19	– Serviços coletados no 3º ciclo de medição	80
Tabela 20	– Serviços coletados no 4º ciclo de medição	80
Tabela 21	– Serviços coletados no 5º ciclo de medição	81
Tabela 22	– Serviços coletados no 6º ciclo de medição	81
Tabela 23	– Serviços coletados no 7º ciclo de medição	81
Tabela 24	– Serviços coletados no 8º ciclo de medição	82
Tabela 25	– Serviços coletados no 9º ciclo de medição	82
Tabela 26	– Serviços coletados no 10º ciclo de medição	83
Tabela 27	– Serviços coletados no 11º ciclo de medição	83
Tabela 28	– Retroalimentação da empresa B	84
Tabela 29	– Retroalimentação da empresa M (continua)	86
Tabela 30	– Produtividades e quantitativos em alvenaria	93
Tabela 31	– Coeficiente da variação para alvenaria	94
Tabela 32	– RUP's do SINAPI para alvenaria	95
Tabela 33	– RUP's da bibliografia em alvenaria	96
Tabela 34	– Produtividades e quantitativos em RIA	99
Tabela 35	– Coeficiente da variação para RIA	99
Tabela 36	– RUP's da bibliografia em RIA	101
Tabela 37	– Produtividades e quantitativos em contrapiso	103
Tabela 38	– Coeficiente da variação para contrapiso	104
Tabela 39	– RUP's dos oficiais do SINAPI para contrapiso	105
Tabela 40	– RUP's da bibliografia em contrapiso	105
Tabela 41	– Produtividades e quantitativos em RIPP	108
Tabela 42	– Coeficiente da variação para RIPP	109
Tabela 43	– RUP's da bibliografia em RIPP	110

Tabela 44	–	Produtividades e quantitativos em RIP	112
Tabela 45	–	Coefficiente da variação para RIP	112
Tabela 46	–	RUP's do SINAPI para RIP	113
Tabela 47	–	RUP's da bibliografia em RIP	114
Tabela 48	–	Produtividades e quantitativos em emboço de fachada	116
Tabela 49	–	Coefficiente da variação para emboço de fachada	117
Tabela 50	–	RUP's do SINAPI para emboço de fachada	118
Tabela 51	–	RUP's da bibliografia em emboço de fachada	118
Tabela 52	–	Produtividades e quantitativos em revestimento de fachada	120
Tabela 53	–	Coefficiente da variação para revestimento de fachada	121
Tabela 54	–	RUP's do SINAPI para revestimento de fachada	122
Tabela 55	–	RUP's da bibliografia em revestimento de fachada	122
Tabela 56	–	Produtividades e quantitativos em bloco de gesso	125
Tabela 57	–	Coefficiente da variação para bloco de gesso	125
Tabela 58	–	Produtividades e quantitativos em forro de gesso	128
Tabela 59	–	Coefficiente da variação para forro de gesso	128
Tabela 60	–	RUP's da bibliografia em forro de gesso	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Modelo para a definição de indicadores	30
Quadro 2 – Listagem de indicadores	32
Quadro 3 – Classificação da RUP quanto ao intervalo de tempo	42
Quadro 4 – Classificação da RUP quanto a abrangência	43
Quadro 5 – Distribuição dos serviços por empresa	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – RUP oficial média das empresas em Alvenaria	95
Gráfico 2 – RUP oficial média das empresas em RIA	100
Gráfico 3 – RUP oficial média das empresas em Contrapiso	105
Gráfico 4 – RUP oficial média das empresas em RIPP	109
Gráfico 5 – RUP oficial média das empresas em RIP	113
Gráfico 6 – RUP oficial média das empresas em Emboço de Fachada	117
Gráfico 7 – RUP oficial média das empresas em Revestimento de Fachada	122
Gráfico 8 – RUP oficial média das empresas em Bloco de Gesso	126
Gráfico 9 – RUP oficial média das empresas em Forro de Gesso	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRE	Building research establishment
CBIC	Câmara brasileira da indústria da construção
CEF	Caixa econômica federal
COOPERCON	Cooperativa das empresas da construção civil
ENEGEP	Encontro nacional de engenharia de produção
ENTAC	Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído
GERCON	Grupo de pesquisa e assessoria em gerenciamento da construção civil
INOVACON	Inovação tecnológica da indústria da construção civil
LPS	Last planner system
PPC	Percentual de pacote concluído
RIA	Revestimento interno em argamassa
RIP	Revestimento interno de piso
RIPP	Revestimento interno de piso e parede
RUP	Razão unitária de produção
SIBRAGEC	Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção
SINAPI	Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil
TI	Tecnologia da informação
UFC	Universidade federal do Ceará
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Contextualização do tema	19
1.2	Justificativa e questão de pesquisa	21
1.3	Objetivos	23
1.4	Delimitação da pesquisa	24
1.5	Estrutura da dissertação	24
2	CONTROLE DE PRODUÇÃO UTILIZANDO A PRODUTIVIDADE	26
2.1	Medição de desempenho x Atividades de controle	27
2.1.1	<i>Definição dos indicadores</i>	30
2.1.2	<i>Tipos de indicadores</i>	31
2.1.3	<i>Indicadores para benchmark</i>	31
2.2	Controle de produção	33
2.2.1	<i>Controle da unidade de produção</i>	36
2.2.2	<i>Controle do fluxo de trabalho</i>	37
2.3	Controle da produtividade da mão de obra	38
2.3.1	<i>Mensuração da produtividade</i>	39
2.3.1.1	<i>Modelo dos fatores</i>	41
2.3.1.2	<i>Indicador de produtividade da mão de obra: Razão Unitária de Produção (RUP)</i>	42
2.3.2	<i>Índices de produtividade encontrados na literatura nacional</i>	44
2.3.2.1	<i>Alvenaria</i>	44
2.3.2.2	<i>Revestimento Interno em argamassa</i>	47
2.3.2.3	<i>Contrapiso</i>	50
2.3.2.4	<i>Revestimento Interno de piso e parede</i>	51
2.3.2.5	<i>Revestimento Interno de Piso</i>	52
2.3.2.6	<i>Emboço de Fachada</i>	52
2.3.2.7	<i>Revestimento cerâmico em fachada</i>	53
2.3.2.8	<i>Forro de gesso</i>	54
2.4	Processo de retroalimentação	54
3	METODOLOGIA	56
3.1	Delineamento da pesquisa	59
3.1.1	<i>1ª Etapa da pesquisa</i>	60

3.1.1.1	<i>Revisão da literatura</i>	60
3.1.1.2	<i>Proposição do método de coleta da produtividade</i>	61
3.1.1.3	<i>Pré-teste</i>	61
3.1.1.4	<i>Definição do processo</i>	62
3.1.1.5	<i>Aplicação nas empresas</i>	62
3.1.1.6	<i>Geração dos índices consolidados</i>	63
3.1.1.7	<i>Comparação dos resultados com a literatura nacional</i>	63
3.1.2	<i>2ª Etapa da pesquisa</i>	64
3.1.2.1	<i>Proposição do modelo de retroalimentação orçamentária</i>	64
3.1.2.2	<i>Proposição do modelo de gestão</i>	65
3.1.2.3	<i>Análise dos engenheiros das obras</i>	65
3.2	Paradigma da pesquisa	66
3.3	Natureza dos dados	66
3.4	Tipo de pesquisa	67
3.5	Estratégia de pesquisa	67
3.6	Técnica de coleta de dados	68
4	MODELO PARA MENSURAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E RETROALIMENTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA	70
4.1	Obtenção dos índices de produtividade	70
4.2	Retroalimentação orçamentária	73
4.3	Aplicação prática do modelo proposto	74
4.3.1	<i>Mensuração da produtividade</i>	75
4.3.1.1	<i>Empresa B</i>	75
4.3.1.2	<i>Empresa M</i>	78
4.3.2	<i>Retroalimentação orçamentária</i>	83
4.3.2.1	<i>Empresa B</i>	84
4.3.2.2	<i>Empresa M</i>	85
4.4	Viabilidade de implantação do modelo	87
4.4.1.1	<i>Empresa B</i>	87
4.4.1.2	<i>Empresa M</i>	88
5	ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE GERADOS PELO MODELO	90
5.1	Índices de produtividades gerados pelo modelo	90
5.1.1	<i>Alvenaria</i>	91
5.1.1.1	<i>Características das execuções</i>	91

5.1.1.2	Resultados obtidos	93
5.1.1.3	Comparação dos resultados	95
5.1.2	Revestimento interno em argamassa (RIA).....	97
5.1.2.1	Características das execuções	97
5.1.2.2	Resultados obtidos	98
5.1.2.3	Comparação dos resultados.....	100
5.1.3	Contrapiso.....	102
5.1.3.1	Características das execuções	102
5.1.3.2	Resultados obtidos	103
5.1.3.3	Comparação dos resultados.....	105
5.1.4	Revestimento interno de piso e parede (RIPP).....	107
5.1.4.1	Características das execuções	107
5.1.4.2	Resultados obtidos	108
5.1.4.3	Comparação dos resultados.....	110
5.1.5	Revestimento interno de piso (RIP)	111
5.1.5.1	Características das execuções.....	111
5.1.5.2	Resultados obtidos	111
5.1.5.3	Comparação dos resultados.....	113
5.1.6	Emboço de Fachada.....	115
5.1.6.1	Características das execuções.....	115
5.1.6.2	Resultados obtidos	116
5.1.6.3	Comparação dos resultados.....	118
5.1.7	Revestimento cerâmico em fachada.....	119
5.1.7.1	Características das execuções.....	119
5.1.7.2	Resultados obtidos	120
5.1.7.3	Comparação dos resultados.....	122
5.1.8	Alvenaria de Bloco de Gesso	124
5.1.8.1	Características das execuções.....	124
5.1.8.2	Resultados obtidos	124
5.1.8.3	Comparação dos resultados.....	126
5.1.9	Forro de Gesso.....	127
5.1.9.1	Características das execuções.....	127
5.1.9.2	Resultados obtidos	127
5.1.9.3	Comparação dos resultados.....	129

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
REFERÊNCIAS	133
ANEXO – PLANILHAS DE MEDIÇÕES DOS SERVIÇOS DAS EMPRESAS.....	141
APÊNDICE – ROTEIRO DA ENTREVISTA.....	144

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados o contexto em que a pesquisa se insere, os problemas que motivaram a pesquisa, o objetivo geral e específicos, a justificativa para o seu desenvolvimento, a sua delimitação e, ao final, será apresentada a estrutura da dissertação.

1.1 Contextualização do tema

De acordo com a CBIC (2012), a produtividade é um dos grandes desafios a indústria da construção civil, para atingir o objetivo de produzir mais e melhor a partir de uma combinação factível de recursos. O desafio se resume em promover condições de viabilidade para investimentos em máquinas, processos produtivos e qualificação da mão de obra.

De acordo com Brandstetter e Rodrigues (2014), para acompanhar o avanço do mercado da construção, a engenharia é desafiada a construir em menor tempo, com menor custo e maior qualidade. No entanto, o setor sofre com a escassez da mão de obra, acarretando baixa qualidade dos serviços executados e na falta de gerenciamento por parte dos engenheiros, levando a atrasos e custos excedentes do orçamento previsto.

A preocupação com a mão de obra e o desenvolvimento de pesquisas relativas à produtividade é essencial para o crescimento da indústria da construção civil, pois esse recurso é o responsável pela execução dos serviços existentes na cadeia produtiva. Além disso, a melhoria do setor com a capacitação dos profissionais e o desenvolvimento dos métodos executivos têm como principal balizador o ganho de produtividade.

A CBIC (2012) relata a escassez da mão de obra com o crescimento no número de obras, além de mostrar a deficiência do setor em obter mão de obra qualificada. Assim, tornou-se consenso, que para o sustento do ciclo atual de produção, tem-se a necessidade da melhoria dos índices de produtividade, o que pode ajudar a diminuir os impactos da falta de profissionais capacitados.

Em tempos de crescimento econômico, os quais culminam no aumento do número de obras, acaba por “forçar” a inclusão de mão de obra com baixa capacitação e utilização de métodos executivos deficitários. Assim, tem-se observado a ineficiência de alguns processos e métodos construtivos artesanais de determinadas operações, culminando em uma baixa produtividade nos processos (MELO *et al.*, 2014). Em uma avaliação da produtividade por

amostragem, verificou-se que o tempo médio dos operários em atividades consideradas produtivas é de apenas 30%, enquanto os outros 70% são utilizados em tarefas não produtivas (ALINAITWE; MWAKALI; HANSSON, 2005).

Além da baixa produtividade na indústria da construção, alguns países estão observando a diminuição nos seus índices nos últimos anos. Como exemplo, pesquisadores identificaram, que os Estados Unidos, a produtividade sofre uma lenta e contínua diminuição dos seus índices nos últimos 25–30 anos (ALINAITWE; MWAKALI; HANSSON, 2005).

Sendo assim, o processo de mensuração da produtividade, vinculado aos processos de planejamento e controle da produção, diminui as incertezas, permitindo ao gerente da obra controlar verdadeiramente os prazos e os custos, podendo melhor dimensionar as equipes de produção (BRANDSTETTER; ROMANO; NOBREGA, 2012).

O controle habitual dos índices de produtividade é uma atividade fundamental para uma previsão ou constatação do custo e do prazo real de um projeto; além da mensuração, a melhoria nos índices também é um fator chave, que as empresas devem atentar-se para se perpetuarem no mercado. Antes da produtividade desenvolver e melhorar o processo produtivo, existe a necessidade de se mensurar e quantificar a situação existente, algo que atualmente é pouco realizado dentro do controle operacional (ALINAITWE; MWAKALI; HANSSON, 2005).

Deste modo, é de fundamental importância conhecer o desempenho dos trabalhadores, para que se possa dimensionar as equipes, reduzir os custos operacionais da empresa, gerenciar o abastecimento, evitar o desperdício de materiais e tomar as melhores decisões na execução do empreendimento (BRANDSTETTER; RODRIGUES, 2014).

Quanto ao seu impacto nos custos, a força de trabalho, na indústria da construção, representa de 25 a 50% do custo total do projeto (ALINAITWE; MWAKALI; HANSSON, 2005). Logo, a melhoria da produtividade pode gerar ganhos significativos e/ou prevenção de perdas dentro de um empreendimento; além disso, a força de trabalho é mais suscetível a influência do gerenciamento da construção do que outros recursos utilizados, como o capital e os materiais (ARAMAYOU; FRESARD, 2006).

A produtividade, portanto, causa profundo impacto em um projeto, pois o planejamento e orçamento final das operações de construção são gerados com base em seus índices. Além desses, a estimativa do custo, algo frequentemente utilizada, também é conduzida pelos índices de produtividade; desse modo, a previsão da produtividade é essencial para o planejamento e controle das operações (HWANG; LIU, 2009).

1.2 Justificativa e Questão de pesquisa

Segundo Leusin (1993) e Olander *et al.* (2010) as empresas de construção não mensuram a produtividade, o que dificulta a utilização de instrumentos mais adequados para as soluções diferenciadas de projeto e não se consegue prever os possíveis índices de uma execução. Com dificuldade de obter índices confiáveis, a definição do prazo e do custo de uma obra tornam-se menos precisos.

Segundo Brandstetter, Romano e Nobrega (2012), o planejamento de muitas empresas da construção civil é pautado em índices de produtividade de outras empresas ou ainda de manuais que não exprimem a realidade da empresa, nem mesmo da região onde essa atua. Somado a isso poucas empresas realizam o efetivo controle de produção e menos ainda da produtividade, ficando a cargo dos mestres e encarregados o fornecimento desses dados. Essa situação tem trazido grandes transtornos, pois diminuem a certeza do processo produtivo, gerando atrasos e desvios de orçamento que ainda comprometem a qualidade.

Em um estudo realizado com 74 executivos, para avaliar a frequência no uso de modelos para mensurar a produtividade das equipes nas obras de construção e identificar os modelos adotados, verificou-se que 41% dos gestores não utilizam sistemas para medir a produtividade em suas obras, 21% utilizam o indicador por meio da mensuração do quantitativo diário executado em cada serviço (m^2/dia), 20% realizam a mensuração através da quantificação do real executado dividido pelo homem-hora e 18% utilizam modelos variados de indicadores. Na caracterização das empresas, as quais pertenciam os gestores entrevistados, 50% deles são de grandes, 30% de médias e 20% de pequenas empresas. Com os resultados mostrados pela pesquisa, observa-se que todos os tamanhos de empresas foram avaliados, com predominância de empresas de grande porte. Observa-se que, 41% do total de empresas não avaliam os seus índices de mão de obra, mesmo com 50% das mesmas tendo capacidade financeira para um bom sistema de controle da sua produtividade (ZANCUL, 2014).

Entretanto, o estudo da produtividade da mão de obra em serviços de construção tem sido cada vez mais valorizado, isso pela crescente necessidade de melhor compreensão do processo de produção. O processo de produção precisa de melhorias em sua eficiência por meio da racionalização das ações na organização da produção, concepção do projeto e até mesmo a criação de novos produtos (SOUZA *et al.*, 2014).

De acordo com Melo *et al.* (2014), para melhorar a produtividade é preciso controlá-la, e para isso a mensuração é imprescindível, possibilitando a comparação dos

indicadores dos processos produtivos. Esses indicadores fornecem informações essenciais tanto para o planejamento e controle dos processos, como monitoramento e controle dos objetivos e metas estratégicas.

As deficiências existentes relativas à mensuração da produtividade advêm das práticas limitadas do controle de produção no cumprimento dos sistemas de medição de desempenho. Ballard e Howell (1998) defendem então a necessidade de aprofundamento de estudos que levem à estruturação de uma teoria de controle da produção específica para a construção civil. Isso pode contribuir para o desenvolvimento de novos mecanismos de controle ou para o aperfeiçoamento dos já existentes (SAURIN, 2002).

Uma das maneiras mais eficazes para aumentar a eficiência da indústria da construção é melhorar o processo de planejamento e controle, considerado complementar e mantido durante o curso do projeto. O planejamento define os critérios e cria estratégias necessárias para alcançar os objetivos do projeto, enquanto o controle certifica-se de que cada evento ocorrerá seguindo a sequência planejada. O replanejamento deve ser feito quando a sequência previamente estabelecida não é mais aplicável ou conveniente. O feedback, portanto, facilita a aprendizagem quando os eventos não ocorrem conforme planejado (AZIZ; HAFEZ, 2013).

Esta dissertação justifica-se pela observância da não mensuração habitual da produtividade nas obras de construção civil das construtoras de Fortaleza. Esse indicador é obtido por avaliações pontuais nas obras, com dados pouco precisos, se comparados a possibilidade de mensurações sistemáticas e frequentes. Assim, a avaliação da produtividade é feita em um curto período de tempo e esse indicador, com baixa precisão, é repassado para os setores de planejamento e controle operacional. Além da captação de índices de produtividade para a gestão do controle produtivo o modelo propõe a utilizar esses índices para a retroalimentação orçamentária sistêmica, outro processo não realizado pelas empresas de construção.

Além da falta de hábito na mensuração, existem fatores que dificultam a comparação da produtividade entre empresas. De acordo com Araújo e Souza (2006), as características de conteúdo (o processo construtivo adotado e mensurado) e de contexto (meios externos ao processo executivo, como forma de contratação da mão de obra) tornam difícil a comparação entre obras distintas e dentro da mesma obra, entre equipes distintas. Assim, um processo de retroalimentação torna-se fundamental para uma maior segurança dos índices utilizados no orçamento e para a consequente obtenção de um custo de produção de obra mais próximo do real.

O desenvolvimento de modelos que fomente um hábito frequente de mensuração da produtividade e compreensão dos fatores é fundamental para as empresas. Para Araújo e Souza (2006), o entendimento dos fatores que afetam a produtividade é um caminho imprescindível para a sua melhoria; no entanto, para um entendimento desses fatores, o passo inicial é a implantação de uma sistematização para mensuração da produtividade através de um modelo de simples aplicação.

Embora ações devem ser tomadas no processo de controle da produção, segundo Santos *et al.* (2005), as informações relativas às mesmas encontram-se restritas aos livros técnicos científicos. Poucos trabalhos abordam formas de controle da obra (planilhas) e em número quase nulo sobre os processos de retroalimentação orçamentária.

Desse modo, a questão de pesquisa constitui-se: **“Como desenvolver um modelo que gerencie a produtividade da mão de obra e retroalimente os índices orçados?”**

1.3 Objetivos

O objetivo geral do trabalho é propor um modelo de controle sistemático da produtividade da mão de obra na execução dos serviços de construção civil permitindo a retroalimentação orçamentária.

Os objetivos específicos são:

- a) Verificar as planilhas de medição das empresas;
- b) Analisar a existência de processo de mensuração da produtividade;
- c) Propor um modelo teórico para gestão da produtividade a retroalimentação orçamentária;
- d) Gerar índices para a consolidação de um banco de dados e caracterização da mão de obra cearense;
- e) Avaliar o coeficiente de variação das produtividades nos serviços e de forma global;
- f) Avaliar as variações obtidas, em duas das empresas, entre as produtividades reais de obra e as orçadas;
- g) Consultar os engenheiros de duas das obras sobre a viabilidade de implantação do modelo e sua confiabilidade.

1.4 Delimitação da pesquisa

Segundo Andrade (2008, p. 101), após a definição do tema, torna-se necessário a delimitação do assunto, fixando seus limites, determinando sua extensão e profundidade; portanto, esta dissertação propõe um modelo de gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária com as seguintes delimitações:

- a) Não serão analisados impactos aos custos orçamentários;
- b) Não serão analisados os fatores que afetam a produtividade;
- c) O modelo restringe-se a aplicação em obras de incorporação, não sendo generalizado a qualquer tipo de obra e controle.

1.5 Estrutura da Dissertação

A dissertação está dividida em seis capítulos, que vão desde a introdução, descrição do controle de produção e da produtividade, metodologia, descrição teórica e prática do modelo, descrição dos índices de produtividades mensurados com o modelo até as considerações finais do trabalho.

O capítulo um tratou de uma breve contextualização a respeito da produtividade na indústria da construção, a justificativa e questão de pesquisa para o desenvolvimento do trabalho, os objetivos da pesquisa, as delimitações e a apresentação da estrutura da dissertação.

O capítulo dois trata de uma revisão da literatura, advinda de uma abordagem macro (medição de desempenho) para uma abordagem micro (controle da produtividade) e uma descrição sobre os sistemas de retroalimentação; sendo observados os elementos utilizados para controle da produção na construção civil e uma descrição da objetividade de um processo de retroalimentação.

O capítulo três trata da descrição metodológica da pesquisa, com o seu delineamento, o contexto no qual se realizou a pesquisa e as etapas utilizadas no seu desenvolvimento.

O capítulo quatro trata da descrição do funcionamento do modelo. Nesse capítulo é informado o passo a passo do funcionamento do modelo, com a sua aplicação teórica e prática e as opiniões dos engenheiros de duas das empresas pesquisadas sobre a facilidade de uso e aplicabilidade do modelo de mensuração da produtividade.

O capítulo cinco trata da formação de um banco de dados e análise da correspondência dos índices gerados pelo modelo com os de outras pesquisas desenvolvidas no Brasil. Nesse capítulo, é realizada a descrição dos índices de produtividade coletados em cada empresa, os valores médios das empresas cearenses pesquisadas, a análise dos coeficientes de variação das medidas, juntamente com a comparação desses índices com a literatura.

O capítulo seis trata das considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 CONTROLE DE PRODUÇÃO UTILIZANDO A PRODUTIVIDADE

Ao buscar, em dicionários, o significado da palavra produtividade, no âmbito da construção civil, Souza (2006) deparou-se com a similaridade deste ao conceito de “produção”, considerado, de forma simplista, como sendo quantidade de serviço realizado. Para o citado autor a quantidade de serviço realizado deve ser atrelada aos recursos utilizados no tempo, de modo que objetivo de produção do sistema analisado seja considerado, conceituando produtividade como o grau em que um sistema atinge determinado objetivo de produção, sendo a eficiência do sistema produtivo avaliada, por meio da relação entre insumos utilizados e serviço executado/produzido.

A simplista equivalência dos conceitos de produtividade e produção extrapolam os dicionários, é uma realidade entre gestores, engenheiros, técnicos e mestres de obra, que, em grande parte, confundem os conceitos dados a esses termos, pois informam os seus dados de produtividade como índices de produção.

Segundo Dantas (2006), a produção na indústria da manufatura é entendida como o processo de transformação de matéria-prima em produto, na construção civil essa etapa de transformação corresponde a etapa de execução; contudo na construção civil, o termo “processo de produção” tem sido empregado como um processo mais amplo, considerando, além da execução, o processo de planejamento, projeto e suprimentos.

Na indústria da manufatura, os principais conceitos de gestão da produção são a transformação, o fluxo e a geração de valor:

- Na transformação, a produção é vista como um processo de conversão de entradas em saídas, consumindo recursos como energia, trabalho, capital, instalações e pessoal para a obtenção de um produto;
- A produção como fluxo é vista segundo as etapas que o definem: transporte, espera, transformação e inspeção; das quais, exceto a etapa de transformação, devem ser minimizadas por não agregarem valor ao produto;
- a produção como geração de valor, na contabilidade, é dada em relação ao custo dos insumos, para isso melhores matérias-primas e mão de obra qualificada deveriam ser utilizada; contudo, a necessidade de se considerar a visão do cliente dentro do conceito de geração de valor foi “sugerido” pelo declínio da Ford entre a primeira e a segunda guerra, e constatado na década de 70 quando a General

Motors ultrapassa a Ford, como maior montadora do mundo, fato atribuído ao modelo de gestão por ela adotado.

Nesse sentido, o controle de produção que acontece na indústria de manufatura está muito além do que acontece na indústria da construção civil, no tocante a etapa de execução, pois não se consegue controlar etapas de produção de forma precisa como na manufatura.

2.1 Medição de Desempenho x Atividades de Controle

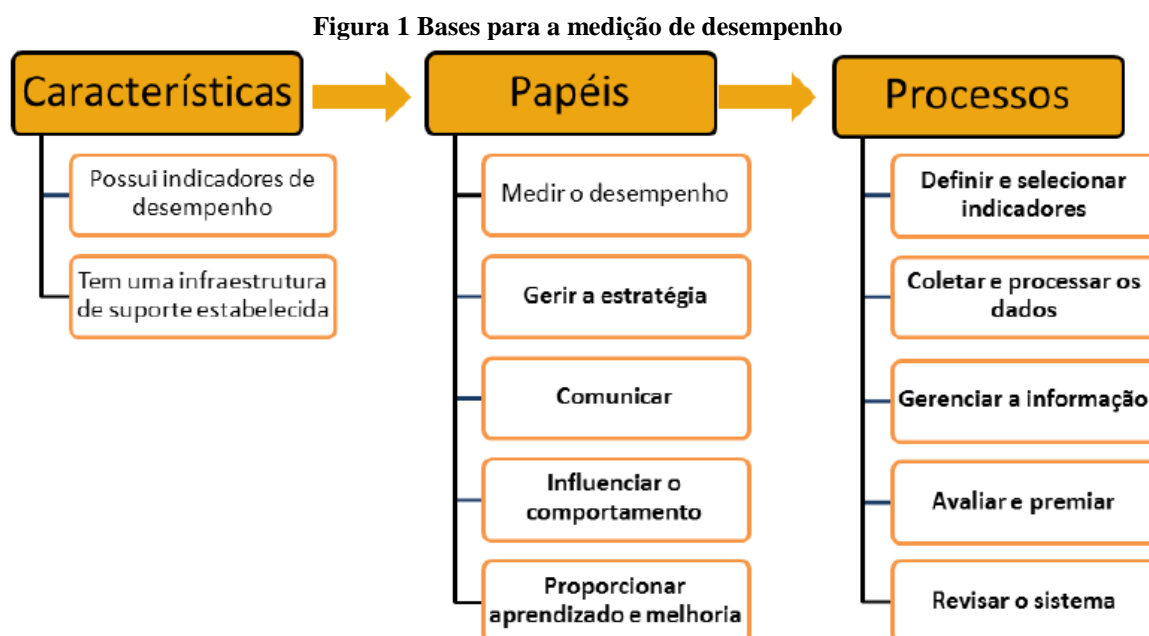
O desempenho é um conceito com várias caracterizações e explorado por vários campos do conhecimento, como: a Contabilidade, Estratégia, Recursos Humanos, Produção, Gestão de Operações, Marketing, Comportamento Organizacional e Gestão Estratégica. Tal dispersão epistemológica conduz a uma variedade de definições encontradas na literatura (CÂNDIDO, 2016), sendo essas:

- a) Para Fitzgerald *et al.* (1991 *apud* Brignall e Ballantine, 2006), a medição de desempenho é parte de um sistema de informações e tem o papel de controlar as informações em duas direções (feedback/feedforward), proporcionando estímulo para ações e aprendizagem em cada nível da organização e em cada fase do processo de tomada de decisão;
- b) A medição de desempenho pode ser definida como o processo de quantificar a eficiência e a efetividade de uma ação (NEELY, GREGORY; PLATTS, 1995, P. 80);
- c) Lynch e Cross (1991 *apud* Franco-Santos *et al.*, 2007) definem a medição de desempenho como um sistema de comunicação para estabelecer a visão estratégica de uma organização;
- d) A medição de desempenho é o sistema que dá apoio a filosofia da gestão de desempenho (LEBAS, 1995, P. 35);
- e) A medição de desempenho é o centro do processo de gestão do desempenho e funciona como sistema de informação que permite a implantação de um sistema de feedback ou retroalimentação em um ciclo fechado que contém todas as informações relevantes dos sistemas gerenciais das empresas (BITITCI, CARRIE E MCDEVITT, 1997);
- f) A medição de desempenho é um sistema de controle gerencial que fornece informações para os gestores realizarem suas tarefas e para auxiliar as

organizações no desenvolvimento e manutenção de padrões viáveis ao funcionamento (OTLEY,1999, P. 364);

- g) A medição é a base do desenvolvimento de sistemas de apoio para o planejamento, solução de problemas, tomada de decisão, melhoria, controle, adaptação, motivação e liderança (SINK; TUTTLE, 1993. p.159).

Franco-Santos *et al.* (2007) admitiu a pluralidade nos conceitos da medição de desempenho e por essa constatação resolveu, ao invés de conceituar, mapear as bases do conhecimento com suas características, papéis e processos. Através das identificações feitas por Franco-Santos *et al* (2007), Candido (2016) desenvolveu um framework para a melhor visualização dessas características, papéis e processos para um sistema de medição de desempenho, como mostrado na Figura 1.



Fonte: Cândido (2016)

De acordo com Neely *et al.* (1997) vários autores têm discutido a medição de desempenho em um contexto organizacional. Alguns deles sugerem que a medição de desempenho deve ser transparente, com fácil entendimento, foco na melhoria (ao invés da variação), ser dirigido a estratégia, controlar o tempo e a retroalimentação, ter objetivos realizáveis, ser claramente definido, está ligado ao planejamento, ter uma fórmula ou fonte de dados, usar proporções ao invés de números absolutos, usar dados coletados automaticamente sempre que possível, ter rápida retroalimentação, gerar informação, etc.

Em uma revisão da literatura, Franco-Santos *et al.* 2007, encontrou 300 documentos (artigos de jornais, livros, artigos de conferencias e outros trabalhos), onde 17 conceitos de medição de desempenho foram identificados. Desses conceitos, foram retirados os que existiam

de consenso entre eles sobre o sistema de medição de desempenho, como: mensurar a performance, possuir objetivos, ter uma estratégia de implementação e de execução, possuir foco e gerar um alinhamento, comunicação interna, monitorar o progresso e gerar informações de previsão.

Através dos estudos realizados por Neely *et al.* (1997) e Franco-Santos *et al.* (2007), observa-se que é essencial a um sistema de medição de desempenho um processo de mensuração da performance, o direcionamento a estratégia, controlar o tempo e a retroalimentação, ter uma fórmula ou fonte de dados, um processo automatizado e a geração da informação.

Segundo Cândido, Lima e Barros Neto (2016), os estudos de medição de desempenho eram visto como uma ferramenta de controle, inicialmente, sendo porpagado como tal; contudo, de acordo com Neely, Micheli e Martinez (2006) os sistemas de medição de desempenho devem ser vistos como um sistema de aprendizagem, que permite aos indivíduos e equipes entender o desempenho de uma organização e melhora-la; o que é possível por meio da análise da causa principal que levou ao não cumprimento do planejado, segundo Ballard (2000).

De acordo com Cândido, Lima e Barros Neto (2016) a abordagem da medição de desempenho, ainda não atingiu toda sua pontencialidade, sendo considerada apenas como um exercício de controle; contudo, uma empresa pode ser avaliada sob diversos aspectos, para o empregador: receita, valor patrimonial; capacidade produtiva, dentre outras; para o empregado: remuneração; condições de trabalho; possibilidade de crescimento, dentre outras; desta forma, é possível controlar cada aspecto considerado; mas para avaliar o desempenho da empresa, de forma comparativa, é necessário que se defina sob qual aspecto essa será medida. De uma forma geral, depende do “peso” que a empresa atribui a cada um dos aspectos considerados importantes por ela. Dito desta forma, a atividade de controle, ou a medição do desempenho considerada como tal, é insuficiente para avaliar o desempenho do setor. Sendo assim, além do foco no controle, o desafio de inserir a medição de aspectos qualitativos e intangíveis ao desempenho, se constitui no novo desafio de empresas e pesquisadores. Visto dessa forma, o controle é um dos componentes dos sistemas de medição de desempenho.

Com vistas a possibilitar o controle pela indústria da Construção Civil, no Brasil, Costa *et al.* (2005) desenvolveram um Sistema de Indicadores para *Benchmarking*, onde almeja-se um processo contínuo e sistemático relativo ao desempenho de processos ou produtos, comparando cada resultado medido com aqueles identificados com as melhores práticas. O *Benchmark* é definido como qualquer item tomado ou usado como referência para a

comparação, algo que serve como um padrão a ser seguido ou buscado para a melhoria do sistema.

2.1.1 Definição dos indicadores

Costa *et al.* (2005) definem que um sistema de medição é constituído por um conjunto de medidas (ou indicadores) para quantificar a eficiência ou eficácia de um processo.

A definição de indicadores é um desafio aos gestores, pois a decisão sobre o que medir relaciona-se com quais as informações realmente necessárias para o gerenciamento do sistema (Cândido, 2016). Após uma análise de vários critérios desenvolvido ao longo dos anos como o de Carrie e Mcdevitt (1997), Vitale, Marvrinac e Hauser (1994), Neely, Gregory e Platts (1995), Sink e Tuttle (1993, Kaplan e Norton (1992, 1996), Cândido (2016) recomenda a adoção do modelo desenvolvido por Neely *et al.* (1997) para a definição dos indicadores de desempenho de processos, por meio da explicitação de itens organizados por Cândido (2016) e apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 Modelo para a definição de indicadores

Elemento	Descrição
1. Título	<i>Deve ser claro, explicitando qual é a medida e porque ela é importante, devendo-se evitar o uso de jargões específicos de cada área.</i>
2. Objetivo da medida	<i>Explicita o objetivo da medida.</i>
3. Relação com os objetivos	<i>Explicita sua relação com os objetivos da organização.</i>
4. Meta	<i>Explicita os níveis desejáveis de desempenho que devem ser alcançados.</i>
5. Fórmula	<i>Explicita como o indicador deve ser medido.</i>
6. Frequência de medição	<i>Explicita a periodicidade com a qual o indicador deve ser coletado.</i>
7. Frequência de revisão	<i>Explicita a periodicidade com a qual o indicador deve ser revisado.</i>
8. Responsável pela coleta	<i>Explicita o responsável pela medição.</i>
9. Fonte dos dados	<i>Explicita onde os dados devem ser coletados.</i>
10. Encarregado	<i>Explicita quem é responsável pelo desempenho da medida.</i>
11. O que ele deve fazer	<i>Explicita que medidas podem ser tomadas para melhorar o desempenho como a identificação das causas de não cumprimento da meta, por exemplo.</i>
12. Quem atua sobre os resultados	<i>Explicita quem analisará e tomará as ações para garantir que o desempenho melhore.</i>
13. O que ele deve fazer	<i>Explicita que medidas podem ser tomadas para melhorar o desempenho do indicador, porém com um nível de tomada de decisão mais estratégica como, por exemplo, mudança de processo, alocação de mais recursos, incentivos à equipe responsável pelo indicador, dentre outros.</i>
14. Observações e comentários	<i>Explicita alguma observação específica necessária ao entendimento do indicador ou para sua operacionalização.</i>

Fonte: Cândido (2016)

2.1.2 Tipos de indicadores

As medidas de desempenho podem ser classificadas de maneiras distintas, conforme a necessidade de informação da empresa e a sua estrutura de organização e tomada de decisão. As classificações com maior frequência de utilização são:

- **Indicadores de qualidade e produtividade:** O indicador está relacionado a eficácia da empresa em atender as necessidades dos clientes, enquanto o indicador de produtividade representa a eficiência na obtenção dos resultados esperados (LANTELME, 1994);
- **Indicadores gerenciais (ou estratégicos) e operacionais:** Os indicadores estratégicos ou gerenciais são estabelecidos com o objetivo de acompanhar e impulsionar a implantação estratégica e os indicadores operacionais são estabelecidos em função dos objetivos e tarefas desenvolvidas dentro de cada processo, devendo ser coerentes com os objetivos e estratégias estabelecidas pela empresa (OLIVEITA *et al.*, 1995);
- **Indicadores de resultado e processo:** os indicadores podem avaliar se um resultado foi alcançado, ou o desempenho do produto, ou do processo. Os indicadores de resultado avaliam o atendimento aos objetivos estabelecidos pela empresa. Os indicadores de processo avaliam as características em atender a necessidade do cliente (LANTELME *et al.*, 2001; BEATHAM *et al.*, 2004)
- **Indicadores financeiros e não financeiros:** os indicadores financeiros são calculados através de informações geradas pela contabilidade financeira da empresa. Os indicadores não financeiros levam em consideração outras dimensões como a qualidade, cliente, tempo, produtividade, pessoas, etc.

2.1.3 Indicadores para benchmark

Costa *et al.* (2005), por meio de estudos em obras na cidade de Porto Alegre, catalogaram e realizaram ações de melhorias nos indicadores utilizados pelas empresas de construção civil da cidade. Desse modo, foram utilizados em seu sistema de Benchmark 18

indicadores utilizados no processo de controle do desempenho. No Quadro 2 são listados os 18 indicadores catalogados nessa pesquisa com suas referidas fórmulas.

Quadro 2 Listagem de indicadores

	INDICADOR	FÓRMULA DE CÁLCULO	TIPO
PRODUÇÃO	Desvio de Custo da Obra	$(\text{Custo real} - \text{custo orçado} / \text{custo orçado}) \times 100$	Resultado
	Desvio de Prazo da Obra	$(\text{Prazo real} - \text{prazo previsto} / \text{prazo previsto}) \times 100$	Resultado
	Percentual de Planos Concluídos	$(\text{Número de pacotes de trabalho } 100\% \text{ concluídos} / \text{Número de pacotes de trabalho planejados}) \times 100$	Processo
	Índice de Boas Práticas de Canteiros de Obras	$(\text{Somatório dos pontos obtidos} / \text{Total de itens avaliados}) \times 10$	Processo
	Taxa de Frequência de Acidentes	$(\text{Número de acidentes ocorridos no mês com afastamento de um dia} / \text{x } 106 / \text{número de horas trabalhadas por todos os funcionários da empresa no mês})$	Resultado
CLIENTE	Índice de Satisfação do Cliente Usuário	$\text{Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de } 0 \text{ a } 10 / \text{Total do conjunto de itens}$	Resultado
	Índice de Satisfação do Cliente Contratante	$\text{Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de } 0 \text{ a } 10 / \text{Total do conjunto de itens}$	Resultado
VENDAS	Velocidade de Vendas	$(\text{Número de unidades vendidas} / \text{Número de unidades à venda}) \times 100$	Resultado
	Índice de Contratação	$(\text{N}^\circ \text{ obras ganhas} / \text{Número de propostas}) \times 100 (\text{Valor dos contratos} / \text{Valor total orçado}) \times 100$	Resultado
FORNECEDORES	Avaliação de Fornecedores de Serviços	$\text{Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de } 0 \text{ a } 10 / \text{Total do conjunto de itens}$	Processo
	Avaliação de Fornecedores de Materiais	$\text{Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de } 0 \text{ a } 10 / \text{Total do conjunto de itens}$	Processo
	Avaliação de Fornecedores de Projetos	$\text{Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de } 0 \text{ a } 10 / \text{Total do conjunto de itens}$	Processo
QUALIDADE	Número de Não Conformidades em Auditorias	Número de não conformidades encontradas em auditorias internas Número de não conformidades encontradas em auditorias externas	Processo
	Índice de Não Conformidade na Entrega do Imóvel	$(\text{Número de não conformidade} / \text{Número de verificações}) \times 100$	Resultado
PESSOAS	Índice de Satisfação do Cliente Interno nas Obras	$\text{Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de } 0 \text{ a } 10 / \text{Total do conjunto de itens}$	Processo
	Índice de Satisfação do Cliente Interno na Sede	$\text{Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de } 0 \text{ a } 10 / \text{Total do conjunto de itens}$	Processo
	Índice de Treinamento	$\text{Número total de horas de treinamento} / \text{Efetivo médio}$	Processo
	Percentual de Funcionários Treinados	$(\text{Número de funcionários treinados} / \text{Efetivo médio}) \times 100$	Processo

Fonte: Costa *et al.* (2005)

Na observação dos 18 indicadores propostos, não se observa nenhum deles com o objetivo primordial em avaliar a eficiência do esforço humano em produtos de construção. Entretanto, Costa *et al.* (2012) percebem a necessidade da mensuração e comparação de indicadores de processos construtivos voltados a produção, como produtividade e consumo de materiais, para a comparação entre diferentes empreendimentos. Essa proposição baseia-se na

mensuração da produtividade através de um indicador chamado Razão Unitária de Produção (RUP) proposto por Souza (2000).

O estudo de produtividade pode gerar os benefícios de previsão da mão de obra para um dado serviço, estimativa de duração dos serviços, desenvolvimento e aperfeiçoamento dos métodos executivos, redução dos custos, aumento do nível de competitividade da empresa no mercado, identificação de pontos críticos, e adequação dos projetos e orçamentos a sua realidade (COSTA *et al.*, 2012).

Tem sido um desafio para as empresas construtoras medir a produtividade de seus processos na obra, pois na maioria das vezes não existe uma forma sistemática para realização desse controle, através da coleta de dados e da utilização deles para a melhoria de seus indicadores. Os indicadores de produtividade são fundamentais para o controle de uma organização, pois a partir deles é possível o estabelecimento de metas para a produção, de forma coerente com a realidade da empresa (SILVA *et al.*, 2010).

O modelo de controle, para a indústria da construção, é um modelo de controle de projeto e não controle de produção. O controle da produção em si é concebido como ocorrendo apenas dentro da unidade de produção, e não é abordada pelas disciplinas de projeto ou gestão da construção. Em outras palavras, o modo em que o empreiteiro ou subempreiteiro, recebe o trabalho feito é irrelevante, desde que cumpram os seus compromissos contratuais. Desse modo, pode assim ser dito, que a indústria da construção não possui uma teoria adequada para o controle de produção (BALLARD; HOWELL, 1998).

2.2 Controle de produção

Segundo Ballard (2000) e Bernardes (2001), na construção civil, a atividade de controle da produção confunde-se com o processo de planejamento, considerando que tal processo consiste em estabelecer metas e procedimentos para atingi-las, conceito compartilhado por Laufer e Tucker (1987 *apud* Saurin (2002); nesse sentido, o planejamento deve responder a quatro questões: “o que deve ser feito?” (atividades), “como as atividades devem ser desempenhadas?” (métodos), “quem deve desempenhar as atividades e quais meios deve utilizar? (recursos) e “quando as atividades devem ser desempenhadas?” (sequenciamento e prazo). O controle da produção realiza eventos e procedimentos para aproximar-se do sequenciamento desejado no planejamento. Para o autor, não existe a função controle sem

planejamento e o planejamento é inócuo sem a existência do processo de controle. Durante o desenvolvimento das atividades, quando o estabelecido não é viável ou desejável inicia-se o replanejamento para a conformidade do plano.

Segundo Bulhões *et al.* (2003) o processo de planejamento e controle da produção tem um papel de grande importância, frente a sua influência no custo da obra e na confiabilidade do sistema de produção para o cumprimento dos prazos.

A etapa de planejamento desenvolvida pela indústria da construção consiste em produzir orçamentos, cronogramas e evidenciar as restrições a serem obedecidas na execução do projeto. Iniciada a produção, os gestores dedicam seus esforços para a etapa de controle, ou seja, o monitoramento do desempenho em relação a essas especificações, com as medidas correctivas necessárias, para se conformar o desempenho com as especificações pré-estabelecidas. Fazendo um paralelo com a indústria manufatureira, Ballard e Howell (1998) evidenciam a divergência entre os termos e conceitos adotados. No processo da manufatura, o controle é definido como a conformação progressivamente e detalhada dos fluxos de materiais e de informação, ou seja, a produção física do processo. Na construção o processo é influenciado pelo fato de que a maioria da produção direta do trabalho é realizado por especialistas sob contrato; desta forma gerentes de projeto e construção concebem o controle como a aplicação de compromissos contratuais, ou seja, o contratado persegue o custo e o prazo definidos em contrato. Na manufatura, o controle é voltado para o futuro e age diretamente sobre os processos de produção, a fim de identificar em qual parte está a falha.

De acordo com Santos *et al.* (2003) o objetivo do controle de produção é acompanhar a execução de determinado produto ou processo e dar suporte ao sistema produtivo para que as atividades planejadas sejam cumpridas. A aplicação desse processo é feita comparando os resultados obtidos com um padrão pré-estabelecido, para que as medidas de correções de desvios sejam feitas em tempo hábil e forneçam meios para isso. Desse modo, quanto mais eficientes forem as ações, menores serão os desvios, o tempo e as despesas utilizadas para o seguimento do padrão.

Dentre os sistemas que focam o controle de produção, cita-se o *Last Planner Sistem* (LPS), traduzido literalmente como “o último planejador”, que segundo Formoso (2010) é uma alusão a quem, em última instância, define as tarefas a serem executadas no nível de curto prazo, desta forma o planejamento da produção de curto prazo é de responsabilidade da a pessoa ou grupo de pessoas responsáveis pelo controle da unidade de produção, ou pela conclusão de tarefas no nível operacional. O LPS necessita de controle de fluxo de trabalho, na determinação do fluxo de fornecimento, projeto, instalação e todas as unidades de produção. Este só pode ser

feito utilizando programação por antecipação, que determina a progressão e a taxa de trabalho. Ele define-se com o agendamento dos pacotes, especificando as técnicas de verificar a capacidade, execução e estabelece um “pulmão” ao trabalho (AZIZ; HAFEZ, 2013).

No LPS, o controle de produção poderia ser entendido como um mecanismo para transformar o que deveria ser feito (*SHOULD be*) para o que pode ser feito (*CAN be*), formando assim um inventário dos trabalhos prontos a partir do qual um plano de trabalho pode ser formulado (*Will*). Assim, os planos de trabalho serão baseado em tarefas realizáveis e, conseqüentemente, servir como um compromisso com o que vai realmente ser feito. Os critérios para as atribuições das tarefas são de que elas devem ser bem definidas, na seqüência correta, devem consistir na quantidade certa de trabalho e sejam realizáveis (PAVEZ; GONZÁLEZ; ALARCÓN, 2010).

O sistema de controle da produção é projetado para aumentar a produtividade através da identificação de gargalos e incentivar os planos de trabalho, sendo composto pelo: controle da unidade de produção (*Production unit control*) e controle de fluxo de trabalho (*Work flow control*). O critério principal é que as atividades só devem ser planejadas, se puderem ser realizadas, ou seja, todos os recursos e pré-requisitos que são necessários devem estar disponíveis (PAVEZ; GONZÁLEZ; ALARCÓN, 2010).

Na construção civil, como em qualquer indústria, o processo de controle é vinculado ao procesos de medição; contudo, segundo Ballard e Howell (1998) a construção civil brasileira tem-se limitado suas ações em implantar ferramentas básicas para a medição de desempenho; não efetivando processos de controle operacional. Corroborando com os citados autores, Saurin (2002) alerta para a necessidade da indústria da construção civil desenvolver pesquisas para a formatação de um sistema de controle próprio.

Segundo Silva *et al.* (2010), o orçamento pode ser visto como uma ferramenta que proporciona benefícios para aumentar a eficiência através do planejamento e pode apoiar tanto o controle como o aprendizado pela comparação entre o previsto e o realizado.

Assim, com base nos princípios da manufatura, pode-se dizer que o controle deve cumprir duas funções básicas, a primeira função, de caráter mais reativo e de feedback, refere-se a medição/mensuração e avaliação do previsto x realizado, seguida da adoção de medidas corretivas; a segunda função, de caráter mais preventivo e baseada nas informações de medição, é garantir que o trabalho planejado seja executado (SAURIN, 2002).

2.2.1 *Controle da Unidade de Produção*

O termo “*Production Unit Control*”, traduzido por Ballard (2000) como “controle da unidade de produção” consiste em, no sistema de planejamento, subdividir o processo produtivo em nível de unidade de produção, e observar a performance da mesma como forma de obter a qualidade do produto final. As seguintes observações devem ser avaliadas em uma atividade:

- a) A atividade deve ser bem definida, caracterizado pela possibilidade de execução;
- b) O correto sequenciamento do trabalho deve ser estabelecido de forma consistente e apresenta uma lógica interna;
- c) O quantitativo do trabalho deve ser mensurado baseado no planejamento e na capacidade produtiva da mão de obra e dos materiais necessários a um serviço;
- d) O trabalho selecionado deve ser exequível; ou seja, os pré-requisitos para sua realização devem ser atendidos, como, por exemplo, ter todos os recursos necessários disponíveis.

No que se referem aos quantitativos advindos do orçamento, os mesmos devem ser revisados e adequados às unidades de controle, de forma a permitir a processo de retroalimentação, que permitirá a avaliação da capacidade produtiva pré-definida em planejamento e atualização dos seus componentes com os dados reais.

A função da unidade de produção é fazer atribuições melhores através de um processo de aprendizagem contínua e ação corretiva (FIALHO; RELEVO, 2002). O controle da unidade de produção é realizado principalmente através de um planejamento de trabalho semanal (BHATLA; LEITE, 2012).

Segundo Viana (2015) existem muitas definições para o controle unitário de produção, nas quais o conceito universal é o dimensionamento dos serviços de acordo com a capacidade das equipes.

Um dos indicadores utilizados para avaliar o desempenho da atividade é o Porcentual do Planejamento Completado/Concluído (PPC), que relaciona o número de atividades planejadas executadas e o número de atividades planejadas para o período, expresso em porcentagem. O indicador de PPC padrão deve ser pré-estabelecido, pois é o valor a ser observado e controlado por cada unidade de produção. O PPC é derivado de uma quantidade

de componentes diretores complexos como o cronograma do projeto, as estratégias de execução, as proporções unitárias de orçamento, etc. Em uma qualidade ao planejamento, o alto PPC corresponde a fazer o melhor possível com os recursos disponíveis, ou seja, alta produtividade e progresso (BALLARD, 2000).

O PPC gera aos gestores uma mensuração do planejamento que foi realizado. A análise das não conformidades pode levar a raiz do problema para a execução de ações de melhorias visando um desempenho futuro. O controle do desempenho não identifica apenas as falhas em determinado nível, mas permite a identificação de um planejamento deficitário e falhas na execução em qualquer nível organizacional, processo ou função. A análise do PPC pode ser um poderoso ponto focal para iniciativas inovadoras (BALLARD, 2000).

O controle da unidade de produção coordena o trabalho interno, enquanto ao mesmo tempo, o controle do fluxo (*Work Flow Control*) coordena o fluxo das atividades planejadas, fornecedores e execução do projeto, tudo por meio das unidades de produção (FIALHO; RELEVO, 2002).

2.2.2 Controle do fluxo de trabalho

A função do *work flow control* (controle do fluxo de trabalho) é ser proativo, para garantir a fluidez do trabalho por meio das unidades de produção; sendo essa, com a sequência ideal e quantitativos condizentes, com um olhar nas atividades futuras (PAVEZ; GONZÁLEZ; ALARCÓN, 2010). O *Work flow control* verifica proativamente o fluxo de trabalho que passa através das unidades de produção com a melhor sequência e ritmo possível (FIALHO; RELEVO, 2002).

Vários processos específicos são realizados para garantir um bom fluxo, tais como a definição da atividade, análise das restrições, produção “puxada” e a combinação das cargas e capacidades, ou seja, as atividades têm que adaptar os seus recursos de trabalho para a capacidade avaliada no planejamento semanal e controle operacional realizado (BALLARD, 2000).

Na prática, o LPS permite aos participantes visualizarem os recursos (por exemplo, a mão de obra) e alocarem os pré-requisitos aos outros, para que os conflitos possam ser antecipados. Recursos e informações de programação podem ser integrados e as restrições podem ser rastreadas como parte do gerenciamento total pacote de trabalho (PAVEZ; GONZÁLEZ; ALARCÓN, 2010).

2.3 Controle da produtividade da mão de obra

O estudo sobre produtividade da mão de obra tem grande propulsão por meio dos estudos de Taylor e Gilbreth. Taylor, em 1881, desenvolveu os estudos de tempos, principalmente na determinação de tempos-padrão. O estudo dos tempos era utilizado para o aumento da eficiência geral fábrica, tornando possível maiores salários aos trabalhadores, menores preços aos produtos e maior lucro a empresa (BARNES, 1977).

Gilbreth tinha uma capacidade especial em avaliar os movimentos usados pelos operários, o seu estudo dos movimentos foi empregado na maioria dos métodos de trabalho. Esse trabalho foi desenvolvido por ele e sua esposa, sendo divulgado pela primeira vez em uma reunião da *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) (BARNES, 1977).

Um importante departamento que fomentou os estudos de produtividade mundial foi o *Building Research Establishment* (BRE), no Reino Unido. Autores como Forbes, Hanna, Stevens, Clapp, Bromilow, Bishop, entre outros, produziram uma série de estudos sobre a produtividade, com a avaliação de uma larga escala de edificações e ajuda da Tecnologia da Informação (TI).

No Brasil, os estudos sobre produtividade têm base e desenvolvimento por meio dos pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), com o desenvolvimento e aplicação de uma sistemática para obtenção de índices de produtividade nos serviços.

De acordo com Dantas (2006), existem várias definições na literatura para o termo produtividade, como:

- a) O grau em que um sistema atinge um determinado objetivo de produção (COSTA, 1987).
- b) A produtividade é a eficácia na transformação dos recursos em produtos. Para se medir faz-se o uso de indicadores, calculado por meio de uma relação entre as entradas e as saídas geradas pelo processo (SOUZA, 1998).
- c) A produtividade é considerada como a relação produto gerada pelo seu homem-hora (KELLOGG, 1981).
- d) É a relação entre a produção e os fatores produtivos envolvidos. A produtividade pode se referir a uma operação, produto ou recurso (trabalho, capital, meios de produção); pode ser avaliada a nível do operário, seção, empresa, setor econômico ou nação, e normalmente se apresenta na forma de produtividade econômica e produtividade técnica (PICCHI, 1993).

- e) A produtividade é definida na construção como a razão entre o dinheiro gerado e a força de trabalho necessária para gera-lo. Esse modelo foi proposto pelo departamento de comércio dos Estados Unidos (ADRIAN, 1987).

A construção civil, mais precisamente o subsetor de edificações, possui um processo produtivo particular no modo de organização e produção, característico do próprio setor: a unicidade de cada produto, cujos processos produtivos variam em função dos insumos utilizados, de cada empreendimento e em do tempo de produção. Um processo distinto da indústria seriada onde o processo industrial é único e bem definido.

Essa diferença em relação a indústria seriada, dificulta a geração de índices satisfatórios. Segundo Librais (2001) é extremamente interessante a criação e implementação de métodos específicos que meçam os desempenhos dos processos produtivos, possibilitando a avaliação contínua da produtividade e contribuindo, significativamente, para o alcance do avanço tecnológico na indústria da construção, com vista em racionalizar o processo produtivo.

Os agentes participantes da cadeia da construção civil no Brasil têm cada vez mais cobrado o aumento da eficiência como resultado de uma série de mudanças no mercado, tais como a intensificação da concorrência entre as empresas, maior sensibilização do consumidor e controle mais eficaz por parte do governo. Portanto, os agentes de construção têm vindo a trabalhar no sentido de buscar esse aumento de competências, o que pode vir levar a mudanças nos indicadores utilizados, nas composições unitárias disponíveis, para ajudar na previsão dos custos. Assim, considera-se necessária a melhoria contínua do sistema de indicadores de produtividade para a melhoria da análise dos custos da construção civil (DORNELAS; SOUZA, 2013).

2.3.1 Mensuração da produtividade

A mensuração da produtividade pode variar de acordo com a área da indústria da construção a qual é aplicada: modelo econômico; para avaliar projetos específicos; ou para a avaliação de uma atividade (THOMAS *et al.*, 1990).

- O modelo econômico mensura a produtividade de forma financeira (dólares, reais e outras moedas), sendo o fator de produtividade calculado pela divisão do dinheiro gerado pelo dinheiro investido;

- O modelo para avaliação de projetos mensura a produtividade pela divisão entre o quantitativo, em metros quadrados, do projeto pelo seu custo;
- O modelo para avaliação da atividade é mensurado pela quantificação das saídas divididas pelo custo do trabalho ou pela divisão das saídas pelo homem-hora aplicado.

Segundo Park, Thomas e Tucker (2005) a produtividade em uma atividade pode ser simplesmente ilustrada pela associação de entradas por saídas não havendo uma padronização no cálculo em estudos anteriores, segundo os autores, ou seja, alguns consideravam produtividade como sendo a relação de entradas/saídas (homem-hora/quantidade de serviço) e outros como sendo a relação de saídas/entradas (quantidade de serviço/homem-hora); tendo as pesquisas sobre a produtividade da mão de obra encontradas na literatura dado preferência a mensuração da produtividade considerando entradas/saídas, ou seja, essa forma de mensuração tornou-se a mais difundida, e é a que será adotada nesse trabalho.

Os dados relativos às entradas refletem o esforço dos trabalhadores no processo de transformação e os dados de saídas refletem a obra ou suas partes, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 Produtividade da mão de obra

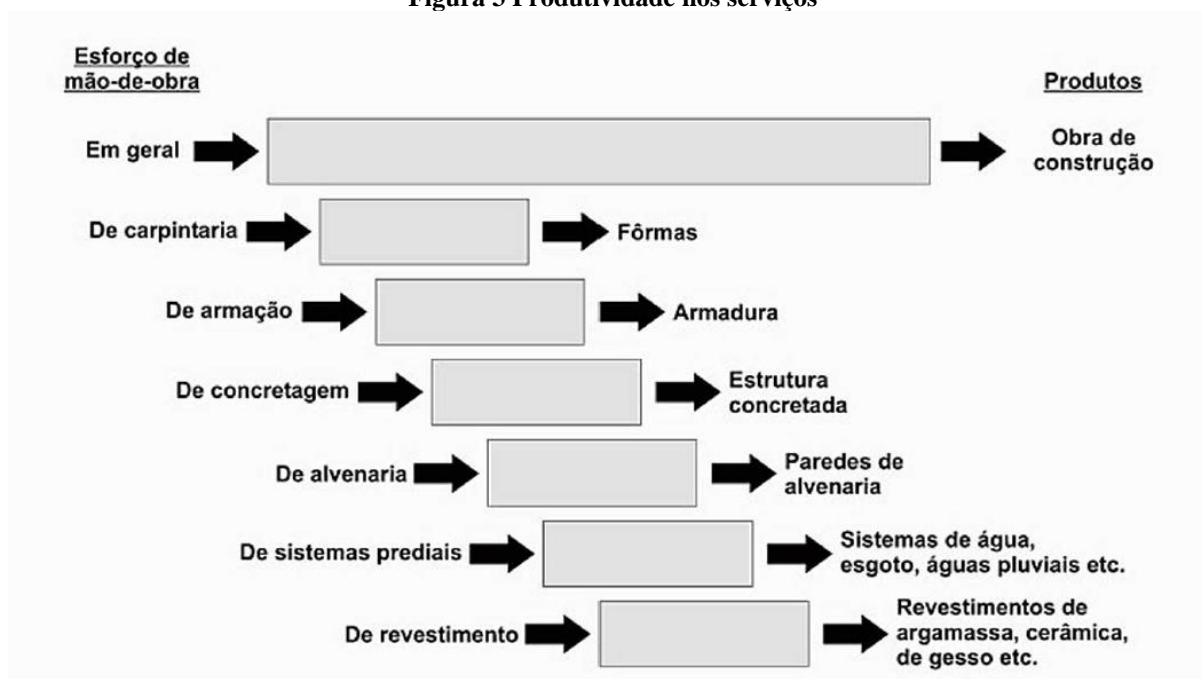


Fonte: Souza (2006)

O esforço da mão de obra está contido nos serviços a serem realizados durante a execução da obra, como concretagem, alvenaria, armação, etc. Os produtos gerados são as estruturas, as paredes de alvenaria, as armaduras, etc. A eficiência desses processos de transformação é dada como a produtividade do serviço. A Figura 3 mostra os serviços e os produtos gerados dentro do processo de transformação.

De acordo com Thomas (2014) dois aspectos são importantes para o desenvolvimento de uma boa construção: aquilo que foi produzido em um determinado período de tempo (quantitativos); e o quantitativo de homens-hora necessários para essa execução. A partir dessas informações são mensuradas o grau de eficiência da mão de obra, ou seja, sua produtividade.

Figura 3 Produtividade nos serviços



Fonte: Souza (2006)

2.3.1.1 Modelo dos Fatores

O modelo dos fatores foi proposto por Thomas e Yaiakoumis (1987), na década de 80, objetivando compreender a eficiência no uso do recurso mão de obra (SOUZA *et al.*, 2014b). O modelo consiste em evidenciar, quando da mensuração da produtividade, os fatores que afetam os resultados, possibilitando avaliar as variações detectadas. Esse modelo pressupõe a existência de uma condição padrão de trabalho, em que a produção diária é referência.

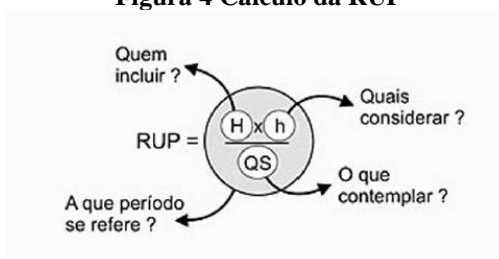
De acordo com SOUZA *et al.* (2014a), fatores de conteúdo e de contexto afetam a produtividade real. Os fatores de conteúdo são relacionados aos componentes físicos do trabalho, as especificações exigidas, os detalhes de projeto e outros. Os fatores de contexto são relacionados com o ambiente de trabalho e como ele é organizado e gerido, aspectos de gestão, incluindo também os meios adotados para disponibilizar materiais, equipamentos, sequência de trabalho, etc. (SOUZA *et al.*, 2014a).

O modelo dos fatores diferencia-se dos outros modelos de mensuração por ter o foco nas equipes de execução. O entendimento do modelo passa pela consideração dos fatores que afetam a produtividade das equipes, que podem ser aleatórios ou de forma sistemática. Esses fatores podem afetar a produtividade de forma cumulativa, entretanto com o desconto matemático desses distúrbios, pode-se chegar a um índice de produtividade próximo ao ideal (THOMAS; YAIKOUIMIS, 1987)

2.3.1.2 Indicador de produtividade da mão de obra: Razão Unitária de Produção (RUP)

Souza (2000) apresenta como indicador de produtividade da mão de obra, adotando em seu conceito o modelo de entradas/saídas, no Brasil, como Razão Unitária de Produção (RUP), sendo sua fórmula de cálculo mostrada na Figura 4.

Figura 4 Cálculo da RUP



Fonte: Souza (2006)

De acordo com Souza (2006), a padronização da avaliação da RUP, há de considerar quatro aspectos:

- i. A definição de quais homens estão inseridos na avaliação;
- ii. Quantificação das horas a se considerar;
- iii. Quantificação do serviço;
- iv. Definição do período de tempo ao qual as mensurações de entradas e saídas se referem.

Desta forma, Souza (2001) apresenta duas classificações para RUP: quanto a sua abrangência e quanto ao tempo associado a mensuração das entradas e saídas. As classificações são mostradas no Quadro 3 e no Quadro 4.

Quadro 3 Classificação da RUP quanto ao intervalo de tempo

Intervalo de Tempo	Conceituação
RUP diária	Representa os dados coletados diariamente, com a consideração apenas dos dias úteis trabalhados.
RUP cumulativa	Corresponde a produtividade acumulada durante um período de tempo ou de ciclos. O cálculo é feito pela divisão do somatório de homens-hora pelo quantitativo total.
RUP cíclica	Adotada quando o serviço possui ciclos bem definidos.

Fonte: Paliari, Souza e Sales (2003)

De acordo com Paliari, Souza e Sales (2003), a RUP diária aborda em seu resultado os efeitos presentes no dia a dia de trabalho. A RUP cumulativa indica a tendência de desempenho do serviço, amenizando os efeitos ocasionados pelos dias anormais ocorridos durante o período de execução do serviço.

Quadro 4 Classificação da RUP quanto a abrangência

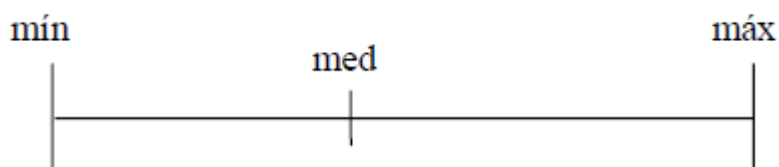
Abrangência	Conceituação
RUP oficial	Quando se considera apenas os oficiais envolvidos na execução.
RUP direta	Quando se acrescenta os ajudantes dos oficiais no cálculo, constituindo a equipe diretamente envolvida na execução do serviço (equipe direta).
RUP global	Quando os serventes de atividades de apoio, como transporte e produção de argamassa são acrescentados à equipe direta, constituindo a equipe global, ou seja, toda a mão de obra pertencente a execução.

Fonte: Paliari, Souza e Sales (2003)

Ainda segundo os autores, destaca-se também a RUP potencial, que corresponde a média dos valores de RUP diária abaixo da RUP cumulativa. A RUP potencial constitui o bom desempenho da equipe, considerado factível pelos valores de RUP diária mensurados.

Para o subsídio da previsão estimativa da RUP, Souza (2001) propõe três diferentes instrumentos básicos: a) uma faixa de variação da produtividade, b) listagem dos fatores com os efeitos positivos e negativos, c) as expressões matemáticas para o cálculo.

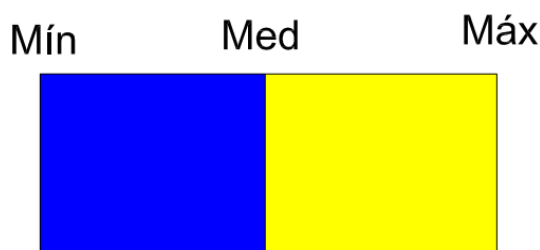
A faixa de variação será adotada nesta dissertação, como mostrada na Figura 5, basicamente ela apresenta o intervalo dos valores de produtividade, delimitados pelos valores mínimos e máximos obtidos, e evidenciado o valor mediano, por julgar mais representativo que a média, uma vez que desconsidera os valores extremos; no entanto, nesta dissertação a faixa de variação será apresentada com valores de RUP cumulativa. Sugere-se que não se faça previsões abaixo do valor mínimo e acima do valor máximo representado.

Figura 5 Faixa de variação da RUP

Fonte: Souza (2001)

Com o intuito de melhor evidenciar o posicionamento da obra estudada com os valores das pesquisas, propõe-se, a adaptação da faixa de variação proposta por Souza (2001) conforme a adaptação mostrada na Figura 6. Onde o valor refere-se à RUP acumulada mínima, mediana e máxima.

Figura 6 Faixa de variação utilizada



Souza (2001) adaptado

2.3.2 Índices de produtividade encontrados na literatura nacional

Por adotar o Modelo dos Fatores buscou-se na literatura brasileira, indicadores de produtividade, nos serviços que serão avaliados nesta dissertação, para a comparação desses com resultados gerados no modelo proposto. Desse modo, serão descritos os intervalos de variação das RUP's cumulativas identificadas na literatura nacional.

2.3.2.1 Alvenaria

Em um estudo realizado na cidade de Belo Horizonte, Pimenta, Souza e Bagno (2014) analisaram a produtividade na alvenaria de vedação de duas obras. Durante 11 dias as produtividades das equipes diretas das obras foram mensuradas de forma diária. Os resultados encontrados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 Pimenta, Souza e Bagno (2014)

<i>RUP direta (Hh/m²)</i>			
	Mínima	Máxima	Média
<i>Obra 1</i>	1,81	2,57	2,19
<i>Obra 2</i>	1,49	2,23	1,85
<i>Média das obras 1 e 2</i>	1,65	2,40	2,00

Fonte: Adaptado de Pimenta, Souza e Bagno (2014)

Mota e Alves (2008) fizeram mensurações da melhoria nas produções em uma obra na cidade de Fortaleza, com a implantação da Teoria Lean. Nessa pesquisa, os autores mensuraram a produção média do serviço de alvenaria antes e depois da implementação. Assim, os índices médios das produções transformados em RUP direta média informam uma produtividade de 0,86 Hh/m².

Brandstetter e Rodrigues (2014) fizeram mensurações de desempenho da mão de obra em serviços de construção na cidade de Goiânia. Foram estudados os serviços de alvenaria e revestimento cerâmico de piso e paredes em duas obras de uma empresa com mais de 15 anos de mercado, com empreendimentos em 4 estados do Brasil. Na avaliação da alvenaria a RUP direta mínima encontrada foi de 0,50 Hh/m², a máxima de 1,05 Hh/m² e a média dos índices de 0,67 Hh/m².

Falcão, Brandstetter e Amaral (2010) avaliaram diretrizes estratégicas para melhoria da eficiência logística em canteiro de obras. Em uma empresa da construção civil, foram mensuradas as produtividades das equipes diretas nos serviços de alvenaria e contrapiso. No serviço de alvenaria a RUP mínima encontrada foi de 0,21 Hh/m², a máxima de 0,49 Hh/m² e o índice médio de 0,38 Hh/m².

Hezel e Oliveira (2001) pesquisaram sobre a variabilidade da produtividade da mão de obra das equipes diretamente envolvida na execução de seis obras. Foram estudados os serviços de alvenaria, revestimento interno e emboço externo. No serviço de alvenaria a RUP mínima mensurada foi de 0,46 Hh/m², a máxima de 1,39 Hh/m² e a média de 0,78 Hh/m².

Silva, Andrade e Dantas (2013) em um estudo para subsidio na decisão por blocos cerâmicos com oito e seis furos, mensuraram a produtividade em alvenaria de vedação na cidade de Teresina. A obra avaliada foi um edifício de múltiplos pavimentos e o tipo de produtividade mensurada foi a da equipe direta. O intervalo de variação observado tem a RUP mínima de 0,32 Hh/m², a máxima de 0,97 Hh/m² e o valor médio de 0,56 Hh/m².

Araújo e Souza (2000) fizeram a detecção e quantificação dos fatores que afetam a produtividade. Para isso, foram estudadas 9 obras em um total de 462 dias úteis de coleta de dados. O tipo de RUP mensurado foi das equipes diretas das obras. O intervalo observado foi com a RUP mínima de 0,62 Hh/m², a máxima de 1,45 Hh/m² e a média de 0,96 Hh/m².

Souza e Araújo (2001) avaliaram o uso do indicador de produtividade como gestão de serviços de construção. Nesse artigo, os autores mensuraram 28 amostras de produtividade de RUP's diretas. O intervalo de variação observado foi de 0,55 Hh/m² para a RUP mínima, a máxima de 3,27 Hh/m² e o índice médio de 1,93 Hh/m².

Leusin (2003) avaliou métodos de controle de produção e de produtividade nas edificações. Nesse artigo, o autor fez um levantamento em 27 empresas no estado do Rio de Janeiro. Foram estudados os serviços de reboco interno e alvenaria com a aferição de índices médios para os serviços. No serviço de alvenaria foi mensurado o índice médio para a RUP direta de 0,71 Hh/m².

Soares (1994) estudou a variabilidade nos resultados da medição de produtividade em alvenarias e em reboco. A pesquisa foi realizada na cidade de Santa Maria estado do Rio Grande do Sul em uma empresa da construção civil e o tipo de produtividade observada foi a produção dos oficiais. No serviço de Alvenaria o intervalo observado foi de: RUP oficial mínima 0,85 Hh/m², máxima 1,89 Hh/m² e média de 1,23 Hh/m².

O artigo com maior quantidade de intervalos de variação encontrados na literatura nacional foi realizado por Santos, Saffaro, Bressiani e Heineck - Santos *et al.* (2003). Nesse trabalho os autores realizaram um estudo dos índices de produtividade disponíveis na literatura. O total de 70 publicações nacionais foi analisado e estabelecido um intervalo de variação para 24 serviços. Desse artigo foram retirados intervalos de variação para os serviços de alvenaria, revestimento interno em argamassa, contrapiso, revestimento interno de piso e parede, revestimento interno de piso, emboço de fachada e revestimento de fachada. O tipo de produtividade observada foi a RUP direta. No serviço de alvenaria a RUP mínima encontrada foi de 1,00 Hh/m², a máxima de 2,00 Hh/m² e a média de 1,50 Hh/m².

Pozzobon, Modler e Kurzawa (2007) avaliaram a importância da gestão da produtividade da mão de obra para sistemas construtivos em implantação na cidade de Ijuí – Rio Grande do Sul. No artigo foi mensurada a produtividade da equipe direta na execução de blocos de concreto para alvenaria estrutural. O intervalo de variação obtido tem a RUP direta mínima de 0,93 Hh/m², a máxima de 3,27 Hh/m² e o índice médio de 1,93 Hh/m².

Santos e Santos (2007) identificaram problemas nos processos construtivos a partir do índice de produtividade. A pesquisa foi realizada em duas obras, sendo uma de construção e outra e reforma. O tipo de produtividade estudada foi a RUP direta nos serviços de alvenaria e de revestimento interno em argamassa. No serviço de alvenaria o intervalo de variação observado foi: RUP direta mínima de 1,00 Hh/m², máxima de 1,70 Hh/m² e o valor médio de 1,40 Hh/m².

Sales *et al.* (2005) avaliou a melhoria da gestão da obra através do controle da qualidade e da produtividade da mão de obra na cidade de Fortaleza. A produtividade observada foi das equipes nos serviços de contrapiso e alvenaria. O intervalo de variação da RUP direta em alvenaria foi: mínima de 0,54 Hh/m², máxima de 1,01 Hh/m² e média de 0,75 Hh/m².

Carvalho, Moura e Andrade (2013) analisaram indicadores de produtividade subsidiando a redução de custos no serviço de alvenaria na cidade de Teresina. O tipo de produtividade mensurado na obra foi a RUP direta. O intervalo de variação tem o índice mínimo de 0,55 Hh/m², o máximo de 1,33 Hh/m² e o valor médio de 0,89 Hh/m².

Akkari, Souza e Silva (2005) fizeram uma análise crítica dos métodos de cálculo das durações na programação do serviço de alvenaria. O tipo de produtividade mensurado no trabalho foi a RUP dos oficiais. O intervalo de variação observado no artigo tem a RUP mínima de 0,84 Hh/m², a máxima de 1,04 Hh/m² e o índice médio de 0,92 Hh/m².

Tomazetti, Reis e Souza (2005) verificaram subsídios para a escolha da vedação vertical em relação à produtividade e consumo de materiais. Os materiais analisados foram a vedação em alvenaria e em gesso acartonado. O intervalo de produtividade da equipe direta mensurado tem a RUP mínima de 1,82 Hh/m², média de 2,32 Hh/m² e máxima de 2,69 Hh/m².

Foram obtidos dados de 17 estudos, em que os indicadores de produtividade na execução da alvenaria variaram conforme apresentado na Tabela 2

Tabela 2 RUP's da bibliografia em alvenaria

Autores	RUP direta			RUP oficial		
	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
Santos <i>et al.</i> (2003)	1,00	1,50	2,00	-	-	-
Santos e Santos (2007)	1,00	1,40	1,70	-	-	-
Pozzobon, Modler e Kurzawa (2007)	0,93	1,93	3,27	-	-	-
Souza e Araujo (2001)	0,55	0,82	2,67	-	-	-
Leusin (2003)	-	0,71	-	-	-	-
Araujo e Souza (2000)	0,62	0,96	1,45	-	-	-
Silva, Andrade e Dantas (2013)	0,32	0,56	0,97	-	-	-
Hezel e Oliveira (2001)	0,46	0,78	1,39	-	-	-
Falcão, Brandstetter e Amaral (2010)	0,21	0,38	0,49	-	-	-
Brandstetter e Rodrigues (2014)	0,5	0,67	1,05	-	-	-
Pimenta, Souza e Bagno (2014)	1,65	2,00	2,40	-	-	-
Mota e Alves (2008)		0,86		-	-	-
Akkari, Souza e Silva (2005)	-	-	-	0,84	0,92	1,04
Carvalho, Moura e Andrade (2013)	0,55	0,89	1,33	-	-	-
Sales <i>et al.</i> (2005)	0,54	0,75	1,01	-	-	-
Tomazetti, Reis e Souza (2005)	1,82	2,32	2,69	-	-	-
Soares (1994)				0,85	1,23	1,89
Médias	0,21	1,10	3,27	0,84	1,08	1,89

Fonte: o autor

2.3.2.2 Revestimento Interno em Argamassa

Mota e Alves (2008) fizeram mensurações da melhoria nas produções em uma obra na cidade de Fortaleza, com a implantação da Teoria *Lean*. Nessa pesquisa, os autores mensuraram a produção média do serviço de alvenaria antes e depois da implementação da teoria *Lean*. Assim, os índices médios das produções transformados em RUP direta média informam uma produtividade de 0,59 Hh/m².

Masseto *et al.* (1998) fizeram uma análise sobre novas tecnologias nos revestimentos verticais em argamassa, sendo utilizada a argamassa projetada. Em sua pesquisa os autores utilizaram índices de produtividade para o revestimento interno e externo de edificações, extraídos de trabalhos realizados na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e do TCPO (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos). No estudo os autores analisaram 5 obras, quatro com revestimento externo e uma com o revestimento interno, e mensuraram seus índices de produtividade. No revestimento interno foi obtida apenas uma amostra de RUP direta com o índice de 0,50 Hh/m².

Cancado *et al.* (2013) mensuraram a produtividade do serviço de reboco projetado em um parque aquático. A coleta dos dados foi realizada de forma aleatória com o quantitativo de 32 amostras de produtividade. O tipo de produtividade mensurado foi a RUP do oficial, com o valor de RUP mínima de 0,37 Hh/m², a máxima de 3,80 Hh/m² e a média de 1,39 Hh/m².

Souza, Almeida e Silva (2003) estudaram a variabilidade da produtividade aplicada aos manuais de orçamentação. Na pesquisa foram comparadas as produtividades do TCPO 2000 com sete obras na aplicação de argamassa para revestimento interno de paredes. Na mensuração das produtividades das obras foram avaliadas as RUP's dos oficiais. O intervalo de variação observado foi de 0,35 Hh/m² de RUP mínima, máxima de 0,69 Hh/m² e média de 0,45 Hh/m².

Hezel e Oliveira (2001) pesquisaram sobre a variabilidade da produtividade na execução de obras, com descrito no serviço de alvenaria. No serviço de revestimento interno a RUP mínima mensurada foi de 0,51 Hh/m², a máxima de 0,63 Hh/m² e a média de 0,56 Hh/m².

Leusin (2003) avaliou métodos de controle de produção e de produtividade nas edificações, como já descrito no item anterior. No serviço de revestimento interno em argamassa foi mensurado o índice médio para a RUP direta de 0,60 Hh/m².

Soares (1994) estudou a variabilidade nos resultados da medição de produtividade em alvenarias e em reboco, como descrito no item anterior. No serviço de revestimento interno em argamassa o intervalo observado da produtividade da mão de obra tem a RUP oficial mínima 0,45 Hh/m², máxima 0,91 Hh/m² e média de 0,60 Hh/m².

Santos *et al* (2003) realizaram um estudo dos índices de produtividade disponíveis na literatura, como descrito no serviço de alvenaria. No serviço de revestimento interno em argamassa a RUP mínima encontrada foi de 0,50 Hh/m², a máxima de 1,80 Hh/m² e a média de 1,00 Hh/m².

Ojeda, Souza e Cardoso (2010) mensuraram as produtividades da mão de obra na execução de revestimento interno em argamassa em obra de mutirão em São Paulo. O levantamento dos dados foi realizado em 29 dias sendo obtidas produtividades das equipes

diretas e dos oficiais. O intervalo de variação da RUP direta tem o valor mínimo de 0,40 Hh/m², o máximo 1,30 Hh/m² e a média de 0,70 Hh/m². O intervalo da RUP do oficial tem o índice mínimo de 0,38 Hh/m², o máximo 0,95 Hh/m² e o valor médio de 0,63 Hh/m².

Santos e Santos (2007) identificaram problemas nos processos construtivos a partir do índice de produtividade, como descrito no item anterior. No serviço de revestimento interno em argamassa o intervalo de variação observado tem a RUP direta mínima de 0,50 Hh/m², máxima de 1,00 Hh/m² e o valor médio de 1,80 Hh/m².

Silva e Nakakura (2001) fizeram um estudo comparativo da aplicação de argamassa industrializada com a preparada em obra. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 Silva e Nakakura (2001)
RUP direta (Hh/m²)

	Mínimo	Médio	Máximo
Industrializada	0,94	1,83	3,87
Preparada em obra	1,63	2,07	3,22

Fonte: Silva e Nakakura (2001) adaptado

Falcão e Brandstetter (2012) desenvolveram propostas de melhorias da eficiência logística na execução de revestimentos em argamassa na cidade de Goiânia. O tipo de produtividade observada na obra foi a RUP da equipe direta. O intervalo de variação tem a RUP mínima de 0,27 Hh/m², a máxima de 0,94 Hh/m² e a média de 0,37 Hh/m².

Oliveira *et al.* (1999) estudou a produtividade em revestimento com argamassa na cidade de Cascavel – Paraná. O tipo de produtividade mensurado na obra foi a RUP direta. O intervalo de variação observado tem a RUP mínima de 0,34 Hh/m², a máxima de 0,48 Hh/m² e o índice médio de 0,40 Hh/m².

Foram obtidos dados de quatorze estudos, em que os indicadores de produtividade na execução da revestimento interno de argamassa variaram conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 RUP's da bibliografia em RIA (continua)

Autores	RUP direta			RUP oficial		
	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
Santos <i>et al.</i> (2003)	0,5	1	1,8	-	-	-
Santos e Santos (2007)	0,5	1	1,8	-	-	-
Ojeda, Souza e Cardoso (2010)	0,4	0,7	1,3	0,38	0,63	0,95
Hezel e Oliveira (2001)	0,51	0,56	0,63	-	-	-
Souza, Almeida e Silva (2003)	-	-	-	0,35	0,45	0,69
Cancado <i>et al.</i> (2013)	-	-	-	0,37	1,39	3,8

Tabela 4 RUP's da bibliografia em RIA (conclusão)

Autores	RUP direta			RUP oficial		
	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
Mota e Alves (2008)	-	0,59	-	-	-	-
Oliveira <i>et al.</i> (1999)	0,34	0,40	0,48	-	-	-
Falcão e Brandstetter (2012)	0,27	0,37	0,94	-	-	-
Silva e Nakakura (2001)	1,63	2,07	3,22	-	-	-
Silva e Nakakura (2001)	0,94	1,83	3,87	-	-	-
Leusin (2003)		0,6		-	-	-
Soares (1994)	-	-	-	0,45	0,6	0,91
Massetto <i>et al.</i> (1998)	-	0,5	-	-	-	-
Médias	0,27	0,87	3,87	0,35	0,77	3,80

Fonte: o autor

2.3.2.3 Contrapiso

Falcão, Brandstetter e Amaral (2010) avaliaram diretrizes estratégicas para melhoria da eficiência logística em canteiro de obras, como já descrito no serviço de alvenaria. No serviço de contrapiso a RUP mínima encontrada foi de 0,19 Hh/m², a máxima de 0,27 Hh/m² e o índice médio de 0,25 Hh/m².

Santos *et al* (2003) realizaram um estudo sobre os índices de produtividade disponíveis na literatura, como descrito no serviço de alvenaria. No serviço de contrapiso a RUP mínima encontrada foi de 0,30 Hh/m², a máxima de 0,80 Hh/m² e a média de 0,50 Hh/m².

Silva, Souza e Librais (2001) avaliaram a previsão da produtividade na execução de contrapisos. O total de sete obras foi estudado com a mensuração da produtividade do oficial e das equipes diretas de execução. O intervalo da RUP oficial observado, tem o valor mínimo de 0,08 Hh/m², a máxima de 0,58 Hh/m² e a média de 0,36 Hh/m². Na avaliação da equipe direta a RUP mínima obtida foi de 0,46 Hh/m², a máxima de 1,09 Hh/m² e a média de 0,76 Hh/m².

Araújo e Souza (1999) mensuraram a produtividade na execução de revestimentos em argamassa. Foram levantadas informações em cinco canteiros de obras e a produtividade das equipes diretas foi mensurada. No serviço de contrapiso, a RUP direta mínima encontrada foi de 0,38 Hh/m², a máxima de 2,31 Hh/m² e a média de 0,90 Hh/m².

Sales *et al.* (2005) avaliou a melhoria da gestão da obra através do controle da qualidade e da produtividade da mão de obra na cidade de Fortaleza, como descrito no serviço de alvenaria. O intervalo de variação da RUP direta em contrapiso foi de 0,19 Hh/m², a máxima de 0,44 Hh/m² e a média de 0,22 Hh/m².

Foram obtidos dados de cinco estudos, em que os indicadores de produtividade na execução do contrapiso variaram conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 RUP's da bibliografia em contrapiso

Autores	RUP direta			RUP oficial		
	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
Santos <i>et al.</i> (2003)	0,30	0,50	0,80	-	-	-
Falcão, Brandstetter e Amaral (2010)	0,19	0,25	0,27	-	-	-
Araújo e Souza (1999)	0,38	0,90	2,31	-	-	-
Sales <i>et al.</i> (2005)	0,19	0,22	0,44	-	-	-
Silva, Souza e Librais (2001)	0,46	0,76	1,09	0,08	0,36	0,58
Médias	0,19	0,53	2,31	0,08	0,36	0,58

Fonte: o autor

2.3.2.4 Revestimento Interno de Piso e Parede

Brandstetter e Rodrigues (2014) fizeram mensurações de desempenho da mão de obra em serviços de construção na cidade de Goiânia, como já descrito no serviço de alvenaria. Na avaliação do Revestimento Cerâmico de Piso e Parede (RIPP) a RUP direta mínima encontrada foi de 0,45 Hh/m², a máxima de 0,77 Hh/m² e a média dos índices de 1,15 Hh/m².

Santos *et al.* (2003) realizaram um estudo dos índices de produtividade disponíveis na literatura, como descrito no serviço de alvenaria. No serviço de RIPP a RUP mínima encontrada foi de 0,55 Hh/m², a máxima de 1,65 Hh/m² e a média de 0,90 Hh/m².

Marcon e Marchiori (2013) pesquisaram a produtividade da mão de obra na execução de revestimento cerâmico de piso e parede na cidade de Florianópolis. O total de 98 dias de execução foi observado em três equipes de execução. A RUP direta mínima mensurada foi de 0,11 Hh/m², a máxima de 1,22 Hh/m² e a média de 0,37 Hh/m².

Foram obtidos os dados de três estudos, em que os indicadores de produtividade na execução do revestimento interno de piso e parede variaram conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 RUP's da bibliografia em RIPP

Autores	RUP direta		
	Mín	Méd	Máx
Santos <i>et al.</i> (2003)	0,55	0,90	1,65
Marcon e Marchiori (2013)	0,11	0,37	1,22
Brandstetter e Rodrigues (2014)	0,45	0,77	1,15
Médias	0,11	0,68	1,65

Fonte: o autor

2.3.2.5 Revestimento Interno de Piso

Santos *et al* (2003) realizaram um estudo dos índices de produtividade disponíveis na literatura, como descrito no serviço de alvenaria. Revestimento interno de Piso (RIP) a RUP mínima encontrada foi de 0,50 Hh/m², a máxima de 1,50 Hh/m² e a média de 0,80 Hh/m².

Foram obtidos dados de um estudo, em que os indicadores de produtividade na execução do revestimento interno de piso variaram conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 RUP's da bibliografia em RIP

Autores	RUP direta		
	Mín	Méd	Máx
Santos <i>et al.</i> (2003)	0,50	0,80	1,50
Média	0,50	0,80	1,50

Fonte: o autor

2.3.2.6 Emboço de Fachada

Mota e Alves (2008) fizeram mensurações da melhoria nas produções em uma obra na cidade de Fortaleza, com a implantação da Teoria Lean. Nessa pesquisa, os autores mensuraram a produção média do serviço de alvenaria e RIP, como já descrito, e emboço de fachada antes e depois da implementação. Assim, os índices médios das produções transformados em RUP direta média informam uma produtividade de 0,64 Hh/m².

Masseto *et al.* (1998) fez uma análise sobre novas tecnologias nos revestimentos verticais em argamassa. No tocante ao revestimento externo, foram analisadas quatro obras. O intervalo de variação obtido foi de 0,33 Hh/m² de RUP direta mínima, 2,09 Hh/m² de RUP direta máxima e a média de 1,33 Hh/m².

Hezel e Oliveira (2001) pesquisaram sobre a variabilidade da produtividade na execução de obras, com descrito no serviço de alvenaria. No serviço de emboço de fachada a RUP mínima mensurada foi de 0,68 Hh/m², a máxima de 0,82 Hh/m² e a média de 0,75 Hh/m².

Freitas e Cavalcanti (1999) estudaram a produtividade na execução de revestimentos em fachadas em edifícios altos na cidade de Recife. Na pesquisa foi avaliada a produtividade da mão de obra das equipes em quatro empresas. O intervalo de variação observado para o emboço foi: RUP mínima de 0,38 Hh/m², a máxima de 0,57 Hh/m² e o valor médio de 0,47 Hh/m².

Santos *et al* (2003) realizaram um estudo dos índices de produtividade disponíveis na literatura, como descrito no serviço de alvenaria. No serviço de emboço de fachada a RUP mínima encontrada foi de 0,50 Hh/m², a máxima de 2,50 Hh/m² e a média de 1,10 Hh/m².

Salvador e Marchiori (2012) pesquisaram a produtividade da mão de obra e consumo de materiais na aplicação de argamassa em fachada, na cidade de Florianópolis. Foram mensuradas as RUP's diretas de duas equipes durante 50 dias de execuções. O intervalo de variação observado tem o valor mínimo de 0,40 Hh/m², máxima 6,10 Hh/m² e média de 0,73 Hh/m².

Araújo e Souza (1999) mensuraram a produtividade na execução de emboço de fachada com a utilização de argamassa, tendo obtido a RUP direta mínima de 1,30 Hh/m², a máxima de 13,96 Hh/m² e a média de 2,16 Hh/m².

Foram obtidos os dados de sete estudos, em que os indicadores de produtividade na execução da alvenaria variaram conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 RUP's da bibliografia em emboço de fachada

Autores	RUP direta		
	Mín	Méd	Máx
Santos <i>et al.</i> (2003)	0,50	1,10	2,50
Mota e Alves (2008)	-	0,64	-
Freitas e Cavalcante (1999)	0,38	0,47	0,57
Salvador e Marchiori (2012)	0,40	0,73	6,10
Araújo e Souza (1999)	1,30	2,16	13,96
Hezel e Oliveira (2001)	0,68	0,75	0,82
Massetto <i>et al.</i> (1998)	0,33	1,33	2,09
Médias	0,33	1,03	13,96

Fonte: o autor

2.3.2.7 Revestimento Cerâmico em Fachada

Freitas e Cavalcanti (1999) estudaram a produtividade na execução de revestimentos em fachadas em edifícios altos na cidade de Recife, como descrito no item anterior. O intervalo de variação observado para o revestimento da fachada tem a RUP mínima de 0,26 Hh/m², a máxima de 1,00 Hh/m² e o valor médio de 0,52 Hh/m².

Santos *et al.* (2003) realizaram um estudo dos índices de produtividade disponíveis na literatura, como descrito no serviço de alvenaria. No serviço de revestimento de fachada a RUP mínima encontrada foi de 1,00 Hh/m², a máxima de 2,00 Hh/m² e a média de 1,50 Hh/m².

Foram obtidos dados de dois estudos, em que os indicadores de produtividade na execução da alvenaria variaram conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 RUP's da bibliografia em revestimento de fachada (continua)

Autores	RUP direta		
	Mín	Méd	Máx
Santos <i>et al.</i> (2003)	1,00	1,50	2,00

Tabela 9 RUP's da bibliografia em revestimento de fachada (conclusão)

Autores	RUP direta		
	Mín	Méd	Máx
Freitas e Cavalcante (1999)	0,26	0,52	1,00
Médias	0,26	1,01	2,00

Fonte: o autor

2.3.2.8 Forro de Gesso

Padilha *et al.* (2007) analisou a execução de forro de gesso em uma análise quanto aos métodos na cidade de João Pessoa. O tipo de produtividade avaliado em duas empresas foi a RUP do oficial. O intervalo de variação observado tem a RUP mínima de 0,26 Hh/m², a máxima de 0,81 Hh/m² e o valor médio de 0,53 Hh/m².

Foram obtidos dados de um estudo, em que os indicadores de produtividade na execução da alvenaria variaram conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 RUP's da bibliografia em forro de gesso

Autores	RUP oficial		
	Mín	Méd	Máx
Padilha jr <i>et al.</i> (2007)	0,26	0,53	0,81
Média	0,26	0,53	0,81

Fonte: o autor

2.4 Processo de retroalimentação

A retroalimentação é o processo de comunicação que reage a cada informação de entrada e incorpora o resultado da “ação resposta” desencadeada por meio de uma nova informação, a qual afeta o comportamento subsequente, e assim sucessivamente em um processo cíclico (OLIVEIRA, 2002 *apud* MACHADO, 2013).

De acordo com Oliveira (2002) *apud* Machado (2013), a retroalimentação apresenta um caráter regulador da informação por possibilitar um equilíbrio entre o estimado e o real executado, uma vez que as variáveis oscilam dentro de uma determinada faixa, mesmo quando existam interferências que levam a exceder os limites definidos; sendo possível a mudança de faixas de equilíbrio, quando há modificação do seu patamar, assim novos níveis de equilíbrio são formulados e monitorados.

Bertalanffy (2010) *apud* Machado (2013) defende que a estrutura reguladora de um sistema de retroalimentação pode ser conhecida mesmo quando os mecanismos reais

influenciadores permanecem desconhecidos ou não são descritos, bem como o processo de transformação do sistema, desde que se utilize as informações de entradas e saídas do processo.

Machado (2013) defende que o processo de retroalimentação abranja desde o planejamento estratégico da organização, corroborando com as principais razões para aplicação de um processo de medição de desempenho, que segundo Pinto *et al.* (2012), são: assegurar o atendimento ao requisito dos clientes, capacidade de estabelecer objetivos e respeitá-los, prover padrões para comparação, promover a visibilidade para o monitoramento, destacar os problemas e identificar as áreas prioritárias e promover a retroalimentação para a melhoria dos esforços aplicados.

A medição de desempenho é uma importante ferramenta para direcionar as ações estratégicas e os dados de produtividade podem ser usados como informação para o processo de tomada de decisão (NEELY, 1998 *apud* PINTO *et al.*, 2012).

Observando a sistemática de controle, Frezatti *et al.* (2010) apontam o controle orçamentário como uma das principais técnicas para o controle das organizações devendo conter os seguintes elementos: planos e/ou padrões contra o qual o desempenho atual será comparado, monitoramento e acompanhamento do desempenho atual comparado ao planejado, geração de relatórios para que se reconheça, analise e divulgue as variações relativas ao planejado e a geração de ações corretivas para eliminar ou minimizar as variações.

O processo de controle orçamentário proporciona condições de retroalimentação para a orientação dos gestores sobre a adequação das suas variações de produção ao planejado e o comprometimento dos gestores com o atendimento do que foi pré-estabelecido. A retroalimentação permite a reorientação das atividades e prioridades, alimentando o próprio processo de planejamento (FREZATTI *et al.*, 2010).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados o delineamento da pesquisa com suas etapas de desenvolvimento, o paradigma da pesquisa, a natureza dos dados, o tipo de pesquisa na qual se enquadra, a estratégia de pesquisa utilizada e a técnica para a coleta dos dados.

De acordo com Gil (2002, p. 162), é na metodologia que se descrevem os procedimentos a serem seguidos na realização da pesquisa. Sua organização varia de acordo com as peculiaridades de cada pesquisa.

A pesquisa desenvolvida nesta dissertação fez parte de um projeto financiado pelo programa de Inovação Tecnológica da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVACON-CE), no qual foi realizado um estudo para melhoria da produtividade nas empresas cearenses. A pesquisa foi desenvolvida e aplicada pelo Grupo de Pesquisa e Assessoria em Gerenciamento da Construção Civil (GERCON), com a participação de dois mestrados do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, da Universidade Federal do Ceará (UFC), e dois bolsistas pertencentes ao GERCON. Um dos mestrados e coordenador do processo de pesquisa é o autor desta dissertação. Na supervisão geral do estudo existiram dois professores doutores da UFC, sendo um desses o orientador desta pesquisa de dissertação.

O estudo foi realizado em 15 empresas com obras na cidade de Fortaleza, as quais seus gestores pertenciam ao grupo do INOVACON, eles disponibilizaram-se a ceder suas obras e contribuir para o desenvolvimento da pesquisa.

As empresas foram identificadas por códigos e escolhidos, com seus gestores, quais serviços seriam pesquisados em cada empresa. Desse modo, a distribuição dos serviços por empresa ficou como mostrado no Quadro 5.

Nas 15 empresas o total de 25 obras foram avaliadas, sendo que, todas foram relativas a obras de edificações, sendo 23 obras habitacionais verticais de múltiplos pavimentos e 2 obras habitacionais horizontais de blocos com 2 pavimentos. Essas obras com características construtivas diferentes em relação as demais foram identificadas com a cor laranja em seus códigos, para facilidade de descrição e observação do leitor em casos especiais de análise. Ressalta-se que a diferenciação das características das edificações e seus impactos na produtividade da mão de obra não constitui objeto de estudo.

Quadro 5 Distribuição dos serviços por empresa

Empresas		Serviços			
Empresa A	Alvenaria	Revestimento Interno em Argamassa	Bloco de Gesso	Contrapiso	
Empresa B	Alvenaria	Contrapiso	Revestimento Interno de Piso	Bloco de Gesso	
Empresa C	Revestimento interno de piso e parede	Emboço de Fachada	Revestimento cerâmico em Fachada	Forro de Gesso	
Empresa E	Revestimento Interno em Argamassa	Contrapiso	Emboço de Fachada	Revestimento Interno de Piso	
Empresa G	Revestimento Interno em Argamassa	Revestimento Interno de Piso e Parede	Emboço de Fachada	Revestimento Cerâmico em Fachada	Forro de Gesso
Empresa H	Alvenaria	Revestimento Interno em Argamassa	Contrapiso	Revestimento Cerâmico em Fachada	
Empresa I	Alvenaria	Revestimento Interno em Argamassa	Revestimento Interno de Piso e Parede	Emboço de Fachada	
Empresa J	Contrapiso	Revestimento Interno de Piso e Parede	Revestimento Interno em Argamassa	Bloco de gesso	Forro de Gesso
Empresa K	Alvenaria	Revestimento Interno de Piso e Parede	Revestimento Cerâmico em Fachada	Forro de Gesso	
Empresa L	Bloco de Gesso				
Empresa M	Alvenaria	Contrapiso	Revestimento Interno de Piso	Emboço de Fachada	Revestimento Cerâmico em Fachada
Empresa N	Revestimento Interno em Argamassa	Contrapiso	Revestimento Interno de Piso	Revestimento Cerâmico em Fachada	
Empresa O	Alvenaria	Contrapiso	Revestimento Interno em Argamassa		
Empresa P	Alvenaria	Bloco de Gesso			
Empresa Q	Alvenaria	Revestimento Interno em Argamassa	Contrapiso	Revestimento Interno de Piso e Parede	Revestimento Interno de Piso

Fonte: o autor

A Tabela 11 mostra o quantitativo de amostras obtidas por serviço, no total foram mensuradas 640 amostras de produtividade de serviços. Os serviços com os maiores quantitativos de amostras foram a alvenaria, com 179 amostras, e o bloco de gesso, com 103. Do mesmo modo, os serviços com menores amostras foram o forro de gesso, com 20, e o revestimento interno de piso, com 33 amostras. A explicação para o baixo quantitativo de amostras no serviço de forro de gesso foi causada pela falta de preocupação da obra em controlar esse processo, pois sendo ele terceirizado a empresa contratante não possuía o interesse em controlar o quantitativo da mão de obra da contratada. O serviço era predominantemente realizado por empresas subcontratadas, e assim, apenas o seu prazo e o quantitativo executado eram mensurados, sem a preocupação de um controle em relação a mão de obra.

Tabela 11 Quantidade de amostras por serviço

Serviço	Tamanho da Amostra
Alvenaria	179
Reboco	95
Contrapiso	52
Revestimento de piso e parede	48
Revestimento de piso	33
Emboço de Fachada	58
Revestimento cerâmico de Fachada	52
Bloco de Gesso	103
Forro Gesso	20
Total	640

Fonte: o autor

As amostras foram formadas pela produtividade dos oficiais pertencentes as equipes diretas na execução de seus pacotes. Cada empresa determinava o seu pacote de execução, para cada equipe, de forma particular, podendo esse representar o quantitativo relativo a um apartamento ou a um pavimento como um todo.

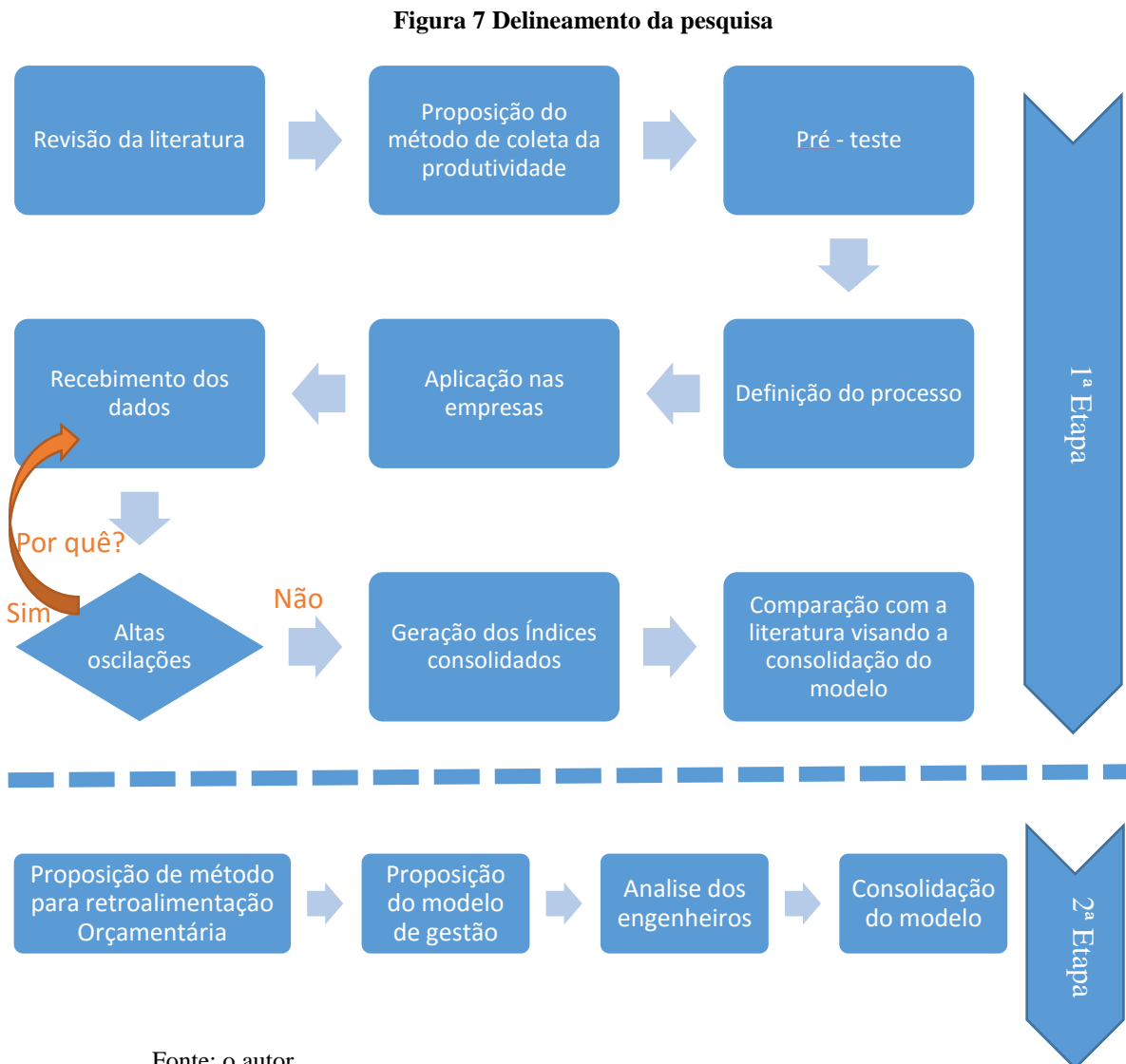
O grande número de amostras foi possibilitado pela ajuda dos engenheiros, técnicos e estagiários das empresas na fase de coleta das informações, o que proporcionou uma agilidade na obtenção dos dados para o desenvolvimento da pesquisa.

Nos subitens seguintes serão descritos o delineamento da pesquisa com suas etapas de elaboração e desenvolvimento. Em seguida, serão apresentadas as características metodológicas desta dissertação.

3.1 Delineamento da pesquisa

Segundo Bauren *et al.* (2008, p. 76), os delineamentos estão no rol de procedimentos metodológicos, que possuem um importante papel na pesquisa científica, no sentido de articular planos e estruturas a fim de obter soluções para o problema estudado.

O delineamento desta dissertação está representado na Figura 7, tendo-se a divisão da pesquisa em duas etapas. Na primeira etapa, desenvolveu-se a revisão da literatura, a proposição do modelo de coleta da produtividade, o pré-teste, a definição do processo de obtenção dos índices, a aplicação nas empresas, o recebimento dos dados, a verificação das altas oscilações, geração dos índices e sua comparação outras pesquisas nacionais como forma de validação.



Na segunda etapa, com os índices mensurados e validados desenvolve-se o método de retroalimentação orçamentária, proposição do modelo de gestão, a análise dos engenheiros de duas das obras e a consolidação do modelo de gestão.

3.1.1 1ª Etapa da pesquisa

A primeira etapa consiste no desenvolvimento das atividades de revisão da literatura, a proposição do método de coleta da produtividade, o pré-teste, a definição do processo de obtenção dos índices, a aplicação nas empresas, o recebimento dos dados, a verificação das altas oscilações, geração dos índices e sua comparação outras pesquisas nacionais como forma de validação.

3.1.1.1 Revisão da literatura

A primeira etapa da pesquisa teve início com a localização, coleta e leitura da literatura existente sobre produtividade na construção civil. Essa etapa teve o objetivo do levantamento de artigos na área, tanto nacionais como internacionais, além de teses e dissertações nacionais.

Assim, foram identificados os principais periódicos, aqueles com melhores índices qualis, e os principais eventos com publicações na área. Os principais periódicos internacionais identificados foram o *Construction Management and Economics*, *Journal of Construction Engineering and Management* e o *Automation in construction*. Dentre os eventos internacionais, o *CIB International Symposium of W055 e W065* foram os principais em estudos sobre produtividade. Além desses, o instituto *Building Research Establishment* (BRE) até a década de 90 foi um grande desenvolvedor de pesquisas nessa área.

Em relação às publicações nacionais, o periódico da área encontrado foi a Revista Ambiente Construído (RAC) e os principais eventos o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC) e Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP).

A citação desses periódicos e eventos como os principais nacionais e internacionais não exclui a existência de bons artigos e autores renomados em outros. Apenas informa, que, de modo global, grande parte dos principais artigos encontram-se nos periódicos e eventos supracitados.

3.1.1.2 Proposição do método de coleta da produtividade

O processo inicial para elaboração do artefato teve início com a obtenção de três planilhas de medições já utilizadas pelas empresas com obras no estado do Ceará, essas planilhas encontram-se em Anexo. Com a análise desses arquivos, observou-se que todas as empresas quantificavam a mão de obra, o período de execução e registravam os quantitativos executados, ou por cada equipe, ou pelo somatório global de todas as equipes. No entanto, um incremento foi feito ao conteúdo das planilhas existentes. Foi observado que as empresas não consideram faltas na planilha de medição, incremento fundamental para uma maior confiabilidade do número. A partir dessas observações, desenvolveu-se uma nova planilha contendo esses dados de entrada e, que através deles, gerar-se-iam os índices de produtividade.

3.1.1.3 Pré-teste

O pré-teste da planilha de mensuração da produtividade foi realizado através de um projeto piloto em duas das empresas participantes da pesquisa, sendo essas, as Empresas B e M. O pré-teste teve como objetivo a obtenção da melhor forma de entendimento do processo para as equipes técnicas das obras, que fariam a coleta dos dados, e para avaliação da confiabilidade dos índices de produtividade gerados pelo modelo proposto.

Os primeiros índices foram obtidos e os seus resultados apresentados aos diretores técnicos de todas as empresas participantes da pesquisa, sendo essas apresentações nas reuniões semanais do INOVACON – Grupo de Inovação Tecnológica da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará; onde os diretores técnicos das principais empresas locais reúnem-se de forma habitual, com vista ao desenvolvimento da construção civil cearense. Após a exposição dos resultados gerados pelo modelo no pré-teste, foi constatada, pelos gestores das empresas, a veracidade dos resultados, substanciada pelas opiniões repassadas pelos gestores das empresas

B e M. Assim, a planilha de mensuração da produtividade teve sua viabilidade aprovada para uso na pesquisa.

3.1.1.4 Definição do processo

Para a definição final da planilha de obtenção dos índices de produtividade poucas alterações foram feitas a partir do pré-projeto. Houve a melhoria na apresentação do *layout* das planilhas para melhor compreensão e a utilização de processos automatizados para a consideração do turno de trabalho diferenciado na sexta-feira. Essa diferenciação advém da redução em uma hora do período de trabalho na sexta-feira em comparação aos demais dias da semana. Esse processo foi necessário para maior precisão no índice de produtividade gerado.

3.1.1.5 Aplicação nas empresas

Após a definição da planilha para obtenção dos índices foram iniciadas as visitas às demais empresas participantes da pesquisa para explicação do processo de pesquisa. Nessa fase, foi explicitado o funcionamento da planilha, para a coleta dos dados, e o seu correto preenchimento. Durante o processo de apresentação aos engenheiros, técnicos e estagiários das obras, foi observada a facilidade no entendimento do processo, por esse ser semelhante ao que já é realizado nas medições dos serviços realizadas pelas empresas.

Após a entrega da planilha foi agendada uma data para seu recebimento. Ao passo que eram recebidas as planilhas com os dados de entrada e as informações das produtividades orçadas, iniciava-se a consolidação dos resultados e verificação das amostras de produtividade geradas através das informações recebidas.

Com essa verificação, foram observadas altas oscilações em alguns casos. A verificação das oscilações foi realizada por meio da solicitação de confirmação da veracidade dos dados de entrada. A equipe de pesquisa entrou em contato novamente com as obras para confirmação e/ou explicação das informações recebidas. Essa confirmação não teve o intuito de avaliar possíveis fatores que tenham afetado a produtividade, mas corrigir possíveis erros no preenchimento de coleta dos dados nas obras.

3.1.1.6 *Geração dos índices consolidados*

O processamento dos dados e consolidação das produtividades teve início à medida que os dados eram recebidos e suas variações explicadas. Com a inserção dos dados de entrada e com a aplicação de automatizações na planilha, gerou-se as RUP's cumulativas dos oficiais de forma instantânea. Após isso, gerou-se também o índice mediano para cada serviço, através da avaliação da produtividade de todas as equipes de execução. Índice esse que foi utilizado para inserção na planilha de retroalimentação, que será explicada na segunda etapa da pesquisa.

Apesar de conter informações relativas aos serventes, na informação da equipe direta, esta dissertação partiu da premissa que as produtividades são geradas apenas pelos profissionais de cada serviço, pois esses foram os índices utilizados para a retroalimentação orçamentária.

Após o processamento total dos dados, foram totalizadas 640 amostras de produtividade em 15 empresas, as quais forneceram 25 obras e 9 serviços foram avaliados.

3.1.1.7 *Comparação dos resultados com a literatura nacional*

Para a consolidação dos índices de produtividade gerados pelo modelo, foram realizadas comparações entre intervalos de variação dos índices gerados em cada serviço com a literatura nacional; isso a partir dos intervalos obtidos na catalogação de artigos com dados de RUP cumulativa do oficial e da equipe direta avaliado nesta dissertação. Além disso, os dados foram também comparados a uma pesquisa em andamento, com os principais pesquisadores nacionais da área. Isso possibilitou um aumento na confiabilidade dos dados objetivos, juntamente com a validação do modelo.

A pesquisa supracitada pertence à atualização do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) fornecido pela CAIXA¹. Assim, compararam-se os índices divulgados, dos serviços pesquisados nesta dissertação, com os dados da pesquisa relativas à atualização da tabela SINAPI. Dos nove serviços aqui estudados, os

¹ A CAIXA no ano de 2014 iniciou um processo de pesquisa para atualização dos seus índices pertencentes as composições de custo da sua base de dados chamada SINAPI. No mês de dezembro de 2015, encontrou-se no site da CEF, divulgados os dados dos serviços que já foram finalizados, esses foram coletados em diferentes regiões do país pelos principais pesquisadores nacionais em produtividade da mão de obra.

quais possuíam similaridade com os da CEF, foram o total de cinco (Alvenaria, Contrapiso, Revestimento Interno de Piso, Emboço de Fachada e Revestimento Cerâmico em Fachada).

Com relação à comparação com a literatura apenas um serviço não foi possível de comparação. Sendo assim, somente oito serviços puderam ser comparados (Alvenaria, Revestimento Interno em Argamassa, Contrapiso, Revestimento Interno de Piso e Parede, Emboço de Fachada, Revestimento Cerâmico em Fachada e Forro de Gesso).

Para essas comparações e conseqüente consolidação dos índices, foi realizada a comparação das produtividades das equipes diretas com a literatura nacional, pois na pesquisa as informações para esses resultados também foram obtidas. Entretanto por premissa de estudo não são o foco da dissertação. Logo, para uma maior confiabilidade do modelo e com a obtenção dessas informações através da literatura, apropriou-se as produtividades das equipes diretas na pesquisa, apenas para maior validade dos índices gerados pelo modelo.

3.1.2 2ª Etapa da pesquisa

A segunda etapa, por sua vez, consiste na utilização dos índices gerados na primeira etapa para a retroalimentação orçamentária. Além disso, nessa etapa desenvolve-se o método de retroalimentação orçamentária, proposição do modelo de gestão, a análise dos engenheiros de duas das obras e a consolidação do modelo de gestão

3.1.2.1 Proposição do modelo de retroalimentação orçamentária

Essa etapa é realizada com a atualização dos índices de produtividade contidos no orçamento de cada obra, de forma automática, ao término de cada ciclo de medição. Esse processo é realizado com as RUP's cumulativas medianas das equipes, geradas ao longo da apropriação dos índices em cada ciclo de medição realizado. A 2ª etapa foi operacionalizada através da aplicação desse processo nas empresas B e M, em que foram realizadas as gestões da produtividade mês a mês, com a obtenção da RUP cumulativa dos oficiais. Após este levantamento, um valor mediano foi gerado para cada ciclo de medição daquele serviço e utilizado para a retroalimentação orçamentária.

Nesta dissertação, foram mensuradas as RUP's cumulativas dos oficiais e da equipe direta. Entretanto, no processo de retroalimentação a RUP cumulativa direta foi utilizada apenas para a comparação com os índices obtidos na literatura, como citado na primeira etapa da pesquisa.

A retroalimentação pôde ser realizada através da criação de uma nova planilha ou com incrementos a uma planilha existente, utilizada para a medição dos serviços pelas empresas.

3.1.2.2 Proposição do modelo de gestão

O modelo de gestão é formado pelo método desenvolvido para mensuração da produtividade e do método para retroalimentação orçamentária. Com o modelo de gestão é possível a mensuração dos índices de produtividade, verificação dos índices da mão de obra orçados e sua atualização para os índices reais de obra, como também gera informações ao controle da produção com a análise mês a mês das produtividades obtidas. Dessa forma, o modelo gera informações essenciais a um bom processo de controle de produção como subsídios para um processo de planejamento de obras futuras. Com as informações obtidas nas obras somadas as características de execução observadas pode-se gerar informações com maior grau de precisão para o desenvolvimento de empreendimentos futuros.

3.1.2.3 Análise dos engenheiros das obras

Para a avaliação da viabilidade de implantação do modelo proposto, foram feitas entrevistas com os engenheiros de duas das empresas participantes da pesquisa (B e M). Esses profissionais acompanharam a pesquisa desde o pré-teste até o encerramento do levantamento das informações. Nas entrevistas, foram abordadas perguntas sobre a viabilidade de implantação do modelo dentro do processo de medição das empresas. O roteiro da entrevista encontra-se no Apêndice.

As perguntas tiveram o objetivo de analisar três pontos principais: a avaliação dos profissionais em relação à escolha dos dados de entrada, a verificação dos dados gerados (se

são os realmente percebidos pela empresa), e a possibilidade de implantação do processo de retroalimentação dentro das empresas de construção civil.

3.2 Paradigma da pesquisa

Segundo Burrell e Morgan (1979), a abordagem funcionalista tende a assumir que o mundo social é composto de artefatos empíricos relativamente concretos e relacionamentos que podem ser identificados, estudados e medidos através de abordagens derivadas das ciências naturais. O uso de analogias mecânicas e biológicas como meio de modelagem e compreensão do mundo social é particularmente favorecido em muitas teorias funcionalistas.

O objetivo desta pesquisa é a criação de um modelo de gestão da produtividade que gere resultados confiáveis e subsidie o processo de retroalimentação do orçamento. Tem-se o foco na geração de índices que possa atualizar o orçamento das empresas, gerar informações sobre o seu processo produtivo e subsidiar processos futuros de orçamentação e planejamento de novas obras. Assim, pode-se inferir que a presente dissertação enquadra-se no paradigma funcionalista por objetivar a regulação e a construção de um conhecimento empírico útil.

3.3 Natureza dos dados

Com relação à natureza da pesquisa, essa é definida como quantitativa. As pesquisas quantitativas são aquelas em que os dados coletados podem ser mensurados ou quantificados. Os dados são filtrados, organizados e tabulados, enfim, preparados para serem submetidos a testes ou técnicas estatísticas. O estudo dos dados orienta-se através do entendimento e conceituação de técnicas e métodos estatísticos (MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

A pesquisa quantitativa busca construir as bases do conhecimento na análise das variáveis e através de sua mensuração e quantificação. A análise quantitativa comporta maior objetividade e pode reduzir a subjetividade e influências pessoais (FLICK, 2004 *apud* MASIERO *et al.*, 2013).

Nesta dissertação, o processo aplicação e obtenção de resultados pelo artefato ocorreram de modo quantitativo. Por meio de análises estatísticas como medianas e coeficiente de variação, obteve-se os índices de produtividade e análise de seus resultados.

3.4 Tipo de pesquisa

O tipo da pesquisa desenvolvida nesta dissertação caracteriza-se como descritiva. Segundo Gil (2002, p 81), a pesquisa descritiva tem como objetivo principal a descrição de características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relação entre variáveis. Uma das características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionários e a observação sistemática.

De acordo com Andrade (2008, p. 5), na pesquisa descritiva os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados sem a influência do pesquisador.

O fator preponderante que caracteriza a descrição, e almejado pelo pesquisador, foi a não interferência nos dados, sendo esse um dos princípios fundamentais utilizados no desenvolvimento desta dissertação, em que o pesquisador não aplicou qualquer técnica que influenciasse a geração ou apresentação dos resultados obtidos.

3.5 Estratégia de pesquisa

A estratégia de pesquisa utilizada nesta dissertação foi o *design science*. Segundo Vaishnavi e Kuechler (2004), o *design science research* contém uma variedade de técnicas e perspectivas analíticas e sintéticas para as pesquisas na área de sistemas de informação. O *design science* envolve a criação de um novo conhecimento através de um projeto novo ou de um artefato inovador e a análise do uso e/ou performance desse artefato com reflexões e abstração, para melhorar e compreender o comportamento dos aspectos nos sistemas de informações.

De acordo com Sordi, Meireles e Sanches (2010), o *design science* tem como foco a geração do conhecimento a partir da busca de soluções para problemas do mundo real, daí a menção ao *design*, em referência as técnicas, procedimentos, fundamentos e ferramentas

utilizadas pelos profissionais em seus campos de atuação. Pela sua natureza pragmática, ele tem maior difusão nas áreas da ciência com maior vínculo prático como a administração, medicina e engenharia.

A pesquisa desta dissertação teve como estratégia de pesquisa o Design Science. Através de um artefato aplicado pelas planilhas eletrônicas é possível mensurar a performance da mão de obra e refletir para melhorar e compreender os aspectos que esse sistema contém.

O artefato proposto tem as suas técnicas e procedimentos descritos para a utilização pelos demais profissionais da área. Tendo o modelo a sua formatação inicial, que com o uso e conhecimento de novos conceitos, pode-se promover o seu desenvolvimento em pesquisas futuras. Característica essa fundamental de um artefato, sendo esse algo sempre em melhoria contínua.

3.6 Técnica de coleta de dados

Quando a abordagem metodológica ou o tipo de estudo envolver análise de informações, dados e evidências empíricas, o pesquisador deverá escolher técnicas para coleta de dados necessárias ao desenvolvimento e conclusões da pesquisa (MARTINS; THEÓPHILO, 2007, p. 83).

A coleta dos dados foi realizada com ajuda da equipe de planejamento e controle das obras, com a participação dos engenheiros de planejamento e de obra, encarregados, técnicos e estagiários. Eles foram os responsáveis em realizar a coleta dos dados de entrada da pesquisa para o processamento do pesquisador. Os dados de entrada foram os quantitativos executados, os índices de produtividade orçados, a duração dos pacotes, a equipe direta e as faltas durante o período de execução. A partir da coleta desses dados, analisaram-se os resultados, gerando os índices de produtividade e o processo de retroalimentação.

A coleta dos dados foi desenvolvida pelas obras em dois modos. O primeiro modo de obtenção foi o modelo inicialmente planejado, com a obtenção de dados históricos das medições anteriores das obras. Assim, as empresas foram consultar as suas planilhas anteriores de medições para fornecer os dados de entrada necessários a pesquisa. Após a localização, preencheram a planilha para gestão da produtividade e enviaram aos pesquisadores. O segundo modelo foi utilizado em duas empresas por essas não possuírem as informações das medições anteriores, então fizeram a coleta dos dados de entrada no decorrer do desenvolvimento da

pesquisa e de acordo com o andamento das obras. Após a coleta, as equipes de controle das obras preenchem a planilha de gestão da produtividade e enviava aos pesquisadores.

Outra técnica de coleta de dados utilizada foi a entrevista, onde ao final do desenvolvimento do modelo de gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária, os engenheiros das Empresas B e M foram entrevistados para obtenção das suas visões sobre a viabilidade de implantação do modelo nessas duas empresas. Segundo Gray (2012, p.166) as pesquisas de levantamentos quantitativos costumam coletar comentários qualitativos em relação aos resultados obtidos.

O roteiro utilizado para a entrevista encontra-se no Apêndice, como citado na descrição da segunda etapa da pesquisa.

4 MODELO PARA MENSURAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E RETROALIMENTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

Neste capítulo, descreve-se o modelo para gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária proposto nesta dissertação. São apresentadas duas planilhas eletrônicas para processamento do modelo, bem como a visão dos engenheiros de duas das empresas participantes da pesquisa, sobre a confiabilidade do artefato e a sua viabilidade de implantação.

O processo de pesquisa foi desenvolvido em duas etapas, como descrito na metodologia, com cada etapa representada pela aplicação de uma planilha eletrônica. A planilha da primeira etapa consiste na mensuração dos índices de produtividade e da segunda etapa, no processo de retroalimentação dos índices de produtividade para o orçamento.

Para a melhor representação do processo, o modelo será descrito de forma teórica e, em seguida, haverá a descrição de sua aplicação em duas das empresas participantes. Após esta atividade, descrever-se-á a opinião dos engenheiros sobre a confiabilidade dos resultados obtidos e a viabilidade de implantação do modelo.

4.1 Obtenção dos índices de produtividade

A Figura 8 mostra a planilha desenvolvida para mensuração dos índices de produtividade, com as suas colunas numeradas para um melhor entendimento do seu processo de funcionamento.

Figura 8 Planilha de mensuração da produtividade

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5			Coluna 6		Coluna 7		Coluna 8		Coluna 9	
Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora		Rup Cumulativa	
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficial	Direta

Fonte: o autor

Na coluna 1, define-se um código para a identificação do serviço avaliado. Esse código foi criado para facilitar o processamento dos dados com a automatização da planilha eletrônica. Assim, essa codificação permite que todos os serviços contidos no ciclo de medição possam ser descritos dentro de uma única planilha, com a automatização, sem a necessidade de criação de uma planilha para cada serviço.

O próximo passo para o preenchimento da planilha é a identificação nominal do pacote executado. Assim, na coluna 2, tem-se a identificação nominal dos pacotes executados pelas equipes que pertencem ao processo executivo de determinado serviço.

A coluna 3 contém a informação sobre a unidade de medição do serviço. As unidades podem variar de acordo com o serviço ou com o método utilizado para a mensuração da produtividade.

A coluna 4 identifica o quantitativo do serviço executado. Esse dado representa o total de serviço executado pela equipe, de acordo com a unidade representada. Nas obras pesquisadas, a maioria das empresas continham os seus quantitativos fixados, na etapa de formação dos pacotes de execução, para cada equipe direta. Esses quantitativos fixados eram relativos a um pavimento ou apartamento, assim, pode-se ter quantidades de amostras diferentes para um mesmo total de serviço executado. Além disso, no cálculo do quantitativo, as empresas consideram que áreas menores de 2 m² não são descontadas na obtenção do quantitativo total em um pacote de execução, informação necessária para a identificação do processo de mensuração do quantitativo.

A coluna 5 mensura a duração da atividade relativa ao quantitativo informado, que pode ser em dias úteis ou em horas trabalhadas.

A coluna 6 identifica a equipe direta utilizada para a execução. Nela, informa-se o número de oficiais e serventes ou auxiliares necessários para a realização do serviço ou pacote.

A coluna 7 identifica as faltas dos operários durante o período de execução. A quantificação das faltas e a sua consideração no processo de obtenção do índice é um incremento necessário às planilhas de medições para a geração de índices de produtividades com maior precisão. A introdução desta informação foi definida a partir da análise das planilhas de medição de três empresas.

A coluna 8 contém o resultado total da quantidade de horas (em homens-hora) para a realização do pacote pré-estabelecido. Para essa quantificação, alguns fatores precisam ser observados para garantir a melhor precisão dos índices. Esses fatores são: a identificação do total de horas diárias em execução e o desconto das horas das faltas dos operários. Nesta coluna, pode-se obter o resultado relativo ao homem-hora total tanto os oficiais como para os serventes, assim pode-se gerar o índice de produtividade do oficial e/ou da equipe direta. Como premissa de pesquisa, a RUP cumulativa do oficial foi utilizada para a proposição do modelo desta dissertação e a RUP cumulativa direta e do oficial para comparação com a literatura e o SINAPI, a ser discutida no capítulo 5. A utilização da RUP cumulativa do oficial para o modelo foi

devida as composições de custos serem divididas em índices para os oficiais e para os serventes de forma separada, assim objetiva-se a comparação dos índices dos oficiais. A utilização da RUP cumulativa direta foi para a consolidação do modelo em comparação com os resultados obtidos na literatura nacional, que foram identificados em grande quantidade nesse formato.

A observação cuidadosa do total das horas diárias em execução é explicada pela contagem diferenciada do período de trabalho da sexta feira. A observação das faltas é importante para a maior precisão do índice. A não desconsideração da falta de um operário representa o acréscimo de homens-hora que não existiram em determinado período de execução. Caso não haja esta correção, a precisão é afetada e o índice não reflete a realidade da execução.

Deste modo, o cálculo do homem-hora total é representado pela Equação 1.

$$\text{Homem - hora}_{total} = h_d \cdot H \cdot (d + d_s) - d_f \cdot h_d \cdot (H_1 + \dots + H_n) \quad (1)$$

Sendo:

d – Número de dias de execução (de segunda a quinta)

d_s – Número de dias de execução (sexta-feira)

h_d – Total de horas dos dias de execução

H – Número de Homens

d_f – Dia faltante de determinado operário

H_1 – Identificação do (os) operário (os) faltante (s)

Fonte: o autor

A Equação 1 representa o modelo utilizado para o cálculo do homem-hora total de determinada execução. Calcula-se a quantidade total de homens-hora e subtrai-se o homem-hora relativo a falta dos funcionários. O cálculo contém ainda a distinção das horas trabalhadas de segunda-feira a quinta-feira com $d \cdot h_d \cdot H$ em relação as horas diferenciadas da sexta-feira $d_s \cdot h_d \cdot H$, como também, o desconto de cada dia de falta, que pode ser de apenas um operário H_1 , ou mais, dependendo do tamanho da equipe, o que é representado na equação por H_n .

A coluna 9 representa a obtenção do índice de produtividade dos oficiais e/ou equipe direta. A produtividade foi mensurada nesta pesquisa através do cálculo da Razão Unitária de Produção (RUP).

O resultado do total de homem-hora é obtido na coluna 8 e a quantidade de serviço na coluna 3, com o quantitativo executado. A mensuração da produtividade na coluna 9 pode gerar diferentes tipos de produtividade, como a RUP cumulativa direta e/ou oficial. Para isso, apenas muda-se a utilização do homem-hora total do oficial para o da equipe direta, ou seja, se

o cálculo for da RUP cumulativa do oficial, considera-se apenas a quantidade de homens-hora de oficial. No entanto, se for da RUP cumulativa direta, considera-se a quantidade de homens-hora dos oficiais somada as dos serventes.

Assim, com a planilha formatada como descrito acima mensurou-se a mediana RUP's cumulativas das dos oficiais em cada serviço. Com essa etapa concluída, pôde-se iniciar o processo de retroalimentação dos índices de produtividade.

4.2 Retroalimentação Orçamentária

A retroalimentação é um processo importante para a execução de um bom controle operacional das produtividades reais e atualização das informações definidas no processo orçamentário. No entanto, observa-se que nas empresas pesquisadas este processo não era realizado a contento. A segunda etapa desta pesquisa consiste na utilização da RUP cumulativa do oficial geradas ao final de cada ciclo de medição para atualização dos índices de produtividade contidos no orçamento da obra. Desse modo, o processo de controle da produção ganha o incremento de uma avaliação e atualização sistêmica, fácil e rápida dos índices de produtividade.

A Figura 9 apresenta um extrato da planilha eletrônica utilizada para retroalimentação com os índices gerados ao término de cada medição. A planilha apresentada contém o total de cinco ciclos de medição, essa quantidade é ilustrativa, pois o total de ciclos depende das características dos serviços e das obras.

Figura 9 – Planilha de retroalimentação da produtividade

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10	Coluna 11	Coluna 12	Coluna 13	Coluna 14	Coluna 15
Serviço	Unid.	Produtividade Orçada	Mês 1	Δ 1	Mês 2	Δ 2	Mês 3	Δ 3	Mês 4	Δ 4	Mês 5	Δ 5	Produtividade Real Média	Δ Total

Fonte: o autor

A coluna 1 contém a referência aos serviços que terão seus índices de produtividade retroalimentados em determinada obra. Exemplo: alvenaria, contrapiso, revestimento interno de piso.

A coluna 2 refere-se à unidade utilizada para avaliação do quantitativo executado em determinado serviço. Exemplo: m³ ou m².

A coluna 3 contém o índice de produtividade orçada. Nesta dissertação, o índice de produtividade orçada refere-se a RUP cumulativa do oficial.

As colunas 4, 6, 8, 10 e 12 representam os meses e os ciclos de medições executados em determinada obra. Nessas colunas serão preenchidos dos índices medianos da RUP cumulativa dos oficiais ao final de cada ciclo de medição.

Enquanto, nas colunas 5, 7, 9, 11 e 13 tem-se na comparação da variação da produtividade obtida na medição atual com a produtividade do mês anterior. No caso do primeiro mês de mensuração, a avaliação é feita em comparação ao índice orçado. O cálculo da variação é feito de acordo com a Equação 3.

$$\Delta = \frac{Rup_{atual} - Rup_{anterior}}{Rup_{anterior}} \quad (3)$$

Fonte: o autor

O cálculo da variação indica acréscimo ou decréscimo na produtividade mensurada no ciclo atual de medição em comparação ao anterior, que é uma informação significativa e relevante para a gestão do sistema de planejamento e controle das obras.

A coluna 14 mensura, por sua vez, a produtividade média de todos os ciclos de medição, com a obtenção da RUP cumulativa média de todos os serviços da obra em todos os ciclos de medição

Por fim, a coluna 15 faz a avaliação da variação da produtividade real média, obtida através dos valores medianos em cada ciclo, com a produtividade orçada. A forma de cálculo é a mesma das colunas 5, 7, 9, 11 e 13, sendo a produtividade atual representada pela produtividade real enquanto a produtividade anterior é representada pela produtividade orçada. Essa coluna, gera a informação a respeito da produtividade utilizada no orçamento e o seu grau de precisão em relação à produtividade real observada nas execuções. Assim, os processos de planejamento de obras futuras sofrem melhorias com o aprendizado de obras anteriores, aumentando a precisão dos orçamentos futuros.

4.3 Aplicação prática do modelo proposto

A aplicação prática do modelo de gestão e retroalimentação da produtividade foi realizada nas duas empresas que participaram da pesquisa desde a fase de pré-projeto. Assim, as empresas B e M terão a aplicação prática do modelo proposto nesta dissertação e ao final a avaliação dos seus profissionais dos dados gerados e possibilidade de implantação.

4.3.1 Mensuração da produtividade

A obtenção dos índices de produtividade consiste no simples preenchimento dos dados de entradas, que junto a um processo de automatização da planilha eletrônica, gera os índices de produtividade das equipes de forma instantânea. Assim, serão descritos os resultados encontrados nas empresas B e M e o seu processo de obtenção.

Os serviços avaliados nas empresas foram os escolhidos e disponibilizados pelo diretor técnico de cada uma delas. Assim, em cada uma das empresas supracitadas, foram avaliados 3 serviços, pré-definido por seus diretores, e a quantidade de ciclos de medição depende do quantitativo de mostras de produtividade disponibilizadas. Outro fator preponderante observado, é que uma empresa com um bom processo de controle conseguiu disponibilizar um maior quantitativo de amostras.

4.3.1.1 Empresa B

A empresa B participou da pesquisa com duas obras. Uma em fase de entrega aos clientes e outra com aproximadamente 50% da sua execução concluída. A obra em andamento continha investimentos para análise da sua produtividade, como um profissional, exclusivamente, para cronometrar os tempos destinados à execução dos seus serviços. Nesta obra, foram avaliados os serviços de alvenaria de bloco cerâmico, alvenaria em bloco de gesso e de contrapiso.

O serviço de revestimento interno de piso, pertencente à segunda obra, não foi utilizado para a descrição prática, por ter ocorrido em outro empreendimento, e assim, dificultar o entendimento do processo.

As equipes de execução de alvenaria em bloco cerâmico, bloco de gesso e contrapiso eram responsáveis pela execução de um pacote de trabalho, pré-definido como o quantitativo relativo a um apartamento. A execução da alvenaria de bloco cerâmico e de gesso deu-se do modo tradicional, diferente da execução do contrapiso, que foi executado de forma bombeada.

A Tabela 12 contém os serviços coletados no primeiro ciclo de medição. Neste período, os três serviços pesquisados estavam em execução, sendo coletados os dados de três

equipes de alvenaria de bloco cerâmico, duas de bloco de gesso e duas de contrapiso. O quantitativo relativo ao pacote de serviço da alvenaria de bloco cerâmico foi de 123,18 m², ao bloco de gesso 94,59 m² e de contrapiso 204,14 m².

Nesse primeiro ciclo a mediana da RUP oficial cumulativa para o serviço de alvenaria de bloco cerâmico foi de 1,28 Hh/m², no bloco de gesso de 0,46 Hh/m² e de contrapiso 0,12 Hh/m².

Tabela 12 Serviços coletados no 1º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora		Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Oficiais	
Alvcer	3º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	08/04/2015	22/04/2015	71,00	2	1	0	0	142,00	1,15	
Alvcer	3º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	08/04/2015	20/04/2015	67,85	2	1	0	0	135,70	1,10	
Alvcer	4º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	14/04/2015	30/04/2015	98,57	2	1	0	0	197,13	1,60	
Bloggess	2º Pav tipo	m ²	94,59	08/04/2015	20/04/2015	42,48	1	1	0	0	42,48	0,45	
Bloggess	3º Pav tipo	m ²	94,59	08/04/2015	16/04/2015	44,61	1	1	0	0	44,61	0,47	
Contrap	2º pav tipo	m ²	204,14	28/04/2015	28/04/2015	2,56	8	0	0	0	20,50	0,10	
Contrap	3º pav tipo	m ²	204,14	30/04/2015	30/04/2015	3,44	8	0	0	0	27,50	0,13	

Fonte: o autor

A Tabela 13 contém a execução dos três serviços, com sete equipes de alvenaria de bloco cerâmico, três de bloco de gesso e duas de contrapiso. A mediana da RUP oficial cumulativa para o serviço de alvenaria de bloco cerâmico foi de 0,96 Hh/m², no bloco de gesso de 0,44 Hh/m² e de contrapiso 0,12 Hh/m².

Tabela 13 Serviços coletados no 2º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora		Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Oficiais	
Alvcer	4º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	22/04/2015	04/05/2015	64,70	2	1	0	0	129,40	1,05	
Alvcer	5º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	24/04/2015	07/05/2015	52,87	2	1	0	0	105,74	0,86	
Alvcer	5º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	24/04/2015	06/05/2015	64,85	2	1	0	0	129,70	1,05	
Alvcer	6º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	04/05/2015	13/05/2015	60,70	2	1	0	0	121,40	0,99	
Alvcer	6º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	04/05/2015	14/05/2015	60,80	2	1	0	0	121,60	0,99	
Alvcer	7º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	07/05/2015	18/05/2015	57,15	2	1	0	0	114,30	0,93	
Alvcer	7º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	07/05/2015	25/05/2015	94,81	1	1	0	0	94,81	0,77	
Bloggess	4º Pav tipo	m ²	94,59	28/04/2015	04/05/2015	47,08	1	1	0	0	47,08	0,50	
Bloggess	5º Pav tipo	m ²	94,59	14/05/2015	20/05/2015	37,85	1	1	0	0	37,85	0,40	
Bloggess	6º Pav tipo	m ²	94,59	20/05/2015	26/05/2015	39,86	1	1	0	0	39,86	0,42	
Contrap	4º pav tipo	m ²	204,14	15/05/2015	15/05/2015	3,08	8	0	0	0	24,67	0,12	
Contrap	5º pav tipo	m ²	204,14	19/05/2015	19/05/2015	2,89	8	0	0	0	23,10	0,11	

Fonte: o autor

Na Tabela 14 tem-se os resultados com a finalização do terceiro ciclo de medição, com a execução de dois serviços, com amostras de oito equipes de alvenaria de bloco cerâmico e quatro de bloco de gesso. A mediana da RUP oficial cumulativa para o serviço de alvenaria

de bloco cerâmico foi de 1,49 Hh/m², no bloco de gesso de 0,50 Hh/m² e não foi realizada a execução do serviço de contrapiso.

Tabela 14 Serviços coletados no 3º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	8º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	15/05/2015	02/06/2015	96,32	2	1	0	0	192,63	1,56
Alvcer	8º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	15/05/2015	02/06/2015	94,98	2	1	0	0	189,96	1,54
Alvcer	9º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	22/05/2015	10/06/2015	97,45	2	1	0	0	194,90	1,58
Alvcer	9º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	03/06/2015	18/06/2015	87,95	2	1	0	0	175,90	1,43
Alvcer	10º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	03/06/2015	18/06/2015	97,32	2	1	0	0	194,63	1,58
Alvcer	10º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	08/06/2015	26/06/2015	118,28	2	1	0	0	236,56	1,92
Alvcer	11º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	11/06/2015	24/06/2015	80,13	2	1	0	0	160,26	1,30
Alvcer	11º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	19/06/2015	30/06/2015	63,30	2	1	0	0	126,60	1,03
Bloggess	7º Pav tipo	m ²	94,59	27/05/2015	05/06/2015	51,06	1	1	0	0	51,06	0,54
Bloggess	8º Pav tipo	m ²	94,59	09/06/2015	12/06/2015	39,00	1	1	0	0	39,00	0,41
Bloggess	9º Pav tipo	m ²	94,59	15/06/2015	19/06/2015	62,73	1	1	0	0	62,73	0,66
Bloggess	10º Pav tipo	m ²	94,59	22/06/2015	26/06/2015	36,31	1	1	0	0	36,31	0,38

Fonte: o autor

A Tabela 15 contém em seu ciclo a mensuração das equipes nos três serviços, com seis equipes de alvenaria de bloco cerâmico, três equipes de bloco de gesso e cinco equipes de contrapiso. A mediana da RUP oficial cumulativa para o serviço de alvenaria de bloco cerâmico foi de 1,40 Hh/m², no bloco de gesso de 0,45 Hh/m² e de contrapiso 0,16 Hh/m².

Tabela 15 Serviços coletados no 4º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	12º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	19/06/2015	10/07/2015	103,05	2	1	0	0	206,10	1,67
Alvcer	12º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	25/06/2015	13/07/2015	79,87	2	1	0	0	159,73	1,30
Alvcer	13º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	30/06/2015	29/07/2015	112,25	2	1	0	0	224,50	1,82
Alvcer	13º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	30/06/2015	16/07/2015	74,42	2	1	0	0	148,83	1,21
Alvcer	14º PAV TIPO C1 E C2	m ²	123,18	14/07/2015	22/07/2015	58,53	2	1	0	0	117,06	0,95
Alvcer	14º PAV TIPO C3 E C4	m ²	123,18	13/07/2015	27/07/2015	89,13	2	1	0	0	178,26	1,45
Bloggess	11º Pav tipo	m ²	94,59	15/07/2015	24/07/2015	36,03	1	1	0	0	36,03	0,38
Bloggess	12º Pav tipo	m ²	94,59	20/07/2015	24/07/2015	50,01	1	1	0	0	50,01	0,53
Bloggess	13º Pav tipo	m ²	94,59	24/07/2015	30/07/2015	42,38	1	1	0	0	42,38	0,45
Contrap	6º pav tipo	m ²	204,14	01/07/2015	01/07/2015	4,10	8	0	0	0	32,82	0,16
Contrap	7º pav tipo	m ²	204,14	14/07/2015	14/07/2015	4,10	8	0	0	0	32,82	0,16
Contrap	8º pav tipo	m ²	204,14	15/07/2015	15/07/2015	4,10	8	0	0	0	32,82	0,16
Contrap	9º pav tipo	m ²	204,14	15/07/2015	15/07/2015	4,10	8	0	0	0	32,82	0,16
Contrap	10º pav tipo	m ²	204,14	28/07/2015	28/07/2015	4,10	8	0	0	0	32,82	0,16

Fonte: o autor

A Tabela 16 refere-se ao último mês com dados coletados para a pesquisa, no qual se obteve o índice de produtividade de uma equipe de contrapiso. A mediana da RUP oficial cumulativa para o serviço foi de 0,11 Hh/m².

Tabela 16 Serviço coletado no 5º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Oficiais
Contrap	11º pav tipo	m²	204,14	05/08/2015	05/08/2015	2,71	8	0			21,70	0,11

Fonte: o autor

Assim com a geração dos índices medianos das RUP's cumulativas nos serviços de alvenaria de bloco cerâmico, bloco de gesso e contrapiso, gerou-se os dados necessários para a retroalimentação orçamentária.

4.3.1.2 Empresa M

A empresa M continha um processo sólido para controle da sua produção. Dentro desse processo de controle, no tocante aos dados necessários a esta pesquisa, a gestão à vista da empresa teve um papel fundamental para coleta dos dados, pois no item do processo referente ao controle da empresa, continha-se todas as informações necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa, como a identificação de cada pacote de execução, dos operários pertencentes aos pacotes e as datas de início e término. Com o auxílio da folha de ponto, para obtenção das faltas, foi possível obter todos os dados de entrada necessários para a planilha de mensuração da produtividade.

A Figura 10 mostra uma foto da ficha de acompanhamento do serviço, contida na gestão à vista dessa empresa. Observa-se, que além dos dados de entrada necessários a obtenção dos índices de produtividade, como já citado, contém-se a identificação do funcionário responsável pela verificação da conclusão do pacote, com o título de recebimento do serviço. A sigla UGB, contida no título, representa a identificação dos oficiais pertencentes a equipe, que continham o auxílio de um servente.

Figura 10 Gestão a vista da empresa M

ACOMPANHAMENTO DE SERVIÇO									
SERVIÇO: ALVENARIA									
RECEBIMENTO	UGB	TORRE ALDEOTA			UGB	RECEBIMENTO			
	Elton / Antônio	25/03	2201	06/04	24/03	2202	06/04	João / Magno	
João R.	Elton / Antônio	11/03	2101	20/03	09/03	2102	20/03	João / Magno	João R.
João R.	Antônio Nery Fco. Ubiraci	04/03	2001	13/03	02/03	2002	09/03	João / Magno	João R.

Fonte: o autor

A empresa continua definida como tamanho do pacote a execução dos serviços um apartamento. A obra continua a execução de duas torres com características iguais, denominadas de Torre Aldeota (TA) e Torre Meireles (TM). Os serviços avaliados na empresa foram de Alvenaria de bloco cerâmico, Revestimento interno de piso (RIP) e de contrapiso.

O bom processo de controle da empresa permitiu a obtenção de uma grande quantidade de amostras das equipes, principalmente no serviço de alvenaria, onde a totalidade dos pacotes foram coletados e entregues à equipe de pesquisa.

A Tabela 17 contém os dados coletados no primeiro ciclo de medição da empresa, com as amostras de produtividade das equipes na execução dos primeiros pavimentos das duas torres. Nesse ciclo foi analisada apenas a execução do serviço de alvenaria, porque nesse período apenas os dados desse serviço foram fornecidos pela empresa. Assim teve-se seis amostras de produtividade, com a mediana da RUP cumulativa do oficial de 0,67 Hh/m².

Tabela 17 Serviços coletados no 1º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	1.1 TA (Torre Aldeota)	m ²	180,55	25/09/2014	02/10/2014	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	1.2 TA	m ²	180,55	26/09/2014	03/10/2014	6	2	1	0	0	101,00	0,56
Alvcer	2.1 TA	m ²	180,55	08/10/2014	15/10/2014	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	2.2 TA	m ²	180,55	14/10/2014	22/10/2014	7	2	1	0	0	120,50	0,67
Alvcer	1.1 TM (Torre Meireles)	m ²	180,55	08/10/2014	15/10/2014	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	1.2 TM	m ²	180,55	20/10/2014	31/10/2014	10	2	1	0	0	171,00	0,95

Fonte: o autor

A Tabela 18 representa o segundo ciclo de medição, no qual tem-se 14 amostras de produtividade do serviço de alvenaria. A mediana da RUP cumulativa observada nesse ciclo foi de 0,69 Hh/m².

Tabela 18 Serviços coletados no 2º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	3.1 TA	m ²	180,55	24/10/2014	03/11/2014	7	2	1	0	0	118,50	0,66
Alvcer	3.2 TA	m ²	180,55	28/10/2014	02/11/2014	4	2	1	0	0	68,00	0,38
Alvcer	4.1 TA	m ²	180,55	04/11/2014	10/11/2014	5	2	1	0	0	85,50	0,47
Alvcer	4.2 TA	m ²	180,55	05/11/2014	10/11/2014	4	2	1	0	0	68,00	0,38
Alvcer	5.1 TA	m ²	180,55	06/11/2014	14/11/2014	7	2	1	0	0	118,50	0,66
Alvcer	5.2 TA	m ²	180,55	07/11/2014	13/11/2014	5	2	1	0	0	85,50	0,47
Alvcer	6.1 TA	m ²	180,55	11/11/2014	19/11/2014	7	2	1	0	0	120,50	0,67
Alvcer	6.2 TA	m ²	180,55	12/11/2014	20/11/2014	7	2	1	0	0	120,50	0,67
Alvcer	2.1 TM	m ²	180,55	03/11/2014	12/11/2014	8	2	1	0	0	138,00	0,76
Alvcer	2.2 TM	m ²	180,55	03/11/2014	12/11/2014	8	2	1	0	0	138,00	0,76
Alvcer	3.1 TM	m ²	180,55	12/11/2014	21/11/2014	8	2	1	0	0	136,00	0,75
Alvcer	3.2 TM	m ²	180,55	12/11/2014	24/11/2014	9	2	1	0	0	153,50	0,85
Alvcer	4.1 TM	m ²	180,55	13/11/2014	25/11/2014	9	2	1	0	0	153,50	0,85
Alvcer	4.2 TM	m ²	180,55	17/11/2014	28/11/2014	10	2	1	0	0	171,00	0,95

Fonte: o autor

A Tabela 19 representa o terceiro ciclo de medição com a obtenção de 18 amostras de produtividade do serviço de alvenaria de bloco cerâmico. A mediana da RUP cumulativa observada nesse ciclo foi de 0,76 Hh/m².

Tabela 19 Serviços coletados no 3º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora		Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Oficiais	
Alvcer	7.1 TA	m ²	180,55	21/11/2014	02/12/2014	8	2	1			136,00	0,75	
Alvcer	7.2 TA	m ²	180,55	21/11/2014	04/12/2014	10	2	1			171,00	0,95	
Alvcer	8.1 TA	m ²	180,55	21/11/2014	03/12/2014	9	2	1			153,50	0,85	
Alvcer	8.2 TA	m ²	180,55	21/11/2014	04/12/2014	10	2	1			171,00	0,95	
Alvcer	9.1 TA	m ²	180,55	04/12/2014	11/12/2014	6	2	1			103,00	0,57	
Alvcer	9.2 TA	m ²	180,55	03/12/2014	12/12/2014	8	2	1			136,00	0,75	
Alvcer	10.1 TA	m ²	180,55	12/12/2014	19/12/2014	6	2	1			101,00	0,56	
Alvcer	10.2 TA	m ²	180,55	15/12/2014	19/12/2014	5	2	1			85,50	0,47	
Alvcer	5.1 TM	m ²	180,55	24/11/2014	01/12/2014	6	2	1			103,00	0,57	
Alvcer	5.2 TM	m ²	180,55	24/11/2014	04/12/2014	9	2	1			155,50	0,86	
Alvcer	6.1 TM	m ²	180,55	26/11/2014	09/12/2014	10	2	1			171,00	0,95	
Alvcer	6.2 TM	m ²	180,55	01/12/2014	12/12/2014	10	2	1			171,00	0,95	
Alvcer	7.1 TM	m ²	180,55	02/12/2014	10/12/2014	7	2	1			120,50	0,67	
Alvcer	7.2 TM	m ²	180,55	05/12/2014	11/12/2014	5	2	1			85,50	0,47	
Alvcer	8.1 TM	m ²	180,55	10/12/2014	19/12/2014	8	2	1			136,00	0,75	
Alvcer	8.2 TM	m ²	180,55	13/12/2014	29/12/2014	10	2	1			171,00	0,95	
Alvcer	9.1 TM	m ²	180,55	11/12/2014	19/12/2014	7	2	1			118,50	0,66	
Alvcer	9.2 TM	m ²	180,55	12/12/2014	19/12/2014	6	2	1			101,00	0,56	

Fonte: o autor

A Tabela 20 representa o quarto ciclo de medição com a obtenção de 14 amostras de produtividade do serviço de alvenaria de bloco cerâmico. A mediana da RUP cumulativa observada nesse ciclo foi de 0,98 Hh/m².

Tabela 20 Serviços coletados no 4º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora		Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Oficiais	
Alvcer	11.1 TA	m ²	180,55	16/12/2014	06/01/2015	14	2	1	0	0	206,00	1,14	
Alvcer	11.2 TA	m ²	180,55	16/12/2014	06/01/2015	14	2	1	0	0	206,00	1,14	
Alvcer	12.1 TA	m ²	180,55	20/12/2014	29/01/2015	27	2	1	0	0	171,00	0,95	
Alvcer	12.2 TA	m ²	180,55	20/12/2014	22/01/2015	22	2	1	0	0	171,00	0,95	
Alvcer	13.1 TA	m ²	180,55	07/01/2015	22/01/2015	12	2	1	0	0	206,00	1,14	
Alvcer	13.2 TA	m ²	180,55	07/01/2015	22/01/2015	12	2	1	0	0	206,00	1,14	
Alvcer	14.1 TA	m ²	180,55	16/01/2015	28/01/2015	9	2	1	0	0	153,50	0,85	
Alvcer	14.2 TA	m ²	180,55	21/01/2015	29/01/2015	7	2	1	0	0	120,50	0,67	
Alvcer	10.2 TM	m ²	180,55	30/12/2014	16/01/2015	13	2	1	0	0	206,00	1,14	
Alvcer	11.1 TM	m ²	180,55	24/12/2014	09/01/2015	11	2	1	0	0	206,00	1,14	
Alvcer	11.2 TM	m ²	180,55	29/12/2014	13/01/2015	11	2	1	0	0	206,00	1,14	
Alvcer	12.1 TM	m ²	180,55	09/01/2015	19/01/2015	7	2	1	0	0	118,50	0,66	
Alvcer	12.2 TM	m ²	180,55	18/01/2015	28/01/2015	8	2	1	0	0	138,00	0,76	
Alvcer	13.1 TM	m ²	180,55	20/01/2015	28/01/2015	7	2	1	0	0	120,50	0,67	

Fonte: o autor

Assim como nos ciclos anteriores, nas Tabela 21 e 22 foram coletados dados apenas do serviço de alvenaria. Na Tabela 21 observa-se, a avaliação de 14 amostras de produtividade com a mediana da RUP cumulativa do oficial de 0,78 Hh/m², Tabela 22, com 13 amostras, sendo a RUP mediana de 0,69 Hh/m².

Tabela 21 Serviços coletados no 5º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	15.1 TA	m²	180,55	29/01/2015	09/02/2015	8	2	1	0	0	136,00	0,75
Alvcer	15.2 TA	m²	180,55	30/01/2015	12/02/2015	10	2	1	0	0	171,00	0,95
Alvcer	16.1 TA	m²	180,55	30/01/2015	09/02/2015	7	2	1	0	0	118,50	0,66
Alvcer	16.2 TA	m²	180,55	10/02/2015	20/02/2015	7	2	1	0	0	153,50	0,85
Alvcer	17.1 TA	m²	180,55	10/02/2015	24/02/2015	9	2	1	0	0	188,50	1,04
Alvcer	17.2 TA	m²	180,55	13/02/2015	26/02/2015	8	2	1	0	0	171,00	0,95
Alvcer	18.1 TA	m²	180,55	23/02/2015	26/02/2015	4	2	1	0	0	70,00	0,39
Alvcer	18.2 TA	m²	180,55	21/02/2015	27/02/2015	5	2	1	0	0	85,50	0,47
Alvcer	13.2 TM	m²	180,55	28/01/2015	05/02/2015	7	2	1	0	0	120,50	0,67
Alvcer	14.1 TM	m²	180,55	28/01/2015	05/02/2015	7	2	1	0	0	120,50	0,67
Alvcer	14.2 TM	m²	180,55	05/02/2015	19/02/2015	9	2	1	0	0	188,50	1,04
Alvcer	15.1 TM	m²	180,55	05/02/2015	13/02/2015	7	2	1	0	0	118,50	0,66
Alvcer	15.2 TM	m²	180,55	19/02/2015	27/02/2015	7	2	1	0	0	118,50	0,66
Alvcer	16.1 TM	m²	180,55	13/02/2015	26/02/2015	8	2	1	0	0	171,00	0,95

Fonte: o autor

Tabela 22 Serviços coletados no 6º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	19.1 TA	m²	180,55	24/02/2015	03/03/2015	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	19.2 TA	m²	180,55	27/02/2015	09/03/2015	7	2	1	0	0	118,50	0,66
Alvcer	20.1 TA	m²	180,55	04/03/2015	13/03/2015	8	2	1	0	0	136,00	0,75
Alvcer	20.2 TA	m²	180,55	02/03/2015	09/03/2015	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	21.1 TA	m²	180,55	11/03/2015	20/03/2015	7	2	1	0	0	136,00	0,75
Alvcer	21.2 TA	m²	180,55	09/03/2015	20/03/2015	9	2	1	0	0	171,00	0,95
Alvcer	16.2 TM	m²	180,55	27/02/2015	09/03/2015	7	2	1	0	0	118,50	0,66
Alvcer	17.1 TM	m²	180,55	27/02/2015	06/03/2015	6	2	1	0	0	101,00	0,56
Alvcer	17.2 TM	m²	180,55	09/03/2015	16/03/2015	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	18.1 TM	m²	180,55	06/03/2015	16/03/2015	7	2	1	0	0	118,50	0,66
Alvcer	18.2 TM	m²	180,55	17/03/2015	25/03/2015	5	2	1	0	0	120,50	0,67
Alvcer	19.1 TM	m²	180,55	17/03/2015	25/03/2015	5	2	1	0	0	120,50	0,67
Alvcer	19.2 TM	m²	180,55	19/03/2015	27/03/2015	5	2	1	0	0	118,50	0,66

Fonte: o autor

A Tabela 23 contém as amostras das equipes em execução final do serviço de alvenaria e a obtenção das amostras na conclusão do serviço de contrapiso. Foram obtidas seis amostras de produtividade no serviço de alvenaria e duas no serviço de contrapiso. A mediana da RUP cumulativa dos oficiais em alvenaria foi de 1,03 Hh/m² e em contrapiso de 0,35 Hh/m².

Tabela 23 Serviços coletados no 7º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	22.1 TA	m²	180,55	25/03/2015	06/04/2015	7	2	1	0	0	153,50	0,85
Alvcer	22.2 TA	m²	180,55	24/03/2015	06/04/2015	8	2	1	0	0	171,00	0,95
Alvcer	20.1 TM	m²	180,55	20/03/2015	07/04/2015	11	2	1	0	0	186,50	1,03
Alvcer	20.2 TM	m²	180,55	30/03/2015	10/04/2015	9	2	1	0	0	171,00	0,95
Alvcer	21.1 TM	m²	180,55	26/03/2015	14/04/2015	12	2	1	0	0	204,00	1,13
Alvcer	21.2 TM	m²	180,55	08/04/2015	22/04/2015	9	2	1	0	0	188,50	1,04
Contrapiso	Contrapiso de Áreas Secas - 20ª Pav. Tipo - TA	m²	203,00	16/04/2015	26/04/2015	6	1	1	0	0	59,25	0,29
Contrapiso	Contrapiso de Áreas Secas - 19ª Pav. Tipo - TA	m²	203,00	16/04/2015	23/04/2015	5	2	1	0	0	103,00	0,51

Fonte: o autor

A Tabela 24 contém os serviços de Revestimento Interno de Piso (RIP) e contrapiso. Foram coletadas cinco amostras de produtividade de revestimento e quatro amostras de

contrapiso. A mediana da RUP cumulativa dos oficiais em RIP foi de 0,77 Hh/m² e em contrapiso de 0,50 Hh/m².

Tabela 24 Serviços coletados no 8º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
RIP	Assentamento de Porcelanato - Piso - 501 - TA	m ²	130,27	15/05/2015	23/05/2015	6	2	1	0	0	101,00	0,78
RIP	Assentamento de Porcelanato - 501 - TM	m ²	130,27	15/05/2015	25/05/2015	7	2	1	0	0	118,50	0,91
RIP	Assentamento de Porcelanato - 4º Pavimento - TA	m ²	271,38	03/05/2015	14/05/2015	9	2	1	10	0	155,50	0,57
RIP	Assentamento de Porcelanato - 4º Pavimento - TM	m ²	271,38	16/04/2015	15/05/2015	20	2	1	10	0	204,00	0,75
RIP	Assentamento de Porcelanato - 4º Pavimento - TM	m ²	271,38	16/04/2015	12/05/2015	17	2	1	10	0	204,00	0,75
Contpiso	Contrapiso de Áreas Secas - 21º Pav. Tipo - TM	m ²	203,00	18/05/2015	25/05/2015	6	2	1	0	0	103,00	0,51
Contpiso	Contrapiso de Áreas Secas - 19º Pav. Tipo - TM	m ²	203,00	30/04/2015	08/05/2015	6	2	1	0	0	118,50	0,58
Contpiso	Contrapiso de Áreas Secas - 20º Pav. Tipo - TM	m ²	203,00	12/05/2015	20/05/2015	7	2	1	0	0	120,50	0,59
Contpiso	Contrapiso de Áreas Secas - 21º Pav. Tipo - TA	m ²	203,00	27/04/2015	04/05/2015	5	2	1	0	0	103,00	0,51

Fonte: o autor

A Tabela 25, 26 e 27 mostram os ciclos de medição apenas com os as amostras do serviço de revestimento interno de piso. No ciclo da Tabela 25, obteve-se sete amostras de produtividade das equipes e uma mediana da RUP cumulativa de 0,87 Hh/m². A Tabela 26 representa o décimo ciclo de medição com a coleta de quatro amostras de produtividade. A mediana da RUP cumulativa observada foi de 0,72 Hh/m².

Tabela 25 Serviços coletados no 9º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
RIP	Assentamento de Porcelanato - Piso - 502 - TA	m ²	141,11	24/05/2015	02/06/2015	7	2	1	1	0	120,50	0,85
RIP	Assentamento de Porcelanato - Piso - 1001 - TA	m ²	130,27	02/06/2015	09/06/2015	5	2	1	0	0	103,00	0,79
RIP	Assentamento de Porcelanato - Piso - 1002 - TA	m ²	141,11	09/06/2015	16/06/2015	6	2	1	1	0	103,00	0,73
RIP	Assentamento de Porcelanato - 7º Pavimento - TM	m ²	271,38	26/05/2015	15/06/2015	14	2	1	0	0	206,00	0,76
RIP	Assentamento de Porcelanato - 7º Pavimento - TA	m ²	271,38	11/05/2015	02/06/2015	17	2	1	10	0	206,00	0,76
RIP	Assentamento de Porcelanato - 8º Pavimento - TA	m ²	235,53	03/06/2015	16/06/2015	9	2	1	0	0	171,00	0,73
RIP	Assentamento de Porcelanato - 12º Pav. Tipo - TA	m ²	130,27	16/06/2015	29/06/2015	10	2	1	0	0	176,00	1,35

Fonte: o autor

Tabela 26 Serviços coletados no 10º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
RIP	Assentamento de Porcelanato - Piso - 1301 - TM	m ²	130,27	20/07/2015	24/07/2015	5	2	1	0	0	88,00	0,68
RIP	Aplicação de Porcelanato - Parede - 801 - TA	m ²	146,20	16/07/2015	23/07/2015	6	2	1	0	0	105,60	0,72
RIP	Assentamento de Porcelanato - 1501 - TM	m ²	130,27	17/07/2015	23/07/2015	5	2	1	0	0	88,00	0,68
RIP	Assentamento de Porcelanato - 13º Pav. Tipo - TA	m ²	260,54	29/06/2015	13/07/2015	11	2	1	0	0	193,60	0,74

Fonte: o autor

A Tabela 27 representa o último ciclo de medição da empresa M, com a coleta de três amostras de produtividade e uma mediana da RUP cumulativa de 0,90 Hh/m² no serviço de revestimento interno de piso.

Tabela 27 Serviços coletados no 11º ciclo de medição

Item	Pacote/Pavimento	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Oficiais
RIP	Aplicação de Porcelanato - Parede - 1401 - TA	m²	146,20	24/07/2015	03/08/2015	7	2	1	0	0	123,20	0,84
RIP	Aplicação de Porcelanato - Parede - 1402 - TA	m²	146,20	04/08/2015	11/08/2015	6	2	1	0	0	105,60	0,72
RIP	Aplicação de Porcelanato - Parede - 11º Pav. Tipo - TA	m²	292,40	17/07/2015	11/08/2015	18	2	1	0	0	316,80	1,08

Fonte: o autor

Assim, os ciclos de medição foram formados e a possibilidade de análise da produtividade de cada serviço por equipe foi considerada possível. Após essa etapa, os índices aqui gerados foram utilizados para o preenchimento da planilha de retroalimentação orçamentária.

4.3.2 Retroalimentação Orçamentária

O processo de retroalimentação tem o seu início com a conclusão da fase de mensuração das produtividades dos serviços, contidos nos ciclos de medição. Os índices de produtividade dos oficiais em cada serviço serão compilados e ao final de cada ciclo e seus valores cumulativos medianos utilizados para a retroalimentação orçamentária.

As mesmas empresas B e M, nas quais seus ciclos de medição foram demonstrados e as produtividades dos oficiais mensuradas, tiveram seus índices retroalimentados nessa fase. Esse processo teve como ferramenta facilitadora a automatização das planilhas eletrônicas, para a diminuição de processos e etapas adicionais nas gerações dos resultados.

Na planilha de retroalimentação o processo de automatização reconhece os serviços descritos nessa planilha e os identifica na planilha de produtividade. Após a identificação, geram-se os índices médios da produtividade cumulativa do oficial e de forma automática apresenta os resultados relativos aos serviços, considerando cada mês ou ciclo de medição. Assim, ao término do ciclo de medição, os índices medianos da RUP cumulativa dos oficiais são automaticamente preenchidos na planilha de retroalimentação, sem a adição de etapas adicionais ao processo de medição já existente, fator desejado para a aplicação prática do modelo.

4.3.2.1 Empresa B

A Tabela 28 mostra o processo de retroalimentação das RUP's cumulativas dos oficiais nos serviços coletados na empresa B. Esses dados permitiram a aplicação do modelo em cinco ciclo de medição (cinco meses).

Tabela 28 Retroalimentação da empresa B (continua)

Serviço	Unid.	Produção Orçada	Mês 1	Δ 1	Mês 2	Δ 2	Mês 3	Δ 3	Mês 4	Δ 4
Alvcer	m ² /(H.h)	0,61	1,28	111%	0,95	-26%	1,49	58%	1,40	-6%
Blocgess	m ² /(H.h)	0,37	0,46	24%	0,44	-4%	0,50	14%	0,45	-9%
Contrap	m ² /(H.h)	0,39	0,12	-70%	0,12	0%	-	-	0,16	37%

Tabela 28 Retroalimentação da empresa B (conclusão)

Serviço	Unid.	Mês 5	Δ 5	Produção Real Média	Δ Total
Alvcer	m ² /(H.h)	-	-	1,28	110%
Blocgess	m ² /(H.h)	-	-	0,46	25%
Contrap	m ² /(H.h)	0,11	-34%	0,13	-68%

Fonte: o autor

Ao término do primeiro mês, teve-se o primeiro ciclo de dados gerados pelo modelo. Os serviços contidos nesse ciclo foram os três avaliados na obra: alvenaria de bloco cerâmico, alvenaria em bloco de gesso e contrapiso. A produtividade do bloco cerâmico, nesse ciclo, foi de 1,28 Hh/m², do bloco de gesso, 0,46 Hh/m² e do contrapiso, 0,12 Hh/m². Com esses dados gerados foi possível comparar esses índices com os índices previstos em orçamento. Assim, comparou-se a produtividade real com a orçada e constatou-se, que a RUP de orçamento não retratava a realidade observada no primeiro mês de execução. A produtividade real no serviço de alvenaria de bloco cerâmico foi superior em 111% a RUP cumulativa do oficial planejada em orçamento para a obra. Número com desvio expressivo que retrata um grave erro orçamentário.

No segundo mês de medição a produtividade real no serviço de alvenaria e bloco cerâmico foi de 0,95 Hh/m². Essa produtividade do segundo ciclo de medição foi comparada à RUP dos oficiais do ciclo anterior (1º ciclo de medição). Assim, a RUP do segundo ciclo foi 26% melhor do que a RUP do primeiro ciclo de medição, resultado esse que permite as obras a desenvolverem o seu controle de produção.

Os ciclos subsequentes ao segundo ciclo, sempre são comparados ao ciclo anterior, como forma de avaliar o andamento das produtividades e a necessidade de melhorias emergenciais no processo produtivo. Ao final dos ciclos de medições, mensura-se a produtividade real média dos valores obtidos em cada ciclo. Com a obtenção desse índice pode-se comparar o índice real mensurado em obra com o índice previsto no orçamento e analisar a variação nos resultados. No serviço de alvenaria de bloco cerâmico, em resultados finais, a produtividade média real da obra ficou 110% acima da produtividade orçada. O que demonstra uma falha no processo de orçamentação e na capacidade de previsão do índice desse serviço. Essa falha indica um erro de previsão de custo como de prazo para o serviço, já que, o índice de produtividade da mão de obra tem impactos imediatos sobre eles.

No serviço de bloco de gesso, foram coletados dados em quatro ciclos de medição. Em resultados finais, na comparação da produtividade média real com o valor da RUP de orçamento, percebe-se, que o bloco de gesso teve uma RUP oficial real 25% superior a orçada. Percentual esse que agrava o erro orçamentário encontrado no serviço de bloco cerâmico impactando fortemente na previsão de custo e prazo do empreendimento.

O serviço de contrapiso teve um diferencial em sua execução. A equipe de planejamento da empresa o orçou com o método de execução manual, no entanto, antes do início da execução desse serviço, os gestores da obra modificaram para a execução com método bombeado; com isso, os valores de produtividade real são inferiores (melhores) do que a produtividade orçada, o que gerou um desvio negativo na tabela.

A RUP cumulativa oficial de contrapiso real foi, em termos finais, 68% melhor que a RUP oficial orçada, resultado benéfico obtido com o processo célere adotado. O benefício da boa produtividade não pode sobrepor-se ao descompromisso da obra com o planejamento feito para o empreendimento. Os altos desvios das produtividades reais em comparação as orçadas, demonstram uma falha no processo orçamentário da empresa.

4.3.2.2 Empresa M

A empresa M possui um bom processo de controle de produção, sendo assim, obteve-se a coleta de grandes quantidades de amostras de RUP's cumulativas dos oficiais, que permitiram a retroalimentação dos serviços a partir da avaliação de 11 ciclos de medição. O serviço de alvenaria foi coletado em sua totalidade nas duas torres contidas no empreendimento.

Logo, este serviço gerou vários ciclos de medição e em muitos deles somente com a avaliação desse serviço.

A Tabela 29 mostra a retroalimentação da empresa M nos três serviços pesquisados: alvenaria em bloco cerâmico, contrapiso e Revestimento Interno de Piso (RIP). O serviço de alvenaria está presente em 7 dos 11 ciclos de medição da obra, sendo medido sozinho em 6 deles. O serviço de contrapiso está contido em dois ciclos e o RIP, em quatro.

O serviço de alvenaria teve seu início de mensuração no ciclo do primeiro mês, no qual a variação da RUP cumulativa real do oficial foi 6% superior a RUP do oficial orçada, como observado na Tabela 29. No serviço de contrapiso, a primeira RUP real foi mensurada no sétimo ciclo, tendo valor igual a RUP de orçamento. No serviço de RIP, a primeira RUP real foi mensurada no oitavo ciclo, sendo essa superior em 31% em relação à RUP de orçamento.

Tabela 29 Retroalimentação da empresa M (continua)

Serviço	Unid.	Produção Orçada	Mês 1	Δ 1	Mês 2	Δ 2	Mês 3	Δ 3	Mês 4	Δ 4
Alvcer	m ² /(H.h)	0,63	0,67	6%	0,69	3%	0,76	10%	0,98	29%
Contpiso	m ² /(H.h)	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
RIP	m ² /(H.h)	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 29 Retroalimentação da empresa M (continua)

Mês 5	Δ 5	Mês 6	Δ 6	Mês 7	Δ 7	Mês 8	Δ 8	Mês 9	Δ 9	Mês 10	Δ 10
0,78	-20%	0,69	-12%	1,03	49%	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	0,35	0%	0,50	43%	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	0,77	31%	0,87	13%	0,72	-17%

Fonte: o autor

Tabela 29 Retroalimentação da empresa M (conclusão)

Mês 11	Δ 11	Produção Real Média (m ² /Hh)	Δ Total
-	-	0,80	27%
-	-	0,43	21%
0,90	25%	0,82	38%

Fonte: o autor

O serviço de alvenaria de bloco cerâmico teve uma RUP real média final de 0,80 Hh/m², sendo 24% superior à orçada (0,63 Hh/m²). Nos ciclos de medição do serviço, observa-se a variação máxima nas produtividades reais de 49% do sexto para o sétimo ciclo e em apenas dois dos 7 ciclos.

O serviço de contrapiso teve sua mensuração em dois ciclos. No primeiro, a produtividade real foi igual à orçada e no segundo houve um aumento no índice de 43%, revelando uma diminuição na eficiência produtiva. Na comparação da RUP cumulativa oficial real média com a RUP oficial do orçamento, observa-se a RUP real foi superior em 21%.

No serviço de revestimento interno de piso, teve a sua mensuração em 4 ciclos de medição. Na avaliação da produção, em apenas um ciclo foi verificado a melhoria na eficiência produtiva do serviço, ou seja, melhoria do índice de produtividade mensurado. Na comparação da produtividade real com a orçada, a RUP real do oficial foi 38% superior ao índice orçado.

Desse modo, conclui-se uma falta de precisão orçamentária em todos os índices de produtividade orçados nos referidos serviços. O modelo aqui proposto permite a atualização e correção dessas informações erradas do processo orçamentário como a análise do processo de produção, ao final de cada ciclo de medição, como também a coleta das informações reais da mão de obra da empresa; informações essas que somadas as características geométricas e executivas da obra, permite uma previsão com maior precisão do índice dos oficiais para uma obra futura.

4.4 Viabilidade de implantação do modelo

Na avaliação do modelo foram descritas as considerações dos engenheiros civis, das empresas B e M, sobre o modelo proposto. Esses profissionais participavam das atividades de planejamento e controle das empresas e foram escolhidos pela experiência dentro desse processo, como também pela participação na pesquisa em questão, frequência ocorrida desde o seu estágio inicial.

4.4.1.1 Empresa B

A avaliação da empresa B foi realizada com uma entrevista ao engenheiro de obra da empresa. Este engenheiro já havia participado da etapa inicial do projeto piloto do modelo, do processo de desenvolvimento e finalização. Além disso, a sua obra estava implantando um processo de mensuração da produtividade com vista a melhoria do processo de planejamento e controle de obras futuras.

A pedido do próprio engenheiro da obra a equipe da obra (técnicos e estagiários de engenharia) participaram da entrevista contribuindo com suas opiniões. A obra estava muito engajada no processo de mensuração da produtividade. Desse modo, em todas as visitas da equipe de pesquisa, a sala técnica parava suas atividades e participava das reuniões com todos os funcionários.

De acordo com a obra, no processo de medição interessa basicamente, para empresa, o quantitativo executado e a equipe executante. A empresa, por sua vez, já havia tentado implantar um sistema de medição que pudesse conter uma mensuração da produtividade, no entanto, há mais de um software envolvido no processo de medição dos serviços e a falta de comunicação entre os programas impossibilitou o desenvolvimento da proposta. A equipe da obra tem citado essa falta de comunicação como fator adverso principal à implantação do modelo, ou seja, a falta de comunicação entre os diferentes programas computacionais utilizados dentro do processo de medição da empresa dificulta principalmente a retroalimentação. No entanto, foi consenso, que com esse fator solucionado a obtenção dos índices de produtividade e retroalimentação dos serviços iria agregar muito às empresas.

Com relação ao processo desenvolvido no modelo, seu passo a passo, a equipe de obra preferiu não apresentar críticas, pois apenas a sua implantação real em uma obra possibilitaria apontar críticas ou propor melhorias ao processo. O modelo foi considerado de simples entendimento, mas no entender da obra precisaria de uma pessoa para gerenciá-lo.

Como sugestão, a obra mencionou a importância da mensuração dos quantitativos de materiais utilizados; não apenas a produtividade deveria ser retroalimentada dentro da composição de custo, mas também os insumos de materiais lá contidos.

4.4.1.2 *Empresa M*

A avaliação da empresa M foi realizada a partir de uma entrevista com o engenheiro de planejamento e controle da empresa. Esse engenheiro já havia participado da etapa inicial do pré-projeto do modelo, no entanto, não havia participado do processo de desenvolvimento.

A apresentação foi iniciada com a explicação da planilha para aplicação do modelo, com a respectiva apresentação dos resultados finais de sua empresa obtidos a partir da pesquisa. A intenção de apresentar o modelo com os dados reais da empresa foi para o melhor entendimento do processo.

Na opinião do engenheiro de planejamento da empresa M, a coluna 7 da planilha de mensuração dos índices de produtividade, que trata das faltas, poderia ser retirada do modelo, pois as faltas implicam na baixa quantidade de serviço executada. Para a empresa, interessa saber apenas o quantitativo executado, os funcionários envolvidos e o período em que o serviço foi executado. A empresa paga o funcionário pelo quantitativo executado dentro do ciclo de medição, logo, se o funcionário falta já estaria embutida a sua falta na diminuição da produção.

Essa avaliação do engenheiro demonstra pouco conhecimento a respeito da mensuração da produtividade, pois a desconsideração das faltas pode gerar índices irreais.

Na avaliação dos períodos de execução foi relatado que a empresa não controla os dias de tarefas curtas, apenas o quantitativo, ou seja, em atividades com período de execução inferior a um ciclo de medição a duração da atividade não é medida. Assim, se uma tarefa tivesse a sua duração menor que o período de medição, o controle desses dias pela empresa seria inviável, isso porque a empresa controla apenas o período entre as medições para o pagamento dos funcionários, sendo esse com base no quantitativo executado.

Com essa dificuldade encontrada foram sugeridas mudanças dentro do processo de medição da empresa, para permitir essa apropriação dos dados das tarefas com períodos curtos de duração. Na visão do engenheiro seria difícil essa modificação, além do impacto da implantação de algo novo, os engenheiros de obra da empresa já reclamam pela quantidade de informações que precisam fornecer na planilha de medição.

A empresa possui uma planilha padrão para as obras informarem as medições dos serviços, no entanto, essa planilha pode ser alterada por cada obra, ou seja, o seu padrão não é fixado e exigido plenamente pela empresa. Existem informações que as obras acabam não repassando para a equipe de planejamento e controle da empresa. As informações base, que não podem deixar de ser preenchidas, são os quantitativos e o percentual de andamento do serviço.

Com relação aos índices de produtividade, que a empresa utiliza para o seu planejamento e controle, foi relatado que eles são obtidos por consultas a outras empresas e por mutirões realizados pelas empresas em suas obras. Os mutirões são realizados nas obras da própria empresa em determinados períodos para avaliação da produtividade dos operários e se os valores pagos a eles estão dentro da média das outras empresas locais. As consultas às outras empresas são feitas a engenheiros amigos ou conhecidos, para a consulta do quanto os operários estão produzindo nos serviços e os valores pagos a eles.

5 ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE GERADOS PELO MODELO

Neste capítulo serão mostrados os índices de produtividade obtidos com a aplicação do modelo de gestão e retroalimentação nas empresas cearenses. Assim, são identificados os serviços estudados, algumas características das execuções (tipos de materiais, métodos executivos, a equipe direta e da forma de pagamento), são descritos os resultados obtidos através da aplicação do modelo proposto e, ao final de cada serviço, um estudo comparativo dos índices de produtividade obtidos, através do modelo, com os índices existentes em artigos nacionais (literatura) e comparados com o novo projeto de atualização das composições de custo do SINAPI.

Esse capítulo, além da avaliação dos resultados gerados pelo artefato, e esse comprovando-se eficaz, retrata as produtividades das empresas cearenses dentro dos nove serviços avaliados. Nessa avaliação das empresas cearenses, obtém-se as características medianas de produtividade em cada serviço e o intervalo de variação com os parâmetros mínimos, medianos e máximos.

5.1 Índices de produtividades gerados pelo modelo

Nos subitens seguintes serão mostrados os resultados obtidos nos nove serviços pesquisados. Esses resultados foram gerados com a aplicação da planilha de mensuração da produtividade nas 15 empresas participantes da pesquisa. Dentro de cada serviço serão descritas algumas características das execuções medidas, os resultados obtidos com o modelo e sua comparação com os identificados na literatura nacional e também a pesquisa desenvolvida pela Caixa Econômica Federal (CEF) para a atualização das suas composições de custo.

Nas descrições das características de execução serão mencionadas algumas características executivas de cada empresa como: os tipos de materiais utilizados e/ou modo de execução, as composições das equipes e os métodos de pagamento dos funcionários. As composições de equipes auxiliam em uma análise da RUP direta na apresentação dos resultados. Entretanto, essas descrições não têm o objetivo de avaliar os impactos dos fatores que afetam a produtividade, mas apenas melhorar a visão e o entendimento dos índices gerados pela pesquisa.

Os resultados serão mostrados sem nenhum tipo de consideração ou corte no quantitativo total das amostras de produtividade, ou seja, todos os índices encontrados nas execuções serão considerados e informados. As avaliações conterão os índices da RUP dos oficiais e das equipes (direta), sendo esses em valores cumulativos medianos, mínimos e máximos, quando referidos ao modelo e sem a exigência da característica cumulativa para os resultados encontrados na literatura.

Os intervalos de variação do modelo serão apresentados relativos a cada empresa e a cada serviço com os valores medianos de todas as empresas cearenses. Além disso, serão descritos os Coeficientes de Variação (CV)² da RUP cumulativa dos oficiais e apresentado em forma de gráfico a RUP cumulativa dos oficiais de cada empresa em comparação a média de todas as empresas do setor.

As comparações dos resultados serão feitas considerando os intervalos de variação da produtividade em comparação aos resultados obtidos na literatura nacional existente e pela pesquisa da CAIXA. Essa comparação servirá de validação dos resultados gerados, para a consolidação do modelo proposto nesta dissertação.

5.1.1 Alvenaria

O serviço de alvenaria foi avaliado em nove empresas distintas: Empresa A, B, H, I, K, M, O, P e Q. Nessas empresas foram obtidas 179 amostras de produtividade e um total de 49.788,02 m² de alvenaria foram avaliados.

5.1.1.1 Características das execuções

As empresas analisadas ao elaborarem a medição do serviço de alvenaria mensuravam o quantitativo de blocos de maneira global, ou seja, mesmo que em seu orçamento fosse descrito os tamanhos dos blocos, de forma especificada pelo tamanho dos blocos, esses eram quantificados em sua totalidade e sem considerar os tamanhos distintos. Desse modo, não

² Coeficiente de Variação (CV) é dado pela relação entre o desvio padrão das amostras de produtividade das empresas pela sua produtividade média.

foi possível a mensuração da produtividade relativa a cada tipo de bloco. Assim, a produtividade gerada pelo modelo refere-se a todas as tipologias de blocos juntas.

As Empresas A, K, M, O e Q utilizavam um tamanho de bloco cerâmico único de 9 x 19 x 19 cm. A empresa B possuía variedade no tamanho dos blocos cerâmicos, com os de 20 x 20 x 10cm, ½ 20 x 20x 10 cm, 20 x 20 x 14cm, ½ 20 x 20 x 14 cm. A empresa H utilizou blocos cerâmicos 14 x 19 x 19 cm e blocos de concreto de 9 x 19 x 39 cm. A empresa I não informou o tamanho dos blocos utilizados, mas a sua composição era de concreto. A empresa P utilizou blocos cerâmicos de 14 x 19 x 19 cm.

As composições de equipes diretas de execução das empresas para o serviço de alvenaria são as seguintes:

- Empresa A: 2 pedreiros e 1 serventes;
- Empresa B: 2 pedreiros e 1 serventes;
- Empresa H: 2 pedreiros e 1 serventes e 3 pedreiros e 1 serventes;
- Empresa I: 2 pedreiros e 1 serventes;
- Empresa K: 3 pedreiros e 1 serventes;
- Empresa M: 2 pedreiros e 1 serventes;
- Empresa O: 1 pedreiros e 1 serventes;
- Empresa P: 2 pedreiros e 1 serventes;
- Empresa Q: 2 pedreiros e 1 serventes.

As empresas possuem características próprias de execução em seus serviços. As equipes identificadas em cada empresa refletem essa característica. As composições de equipes mostradas dentro desse subitem podem ser utilizadas para a avaliação das equipes diretas informadas no subitem seguinte.

O método de pagamento dos funcionários das empresas A, B, H, I, K, M, O e P era de acordo com a execução dos pacotes. O pacote tinha um valor fixado em “x” e a medida que a equipe executava uma quantidade “n” de pacotes ganhava “n.x”. A empresa Q é a única que destoa do método de pagamento anterior. Ela não bonifica o oficial, utiliza um valor de bonificação que é dado apenas ao servente pela sua frequência e esforço na execução, a aplicação desse benefício fica a cargo do encarregado.

5.1.1.2 Resultados obtidos

A produtividade das equipes e as amostras de cada empresa no serviço de alvenaria são mostradas na Tabela 30. Nela foram identificadas as empresas, descritos os quantitativos de amostras e as produtividades dos oficiais e das equipes diretas.

Na avaliação do intervalo de variação das RUP's dos oficiais, tem-se a RUP mínima verificada na empresa K de 0,16 Hh/m² e a máxima na empresa I de 3,56 Hh/m². A média de todas as empresas pesquisadas é de 1,03 Hh/m². Esse valor médio indica que um oficial consegue executar 8,54 m² de alvenaria por dia e no final do mês esse valor seria de 187,9 m².

Além da RUP dos oficiais, foram mensuradas as RUP's diretas, ou seja, considerando a equipe de execução. Essa análise foi realizada para a comparação com os dados da literatura, onde a maioria dos artigos nacionais publicados pesquisaram a produtividade da equipe direta. Na Tabela 30, o intervalo de variação das RUP direta tem o valor mínimo na empresa K com 0,22 Hh/m² e o valor máximo de 5,33 Hh/m² na empresa I, sendo a produtividade média das empresas de 1,59 Hh/m².

Tabela 30 Produtividades e quantitativos em alvenaria

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa O	19	7.010,05	<i>Rup_{oficial}</i>	0,28	0,49	1,16
			<i>Rup_{direta}</i>	0,56	0,95	1,85
Empresa K	9	11.397,00	<i>Rup_{oficial}</i>	0,16	0,53	1,11
			<i>Rup_{direta}</i>	0,22	0,76	2,01
Empresa A	10	1.877,50	<i>Rup_{oficial}</i>	0,51	0,57	0,77
			<i>Rup_{direta}</i>	0,76	0,85	1,16
Empresa M	85	15.346,75	<i>Rup_{oficial}</i>	0,38	0,82	2,76
			<i>Rup_{direta}</i>	0,56	1,23	4,13
Empresa H	13	2.001,61	<i>Rup_{oficial}</i>	0,66	0,87	1,67
			<i>Rup_{direta}</i>	0,98	1,29	2,50
Empresa P	3	1.316,91	<i>Rup_{oficial}</i>	0,62	0,94	1,34
			<i>Rup_{direta}</i>	0,56	0,95	1,85
Empresa Q	5	797,75	<i>Rup_{oficial}</i>	0,77	1,09	1,41
			<i>Rup_{direta}</i>	1,16	1,68	2,14
Empresa B	24	2.956,32	<i>Rup_{oficial}</i>	0,77	1,28	1,92
			<i>Rup_{direta}</i>	1,54	2,57	3,84
Empresa I	11	7.084,13	<i>Rup_{oficial}</i>	2,50	2,69	3,56
			<i>Rup_{direta}</i>	3,66	3,99	5,33
Média			<i>Rup_{oficial}</i>	0,16	1,03	3,56
			<i>Rup_{direta}</i>	0,22	1,59	5,33

Fonte: o autor

A empresa com melhor índice mediano de produtividade do oficial foi a empresa O e a com melhor produtividade em suas equipes diretas é a empresa K. Na avaliação da composição das equipes, a empresa K destoa da maioria, com a utilização de uma equipe de 3 pedreiros e 1 servente. A empresa I mensurou os piores índices de produtividade, tanto do oficial como da equipe direta, o destaque dessa empresa em relação as demais é a utilização de blocos cerâmicos e de concreto mesclados em sua execução.

A empresa K teve o segundo maior quantitativo de serviço analisado, com 11.397 m² de alvenaria apurada. Aquela com a maior quantidade de amostras foi a empresa M, por conter um sistema de gestão a vista e de medição dos serviços organizado, tendo essa, a totalidade do quantitativo de alvenaria coletado e seus índices de produtividade gerados.

De acordo com a Tabela 31, a empresa K, apesar de ter a melhor produtividade mediana, possuiu um alto coeficiente de variação em seu processo executivo. O CV de 69,28 % indica a instabilidade na execução do serviço, com alta oscilação nos índices de produtividade mensurados. A empresa com menor CV foi a empresa I, no entanto os seus índices de produtividade foram os menores dentre as empresas. Assim, a sua produtividade é baixa, mas o seu processo executivo estável, o que demonstra facilidade de implantação de melhorias. Em valores médios, o CV de todas as empresas pesquisadas foi de 36,17%, o que refletiu o grau de variabilidade do serviço na construção civil cearense.

Tabela 31 Coeficiente da variação para alvenaria

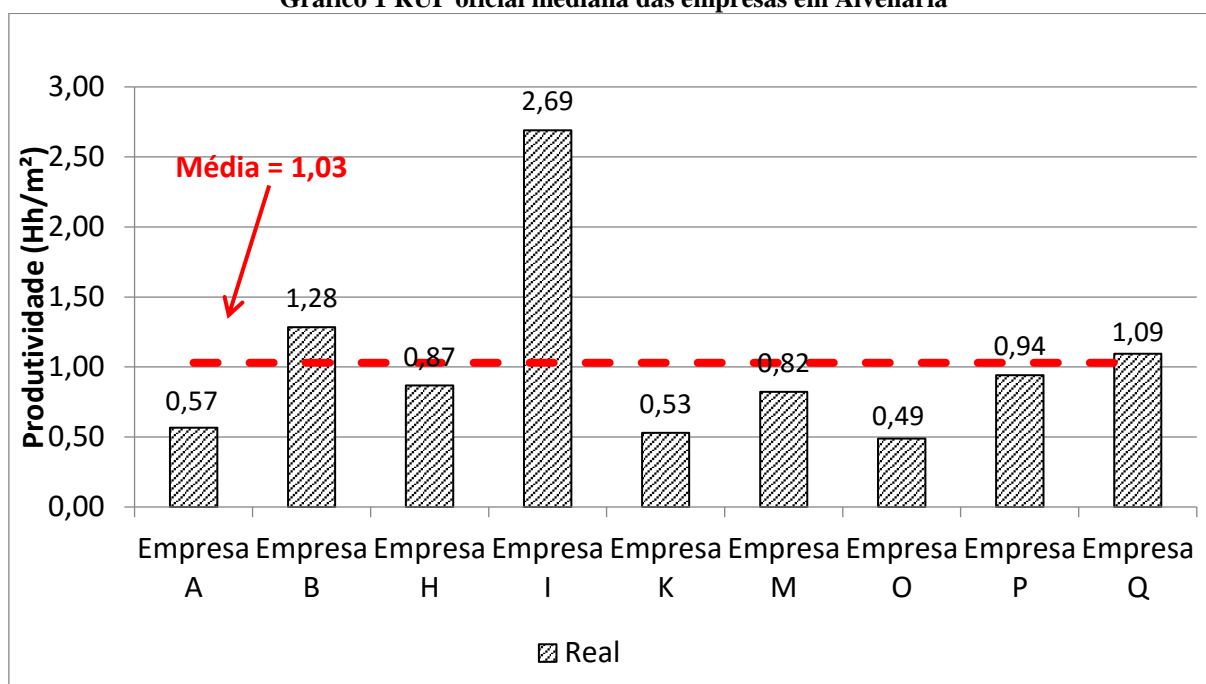
Código	CV
Empresa K	69,28%
Empresa P	34,74%
Empresa O	32,91%
Empresa M	32,59%
Empresa B	25,54%
Empresa Q	24,21%
Empresa H	23,25%
Empresa A	11,70%
Empresa I	9,51%
Média	36,17%

Fonte: o autor

O Gráfico 1 tem uma representação da produtividade dos oficiais das empresas e a média geral mensurada. O valor alto da RUP da empresa I desloca a média para a parte superior do gráfico, de modo que, a empresa tem forte impacto no valor médio mensurado. Se a empresa I fosse desconsiderada na análise, a RUP oficial média seria de 0,82 Hh/m² e assim apenas três

empresas possuem resultados abaixo da média e com boas produtividades, sendo essas a empresa A, K e O.

Gráfico 1 RUP oficial mediana das empresas em Alvenaria



Fonte: o autor

5.1.1.3 Comparação dos resultados

Com a análise de todas as composições de custo disponibilizadas pelo site da Caixa Econômica Federal, foi elaborado o intervalo de variação da produtividade dos oficiais, onde essa variação está representada na Tabela 32. De acordo com os resultados gerados pela pesquisa para atualização do SINAPI, a RUP oficial mínima encontrada é de 0,48 Hh/m² e a máxima de 3,71 Hh/m², sendo a produtividade média de 1,45 Hh/m².

Tabela 32 RUP's do SINAPI para alvenaria

Mínima	Média	Máxima
0,48	1,45	3,71

Fonte: o autor

Outro parâmetro de comparação foi a busca na literatura por intervalos de variação da produtividade para os oficiais e para a equipe direta. Na Tabela 33, observa-se os dados de produtividade coletados na literatura. Através desses, identificou-se um intervalo de variação da RUP direta de 0,21 Hh/m² a 3,27 Hh/m², com o valor médio de 1,10 Hh/m². Na análise da

RUP dos oficiais os índices variaram de 0,84 Hh/m² a 1,89 Hh/m² e a média desses trabalhos de 1,08 Hh/m².

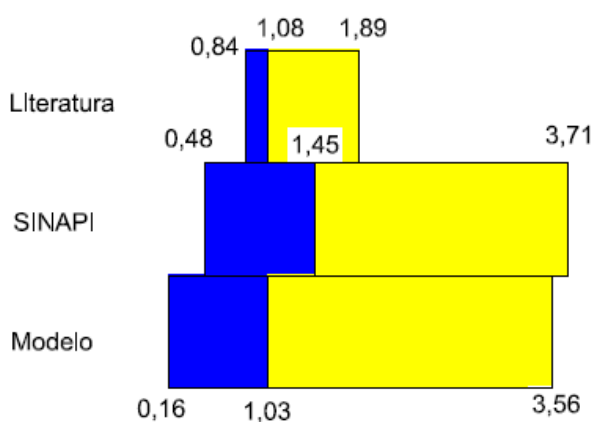
Tabela 33 RUP's da bibliografia em alvenaria

RUP direta			RUP oficial		
Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
0,21	1,10	3,27	0,84	1,08	1,89

Fonte: o autor

Na comparação dos intervalos de variação da RUP dos oficiais geradas pelo modelo e as obtidas na atualização do SINAPI, mostrados na Figura 11, observa-se uma semelhança entre o intervalo de variação pesquisado pela CEF com o gerado pelo modelo. A comparação com os resultados da literatura é considerada frágil, pois poucos dados para esse tipo de produtividade foram identificados. Apenas em dois artigos conseguiram apurar um intervalo completo de variação. Mesmo assim, trabalhou-se com os resultados encontrados na sua totalidade e sem critérios de exclusão. Na comparação dos resultados da literatura com os resultados do modelo, observa-se alta distinção dos intervalos, no entanto, os valores sobrepõem-se ao invés de divergirem.

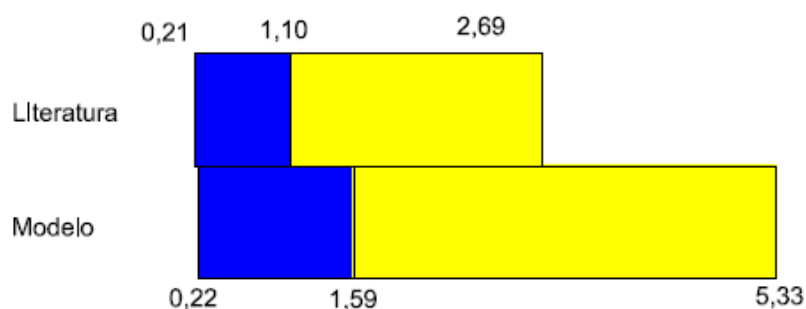
Figura 11 Comparação dos intervalos de variação da RUP do oficial em alvenaria



Fonte: o autor

A Figura 12 mostra a comparação dos intervalos de variação das RUP's diretas geradas pelo modelo com o encontrado na literatura. Observa-se uma sobreposição dos intervalos, com divergência nos valores de produtividade máxima. O modelo mensurou um valor de RUP direta máxima 98% maior que o encontrado na literatura.

Figura 12 Comparação dos intervalos de variação da RUP direta em alvenaria



Fonte: o autor

A comparação dos resultados médios gerados pelo modelo, literatura e CEF não foram comparados. Essa análise teria o foco nas características específicas de execução e interferências dos fatores que afetam a produtividade. Logo, algo específico a cada serviço e tipologia de execução, que não são os focos desta dissertação.

5.1.2 Revestimento interno em argamassa (RIA)

O serviço de revestimento interno de parede em argamassa foi avaliado em nove Empresas distintas: A, E, G, I, J, K, N, O e Q. Nessas empresas foram obtidas 95 amostras de produtividade e um total de 69.163,72 m² de revestimento foram executados.

5.1.2.1 Características das execuções

Nas execuções pesquisadas nas empresas, encontramos dois métodos executivos: a aplicação com argamassa projetada, empresas N e A, e a aplicação manual nas demais empresas.

Na identificação das equipes de execução têm-se composições variadas, como:

- Empresa A: 3 pedreiros e 0 serventes
- Empresa E: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa G: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa I: 4 pedreiros e 1 serventes
- Empresa J: 1 pedreiros e 1 serventes

- Empresa K: 5 pedreiros e 1 serventes
- Empresa N: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa O: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa Q: 2 pedreiros e 1 serventes

Dentre as empresas pesquisadas, a empresa J não executou o serviço com a mão de obra própria, ou seja, o seu serviço era terceirizado.

O método de pagamento dos funcionários das empresas A, E, G, I, K, N e O é feito com valores estipulados para cada pacote “x”. A medida que uma equipe executa uma quantidade “n”, o salário da equipe será dado por “n.x”. A empresa J é terceirizada, então seu valor é pago pelo quantitativo executado pela empresa contratada. A empresa Q utiliza um valor de bonificação que é dado apenas ao servente pela sua frequência e esforço na execução.

5.1.2.2 *Resultados obtidos*

As produtividades das equipes direta mensuradas na pesquisa são mostradas na Tabela 34. No intervalo de variação da RUP dos oficiais tem-se o valor mínimo nas Empresas A e O com 0,23 Hh/m². O índice máximo foi mensurado na empresa O com 2,49 Hh/m². A produtividade média de todas as empresas é de 0,74 Hh/m². Esse valor médio indica que um oficial consegue executar 11,89 m² por dia e 261,62 m² durante um mês de execução.

O intervalo de variação da RUP direta tem o seu valor mínimo na empresa A com 0,23 Hh/m². A RUP máxima foi mensurada na empresa O com 3,74 Hh/m² e o valor médio da produtividade de todas as empresas foi de 1,09 Hh/m².

A empresa N teve a maior RUP oficial mediana entre as participantes, na avaliação da RUP direta, a empresa A teve a melhor produtividade em equipe. A empresa A tinha uma composição de equipe diferente das demais, sem a utilização de serventes. Além disso, o seu processo de execução é automatizado com a execução projetada.

As melhores produtividades foram das Empresas A e N por utilizarem o modo de execução mecanizado com a projeção. A produtividade teve índices próximos, apesar das tipologias de obras bem diferentes.

A empresa A obteve uma maior quantidade de amostras e quantitativo de serviço coletadas, isso porque avaliava, na obra pesquisada, os resultados da implantação da execução

projetada. Assim, a produtividade era mensurada e acompanhada de forma frequente desde o início da execução do serviço.

Tabela 34 Produtividades e quantitativos em RIA

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa N	3	535,02	<i>Rup_{oficial}</i>	0,40	0,32	0,30
			<i>Rup_{direta}</i>	0,44	0,49	0,59
Empresa A	32	38.497,20	<i>Rup_{oficial}</i>	0,23	0,38	0,65
			<i>Rup_{direta}</i>	0,23	0,38	0,65
Empresa E	1	1.422,10	<i>Rup_{oficial}</i>	0,42	0,42	0,42
			<i>Rup_{direta}</i>	0,84	0,84	0,84
Empresa K	14	22.008,00	<i>Rup_{oficial}</i>	0,38	0,49	0,92
			<i>Rup_{direta}</i>	0,42	0,58	1,10
Empresa Q	7	1.329,23	<i>Rup_{oficial}</i>	0,36	0,51	0,63
			<i>Rup_{direta}</i>	0,54	0,77	0,95
Empresa J	21	1.096,83	<i>Rup_{oficial}</i>	0,48	0,61	1,15
			<i>Rup_{direta}</i>	0,97	1,22	2,31
Empresa O	15	3.299,40	<i>Rup_{oficial}</i>	0,23	0,90	2,49
			<i>Rup_{direta}</i>	0,34	1,35	3,74
Empresa I	1	943,76	<i>Rup_{oficial}</i>	1,39	1,39	1,39
			<i>Rup_{direta}</i>	1,72	1,72	1,72
Empresa G	1	32,18	<i>Rup_{oficial}</i>	1,64	1,64	1,64
			<i>Rup_{direta}</i>	2,44	2,44	2,44
<i>Média</i>			<i>Rup_{oficial}</i>	0,23	0,74	2,49
			<i>Rup_{direta}</i>	0,23	1,09	3,74

Fonte: o autor

Na Tabela 35, avalia-se o coeficiente de variação em relação as produtividades dos oficiais. A empresa O teve o maior CV, com o valor de 58,66%, o que significa alta instabilidade no seu processo produtivo, além disso, a empresa mensurou altos índices de produtividade.

Tabela 35 Coeficiente da variação para RIA

Código	CV
Empresa O	58,66%
Empresa A	21,17%
Empresa Q	21,06%
Empresa J	19,30%
Empresa K	19,22%
Empresa N	15,78%
Empresa E	-
Empresa G	-
Empresa I	-
Média	25,86%

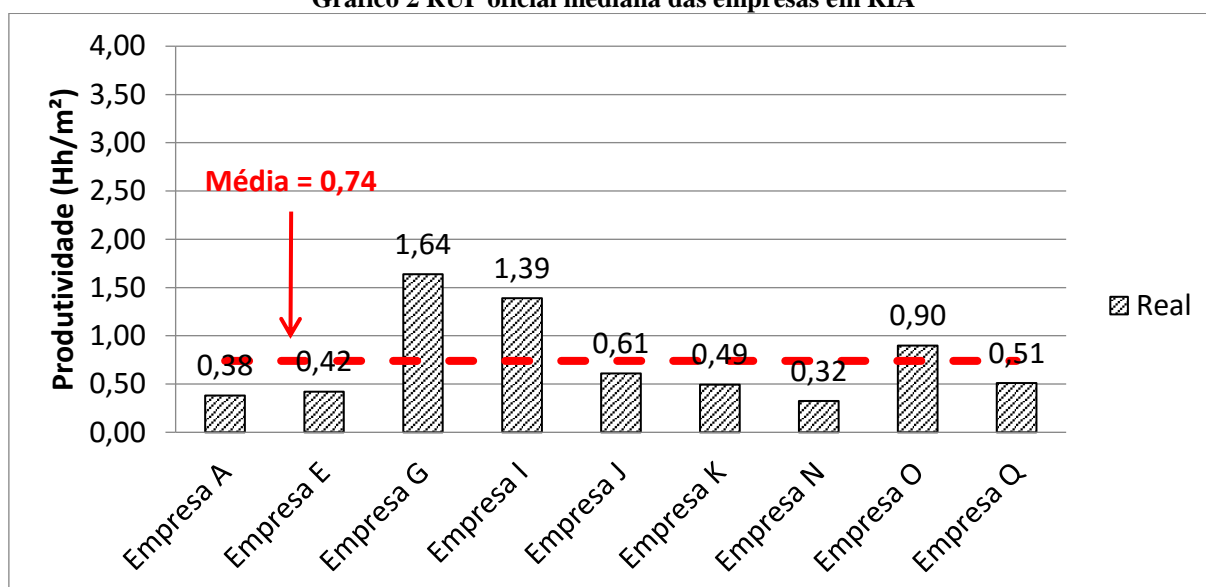
Fonte: o autor

As empresas E, G e I não coletaram dados de produtividade suficientes para obterem um coeficiente de variação, desse modo, os seus resultados são zerados. Em média, as empresas cearenses possuem um CV de 25,86% nos índices de produtividade desse serviço.

Na análise do CV desse serviço observa-se, com exceção da empresa O, uma tendência do CV na faixa de 20%. Nas empresas com processos executivos mecanizados, a empresa N obteve o menor CV de todas as empresas avaliadas e a empresa A teve o segundo maior CV.

O Gráfico 2 mostra que três das nove empresas tiveram índices medianos acima da RUP média do serviço. Os baixos índices das empresas A e N, alta produtividade, podem ser justificados pelo método executivo automatizado. A empresa I, como já mencionada, enfrentou dificuldades na execução da obra e o motivo do alto índice da empresa G não foi identificado.

Gráfico 2 RUP oficial mediana das empresas em RIA



Fonte: o autor

5.1.2.3 Comparação dos resultados

Na comparação dos resultados não foram encontrados no site da CEF os novos índices para a execução de revestimento interno de parede em argamassa, ou seja, a pesquisa não foi concluída para esse serviço. Desse modo, os índices gerados pelo modelo serão comparados com a literatura.

Os resultados das RUP's direta e oficial da literatura estão representadas na Tabela 36. O intervalo de variação da RUP oficial varia de 0,35 Hh/m² a 3,80 Hh/m², sendo a média

de 0,77 Hh/m². Na representação das RUP's diretas encontradas na literatura, o intervalo de variação encontrado foi de 0,27 Hh/m² a 3,87 Hh/m², sendo a média de 0,87 Hh/m².

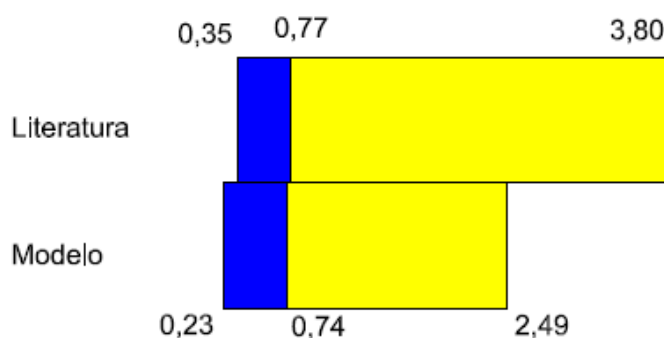
Tabela 36 RUP's da bibliografia em RIA

RUP direta			RUP oficial		
Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
0,27	0,87	3,87	0,35	0,77	3,80

Fonte: o autor

A Figura 13 mostra que os intervalos de variação da literatura em comparação com o modelo sobrepõem-se, no entanto, o intervalo observado na literatura foi maior que o mensurado pelo artefato. A maior divergência entre os índices foi entre valores máximos com a literatura medindo resultados de 3,80 Hh/m² e o modelo com o máximo pesquisado de 2,49 Hh/m².

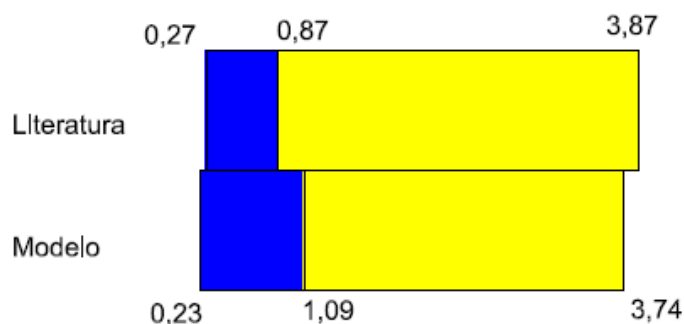
Figura 13 Comparação dos intervalos de variação da RUP oficial em RIA



Fonte: o autor

A Figura 14 mostra uma grande semelhança na sobreposição dos intervalos de variação da RUP direta do modelo comparado a literatura.

Figura 14 Comparação dos intervalos de variação da RUP direta em RIA



Fonte: o autor

5.1.3 *Contrapiso*

O serviço de contrapiso foi avaliado em nove empresas distintas: A, B, E, J, K, M, N, O e Q. Nessas empresas foram obtidas 52 amostras de produtividade e o total de 17.161,54 m² de contrapiso foram avaliados.

5.1.3.1 *Características das execuções*

Os materiais utilizados nas execuções contêm uma mesma composição, uma mistura argamassada. Os métodos de execução foram de modo manual, com exceção da empresa B, que aplicou de modo bombeado. No bombeamento a empresa B utilizou concreto para execução do contrapiso e não uma mistura argamassada.

Na observação das equipes de execução, foram identificadas as seguintes composições:

- Empresa A: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa B: 1 pedreiros e 1 serventes
- Empresa E: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa J: 2 pedreiros e 0 serventes
- Empresa K: 3 pedreiros e 2 serventes
- Empresa M: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa N: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa O: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa Q: 2 pedreiros e 1 serventes

O método de pagamento dos funcionários das empresas é igual ao descrito no serviço de alvenaria. O valor do salário do funcionário é condicionado a quantidade de pacotes realizados. E a única empresa com método diferente é a Q com modo de pagamento diferenciado como já mencionado em serviços anteriores.

5.1.3.2 Resultados obtidos

As produtividades de cada empresa são mostradas na Tabela 37. O intervalo de variação da RUP dos oficiais tem como valor mínimo de 0,10 Hh/m², encontrado na empresa B, a RUP máxima encontrada foi de 0,92 Hh/m² da empresa O e a RUP média das empresas foi de 0,38 Hh/m². O valor de produtividade média indica que um pedreiro consegue em média executar 23,16 m² de contrapiso por dia e 509,47 m² por mês.

No intervalo de variação das RUP's diretas, o índice mínimo foi de 0,10 Hh/m² da empresa B, esse valor é o mesmo da RUP dos oficiais, pela empresa não utilizar servente na execução. A RUP máxima foi 1,38 Hh/m² da empresa O e a RUP direta média das empresas cearenses foi de 0,57 Hh/m².

Tabela 37 Produtividades e quantitativos em contrapiso

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa B	10	2.041,40	<i>Rup</i> _{oficial}	0,10	0,14	0,16
			<i>Rup</i> _{direta}	0,10	0,14	0,16
Empresa J	4	3.996,00	<i>Rup</i> _{oficial}	0,14	0,18	0,21
			<i>Rup</i> _{direta}	0,14	0,18	0,21
Empresa K	11	5.302,00	<i>Rup</i> _{oficial}	0,21	0,28	0,38
			<i>Rup</i> _{direta}	0,35	0,46	0,63
Empresa Q	5	1.372,77	<i>Rup</i> _{oficial}	0,26	0,31	0,38
			<i>Rup</i> _{direta}	0,42	0,48	0,57
Empresa M	7	1.357,14	<i>Rup</i> _{oficial}	0,24	0,42	0,59
			<i>Rup</i> _{direta}	0,36	0,65	0,89
Empresa A	1	127,26	<i>Rup</i> _{oficial}	0,41	0,41	0,41
			<i>Rup</i> _{direta}	0,41	0,41	0,41
Empresa E	1	239,61	<i>Rup</i> _{oficial}	0,59	0,59	0,59
			<i>Rup</i> _{direta}	1,18	1,18	1,18
Empresa N	1	297,52	<i>Rup</i> _{oficial}	0,59	0,59	0,59
			<i>Rup</i> _{direta}	0,88	0,88	0,88
Empresa O	12	2.427,84	<i>Rup</i> _{oficial}	0,34	0,53	0,92
			<i>Rup</i> _{direta}	0,50	0,80	1,38
<i>Média</i>			<i>Rup</i> _{oficial}	0,10	0,38	0,92
			<i>Rup</i> _{direta}	0,10	0,57	1,38

Fonte: o autor

A melhor RUP oficial e direta mediana foi encontrada na Empresa B com a utilização de um método bombeado de concreto para execução do contrapiso. No entanto, no relato do engenheiro da obra a opção de execução teve custos altos e por se utilizar concreto ao invés de argamassa dificultou o serviço seguinte necessitando de um esforço maior na

regularização. Na sua análise, o bombeamento de argamassa poderia gerar boa produtividade e ser rentável a empresa, algo que seria testado em outra obra da empresa.

A empresa J teve resultados medianos próximos ao da empresa B, mesmo utilizando a aplicação manual. O motivo da boa produtividade não foi observado, por necessitar de um estudo detalhado. No entanto, uma observação feita através da composição de suas equipes é a não utilização de serventes no processo executivo direto, a equipe direta era composta por apenas dois pedreiros.

Com relação ao maior quantitativo, a empresa O apurou a maior quantidade de amostras, com o total de 12 e a empresa K coletou a maior quantidade de serviço, como total de 5.302 m².

A Tabela 38 mostra os CV's para o serviço de contrapiso. A empresa com maior CV foi a M com um índice de 38,65%, na avaliação dos seus índices medianos de RUP dos oficiais, a empresa localiza-se na média das empresas cearenses. A empresa E não forneceu amostras suficientes para obtenção do coeficiente de variação. O CV médio das empresas cearenses é de 26,14% para o serviço de contrapiso e a empresa Q obteve o menor CV mensurado, com apenas 13,65%.

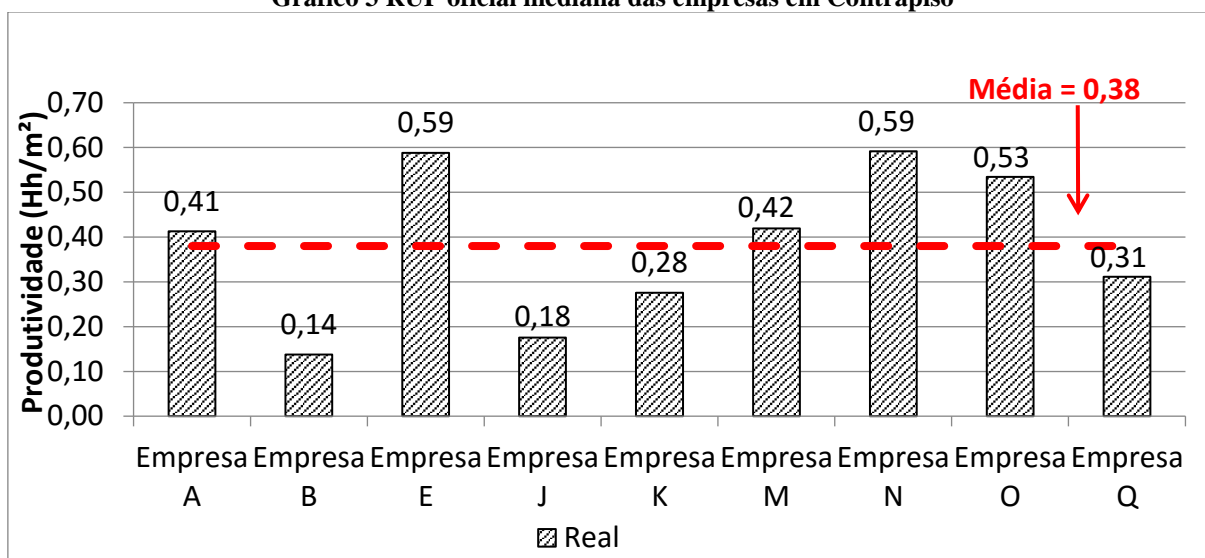
Tabela 38 Coeficiente da variação para contrapiso

Código	CV
Empresa M	38,65%
Empresa O	30,10%
Empresa B	20,00%
Empresa K	19,11%
Empresa J	18,62%
Empresa Q	13,65%
Empresa N	-
Empresa A	-
Empresa E	-
Média	23,35%

Fonte: o autor

O Gráfico 3 mostra que as Empresas B e J destacaram-se em relação as demais com boas produtividades mensuradas pelos seus baixos índices. Das nove empresas pesquisadas, observa-se que cinco delas estão com índices acima da média e apenas quatro foram responsáveis pela redução desse indicador médio.

Gráfico 3 RUP oficial mediana das empresas em Contrapiso



Fonte: o autor

As empresas com piores RUP's dos oficiais foram a E e N, isso pode ser explicado pela tipologia de obra, que difere das demais. Essas obras pesquisadas eram horizontais e as demais obras verticais de múltiplos pavimentos.

5.1.3.3 Comparação dos resultados

O resultado encontrado nas composições atualizadas do SINAPI, com mostrado na Tabela 39, o intervalo de variação da RUP é de 0,05 Hh/m² a 0,79 Hh/m², sendo a média dentre os valores de 0,39 Hh/m². As RUP's pesquisadas nas novas composições informadas pela CAIXA aqui citadas referem-se as RUP's dos oficiais.

Tabela 39 RUP's dos oficiais do SINAPI para contrapiso

Mínima	Média	Máxima
0,05	0,39	0,79

Fonte: o autor

Na literatura foi encontrado apenas um trabalho com a análise da faixa de variação da RUP de contrapiso para os oficiais. Nesse, a RUP mínima encontrada foi de 0,08 Hh/m², a média de 0,36 Hh/m², e a RUP máxima de 0,58 Hh/m², informado na Tabela 40. Na RUP direta, o intervalo de variação é de 0,19 Hh/m² a 2,31 Hh/m², com a RUP média de 0,53 Hh/m².

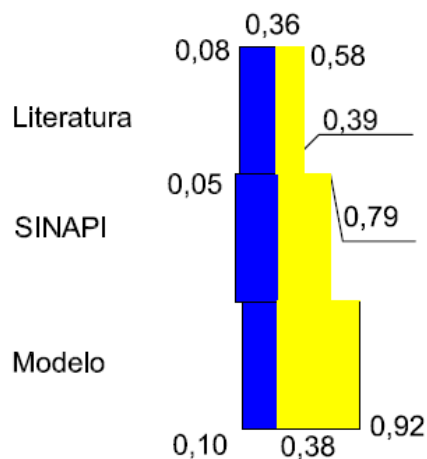
Tabela 40 RUP's da bibliografia em contrapiso

RUP direta			RUP oficial		
Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
0,19	0,53	2,31	0,08	0,36	0,58

Fonte: o autor

Na comparação dos intervalos de variação da RUP oficial da literatura, do modelo e do SINAPI observa-se uma sobreposição dos intervalos, como mostrado na Figura 15. Os intervalos são semelhantes e com valores médios próximos, o que pode indicar um baixo impacto, nesse serviço, dos fatores que causam a variação dos índices.

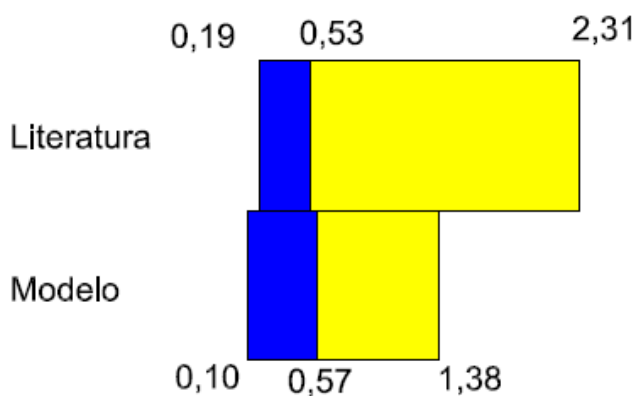
Figura 15 Comparação dos intervalos de variação da RUP do oficial em contrapiso



Fonte: o autor

A Figura 16 mostra a comparação do intervalo de variação da RUP direta entre a literatura e o modelo. Assim como na RUP dos oficiais, observa-se uma sobreposição e semelhança dos resultados, com uma diferença significativa nos índices máximos, sendo essa de 67%.

Figura 16 Comparação dos intervalos de variação da RUP direta em contrapiso



Fonte: o autor

5.1.4 Revestimento interno de piso e parede (RIPP)

O serviço de revestimento interno de piso e parede foi avaliado em cinco empresas: C, G, H, I e J. Nessas empresas foram obtidas 48 amostras de produtividade e um total de 15.767,34 m² de quantitativo de revestimento mensurados.

5.1.4.1 Características das execuções

No serviço de revestimento interno de piso e parede foram mensuradas os revestimentos cerâmicos e porcelanatos aplicados em piso e parede. As suas quantificações em horizontais e verticais foram executadas somadas, por se tratar do revestimento em áreas molhadas. Além disso, esse é o modo de obtenção dos quantitativos para as medições, feito pelas empresas cearenses. Os tipos de peças cerâmicas e porcelanatos são variados, a empresa C aplicou cerâmica 45 x 45 cm e porcelanato 50 x 50 cm. Na empresa J a peça aplicada era cerâmica de tamanho 34 x 46 cm. Já as empresas G, H e I não informaram os tamanhos das suas peças.

As equipes de execução diretas em cada empresa eram compostas do seguinte modo:

- Empresa C: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa G: 1 pedreiros e 1 serventes
- Empresa H: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa I: 2 pedreiros e 0 serventes
- Empresa J: 3 pedreiros e 2 serventes

Com relação ao pagamento dos funcionários, as empresas G, H, I e J pagam o funcionário de acordo com a quantidade de pacotes executado. No entanto, a empresa C paga ao funcionário apenas o valor regulamentado para a sua formação sem qualquer bonificação.

5.1.4.2 Resultados obtidos

As produtividades mensuradas para o serviço de RIPP, obtidos em cada empresa, é mostrado na Tabela 41. O intervalo de variação da RUP dos oficiais tem a empresa J com o índice mínimo mensurado de 0,39 Hh/m², essa empresa também obteve o máximo valor de RUP do oficial, sendo de 1,42 Hh/m², sendo a RUP média dos oficiais de todas as empresas 0,90 Hh/m². Esse valor de produtividade média indica que um oficial consegue produzir 9,78 m² de revestimento por dia e 215,11 m² por mês.

A faixa de variação da RUP direta tem como valor mínima 0,62 Hh/m² obtido na empresa J, o valor máximo dessa RUP é de 3,03 Hh/m² mensurado na empresa C e a RUP direta média das empresas cearenses foi mensurada em 1,28 Hh/m².

Tabela 41 Produtividades e quantitativos em RIPP

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa G	1	28,12	<i>Rup_{oficial}</i>	0,55	0,55	0,55
			<i>Rup_{direta}</i>	0,83	0,83	0,83
Empresa I	3	2.067,00	<i>Rup_{oficial}</i>	0,56	0,58	0,59
			<i>Rup_{direta}</i>	0,86	0,87	0,90
Empresa H	10	2.769,80	<i>Rup_{oficial}</i>	0,74	0,90	1,18
			<i>Rup_{direta}</i>	1,11	1,35	1,76
Empresa J	31	3.391,71	<i>Rup_{oficial}</i>	0,39	0,89	1,42
			<i>Rup_{direta}</i>	0,62	1,00	1,65
Empresa C	3	7.510,71	<i>Rup_{oficial}</i>	1,96	1,59	1,28
			<i>Rup_{direta}</i>	1,92	2,38	3,03
<i>Média</i>			<i>Rup_{oficial}</i>	0,39	0,90	1,42
			<i>Rup_{direta}</i>	0,62	1,28	3,03

Fonte: o autor

A empresa G conseguiu obter a melhor RUP oficial com 0,55 Hh/m² e a melhor RUP direta com 0,83 Hh/m². A empresa I mensurou índices bem próximos daquela empresa. A empresa I obteve a segunda melhor produtividade, no entanto, do mesmo modo que a G precisar-se-ia de mais dados para consolidação do índice da empresa. A composição da equipe direta da empresa G era de 1 pedreiro e 1 servente e a empresa I utilizou 2 pedreiros e nenhum servente na equipe direta.

A empresa J teve a maior quantidade de amostras fornecidas e a empresa C de serviço, respectivamente com 31 amostras e um total de 7.510,71 m² de revestimento mensurados.

A Tabela 42 mostra o coeficiente de variação mensurados nas empresas. A empresa J obteve o maior CV entre as empresas analisadas, com o índice de 31,06%. A alta oscilação do processo produtivo é somada a baixa eficiência da empresa, com altos índices de produtividade. As empresas G e I não informaram uma quantidade de amostras suficiente para a obtenção de um CV. A empresa H tem o menor CV e um índice de produtividade mediano entre as empresas. O coeficiente de variação médio para esse serviço é de 22,22% nas empresas cearenses, o que mostra baixa variação na produção.

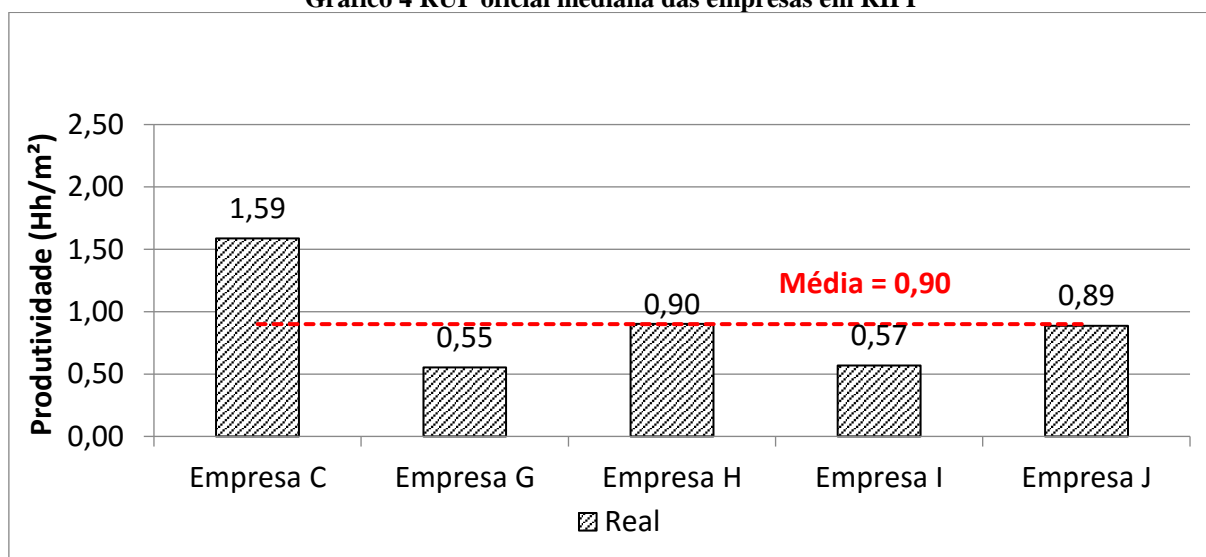
Tabela 42 Coeficiente da variação para RIPP

Código	CV
Empresa J	31,06%
Empresa C	22,31%
Empresa H	13,29%
Empresa G	-
Empresa I	-
Média	22,22 %

Fonte: o autor

O Gráfico 4 mostra que as empresas G e I tiveram os melhores índices de produtividade comparados aos demais, onde, elas e a empresa J tiveram índices abaixo da média. A empresa H e J têm seus resultados na média das empresas cearenses e a empresa C obteve os maiores índices de RUP oficial, consequentemente as equipes com menores eficiência (77% acima da média).

Gráfico 4 RUP oficial mediana das empresas em RIPP



Fonte: o autor

5.1.4.3 Comparação dos resultados

Na comparação com o SINAPI, o tipo de resultado gerado na nova pesquisa é diferente do mensurado nesta dissertação. Na pesquisa desta dissertação, foi mensurado dentro de áreas molhadas o revestimento aglutinado de piso e parede, porque na característica de execução das empresas cearenses (formação de pacotes) esses são medidos juntos. Na pesquisa de atualização do SINAPI, há a separação da produtividade de piso e de parede, com a geração de um índice de produtividade diferente para cada um. Assim, apenas na literatura foram encontrados dados para comparação com os valores gerados pelo modelo.

A Tabela 43 informa os resultados encontrados na literatura. Nela encontrou-se três artigos com resultados possíveis de comparação e apenas com dados de RUP's diretas. O intervalo de variação da RUP direta encontrado foi de 0,11 Hh/m² a 1,65 Hh/m², com o valor médio de 0,68 Hh/m².

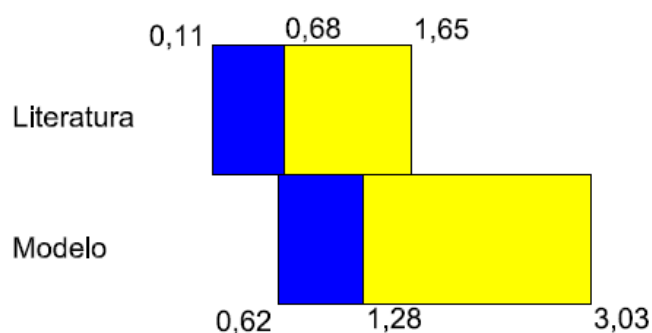
Tabela 43 RUP's da bibliografia em RIPP

RUP direta		
Mínima	Média	Máxima
0,11	0,68	1,65

Fonte: o autor

A comparação dos intervalos de variação é mostrada Figura 17. Observa-se uma sobreposição nos dados em certa faixa de índices, no entanto, a literatura tem mensurado um valor mínimo abaixo 82% do pesquisado e o modelo gerou um valor máximo 84% acima da literatura.

Figura 17 Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no RIPP



Fonte: o autor

No entanto, se comparássemos o intervalo da literatura com o intervalo das empresas H e J, essas com maior quantidade de amostras avaliadas, o valor máximo de RUP

direta diminuiria de 3,03 Hh/m² para 1,76 Hh/m². Essa redução deixa os intervalos mais próximos com diferença acentuada apenas no valor da RUP mínima.

5.1.5 Revestimento interno de piso (RIP)

O serviço de revestimento interno de piso foi avaliado em cinco empresas: B, E, M, N e Q. Nessas empresas, foram obtidas 33 amostras de produtividade e um total de 5.524,29 m² de revestimento interno de piso foram avaliados.

5.1.5.1 Características das execuções

No serviço de revestimento de revestimento interno de piso foi analisado a utilização em cerâmica e/ou porcelanato, com os tamanhos das peças variados. Nas empresas B e M as peças aplicadas foram em porcelanato com tamanho 60 x 60 cm, nas empresas E e N aplicaram peças cerâmicas sem o seu tamanho informado e a empresa Q também não informou o tamanho e o tipo de peça utilizada.

As equipes diretas de execução eram representadas pelas seguintes composições:

- Empresa B: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa E: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa M: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa N: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa Q: 2 pedreiros e 1 serventes

Com relação ao pagamento dos funcionários, as empresas B, E, M, N fazem o pagamento de acordo com o quantitativo de pacotes executados. A empresa Q não paga bonificação ao profissional, apenas ao servente pelo seu empenho e esforço.

5.1.5.2 Resultados obtidos

A Tabela 44 mostra os índices de produtividades coletados nas empresas. Na formatação do intervalo de variação da RUP dos oficiais, esse tem o valor mínimo de 0,43

Hh/m² mensurado na empresa B, a maior RUP foi mensurada na empresa Q com 1,82 Hh/m² e a RUP média de todas as empresas é de 0,83 Hh/m². Assim, um oficial consegue realizar em média 10,60 m² de revestimento por dia e 233,25 m² durante um mês.

No intervalo de variação da RUP direta tem-se o valor mínimo de 0,65 Hh/m² mensurado na empresa B. O maior índice dessa RUP foi mensurado na empresa Q com 2,72 Hh/m² e a RUP média de todas as empresas é de 1,32 Hh/m².

Tabela 44 Produtividades e quantitativos em RIP

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa B	1	408,24	<i>Rup_{oficial}</i>	0,43	0,43	0,43
			<i>Rup_{direta}</i>	0,65	0,65	0,65
Empresa E	1	393,22	<i>Rup_{oficial}</i>	0,76	0,76	0,76
			<i>Rup_{direta}</i>	1,52	1,52	1,52
Empresa M	22	4.299,16	<i>Rup_{oficial}</i>	0,57	0,85	1,31
			<i>Rup_{direta}</i>	0,86	1,29	1,97
Empresa N	2	93,98	<i>Rup_{oficial}</i>	1,12	0,90	0,75
			<i>Rup_{direta}</i>	1,12	1,35	1,69
Empresa Q	7	329,69	<i>Rup_{oficial}</i>	0,74	1,19	1,82
			<i>Rup_{direta}</i>	1,11	1,79	2,72
Médias			<i>Rup_{oficial}</i>	0,43	0,83	1,82
			<i>Rup_{direta}</i>	0,65	1,32	2,72

Fonte: o autor

As melhores produtividades do oficial e da equipe direta foram mensuradas na empresa B. Na avaliação das composições das equipes, observa-se que todas as empresas optam por utilizar 2 pedreiros para 1 servente nesse serviço.

No geral, as quantidades de amostras de produtividade nas empresas foram pequenas. Apenas a empresa M conseguiu informar uma boa quantidade de dados com 22 amostras e um quantitativo de 4.299,16 m² de revestimento informados, esse valor representa 78% do quantitativo total obtido.

A Tabela 45 mostra uma similaridade nos coeficientes de variação pesquisados.

Tabela 45 Coeficiente da variação para RIP

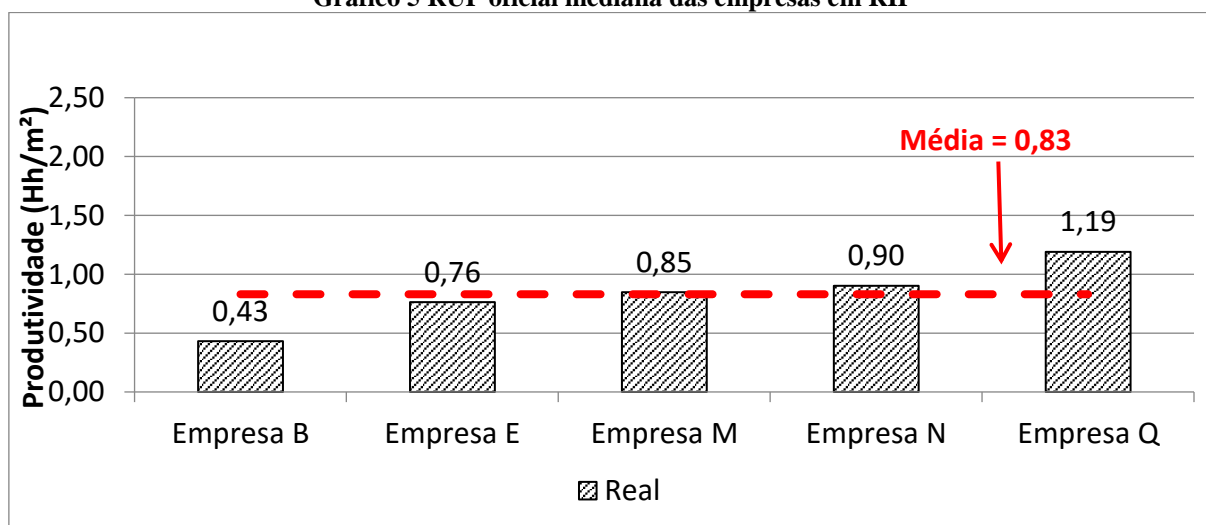
Código	CV
Empresa N	27,93%
Empresa Q	27,54%
Empresa M	21,55%
Empresa B	-
Empresa E	-
Média	25,67%

Fonte: o autor

As empresas N e Q tiveram os maiores coeficientes com 27,93% e 27,54%, respectivamente. O CV médio de todas as empresas é de 25,67%, o que reflete a tendência a um mesmo coeficiente de variação nesse serviço.

Na avaliação das RUP's dos oficiais, a empresa B teve um índice de produtividade destacado das demais, com boa produtividade, como mostrado no Gráfico 5. As empresas B e E possuíram índices abaixo a média cearense, a empresa M tem resultados médios e as empresas N e Q acima da média, essas ultimas necessitam de melhorias.

Gráfico 5 RUP oficial mediana das empresas em RIP



Fonte: o autor

5.1.5.3 Comparação dos resultados

A Tabela 46 mostra o intervalo de variação das RUP's informadas no site da CEF, através do estudo em desenvolvimento de atualização dos índices do SINAPI. O intervalo de variação apurado através das composições informadas é de 0,24 Hh/m² a 1,06 Hh/m², com a produtividade média das composições de 0,59 Hh/m².

Tabela 46 RUP's do SINAPI para RIP

Mínima	Média	Máxima
0,24	0,59	1,06

Fonte: o autor

Na pesquisa feita na literatura por índices de produtividade para comparação aos resultados gerados pelo artefato, foi encontrado, pelo pesquisador, apenas um artigo com a mensuração da produtividade apenas de piso. Nas buscas efetuadas, a maioria dos artigos mensuravam apenas a produtividade de piso e parede juntos, como foi exposto no item de

revestimento interno de piso e parede. Nesse artigo, observou-se o intervalo de variação com a RUP mínima de 0,50 Hh/m², média de 0,80 Hh/m² e a máxima de 1,50 Hh/m², como mostrado na Tabela 47.

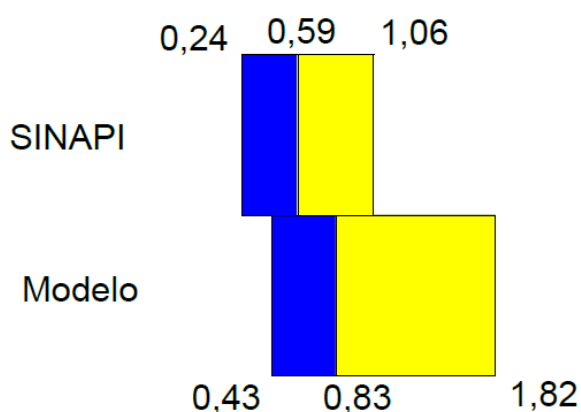
Tabela 47 RUP's da bibliografia em RIP

RUP direta		
Mínima	Média	Máxima
0,50	0,80	1,50

Fonte: o autor

A Figura 18 mostra a comparação da pesquisa desenvolvida pela CEF com a mensuração da produtividade dos oficiais pelo modelo. Os intervalos de variação sobrepõem-se e têm uma maior divergência em relação aos valores máximos, onde as empresas Q e M tiveram amostras máximas de produtividade cerca de 80% superiores as do SINAPI.

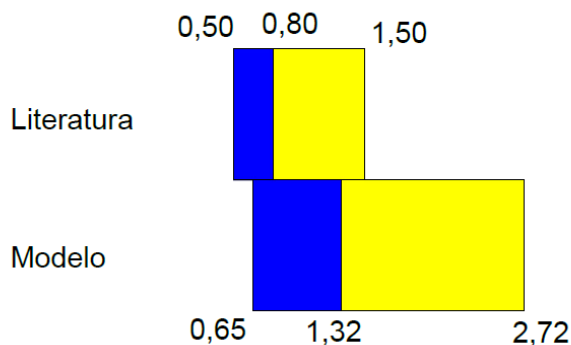
Figura 18 Comparação dos intervalos de variação da RUP oficial no RIP



Fonte: o autor

Na Figura 19 tem-se a comparação da faixa de variação das produtividades das equipes entre o modelo e a literatura. Observa-se que as faixas se sobrepõem com maior discordância nos valores máximos, sendo a produtividade do modelo 81% superior a literatura.

Figura 19 Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no RIP



Fonte: o autor

5.1.6 Emboço de Fachada

O serviço de emboço de fachada foi avaliado em seis empresas: C, E, G, I, M e N. Nessas empresas, foram obtidas 58 amostras de produtividade e o total de 25.911,64 m² de emboço de fachada mensurados.

5.1.6.1 Características das execuções

No serviço de emboço de fachada todas as empresas tiveram processos de execução com características manuais. Os métodos executivos também são semelhantes com a utilização de balanças, onde em uma das etapas de operação dessas, para o revestimento externo, é aplicado o processo de emboço. O revestimento externo das empresas pesquisadas era em peças cerâmicas, onde no processo de subidas e descidas das balanças eram aplicados os serviços de emboço e revestimento cerâmico de fachada.

As equipes diretas de execuções utilizados nas empresas continham as seguintes composições:

- Empresa C: 1 pedreiros e 1 serventes
- Empresa E: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa G: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa I: 2 pedreiros e 1 serventes e 4 pedreiros e 1 serventes
- Empresa M: 2 pedreiros e 1 serventes, 1 pedreiros e 1 serventes e 3 pedreiros e 2 serventes
- Empresa N: 2 pedreiros e 1 serventes

Com relação ao pagamento dos funcionários, as empresas E, G, I, M e N pagavam os funcionários de acordo com o quantitativo de pacotes executados. Diferente dos demais, a empresa C não paga bonificação, apenas o salário do operário regido por lei.

5.1.6.2 Resultados obtidos

A Tabela 48 mostra os índices de produtividade coletados nas empresas pesquisadas. O intervalo de variação da RUP dos oficiais teve o como mínimo 0,14 Hh/m², mensurado na empresa I. O índice máximo foi obtido na empresa I com 7,27 Hh/m² e a RUP média das empresas é de 1,16 Hh/m². Esse valor de produtividade média indica que um operário consegue em média executar 7,59 m² de emboço de fachada por dia e ao final do mês 166,90 m².

O intervalo de variação da RUP direta teve o mínimo 0,63 Hh/m² mensurado na empresa C e o máximo de 9,09 Hh/m² na empresa I. Na mensuração da RUP média das empresas o resultado encontrado foi de 1,72 Hh/m².

Tabela 48 Produtividades e quantitativos em emboço de fachada

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa G	1	5.225,00	<i>Rup_{oficial}</i>	0,46	0,46	0,46
			<i>Rup_{direta}</i>	0,69	0,69	0,69
Empresa N	2	856,72	<i>Rup_{oficial}</i>	0,48	0,48	0,48
			<i>Rup_{direta}</i>	0,72	0,72	0,72
Empresa M	8	2.474,91	<i>Rup_{oficial}</i>	0,44	0,65	0,84
			<i>Rup_{direta}</i>	0,88	1,14	1,36
Empresa E	1	443,26	<i>Rup_{oficial}</i>	0,64	0,64	0,64
			<i>Rup_{direta}</i>	1,27	1,27	1,27
Empresa C	38	14.374,53	<i>Rup_{oficial}</i>	0,42	1,22	3,42
			<i>Rup_{direta}</i>	0,63	1,85	5,13
Empresa I	8	2.537,22	<i>Rup_{oficial}</i>	0,98	3,55	7,27
			<i>Rup_{direta}</i>	1,23	4,72	9,09
Média			<i>Rup_{oficial}</i>	0,42	1,17	7,27
			<i>Rup_{direta}</i>	0,63	1,73	9,09

Fonte: o autor

A empresa com maior produtividade oficial e da equipe direta é a empresa G e a empresa com pior produtividade nos dois tipos foi a empresa I, tendo essa, valores bem acima das demais. Nas empresas com melhores produtividades, empresa G e N, as composições de equipes eram de 2 pedreiros e 1 servente. Na empresa com produtividade significativamente superior as demais, as composições eram de 2 pedreiros e 1 servente e de 4 pedreiros para 1 servente. A empresa M teve composições de equipes com muita variabilidade, mesmo assim, os seus resultados foram positivos, com índices abaixo da média.

A empresa C teve a maior quantidade de amostras e de serviço mensurados, com 38 amostras de produtividade e 14.374,53 m² de emboço de fachada mensurados. Essa empresa forneceu 55% do quantitativo de serviço avaliado na pesquisa.

A Tabela 49 apresenta os coeficientes de variação das produtividades dos oficiais verificadas nesse serviço. Os CV's apresentaram altos índices de variação, a empresa I apresentou o maior CV com o índice de 71,14%. A empresa C também apresentou um índice alto, o que mostra uma alta variabilidade na produtividade desse serviço. As empresas E, G e N não coletaram amostras suficientes para a obtenção de um coeficiente de variação. O índice médio de variação das empresas cearenses nesse serviço é de 46,98 %, o que mostra alta variabilidade dentro desse processo executivo.

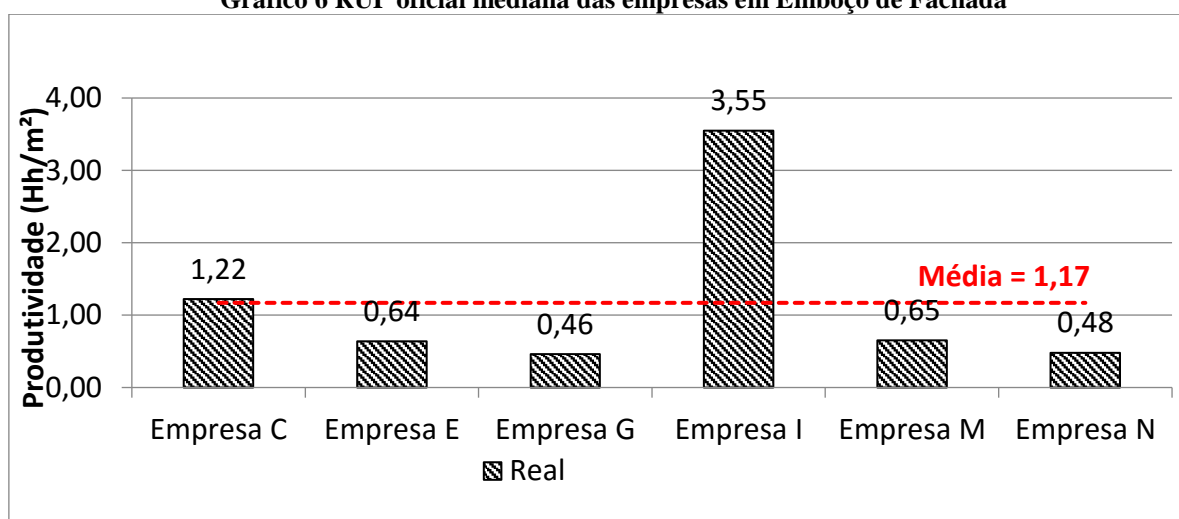
Tabela 49 Coeficiente da variação para emboço de fachada

Código	CV
Empresa I	71,14%
Empresa C	47,76%
Empresa M	22,03%
Empresa E	-
Empresa G	-
Empresa N	-
Média	46,98%

Fonte: o autor

O Gráfico 6 mostra a disposição das produtividades medianas dos oficiais nas empresas e a média do setor das empresas cearenses. A empresa I teve um índice de RUP destacadamente acima das demais empresas, isso proporcionou o aumento do índice médio do setor. Assim, apenas as empresas C e I tiveram índices ruins e acima da média das empresas.

Gráfico 6 RUP oficial mediana das empresas em Emboço de Fachada



Fonte: o autor

5.1.6.3 Comparação dos resultados

Na pesquisa feita pela CEF, para atualização dos índices do SINAPI, foi verificado nas novas composições o intervalo de variação da RUP do oficial mostrado na Tabela 50. Esse intervalo é de 0,27 Hh/m² a 2,63 Hh/m², com a RUP média de 1,08 Hh/m².

Tabela 50 RUP's do SINAPI para emboço de fachada

Mínima	Média	Máxima
0,27	1,08	2,63

Fonte: o autor

A Tabela 51 mostra os resultados de RUP's diretas encontradas em artigos da literatura. Neles foi encontrado o intervalo de variação de 0,33 Hh/m² a 13,96 Hh/m², com o valor de RUP média de 1,03 Hh/m².

Tabela 51 RUP's da bibliografia em emboço de fachada

RUP direta		
Mínima	Média	Máxima
0,33	1,03	13,96

Fonte: o autor

A Figura 20 mostra a comparação das RUP's dos oficiais entre o SINAPI e o modelo. Existe uma sobreposição dos intervalos mensurados, no entanto, o intervalo observado pelo modelo tem o valor de RUP máxima 176% superior a máxima encontrada no SINAPI.

Figura 20 Comparação dos intervalos de variação da RUP dos oficiais no emboço de fachada



Fonte: o autor

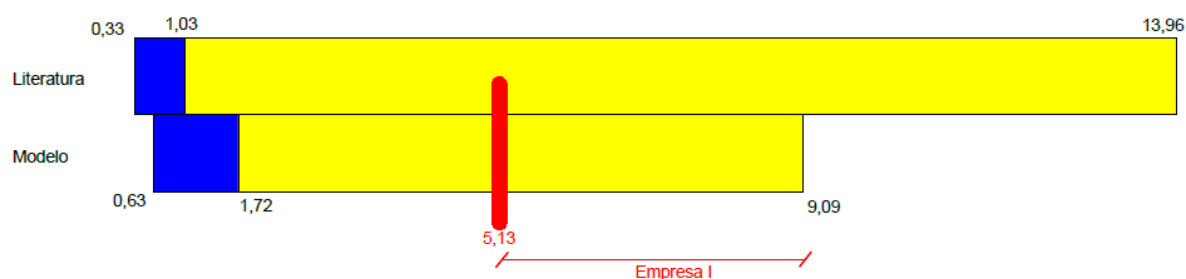
A grande variação foi causada pelos dados mensurados na empresa I, por isso o seu destaque na figura. Os resultados de RUP's dos oficiais máximas encontrados acima do índice de 3,42 Hh/m² pertencem a essa empresa, ou seja, retirando essa empresa da pesquisa o intervalo teria como valor máximo de 3,42 Hh/m² e os intervalos teriam uma maior semelhança. No

entanto, como a pesquisa desta dissertação não executou corte de dados a empresa será considerada na pesquisa, entretanto, com a referida observação.

A Figura 21 mostra a comparação do intervalo de variação da RUP direta, onde percebe-se uma sobreposição nos intervalos, mas com acentuada diferença nos valores de RUP máxima. O intervalo de variação observado nesse serviço é muito elevado e com alta variabilidade. No entanto, na mensuração do modelo o intervalo de variação foi menor ao observado na literatura e com a desconsideração da alta variabilidade da empresa I, o intervalo poderia ter uma maior redução.

Logo, o valor máximo da RUP direta em uma possível desconsideração da empresa I seria de 5,13 Hh/m², o que mesmo assim demonstra uma grande faixa de variação dos índices.

Figura 21 Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no emboço de fachada



Fonte: o autor

5.1.7 Revestimento cerâmico em fachada

O serviço de revestimento em fachada foi avaliado em cinco empresas: C, G, H, K e M. Nessas empresas foram obtidas 52 amostras de produtividade e um total de 14.582,59 m² de revestimento de fachada mensurados.

5.1.7.1 Características das execuções

No serviço de revestimento de fachada foi verificada nas empresas a aplicação de placas cerâmicas nas fachadas. As empresas C, K e M aplicaram peças cerâmicas com tamanho de 10 x 10 cm em suas execuções. A empresa G aplicou peças com tamanhos maiores, com 40 x 40 cm e a empresa H não informou o tamanho das placas assentadas.

As equipes de execuções utilizadas para execução do serviço continham as seguintes composições:

- Empresa C: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa G: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa H: 1 pedreiros e 1 serventes
- Empresa K: 1 pedreiros e 1 serventes
- Empresa M: 2 pedreiros e 1 serventes e 1 pedreiros e 1 servente

Para o pagamento dos funcionários todas as empresas mensuradas nesse serviço utilizam o mesmo método para pagamento. Esse método utilizado é a mensuração da quantidade de pacotes executados pelas equipes multiplicado pelo seu valor, com base em orçamento, e o total pago a cada equipe de execução de acordo com a classificação do funcionário. A empresa C é a única exceção com o pagamento de apenas os valores obrigatórios por lei.

5.1.7.2 Resultados obtidos

A Tabela 52 mostra as produtividades coletadas nas empresas e os seus quantitativos de amostras e serviço.

Tabela 52 Produtividades e quantitativos em revestimento de fachada

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa G	1	5.225,00	<i>Rup_{oficial}</i>	0,56	0,56	0,56
			<i>Rup_{direta}</i>	0,84	0,84	0,84
Empresa H	4	52,85	<i>Rup_{oficial}</i>	1,52	0,75	0,51
			<i>Rup_{direta}</i>	1,01	1,49	3,03
Empresa M	4	284,69	<i>Rup_{oficial}</i>	1,72	0,85	0,48
			<i>Rup_{direta}</i>	0,95	1,56	2,56
Empresa K	2	666,13	<i>Rup_{oficial}</i>	1,25	1,01	0,85
			<i>Rup_{direta}</i>	1,14	1,35	1,67
Empresa C	41	8.353,92	<i>Rup_{oficial}</i>	0,84	2,03	4,28
			<i>Rup_{direta}</i>	1,26	3,09	6,42
Média			<i>Rup_{oficial}</i>	0,56	1,04	4,28
			<i>Rup_{direta}</i>	0,84	1,67	6,42

Fonte: o autor

O intervalo de variação da RUP dos oficiais encontrado teve resultado mínimo na empresa G com 0,56 Hh/m², o valor máximo foi mensurado na empresa C com 4,28 Hh/m² e o

valor médio das empresas é de 1,04 Hh/m². Esse índice médio indica que um oficial consegue executar 8,46 m² de emboço por dia e um total de 186,15 m² por mês.

No intervalo de variação das RUP's diretas a empresa G obteve o índice mínimo de 0,84 Hh/m², a empresa C o índice máximo de 6,42 Hh/m², e RUP média de 1,67 Hh/m².

A empresa G obteve os melhores índices medianos de produtividade do oficial e da equipe direta. A empresa C obteve os piores resultados com índices aproximadamente 100 % acima da média do setor. A composição das equipes das duas empresas era de 2 pedreiros e 1 servente. A empresa M teve uma variabilidade na composição das suas equipes e em seus índices a empresa localiza-se cerca de 20% abaixo da média do setor.

A empresa que apurou o maior quantitativo de serviço e quantidade de amostras foi a empresa C com 42 amostras de produtividade e um quantitativo total de 8.392,63 m² de revestimento de fachada apurado. Com esse quantitativo de serviço a empresa forneceu 57% do total de serviço avaliado no serviço.

A Tabela 53 mostra o coeficiente de variação do índice de produtividade do oficial para o serviço pesquisado. A empresa M obteve o maior coeficiente de variação em seus índices com o valor de 56,96 %. A empresa G não coletou amostras suficientes para a geração de um CV. O CV médio das empresas cearenses para esse serviço é de 41,93 %, o que demonstra alta variabilidade nas produtividades desse serviço nas empresas cearenses.

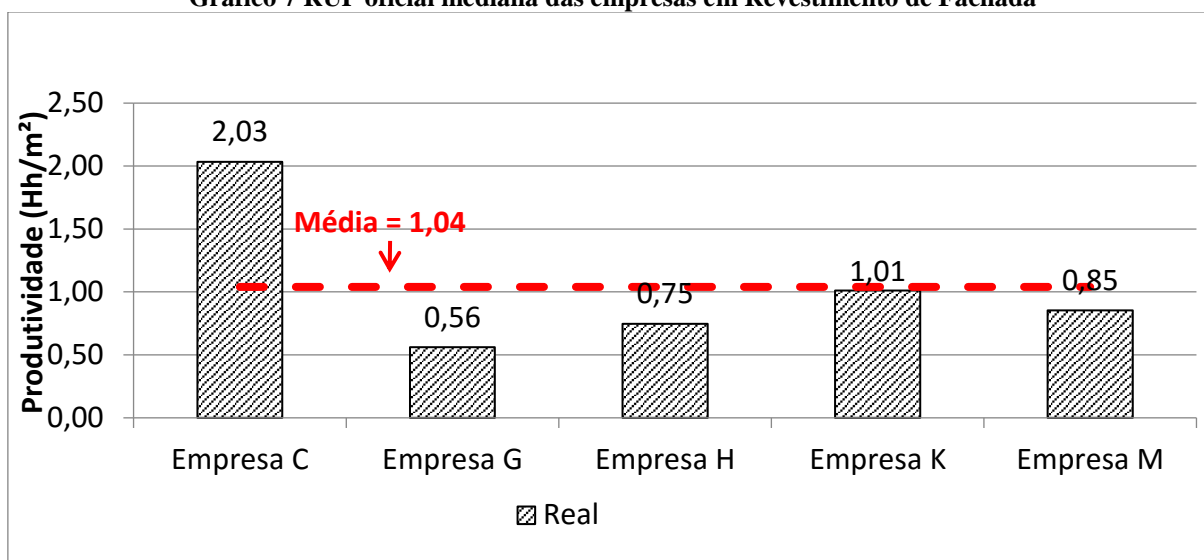
Tabela 53 Coeficiente da variação para revestimento de fachada

Código	CV
Empresa M	56,96%
Empresa H	44,62%
Empresa C	39,64%
Empresa K	26,50%
Empresa G	-
Média	41,93%

Fonte: o autor

O Gráfico 7 mostra os índices de RUP dos oficiais medianos das empresas comparadas com a média do setor nesse serviço. O índice da empresa C destaca-se em relação as demais empresas, isso aumentou o valor médio do setor e proporcionou que apenas essa empresa mensurasse índices acima da média, ou seja, a empresa C com seus índices esconde a média da maioria das empresas. A empresa com o segundo maior índice é a empresa K e essa representa apenas 50% do índice obtido na empresa C. Se a empresa C for desconsiderada a média do setor diminui de 1,04 Hh/m² para 0,79 Hh/m². Nessa nova visão, apenas as empresas G e H teriam bons valores de produtividade, sendo eles abaixo do índice médio.

Gráfico 7 RUP oficial mediana das empresas em Revestimento de Fachada



Fonte: o autor

5.1.7.3 Comparação dos resultados

A Tabela 54 mostra o intervalo de variação da RUP dos oficiais retirado do estudo para atualização do SINAPI. Esse estudo verificou o intervalo de variação de 1,03 Hh/m² a 1,70 Hh/m², sendo a RUP média de 1,35 Hh/m².

Tabela 54 RUP's do SINAPI para revestimento de fachada

Mínima	Média	Máxima
1,03	1,35	1,70

Fonte: o autor

A Tabela 55 mostra as RUP's diretas encontradas em artigos publicados no âmbito nacional. O intervalo das RUP's diretas apuradas nas pesquisas variam de 0,26 Hh/m² a 2,00 Hh/m², tendo como RUP média de 1,01 Hh/m².

Tabela 55 RUP's da bibliografia em revestimento de fachada

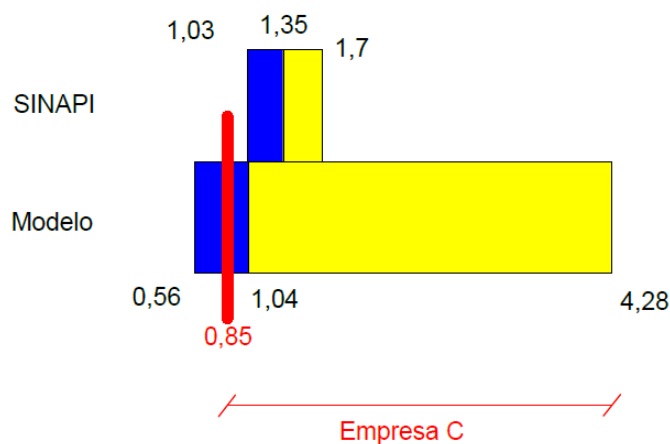
RUP direta		
Mínima	Média	Máxima
0,26	1,01	2,00

Fonte: o autor

A Figura 22 mostra a comparação dos intervalos de variação da RUP dos oficiais entre o SINAPI e o modelo. Nela percebe-se, que esses intervalos se sobrepõem, no entanto, o observado pelo modelo é superior ao observado pelo SINAPI. A maior diferença entre os resultados encontra-se na RUP máxima e na RUP mínima, no entanto, somente a empresa C obteve índices de produtividade entre 0,85 Hh/m² a 4,28 Hh/m². Esse fato aumentou o índice

médio das empresas e gerou um aumento de 400% na RUP máxima. Em uma avaliação retirando a empresa C, a RUP máxima diminuiria de modo acentuado de 4,28 para 0,85 Hh/m².

Figura 22 Comparação dos intervalos de variação da RUP dos oficiais no revestimento de fachada

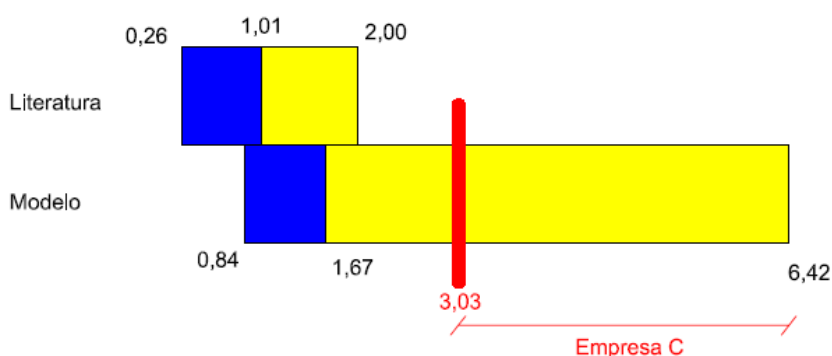


Fonte: o autor

Outra observação gerada com a análise do impacto dos índices da empresa C, mostra que não haveria sobreposição dos intervalos com a retirada de seus índices. No intervalo sem essa empresa, a variação do índice mínimo e máximo de RUP diminuiu de forma acentuada, ficando na ordem de 50%.

A Figura 23 mostra a comparação do intervalo de variação da literatura com o modelo. Observa-se que o intervalo de variação da literatura é inferior ao mensurado pelo modelo. No entanto, a diferença poderia diminuir em uma possível desconsideração da empresa C. O valor da RUP direta máxima, sem essa empresa, seria de 3,03 Hh/m², ou seja, a empresa C aumentou o valor máximo em 111%.

Figura 23 Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no revestimento de fachada



Fonte: o autor

5.1.8 Alvenaria de Bloco de Gesso

O serviço de bloco de gesso foi avaliado em cinco empresas: A, B, J, L e P. Nessas empresas foram obtidas 103 amostras de produtividade e um total de 19.304,95 m² de bloco de gesso foram mensurados.

5.1.8.1 Características das execuções

O serviço de bloco de gesso na cidade de fortaleza tem a característica da adoção de mão de obra terceirizada. As empresas contratam outras específicas para a execução dessa atividade. Normalmente o orçamento é composto por verbas destinadas a execução do serviço, sem uma composição de custo específica. No entanto, as empresas informaram produtividades orçadas, essas não advindas das composições de orçamento, mas sim do prazo planejado relacionado com o quantitativo a ser executado.

As composições de equipes diretas para a execução são as seguintes:

- Empresa A: 1 pedreiros e 0 serventes
- Empresa B: 1 pedreiros e 1 serventes
- Empresa J: 1 pedreiros e 1 serventes
- Empresa L: 2 pedreiros e 0 serventes e 2 pedreiros e 1 servente
- Empresa P: 2 pedreiros e 1 serventes e 1 pedreiros e 1 servente

O método de pagamento dos funcionários é semelhante, isso pela forma de contratação também semelhante. As empresas pagam as empresas terceirizadas e o repasse desse valor é de acordo com o quantitativo executado pela empresa. As empresas contratantes não se preocupavam com o controle das contratadas, apenas com o cumprimento do prazo de execução planejado.

5.1.8.2 Resultados obtidos

A Tabela 56 mostra os índices de produtividade das empresas pesquisadas e os quantitativos de serviço e de amostras obtidas. O intervalo de variação da RUP dos oficiais teve

o valor mínimo e máximo na empresa J com 0,19 Hh/m² e a máxima de 0,80 Hh/m². O índice médio na avaliação de todas as empresas é de 0,39 Hh/m². Esse índice de médio indica que o gesseiro executa em média 22,56 m² por dia e o total de 496,41 m² ao final de um mês.

O intervalo de variação da RUP direta tem o índice mínimo na empresa A com 0,22 Hh/m² e o máximo de 1,60 Hh/m² na empresa J. O índice médio das empresas é de 0,63 Hh/m².

Tabela 56 Produtividades e quantitativos em bloco de gesso

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa A	5	564,55	<i>Rup_{oficial}</i>	0,22	0,23	0,23
			<i>Rup_{direta}</i>	0,22	0,23	0,23
Empresa L	35	12.753,25	<i>Rup_{oficial}</i>	0,22	0,31	0,43
			<i>Rup_{direta}</i>	0,24	0,35	0,46
Empresa J	47	4.042,00	<i>Rup_{oficial}</i>	0,19	0,34	0,80
			<i>Rup_{direta}</i>	0,38	0,69	1,60
Empresa B	12	1.135,08	<i>Rup_{oficial}</i>	0,38	0,47	0,66
			<i>Rup_{direta}</i>	0,76	0,93	1,33
Empresa P	4	810,07	<i>Rup_{oficial}</i>	0,78	0,63	0,47
			<i>Rup_{direta}</i>	0,76	0,93	1,20
Média			<i>Rup_{oficial}</i>	0,19	0,39	0,80
			<i>Rup_{direta}</i>	0,22	0,63	1,60

Fonte: o autor

A empresa A obteve os melhores índices de produtividade do oficial e da equipe direta. Essa empresa, na composição da sua equipe, não utilizava servente, sendo composta apenas por um oficial. A empresa L teve a segunda melhor produtividade e também não utilizou servente na sua equipe direta, sendo composta por dois oficiais.

A empresa com a maior quantidade de serviço mensurada foi a empresa L com o total de 12.753,25 m² medidos. Em relação as amostras de produtividade a empresa J coletou uma maior quantidade de amostras de equipes com 35 do total.

A Tabela 57 mostra os coeficientes de variação das produtividades dos oficiais nas empresas. O CV médio das empresas analisadas é de 18,34%, a empresa J obteve o maior índice com 33,53% e a empresa A apenas 2,11%. Na avaliação do CV médio observa-se baixa variabilidade na produtividade do oficial nesse serviço.

Tabela 57 Coeficiente da variação para bloco de gesso (continua)

Código	CV
Empresa J	33,53%
Empresa P	23,71%
Empresa L	16,96%
Empresa B	15,37%

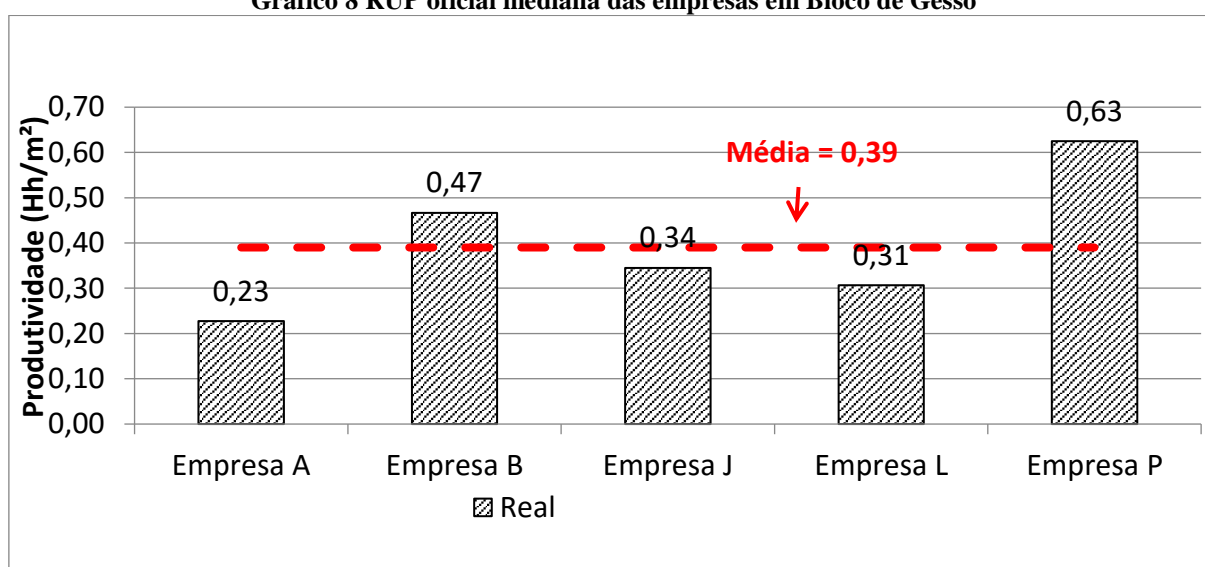
Tabela 57 Coeficiente da variação para bloco de gesso (conclusão)

Código	CV
Empresa A	2,11%
Média	18,34%

Fonte: o autor

O Gráfico 8 mostra os índices medianos de cada empresa comparado a média do setor. Nele observa-se que as empresas B e P estão com índices acima da média e o menor índice pertencente a empresa A, sendo essa com a melhor produtividade.

Gráfico 8 RUP oficial mediana das empresas em Bloco de Gesso



Fonte: o autor

5.1.8.3 Comparação dos resultados

Na coleta dos dados referentes as execuções com gesso, o SINAPI ainda não continha índices de produtividade para esse serviço e não foram encontrados dados na literatura pelo pesquisador, assim, a comparação desse serviço ficou inviabilizada.

5.1.9 Forro de Gesso

O serviço de forro de gesso foi avaliado em quatro empresas: C, G, H e J. Nessas empresas foram obtidas 20 amostras de produtividade e um total de 7.343,36 m² de forro de gesso mensurados.

5.1.9.1 Características das execuções

O serviço de forro de gesso, assim como o bloco de gesso, tinha a característica de terceirização em sua forma contratação. A forma de pagamento era a mesma já descrita no serviço anterior, assim como, o processo de elaboração do custo orçamentário para o serviço.

As composições de equipes diretas para a execução são as seguintes:

- Empresa C: 2 pedreiros e 1 serventes
- Empresa G: 1 pedreiro e 1 servente
- Empresa H: 1 pedreiro e 1 servente
- Empresa J: 1 pedreiro e 1 servente

5.1.9.2 Resultados obtidos

A Tabela 58 mostra as produtividades das empresas e os quantitativos de amostra e de serviços coletados.

O intervalo de variação da RUP dos oficiais teve o valor mínimo de 0,25 Hh/m² pertencente a empresa J, a maior RUP de 0,92 Hh/m² na empresa C e o valor médio das empresas de 0,51 Hh/m². Esse índice médio indica que um oficial executa em média 17,25 m² por dia e 379,61 m² ao final de um mês.

O intervalo da RUP direta gerada pelo artefato tem como valor mínimo e o máximo da empresa J com 0,49 Hh/m² e 1,84 Hh/m², respectivamente. A RUP média de todas as empresas avaliadas foi de 0,88 Hh/m².

A empresa H teve as melhores produtividades do oficial e da equipe nesse serviço. A composição da equipe direta era de 1 pedreiro e 1 servente. A empresa J teve a segunda

colocação na análise de suas produtividades e a sua composição de equipe é a mesma da empresa H. A empresa C teve os maiores índices de produtividade e a única que destoou das demais na composição da equipe direta, com a adoção de 2 pedreiros para 1 servente.

Tabela 58 Produtividades e quantitativos em forro de gesso

Código	Quantidade de Amostras	Quantidade de serviço (m ²)	Tipo	Produtividade Real		
				Mínima	Mediana	Máxima
Empresa H	5	916,10	<i>Rup_{oficial}</i>	0,28	0,39	0,65
			<i>Rup_{direta}</i>	0,56	0,66	0,75
Empresa J	8	821,44	<i>Rup_{oficial}</i>	0,25	0,44	0,92
			<i>Rup_{direta}</i>	0,49	0,88	1,84
Empresa G	1	114,00	<i>Rup_{oficial}</i>	0,53	0,53	0,53
			<i>Rup_{direta}</i>	1,05	1,05	1,05
Empresa C	6	5.491,82	<i>Rup_{oficial}</i>	0,41	0,66	0,92
			<i>Rup_{direta}</i>	0,51	0,93	1,26
Média			<i>Rup_{oficial}</i>	0,25	0,51	0,92
			<i>Rup_{direta}</i>	0,49	0,88	1,84

Fonte: o autor

A maior quantidade de serviço mensurada foi da empresa C com 5.491,82 m² mensurados. A empresa J teve a maior quantidade de amostras, mas o tamanho pequeno do seu pacote de execução não refletiu a maior quantidade de serviço avaliada.

A Tabela 59 mostra o coeficiente de variação da produtividade dos oficiais nas empresas para o serviço. A empresa J tem o maior coeficiente de variação com 38,54%, a empresa G não informou uma quantidade de amostras suficiente a obtenção de um CV e a média das empresas cearenses é de 34,10%.

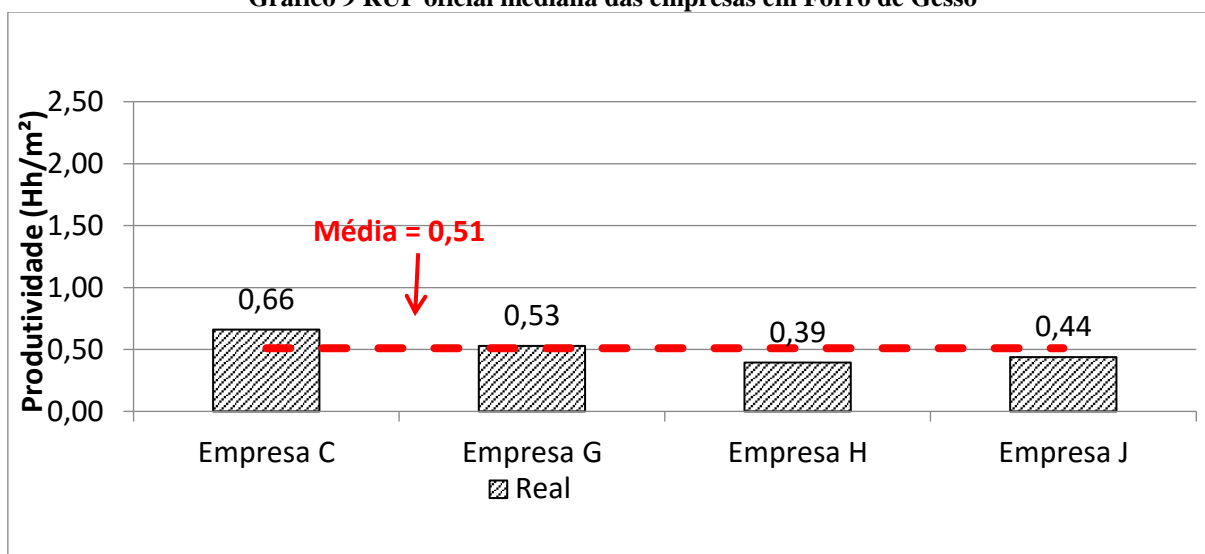
Tabela 59 Coeficiente da variação para forro de gesso

Código	CV
Empresa J	38,54%
Empresa C	36,32%
Empresa H	27,43%
Empresa G	-
Média	34,10%

Fonte: o autor

O Gráfico 9 mostra a produtividade mediana dos oficiais de cada empresa comparada com a média do setor. As empresas H e J tiveram resultados abaixo da média do setor e as empresas C e G resultados superiores, tendo a empresa G resultados semelhantes a média.

Gráfico 9 RUP oficial mediana das empresas em Forro de Gesso



Fonte: o autor

5.1.9.3 Comparação dos resultados

Assim como no serviço de bloco de gesso, não foi informado até a presente escrita desta dissertação, índices de produtividade para o serviço de forro de gesso pelo SINAPI. Nas pesquisas feitas na literatura também se obteve poucos dados para comparação.

A Tabela 60 mostra os resultados de RUP oficial encontrados na literatura. Na coleta de artigos com dados de produtividade em forro de gesso, apenas um foi encontrado, tendo o seu intervalo de variação a RUP mínima de 0,26 Hh/m², média de 0,53 Hh/m² e máxima de 0,81 Hh/m².

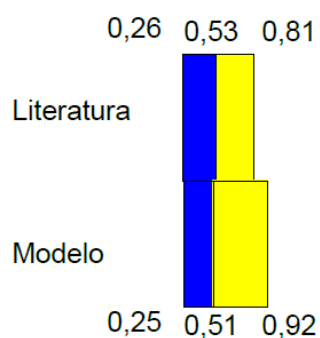
Tabela 60 RUP's da bibliografia em forro de gesso

RUP oficial		
Mínima	Média	Máxima
0,26	0,53	0,81

Fonte: o autor

A Figura 24 mostra a comparação do intervalo de variação obtido pelo modelo com o encontrado na literatura. Nessa análise observa-se que os intervalos se sobrepõem e são bem semelhantes, com baixa distância entres os valores mínimos e máximos.

Figura 24 Comparação dos intervalos de variação da RUP direta no forro de gesso



Fonte: o autor

Assim, como observado nas comparações dos intervalos de variação gerados pelo modelo, esses sobrepõem-se e confirmam os resultados encontrados na literatura nacional e na pesquisa de atualização do SINAPI. Essa constatação consolida o modelo para a sua capacidade de gerar índices de produtividades confiáveis para a sua utilização no processo de retroalimentação dos serviços.

Com relação aos Coeficientes de Variação dos serviços pesquisados, observou-se na média dos 9 serviços estudados nas empresas cearenses um CV de 30,51% de forma global, ou seja, o CV médio da produtividade nos nove serviços avaliados possui esse valor. Na composição desse resultado temos serviços com altos CV's (Emboço de Fachada, Revestimento de Fachada, Alvenaria e Forro de gesso), o que demonstra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas para minimização desse resultado. Dentre todos o serviço com menor CV foi o Bloco de Gesso com o índice de 18,34%.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação tem o objetivo de elaborar um modelo para a gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária. Objetivo esse realizado com o desenvolvimento das duas planilhas eletrônicas para formatação do modelo proposto. Foi desenvolvido um método para mensuração dos índices de produtividade e outro para a retroalimentação orçamentária desses índices.

No início da pesquisa foram recebidas três planilhas de medição dos serviços para o desenvolvimento do modelo de gestão. Com a observância das planilhas foi verificado o potencial para a geração de índices de produtividade, com os dados lá inseridos pelas equipes das obras. Além disso, foi verificada a não adoção de ferramentas para retroalimentação dos dados orçamentários, dentro do processo de controle operacional das empresas, e nem processos para a mensuração da produtividade, seja ela de forma contínua ou eventual. Apenas uma empresa interessou-se em avaliar a produtividade de uma de suas obras, a que participava da pesquisa, como teste, para avaliar os benefícios gerados por esse processo. Essa empresa, ao final da pesquisa, implantou o modelo proposto por essa dissertação por perceber seus benefícios.

Com as 640 amostras de produtividade geradas pelo modelo na pesquisa, pôde-se gerar um banco de dados sólido da produtividade da mão de obra utilizada nas empresas cearenses. Foram gerados intervalos de variação, o que permite a avaliação de forma geral, e índices médio, que permitem a verificação de características específicas. Essas características específicas podem ser dos métodos executivos utilizados, das características geométricas das construções e da característica temporal vivida pelas empresas.

Com os índices gerados foi possível o estudo dos coeficientes de variação da produtividade em cada serviço e sua avaliação global de todos os serviços pesquisados. Os serviços com maior taxa de variação verificados foram revestimento de fachada, emboço de fachada e alvenaria. A verificação desses altos coeficientes demonstra uma necessidade de estudos para a melhoria do processo executivo das fachadas dos edifícios, pois os processos adotados com as balanças estão gerando altas taxas de variação da produtividade. Uma surpresa foi o serviço de alvenaria aparecer com essa alta taxa de variação, por ser o serviço mais estudado nas pesquisas nacionais e ainda não conseguimos desenvolvê-lo e aplicá-lo de forma satisfatória.

O serviço com menor coeficiente de variação foi o bloco de gesso com um índice médio expressivo de 18,34% de variação. Os demais serviços aparecem com coeficientes de variação em índices próximos, dentro do intervalo de 22% - 25% de variação. Em uma avaliação global dos nove serviços gerou-se o índice médio de 30,51% (quando analisamos as variações médias de todos os serviços pesquisados).

Na comparação das produtividades reais com as orçadas, percebeu-se grandes desvios e a necessidade de melhorias no processo orçamentário. O fator principal para a fragilidade dos dados orçado é causado pelas empresas, por não mensurarem suas produtividades para a geração de índices mais precisos. O menor desvio observado foi de 21% na comparação dos dois índices, isso demonstra, que em uma obra de 10 meses o prazo de execução estaria com um erro de 2 meses, nesse caso pesquisado para mais, ou seja, a obra não duraria 10 meses e sim 12 meses. Além disso, seria pago a mão de obra, no mínimo, um valor de 21% a mais do que a sua real efetividade. Em valores máximos observou-se o desvio de 110%, algo inaceitável para uma empresa que deseja a sua permanência no mercado e a indústria da construção civil.

Na avaliação dos engenheiros das obras, o foco principal a implantação do modelo e melhoria do processo de controle operacional, é o desenvolvimento de um *software* que permita a transferência de informações dentro do processo de medição dos serviços. Com a realidade atual de incompatibilidade entre os programas, temos dificuldade no desenvolvimento no processo de planejamento e controle operacional.

Logo, recomenda-se o desenvolvimento de *softwares* que se comuniquem e de ferramentas que possam diminuir a variabilidade da produção nos serviços. Essas ferramentas, podem ser através de estudos do passo a passo dos métodos executivos, o desenvolvimento de ferramentas de controle operacional para maior celeridade na execução ou redução de variações, verificação da melhor composição das equipes, logística de disponibilidade dos materiais para a equipe direta, entre outros.

REFERÊNCIAS

AKKARI, A.; SOUZA, U. E. L.; SILVA, S. A. R. Métodos de cálculo das durações na programação do serviço de alvenaria, uma análise crítica baseada em três estudos de caso. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Porto Alegre, p. 1-12. Out. 2005.

ALINAITWE, H.; MWAKALI, J.; HANSSON, B. Labour Productivity in the building industry. **Joint CIB International Symposium of W055, W065, W089, W118, TG76, TG78, TG81 and TG84**, p. 210–220, 2005.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Como Preparar Trabalhos para Cursos de Graduação e Pós-Graduação**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. Subsídios para a melhoria da produtividade da mão-de obra no processo de produção de armaduras no âmbito da organização do trabalho. **Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído**. Florianópolis, p. 2015-2025. ago. 2006.

ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria: detecção e quantificação. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Canela, p. 1-8. Out. 2000.

ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. Produtividade da mão de obra na execução de revestimentos em argamassa. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**. Vitória, p. 727-739. abr. 1999.

AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. **Alexandria Engineering Journal**. Alexandria, p. 679-695. abr. 2013.

BALLARD, G.; HOWELL, G.. Shielding production: essential step in production control. **Journal Of Construction Engineering And Management**. p. 01-07. Fev. 1998.

BALLARD, Herman Glenn. **The last planner system of production control**. 2000. 01 f. Tese (Doutorado) - Curso de School Of Civil Engineering Faculty Of Engineering, University Of Birmingham, Birmingham, 2000.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de Movimentos e Tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

BAUREN, Isle Maria *et al.* **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 310 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Núcleo Orientado Para A Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2001.

BHATLA, A.; LEITE, F. Integration framework of bim with the last planner system. **20th Annual Conference Of The International Group For Lean Construction**. San Diego, p. 18-20. Jul. 2012.

BORINELLI, Márcio Luiz. **Estrutura conceitual básica de controladoria: sistematização à luz da teoria e da práxis**. 2006. 352 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Contábeis, Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRANDSTETTER, M. C. G.O.; RODRIGUES, G. L. Medições de desempenho da mão de obra em serviços de construção - alternativas para mensuração. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Curitiba, p. 1-17. Out. 2014.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; ROMANO, I.; NOBREGA, G. C. Apoio para o planejamento e controle de obra mediante o uso de indicadores de produtividade do serviço de armação. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Bento Gonçalves, p. 1-16. out. 2012.

BULHÕES, I. R. *et al.* Informatização do planejamento e controle de produção. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. São Carlos, p. 1-10. set. 2003.

CANCADO, C. J. *et al.* Estudo da produtividade do serviço de acabamento (reboco) na execução de um projeto de construção de um parque aquático. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Salvador, p. 1-12. Out. 2013.

CÂNDIDO, L. F.; LIMA, S. H. de O.; BARROS NETO, J. de P. Análise de sistemas de medição de desempenho na indústria da construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 189-208, abr./jun. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000200087>.

CÂNDIDO, Luís Felipe. **Análise de sistemas de medição de desempenho na construção civil: oportunidades de melhoria a partir da literatura e da experiência de construtoras cearenses**. 2015. 199 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

CARVALHO, J. V.; MOURA, J.; ANDRADE, A. C. Análise de indicadores de produtividade subsidiando a redução de custos no serviço de alvenaria. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Salvador, p. 1-11. Nov. 2013.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **A produtividade da construção civil brasileira**. Disponível em: < <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/068.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2015.

COSTA, D. B. *et al.* Implementação de sistema de indicadores de produtividade e perdas para processos construtivos à base de cimento. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Juiz de Fora, p. 97-104. Out. 2012.

COSTA, Dayana Bastos *et al.* **Sistema de indicadores para benchmarking na construção civil: manual de utilização.** Rio Grande do Sul: Ufrgs/ppgec/norie, 2005.

DANTAS, Manuela Modesto. **Proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais.** 2006. 1 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DORNELAS, R. C.; SOUZA, U. E. L. Variable productivity in earthwork services of roadwork's in brazil: the divergence between the opinions of different budgeting manuals. **19th Cib World Building Congress, Brisbane 2013: Construction And Societ.** Brisbane (australia), p. 1-10. Maio 2013.

FALCÃO, T. F.; BRANDSTETTER, M. C. G. O.; AMARAL, T. G. Diretrizes estratégicas para melhoria da eficiência logística em canteiros de obras. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.** Canela, p. 1-10. Out. 2010.

FALCÃO, T. F.; BRANDSTETTER, M. C. G. O. Proposta de melhorias da eficiência logística – estudo de caso para a execução de revestimentos argamassados. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.** Juiz de Fora, p. 3810-3818. Out. 2012.

FIALLO C., Mario; REVELO P., V. H. Applying the last planner control system to a construction project - a case study in quito, ecuador. **10th Annual Conference Of The International Group For Lean Construction.** Gramado, p. 6-8. Ago. 2002.

FRANCO-SANTOS, M *et al.* Towards a definition of a business performance measurement system. **International Journal Of Operations & Production Management.** Esmerald, p. 784-801. 2007.

FREITAS, M. L. R. A.; CAVALCANTI, J. R. de S. Estudo sobre a produtividade na execução de revestimentos das fachadas de edifícios altos na cidade do Recife - PE. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção.** Canela, p. 1-10. Out. 1999.

FREZATTI, F. *et al.* Perfil de planejamento e ciclo de vida organizacional nas empresas brasileiras. **Revista de Administração**, [S.l.], v. 45, n. 4, p. 383-399, dec. 2010. ISSN 1984-6142. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rausp/article/view/44518/48138>>. Acesso em: 30 apr. 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0080-21072010000400007>.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Gray, David E. **Pesquisa no mundo real.** Porto Alegre: Penso, 2012: 273-358.

HEVNER, A. R. *et al.* Design science in information systems research. **Management Information Systems Quarterly.** p. 75-105. abr. 2004.

HEZEL, C. R.; OLIVEIRA, R. R. Estudo da variabilidade da produtividade na execução de obras. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção.** Fortaleza, p. 1-15. Out. 2001.

HWANG, S.; LIU, L. Y. Contemporaneous time series and forecasting methodologies for predicting short-term productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 9, p. 1047–1055, 2009.

LEUSIN, S. Métodos de controle de produção e de produtividade nas edificações. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Florianópolis, p. 1-7. set. 1993.

LIBRAIS, Carlus. Fabrício. **Método prático para estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas**. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MACHADO, C. M. R. Retroalimentação do controle interno para os órgãos centrais do sistema de planejamento e orçamento federal em questões estruturantes. **E-Legis - Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação da Câmara dos Deputados**, [S.l.], p. 79-96, ago. 2013. ISSN 2175-0688. Disponível em: <<http://e-legis.camara.leg.br/cefor/index.php/e-legis/article/view/140>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

MACHADO, L. *et al.* A Design Research como método de pesquisa de Administração: Aplicações práticas e lições aprendidas. **Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração (ENANPAD)**. Rio de Janeiro, p. 1-16. set. 2013.

MANSON, N J. Is operations research really research? **Irion**. Africa do Sul, p. 1-26. out. 2006.

MARCH, S. T; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**. p. 251-266. 1995.

MARCON, C. V.; MARCHIORI, F. F. Produtividade da mão de obra na execução de revestimento cerâmico de piso: estudo de caso. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Salvador, p. 1-14. Nov. 13.

MARTINS, Gilberto de Andrade; THEÓPHILO, Carlos Renato. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2007.

MASIERO, G.; ALVES, P. P. M.; OLIVEIRA, V. R. F. de. Metodologia na área de Administração de Empresas: análise e aplicação nas teses da FEA-USP e EAESP-FGV. **Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade**. Brasília, p. 1-13. nov. 2013.

MASSETTO, L. T. *et al.* Novas tecnologias de produção de revestimentos verticais de argamassa: organização da produção e produtividade. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Florianópolis, p. 1-9. abr. 1998.

MELO, R. *et al.* Produtividade da mão de obra na execução de estrutura em paredes de concreto. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Maceió, p. 1-10. nov. 2014.

MORI, L. M.; JUNGLES, A. E. Influência das características individuais na variabilidade da produtividade em alvenaria de blocos cerâmicos. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Porto Alegre, p. 1-10. Out. 2005.

MOTA, B. P.; ALVES, T. C. L. Implementação do pensamento enxuto através do projeto do sistema de produção: estudo de caso na construção civil. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, p. 1-11. Out. 2009.

NEELY, A. *et al.* Designing performance measures: a structured approach. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 11, p. 1131–1152, 1997.

NEELY, A., MICHELI, P.; MARTINEZ, V. Acting On Information: Performance Management For The Public Sector. **London: Advance Institute of Management Research**, 2006 26p. (Relatório de pesquisa).

OJEDA, V. C.; SOUZA, U. E. L.; CARDOSO, L. R. A. Produtividade da mão de obra na execução de revestimento interno de paredes com argamassa em obra de mutirão. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Canela, p. 1-10. Out. 2010.

OLANDER, S. *et al.* Productivity comparisons, are they possible or even desirable? **Joint CIB International Symposium of W055, W065, W089, W118, TG76, TG78, TG81 and TG84**, p. 58–67, 2010.

OLIVEIRA, R. R. *et al.* Estudo da produtividade em revestimento com argamassa. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**. Vitória, p. 741-749. abr. 1999.

PADILHA JUNIOR, M. A. *et al.* Execução dos serviços de assentamento de forro de gesso: uma análise quanto aos métodos. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Campinas, p. 1-7. Out. 2007.

PALLIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L.; SALES, A. Produtividade nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. São Carlos, p. 1-10. Set. 2003.

PARK, H., Thomas, S., Tucker, R. Benchmarking of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, 2005, p. 772–778.

PAVEZ, I.; GONZÁLEZ, V.; ALARCÓN, L. F. Improving the effectiveness of new construction management philosophies using the integral theory. **Revista de La Construcción**. p. 1-13. jun. 2010.

PILCHER, Roy. **Project cost control in construction**. Londres: Collins, 1985.

PIMENTA, A. A.; SOUZA, A. A. G. C.; BAGNO, R. B. Produtividade no setor da construção civil: reprojeto de posto de trabalho no assentamento de alvenaria de vedação. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Curitiba, p. 1-19. out. 2014.

PINTO, A. D. *et al.* Melhoria do processo de retroalimentação da informação em ambientes fabris: um estudo de caso em empresa do setor automotivo. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Bento Gonçalves, p. 1-14. Out. 2012.

POZZOBON, C. E.; MODLER, L. E. A.; KURZAWA, D. R. A importância da gestão da produtividade da mão-de-obra para sistemas construtivos em implantação: estudo de caso em Ijuí/RS. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Campinas, p. 1-10. Out. 2007.

SALES, A. L. F. *et al.* A melhoria do processo de gestão da obra através do controle de qualidade dos serviços e da produtividade da mão-de-obra. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Porto Alegre, p. 1-8. Out. 2005.

SALVADOR, J. S.; MARCHIORI, F. F. Produtividade de mão de obra e consumo de materiais em revestimento de argamassa de fachada – estudo de caso em Florianópolis. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Juiz de Fora, p. 3301-3305. Out. 2012.

SANTOS, D. G. *et al.* Forma de representação do acompanhamento e controle de obras programadas. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Porto Alegre, p. 1-10. out. 2005.

SANTOS, D. G. Índices de produtividade: determinação de intervalos a partir de dados disponíveis na literatura. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. São Carlos, p. 1-6. Set. 2003.

SANTOS, D. de G.; SANTOS, C. O. Identificação de problemas nos processos construtivos a partir do índice de produtividade. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Campinas, p. 1-10. Out. 2007.

SAURIN, T. A. **Segurança e produção: um modelo para o planejamento e controle integrado**. 2002. 312 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SILVA, A.; ANDRADE, A. C. Indicadores de produtividade subsidiando a decisão por uso de blocos cerâmicos de 8 e ou 6 furos para a execução de alvenaria de vedação. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Bahia, p. 1-14. Nov. 2013.

SILVA, C. O.; NAKAKURA, E. H. A utilização de argamassa de revestimento em obras de pequeno porte - estudo de caso de argamassa preparada em obra x argamassa industrializada. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**. Brasília, p. 549-563. Maio 2001.

SILVA, C. M. da *et al.* Diretrizes para elaboração de indicadores de desempenho orçamentário a partir do diagnóstico de alterações no processo de orçamentos. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Canela, p. 1-10. Out. 2010.

SILVA, L. L.; SOUZA, U. E. L.; LIBRAIS, C. F. Previsão da produtividade na execução de contrapisos. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**. Brasília, p. 565-575. Maio 2001.

SOARES, J. C. Variabilidade nos resultados da medição de produtividade em alvenarias e em reboco em uma empresa de construção civil - Parâmetros iniciais para o desenvolvimento de um sistema de controle dentro de um programa de qualidade. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Florianópolis, p. 900-905. Out. 1994.

SORDI, J. O. de; MEIRELES, M.; SANCHES, C. *Design science*: uma abordagem inexplorada por pesquisadores brasileiros em gestão de sistemas de informação. **Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração (ENANPAD)**. Rio de Janeiro, p. 1-15. set. 2010.

SOUZA, U E. L. de. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. **VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2000.

SOUZA, U. E. L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos**. São Paulo, 2001. 280p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U. E. L. de; ARAÚJO, L. O. C. Uso de indicador de produtividade como avaliador da gestão de serviços de construção. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. Fortaleza, p. 1-12. Out. 2001.

SOUZA, U.E.L. de *et al.* (b). Unit cost estimation for cold water building systems. **Cib W062 40th International Symposium On Water Supply And Drainage For Buildings**. Rotterdam (Netherlands), p. 1-12. Set. 2014.

SOUZA, U.E.L. *et al.* (a). Productivity in building sanitary branch drains implementation. **Proceedings Of Cib W062 40th International Symposium On Water Supply And Drainage For Buildings**. Rotterdam (netherlands), p. 1-13. Out. 2014.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra**. São Paulo: Pini, 2006.

SOUZA, U. E. L. de; ALMEIDA, F. M. de; SILVA, L. L. R. da. O conceito de produtividade variável aplicado aos manuais de orçamentação. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**. São Carlos, p. 1-7. Set. 2003.

TAKEDA, Hideaki *et al.* Modeling design processes. **AL Magazine**. California, p. 38-48. dez. 1990.

THOMAS, H. R. *et al.* Modeling construction labor productivity. **Journal Of Construction Engineering And Management**. Asce, p. 705-726. Dez. 1990.

THOMAS, H. R. Benchmarking construction labor productivity. **Journal Of Construction Engineering And Management**. Asce, p. 1-10. Jul. 2014.

THOMAS, H. R.; YIAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal Of Construction Engineering And Management**. p. 1-17. Dez. 1987.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design research in information systems**. 2004. Disponível em: <<http://desrist.org/design-research-in-information-systems>>. Acesso em: 10 out. 2010.

ZANCUL, E. **Estudo sobre produtividade na construção civil: desafios e tendências no brasil**. Ernst & Young. 2014. Disponível em: <[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construcao_Civil/\\$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construcao_Civil/$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2014.

ANEXO – PLANILHAS DE MEDIÇÕES DOS SERVIÇOS DAS EMPRESAS

EMPRESA A

PACOTES DE SERVIÇO (Mão de obra) REV 00											Atualizar?	Não
PERÍODO: 06/15												
2	REBOCO EXTERNO			BLOCO		TIPO 01		Local		Jose de Alencar		
ORÇAMENTO												
CÓDIGO RM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO/ATIVIDADE	UND	QUANT.	V.UNIT.	PED	SERV	V.TOTAL	EFETIVO	PROD.	DURAÇÃO	PRAZO EQ	
				R\$ -			R\$ -	8 P		#DIV/0!	#DIV/0!	
				R\$ -			R\$ -					
				R\$ -			R\$ -	4 S				
				R\$ -			R\$ -					
				R\$ -			R\$ -					
				R\$ -			R\$ -					
							R\$ -			#DIV/0!		
OBRA												
CÓDIGO RM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO/ATIVIDADE	UND	QUANT.	V.UNIT.	PED	SERV	V.TOTAL	EFETIVO	PROD.	DURAÇÃO	PRAZO EQ	
								8 P		#DIV/0!	#DIV/0!	
								4 S				
							R\$ -			#DIV/0!		
					PEDREIRO	SERVENTE	TOTAL	META MENSAL:		DIAS P/ MÊS:		
CUSTO PREVISTO ORÇAMENTO:					R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!		21 d		
CUSTO PREVISTO OBRA:					R\$ -	R\$ -	R\$ -					
VARIACÃO SOBRE O ORÇAMENTO:					NA	NA	NA					
PREVISÃO SALÁRIO FIM DO MÊS:					NA	NA	R\$ -					
A PREENCHER												

EMPRESA B

UGB 01 (TA)	OS 86	203.02/203.03/203.09
--------------------	--------------	-----------------------------

SERVIÇOS A EXECUTAR	Qde de serviço Orçamento (Pavimento)	Qde de Serviço Obra (Apartamento)	Produtividade 1 operario/dia	Fator Dificuldade	Dias úteis p/01 operario	N° Profissionais Equipe 2	Orçamento		Tabela		Adotado	
							Preço Unitário	Preço do Serviço	Preço Unitário	Preço do Serviço	Preço Unitário	Preço
DATA DO PACOTE	Início: #####	#####	TOTAL DE DIAS UTEIS:			Calculado	0,00		0,00		0,00	0,00
	termino: #####	#####				Adotado	0					

INDICE 1	
Valor	QTD
#DIV/0!	#DIV/0!
#DIV/0!	#DIV/0!
#DIV/0!	#DIV/0!
#DIV/0!	#DIV/0!

NOME	FUNÇÃO	TOTAL (R\$)
Fco. Magno Freitas	Pedreiro	-R\$ 350,00
José Vilemar Soares	Pedreiro	R\$ 350,00
Fco. José Ferreira	Servente	R\$ 788,00

0,7
1,3

Valor do Pacote	R\$ -
Valor do Servente	R\$ 788,00
Valor Total	R\$ 788,00

PRODUÇÃO EQUIPE	-R\$ 2.306,44
PRODUÇÃO UNITÁRIA	-R\$ 1.153,22
DIFERENÇA	R\$ -

APÊNDICE – ROTEIRO DA ENTREVISTA

ROTEIRO DA ENTREVISTA APLICADA AOS ENGENHEIROS CIVIS DAS EMPRESAS B E M.

As entrevistas foram feitas de forma com a aplicação de um questionário com as cinco perguntas descritas a seguir:

- As colunas com dados de entrada estão de acordo com o conteúdo presente nas planilhas de medições que você utiliza em sua empresa?
- Como é realizado o processo de medição em sua empresa?
- O processo de medição é rígido ou pode ser alterado pela obra?
- Alguma sugestão ou crítica aos dados de entrada utilizados na planilha?
- Os dados gerados estão de acordo com a mensuração ou percepção da sua empresa na referida obra?
- A sua empresa possui processos de retroalimentação?
- O processo de retroalimentação é factível de ser aplicado em sua empresa?
- O processo como um todo, o modelo proposto, é possível de ser utilizado por sua empresa?