

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
UNIDADE ACADÊMICA HUMANIDADES CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

LEOPOLDO PEDRO GUIMARÃES FILHO

**A RELAÇÃO DOS FATORES DE PRODUÇÃO NA GERAÇÃO
DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Adriano Michel Bernardin
Co-Orientadora: Prof. Dra. Teresinha Maria Gonçalves

**CRICIÚMA
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

G963r Guimarães Filho, Leopoldo Pedro.

A relação dos fatores de produção na geração de resíduos de construção civil / Leopoldo Pedro Guimarães Filho. - 2016.
260 p. : il.; 21 cm.

Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul
Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais, Criciúma, 2016.

Orientação: Adriano Michel Bernardin.

Coorientação: Teresinha Maria Gonçalves.

1. Resíduos da construção civil. 2. Resíduos da construção
civil – Taxa de geração. 3. Gestão integrada de resíduos sólidos.
I. Título.

CDD 23. ed. 628.44

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla – CRB 14/1101

Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC

A Milla, Mateus, Amanda, Gustavo,
Eduardo e Pedro.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Adriano Michael Bernardin, pelo processo de definição, contribuições e revisões que resultaram nesta Tese.

A minha co-orientadora professora Teresinha Maria Gonçalves, pela orientação na pesquisa qualitativa e revisões que contribuíram muito na construção desta tese.

Aos membros da banca, professores: Cristina Keiko Yamaguchi, Lucas Domingui, Nilzo Ivo Ladwig e Vilmar Menegon Bristot

Aos professores do PPGCA, da UNESC, pela atenção dedicação e transmissão de valiosos conhecimentos.

Aos colegas que entraram no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais junto comigo: Prof. Aline Hilsendeger Pereira de Oliveira, Prof. Roberto Recart dos Santos e Prof. Yasmine de Mora da Cunha.

Aos Professores do Curso de Engenharia de Produção que contribuíram para melhoria deste trabalho durante a sua construção: Prof. Antônio Cleber Gonçalves Junior, Prof. Kristian Madeira, Prof. Vilson Menegon Bristot e Prof. Wagner Blauth.

Aos bolsistas no Núcleo de Estudos em Engenharia de Produção (NEEP), graduados e estudantes do Curso de Engenharia de Produção, da UNESC: Neimar Topanotti Dagostin, Guilherme Bonassa, Helen Dominik Cataneo, Yuri Borges Emerin, Luiza Tiscoski, Emanuel

Souza Vieira, David Batista entre outros que contribuíram para a aplicação e tabulação da pesquisa.

As empresas que abriram as portas para que eu desenvolvesse o trabalho em seus canteiros de obra.

Aos funcionários, mestres de obras, pedreiros e ajudantes, que me auxiliaram sobremaneira na coleta de dados.

A Universidade do Extremo Sul Catarinense que viabilizou a realização deste Doutorado

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Diferencie problemas reais de problemas imaginários e elimine-os, porque são puras perdas de tempo e ocupam um espaço mental precioso, que deveria ser usado para coisas mais importantes”.

Gurdjieff

RESUMO

O aumento populacional observado nas últimas décadas tem refletido diretamente no intenso crescimento do setor da construção civil. Como resultado, aproximadamente 60% do volume dos resíduos sólidos produzidos no mundo são oriundos deste setor. Desta forma, esta tese pretende abordar este tema de fundamental importância para as ciências ambientais. Como o projeto faz parte de um estudo interdisciplinar, fez-se a contextualização do objeto de estudo a partir da política pública de habitação, apresentando a habitação como um dos direitos sociais do cidadão. E não se pode falar de habitação no Brasil sem contextualizá-la, também, no campo da construção civil e da engenharia de produção. O objetivo geral do trabalho foi estudar a relação dos fatores de produção e a geração de resíduos em empresas da Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações (ICCSE). Para sustentar o objetivo geral foram propostos como objetivos específicos conhecer os principais processos e tipos de resíduos gerados por empresas de construção civil, por meio da literatura; levantar o volume e tipologia de resíduos gerados na construção civil do município de Criciúma; determinar, por planejamento experimental estatístico, os fatores de produção associados a cada etapa da obra, identificando o tipo e quantidade de resíduo gerado; verificar a interferência dos fatores de produção na geração de resíduos de construção civil e, por fim, propor ações de melhoria nos sistemas produtivos da ICCSE. Para tanto, primeiramente foi realizado um estudo teórico conceitual em teses, dissertações e artigos científicos nos temas da pesquisa. Após a construção do conhecimento explícito buscou-se, por meio da pesquisa de campo nas três maiores construtoras da cidade de Criciúma, identificar e quantificar os resíduos gerados pelos processos de assentamento de alvenaria e execução de reboco. Procurou-se estudar a relação entre os fatores de produção, mão de obra, método e matéria-prima, qualificando-os como positivos e negativos, e a geração de resíduos. Para analisar a pesquisa de campo foram utilizadas as ferramentas estatísticas de planejamento fatorial tipo 2^k , análise de variância e superfícies de resposta, com o auxílio dos aplicativos Excel, SPSS e Statistica. Com os resultados da pesquisa de campo foi possível apontar os fatores de produção que mais geram resíduos de construção civil na ICCSE. A pesquisa mostrou que entre os fatores de produção o aquele que mais influencia na geração de resíduo para o serviço de execução de alvenaria é o método e para o serviço de execução de reboco é a matéria-prima, considerando-se o nível negativo (-). Nos modelos estatísticos apresentados observou-se que na maioria dos casos existe uma

correlação fortíssima entre a área de serviço trabalhada e a geração de resíduo, para os fatores de produção estudados.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Construção civil. Sistemas de produção. Fatores de produção. Ciências ambientais.

ABSTRACT

In the last decades, the population growth directly have resulted in an intense growth of the building industry sector. As a result, approximately 60 vol. % of the solid waste produced in the world comes from this sector. In this way, this thesis deals with the study of the main sources of solid waste generated by the building industry, under the perspective of the environmental science. Also, the citizen's social rights for housing were studied in face of the public housing policy, taking into account the building industry and production engineering contexts in Brazil. Therefore, the aim of this work was to study the relationship between the production factors and the generation of waste by companies of the Civil Construction Industry Subsector Buildings (ICCSE). In order to support the aim of the study, the main processes used and the types of waste generated by the building companies were determined by literature review. Other actions were: the investigation of the volume and type of waste generated by the building companies of the Criciúma municipality; to determine, by design of experiments (DoE), the production factors associated with each step of the work, identifying the type and quantity of the waste generated; to verify the interference of the production factors in the generation of waste by the building industry; and to propose improvement actions in the production systems of the ICCSE. For that, a conceptual theoretical study was carried out researching theses, dissertations and scientific articles. After literature review, the identification and quantification of the residues generated by masonry laying and grouting processes were carried out in the three largest building companies of the Criciúma city. The study of the relationship between the production factors – labor, method and raw materials – and the generation of waste was sought, qualifying them as positive or negative. 2k factorial design, analysis of variance and response surfaces techniques were used to analyze the data by means of the Excel, SPSS and Statistica software's. As a result, it was possible to point out the production factors that caused the most building waste in the ICCSE. Among the production factors the one that most influences the generation of waste for masonry laying is the method used. For grouting is the raw material, considering the negative level (-). In the statistical models presented, it was observed that in most cases there is a very strong correlation between the service area worked and the generation of waste, for the production factors studied.

Keywords: Solid waste. Construction. Production systems. Factors of production. Environmental Sciences.

RESUMEN

El aumento de la población se ha observado en las últimas décadas ha reflejado directamente en un fuerte crecimiento en el sector de la construcción. Aproximadamente el 60% del volumen de los residuos sólidos producidos en el mundo provienen de este sector. Esta tesis tiene como objetivo hacer frente a esta cuestión de importancia fundamental para las ciencias ambientales. Como parte de un estudio interdisciplinario, hubo el contexto de la materia objeto de la política de vivienda pública, la vivienda como uno de los derechos sociales de los ciudadanos. Y no se puede hablar de la vivienda en Brasil sin contextualización, también, en el ámbito de la construcción y la ingeniería de producción. El objetivo general es estudiar la relación de los factores de producción y la generación de residuos en las empresas industria de la construcción Subsector (ICCSE). Para apoyar el objetivo general se han propuesto para cumplir con los objetivos de los principales procesos y tipos de residuos generados por las empresas de construcción, a través de la literatura; aumentar el volumen y tipo de residuos generados en la construcción del municipio Criciúma; determinar por estadísticos diseño experimental, los factores de producción asociados con cada etapa del trabajo, identificar el tipo y la cantidad de residuos generados; comprobar la influencia de los factores productivos en la generación de residuos de la construcción y, finalmente, proponer acciones de mejora en los sistemas de producción ICCSE. Para que se llevó a cabo un primer estudio conceptual tesis teóricas, tesis y artículos científicos sobre los temas de investigación. Después se solicitó la construcción de conocimiento explícito, a través de la investigación de campo en las tres mayores empresas de construcción en la ciudad de Criciúma, identificar y cuantificar los residuos generados por el ladrillo y por el que se revoque la ejecución del proceso. Tratado de estudiar la relación entre los factores de producción, mano de obra, materias primas y el método, los califica como positivo y negativo, y la generación de residuos. Para analizar el campo de la investigación dirigida métodos estadísticos con la ayuda del programa Excel, SPSS y ANOVA. Esto se logró con el punto de la investigación de campo a cabo los factores de producción que generan más residuos de la construcción en ICCSE a través de estudios estadísticos. La investigación ha demostrado que entre los factores de producción que más influye en la generación de residuos al servicio de ejecución de obra es el factor de método de producción y el servicio de ejecución de yeso es la materia prima a la calidad del factor negativo. En los modelos estadísticos presentados se observó que en la mayoría de los casos existe una

correlación muy fuerte entre el área de servicio y trabajó la generación de residuos, para la producción de factores estudiados.

Palabras clave: Residuos sólidos. Construcción civil. Sistemas de producción. Los factores de producción. Ciencias ambientales.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Inter-relação do conhecimento	29
Figura 2 - Produtividade na indústria brasileira (R\$/trab.).....	75
Figura 3 - Estrutura Hierárquica do PBQP-H (Nacional)	96
Figura 4 - Estrutura Hierárquica do PBQP-H – Estadual.....	97
Figura 5 - Etapas de estudo	134
Figura 6 - Mapa de localização de Criciúma.....	148
Figura 7 - Assuntos explorados.....	152
Figura 8 - Tipologia de documentos	153
Figura 9 - Evolução das publicações.....	154
Figura 10 - Relação entre a área de alvenaria executada e o volume de resíduo gerado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo	166
Figura 11 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção mão de obra com fator de qualificação positivo	170
Figura 12 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção mão de obra com qualificação negativa	175
Figura 13 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção método com qualificação positiva.....	178
Figura 14 - Relação entre a média do volume de resíduo gerado para o fator de produção método	179
Figura 15 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção matéria prima com qualificação negativa.....	183
Figura 16 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção matéria prima com qualificação positiva	186
Figura 17 - Relação entre a média do volume de resíduo gerado para o fator de produção matéria prima	188
Figura 18 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção mão de obra com qualificação negativa	193
Figura 19 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção mão de obra com qualificação positiva.....	197

Figura 20 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção método, com qualificação negativa	203
Figura 21 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção método, com qualificação positiva	206
Figura 22 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção matéria prima, com qualificação negativa.....	212
Figura 23 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção matéria prima, com qualificação positiva.....	215
Figura 24 – Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima.....	221
Figura 25 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima.....	224
Figura 26 - Diagrama de Pareto para o serviço de execução de reboco	229
Figura 27 - Gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco (m ² /h) em função da matéria-prima e da mão-de-obra utilizadas.....	231
Figura 28 - Gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco (m ² /h) em função da mão-de-obra e do método utilizados	232
Figura 29 - Gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco (m ² /h) em função da matéria-prima e do método utilizados.....	232

QUADROS

Quadro 1 - Polos metodológicos da prática científica	32
Quadro 2 - Construção civil: Subsetores e definições	51
Quadro 3 - Casos de Inovação 2010.....	60
Quadro 4 - Casos de Inovação 2014.....	62
Quadro 5 -Representatividade por segmento na construção civil americana	70
Quadro 6 - Evolução do conceito da qualidade	77
Quadro 7 - Projetos do PBQP – H.....	100
Quadro 8 - Resíduos sólidos: conceituação.....	110
Quadro 9 - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a fonte geradora.....	112
Quadro 10 - Resíduos não perigosos	118
Quadro 11 - Classificação dos resíduos de construção.....	119
Quadro 12 - Perdas na construção civil: autores e abordagens.....	123

Quadro 13 - Metodologia da pesquisa.....	133
Quadro 14 - Famílias de causas do diagrama de Ishikawa.....	136
Quadro 15 - Planilha de coleta de dados.....	138
Quadro 16 - Classificação do coeficiente de correlação	142
Quadro 17 - Classificação do coeficiente de determinação ajustado	143
Quadro 18 - Resultado da coleta de dados	144
Quadro 19 - Filtro das palavras chave.....	151
Quadro 20 - Principais títulos encontrados relacionados com a geração de resíduos	152
Quadro 21 - Coleta de dados e serviços avaliados	158
Quadro 22 - Canteiros de obra pesquisados	161
Quadro 23 - Serviço execução de alvenaria com a qualidade do fator de produção mão de obra, com nível de fator negativo (-1)	164
Quadro 24 - Serviço execução de alvenaria: fator de produção mão de obra, com nível de fator positivo (+1).....	169
Quadro 25 - Serviço de execução de alvenaria: fator de produção método, com nível de fator negativo (-1).....	174
Quadro 26 - Serviço execução de alvenaria: fator de produção método, com nível de fator positivo (+1).....	177
Quadro 27 - Serviço de execução de alvenaria: fator de produção matéria prima, com nível de fator negativo (-1).....	182
Quadro 28 - Serviço de execução de alvenaria: fator de produção matéria prima, com nível de fator positivo (+1).....	185
Quadro 29 - Serviço de execução de reboco: fator de produção mão de obra, com nível de fator negativo (-1).....	192
Quadro 30 - Serviço de execução de reboco: fator de produção mão de obra, com nível de fator (+1).....	196
Quadro 31 - Serviço de execução de reboco: fator de produção método, com nível de fator negativo (-1).....	202
Quadro 32 - Serviço de execução de reboco: fator de produção método, com nível de fator positivo (+1).....	205
Quadro 33 - Serviço de execução de reboco: fator de produção matéria prima, com nível de fator negativo (-1).....	211
Quadro 34 - Serviço de execução de reboco: fator de produção matéria prima, com nível de fator positivo (+1).....	214

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo Brasil, Estados Unidos e União Europeia.....	72
Tabela 2 - Valores percentuais de perdas de materiais segundo diversas pesquisas	127
Tabela 3 - Estimativa de entulho por unidade de serviço.....	129
Tabela 4 - Materiais que mais produzem entulhos	130
Tabela 5 - Matriz de serviços x fatores de produção.....	141
Tabela 6 - Alvarás expedidos pela PMC.....	155
Tabela 7 - Relação de construtoras e áreas em construção	156
Tabela 8 – Empresas pesquisadas (três maiores construtoras em volume de licenciamento de obras).....	156
Tabela 9 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo ...	167
Tabela 10 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo ...	172
Tabela 11 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção mão de obra, para o serviço de execução de alvenaria .	173
Tabela 12 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo ...	175
Tabela 13 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção método, qualificado como positivo	178
Tabela 14 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção método, para o serviço de execução de alvenaria	180
Tabela 15 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção matéria-prima de obra qualificada como positiva.....	184
Tabela 16 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção matéria prima de obra, qualificado como positivo.....	187
Tabela 17 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção matéria prima, para o serviço de execução de alvenaria	189
Tabela 18 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima, para o serviço de execução de alvenaria	190
Tabela 19 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo	195
Tabela 20 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como positivo	199

Tabela 21 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção mão de obra, para o serviço de execução de reboco	200
Tabela 22 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo	204
Tabela 23 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como positivo	207
Tabela 24 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção mão de obra, para o serviço de execução de reboco	208
Tabela 25 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção matéria prima, qualificado como negativo	213
Tabela 26 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como positivo	216
Tabela 27 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção matéria prima, para o serviço de execução de reboco...	217
Tabela 28 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima, para o serviço de execução de reboco	218
Tabela 29 - Resumo geral: geração de resíduo de alvenaria.....	219
Tabela 30 - Análise estatística, processo de assentamento de alvenaria, para o coeficiente de determinação ajustado para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima	222
Tabela 31 – Resumo geral: geração de resíduo de reboco.....	223
Tabela 32 – Análise estatística, do processo de reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima	225
Tabela 33 - Fatores de produção: médias e produção.....	226
Tabela 34 - Matriz experimental 2 ³ para os fatores de produção e resultados médios para quantidade de resíduo produzido para reboco e alvenaria	227
Tabela 35 - Tabela Análise de variância (ANOVA) para a quantidade produzida de resíduo de reboco (kg/m ²)	228
Tabela 36 - Análise de variância (ANOVA) para a produção de reboco (m ² /h).....	228

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTAC	Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
BNH	Banco Nacional de Habitação
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CSTB	<i>Centre Scientifique et Technique du Bâtiment</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
COBRACON	Comitê Brasileiro da Construção Civil
COHAB	Companhia de Habitação
FCP	Fundação Casa Popular
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviços
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
ICC	Indústria da Construção Civil
ICCSE	Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ITQC	Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção
NBR	Normas Brasileiras
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção
PAIH	Plano de Ação Imediata para a Habitação
PIB	Produto Interno Bruto
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PMC	Prefeitura Municipal de Criciúma
PROURB	Programa de Desenvolvimento Urbano
RCC	Resíduos de Construção e Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SFH	Sistema Financeiro da Habitação

Sumário

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	23
1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	27
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	30
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	31
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	31
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
1.4 MÉTODO DE PESQUISA.....	32
1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	33
CAPÍTULO 2 – ENCAMINHAMENTO TEÓRICO CONCEITUAL.....	34
2.1 O ESTADO DE DIREITO.....	34
2.1.1 Direitos Sociais.....	39
2.1.1.1 Direito à moradia.....	42
2.1.1.2 Políticas Habitacionais no Brasil.....	44
2.2 INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: SUBSETOR EDIFICAÇÕES 50	
2.2.1 Características da construção civil.....	52
2.2.2 Tecnologia na construção civil.....	56
2.2.3 Materiais e métodos no Brasil.....	64
2.2.4 Materiais e métodos construtivos na Europa.....	67
2.2.5 Materiais e métodos construtivos nos Estados Unidos.....	70
2.3 QUALIDADE.....	76
2.3.1 Sistemas da qualidade na construção civil.....	82
2.3.1.1 Programa da Qualidade de Produtividade do Habitat – PBQP-H.	86
2.3.1.2 Objetivos e princípios.....	94
2.3.1.3 Estrutura.....	96
2.3.1.4 Projetos.....	98
2.3.1.4.1 Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras - SiAC.....	102
2.4 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	108

2.4.1 Geração de resíduos	113
2.4.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	116
2.4.2.1 Mensuração dos resíduos gerados nas edificações.....	121
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO.....	131
CAPITULO 3 – MÉTODO PROPOSTO	132
3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA	132
3.1.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E BIBLIOMETRIA.....	134
3.1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: ENCAMINHAMENTO TEÓRICO CONCEITUAL.....	135
3.1.3 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL ESTATÍSTICO	136
3.2 FORMATAÇÃO DOS DADOS	141
3.2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO – ANÁLISE QUANTITATIVA	141
3.3 MUNICÍPIO PESQUISADO.....	147
3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO.....	149
CAPITULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	150
4.1 BIBLIOMETRIA – CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO ...	150
4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES DA PESQUISA DE CAMPO.....	154
4.2 AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS.....	161
4.2.1 EXECUÇÃO DE ALVENARIA	162
4.2.1.1 Fator de produção: mão de obra.....	162
4.2.1.2 Fator de produção: método.....	173
4.2.1.3 Fator de produção: matéria prima	181
4.2.2 EXECUÇÃO DO REBOCO.....	191
4.2.2.1 Fator de produção: mão de obra.....	191
4.2.2.2 Fator de produção: Método	200
4.2.2.3 Fator de produção: Matéria prima.....	209
4.2.3 ANÁLISE GERAL DOS FATORES DE PRODUÇÃO	219
4.2.3.1 Avaliação geral dos fatores de produção para o serviço de execução de alvenaria utilizando o modelo VBA	219
4.2.3.2 Avaliação geral dos fatores de produção para o serviço de execução de reboco utilizando o modelo VBA.....	222

4.2.3.3 Avaliação geral dos fatores de produção para o serviço de execução de reboco utilizando o modelo ANOVA	225
4.2.3.4 Análise geral: execução de alvenaria e reboco	233
4.4 PROPOSTAS DE MELHORIA	234
4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	236
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	237

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Este capítulo irá apresentar a introdução da tese, o histórico, e justificativa e o problema da pesquisa, os objetivos, uma breve apresentação sobre a metodologia, delimitações e estrutura do trabalho.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo está inserido no âmbito das ciências ambientais, tendo como objeto de verificar a relação dos fatores de produção, mão-de-obra, método e matéria-prima, nos processos de construção civil e a geração de resíduos. Como faz parte de um estudo interdisciplinar, fez-se a contextualização do objeto de estudo a partir da política pública de habitação, pois é sabido que a habitação é um dos direitos sociais do cidadão, e não se pode falar de habitação no Brasil sem contextualizá-la, também, no campo da construção civil e da engenharia de produção. Por outro lado, para falar de direitos sociais, civis ou políticos, não se pode prescindir da discussão ou reflexão sobre o Estado de Direito.

Não existe um Estado de Direito sem justiça social, sem acesso à educação, sem acesso ao lazer. A construção do Estado de Direito pretensamente completo, coerente e hierárquico, válido e aplicável a todos os cidadãos, não deve apenas ser normatizada, sistematizada para que não se torne uma ordem jurídica qualquer, mas deve promover a organização do estado, da política e da sociedade para que haja grandes princípios envolvidos. Neste sentido, salienta-se os direitos fundamentais da pessoa humana onde sua proteção individual, sua liberdade e sua autonomia devem ser preservadas (CADERMATORI, 1999).

As leis servirão para o Estado não impor suas vontades, bem como não atuar contra elas. Assim, o Estado deverá ser eficiente na busca do bem comum, na proteção da população e na concessão de segurança ao cidadão. O estado de direito é uma situação jurídica, ou um sistema institucional, no qual cada um é submetido ao respeito do direito, do simples indivíduo até a potência pública. O estado de direito é assim ligado ao respeito da hierarquia das normas, da separação dos poderes e dos direitos fundamentais. Em outras palavras, o estado de direito é aquele no qual os mandatários políticos (na democracia: os eleitos) são submissos às leis promulgadas (BOBBIO, 1992).

Os atuais problemas urbanos, aqueles relacionados à habitação, refletem um século de políticas inconsistentes, que não consideraram a população de baixa renda ou ainda que em certos períodos da história nem existiram. Para tentar solucionar os problemas de habitação é necessária a criação de políticas de estado que extrapolem interesses políticos e eleitoreiros. A política social de habitação, juntamente com políticas educacionais, políticas ambientais, políticas econômicas, entre outras, auxiliarão na criação de Políticas de Estado que servirão de sustentação para o Estado de Direito (BOBBIO, 1992).

O direito à moradia está intimamente ligado a outros direitos, como o direito à vida privada, à intimidade, à honra, à imagem, ao sigilo de correspondência e de sua residência, ao segredo doméstico, ao sossego, à educação, à saúde, visto que um não é exercido sem a complementação do outro, não tendo, desta forma, como viver dignamente em condições subumanas (SOUZA, 2004).

A falta de moradia é um obstáculo ao exercício de outros direitos: o direito ao endereço fixo (para referenciar a residência quando

da procura do emprego), o direito ao saneamento básico, à água potável, à intimidade (muitos barracos que possuem um único cômodo abrigam pais e filhos), à segurança (a desordem territorial das ocupações é espaço propício para incontáveis atos de criminosos), os direitos à cidade ordenada (iluminação pública, arruamento, proximidade dos equipamentos públicos...), à saúde (muitas das ocupações irregulares são inadequadas: sem ventilação, luz natural, proteção contra intempéries...). Como bem leciona Amartya Sen os bens primários (entre eles a moradia) são apenas meios para outras coisas, em especial para a liberdade (SEN, 2011).

Os problemas com habitação no Brasil são grandes, existe um déficit habitacional que merece atenção do Estado. Cerca de vinte e cinco milhões de famílias não possuem condições habitacionais adequadas, em cidades de grande e médio porte é comum a presença de favelas e cortiços. Nessas cidades são encontradas pessoas morando nas ruas, nas praças, embaixo de viadutos e pontes. Nestes locais, as pessoas possuem uma condição inadequada de vida, passando por muitas dificuldades (IBGE, 2014).

Inserida na problemática da falta de moradia, especificamente na área da indústria da construção civil, esta tese apresenta um estudo sobre os processos de produção que mais geram resíduos na Indústria da Construção Civil Subsetor de Edificações (ICCSE). Para tanto, foi realizada pesquisa de campo em canteiros de obras das três maiores construtoras da cidade de Criciúma, SC, quando na fase de execução de alvenaria e revestimento de áreas secas e úmidas, comumente conhecida como reboco.

Estudou-se nestas obras como os fatores de produção matéria-prima, mão de obra e método influenciam na geração de resíduos e se existe uma relação entre eles, por meio de modelos estatísticos. O estudo destes três fatores de produção, que historicamente são os maiores geradores de resíduos, deve-se ao fato de que o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat, PBQP-H, exige que empresas certificadas controlem, além da calibração de máquinas e equipamentos, estes fatores.

Desse modo, as informações geradas por este estudo irão auxiliar sobremaneira os gestores de obra da ICCSE no que se refere à geração de resíduos e, por conseguinte a diminuição de desperdício em canteiros de obras.

Esta tese está estruturada em cinco capítulos, com o objetivo de dar ao leitor o entendimento mais claro possível da pesquisa realizada. O primeiro capítulo apresenta a introdução sobre o assunto a ser abordado, o problema da pesquisa e os objetivos que respondem aos problemas, em seguida é descrito o método de pesquisa e por fim as delimitações do trabalho.

O segundo capítulo faz a exposição dos aspectos teóricos que sustentam a tese, tanto a contextualização social e política, no sentido de políticas públicas, como os aspectos da construção civil em relação aos métodos construtivos utilizados no Brasil e exterior, com objetivo de verificar as principais diferenças que se acredita serem a maior causa na geração de resíduos. São encaminhadas ainda vertentes teórico-conceituais da qualidade de produtos e serviços e seus principais pensadores, a geração de resíduos da Indústria da Construção Civil e por

fim o PBQP-H como um sistema da qualidade utilizado pela ICCSE, no Brasil.

O terceiro capítulo apresenta os procedimentos e o métodos da pesquisa bem como a descrição das obras pesquisadas.

O capítulo quatro apresenta os resultados oriundos dos estudos de caso. Neste capítulo o autor apresenta os fenômenos registrados ao longo do tempo de realização da pesquisa.

O capítulo cinco apresenta as considerações finais da pesquisa e as lacunas que foram identificadas para sugestões para trabalhos futuros.

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

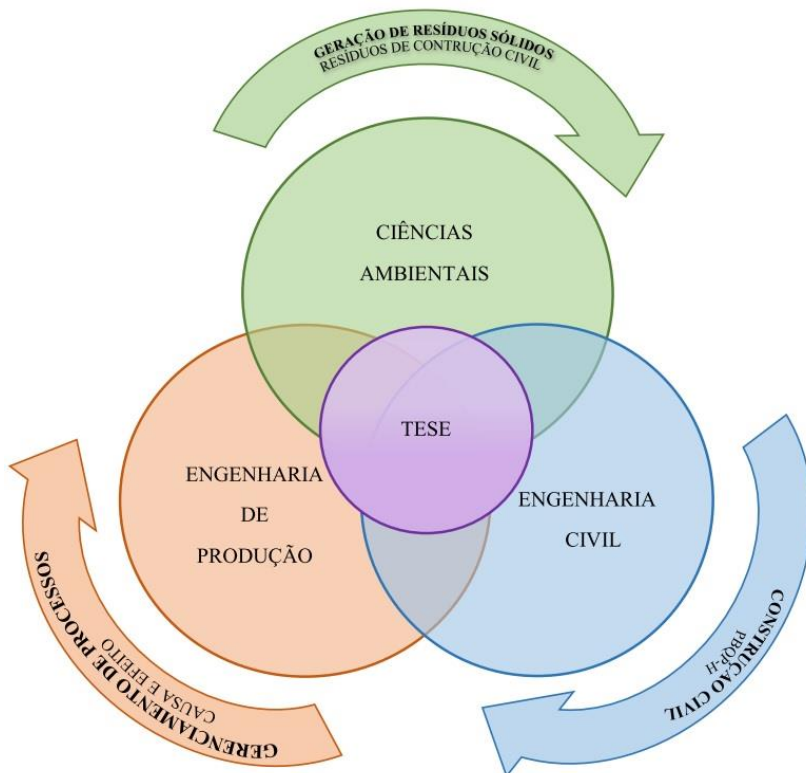
O desafio deste trabalho está na busca pela interseção das seguintes grandes áreas: Engenharia de Produção, Engenharia Civil e Ciências Ambientais. Considera-se esta pesquisa relevante por se acreditar que a relação causa e efeito de cada processo estudado, pode agregar valor à organização e contribuir para redução de resíduos nas empresas de construção civil.

No campo de conhecimento da Engenharia civil serão estudados os processos, que mais geram resíduos, entre vinte cinco processos que devem ser controlados segundo as exigências do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H); no campo de conhecimento da Engenharia de produção serão estudadas as causas, ou fatores de produção dos processos produtivos, que mais geram resíduos. Entende-se por fatores de produção os recursos necessários para fabricação de determinado produto. E, por fim no campo de

conhecimento das Ciências ambientais serão estudados os resíduos sólidos, com o objetivo de identificar qual volume gerado dos resíduos de construção civil e suas fontes geradoras. De uma maneira geral, envolve a aplicação de práticas desenvolvidas originalmente nos sistemas de produção seriada para o âmbito dos processos produtivos do setor da construção.

O gerenciamento dos processos ou das causas é um dos temas estudados neste trabalho. O gerenciamento de sistemas foi inicialmente desenvolvido para resolver problemas de ambientes de produção que exigem movimentos repetitivos dos operários, pergunta-se, por exemplo, por que os recursos de produção ou causas dos processos poderão entrar na pauta das ações de melhoria da eficiência de canteiros de obras? Desta forma, a proposta defendida nesta tese baseia-se na modernização dos processos produtivos da Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações (ICCSE). Propõe-se aqui como a aplicação ainda mais extensiva de princípios da ciência da Engenharia de Produção aliada a Construção civil e as Ciências Ambientais poderão dar sua contribuição na redução da geração de resíduos em seus processos produtivos. A Figura 1 mostra a inter-relação entre os saberes dessas três áreas do conhecimento foco deste trabalho.

Figura 1 - Inter-relação do conhecimento



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os conhecimentos da área de engenharia de produção contribuíram significativamente para compreender a relação causa e efeito de cada processo estudado na pesquisa de campo. A engenharia civil, mais especificamente a Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações, teve sua parcela de contribuição significativa, por ter sido o ambiente da pesquisa de campo, nesta área do conhecimento. Estas duas áreas do conhecimento serviram de base para o foco desta tese, as Ciências Ambientais que trata, entre tantas áreas do conhecimento, os resíduos sólidos gerados pela indústria da construção civil.

O levantamento prático dos dados caracteriza o caráter de originalidade da pesquisa, este levantamento foi realizado nas três maiores empresas de construção civil da Cidade de Criciúma, nos primeiros seis meses do ano de 2016, diretamente com os trabalhadores envolvidas nos processos de construção civil. Evidenciou-se a relação existente entre os fatores de produção: mão-de-obra, matéria prima e método dos serviços de execução de alvenaria e reboco e a geração de resíduos bem como os danos ambientais causados por estes processos.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A partir da busca do ser humano por uma condição melhor de sua qualidade de vida surge o problema central da pesquisa: Como desenvolver um método de gerenciamento para diminuição da geração de resíduos na construção civil? Esta questão central pode ser desmembrada em outras questões secundárias que irão auxiliar no encaminhamento das hipóteses de pesquisa, que são:

- quais as formas de avaliar os resíduos gerados por empresas de construção civil?
- quais processos são os maiores geradores de resíduos na ICCSE?
- qual a quantidade de resíduo gerado, pelas maiores empresas de construção civil, nestes processos no município de Criciúma?
- quais fatores de produção são mais representativos na geração de resíduos?

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos desta tese serão foram divididos em objetivo geral e objetivos específicos, que servirão de sustentação ao objetivo geral.

1.3.1 Objetivo geral

Investigar a relação dos fatores de produção na geração de resíduos sólidos em processos produtivos da Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações (ICCSE).

1.3.2 Objetivos específicos

- conhecer os principais processos e tipos de resíduos gerados por empresas de construção civil;
- levantar o volume e tipologia de resíduos gerados na Construção Civil no município de Criciúma;
- determinar por planejamento experimental estatístico, os fatores de produção associados a cada etapa da obra, identificando o tipo e quantidade de resíduo gerado;
- verificar a interferência dos fatores de produção na geração de resíduos de construção civil;
- propor ações preventivas nos sistemas produtivos da ICCSE.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

Bruyne, Herman e Schoutheete (1977) afirmam que tanto para pesquisa qualitativa ou quantitativa existem quatro polos metodológicos que podem ser utilizados na investigação, sem provocar qualquer tipo de embate nestas abordagens. O Quadro 1 apresenta a descrição de cada um desses polos.

Quadro 1 - Polos metodológicos da prática científica

Polos metodológicos	Descrição
Teórico	Serve para guiar a elaboração das hipóteses e a construção dos conceitos. A teoria é um conjunto coerente de proposições que fornecem um quadro explicativo e compreensivo. (BRUYNE, HERMAN E SCHOUTHEETE 1977). Na abordagem qualitativa destaca-se a interpretação humana, pois a realidade não pode ser mensurada por modelos cartesianos. Na abordagem quantitativa procura-se descrever significados das características inerentes aos objetos e atos, a análise dos objetos é realizada do geral para o particular, utiliza-se de estatística para caracterização do fenômeno. (DENZIN E LINCOLN, 2006)
Epistemológico	Relaciona-se com o conhecimento explícito, com as bases do conhecimento que está concretizado, propõe uma ruptura com o senso comum, busca entender a realidade investigada e transmitir este conhecimento para seus semelhantes a partir da construção de objetos científicos. (BURRELL E MORGAN, 2005)
Morfológico	Por meio deste polo busca-se a estruturação do trabalho científico, bem como organizar a ordem e a apresentação de seus elementos. “Permite colocar um espaço de causação em rede onde se constroem os objetos científicos, seja como modelos/cópias, seja como simulacros de problemáticas reais”. (MACHADO, et. al., 2016, p. 278)
Técnico	Neste plano caracteriza-se a estratégia da pesquisa, para identificar o método que será adotado, a técnica da coleta de dados identificando-se os propósitos e as possibilidades, e por fim as análises e apresentação dos resultados. (SILVA, 2016)

Fonte: Adaptado de Bruyne, Herman e Schoutheete (1977)

A partir da divisão da pesquisa nestes polos, a estruturação desta pesquisa foi realizada em partes distintas e organizadas. Esta distinção não necessariamente separa os polos no decorrer do trabalho, apenas serve para apresentar as particularidades de cada polo, pois a interação entre eles é visível na prática metodológica.

No polo teórico a pesquisa procurou construir suas questões de pesquisa bem como fundamentar-se teoricamente para respondê-las. O polo epistemológico auxiliou na identificação da natureza do conhecimento gerado. O polo morfológico foi imprescindível para estruturação do trabalho e por fim o polo técnico alinhou a estratégia da pesquisa com a coleta e análise e apresentação dos resultados.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa insere-se no campo das ciências ambientais com recorte em resíduos sólidos urbanos gerados, na Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações, ICCSE, na cidade de Criciúma.

Foram estudados os processos construtivos que mais geram resíduos em edifícios residenciais, nas construções da ICCSE, porém não foram avaliados os demais setores da construção civil, que também são causadores de grandes danos ambientais.

CAPÍTULO 2 – ENCAMINHAMENTO TEÓRICO CONCEITUAL

Neste capítulo é apresentado o ambiente conceitual necessário para elaboração desta tese. Primeiramente é realizado um estudo sobre o estado de direito do cidadão para entender os direitos sociais, o direito à moradia e a evolução das políticas habitacionais no Brasil. Em seguida são apresentados a indústria da construção civil, os subsetores e as inovações do setor, por fim é apresentada a evolução conceitual da qualidade, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP-H) e os Resíduos Sólidos da Construção Civil.

2.1 O ESTADO DE DIREITO

O Estado de Direito emergiu na segunda metade do século XIX, na Alemanha e, posteriormente, foi incorporado à doutrina francesa, em ambos com debate apropriado pelos juristas e vinculado a uma percepção de hierarquia das regras jurídicas, com o objetivo de enquadrar e limitar o poder do Estado pelo Direito.

Montesquieu em sua reflexão política questionava o funcionamento do estado de direito, afirmando que o estado não deveria se voltar para a reconstrução do domínio aristocrático. A teoria da separação de Montesquieu, na qual se baseia a maioria dos estados ocidentais modernos, propunha a divisão do estado em três poderes: executivo, legislativo e judiciário.

Em uma democracia, o legislativo limita o poder do executivo: este não está livre para agir à vontade e deve constantemente garantir o apoio do Parlamento, que é a expressão da vontade do povo.

Da mesma forma, o poder judiciário permite fazer contrapeso às certas decisões governamentais. O estado de direito se opõe assim às monarquias absolutas de direito divino, o rei no antigo regime pensava ter recebido seu poder de Deus e, assim, não admitia qualquer limitação a ele: "*O Estado, sou eu*", como afirmava Luís XIV, e às ditaduras, na qual a autoridade age frequentemente em violação aos direitos fundamentais. O estado de direito não exige que todo o direito seja escrito. A Constituição do Reino Unido, por exemplo, é fundada unicamente no costume: ela não dispõe de disposições escritas. Num tal sistema de direito, os mandatários políticos devem respeitar o direito baseado no costume com a mesma consideração que num sistema de direito escrito. (CADERMATORI, 1999)

Pode-se dizer que a história do Estado de Direito é, também, a história dos chamados direitos humanos. Nesse sentido, é de se lembrar do art. 16 da Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão de 1789, que dispõe que toda sociedade onde não haja garantia dos direitos e não esteja assegurada a separação dos poderes não tem constituição. A Declaração é um marco para a afirmação de que nem todo Estado é um Estado de Direito, com a conformação que se conhece nos dias de hoje, pois aquela comunidade que não tiver assegurada a garantia dos direitos e a separação de poderes não pode ser concebida como assentada num Estado Constitucional. (CADERMATORI, 1999)

Estado de Direito é aquele em que o poder exercido é limitado pela Ordem Jurídica vigente, que irá dispor, especificamente, desde a forma de atuação do Estado, suas funções e limitações, até às garantias e direitos dos cidadãos. Dessa forma, tanto Estado, quanto seus indivíduos são submetidos ao Direito. (BOBBIO, 1992)

Cadernatori, 1999, propõe “um modelo ideal de Estado de Direito, ao qual os diversos Estados Reais de Direito devem aproximar-se, sob pena de deslegitimação” ... “o aspecto propositivo da teoria, ao postular valores que necessariamente devem estar presentes enquanto finalidades a serem perseguidas pelo Estado de Direito, quais sejam a dignidade humana, a paz, a liberdade plena e a igualdade substancial”.

Desta forma afirma-se que o Estado de Direito precisa atender aos direitos individuais da pessoa humana, bem como respeitar e preservar seus direitos políticos e sociais. Jean Jacques Rousseau afirmava que se existisse um povo de deuses, seu governo seria democrático. Governo tão perfeito não seria conveniente aos homens. O Estado de Direito Democrático deve garantir e fazer prevalecer os direitos humanos fundamentais, tendo como valor indissociável a Justiça. (CANOTILHO, 2003)

O estado de direito precisa contemplar as questões do planejamento estatal, bem como as políticas públicas, política social ou política econômica e política de saúde. No início dos anos 1970, a política pública passou a ter presença marcante no discurso oficial e nos textos das ciências sociais. O termo política refere-se a “um conjunto de objetivos que enformam determinado programa de ação governamental e condicionam sua execução” (Ferreira, 1986). Esta política definida por Ferreira aponta para uma meta a ser atingida e também pressupõe uma hierarquia entre as diversas dimensões a serem atingidas, pelo menos em nível dos benefícios que viriam no momento de sua implementação.

Segundo Augusto, 1989:

À expressão política pública, cujo sentido corrente refere-se à intervenção estatal nas mais diferentes dimensões da vida social, é atribuída

força transformadora bem menor. Neste sentido, traduziria, de maneira mais realista, as possibilidades e os limites da intervenção estatal, uma vez que sua existência não cria, necessariamente, expectativas de alterações de âmbito estrutural. Trata-se, antes, da imposição de uma racionalidade específica às várias ordens de ação do Estado, um rearranjo de coisas, setores e situações.

A direção e os objetivos para a qual aponta a referida política manifestam-se, de forma clara, no interior dos projetos e atividades que a constituem. A clareza e hierarquia das metas no que se refere a seus objetivos finais devem qualificar as políticas governamentais de forma geral. Além disso, denotaria um conjunto articulado de decisões de governo, visando fins previamente estabelecidos a serem atingidos por meio de práticas globalmente programadas e encadeadas de forma coerente. Clareza de propósitos, hierarquia quanto aos fins, e programas definidos no sentido de atingi-los, qualificariam as políticas governamentais em geral. (AUGUSTO, 1989).

Desde o século XVIII, nas sociedades ocidentais capitalistas, as dimensões civis, políticas e socioeconômicas dos direitos têm sido objeto de medidas legais e de políticas públicas estatais e, também, de declarações e pactos entre países membros de organizações internacionais. (KAUCHAKJE, 2012)

O século XVIII, em termos gerais, foi o marco histórico dos direitos civis, a sociedade burguesa se configurou por meio da revolução política e econômica e consolidou os valores liberais. Os direitos civis são de corte individual, especialmente, a vida e as liberdades de propriedade, econômica, de expressão e pensamento, de associação, de ir

e vir e de religião. Os direitos políticos, consagrados a partir do século XIX, referem-se à formação e à associação em partidos e à participação política. (KAUCHAKJE, 2012)

Marshall (1967) afirmava que os direitos civis se referem às liberdades individuais e econômicas, Lafer (1999) seguiu complementando que são os direitos fundamentais da primeira dimensão, pautados no pensamento liberal burguês do século XVIII surgindo e afirmando-se como direitos do indivíduo frente ao Estado, mais especificamente como direitos de defesa, evitando a intervenção do Estado na esfera de autonomia do cidadão. O direito à vida, à liberdade, à propriedade e à igualdade perante a lei é considerado direito individual, são complementados pela liberdade de expressão coletiva, pelos direitos de participação política. (SARLET, 2007). O direito civil é subjetivo, inerente à pessoa, oponível ao Estado e, que ao delimitar o espaço intransponível da autonomia individual, estabelece limites a serem observados pelo poder público. (BARRETTO, 2010). Estes autores consideram o direito civil inato, imprescritível, inviolável e universal.

Assistência social, saúde, educação, segurança alimentar e nutricional, moradia, previdência social e trabalho são os principais direitos sociais de um cidadão e estão entre os direitos fundamentais na Constituição Brasileira de 1988, junto a outros anteriormente consagrados e aceitos culturalmente, como é o caso do direito à vida e à liberdade. Desta forma, tem o caráter inadiável para efetivação, abrindo-se assim a discussão sobre a justiça dos direitos sociais (PIOVESAN, VIEIRA, 2006).

2.1.1 Direitos Sociais

A partir das lutas de trabalhadores ao final do século XIX e até a primeira metade do século XX que vieram os direitos socioeconômicos como conquista socialista e introdução de mecanismos de regulação no capitalismo é que foram assegurados os direitos sociais. As duas grandes guerras mundiais e o posterior crescimento econômico e de postos de emprego na primeira metade do século XX fomentaram a ampliação dos direitos sociais. O núcleo inicial dos direitos sociais girou em torno do mundo e condições do trabalho, ou seja: saúde, assistência e previdência social, ampliado para habitação e educação (HENRIQUE e DRAIBE, 1987; BEHRING, BOSCHETTI, 2007). Os direitos sociais são direitos fundamentais de segunda dimensão, antecedidos pelos direitos de primeira dimensão, onde se encontra o direito à liberdade, que se consolidou no tempo, os direitos sociais não foram uniformemente recepcionados pela doutrina como direitos subjetivos do indivíduo, que possam ser alegados judicialmente e garantidos por sentença. (STOBE, 2011).

Os direitos sociais têm por pressuposto uma multiplicidade de fatores, a saber: capacidade econômica do Estado, clima espiritual da sociedade, estilo de vida, distribuição de bens, nível de ensino, desenvolvimento econômico, criatividade cultural, convenções sociais, ética filosófica e religiosa – que condicionam, de forma positiva e negativa, a existência e proteção dos direitos econômicos, sociais e culturais. (CANOTILHO, 2003)

Atualmente, os direitos sociais figuram no preâmbulo da Constituição Brasileira como finalidade do Estado Democrático. No artigo 6º são discriminados: a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o

lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados. Figuram no Capítulo II, do Título II, que dispõe sobre os direitos e garantias fundamentais. Basta observar para concluir que os direitos sociais “são direitos fundamentais de igual hierarquia com os direitos civis e políticos. Algumas interpretações e legislações consideram, também lazer, cultura, transporte e segurança pública” (STOBE, 2011).

Segundo Stobe, 2011, os direitos sociais são alavancas de equiparação para aqueles que não possuem meios próprios de garantir a plena expressão da essência humana – o mínimo essencial entende-se um conjunto de bens indispensáveis para a vida condigna. Direitos políticos e sociais garantem a “concreta realização de iguais liberdades subjetivas para todos.” (BACCELLI, 2006, p. 537). São assim, direitos de liberdade através e por meio do Estado (BOBBIO, 2004).

Os direitos sociais são considerados os mais caros para o estado, por garantir ao indivíduo os serviços públicos necessários para seu bem-estar – previdência, transferências monetárias, garantia de níveis mínimos de instrução, saúde, moradia entre outros - que consomem uma quantidade muito alta de recursos (STOBE, 2011).

Segundo Marshall (1967) os direitos sociais dizem respeito à participação na riqueza de acordo com o patrimônio e padrões culturais e materiais admitidos numa comunidade política. Para Lafer, 1999 o aspecto distinto deste direito refere-se à dimensão positiva, visto que não se evita mais a intervenção do Estado na esfera da liberdade individual, mas visa-se propiciar um direito de participação do *welfare state*. O processo de industrialização e os impasses socioeconômicos que ocorreram entre a segunda metade do século XIX e as primeiras décadas

do século XX formaram o cenário dos direitos de segunda dimensão, período marcado pelo desequilíbrio de vida de diferentes classes sociais.

Segundo Wolkmer, 2003, foi nesta época que se criou a Organização Internacional do Trabalho, que permitiu o fortalecimento do movimento sindical e o do Trabalho e o Direito Sindical. O processo de industrialização deu origem aos direitos econômicos, sociais e culturais que inicialmente e isoladamente já haviam sido contemplados nas Constituições Francesas de 1791 e 1848 e na Constituição Brasileira de 1934 (LAFER, 1999). Enquadra-se nesta dimensão o direito à moradia, positivado no Brasil como direito social pela emenda constitucional n. 26/2000 que alterou a redação do artigo 6º da Constituição Federal (SOUZA, 2004).

Toda essa transformação ocorrida, na sociedade, devido à industrialização, foi que impulsionou o surgimento e proliferação dos direitos sociais. São assim, direitos decorrentes do desenvolvimento econômico e tecnológico, não-naturais. Decorrem do aumento das demandas sociais que provocam a produção legislativa e um agir estatal específico (BOBBIO, 2004).

Bobbio (1997), propôs como meio de assegurar a justiça social a igualdade de resultados mínimos. Afirmava, ainda que o Estado não pode deixar de garantir oportunidades iguais a seus cidadãos, é preciso colocar indivíduos com diferentes oportunidades ao nascer nas mesmas condições, “este resultado é alcançado quando se garante a cada um segundo as suas necessidades básicas, independente da capacidade de cada pessoa”.

Desta forma pode-se afirmar seguramente que uma das necessidades básicas da pessoa humana é a moradia, que ocupa o seu

local de direito social fundamental no ordenamento jurídico brasileiro (STOBE, 2011).

2.1.1.1 Direito à moradia

O artigo 6º da Carta Republicana do Brasil afirma que a moradia, é direito fundamental social, previsto, corroborado no artigo 23, IX do mesmo instrumento. O direito à moradia significa ocupar um lugar como residência, uma casa ou um apartamento, para nele habitar, mas não é necessariamente o direito à casa própria, mas sim, uma garantia de que todos tenham um teto para morar, abrigando a sua família de modo permanente. Esta habitação deve ter dimensões adequadas, em condições de higiene e conforto, e ainda, que preservem a intimidade pessoal e a privacidade familiar, sendo digna e adequada. (SILVA, 2007).

A moradia é um direito social garantido pela Emenda Constitucional n. 26, de 14 de fevereiro de 2000, que se traduz em responsabilidade para o Estado, o qual deverá apresentar propostas e viabilizar o acesso à moradia aos integrantes da sociedade. (INÁCIO, 2002). O Estado tem o dever de garantir o direito à moradia, adequado com a condição humana, respeitando os princípios fundamentais da cidadania, a dignidade do cidadão e os valores sociais do trabalho e da livre iniciativa, intitulados constitucionalmente. (SOUZA, 2004).

O direito à moradia pode ser considerado como direito fundamental do cidadão, posto que nenhuma pessoa humana deva ser privada de uma habitação nem impedida de conseguir uma (SILVA, 2007). Este direito está expresso em vários artigos da Constituição Federal, como o art. 3º, que define como objetivos fundamentais da

República Federativa do Brasil construir uma sociedade justa e solidária, erradicar a marginalização e promover o bem de todos, neste caso que todos tenham acesso e direito a uma moradia digna. O artigo 6º do mesmo ordenamento jurídico traduz expressamente que o direito à moradia é um dos direitos sociais de cada indivíduo: Artigo 6º “São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e a infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição”.

O artigo 23, IX da Constituição Federal determina a competência dos estados para promoção de programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento. O direito à moradia está expresso no Estatuto da Cidade Lei n. 10.257 de 10 de julho de 2001, como diretriz geral da política urbana. Prevê o artigo 2º, inciso I, que a política urbana tem por objetivo ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, para o qual terá por diretriz a garantia do direito a cidades sustentáveis. A sustentabilidade da cidade inclui o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer (STOBE, 2011).

O artigo 3º, inciso III da referida lei, prevê a competência da União, para em parceria com Estados e Municípios, promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico.

No século XVIII, no Brasil, houve uma quantidade de fatos que influenciaram decisivamente o aumento e a formação dos centros urbanos no país. Com o fim da escravidão, no ano de 1888, milhares de negros expulsos do campo migraram para os centros urbanos. Neste

mesmo período, imigrantes europeus, vindos da Itália, Portugal e Espanha chegaram ao Brasil para trabalhar no campo e também na recém-implantada indústria brasileira. Entre outros esses fatores provocaram o aumento da população nas cidades, especialmente em São Paulo e no Rio de Janeiro, fato que ocasionou uma demanda por moradia e outros serviços de infraestrutura como transporte, saneamento, vias e demais serviços urbanos (MARICATO, 1997).

Ao se deparar com a explosão demográfica dos grandes centros urbanos o governo brasileiro ofereceu crédito às empresas privadas para produção de novas habitações. Porém, com a construção de habitações individuais, os empresários não obtiveram lucros, devido à grande diferença entre os preços delas e das moradias informais. Com esse crédito algumas empresas investiram em loteamentos para os ricos, enquanto outros construíram edificações para habitações coletivas, que passaram a figurar como a principal alternativa para que a população urbana pobre pudesse permanecer na cidade, especificamente no centro, onde estariam próximos das indústrias e de outras possibilidades de trabalho (PECHMAN e RIBEIRO, 1983).

2.1.1.2 Políticas Habitacionais no Brasil

No dia 1º de maio de 1946, foi instituída pelo Decreto lei nº 9.218, a Fundação Casa Popular (FCP), primeiro órgão de âmbito nacional, voltado para provisão de habitações no campo, na cidade e infraestrutura para as populações de baixa renda, tarefa desproporcional para uma instituição sem maturidade técnica, administrativa e financeira suficiente. Até 1960, do ponto de vista quantitativo a FCP teve

desempenho pouco expressivo, pouco mais de 900 moradias foram edificadas por ano, em média (AZEVEDO e ANDRADE, 1996).

Após algumas tentativas frustradas de mudança, a política nacional de habitação só tomaria novos rumos em 1964, com o Banco Nacional de Habitação (BNH). Com a Lei nº 4380, de 21 de agosto de 1964, que instituiu o Plano Nacional de Habitação e criou o Banco Nacional de Habitação e o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo, é dado o passo inicial para uma nova política nacional. Para concretizar essa concepção de cidade e de política para habitação, o Banco Nacional de Habitação (BNH) se torna o principal órgão da política habitacional e urbana do país. Prioritariamente, ele deveria “orientar, disciplinar e controlar o Sistema Financeiro da Habitação (SFH), para promover a construção e a aquisição de casa própria, especialmente pelas classes de menor renda” (AZEVEDO e ANDRADE, 1996).

A trajetória do SFH e do BNH pode ser dividida em três fases distintas: A primeira foi de 1964 a 1969, onde ocorreu a implantação e expansão do BNH e das Companhias de Habitação (COHABs). A segunda fase, foi de 1970 a 1974, onde houve o esvaziamento e a crise do SFH, sobretudo devido à perda do dinamismo das COHABs, devido à inadimplência causada, pela perda do poder de compra do salário mínimo, situação que atingiu mutuários das camadas mais pobres. Desviando os financiamentos para famílias de classe média, com juros mais altos e inadimplência menor. A terceira fase do SFH foi de 1975 a 1980, caracterizada pela reestruturação e pelo revigoramento das COHABs, com aumento do número de moradias produzidas, a grande maioria destinada à classe média (MOTTA, 2011).

Na década de 1980 a crise financeira comprometeu os investimentos do SFH, culminando na extinção do BNH. Em 1986 o BNH transferiu para a Caixa Econômica Federal suas funções. Entre 1964 e 1986 (ano de sua extinção), o Sfh financiou cerca de quatro milhões de moradias, número bastante expressivo para a realidade do país. Porém, os investimentos atingiram predominantemente a classe média emergente, alijando da política de financiamento da casa própria os trabalhadores que recebiam menos de um salário mínimo. Do total de moradias produzidas, 35% foram destinadas ao “mercado popular”, com comprometimento de apenas 13% de todos os recursos investidos pelo BNH (MOTTA, 2011).

Entre os anos 1990-1992, no governo do presidente Collor foi lançado o Plano de Ação Imediata para a Habitação (PAIH), com a intenção de financiar de 245 mil habitações em um ano, porém não atingiu suas metas. O governo Itamar criou entre os anos de 1992 e 1994 os Programas Habitar Brasil e Morar Município, com o objetivo de financiar a construção de casas para população de baixa renda, em regime de “mutirão”. Mas a padronização excessiva e as exigências legais, impediram muitos municípios de captar os recursos disponibilizados.

No Governo FHC (1995-2002) o reconhecimento da necessidade de regularização fundiária avançou significativamente, com a ampliação da participação e da visão integrada da questão habitacional, vários programas habitacionais, que objetivaram a garantia de direitos sociais, bem como a igualdade de oportunidades. Dentre eles, destacaram-se os programas Cred-Mac e Cred-Casa, que eram destinados a famílias com até oito salários mínimos de renda média mensal, e possuíam linhas de crédito que possibilitaram a obtenção de materiais de

construção, podendo assim, reformar suas moradias ou construir novas casas (JULKOVSKI, 2010).

Entre as políticas públicas, voltadas para a habitação, no governo FHC, se destacaram os programas Pró-Moradia e o Programa Habitar Brasil, que possuíam como principal diferença as suas fontes de recursos, o Orçamento Geral da União (OGU) e o Fundo de Garantia por Tempo de Serviços (FGTS). Foram investidos cerca de R\$ 830 milhões no programa Pró-Moradia, para a construção de 115.219 residências, a um custo médio unitário de R\$ 5.400,00. E para o programa Habitar Brasil foram empregados em torno de R\$ 860 milhões, resultando na construção de 294.595 moradias, com custo unitário médio de R\$ 2.920,00 (JULKOVSKI, 2010).

No governo Lula (2003-2010), a principal política para a habitação foi o Programa Minha Casa Minha Vida, do Ministério das Cidades, lançado em abril de 2009 com a meta de construir um milhão de moradias, com R\$ 34 bilhões de subsídios para atender famílias com renda entre 0 a 10 salários mínimos. Além de seu objetivo social, o Programa, ao estimular a criação de empregos e de investimentos no setor da construção, também foi uma reação do governo Lula à crise econômica mundial do fim de 2008. Assim como nos outros grandes programas federais para produção de moradia (a FCP e o BNH), a iniciativa privada é protagonista na provisão de habitações também no Programa Minha Casa Minha Vida, pois 97% do subsídio público são destinados à oferta e produção direta por construtoras privadas e apenas 3% a cooperativas e movimentos sociais (FIX & ARANTES, 2009).

Paralelo a isso, a partir dos anos 1990, o Brasil e a indústria da construção civil passaram por transformações aceleradas em seu

cenário produtivo e econômico: a abertura do mercado nacional, a criação do Mercosul, a privatização de empresas estatais, a concessão de serviços públicos, a nova lei de licitações, a concorrência acirrada, e a redução dos preços praticados pelo mercado imobiliário, e pelos contratantes de obras públicas, industriais e privadas. Essa nova realidade colocou desafios importantes para as empresas de construção civil, dentre os quais o de sua própria sobrevivência em um mercado cada vez mais exigente e competitivo (SOUZA, 1997).

Souza (1997), afirma ainda que o cenário econômico brasileiro mudou após anos de economia inflacionária, o País e as empresas de construção civil, antes preocupadas com a inflação, começaram a trabalhar em uma economia estável e passaram a se preocupar com o controle de custos, a organização, o gerenciamento da produção, os desperdícios e o retrabalho dentro dessas empresas.

Uma das preocupações centrais das empresas do setor passou a ser a produção de bens com maior qualidade e a resposta cada vez mais eficiente às expectativas dos clientes sem perder mercado e garantindo margens de lucro compatíveis (CARDOSO, 1981). Segundo Souza, 1997, nos canteiros de obra o combate ao desperdício tornou-se foco dos gerentes e planejadores e passou a ser um dos principais indicadores dos custos da não qualidade dentro da construção civil. Ao identificar esses desperdícios no processo de produção, ou ainda na fase de pós-ocupação das obras, observa-se um grande potencial nas empresas construtoras para a introdução de programas da qualidade visando à melhoria de produtos, processos e a redução e possível eliminação das atividades que não agregam valor ao produto na ótica do cliente, buscando a redução na produção de resíduos.

Alguns anos atrás não havia quaisquer indicadores para a ocorrência de perdas na construção civil e pouco se conhecia sobre a intensidade da geração de resíduos de construção e demolição, senão a frequência com que iam se formando as “montanhas” de entulho nos ambientes urbanos. No Brasil, as informações hoje disponíveis permitem confirmar a significância das perdas na construção e quantificar a geração dos resíduos, demonstrando sua supremacia na composição dos Resíduos Sólidos Urbanos em cidades de médio e grande porte (PINTO, 1999). A ausência de informações se estendia também à natureza das atividades construtivas, desconhecendo-se a participação dos diversos agentes na produção das edificações urbanas e a origem dos resíduos gerados.

Perdas em processos construtivos geram resíduos e vêm sendo tratadas de forma insuficiente no Brasil, em processos de pesquisa cada vez mais abrangentes, sendo aceitável a afirmação de que para a construção empresarial a intensidade da perda se situe entre 20 e 30% da massa total de materiais, dependendo do patamar tecnológico do executor (PINTO, 1989).

A reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor, ou reduzindo os custos. O processo de pesquisa e desenvolvimento de novos materiais reciclados precisa ser feito de forma cautelosa e criteriosa para garantir o sucesso destes produtos no mercado (ANGULO et. al, 2001).

O estudo para a eliminação de perdas ao longo da cadeia de valor nasceu e desenvolveu-se em empresas de manufatura por meio da aplicação de teorias e conceitos que conduzem a resultados melhores. As

empresas de manufatura consolidaram o uso de técnicas e vários termos no que se refere à produção enxuta. Embora o conceito de produção enxuta seja muitas vezes aplicado usualmente como conceito de manufatura muitas de suas ferramentas foram desenvolvidas nas indústrias de serviço (WOMACK, 2003).

A base da Produção Enxuta é a consideração de que a produção possui três aspectos fundamentais: fluxo, conversão e valor. Todos consomem custo e tempo, mas só a conversão é que agrega valor e parte da informação que é transformada em produto. No modelo convencional não se leva em consideração o fluxo, fazendo com que o processo fique complexo, incerto e confuso. Na Nova Filosofia da Produção ambos são considerados, fluxo e conversão (KOSKELA, 1992). Esta tese irá buscar uma discussão ampla sobre as causas da geração de resíduos da construção civil, identificando a influência da qualidade dos fatores de produção nesta geração.

2.2 INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: SUBSETOR EDIFICAÇÕES

Primeiramente serão identificadas as diferenças fundamentais entre os setores que compõem a Indústria da Construção Civil, ICC. Segundo Construbusiness de 1999, SEBRAE, 2005 e Villela 2007, a ICC, ao longo de sua cadeia produtiva, está organizada nos setores de: materiais de construção, bens de capital, edificações, construção pesada, montagem industrial e serviços diversos. O Quadro 2 apresenta os subsetores da construção civil, bem como as suas áreas de atuação e suas definições.

Quadro 2 - Construção civil: Subsetores e definições

	Subsetores	Definições / Exemplos
Construção Civil	Materiais de construção	São os materiais simples ou compostos obtidos diretamente da natureza ou resultados de trabalhos industriais, pode-se citar como exemplo os agregados miúdos ou areias, agregados graúdos ou britas, saibros, cimentos, revestimentos cerâmicos, entre outros
	Bens de Capital	Produz máquinas e equipamentos para utilização nos demais subsetores da cadeia de produção da construção civil, pode-se citar como exemplo as empresas que produzem prensas para indústria cerâmica.
	Edificações	Compreendem a construção de edifícios residenciais, comerciais, de serviços e institucionais, construção de edificações modulares verticais e horizontais e edificações industriais. Exemplo: construtoras, subempreiteiras
	Construção Pesada	Abrange atividades ligadas à construção de infraestrutura. Exemplos: construção de pontes, viadutos, contenção de encostas, túneis, tratamento e distribuição de água, redes coletoras de esgoto, emissários, entre outras.
	Montagem Industrial	Compreende a categoria de obras de sistemas industriais. Exemplos: montagens de estruturas mecânicas, elétricas, eletromecânicas, hidromecânicas, montagem de sistema de geração, transmissão, entre outras.
	Serviços Diversos	Envolve com transações imobiliárias, serviços técnicos da construção e manutenção de imóveis.

Fonte: Adaptado de *Construbusiness*, 1999; SEBRAE-MG, 2005;

Villela 2007.

Para melhor compreender a estrutura da receita bruta da construção, as empresas foram agrupadas, na Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), de acordo com a divisão da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0) a que pertencem: construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados para construção.

A construção de edifícios, em 2010, participou com aproximadamente 2,35% do PIB nacional e 40,7% do PIB da construção. A economia brasileira foi influenciada por um cenário internacional mais favorável que o do ano anterior, sobretudo pelo fortalecimento da demanda interna, com elevação da renda das famílias e maior oferta de

crédito, que impulsionaram o resultado do Produto Interno Bruto brasileiro (7,5%), maior taxa desde 1986. Com isso, a atividade da construção no PIB cresceu 11,6%, atingindo 5,7% de participação.

A indústria da construção civil no Brasil, nos moldes atuais, registrou o seu maior desenvolvimento a partir do século XX. Porém, uma atividade tão complexa que envolve tantas variáveis, como gerenciamento de campo, projetos de profissionais das diversas áreas do conhecimento, grande aporte de recursos financeiros, ampla movimentação de materiais, além de ser intensiva de mão de obra não teve o seu nascimento em momento estanque, numa data determinada. Sua origem está assentada numa base técnica cujo conhecimento foi adquirido, adaptado e transmitido por gerações e gerações de construtores e remonta o período em que ocorreu a ocupação do território brasileiro, após o seu descobrimento no ano de 1500 (BALTHAZAR, 2011).

De um modo geral, antes do século XIX, as construções eram mais simples com sua estrutura de pau-a-pique, que é um gradeado de madeira preenchido por argila ou taipa de pilão. Nas habitações de melhor padrão usava-se a pedra, o barro e, às vezes, o tijolo e a cal.

Praticamente todas as construções eram riscadas ou realizadas por mestres de risco, por padres, ou por engenheiros militares, como os oficiais de engenharia. A mão-de-obra para execução ficava a cargo de escravos, índios ou serventes (MOTOYAMA, 1994).

2.2.1 Características da construção civil

A Indústria da Construção Civil (ICC) sempre ocupou um papel de destaque na composição do panorama econômico brasileiro,

representa um percentual aproximado de 5% do Produto Interno Bruto, PIB (MDIC, 2009). O setor é responsável por empregar 6% da população economicamente ativa do Brasil, correspondendo a aproximadamente 2,0 milhões de pessoas (CBIC, 2009) e 5,6% do valor total da remuneração paga em todo o país (ABRAMAT, 2009).

Segundo Picchi, 1993, a ICC possui características que devem ser consideradas na implantação de um sistema de gestão da qualidade. A conceituação, terminologias, metodologias e técnicas operacionais, relativas à qualidade foram desenvolvidas em indústrias de produção em série.

Souza, 1997, afirma que a construção civil difere muito da indústria de transformação, a partir da qual nasceram e se desenvolveram as teorias relativas ao gerenciamento de sistemas de produção. A construção civil possui características próprias que dificultam a utilização dessas teorias, devido à complexidade do seu processo de produção, no qual intervêm muitos fatores. Meseguer (1991) aponta características que diferenciam a ICC dos demais setores da economia:

- a. caráter nômade, o produto fica e a indústria se muda;
- b. o produto e as instalações destinadas à sua produção se confundem;
- c. produtos únicos, pouca ou nenhuma repetição;
- d. ciclo de produção longo, normalmente medido em anos;
- e. mão-de-obra de baixa qualificação;
- f. indústria tradicional, refratária a inovações;
- g. especificações complexas, confusas e conflitantes;
- h. pouca precisão quanto a orçamentos e prazos;
- i. ferramental rústico;

- j. ambiente de trabalho caótico e sujeito a intempéries;
- k. responsabilidades diversas;
- l. altíssimo valor unitário do produto final;
- m. produto destinado a uma longa vida útil.

Amorim (1995) e Rocha, Lima Jr (1999), complementam a relação apresentada por Meseguer com outras características que diferenciam a ICC dos outros setores industriais como:

- n. produto único;
- o. ausência de desenvolvimento integrado;
- p. grande número de intervenientes no processo;
- q. uso de técnicas simples;
- r. organização complexa;
- s. ausência de relações horizontais entre os intervenientes

nos contratos;

- t. dificuldade de satisfazer os intervenientes e os clientes.

O SEBRAE MG (2005), também elaborou um perfil setorial da Construção Civil brasileira e apresentou as seguintes características para o setor:

u. demanda apresentando forte correlação com a evolução da renda interna e condições de crédito;

v. intensividade na geração de emprego, principalmente mão-de-obra sem qualificação;

w. pequena participação do emprego formal na parcela total de empregados ocupados no setor;

x. existência de diversos problemas quanto ao cumprimento de normas técnicas e padronização;

y. níveis de competitividade e produtividade abaixo do padrão existente nos países desenvolvidos; e

z. pouca atualização nos aspectos tecnológicos e de gestão, quando comparados aos padrões dos países desenvolvidos.

Além desses aspectos, é importante ressaltar que a cadeia produtiva que forma o setor da construção civil é bastante complexa e heterogênea, contando com uma grande diversidade de agentes intervenientes e de produtos parciais gerados ao longo do processo de produção, produtos estes que incorporam diferentes níveis de qualidade e que irão afetar a qualidade do produto final obtido (HELENE; SOUZA, 1988).

Segundo Farah (1992) as peculiaridades da construção civil são as maiores dificuldades encontradas por empresas que trabalham nesta área quando procuram avanços tecnológicos e a transferência de conceitos e práticas relacionados à qualidade e produtividade para os canteiros de obras. Estas características conferem à ICC um grande atraso quando comparada a indústrias de fabricação seriada.

Por decorrência da implantação do Plano Real a partir de 1994, mudanças estruturais impostas à conjuntura econômica determinaram uma revisão profunda nestes conceitos. Com a queda dos índices de inflação, o capital foi gradativamente redirecionado para atividades produtivas em busca de taxas de retorno mais atraentes e, por consequência, o próprio mercado consumidor acabou impondo ao setor produtivo nacional exigências crescentes de padrões de qualidade que acabaram por se tornar critério diferencial de grande peso diante de um cenário mais competitivo (JANUZZI; VERCESI, 2010)

A construção civil caracteriza-se pelo uso intensivo de mão-de-obra, pela baixa mecanização e pela pouca capacitação tecnológica e empresarial, decorrente de motivos econômicos e administrativos (REIS, 1998). A autora destaca ainda o efeito de encadeamento de suas atividades, isto é, a qualidade e a garantia do produto final são resultados da contribuição da cadeia cliente-fornecedor, que participa ativamente e interfere significativamente na produção dos edifícios.

2.2.2 Tecnologia na construção civil

A década de 1970 consolidou-se no Brasil uma busca desenfreada por racionalizar a indústria da construção. Este conceito é algo intermediário entre a maneira tradicional de construir e a construção industrializada, que solicitava uma grande mudança na maneira de executar as obras da ICCSE. Procurava-se reduzir a ocorrência de erros, minimizar perdas e diminuir tempos ociosos, aumentando a produtividade, por meio do planejamento das atividades desde o projeto até a execução das edificações (FARAH, 1992).

Comparando com outros setores industriais o setor de construção de edifícios habitacionais, até a década de 1980, apresentou uma evolução tecnológica muito lenta. As características de produzir nos canteiros de obra ocasionavam uma baixa produtividade e índices de desperdícios de material e de mão-de-obra muito elevado. Essa condição fazia com que a lucratividade do setor fosse obtida em função da valorização e não do controle e gerenciamento dos custos e da melhoria e eficiência do processo produtivo (ABIKO, A.K.; et al, 2003).

A partir dos anos 1990, o Brasil e a indústria da construção civil passaram por transformações aceleradas em seu cenário produtivo e econômico: a abertura do mercado nacional, a criação do Mercosul, a privatização de empresas estatais, a concessão de serviços públicos, a nova lei de licitações de 1993, a concorrência acirrada e a redução dos preços praticados pelo mercado imobiliário, e pelos contratantes de obras públicas, industriais e privadas. Essa nova realidade colocou desafios importantes para as empresas de construção civil, dentre os quais o de sua própria sobrevivência em um mercado cada vez mais exigente e competitivo (SOUZA, 1997). As empresas construtoras começaram uma tentativa de viabilizar suas margens de lucro a partir da redução de custos, aumento da produtividade e busca por soluções tecnológicas e gerenciamento da produção de forma a aumentar o grau de industrialização do processo produtivo (ABIKO, A.K.; et al, 2003).

Souza (1997), constatou que o cenário econômico brasileiro mudou após anos de economia inflacionária, o País e as empresas de construção civil, antes preocupados com a inflação, começaram a trabalhar em uma economia estável e passaram a se preocupar com o controle de custos, a organização, o gerenciamento da produção, os desperdícios e o retrabalho dentro dessas empresas.

Uma das preocupações centrais das empresas do setor passou a ser a produção de bens com maior qualidade e a resposta cada vez mais eficiente às expectativas dos clientes sem perder mercado e garantindo margens de lucro compatíveis (CARDOSO, 1981). Segundo Souza, 1997, nos canteiros de obra o combate ao desperdício tornou-se foco dos gerentes e planejadores e passou a ser um dos principais indicadores dos custos da não qualidade dentro da construção civil. Ao

identificar esses desperdícios no processo de produção, ou ainda na fase de pós-ocupação das obras, observou-se um grande potencial nas empresas construtoras para a introdução de programas da qualidade visando à melhoria de produtos, processos e a redução e possível eliminação das atividades que não agregam valor ao produto, buscando a redução na produção de resíduos.

Segundo Abiko et al, 2003, vários são os fatores que impedem o início de uma evolução sustentada do setor, entre os quais podem ser citados:

- baixa produtividade, que apesar da recente evolução é estimada em apenas um terço da de países desenvolvidos;
- baixa qualidade dos insumos e produtos acabados e, por conseguinte, elevados custos de manutenção e pós-ocupação;
- desestímulo ao uso de componentes industrializados em função da alta carga tributária sobre estes produtos;
- falta de conhecimento das necessidades de produto acabado do mercado consumidor;
- falta de capacitação técnica dos atores envolvidos na cadeia produtiva para gerenciar a produção com base em conceitos e ferramentas que incorporem as novas exigências de qualidade, competitividade e custos;
- incapacidade dos agentes em avaliar corretamente as tendências do mercado.

Costa, 2011 afirmou em sua apresentação no Caderno de Casos de Inovação na Construção Civil da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, CBIC, que a partir de 2011 o setor de construção civil passou por significativas transformações. O aporte financeiro, a

facilidade de acesso ao crédito por meio de programas governamentais como o Programa de Aceleração do Crescimento e o Programa Minha Casa Minha Vida deram um novo fôlego para o setor que experimentou um crescimento significativo.

Este crescimento promoveu transformações e quebra de paradigmas na ICCSE. O mercado consumidor aumentou significativamente provocando o aumento de escala e por consequência a concepção de empreendimentos de maior porte. Costa, 2011, afirma ainda que:

“A necessidade de construir em prazos mais curtos para viabilizar custos dos segmentos econômicos levou à mudança nas tecnologias construtivas. Esse contexto tem conduzido as empresas ao desenvolvimento de inovações ou à incorporação das inovações propostas por outros agentes da cadeia produtiva como projetistas e a indústria de materiais”

Diante deste fato o Programa Inovação Tecnológica na construção, PIT, que é uma iniciativa da CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção, propõe estudar, analisar e definir diretrizes para o desenvolvimento, difusão e avaliação de inovações tecnológicas na construção civil brasileira. A CBIC, em parceria com a Universidade Federal da Bahia e o Sindicato da Construção do Estado da Bahia coordena um projeto que em 2011 apresentou a publicação do primeiro Caderno de Casos de Inovação na Construção Civil, e em 2014 apresentou uma segunda publicação.

O PIT é um programa de inovações que envolvem implantações de produtos e processos tecnologicamente novos e com substanciais melhorias tecnológicas. Uma inovação tecnológica de produto ou processo é considerada implantada se tiver sido introduzida no mercado ou usada no processo de produção. Essa inovação deve

envolver uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais. Uma empresa inovadora é uma empresa que tenha implantado produtos ou processos tecnologicamente novos ou com substancial melhoria tecnológica durante o período em análise (OECD, 2004).

O Departamento de Construção e Estrutura da Escola Politécnica da UFBA com a intenção de contribuir para a capacitação dos profissionais da construção civil, bem como estimular o uso de práticas inovadoras, ficou responsável por catalogar e estruturar casos de sucessos inovadores na construção civil em níveis empresarial, gerencial e técnico, visando a disseminação destas inovações (OECD, 2004).

A pesquisa envolveu o levantamento de práticas inovadoras; a definição da estrutura de coleta de casos inovadores; a coleta e estruturação de casos inovadores; bem como, validação e disponibilização dos casos. Em 2010 foram avaliados sete casos de inovação em nível nacional, conforme apresenta o Quadro 3.

Quadro 3 - Casos de Inovação 2010

Estado	Empresa	Caso	Descrição
Ceará	C Rolim Engenharia	Construção enxuta	Utilização das práticas <i>Lean</i> nas obras. Esta filosofia entende os processos como a interação de atividades de conversão e de fluxo. O principal objetivo é aperfeiçoar a conversão e minimizar o fluxo ou eliminar, quando possível.
	Fibra Engenharia	Andon e Kanban	O <i>Andon</i> é um termo em japonês que significa lâmpada. A utilização deste sinalizador visual permite identificar as falhas ocorridas rapidamente, agilizando a resolução dos problemas. Kanban significa cartão cuja utilidade é programar a produção e o transporte de insumos, no canteiro de obras.
Bahia	OAS	Argamassa Projetada	Foi utilizada a argamassa projetada por sistema de bombeamento, com a finalidade de diminuir a interferência

			humana, por ser um processo racionalizado que reduz desperdícios de materiais prazos de execução e mantém a condição adequada de trabalho no canteiro.
	Syene	Certificação Aqua	A certificação de Construção Sustentável “AQUA” consiste no reconhecimento, por parte de uma entidade independente e acreditada para tanto, que uma edificação se baseia no conceito de sustentabilidade: ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável.
	Sertenge	Paredes de Concreto	Este sistema tem como principal característica a concretagem e a moldagem, de uma só vez, <i>in loco</i> dos elementos estruturais e vedação. Os eletrodutos e as tubulações hidráulicas são embutidos nas paredes e lajes. Com relação às características dos materiais, as fôrmas adotadas são metálicas projetadas e desenvolvidas por fabricante nacional.
Espirito Santo	SH Formas	Formas Metálicas	As fôrmas metálicas, em alumínio, formam um sistema composto por painéis fabricados e especiais forrados com placas de alumínio. São duráveis, em média 1.000 utilizações, leves e não possuem rebites, emendas ou marcas na face que faz contato com o concreto, o que garante um acabamento adequado.
São Paulo	BIM	MATEC Engenharia	<i>Building Information Modeling</i> , BIM, ou Modelagem de Informação da Construção é uma tecnologia que permite a representação de um projeto, por meio de um modelo virtual da edificação, utilizando objetos que simulam em forma e comportamento os elementos construtivos a serem empregados no ciclo de vida real da construção.

Fonte: Adaptado de CBIC, 2011

Em 2014, mais sete casos de inovação foram apresentados no 2º Caderno de Casos de Inovação na Construção Civil, conforme apresenta o Quadro 4

Quadro 4 - Casos de Inovação 2014

Estado	Empresa	Caso	Descrição
Bahia	UFBA, SENAI, SINDUS CON e CBIC	Gestão da inovação em empresas construtoras	Foi realizado, em 2012 um curso com a participação de 15 entidades ligadas à ICCSE, cujo tema principal foi avaliar o nível de maturidade do processo de gestão da inovação, como um processo estruturado apoiado em seis dimensões, cinco ligadas aos processos estruturantes: Método, Ambiente, Pessoas, Estratégia, Liderança e uma voltada para avaliar os resultados.
	Concreta	Contrapiso autonivelante	Processo de nivelamento de piso de concreto lançado por meio de bombeamento com aditivos que auxiliam a trabalhabilidade.
	SENAI	Protótipos físicos e impressão 3D	Metodologia composta por quatro fases. Para iniciar é necessária a confecção da modelagem 3D, com auxílio de um software BIM. A segunda fase, ainda no ambiente 3D, consiste na preparação para a impressão. Na terceira fase, o modelo 3D é verificado, posicionado, orientado e enviado para fabricação. Na quarta fase, o modelo passa por um processo de finalização, no qual é dado o acabamento, utilizando resinas específicas que conferem à peça características como resistência mecânica.
	SINDUS-CON	Gestão sustentável de água	Este caso está relacionado à redução do consumo de água potável e à redução dos riscos de poluição e inundação. Portanto, é necessário explorar racionalmente os recursos disponíveis e otimizar a quantidade de água consumida para os diferentes usos no canteiro de obras e na edificação pronta.
Eficiência energética na edificação		Este caso tem como objetivo principal a redução do consumo energético durante a fase de uso e operação do edifício, limitando assim o esgotamento dos recursos energéticos não renováveis e as emissões de poluentes atmosféricos e de resíduos radioativos.	
Minas Gerais	SHC	Sistema construtivo	O processo consiste na inserção de argamassa de alta fluidez entre os tijolos,

		alvenaria moldada	nas fôrmas que são montadas, in loco, para execução das paredes.
Santa Catarina	Global Housing International	Concreto PVC	O sistema construtivo em concreto PVC Global Housing possui uma metodologia inovadora de construção. É composto por perfis modulares de PVC que são combinados e preenchidos com concreto, produzindo paredes e divisórias resistentes para construção de edificações.

Fonte: Adaptado de CBIC, 2014

Ao longo da pesquisa foram identificadas inovações de produto, de processo, organizacionais e de marketing, conforme as definições estabelecidas no Relatório do Programa de Inovação Tecnológica, seguindo os conceitos do Manual de Oslo:

- inovações de produto: inovações no produto do edifício ou em um ou mais de seus subsistemas, componentes ou materiais;
- inovações de processo: inovações no processo de produção dos edifícios, que podem ser obtidas a partir de inovações em produtos intermediários como tipos de subsistemas,
- componentes ou materiais que têm impacto no processo;
- inovações organizacionais: afetam a organização das empresas do setor e seus processos não diretamente relacionados à produção como implementação de softwares, criação de novos métodos para processos como planejamento, orçamento e projeto;
- inovações de marketing: se referem a novas formas de relacionamento com os clientes, promoção dos produtos e comunicação com o mercado.

Em 1999 Amorim descreveu o processo de inovação na construção de edifícios em três diferentes níveis: inovação de produtos de construção: produtos acabados de construção que incorporam novas

tecnologias; inovação de produto para construção: novos insumos que não alteram o produto final; e inovação organizacional: caracterizada pela modernização da estrutura produtiva por meio de novas formas de gerenciamento e controle.

Segundo esta classificação, proposta por Amorim, esta tese trata especificamente da inovação organizacional, pois estuda o gerenciamento e controle do processo com o principal objetivo de identificar as causas geradoras de resíduos na ICCSE.

2.2.3 Materiais e métodos no Brasil

Em 2007, Villela apresentou em sua tese que a Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações, ICCSE, possuía o estigma de ser um dos setores mais atrasados na economia, principalmente no que se refere à construção de edifícios. A evolução dos sistemas produtivos, do Fordismo ao Toyotismo, esteve presente também na construção civil. Durante a década de 1990, empresas do ramo iniciaram mudanças radicais, visando atender às necessidades dos clientes ou despertar para as novas necessidades da Reestruturação Produtiva. Villela afirma ainda que alguns exemplos desta Reestruturação Produtiva na ICCSE foram identificados, entre eles pode-se citar: Produção enxuta (*“lean production”*); construção enxuta (*“lean construction”*); programas de qualidade total; racionalização dos processos de trabalho em escritório; logística e racionalização do canteiro de obras; horizontalização das empresas; organizações em constante aprendizagem (*“learning organizations”*); gestão participativa; políticas de engajamento e fixação

dos trabalhadores à empresa; terceirizações (“*outsourcing*”); e novas estratégias organizacionais.

Segundo Villela, 2009, p. 313, essa série de novas tecnologias...

“... advinda da Reestruturação Produtiva e utilizada com maior ou menor intensidade na ICSSE, vem sendo denominada genericamente pelas empresas brasileiras de “*Fast Construction*” – “Construção Rápida”. Para as grandes corporações da ICCSE que utilizam a “*Fast Construction*” algumas palavras-chaves caracterizam este processo de trabalho: “industrialização”, “maior visibilidade”, “racionalização produtiva”, “flexibilidade”, “trabalho sob pressão”, “customização” (“feito sob medida”), “robustez e estanqueidade” etc. Todo esse processo, com vistas a entregar as obras no menor prazo possível, ao melhor custo e da forma mais “customizada” para os clientes, é um “chavão que abre porta grande”.

Segundo Villela, 2009 a *Fast Construction*, ou construção rápida pode ser considerada uma modalidade de negócios e conceitos construtivos, observa-se recordes impressionantes, obras executadas em menos de 40 dias. Especialistas afirmam que muitos componentes da tecnologia da construção são as premissas da *Fast Construction*. Com relação à tecnologia da construção ou novos conceitos construtivos, pode-se destacar:

- *steel Deck* – laje composta por aço galvanizado, que serve de fôrma para uma camada de concreto;
- *tilt-up* – paredes de concreto moldadas horizontalmente, perto do local em que serão utilizadas e que após a cura, são içadas e assentadas;

- *built to Suit* – construção sob medida, pode ser considerado também como um tipo de contrato realizado entre o subempreiteiro e o proprietário do imóvel;

- *steel frame* – sistema construtivo que emprega de perfis de aço galvanizado na execução da estrutura, com a incorporação de diferentes materiais para fechamento ou vedação.

A customização de processos e fluxos de trabalho para cada tipo de empreendimento como metodologia da construção rápida exige novas tecnologias gerenciais. Para tanto se utiliza um *software* denominado BIM (*Building Information Modeling*), *Smartphones* e PDAs (*Personal Digital Assistant*) dentro dos canteiros de obra com a finalidade de agilizar a comunicação entre as obras e os escritórios. Em relação à modalidade de trabalho, destaca-se:

- *fast track* – técnica de se fazer uso de um processo que é acelerado em comparação com outro típico. O termo foi usado pela primeira vez em abril de 1976 quando se referia à prática da ICCSE começar a construção antes que o projeto estivesse completo.

- *turn-Key* – contrato que atribui à construtora a responsabilidade integral pela obra, desde o projeto, fornecimento de materiais e equipamentos, execução e até, em alguns casos, a operação e manutenção do empreendimento.

Nos últimos anos, houve uma mudança significativa devido à retomada de investimentos públicos, e esforços do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade, PBQP, que disseminou os conceitos de gestão de qualidade. Isto acarretou novos modelos de organização e inovações tecnológicas nas empresas do setor, criando um núcleo de empresas dinâmico e moderno, comparável a empresas da Europa e dos

Estados Unidos. A presença de algumas empresas brasileiras no exterior é a prova mais evidente da capacidade técnica e financeira destes grupos empresariais modernos (MELLO e AMORIM, 2009).

2.2.4 Materiais e métodos construtivos na Europa

Segundo documento do *European Monitoring Centre on Change, EMCC*, publicado em 2009, Ward e Coughtrie afirmam que a construção é um dos maiores setores em atividade na Europa e foi duramente atingido pela recessão econômica global. Na maioria dos países Europeus os sinais de uma desaceleração da produção e do emprego já eram evidentes até o segundo semestre de 2008. Setores específicos da Indústria da Construção Civil como o ICCSE, foram mais atingidos do que outros. Em muitos países, os fabricantes de materiais de construção para o setor também foram atingidos.

Em 2005 a *European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions*, apontou que a indústria da Construção Civil é responsável por cerca de 4 a 9 % do PIB dos países componentes da União Europeia respondendo por cerca de 4 a 10% do índice de desemprego. A Construção Civil europeia tem como principais características:

- a. setor interno fortemente privilegiado;
- b. grande número de micro e pequenas empresas, incluindo profissionais autônomos;
- c. número razoável de grandes empresas de porte internacional, que, entretanto, vem decrescendo quando é feita uma comparação com o resto do mundo;

d. baixo nível de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento, especialmente quando comparada com o Japão.

A Indústria da Construção Civil na Europa tem importantes desafios a serem vencidos. O aumento da União Europeia, por meio do acréscimo de novos países, pela nova regulamentação proposta para serviços no mercado interno e pelo aumento da globalização do mercado, entre outros fatores está modificando o ambiente competitivo da indústria, e as empresas, empregados e associações do segmento terão que fazer frente a estes desafios. A competição varia entre países e subsetores da construção civil, trazendo dificuldades para o recrutamento de mão-de-obra principalmente para o subsetor da Construção Civil. No entanto, o ingresso de novos países na União Europeia trouxe novas demandas e novos mercados para serem desenvolvidos (MELLO e AMORIM, 2009).

Na Europa existe uma grande pressão no setor da Construção Civil pelo respeito aos novos padrões de saúde e segurança nos processos construtivos. As parcerias Público Privadas trazem novos tipos de necessidades para o financiamento e operação dos empreendimentos. Observam-se inovações tecnológicas semelhantes a que se encontra no Brasil, tais como: a Tecnologia da Informação em materiais e processos, prédios inteligentes, comunicação com clientes internos e externos, controle de atividades, materiais e equipamentos, utilização de inteligência virtual, entre outras. Assim como no Brasil a utilização de técnicas como a “*lean construction*” pela indústria da Construção Civil pretende minimizar erros, reduzir custos e prazos e melhorar a qualidade (MELLO e AMORIM, 2009). Para atingir esses objetivos a *European Foundation for the Improvement of Living and*

Working Conditions propõe que algumas peças e partes da obra sejam executadas com elementos pré-moldados, que os canteiros de obras sejam organizados de forma que os materiais de construção possuam identificação, que a mão-de-obra seja qualificada e por fim que as máquinas e equipamentos sejam suficientes para atender e agilizar os processos.

Para as grandes empresas do setor que já estão equipadas para atingir esses objetivos não é problema. Porém, para as pequenas e médias empresas esse é um problema grave, visto que estas não possuem as habilidades necessárias para fazer frente a este desafio. Segundo a *European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions*, 2005, a indústria da construção na União Europeia, EU, divide-se em cinco subsetores:

- a. preparação de terrenos – consiste em demolições, terraplenagem, furação e cravação de estacas, fundações;
- b. edificação de construções completas – consiste em obras de engenharia civil, construção de edificações, construção de estradas, autoestradas, aeroportos e instalações esportivas e outras construções envolvendo necessidades especiais;
- c. instalações elétricas – tubulações, isolamento e outras instalações;
- d. acabamento;
- e. aluguel de equipamento com operador para construção ou demolição.

O setor de “Edificação de construções completas” é o subsetor mais importante, por ser responsável por mais da metade do emprego e do valor agregado do setor. A maior parte do emprego restante

está no subsetor de instalações elétricas, tubulações, isolamento e outras instalações, bem como no subsetor de acabamento (EUROPEAN MONITORING CENTRE ON CHANGE, 2005).

2.2.5 Materiais e métodos construtivos nos Estados Unidos

Segundo *CONSTRUCTION INDUSTRY ROUNDTABLE* em 2007, a indústria da Construção Civil americana representava 8,47% do PIB. A indústria da Construção Civil nos Estados Unidos, sob muitos aspectos, assemelha-se à da União Europeia. Suas atividades incluem a construção de novas edificações e estruturas, preparação de terrenos (*site preparation*), adições e modificações em edificações e estruturas existentes, manutenção e reparos de estruturas e edificações existentes. O Quadro 05 apresenta a divisão dos setores da construção civil americana juntamente com suas definições, representatividade e número de empregados por setor.

Quadro 5 -Representatividade por segmento na construção civil americana

Segmentos	Descrição	Representati- vidade no setor	Empregados
Construção de edificações	Inclui os contratos gerais, responsáveis pelas edificações residenciais, comerciais e outros tipos de edificações.	33 %	24%
Construção pesada	Inclui estradas, rodovias interestaduais, pontes, túneis e outros projetos especiais.	7%	12%
Serviços especiais	Englobam atividades como pintura, hidráulica, eletricidade, entre outras.	60%	64%

Fonte: Adaptado de *US BUREAU OF LABOR STATISTICS*, 2006

A maior parte destas empresas é de pequeno porte, cerca de 65% das empresas empregam até quatro empregados e apenas 1% emprega 100 ou mais empregados.

Os “*contractors*”, que no Brasil são conhecidos como subempreiteiros de pequenos serviços, geralmente trabalham em uma só especialidade, como pintura, carpintaria ou instalação elétrica, ou duas ou mais atividades análogas como tubulação e aquecimento. Geralmente, trabalham sob as ordens do “*general contractor*” ou de engenheiros arquitetos (“*architect*”).

A Construção Civil americana é responsável por 22% da produção total mundial do setor. O déficit de pessoal qualificado na Construção Civil americana tem levado a um crescimento da mecanização como forma de incrementar a produtividade e suprir a deficiência. Outra providência é o aumento da utilização de conjuntos pré-fabricados (*CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE*, 2003). Todavia, deve ser ressaltado que estas medidas não representam uma alternativa real para a substituição de pessoal qualificado. Empresas com novas tecnologias também requerem pessoal qualificado.

A Construção Civil ocupa papel importante nas economias brasileira, americana e europeia. Apesar da imensa diferença entre o tamanho dos respectivos PIBs, existem similaridades entre as três áreas em relação à Construção Civil. Segundo Mello e Amorim, 2009, algumas podem ser citadas:

- a. o setor é constituído por pequenas e médias empresas;
- b. todas as empresas apresentam problemas em relação à qualificação da mão-de-obra;

- c. apresentam problemas em relação à segurança do trabalho; e
- d. são as maiores empregadoras em suas economias.

Existe uma diferença significativa em relação ao faturamento das empresas, em cada região, de acordo com cada economia. O faturamento das empresas brasileiras é aproximadamente 8,6 % do faturamento das empresas americanas, o que é explicável pela diferença entre o tamanho das economias americana e brasileira. A Construção Civil americana apresentou em 2009 sérios problemas, devidos à crise imobiliária causada pelos empréstimos sem garantias. A Tabela 1 apresenta um comparativo de uma série de indicadores do Brasil Estados Unidos e União Europeia

Tabela 1 - Comparativo Brasil, Estados Unidos e União Europeia

Indicadores	Brasil	EUA	UE
% PIB	5,2% (1)	8,47% (11)	10,2% (21)
Faturamento	US\$ 40,98 bilhões (2)	US\$ 475,6 bilhões (12)	US\$ 710 bilhões (22)
Número de empresas	105.459 (1)	818.000 (13)	807.100 (23)
Faturamento médio	US\$ 388.590*	US\$ 581.420*	US\$ 879.690*
Pessoal empregado	1.550.000 (1)	7.689.000 (14)	4.519.000
Pessoal ocupado	5.170.000 (3)	9.589.000	4.519.000
Produtividade média	US\$ 6.177,76 / trabalhador (4)	US\$ 41.528,00 /trab. (15)	US\$ 31.247,44/trab (24)
Rentabilidade	24,35% (5)	67,5% (16)	Não foram obtidos dados
Número de engenheiros e gerentes	125.420 (6)	623.000 (17)	550.530 (25)
Engenheiros/ MO total	2,4%	6,5%	12,2%

Engenheiros/ MO empregada	8%	8%	12,2%
Tempo de formação de pessoal nível superior	5 anos (7)	5 anos (18)	5-7 anos (26)
Tempo de formação de pessoal nível médio	2 - 3 anos (8)	3 anos (18)	2 - 3 anos (26)
Nº de normas técnicas para Construção Civil	938 (9)	ND	1.733 (27)
Prazo médio de obras de edificação	30 meses (10)	10 meses (19)	14,3 meses (28)
Prazo médio de licenciamento	66 dias (10)	30 dias (20)	44 dias (29)

- (1) PAIC (2005) e considerado valor do PIB 2005 = R\$ 1.937 trilhão (IBGE).
- (2) PAIC (2005). US\$ 1,00 = R\$ 2,433.
- (3) Para emprego formal, utilizado PAIC 2005-IBGE e para informal estimado utilizando a relação de 2003 para emprego formal e informal (SINDUSCON-SP, 2003).
- (4) FGV (2006). US\$ 1,00 = R\$ 2,3504.
- (5) PAIC (2005). Considerada receita bruta de R\$ 100 bilhões e R\$ 75,65 bilhões de gastos totais (gastos com pessoal + consumo de materiais + outros custos e despesas). A Rentabilidade é entendida como: (Receita Bruta – Gastos Totais)/ Receita Bruta.
- (6) CREA (2008). Quantitativo de profissionais.
- (7) MEC (2008). Diretrizes curriculares dos cursos de graduação em Engenharia Civil.
- (8) MEC (1999). Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico.
- (9) ABNT (2008).
- (10) SINDUSCON DF (www.sinduscondf.org.br). (Acesso em 22/3/2008).
- (11) Construction Industry Institute (2007).
- (12) US Census Bureau.
- (13) Consideradas, apenas, as empresas de atuação na área de construção de imóveis (US Bureau of Labour Statistics).
- (14) U.S. Department of Labour-Bureau of Labor Statistics, 2006.
- (15) US BLS (2006).
- (16) US Census Bureau (2002). Considerada receita bruta de US\$ 475,6 bilhões e US\$ 154,49 bilhões de gastos totais (gastos com pessoal = US\$ 53,48 bilhões + consumo de materiais = US\$ 97,69 bilhões + outros custos e despesas = US\$ 3,321 bilhões). A Rentabilidade é entendida como: (Receita Bruta – Gastos Totais) / Receita Bruta.
- (17) U.S. Department of Labour – Bureau of Labour Statistics (2008).
- (18) NCARB (2008). National Council of Architectural Registration Boards.
- (19) Dados retirados de <http://nwjoinery.com>. Acesso em 23/3/2008.
- (20) Dado válido para a cidade de Houston. Ver: www.publicworks.houstontx.gov. Acesso em 25/3/2008.
- (21) ECTP (2007).
- (22) <http://www.businessstrategies.co.uk>. Acesso em 23/3/2008.
- (23) European foundation for the improvement of living and working conditions (2005).
- (24) Valor adicionado de 134,6 bilhões de Euros para a construção imobiliária (European foundation for the improvement of living and working conditions, 2005) e 4.519.000 empregados na Construção Civil imobiliária (Eurostat, 2008. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>. Acesso em 26/3/2008). 1 Euro = US\$ 0,953023

(25) Eurostat (2008).

(26) MEC/Espana (2007). Implantación del nuevo sistema educativo

(27) CEN (2008).

(28) Estimado, considerando-se a produtividade americana como base 100 e a europeia como base 70.

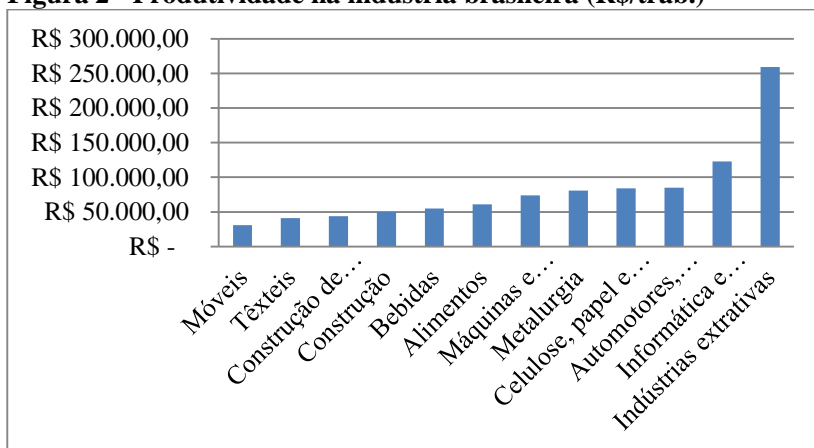
(29) <http://www.oracle.com> Acesso em 27/3/2008.

* Dado obtido pela divisão do Faturamento pelo número de empresas.

Fonte: Atualizado de Mello e Amorim, 2009

Conforme a Tabela 1 fica constatada uma enorme diferença ao se comparar a produtividade média entre o Brasil, os EUA e a UE. A produtividade europeia é 75% da americana e a brasileira é 15% da americana, demonstrando que há uma imensa diferença. O prazo médio para obras de edificação no Brasil é três vezes maior do que nas construções americanas e duas vezes o despendido nas construções europeias. O licenciamento de obras no Brasil leva duas vezes mais tempo do que nos Estados Unidos e é em média, 50% maior do que aquele gasto na União Europeia (MELLO e AMORIM, 2009).

Além do fato de que a produtividade obtida na construção civil no Brasil apresenta diferenças significativas em relação à dos Estados Unidos e da União Europeia, mesmo internamente, pode ser observado que a construção civil possui uma produtividade que fica aquém daquela obtida em outros setores industriais. Isto demonstra o menor desempenho do setor não só externamente como, também, em relação a outros segmentos produtivos. Isto fica claramente demonstrado na Figura 2, onde é apresentada uma comparação entre a produtividade de algumas indústrias selecionadas aleatoriamente. Os valores foram obtidos pela divisão do valor agregado pelo número de funcionários (IBGE, 2013).

Figura 2 - Produtividade na indústria brasileira (R\$/trab.)

Fonte: IBGE, 2013

Observa-se que os valores obtidos pela Construção Civil são significativamente menores comparando com as demais indústrias. Esta diferença pode ser explicada por fatores tais como (AMORIM, 1995; MELLO, 2007):

- a. trabalhadores com baixa qualificação;
- b. pouco interesse das pequenas e médias empresas em melhorar o nível de qualificação dos empregados;
- c. Baixo investimento das empresas em pesquisa e desenvolvimento;
- d. Ausência de investimentos e conhecimento das empresas em técnicas de pré-fabricação, modularização, gerenciamento e implantação de sistemas e ferramentas de TI;
- e. Pouca utilização de sistemas de planejamento do trabalho;
- f. Altas taxas de desperdício de materiais e retrabalho.

2.3 QUALIDADE

Em 1931 o físico americano W. A. Shewhart, por meio da sua obra *Economic Control of Quality of Manufactured Product* conferiu à Qualidade o caráter científico quando pela primeira vez apresentou o Controle Estatístico de Processo (CEP).

Durante a segunda guerra, em 1942, no Departamento de Guerra dos Estados Unidos criou-se uma seção de Controle da Qualidade, a maioria do pessoal era constituída por estatísticos do *Bell Laboratories*. A partir de 1950, devido ao aumento da velocidade da globalização e a diminuição das barreiras alfandegárias entre os países desenvolveu-se a era da Garantia da Qualidade. As organizações passaram a utilizar o gerenciamento pela Qualidade em seus negócios. Neste mesmo ano iniciou-se a no Japão o movimento conhecido como TQC, *Total Quality Control* ou Gestão da Qualidade Total, entre as fábricas japonesas.

Em 1954, cientistas da qualidade americanos foram convidados a visitar o Japão e a partir daí ampliou-se o movimento TQC, que era utilizado no chão de fábrica, para a alta administração das empresas. A educação para qualidade passou a ser encarada como algo indispensável a todos os funcionários.

Em 1970, os produtos japoneses invadiram o mercado mundial e apresentaram características diferenciadas de qualidade e custos.

Segundo Garvin, (1992), o surgimento da inspeção no chão de fábrica foi decorrência do início da produção em série. Inicialmente a finalidade era impedir que produtos defeituosos chegassem às mãos dos consumidores, as atividades eram voltadas à inspeção do produto

acabado, onde os próprios artesãos eram responsáveis pela inspeção. Os artesãos europeus eram organizados em associações com regras para a qualidade de produtos e serviços. As equipes de inspeção aplicavam marcas especiais em produtos sem defeitos, o que evidenciava os produtos de qualidade para os clientes.

Para Berry e Parasuraman (1995), é muito arriscado se definir qualidade muito restritamente, pois na realidade, os consumidores de produtos e serviços muitas vezes percebem qualidade como um conceito ampliado e, além disso, outros aspectos, que não os intrínsecos, em geral dominam a experiência com a qualidade. Dentro das empresas é preciso lembrar sempre que o que conta é a qualidade como percebida por clientes. A qualidade deve ser percebida do mesmo modo que os clientes, caso contrário pode-se tomar providências erradas em programas de qualidade e investir mal o dinheiro e o tempo.

Na literatura sobre qualidade de produto ou serviço nota-se que a qualidade é qualquer coisa que o cliente perceba que ela seja. O Quadro 6 apresenta a evolução do conceito da qualidade, a partir do tempo.

Quadro 6 - Evolução do conceito da qualidade

Autor e Ano	Conceituação
Crosby (1976)	Qualidade se origina da prevenção. Vacinação é a rota para prevenir o desastre organizacional. Prevenção se origina do treinamento, da disciplina, do exemplo, da liderança e de outros aspectos.
Crosby (1979)	Qualidade é a conformidade com os requisitos. Institui o termo zero defeito.
Juran et al. (1979)	Qualidade é a adequação ao uso.
Deming (1982)	Qualidade é atender continuamente às necessidades dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar.
Ishikawa (1985)	Qualidade é igual à qualidade do serviço, qualidade do trabalho, qualidade da informação, qualidade do processo, do operário, do engenheiro, do administrador, qualidade das

	<p>peças, qualidade do sistema, qualidade da própria empresa, da sua diretriz e de preços.</p>
Feigenbaum (1986)	<p>Qualidade é o conjunto de características do produto, tanto de engenharia como de fabricação, que determinam o grau de satisfação que proporciona ao consumidor durante o seu uso.</p>
Taguchi (1986)	<p>Qualidade é relativa a todo o ciclo de produção desde o design até à transformação em produto acabado. Ele define a qualidade em termos das perdas geradas por esse produto para a sociedade. Essas perdas podem ser estimadas em função do tempo que compreende a fase de expedição de um produto até ao final da sua vida útil.</p>
Moller (1987)	<p>A qualidade do produto ou serviço depende dos esforços dos indivíduos e de grupos. A qualidade pessoal é a base de todos os outros tipos de qualidade. A qualidade pessoal é crucial para sua autoestima, a qual por sua vez determina seu bem-estar, sua eficiência, suas atitudes e seu comportamento.</p>
Juram (1991)	<p>A qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes, dessa forma deve proporcionar a satisfação em relação ao produto. A qualidade é a ausência de falhas.</p>
Campos (1992)	<p>O verdadeiro conceito de qualidade é a preferência do cliente frente a seu concorrente. Produto ou serviço de Qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma segura e no tempo certo as necessidades dos clientes.</p>
Garvin (1992)	<p>Classificou a qualidade em cinco abordagens: transcendental – considera a qualidade inata; baseada no produto – a qualidade é uma variável mensurável e precisa oriunda dos atributos do produto; baseada no usuário – a qualidade é uma variável subjetiva, como os produtos de qualidade que atendem melhor aos desejos do consumidor; baseada na produção – a qualidade precisa e mensurável a partir do grau de conformidade do planejado com o executado; baseada no valor – agrega dois conceitos distintos, a excelência e valor.</p>
Deming (1993)	<p>A qualidade deve visar às necessidades do consumidor, tanto atuais quanto futuras. A Qualidade está diretamente associada à satisfação do consumidor, só eles podem dizer o que querem e como querem. É a capacidade de satisfazer desejos.</p>
Robles Jr. (1996)	<p>A qualidade é algo preciso e mensurável, os preços dos produtos também podem ser considerados como um indicador de qualidade.</p>
Caravantes (1997)	<p>Qualidade é a capacidade que a empresa tem de satisfazer as necessidades dos clientes; tanto na hora da compra, quanto durante a utilização do produto, ao melhor custo possível, minimizando as perdas; e melhor do que os concorrentes.</p>
Crosby (1999)	<p>Um produto ou serviço possui qualidade, quando está conforme os requisitos do consumidor, para isso é preciso</p>

	envolver todas as pessoas, tanto da alta administração como o setor da produção.
Moreira (1999)	A qualidade de produtos é definida em termos da capacidade de um produto para desempenhar suas funções e inclui a durabilidade geral do produto, sua confiabilidade, precisão, facilidade de operação e vários outros atributos valiosos.
NBR ISO 9000:2000	Qualidade é o grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz os requisitos
Paladini (2000)	Qualidade é uma palavra de domínio público, portanto faz parte do dia-a-dia das pessoas, não se pode identificar e delimitar seu significado com precisão, além disso, o conceito corrente da qualidade traduz valores que os consumidores associam aos produtos ou serviços.
Grönroos (2003)	A qualidade de um serviço, como percebida pelos clientes, tem duas dimensões: uma dimensão técnica ou de resultado e uma dimensão funcional ou relacionada a processo.
Gobe (2004)	O termo qualidade é o conjunto de propriedades que delineiam a essência, a natureza de um ser ou de uma coisa. Indica que algo ou alguém pode se sobressair em relação a outros, sendo a qualidade, portanto, uma virtude.
Oliveira e Melhado (2006)	A qualidade para o conceito moderno, não basta o produto estar livre de defeitos e sim que suas características venham a atender as necessidades dos clientes.
Paladini (2010)	Qualidade deve ser sempre definida com base no cliente e atender os aspectos de evolução e multiplicidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O conceito da qualidade passou por um processo evolutivo, inicialmente na Primeira Era, Era da Inspeção, antes da Revolução Industrial, nos séculos XVIII e início do século XIX, a Qualidade era obtida por intermédio de trabalho artesanal, os artesões e artífices eram os responsáveis pela qualidade de seus produtos. Especialistas afirmam que a inspeção é o primeiro degrau para inserção da qualidade como uma atividade rotineira dentro das organizações.

Na Era do Controle Estatístico da Qualidade, segunda era, em função da velocidade do sistema de produção a inspeção individual foi inviabilizada e utilizou-se a técnica de amostragem e cálculos estatísticos. Surgiu também a necessidade da realização de cursos e treinamentos para a utilização de instrumentos estatísticos, com a função

principal de alcançar padrão de qualidade para produtos militares. Com isto, surgiram os especialistas em qualidade, com o trabalho de empregar os novos instrumentos. Eles preparavam manuais de treinamento e organizavam cursos internos, estabeleceram sistemas de informações, investigaram condições anormais, iniciaram o planejamento da qualidade, prepararam manuais de procedimentos, conduziram auditorias de qualidade, publicaram relatórios. O conjunto destas atividades foi conhecido como Engenharia de Controle da Qualidade.

Na Era da Garantia da Qualidade, terceira era, que ocorreu entre 1950 e 1960, a prevenção passou a ser enfatizada e as técnicas empregadas foram além das ferramentas estatísticas, incluindo conceitos, habilidades e técnicas gerenciais, a saber: a quantificação dos custos gerenciais, o controle total da qualidade, as técnicas de confiabilidade e o programa Zero Defeitos.

Na Era da Qualidade Total, quarta era, todos os funcionários e setores da organização passaram a ser envolvidos no processo, o processo passou a ser sistêmico de forma inter-relacionado e interdependente a qualidade total pode ser entendida como uma nova forma de estruturação e organização da empresa e do trabalho nela desenvolvido, uma prática administrativa e de relações sociais e, como tal pode ser agente de alterações tanto de componentes técnicos como dos padrões culturais. (GUIMARÃES, 1996).

A gestão da Qualidade Total é uma evolução das três outras Eras e está em curso até hoje. Seu enfoque é o cliente e a sua satisfação como fator de prevenção e ampliação da participação no mercado. Neste sentido, todas as áreas de uma empresa estão envolvidas, sejam vendas, financeiro, compras e outras além da produção. Em consequência,

empresas com produtos altamente diferenciados e preços competitivos assumiram a liderança de mercado. A Qualidade voltou-se, assim, para a plena satisfação do cliente e gestão empresarial moderna. Qualidade Total passou a compreender a prática da excelência em todas as fases do processo. (PAGNONCELLI, VASCONCELLOS, 1992)

O movimento que se iniciou focalizando, principalmente, a qualidade do produto físico, com ênfase na produção, volta-se, agora, para o comportamento humano, englobando ideias de gestão participativa, motivação, liderança e comprometimento. O conceito de cliente é ampliado, passando a compreender o cliente interno (empregado), o fornecedor, o acionista, os parceiros na prestação de serviços, enfim, a comunidade que interage com a organização.

“O desafio de construir o futuro da empresa diante de mudanças, surpresas e, principalmente de forças concorrentes, só será vencido se as pessoas envolvidas estiverem motivadas e capacitadas.” (PAGNONCELLI, VASCONCELLOS, 1992, p. 340).

Paladini (2010) afirmava que a qualidade, em sua essência, “possui um conceito dinâmico e relativo. Dinâmico, pois está sujeita a constantes alterações. Relativo, pois deve ser continuamente comparada a um referencial. Dentro desta perspectiva e tratando-se de algo extremamente abstrato e subjetivo, muitos conceitos surgiram ao longo do tempo procurando definir a qualidade”.

Crosby (2004), afirmou que os executivos deveriam focar suas ações igualmente entre finanças, relacionamentos e qualidade, ao invés de concentrarem-se basicamente nos aspectos financeiros dos negócios. A qualidade exige uma abordagem abrangente, uma vez que é responsabilidade de todos nas organizações e exerce influência sobre

diversas áreas, desde a satisfação dos clientes até o impacto positivo (ou negativo) na lucratividade da empresa.

A maneira mais adotada pelas empresas para guiar a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade e evidenciar externamente estas ações é por meio da certificação segundo normas específicas, em especial a ISO 9000. O modelo de certificação de SGQ mais difundido no mundo é a padronização baseada nas Normas ISO 9000. A série de normas ISO 9000 foi elaborada pela International Organization for Standardization (ISO), uma organização não governamental com sede em Genebra, na Suíça, composta por mais de 162 países (ISO: 9000), inclusive pelo Brasil, com o objetivo de promover o desenvolvimento de normas internacionais. A família de Normas ISO 9000 é conhecida como normas genéricas de sistemas de gestão, significa que a norma pode ser aplicada a qualquer tipo de organização, independentemente de tamanho, produto, serviço ou setor de atividade. No caso da indústria da construção civil no Brasil, é o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) que é a norma específica e, por conseguinte a mais utilizada para implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade (MELLO, 2009).

2.3.1 Sistemas da qualidade na construção civil

A França foi o país pioneiro na aplicação dos conceitos de gestão de qualidade na construção civil. Em 1949 foi criado o *Qualibat*, um organismo de direito privado sob supervisão do Estado por meio do Ministério da Construção francês, envolvendo ainda organizações profissionais, arquitetos e construtores. A missão do

Qualibat é trazer aos clientes e contratantes, sejam eles privados ou públicos, as informações necessárias para selecionar com independência as empresas mais adequadas a seus projetos (PAIVA e SALGADO, 2003). No período de 1993 a 1997 em uma parceria entre os técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT) e do Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção (ITQC) com o *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB), foram desenvolvidos trabalhos conjuntos, por meio de um Acordo de Cooperação Técnica Bilateral Brasil/França com o financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Nesta parceria foram desenvolvidos trabalhos conjuntos que deram extensão para o PBQP-H.

Em 1976 a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) propôs um Grupo de Trabalho para coordenar sua ação em habitação popular, também contemplando os diversos aspectos inerentes à questão do desenvolvimento urbano. A iniciativa resultou na definição de algumas linhas de pesquisa, com prioridade de apoio aos projetos voltados à população de baixa renda. Foi assinado, então, um Protocolo de Cooperação entre a FINEP e o BNH para troca de informações sobre as pesquisas que vinham sendo desenvolvidas neste setor de produção.

Esse estudo resultou na aprovação, em 1978, do Programa Integrado de Habitação e Saneamento, onde a FINEP apoiou várias pesquisas nestas áreas em conjunto com o BNH. Apesar dos esforços para dinamizar a área e para organizar e sistematizar as informações disponíveis, os resultados alcançados não foram expressivos devido à ausência de uma efetiva política governamental para habitação direcionada à população mais carente.

No início da década de 1980 com a criação do Programa Nacional de Desburocratização pelo, então, Ministro Hélio Beltrão, começaram a surgir no Brasil projetos que visavam à melhoria da qualidade dos sistemas de produção. Em 1990, foi criado o Subprograma da Qualidade e Produtividade da Administração Pública, no contexto do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade, PBQP, cujo objetivo era desenvolver em entidades e órgãos públicos brasileiros ações para transformá-los, tornando-os cada vez mais preocupados com o cidadão (SANTANA e PIFFER, 2007).

Os mesmos autores colocam que em 1995 foi promulgado o Decreto 40.536, para todo o Estado de São Paulo, instituindo o Programa Permanente da Qualidade e Produtividade no Serviço Público, com objetivo de, progressivamente, propiciar ao cidadão o atendimento eficaz de suas necessidades, por meio de um processo de melhoria contínua e permanente dos serviços prestados, com redução de custos e ganhos de produtividade.

Em meados de 1980 foram elaborados, também pela FINEP, programas de atuação no campo do desenvolvimento social. Para a área de habitação foram estabelecidas quatro linhas de pesquisas, com ênfase na formação de recursos humanos. Em 1987 foi aprovado o Programa de Desenvolvimento Urbano (PROURB), que contemplou as áreas de habitação e de desenvolvimento urbano, com foco em políticas públicas voltadas para a área de habitação e desenvolvimento de novos materiais e de sistemas construtivos.

No início da década de 1990, em uma parceria entre o Ministério da Ciência e Tecnologia e a FINEP desenvolveu-se o programa “Habitare” cujo objetivo geral era apoiar o desenvolvimento

científico, tecnológico e a inovação no campo da tecnologia do ambiente construído, visando contribuir para a modernização do setor da construção civil e o atendimento das necessidades habitacionais do país.

Em 12 anos o Programa de Tecnologia de Habitação (Habitare) destinou aproximadamente R\$ 20 milhões aplicados em 116 projetos de pesquisa na área de tecnologia do ambiente construído. Os recursos investidos pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e Caixa Econômica impulsionaram a produção do conhecimento, colaboraram com a introdução de inovações e melhorias na indústria da construção. O aporte financeiro tinha apoio da Caixa Econômica Federal, da FINEP e do CNPq com parceria do Ministério das Cidades, Ministério de Ciências e Tecnologia, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Comitê Brasileiro da Construção Civil da Associação Brasileira de Normas Técnicas (COBRACON/ABNT), Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (HABITARE, 2008).

No Brasil, o Governo do Estado de São Paulo criou, em 1996, um programa, com a intenção de melhorar o desempenho das empresas contratadas e a qualidade das obras públicas, denominado Qualihab, aos poucos, as construtoras passaram a implantar os Sistemas da Qualidade gradativamente. O Programa Qualihab é o Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo, da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU), que foi instituído pelo Decreto Nº 41.337, de 25 de novembro de 1996, e que serviu de modelo para o PBQP, que tinha objetivos semelhantes (GOMES, 2007).

Ao final de 1999, seguindo as diretrizes do PBQP, a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro instituiu o Qualipav Rio, programa setorial destinado a obras de pavimentação. Em abril de 2000 foi a vez do Estado da Bahia lançar o seu programa Qualiop, este programa era específico às obras públicas contratadas pelo governo do Estado da Bahia. Em dezembro do mesmo ano o Estado do Pará instituiu o Pará-Obras (PAIVA e SALGADO, 2003).

Em 1991 foi criado o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade, PBQP, em 1996 foi reformulado, com base no QUALIHAB, e em 18 de dezembro de 1998, por meio da Portaria nº 134, foi instituído para o setor da construção civil. O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional, PBQP-H, que no ano 2000 teve seu escopo ampliado, e passou a englobar as áreas de saneamento e infraestrutura urbana e tornou-se o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H, 2008b), cuja meta era organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização da cadeia produtiva (PAIVA e SALGADO, 2003).

No Rio Grande do Sul a partir de 1992 foi lançado o Programa Gaúcho da Qualidade e Produtividade, PGQP para os diversos setores produtivos do Estado, que, em outras bases, foi se aperfeiçoando e passou a atingir também o setor da construção civil (PGQP, 2006).

2.3.1.1 Programa da Qualidade de Produtividade do Habitat – PBQP-H

A indústria da Construção Civil possui especificidades que impõem um tratamento diferenciado das empresas de outros setores que

buscam a certificação dos seus produtos. Neste item é descrito um histórico das ações desenvolvidas até o atual estágio do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), abordando com maior ênfase o sistema de exigências evolutivas, apropriado para a Construção Civil. Vale salientar que o programa busca atender os requisitos das Normas da NBR/ISO série 9000, mas de uma forma gradual, em níveis crescentes, estes níveis são amparados por acordos setoriais envolvendo todas as partes interessadas na cadeia da construção civil, como será visto no decorrer.

Na década de 1980 o setor da construção civil, em particular o habitacional, passou por um período de desarticulação e desestruturação e começou a viver uma de suas maiores crises, fazendo com que a competição entre as empresas aumentasse de modo significativo (BENETTI, 2006). Segundo, Cardoso (1981) para enfrentar a crise, as empresas construtoras começaram a analisar seu sistema de produção, visando à diminuição de custos, reduzindo desperdício, e aumentando a produtividade.

Em 1991, o ministério de Ação Social instituiu o Programa Nacional de Tecnologia da Habitação (PRONATH), e posteriormente o Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo (PROTECH), do Ministério do Bem-Estar Social, sucessor do antigo ministério.

Às ações relativas ao PRONATH resultaram em 1991, juntamente com outras ações, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP) e o Subprograma Setorial da Qualidade e Produtividade da Indústria da Construção Civil, do Ministério da Indústria e Comércio. A modernização da cadeia produtiva brasileira, a

orientação e auxílio no enfrentamento da abertura comercial brasileira foram os principais objetivos do PBQP. A estratégia era mobilizar os diferentes segmentos com vistas a promover o aumento da qualidade e produtividade que resultaria em maior competitividade de bens e serviços produzidos no país. (AMBROZEWICZ, 2003)

O PBQP-H é um programa de adesão voluntária, onde o Estado é um agente indutor e mobilizador da cadeia produtiva da construção civil. Segundo o site da NBS Consulting Group:

“o PBQP-H foi criado em 1991 com a finalidade de difundir os novos conceitos de qualidade, gestão e organização da produção que estão revolucionando a economia mundial, indispensáveis à modernização e competitividade das empresas brasileiras. Visa elevar os patamares da qualidade e produtividade da construção civil, por meio da criação e implantação de mecanismos de modernização tecnológica e gerencial, contribuindo para ampliar o acesso à moradia, em especial para a população de menor renda” (NBS CONSULTING GROUP, 2009).

A falta de organização e de integração entre projeto e execução, as falhas de planejamento, as condições inadequadas de segurança nos canteiros de obras e a baixa capacitação dos funcionários mostravam que o sistema de gerenciamento das empresas de construção era precário. Empresas passaram a adotar sistemas de gestão da qualidade como PBQP-H, ISO 9000, entre outros, motivadas por uma série de razões, dentre as quais: modismo, reconhecimento do mercado, exigência para participação em obras de concorrência pública, busca por vantagem competitiva ou pela melhoria do gerenciamento (OHASHI e MELHADO, 2004).

Em dezembro de 1998, o PBQP-H foi instituído, com o objetivo de contribuir para a constituição de um mercado habitacional competitivo, ampliar o acesso à moradia e possibilitar a redução dos custos final das unidades, sem perda de qualidade. Este programa foi inserido como um dos programas do Plano Plurianual 2000-2003 (PPA) “Avança Brasil”, discutido e estruturado entre os mais diversos segmentos da cadeia produtiva da indústria da construção civil, de responsabilidade da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (GOMES, 2003).

O PBQP-H possui características específicas e diferentes dos outros programas de gerenciamento da qualidade. É um programa de adesão voluntária, respeitando as características dos setores industriais envolvidos e as desigualdades regionais; foi desenhado com o objetivo de, em futuro próximo, ser integralmente assumido pelo setor privado. Neste sentido, sua estrutura envolve, desde o início, entidades representativas do setor e procura estimular o uso eficiente de recursos existentes, das diferentes fontes do governo federal (BRASIL, 1998).

Com a aprovação e apoio do governo espera-se que o programa auxilie o setor da construção civil, bem como toda a sua cadeia, a aumentar sua competitividade, melhorar a qualidade de produtos e serviços, reduzir os custos e por fim aperfeiçoar o uso dos recursos públicos. O PBQP-H aponta os benefícios pretendidos com a sua implementação que levam ao cumprimento dos seus objetivos, que são: “moradia e infraestrutura urbana de melhor qualidade; redução do custo com melhoria da qualidade; aumento da produtividade; qualificação de recursos humanos; modernização tecnológica e gerencial; defesa do consumidor e satisfação do cliente” (PBQP-H, 2014).

“O objetivo de longo prazo do Programa é criar um ambiente de isonomia competitiva que propicie soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país e, em especial, o atendimento das famílias consideradas de menor renda” (PBQP-H, 2008).

Segundo Ambrozewicz (2003 b), as principais ações implementadas pelo Governo Federal por meio do PBQP-H, são:

- fomento à pesquisa e o desenvolvimento tecnológico da indústria, em conformidade com a política habitacional;
- fortalecimento das relações no âmbito da cadeia produtiva, visando a um melhor entrosamento entre as partes envolvidas, por meio de estímulos a projetos cooperados para o desenvolvimento de novos produtos, contratos de longo prazo para o fornecimento de insumos, entre outros;
- exercício do poder de compra do Estado, em favor da garantia da qualidade e da adoção de inovações por parte do setor da construção e das indústrias de insumos;
- elevação da qualificação da mão-de-obra do setor da construção civil e da indústria fornecedora de insumos, por meio da educação básica e do treinamento, contribuindo para a ampliação dos níveis de competitividade;
- regulamentação das relações de consumo (produtores e consumidores, respectivamente) por intermédio da Secretaria do Direito Econômico e do Código de Defesa do Consumidor;
- implantação dos Programas Setoriais da Qualidade.

A meta do PBQP-H é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do

“habitat”, e a modernização produtiva. Para alcançar esses objetivos destacam-se as seguintes ações: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Espera-se com isso, o aumento da produtividade no setor da construção, a melhoria da qualidade de seus produtos e serviços, a redução de custos, e a otimização do uso dos recursos públicos; objetivando soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no País e, em especial, a produção habitacional de interesse social (PBQP-H, 2008).

O PBQP-H procura implantar um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor da construção, no qual se visa à modernização, não só através de medidas ligadas à tecnologia no sentido estrito (desenvolvimento ou compra de tecnologia; desenvolvimento de processos de produção ou de execução; desenvolvimento de procedimentos de controle; desenvolvimento e uso de componentes industrializados), mas também em tecnologias de organização, de métodos, e de ferramentas de gestão (gestão da qualidade; gestão de projetos; gestão e organização de recursos humanos; gestão de suprimentos; gestão das informações e dos fluxos de produção). Tem também como princípios: a atuação integrada do poder público, a descentralização, a parceria entre agentes públicos e privados, e a participação da sociedade civil (PBQP-H, 2008).

Cardoso (1999), defende a certificação de empresas no âmbito do PBQP-H como uma forma de racionalização da produção, e

mostra uma série de resultados positivos alcançados em construtoras do Estado de São Paulo. Resultados positivos da implementação do PBQP-H também são relatados por Andery *et al.* (2002), destacando uma melhoria efetiva no controle de processos, a diminuição do retrabalho, do desperdício de materiais e do tempo de mão de obra ociosa nos canteiros, a melhoria das condições de trabalho dos operários e, em especial, um melhor fluxo de informações entre os escritórios e as obras, em parte em função da descentralização do poder de decisão. Melgaço et al. (2004) apontam para o fato de que a implementação de sistemas de garantia da qualidade referenciados na norma ISO 9001 tem impactado positivamente na forma de contratação e gestão do processo de projeto, difundindo-se atividades como consideração sistemática dos requisitos dos usuários, coordenação de projetos e melhor integração entre projeto e execução das obras.

Maines (2005) verifica que ao fomentar a adesão do setor ao PBQP-H, o governo não age como financiador, não é o comprador, e também não tem intenção direta de estabelecer maior demanda de empregos para a população mais carente. A intenção do governo agora é melhorar a qualidade e incrementar a produtividade na indústria de construção. (BENETTI, 2006)

Nesse sentido, não é um programa que se pretende impor: foi idealizado para ser construído sobre consensos em discussões técnicas com as entidades participantes, e respeitando as características dos setores envolvidos e as desigualdades regionais do País (PBQP-H, 2008c).

O PBQP-H trabalha em torno de três conceitos importantes:

- mobilização: é um programa mobilizador do setor da construção habitacional;
- interação: a cadeia produtiva interage na busca da qualidade; e
- agentes facilitadores – o Governo atua como facilitador do processo.

Para tanto é necessário para o sucesso do Programa que haja uma parceria entre o Governo e o setor privado. Segundo Vanzolini, 2006 além do Governo são também agentes importantes do Programa:

- os clientes – órgãos públicos, promotores e contratantes de habitações;
- os fornecedores – a cadeia produtiva de materiais e serviços para a construção; e
- as instituições de apoio técnico – representadas por universidades e centros de pesquisa e desenvolvimento, laboratórios de ensaios, e organismos de certificação.

Para a difusão do Programa, são necessárias a sensibilização e a adesão de cada Estado, para tanto são eleitos representantes estaduais com a missão de divulgar o Programa entre as organizações de todos os segmentos do setor, bem como apoiar as diversas instituições na formulação de seus Programas Setoriais da Qualidade (PSQ) (BENETTI 2006). As coordenações estaduais do PBQP-H são de responsabilidade dos representantes de órgãos públicos e privados ou outras instituições de interesse e representatividade do setor em cada Estado, que devem fazer adequações das diretrizes gerais para as suas realidades locais. Os PSQ de empresas construtoras dos diferentes

Estados baseiam-se, todos, num único referencial normativo: o Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ – Construtoras).

2.3.1.2 Objetivos e princípios

A estrutura do PBQP-H, em 2005, cujo objetivo geral era apoiar o esforço do país pela qualidade e produtividade do setor da construção habitacional, foi estabelecida com base no sistema de normas da série ISO 9000. Porém, em 2008 o objetivo geral foi reescrito e passou a ter o interesse mais social e propôs:

“Elevar os patamares da qualidade e produtividade da construção civil, por meio da criação e implantação de mecanismos de modernização tecnológica e gerencial, contribuindo para ampliar o acesso à moradia, em especial para a população de menor renda”
(PBQP-H, 2008c)

E os objetivos específicos do sistema foram ampliados e readaptados com a intenção de atender a situação da época:

- universalizar o acesso à moradia, ampliando o estoque de moradias e melhorando as existentes;
- fomentar o desenvolvimento e a implantação de instrumentos e mecanismos de garantia da qualidade de projetos e obras;
- fomentar a garantia da qualidade de materiais, componentes e sistemas construtivos;
- estimular o inter-relacionamento entre agentes do setor;
- combater a não conformidade técnica intencional de materiais, componentes e sistemas construtivos;

- estruturar e animar a criação de programas específicos visando à formação e requalificação de mão-de-obra em todos os níveis;
- promover o aperfeiçoamento da estrutura de elaboração e difusão de normas técnicas, códigos de práticas e códigos de edificações;
- coletar e disponibilizar informações do setor e do Programa;
- apoiar a introdução de inovações tecnológicas;
- promover a melhoria da qualidade de gestão nas diversas formas de projetos e obras habitacionais;
- promover a articulação internacional com ênfase no Cone Sul (BRASIL, 2008).

O PBQP-H possui como metas, organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do “habitat”, e a modernização produtiva.

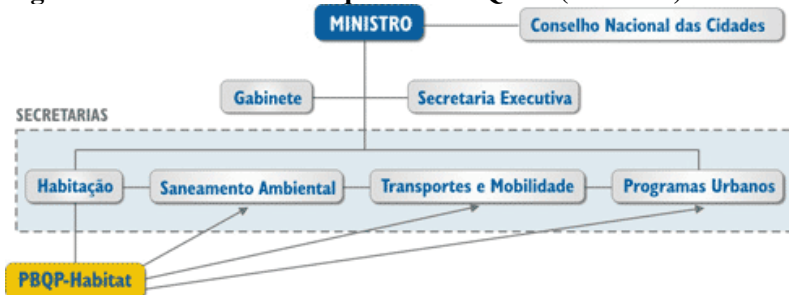
Para alcançar essas metas destacam-se as seguintes ações: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Essas ações buscam o aumento da produtividade no setor da construção, a melhoria da qualidade de seus produtos e serviços, a redução de custos, e a otimização do uso dos recursos públicos; objetivando soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no País e, em especial, a produção habitacional de interesse social (PBQP-H, 2014).

2.3.1.3 Estrutura

A estrutura do programa é baseada na série de normas ISO 9000 e, desde a sua criação, o PBQP-H vem sofrendo atualizações periódicas que acompanham as revisões das normas ISO de modo a manter a compatibilidade com esta norma, sendo o seu formato atual baseado nas normas ISO 9001:2008. Dentro deste formato o Programa adota a abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia do SGQ da empresa construtora.

Inicialmente, em 1998, a coordenação do Programa foi da responsabilidade de duas secretarias: Secretaria de Política Urbana da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEPURB/SEDU) e, em seguida, da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU/PR) (BENETTI, 2006). Atualmente, o PBQP-H está inserido na estrutura do Ministério das Cidades, mais especificamente na Secretaria Nacional de Habitação, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Estrutura Hierárquica do PBQP-H (Nacional)



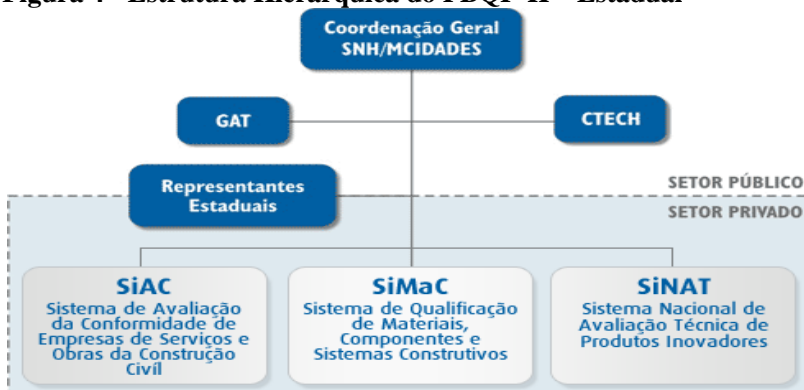
Fonte: PBQP-H, 2015

A Coordenação Geral do PBQP-H é parte integrante da estrutura da Secretaria de Habitação do Ministério das Cidades. Observa-

se que o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat é considerado muito importante para o desenvolvimento e melhoria da cadeia da construção civil, por estar diretamente ligado ao Ministro das Cidades.

O PBQP-Habitat foi organizado a partir de uma estrutura matricial de seus projetos. Para dar conta do processo de gestão e articulação com a sociedade e setor privado, foram criadas Coordenações, o Fórum de Representantes Estaduais, um Comitê Consultivo e um Grupo de Assessoramento, conforme apresenta a Figura 4.

Figura 4 - Estrutura Hierárquica do PBQP-H – Estadual



Fonte: PBQP-H, 2015

O Grupo de Assessoramento Técnico (GAT) é composto pela equipe do PBQP-H e por técnicos de reconhecido saber na área da qualidade e produtividade na construção, escolhidos pela Coordenação Geral (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Os técnicos, com especialização em qualidade, podem ser representantes de instituições com credibilidade nacional e trânsito entre os diversos segmentos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

O Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação (CTECH) foi criado com o objetivo geral de acompanhar e

incentivar as atividades referentes à inovação tecnológica no setor de habitação e propiciar maior articulação das ações governamentais nesse âmbito. Trata-se de um comitê de caráter interministerial, que promove o relacionamento entre os diferentes agentes do setor da construção: associações da classe patronal, instituições de pesquisa e fomento, entidades de normalização, associações de profissionais, e promotores públicos/privados envolvidos com a habitação e a infraestrutura urbana (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

O CTECH visa, de forma transparente e com a divisão de responsabilidades, a incentivar a melhoria da qualidade e o aumento da produtividade da construção civil brasileira; apoiar as inovações tecnológicas no setor de habitação e no ambiente construído, quanto ao uso de materiais, produtos e processos certificados; assessorar a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, no estabelecimento de uma política de desenvolvimento tecnológico para o setor de habitação; e acompanhar o desenvolvimento e a implementação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional, PBQP-H, por meio de sugestões e proposições. Cabe ao grupo assessorar tecnicamente a Coordenação Geral na concepção, implementação e acompanhamento dos projetos estruturantes do PBQP-H (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

2.3.1.4 Projetos

O PBQP-H foi estruturado em projetos, a partir de um modelo matricial. Cada projeto corresponde a um conjunto de ações que contribui diretamente para o desenvolvimento do Programa, e busca

solucionar um problema específico na área da qualidade da construção civil. Alguns dos projetos são considerados propulsores enquanto outros foram inseridos como apoio, porém todos têm uma função específica no processo e, se relacionam direta ou indiretamente. A estrutura matricial do Programa permite também a inserção e/ou exclusão de projetos na medida em que se fizer necessário (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Cada projeto é desenvolvido pelo Governo Federal em conjunto com especialistas, entidades do setor, consultores e setor privado, e tem um responsável denominado Gerente do Projeto. Contam ainda com o apoio de um técnico da Coordenação Geral e do GAT (Grupo de Assessoramento Técnico), que faz o papel de facilitador do processo e é o responsável pela compatibilização das ações entre projetos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Fazem parte do Programa diversas entidades representativas de construtores, projetistas, fornecedores, fabricantes de materiais e componentes, comunidade acadêmica e entidades de normalização, além do Governo Federal. Desse modo, o PBQP-H é um programa que está sendo construído em resposta a um diagnóstico sobre os problemas existentes (BENETTI, 2006).

Para a elaboração dos projetos, a Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU/PR) contratou especialistas em cada um dos assuntos pertinentes à cadeia de negócios da construção civil. Esses especialistas fizeram uma primeira proposta que, após avaliação positiva da Coordenação do PBQP-H, foi encaminhada ao Grupo de Apoio Técnico (GAT); depois de aprovada a proposta foi então encaminhada para avaliação do Comitê Nacional de

Desenvolvimento Tecnológico (CTECH) para se tornar, então, projeto do PBQP-H (BENETTI, 2006). O Quadro 07 apresenta os projetos aprovados pelo GAT para solucionar problemas específicos na área da qualidade da construção civil.

Quadro 7 - Projetos do PBQP – H

Item	Projeto	Objetivo
1	Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras – SiAC	Avaliar a conformidade do sistema de gestão da qualidade das empresas de serviços e obras, considerando as características específicas da atuação dessas empresas no setor da construção civil, e baseando-se na série de normas ISO 9000.
2	Qualificação de empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos – SiMaC	Combater a não conformidade técnica de materiais e componentes da construção civil em parceria com o setor privado.
3	Indicadores de Desempenho	Avaliar os processos de tomada de decisão, quanto ao alcance dos propósitos e objetivos do Programa: melhoria da qualidade e produtividade, e modernização do setor da construção, da forma mais racional possível.
4	Sistema de Avaliações Técnicas – SINAT	Avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção.
5	Sistema de Formação e Requalificação de Mão-de-obra	Investir na qualificação profissional dos trabalhadores da construção civil numa dimensão social, não se limitando a aspectos técnicos da construção, mas envolvendo também a formação básica, o desenvolvimento de habilidades de gerenciamento e sensibilização para mudança de comportamentos, com ênfase na produtividade e qualidade.
6	Assistência Técnica e Autogestão	Apoiar as famílias que participam da ampliação, reforma, construção e manutenção de unidades habitacionais, utilizando a sua capacidade gerencial.
7	Capacitação Laboratorial	Desenvolver ações para apoiar e ampliar a capacitação laboratorial do país, ligada à construção civil, com o objetivo de estimular o desenvolvimento técnico-científico de centros de pesquisa e universidades brasileiras.

8	Sistema Nacional de Comunicação e Troca de Informação	Criar uma rede de comunicação, com o objetivo de integrar informações e experiências em temas relacionados à organização do setor da construção civil em torno da qualidade do habitat, da modernização produtiva e da implementação nacional do PBQP-H
9	Cooperação Internacional	Estimular o desenvolvimento de estratégias que conduzam à melhoria da qualidade das construções para Habitação de Interesse Social; criar condições homogêneas com os países do Conesul, visando solucionar o problema social comum da falta de moradias e aumentar as trocas comerciais entre os países.

Fonte: Adaptado de PBQP-H, 2014

A operacionalização do PBQP-H se dá pela estruturação destes projetos objetivando solucionar problemas específicos na área de qualidade. Entre eles vale ressaltar o Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras (SiAC), considerado o principal projeto do programa por ser responsável pelas suas diretrizes. Aprovado através da Portaria no 118, de 15 de março de 2005. A última versão do SiAC foi atualizada em 2012, baseada nas normas ISO 9001:2008, substituindo o Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SiQ-Construtoras) baseado nas normas ISO 9001:1994.

Vale salientar que o PBQP-H propõe essas ações, com o intuito de melhorar a qualidade do *habitat* e aumentar a produtividade do setor, cada um deles relacionado a um aspecto específico da qualidade na construção do *habitat*, dentre os quais é importante destacar aqui o primeiro, Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras, SiAC, que será apresentado mais detalhadamente, por ser objeto de estudo desta tese.

2.3.1.4.1 Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras - SiAC

O Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras, SIQ-Construtoras, precursor do SiAC, era utilizado, antes da sua atualização no ano de 2000, para empresas construtoras que atuavam na Indústria da Construção Civil Subsetor (ICCSE), e faziam parte do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do *Habitat*, PBQP-H. Este sistema propunha a organização do setor em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva (MENEZES e GOMES, 2004).

Em 15 de março de 2005, por meio da portaria n° 118 publicada pelo Ministério das Cidades, o "SiQ, Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras SIQ-Construtoras" foi substituído pelo "SiAC, Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil" no âmbito do PBQP-H (BRASIL, 2005).

Segundo a Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (2001), o SiQ-Construtoras possuía, assim como o SiAC, caráter evolutivo, estabelecendo níveis de qualificação progressivos, segundo os quais os sistemas de gestão da qualidade das empresas construtoras são avaliados e classificados. Assim, o SiQ-Construtoras tinha o objetivo de nortear o desempenho da Gestão da Qualidade nas empresas, bem como estabelecer o referencial técnico básico do sistema de qualificação evolutivo adequado às características específicas das empresas construtoras atuantes na ICCSE.

O SiAC, é um programa de qualificação voluntária que possui requisitos a serem atendidos de forma progressiva, baseados na

ISO 9000, de acordo com o nível de certificação pretendido – D, C, B ou A. Cada nível possui uma série de Requisitos, que devem ser atendidos para que a empresa possa receber a certificação daquele nível, chegando até ao nível A. O sistema passou a adotar o conceito de avaliação da conformidade em lugar de qualificação. Um dos pontos fundamentais das alterações introduzidas pelo SiAC foi à instituição da autodeclaração de conformidade para o nível "D" (inicial) do Sistema. Com isso, a empresa de serviços e obras passa a responsabilizar-se legalmente pela veracidade do conteúdo dessa autodeclaração, não sendo realizada auditoria, pela certificadora, na empresa no nível "D". Por outro lado, os níveis C, B e A passaram a ser efetivamente objeto de certificação, e não mais de qualificação (BRASIL, 2005).

A Direção da empresa tem a responsabilidade de definir a Política da Qualidade a ser implantada na empresa, essa definição irá nortear todo o processo de implantação do sistema. Este sistema deve ter sua concepção em função dos tipos de obras e serviços que a empresa executa, elaborando Manual da Qualidade e Procedimentos de execução dos serviços, definida uma lista de no mínimo 25 serviços obrigatoriamente controlados, e uma lista de materiais que sejam utilizados nestes serviços, que afetem tanto a qualidade destes serviços, quanto à do produto final. Essa lista deve ser composta por no mínimo 20 materiais.

A certificação concedida a empresas pelo sistema SiAC é realizada por organizações não governamentais (ONG's) denominadas Organismo de Certificação Credenciado (O.C.C.). Essas OCC's, obrigatoriamente, devem ter seu funcionamento autorizado pelo Instituto

Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, INMETRO.

Segundo a norma do SiAC são os seguintes os serviços de execução obrigatoriamente controlados do subsetor obras de edificações, segundo a etapa da obra, a partir dos quais a empresa deve elaborar sua lista de serviços controlados:

- serviços preliminares:
 - compactação de aterro;
 - locação de obra.
- fundações:
 - execução de fundação.
- estrutura:
 - execução de fôrma;
 - montagem de armadura;
 - concretagem de peça estrutural;
 - execução de alvenaria estrutural.
- vedações verticais:
 - execução de alvenaria não estrutural e de divisória leve;
 - execução de revestimento interno de área seca,
 - incluindo produção de argamassa em obra, quando aplicável;
 - execução de revestimento interno de área úmida;
 - execução de revestimento externo.
- vedações horizontais:
 - execução de contrapiso;
 - execução de revestimento de piso interno de área seca;
 - execução de revestimento de piso interno de área úmida;

- execução de revestimento de piso externo;
- execução de forro;
- execução de impermeabilização;
- execução de cobertura em telhado (estrutura e telhamento).
 - esquadrias:
 - colocação de batente e porta;
 - colocação de janela.
 - pintura:
 - execução de pintura interna;
 - execução de pintura externa.
 - sistemas prediais:
 - execução de instalação elétrica;
 - execução de instalação hidro sanitária;
 - colocação de bancada, louça e metal sanitário.

Notar que, em qualquer nível, a empresa deve garantir que sejam também controlados todos os serviços de execução que tenham a inspeção exigida pelo cliente. A partir destes ela deverá ampliar a lista de materiais controlados, considerando aqueles já relacionados como críticos para o atendimento das exigências dos clientes, e que sejam empregados em tais serviços.

Todos os materiais controlados devem ser submetidos à inspeção ou ensaio (se esta for a exigência definida nos procedimentos) antes de sua aplicação. No caso em que isto não possa ser feito, ele deve ser identificado, para posterior rastreabilidade e correção em caso de não conformidade (MEIRA e QUINTELLA, 2004).

A construtora deve estabelecer procedimentos para qualificação de fornecedores, avaliando o desempenho deles durante as entregas de materiais e na execução dos serviços controlados. Deve ser feita uma avaliação prévia da capacidade do fornecedor em atender aos requisitos estabelecidos nos pedidos de compra e contratos de prestação de serviços (MEIRA e QUINTELLA, 2004).

Para o SiAC da lista de serviços obrigatoriamente controlados são exigidos os seguintes percentuais para atingir os níveis de qualificação: Nível B: 40% e o Nível A: 100%. Da lista dos materiais utilizados nestes serviços são exigidos os seguintes percentuais para atingir os níveis de qualificação: Nível B: 50 %; Nível A: 100 %. Vale salientar que no Nível C e Nível D, não é necessário ter o controle sobre serviços e materiais utilizados.

O artigo primeiro do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, PBQP-H, tem como objetivo avaliar a conformidade de sistemas de gestão da qualidade em níveis ou estágios definidos conforme a especialidade técnica das empresas do setor de serviços e obras atuantes na construção civil, visando a contribuir para a evolução da qualidade, produtividade e sustentabilidade no setor.

O SiAC apresenta entre as suas diretrizes a intenção de alinhamento com os princípios da sustentabilidade ambiental, social e econômica, contribuindo para a sua implementação nas empresas e em seus produtos. Todos os materiais controlados devem ser submetidos à inspeção ou ensaio (se esta for a exigência definida nos procedimentos) antes de sua aplicação. No caso em que isto não possa ser feito, ele deve

ser identificado, para posterior rastreabilidade e correção em caso de não conformidade. (MEIRA e QUINTELLA, 2004).

A construtora deve estabelecer procedimentos para qualificação de fornecedores, avaliando o desempenho deles durante as entregas de materiais e na execução dos serviços controlados. Deve ser feita uma avaliação prévia da capacidade do fornecedor em atender aos requisitos estabelecidos nos pedidos de compra e contratos de prestação de serviços. (MEIRA e QUINTELLA, 2004).

Para o SiAC da lista de serviços obrigatoriamente controlados são exigidos os seguintes percentuais para atingir os níveis de qualificação: Nível B: 40% e o Nível A: 100%. Da lista dos materiais utilizados nestes serviços são exigidos os seguintes percentuais para atingir os níveis de qualificação: Nível B: 50 %; Nível A: 100 %. Vale salientar que no Nível C e Nível D, não é necessário ter o controle sobre serviços e materiais utilizados.

O artigo primeiro do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H tem como objetivo avaliar a conformidade de sistemas de gestão da qualidade em níveis ou estágios definidos conforme a especialidade técnica das empresas do setor de serviços e obras atuantes na construção civil, visando a contribuir para a evolução da qualidade, produtividade e sustentabilidade no setor.

O SiAC apresenta entre as suas diretrizes a intenção de alinhamento com os princípios da sustentabilidade ambiental, social e econômica, contribuindo para a sua implementação nas empresas e em seus produtos.

2.4 RESÍDUOS SÓLIDOS

O ser humano é um ser social, a sua história parece se confundir com criação dos centros urbanos e com a geração de resíduos. Segundo Philippi Jr, 1979,

“A partir do momento em que os homens começaram a se estabelecer em determinados locais, preferindo se fixar, com conseqüente abandono da vida nômade, novas situações em relação aos resíduos sólidos produzidos pela atividade humana foram criadas pela alteração introduzida em seus hábitos de vida”

No Brasil a preocupação com resíduos de maneira geral é recente. Em países como os EUA no final da década de 1960 já existia uma política para tratamento e conservação de resíduos, chamada de *Resource Conservation and Recovering Act (RCRA)*. Em 1993, no Brasil, uma legislação mais abrangente sobre resíduos ainda não existia, o Programa Brasileiro de Reciclagem ainda não havia saído do papel. Apesar de algum avanço na reciclagem de resíduos domiciliares como a obrigatoriedade de recolhimento de pneus e baterias, o Brasil ainda está muito aquém de políticas mais abrangentes como a política implementada pelo governo dos EUA de compra preferencial de produtos ambientalmente saudáveis, que privilegia produtos contendo resíduos ou da abrangente política da Alemanha (SAPATA, 2002).

Segundo Naime, 2005, lixo ou resíduo é o resultado de toda e qualquer atividade humana. O Dicionário de Aurélio Buarque de Holanda define resíduo como tudo aquilo que não se quer mais e se joga fora; coisas inúteis, velhas e sem valor. Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, define os resíduos como os restos das

atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo-se apresentar no estado sólido, semissólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional.

A Lei 9966 de 28 de abril de 2000, no Capítulo 1 Art. 2º Item XV, define lixo como “todo tipo de sobra de víveres e resíduos resultantes de faxinas e trabalhos rotineiros nos navios, portos organizados, instalações portuárias, plataformas e suas instalações de apoio”.

A Constituição Federal, em seu artigo 23, inciso VI, determina, como competência comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, a responsabilidade de proteger o meio ambiente, combatendo a poluição em qualquer de suas formas. O artigo 225 da Constituição Federal afirma:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

A Resolução 313/2002 CONAMA, define, resíduos sólidos industriais como sendo:

“todos os resíduos que resultem de atividades industriais e que se encontrem nos estados sólido, semissólido, gasoso – quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles

gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição”

Juras (2000), afirma que em relação aos resíduos sólidos e sua reciclagem, a legislação brasileira é bastante acanhada. Leripio (2001) confirma que a legislação ambiental vigente no mundo ainda é variável e acontece de acordo com o país, embora existam acordos entre os países em busca da uniformidade de padrões e critérios. Um dos princípios que já se faz presente em quase todas as legislações ambientais é o poluidor-pagador, que surgiu na França na década de 1970. O Quadro 08 apresenta a evolução da definição de resíduos sólidos

Quadro 8 - Resíduos sólidos: conceituação

Autor e Ano	Conceituação
Pinto (1979)	Resíduo sólido é o lixo resultante das atividades das aglomerações humanas que não possua valor ou utilidade
NBR 12960 (1993)	Material desprovido de utilidade pelo seu possuidor
Jardim (1995)	Resíduos sólidos são restos das atividades humanas consideradas por quem gerou como inúteis, descartáveis ou indesejáveis, geralmente estão no estado sólido, semissólido ou semilíquido com composição líquida insuficiente para fluir livremente.
Calderoni (1998)	Resíduo é tudo aquilo que se “joga fora”. É o objeto ou a substância que se considera inútil ou cuja existência em dado meio é tida como nociva.
Lima (2001)	São materiais heterogêneos ligados a inúmeros fatores das atividades humanas e da natureza, tais como: variações sazonais, condições climáticas, hábitos, costumes e variações na economia. E podem ser parcialmente reaproveitados, contribuindo para a proteção da saúde pública e economia de recursos naturais. Mas ainda hoje, na maioria dos países, esses resíduos apresentam problemas sanitários, econômicos e principalmente estéticos, pois são constituídos também de substâncias dificilmente degradáveis.
Monteiro (2001)	Resíduos sólidos é todo material sólido ou semissólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente.

NBR 10004 (2004)	São os resíduos que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Incluem-se os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos, instalações de controle de poluição e líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto, ou exijam soluções técnicas economicamente inviáveis.
Maines (2004)	Resíduos sólidos é a denominação técnica atribuída ao lixo quando se encontra devidamente separado e passível de reutilização ou reciclagem, ou em condições genéricas de aproveitamento econômico, mesmo que misturado.
Lima (2005)	Resíduos sólidos são materiais heterogêneos, inertes, minerais e orgânicos, resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia dos recursos naturais.
Oliveira (2006)	Constitui-se de resíduos da atividade humana em sociedade e também de qualquer material que seu proprietário ou produtor não considere mais com valor suficiente para conservá-lo.
Lei 12.305 (2012)	Resíduos sólidos são os materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da tecnologia disponível.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Resíduos sólidos são materiais heterogêneos ligados a inúmeros fatores das atividades humanas e da natureza, tais como: variações sazonais, condições climáticas, hábitos, costumes e variações na economia. Podem ser parcialmente reaproveitados, contribuindo para a proteção da saúde pública e economia de recursos naturais. Atualmente, na maioria dos países, esses resíduos apresentam problemas sanitários, econômicos e principalmente estéticos, pois são constituídos também de substâncias dificilmente degradáveis (LIMA, 1999).

Os Resíduos Sólidos correspondem à parcela significativa do total dos resíduos gerados, cabendo ao poder público o controle da sua coleta, tratamento e disposição final. Podem-se classificar os resíduos sólidos de diferentes maneiras, as mais usuais são quanto à origem ou fonte e quanto ao seu grau de periculosidade em relação a determinados padrões de qualidade ambiental e de saúde pública. É a partir dessa classificação que se pode determinar sua destinação final. Com relação à origem os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com o Quadro 09.

Quadro 9 - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a fonte geradora

Resíduo	Classificação
Domiciliar	Originado pela rotina das residências, constituído por restos de alimentos, papéis, embalagens plásticas, garrafas de vidro e vários outros itens (inclusive tóxicos).
Comercial	Originado pelos estabelecimentos comerciais diversos. Os resíduos destes locais possuem um grande número de plásticos, embalagens diversas e papéis.
Público	Originado dos serviços de limpeza pública urbana e áreas de feiras livres. Estes resíduos são constituídos por resíduos de varrição e limpeza de locais públicos.
Serviços de Saúde e Hospitalar	Originado em hospitais, clínicas, postos de saúde, consultórios médicos e veterinários. Em sua constituição podem apresentar resíduos infecto contagiantes (como agulhas, seringas, gazes, tecidos removidos, sangue coagulado entre outros) ou não (resíduos semelhantes aos domiciliares).
Portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários	Constituem os resíduos sépticos que podem conter germes patogênicos em materiais de higiene, podendo veicular doenças provenientes de outras cidades.
Industrial	Originado nas diversas atividades da indústria. O lixo industrial é bastante variado, podendo conter cinzas, óleos, lodo, resíduos alcalinos ou ácidos, papéis, plástico, madeira, vidro, cerâmica, entre outros.
Agrícola	Originados nas atividades agrícolas e pecuárias. Estes resíduos podem incluir embalagens de fertilizantes e defensivos agrícolas, rações, resto de colheita, entre outros.

Entulho	Resíduo da construção civil, composto por materiais de demolições, restos de obras, solos de escavações diversas, entre outros.
Radioativas	Originários de combustíveis nucleares.
Sólidos especiais	Originados de equipamentos diversos como pilhas, baterias de celular, pneus, lâmpadas fluorescentes, entre outros.

Fonte: Adaptado de Santos, 2011 e Vilhena, 2010

As substâncias que constituem os resíduos sólidos diferem de comunidade para comunidade em função de aspectos como as características dos hábitos e os costumes da população geradora, o número de habitantes do local, o poder aquisitivo, variações sazonais, clima, desenvolvimento, nível educacional; variando ainda, dentro de uma mesma comunidade em relação às estações do ano (FUNASA, 2004; IPT/CEMPRE, 2000).

2.4.1 Geração de resíduos

A gestão dos resíduos sólidos parece ser um dos problemas emergentes da sociedade moderna. À medida que o tempo passa, as quantidades de resíduos produzidas tornam-se cada vez maiores, tendo como consequência o aumento das quantidades de resíduos que terminam nas unidades de destinação, muitas vezes inadequadas. Em agosto de 2010 o Brasil estabeleceu sua Política Nacional de Resíduos Sólidos. Deste modo, o país definiu bases sólidas para planejar e programar uma gestão apropriada dos Resíduos Sólidos.

O conteúdo da Lei Número 12.305/2010 parece ter levado em consideração seriamente todas as práticas no estado da arte relacionadas com a gestão dos resíduos sólidos, entre outras:

- não geração;
- redução dos resíduos gerados;

- melhor utilização dos produtos – reuso sempre que possível;
- separação das frações e processamento dos resíduos em usinas de reciclagem;
- adoção de ações para recuperar a energia contida nos resíduos quando a reciclagem não for possível; e
- tratamento e disposição de resíduos com a melhor tecnologia disponível, com custo acessível à população a ser atendida.

Além do mencionado, a Política Nacional de Resíduos Sólidos identifica o desenvolvimento dos Planos de Gestão dos Resíduos Sólidos, em todos os níveis, Nacional e Estadual, como a principal preocupação. A principal razão para esta ação é que os Planos de Gestão dos Resíduos Sólidos integram os elementos citados acima, oferecendo um plano bem construído para a implementação, exame de todas as soluções disponíveis e escolha da mais preferível, tanto em termos de aceitação social quanto de viabilidade econômica.

Em sua dissertação Santos (2011) apresentou os dados de THEMELIS e ULLOA em pesquisa realizada em 2007, onde estimaram a produção mundial dos resíduos sólidos urbanos e chegaram a um valor aproximado de 1,8 bilhões de toneladas produzidas por ano. Dessas 1,8 bilhões de toneladas/ano, os EUA produziam cerca de 387 milhões de toneladas, isto significa que mais de 20% de todo o resíduo sólido urbano gerado no mundo era produzido por apenas 5% da população mundial. Enquanto um habitante de um país em desenvolvimento produz 0,55 kg/dia de RSU um americano produz 3,26 kg/dia, quase 6 vezes mais.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, ABRELPE, a geração total de Resíduos

Sólidos Urbanos no Brasil em 2013 foi de 76.387.200 toneladas, o que representa um aumento de 4,1%, índice que é superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 3,7%.

O volume de lixo gerado por pessoa no Brasil é de 381,94 quilos por ano. Na União Europeia são gerados aproximadamente dois bilhões de toneladas de resíduos sólidos todos os anos, por uma população de aproximadamente 507.400.000 de pessoas o que representa 3.940 quilos de resíduo por ano por habitante. Com relação a isto, várias diretivas foram incorporadas à política europeia de resíduos, definindo objetivos e metas específicos para limitar a geração de resíduos e otimizar a organização do tratamento e disposição de resíduos entre os Estados-Membros da UE.

O poder de compra da população é diretamente proporcional à geração de resíduos por habitante entre diferentes países. Há uma tendência de se gerar mais resíduos nos países onde a população tem um maior poder de compra, e também um forte apelo voltado a uma demanda artificial de consumo elevada. Além disso, o acesso a um número maior de produtos industrializados nos países mais desenvolvidos favorece ao aumento da produção dos resíduos sólidos urbanos, pois são produtos que normalmente utilizam embalagens plásticas que, após consumo, irão ser descartadas e irão se caracterizar como resíduos sólidos urbanos (SANTOS, 2011).

Segundo a ABELPRE em 2013 os municípios coletaram mais de 117 mil toneladas/dia de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), o que implica no aumento de 4,6%. Esta situação, também

observada em anos anteriores, exige atenção especial quanto ao destino final dado aos RCD, visto que a quantidade total desses resíduos é ainda maior, uma vez que os municípios, via de regra, coletam apenas os resíduos lançados nos logradouros públicos. Vale salientar que o RCD representa aproximadamente 55% de todo o volume de resíduo sólido gerado no Brasil.

2.4.2 Resíduos de construção civil

A construção civil é um dos mais importantes setores da indústria brasileira, se constitui em um indicativo de crescimento econômico e social. Porém, é uma grande causadora de impactos ambientais, pois além de ser um grande gerador de resíduo em toda sua cadeia produtiva, seus empreendimentos alteram a paisagem de forma significativa. Este setor... “é responsável por um consumo considerável de materiais, seja em quantidade ou diversidade”. Em comparação,... “com a indústria automobilística, o seu consumo, medido em massa de materiais demandados, chega a ser de 100 a 200 vezes maior” (FERNANDEZ, 2011; KARPINSK et al., 2009; LOPES et al., 2013; SOUZA et., al. 2004).

Os resíduos de construção civil são definidos na Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, como:

“Resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos,

tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamadas de entulhos de obras, caliças ou metralha (CONAMA, 2002, pag.1).

Em um cenário de intensa discussão sobre a dimensão do desperdício de materiais na construção brasileira vigente na década de 1990, o primeiro passo foi o estabelecimento de definições relativas ao tema, procurando-se distinguir os termos “resíduos”, “desperdício” e “perdas de materiais”, este último englobando todo o uso de materiais além do teoricamente necessário (SOUZA, et. al. 2004). Souza afirma que o “interesse em saber a quantidade de resíduos gerada pela indústria da construção civil existe há algum tempo, muitas vezes inserido na discussão da redução de desperdícios”. Segundo o autor, Pinto em 1989, surgiu como a primeira referência nacional sobre essa questão, que provocou uma discussão mais ampla sobre o assunto. Segundo Souza et al., 2004:

...”o interesse neste assunto tem se acirrado com a discussão de questões ambientais, uma vez que desperdiçar materiais, seja na forma de resíduo (mais comumente denominado entulho de construção) ou sob outra natureza, significa desperdiçar recursos naturais, o que coloca a indústria da construção civil no centro das discussões na busca pelo desenvolvimento sustentável nas suas diversas dimensões”

A construção civil, em todas as suas etapas, passando pela extração de matéria-prima, produção de materiais, construção, uso e demolição, ao consumir cerca de 75% dos recursos naturais, causa efeitos impactantes, vale salientar ainda que muitos destes materiais necessitam do consumo de grande energia por serem transportados em longas distâncias devido sua carência em regiões metropolitanas (JONH, 2000).

A normativa 10004 de 2004 da ABNT classifica os resíduos sólidos e os organiza em classes, podendo ser:

- CLASSE I (perigosos) – São aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar risco à saúde pública, inflamabilidade ou patogenicia.

- CLASSE II (não perigosos) – Definidos pela NBR:10004/2004 conforme o Quadro 10:

Quadro 10 - Resíduos não perigosos

Código de identificação	Descrição do resíduo	Código de identificação	Descrição do resíduo
A001	Resíduo de restaurantes (restos de alimentos)	A009	Resíduo de madeira
A004	Sucata de metais ferrosos	A010	Resíduo de materiais têxteis
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão, etc..)	A011	Resíduos de minerais não-metálicos
A006	Resíduo de papel e papelão	A016	Areia de fundição
A007	Resíduo de plástico polimerizado	A024	Bagaço de cana
A008	Resíduos de borracha	A099	Outros resíduos não perigosos

Fonte: NBR 10004/2004

- Classe II A (não inertes) – São aqueles classificados como não perigosos, que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água. Não se enquadram nas classificações de Resíduos classe I – Perigosos ou de Resíduos classe, II B – Inertes.

- CLASSE II B (inertes) – São aqueles que, ensaiados segundo o teste de solubilização da norma ABNT NBR 10006/2004, não apresentam qualquer de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de cor, turbidez, sabor e aspecto.

Usualmente, os resíduos da construção civil estão enquadrados na classe II B, composta pelos resíduos que “submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente [...], não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor”. Entretanto, a presença de tintas, solventes, óleos e outros derivados pode mudar a classificação do Resíduo de Construção Civil, RCD, para classe I ou classe II A.

A Resolução 307 do CONAMA classifica os resíduos da construção civil, mais adequadamente, em quatro classes. A resolução 348, de 16 de agosto de 2004, e a Resolução 431, de 24 de maio de 2011, modificaram a classificação da Resolução 307, inserindo o amianto como material perigoso (classe D) e mudando a classificação do gesso, de Classe C para a Classe B, respectivamente. O Quadro 11 apresenta a classificação dos resíduos conforme a Resolução 307 do CONAMA.

Quadro 11 - Classificação dos resíduos de construção

CLASSE	A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
	B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
	C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
	D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de

		clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.
--	--	---

Fonte: Adaptado de Resolução 307 CONAMA, 2002.

De maneira geral a massa de resíduos de construção gerada nas cidades é igual ou maior que a massa de resíduo domiciliar. Pinto (1999) estimou que em cidades brasileiras de médio e grande porte a massa de resíduos gerados varia entre 41% (Salvador, BA) a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos. As estimativas internacionais variam entre 130 e 3000 kg/hab./ano. Para o Brasil as estimativas de Pinto (1999) mostram que na cidade de Jundiaí a produção de resíduos de construção por habitante é de 760 kg/ano e em Vitória da Conquista é de 230 kg/hab. Estes dados mostram diferenças significativas entre duas cidades do mesmo país.

Em 2011 a ABRELPE, informou que o Brasil apresenta um índice de geração de RCD de 0,656 kg/habitante/dia, o equivalente anual de 236,16 kg/hab. Embora os dados coletados para a pesquisa não representem o total de RCD gerado pelos municípios, esta parcela é a única que possui registros confiáveis. De acordo com Pinto (1999), a quantidade de RCD gerada nas cidades é igual ou superior à quantidade de resíduos domésticos, em algumas cidades o percentual é de cerca de 40% do total dos resíduos gerados. Outros autores trabalham com a estimativa de 50%.

Segundo Souza et al, 2004, os resíduos de construção representam uma das parcelas do excesso de consumo de materiais nos canteiros de obras. Ao se comparar a quantidade de material teoricamente necessária (QMT) com a quantidade realmente utilizada (QMR),

determinam-se as perdas de materiais. Matematicamente, o seu cálculo percentual é feito de acordo com a equação 1:

$$Perda (\%) = \frac{QMR-QMT}{QMT} \times 100 \quad (1)$$

Essa quantidade de material utilizada em excesso pode acontecer sob três diferentes naturezas: por furto; incorporação de materiais à edificação; e entulho.

O furto, ou extravio, normalmente não é muito elevado em obras de grande porte, uma vez que nestas existem, em geral, procedimentos de controle (qualitativos e quantitativos) de recebimento dos materiais. A incorporação de materiais em excesso nas edificações ocorre, principalmente, para os materiais utilizados em serviços que exigem a moldagem in loco, como é o caso das estruturas de concreto armado, alvenarias de fechamento ou estruturais e revestimentos argamassados, por exemplo. E por fim, o entulho se constitui no “lixo que sai”, é a parcela mais visível das perdas de materiais. Segundo Brito Filho (1999), na cidade de São Paulo, somente a indústria da construção civil gera 90.000 m³ de entulho por mês, considerando-se apenas o material que chega a aterros oficiais.

2.4.2.1 Mensuração dos resíduos gerados nas edificações

Os resíduos gerados nas atividades construtivas causam grande impacto ambiental. Segundo Pinto (1999, pag. 2), são gerados em expressivos volumes de resíduos de construção e demolição que, “...não recebem solução adequada, impactam o ambiente urbano e constituem local propício à proliferação de vetores de doenças, aspectos que irão agudizar os problemas de saneamento nas áreas urbanas.”

A classificação da origem dos RCD proposta pela *The Solid Waste Association of North America* (SWANA, 1993) é bastante útil para a quantificação de sua geração:

- material de obras viárias;
- material de escavação;
- demolição de edificações;
- construção e renovação de edifícios; e
- limpeza de terrenos.

A composição dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) originados em cada uma dessas atividades é diferente em cada país, em função da construtibilidade e das tecnologias utilizadas. A madeira é muito utilizada na construção americana e japonesa, tendo presença menos significativa na construção europeia e na brasileira; o gesso é muito encontrado na construção americana e europeia e só recentemente vem sendo utilizado nos maiores centros urbanos brasileiros.

Pinto (1999) afirma que para os resíduos de construção e demolição há uma série de agravantes: o profundo desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu reaproveitamento fazem com que os gestores dos resíduos se apercebam da gravidade da situação unicamente nos momentos em que, acuados, veem a ineficácia de suas ações corretivas. Na década de 1980 iniciaram os estudos sobre resíduos da construção civil (RCC) no Brasil, que trouxeram dados de caracterização, quantificação e possíveis aplicações após as etapas de classificação e triagem em usinas de beneficiamento. Porém, segundo John (2000) a reciclagem iniciou somente na década de 1990, após este

período esta discussão tem ganhado espaço no país e na sociedade, dada a necessidade de conservação dos recursos naturais e a sustentabilidade das atividades do setor da construção civil.

O Quadro 12 mostra, de maneira sistêmica, os principais trabalhos realizados, por pesquisadores e instituições de pesquisa, quanto à avaliação das perdas de materiais, nos quais os resíduos são também quantificados.

Quadro 12 - Perdas na construção civil: autores e abordagens

Autor e ano	Objetivo	Método e local da pesquisa	Resultados
Skoyles (1976, 1978, 1987)	Verificar os índices de perdas e entender a razão pelas quais obras semelhantes tinham índices de perdas distintos	Classificação das perdas: diretas (geração de entulho) e indiretas (perdas financeiras) e quantificá-las, em 114 canteiros de obra no Reino Unido.	O autor avaliou que o índice de perdas real (no canteiro) é na maioria das vezes o dobro da usual (orçada), em 21 materiais.
Pinto (1989)	Foi o pioneiro no Brasil, sua pesquisa avaliou as perdas de materiais em um único edifício.	Concentrou seus estudos na identificação de perdas de concreto, aço, componentes de vedação, cimento, areia, cal hidratada, argamassa colante e cerâmica. Sua pesquisa foi realizada em um único edifício na cidade de São Paulo	O autor avaliou o índice de perdas usual e verificou os acréscimos percentuais, real, a estes índices. Esta diferença entre o usual e o real vai de 1,5 (concreto) a 102% (Cal hidratada)
Picchi (1993)	Avaliar o entulho gerado em três obras, desconsiderou a movimentação de terra	Estudou as perdas de materiais e componentes incorporadas ao edifício e entulho; estimou as perdas em termos de percentagem de custos em 3	Em relação a perdas de materiais o autor calculou um acréscimo de na ordem de 11 a 17% no peso final da edificação e estimou um acréscimo de

		canteiros de obras na cidade de São Paulo.	30% em relação ao custo total.
Soibelman (1993)	Levantar as perdas de materiais, analisar as principais causas e propor a implantação de sistemas de controle de desperdícios em canteiros de obras.	A coleta de dados ocorria em duas fases denominadas VI (vistoria inicial) e VF (vistoria final). Entre estas datas Soibelman observou as perdas de materiais, qualitativa e quantitativamente, em cinco canteiros de obra na cidade de Porto Alegre.	Além de apresentar os índices de perdas e suas causas entre as datas VI e VF, o autor verificou que há um índice entre 5,06 e 11,62 a mais do que o previsto no orçamento da obra.
Hong Kong Politechnic (1993)	Estudar formas e métodos para redução da geração e volume final de resíduos.	A coleta de dados foi realizada por equipes de estudantes durante 9 meses em 32 canteiros de obras na cidade de Hong Kong. A ideia principal era comparar os materiais entregues nos canteiros de obras com os materiais previstos teoricamente.	A pesquisa constatou que o volume total de entulho por metro quadrado de obra foi de 0,10m ³ /m ² e identificou as causas destas perdas. Após esta constatação foi estimada a quantidade de resíduos provenientes da ICC para o ano e identificado o espaço necessário para deposição.
Santos (1995)	Intervir no sistema de movimentação e armazenamento de materiais. Porém a pesquisa avaliou as perdas de materiais dos serviços de alvenaria, chapisco e emboço.	Utilizou a mesma metodologia de Soibelman e verificou também a logística do canteiro em relação à ocorrência de perdas e ganho de produtividade. Santos avaliou o entulho gerado por 2 pedreiros em 2 apartamentos e fez	A pesquisa mostrou as principais causas e justificativas para ocorrência do índice de perdas apresentados, entre elas o autor citou: falta de compatibilidade entre projetos, logística inadequada para depósito do cimento, depósitos

		uma projeção para área estudada no período. A pesquisa foi realizada em Porto Alegre	de tijolos inadequados.
Enshassi (1996)	Avaliar as perdas e suas causas em canteiro de obras	Utilizou a mesma metodologia de Skoyles em 86 e seis canteiros de obras na Faixa de Gaza	O autor concluiu que as perdas diretas são maiores que as indiretas e que a perda real é maior que a perda usual, chegando em 136% no caso do tijolo à vista.
Lira (1997)	Detectar as causas e consequências das perdas qualitativas de materiais utilizados nos serviços de alvenaria	A pesquisa foi realizada em 15 obras até quatro pavimentos localizados em João Pessoa, PB. Primeiramente foram identificadas características da empresa e formas de combater as perdas de materiais, em segundo momento foi realizado o levantamento de materiais quanto a recebimento, estocagem, processamento e aplicação.	Observou a falta de consciência dos empresários em relação à ocorrência de perdas. Os canteiros de obra não possuíam formas de controle de quantidades solicitadas e entregues. As empresas pesquisadas não faziam estimativas de perdas. Não gerenciavam perdas.
Bogado (1998)	Analisar a produtividade de mão-de-obra e as perdas de materiais em edifício destinado a famílias de baixa renda	Primeiramente foi realizado o levantamento de materiais e mão-de-obra nos serviços de alvenaria e estrutura de concreto em uma edificação na cidade de Encarnación no Paraguai, em seguida foram feitas intervenções para melhorar o	As perdas detectadas pelo autor foram de 13% em tijolos cerâmicos, 15% em cimento e 10% em areia, além da perda usual. As intervenções realizadas foram: introdução de meio tijolo, para acertar a modulação e a melhoria no sistema

		desempenho. Na segunda etapa implantaram-se as propostas de minimização de desperdícios e aumento da produtividade e coletaram-se os dados novamente.	de transporte com a aquisição de melhores carrinhos de mão.
Macdonalds e Smithers / (1998)	Estudar a geração de entulhos em obras de dois pavimentos e subsolo	Foi realizado levantamento sobre as possibilidades de geração de entulhos assim como o potencial de reciclagem e reutilização deste entulho e sugestões de redução em um dos canteiros estudados. Em outro investigou-se apenas os entulhos gerados. A pesquisa foi realizada em Melbourne, Austrália.	O edifício monitorado, onde foram implantadas melhorias teve uma taxa de resíduos de 0,084 m ³ /m ² de obra e outro teve uma taxa de resíduos de 0,096 m ³ /m ² . O edifício monitorado teve uma taxa de desperdício 14,28% menor. Essas taxas de desperdícios são próximas às encontradas em Hong Kong.
John (2000)	Discutir a reciclagem de resíduos como materiais de construção bem como propor a sua utilização em novos produtos	Foi realizada a identificação e quantificação dos resíduos de construção civil para depois caracterizá-los quimicamente e transformá-los em agregados e utilizar na produção de concreto.	O autor caracterizou os resíduos de construção civil do ponto de vista químico, estrutural e seu impacto ambiental, somente desta forma se terá uma alternativa viável para o processo de reciclagem.

Fonte: Adaptado de Paliari (1999); John (2000)

Observa-se a preocupação da *Hong Kong Politechnic* frente a grande quantidade de resíduos gerados pela indústria da construção

civil e o pouco espaço de deposição destes resíduos naquela cidade, fazendo com que o gestor público se envolva com estas questões.

Segundo Anastácio (2003), a análise comparativa entre as pesquisas realizadas permite identificar um contexto diferenciado quanto a alguns aspectos, embora tenha havido um objetivo comum, que foi a mensuração das perdas de materiais e a identificação das suas causas e origens.

Segundo Oliveira (2001), a construção civil iniciou o seu ciclo como fonte geradora de resíduos na execução da obra e continua com as manutenções, reformas e adequações de uso e encerra na fase de desocupação e demolição. As obras de construção são projetadas para uma vida útil de cinquenta anos, após este período são submetidas a algum tipo de intervenção que gera grandes quantidades de resíduos (ANASTÁCIO, 2003).

A partir da revisão bibliográfica realizada por Paliari (1999), apresentada no Quadro 12, foram obtidos dados coletados de maneira padronizada ...”e uniforme, contemplando tanto a quantificação dos resíduos quanto os fatores presentes considerados potencialmente influenciadores na sua geração, permitindo a criação de um banco de dados...” (Souza et al., (1999), p. 40). A Tabela 2 compara os resultados quantitativos obtidos das pesquisas apresentadas no Quadro 12. Esses valores seguem os estudos realizados por Paliari em 1999.

Tabela 2 - Valores percentuais de perdas de materiais segundo diversas pesquisas

Material	Internacional		Nacional		
	Skoyles (1976)	Enshassi (1996)	Pinto (1989)	Soibelman (1993)	Santos (1995)
	Entulho	Entulho	Entulho + incorpora do	Entulho + incorpora do	Entulho + incorpora do

Concreto em infraestrutura	8,0				
Concreto em superestrutura	2,0				
Concreto em geral			1,5	12,9	
Aço	5,0	2,1	26,0	19,0	
Tijolos comuns	8,0	3,2			
Tijolos à vista	12,0	4,9			
Tijolos furados				50,0	5,4
Tijolos maciços				54,0	25,5
Tijolos estruturais vazados	5,0				
Tijolos estruturais maciços	10,0				
Blocos leves	9,0				
Blocos de concreto	7,0				
Componentes de vedação			13,0		
Madeira – tábuas	15,0				
Madeira – compensados	15,0				
Madeira em geral			47,5		
Rev. cerâmicos – paredes	3,0		9,5		
Rev. cerâmicos – pisos	3,0		7,5		

Fonte: Paliari (1999)

Observa-se nos dados apresentados por Paliari uma grande diferença entre as pesquisas nacionais e internacionais, o mesmo acontece entre as pesquisas realizadas por Soilbeman e Santos. A diferença entre os desperdícios de tijolos furados chega a ser maior que 800%. Isto pode ter ocorrido devido a fatores como o tamanho da amostra adotada por Soilbemann, maior que a adotada por Santos. A causa desta discrepância pode ser ocasionada porque o foco entre as duas pesquisas era distinto, enquanto o maior interesse de Soilbeman eram os desperdícios nos canteiros de obra, Santos tinha maior interesse na

logística da obra. A Tabela 3 apresenta a estimativa de entulho por unidade de serviço. Salienta-se que o percentual de entulho por m² foi calculado com base nos dados apresentados por Andrade, et.al 2001.

Tabela 3 - Estimativa de entulho por unidade de serviço

Material	QS/m ² (pisos)	Resíduo da Constr. civil / unidade de serviço	Resíduo da Constr. civil / m ² piso	Massa de Resíduo da Constr. civil / unidade de material	Massa de Resíduo da Constr. civil / m ² de piso	% de Resíduo da Constr. civil / m ²
Concreto usinado	0,18	0,014	0,0024 m ³	2200 kg/m ³	5,35	10,79%
Aço	18,0	0,077	1,386 Kg	1 kg/kg	1,39	2,80%
Blocos	1,6	0,130	0,2080 m ²	75 kg/m ²	15,6	31,45%
Argamassa – alvenaria	1,6	0,002	0,0028 m ³	1800 kg/m ³	5,07	10,22%
Arg. paredes e tetos	3,25	0,002	0,0074 m ³	1800 kg/m ³	13,34	26,90%
Argamassa Fachada	0,75	0,001	0,0004 m ³	1800 kg/m ³	0,73	1,47%
Argamassa contrapiso	1,0	0,001	0,0006 m ³	1900 kg/m ³	1,05	2,12%
Placas cerâm. fachada	0,75	0,130	0,0975 m ²	20 kg/m ²	1,95	3,93%
Placas cerâmicas piso	0,2	0,190	0,0380 m ²	20 kg/m ²	0,76	1,53%
Placas cerâm. paredes	1,0	0,130	0,1300 m ²	20 kg/m ²	2,60	5,24%
Gesso paredes	2,3	0,001	0,0012 m ³	1067 kg/m ³	1,23	2,48%
Gesso teto	1	0,001	0,0005 m ³	1067 kg/m ³	0,53	1,07%
Total (kg/m ²)					50,50	

Fonte: Andrade et. al (2001)

A variável “QS” corresponde à quantidade de serviço executado no período de coleta de dados. Para esta pesquisa a informação mais utilizada foi o percentual de entulho por metro quadrado, por identificar o serviço que mais gera entulho em canteiros de obra. A Tabela 4, procura identificar os entulhos gerados com os serviços a eles relacionados, segundo a lista de serviços que devem ser controlados, propostos pelo SiAC.

Tabela 4 - Materiais que mais produzem entulhos

Material	% de entulho /m ²	Serviços relacionados
Concreto usinado	10,79	Execução de fundação, Concretagem de peça estrutural
Aço	3,81	Montagem de armadura
Blocos	31,46	Execução de alvenaria estrutural, Execução de alvenaria não estrutural e de divisória leve
Argamassa – alvenaria	10,23	Execução de alvenaria estrutural, Execução de alvenaria não estrutural e de divisória leve
Argamassa paredes e tetos	26,91	Execução de revestimento interno de área seca, incluindo produção de argamassa em obra, quando aplicável
Argamassa Fachada	1,47	Execução de revestimento externo
Argamassa contrapiso	2,12	Execução de contrapiso, Execução de revestimento de piso externo, Execução de revestimento de piso interno de área seca, Execução de revestimento de piso interno de área úmida
Placas cerâm. fachada	3,93	Execução de revestimento externo
Placas cerâmicas piso	1,53	Execução de revestimento interno de área úmida
Placas cerâm. paredes	5,24	Execução de revestimento interno de área úmida
Gesso paredes	3,29	Execução de revestimento interno de área seca, incluindo produção de argamassa em obra, quando aplicável
Gesso teto	1,07	Execução de forro

Fonte: Adaptado de Andrade, 2001 e PBQP-H, 2008

Observa-se que os serviços de execução de fundação; execução de fôrma; execução de impermeabilização; execução de cobertura em telhado (estrutura e telhamento); colocação de batente e porta; colocação de janela; execução de pintura interna; execução de pintura externa; execução de instalação elétrica; execução de instalação hidro sanitária; colocação de bancada, louça e metal sanitário, não foram relacionados na Tabela 4. Porém, vale ressaltar que a correção do serviço de instalação hidro sanitária é responsável por 39,51% dos custos dos defeitos que ocorrem na ICCSE (PALIARI, 1999).

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO

O objetivo deste capítulo foi conceituar primeiramente o estado de direito para melhor entender os direitos sociais de um cidadão brasileiro e o direito básico de qualquer cidadão que é o direito à moradia. Buscou-se também apresentar conceitos sobre a ICCSE, qualidade e resíduos de construção civil. Ao final do capítulo conseguiu-se apontar quais processos construtivos são os que mais geram resíduos de construção. A partir destes processos será realizado o estudo com o intuito de mostrar os fatores de produção que mais contribuem para geração destes resíduos.

CAPITULO 3 – MÉTODO PROPOSTO

O Capítulo 2 apresentou o encaminhamento teórico-conceitual para construção do conhecimento necessário para aplicação na pesquisa de campo. Neste Capítulo será apresentado o método da pesquisa, a estratégia utilizada, o delineamento da pesquisa e a descrição das etapas envolvidas para construção desta tese.

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

Segundo John (2000) as atividades de uma pesquisa dificilmente seguem uma lógica sequencial e linear, novas descobertas exigem que etapas anteriores sejam novamente estudadas e inseridas à pesquisa por meio de processos interativos. As pesquisas de P&D desenvolvem novas metodologias que devem ser adequadas às novas condições a serem trabalhadas.

Toda pesquisa científica se constitui em um sistema organizado de informações sobre objetos, sejam eles do cotidiano ou não, na tentativa de justificar e aperfeiçoar a habilidade humana em conhecer a realidade. Ela existe como produto e como estratégia de conhecimento, pois ao mesmo tempo em que possibilita distinguir o essencial do transitório, o geral do particular, aprimora os instrumentos da racionalidade (ANDRADE, 2002).

Em seu delineamento esta pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório, pois segundo Tripodi, Fellin e Meyer (1981, p. 64), estudos exploratórios “têm a principal finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias a fim de fornecer hipóteses

pesquisáveis para estudos posteriores”. Caracteriza-se quanto à fonte de pesquisa como secundária, no momento em que fez o encaminhamento teórico conceitual.

Os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação entre as variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais (Lakatos, 1991).

Para atingir os objetivos desta pesquisa apresenta-se no Quadro 13 os métodos utilizados para sua elaboração.

Quadro 13 - Metodologia da pesquisa

Objetivo	Metodologia	Resultados
Identificar, por meio de revisão bibliográfica, os principais processos e tipos de resíduos gerados por empresas de construção civil	Realizar pesquisa bibliográfica e bibliométrica em livros, teses, dissertações e artigos científicos.	Construir o conhecimento acerca do tema abordado na pesquisa, bem como identificar a evolução dos estudos sobre o assunto.
Avaliar a geração de Resíduo da Construção Civil no município de Criciúma, pela quantidade e composição	Realizar pesquisa de campo nas três maiores empresas de construção civil, da cidade de Criciúma, com objetivo de identificar e quantificar o resíduo gerado e suas causas.	Obter dados para realizar estudo estatístico relacionando os fatores de produção e a geração de resíduo.
Determinar, por planejamento experimental estatístico os fatores de produção associados a cada etapa da obra, identificando o tipo e quantidade de resíduo gerado	Analisar estatisticamente os dados obtidos pelo planejamento experimental estatístico por análise de variância.	Identificar fatores de produção que mais promovem a geração de resíduos nas obras de construção civil.
Realizar uma análise crítica dos resultados obtidos, e propor soluções.	Estudar as causas que promovem a maior geração de resíduos.	Verificar as causas que mais promovem a geração de resíduos e propor soluções para minimiza-las.

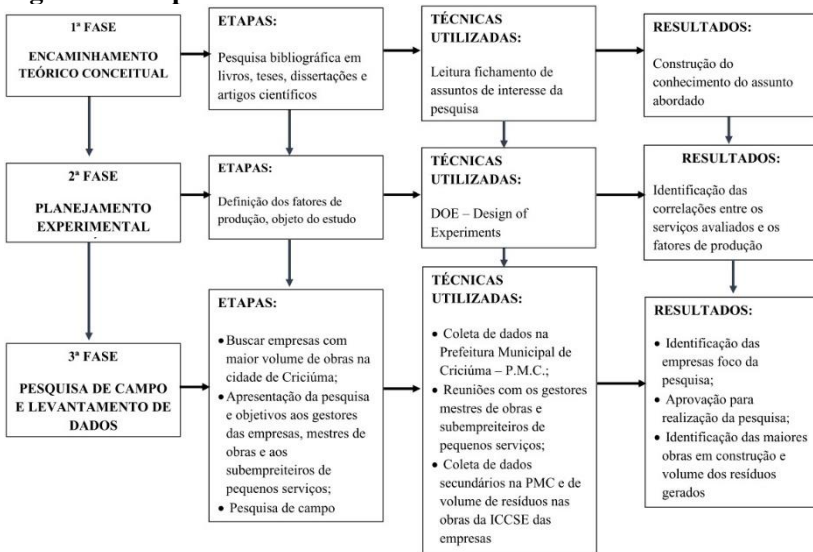
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O Quadro 13 apresentou os objetivos específicos da tese, a metodologia e os resultados alcançados que serão apresentados no próximo capítulo. O método de pesquisa não espera a solução para as questões, mas procura, de acordo com Barros e Lefheld (2000), um modo de encontrar respostas para a pesquisa, busca por uma forma, ou por um caminho para chegar à solução dos problemas formulados.

3.1.1. Revisão bibliográfica e bibliometria

A Figura 5 apresenta as fases da metodologia aplicada, as etapas do estudo que buscam atender às solicitações metodológicas e as técnicas utilizadas. Salienta-se que as fases, etapas e técnicas utilizados contribuíram sobremaneira para que se conseguisse alcançar resultados desejados que serão apresentados no Capítulo 4.

Figura 5 - Etapas de estudo



Fonte: Adaptado de Guimarães Filho (2003)

A fases da pesquisa orientaram de forma planejada as ações maiores para se atingir os objetivos propostos.

3.1.2 Revisão bibliográfica: encaminhamento teórico conceitual

Para atender à necessidade de construir o conhecimento sólido e consistente foi realizado um encaminhamento teórico conceitual, por meio de revisão bibliográfica em livros, teses, dissertações, artigos científicos e trabalhos acadêmicos, com objetivo de abordá-los com propriedade e segurança nesta tese. A revisão bibliográfica, apresentada no Capítulo 2, permitiu ao pesquisador realizar uma abordagem cronológica, dos conceitos e trabalhos elaborados, sobre a indústria da construção civil, qualidade e sistemas da qualidade, resíduos sólidos, resíduos de construção civil e sistemas enxutos de produção. Foi possível também comparar a quantidade de resíduos gerados pela indústria da construção civil no Brasil, Estados Unidos e Europa.

No Brasil foram identificados os processos, de construção civil, que mais geram resíduos nas obras da ICCSE. Estas informações foram utilizadas na pesquisa de campo, para quantificar a geração de resíduos associados aos fatores de produção propostos por Ishikawa, 1995, nas obras da cidade de Criciúma.

Para construção da bibliometria, cujo objetivo é medir a publicação realizada sobre determinado assunto, de interesse do pesquisador, bem como verificar os indicadores e a evolução da informação, foram utilizados os seguintes, sites de pesquisa: <http://www.sciencedirect.com/>, www.scopus.com, <http://www.scielo.org/php/index.php>,

<http://bancodeteses.capes.gov.br/banco-teses/>. O objetivo da bibliometria é avaliar os resíduos gerados por empresas de construção civil em nível internacional e nacional, bem como os fatores de produção que promovem a geração destes resíduos.

3.1.3 Planejamento experimental estatístico

Kaoru Ishikawa em 1982 sistematizou uma ferramenta para identificar as causas de um processo produtivo, o “diagrama de causa e efeito”, também conhecido como “diagrama de Ishikawa” ou “diagrama espinha de peixe” ou “diagrama 6M’s”. O diagrama de Ishikawa é uma ferramenta extremamente útil para apresentar relação existente entre o resultado de um processo, e as causas que tecnicamente possam afetá-lo. O diagrama de Ishikawa sugere seis famílias de causas, que influenciam diretamente nos resultados de um processo. O Quadro 14 apresenta as famílias propostas por Ishikawa.

Quadro 14 - Famílias de causas do diagrama de Ishikawa

Família	Descrição
Medida	São as causas que envolvem a calibração dos instrumentos de medida, o acompanhamento dos indicadores, a metodologia de coleta e análise dos dados e as variações dos resultados
Meio ambiente	São as causas que envolvem o meio ambiente e suas variações e o ambiente de trabalho (layout, dimensionamento inadequado das máquinas e equipamentos, entre outros)
Máquinas	São as causas que envolvem as máquinas que estão em operação
Mão-de-obra	São as causas que envolvem os operadores e suas atitudes (pressa, imprudência, indecisão, entre outros)
Método	São as causas que envolvem o método de trabalho e seu procedimento
Matéria-prima	São as causas relacionadas com a matéria-prima que é utilizado no ambiente de trabalho

Fonte: Adaptado de Ishikawa

Entre estas causas estudou-se as que mais contribuem para geração de resíduo na ICCSE, bem como as que são apontadas como as

que devem ser monitoradas, dentro dos vinte e cinco processos propostos pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). O PBQP-H em suas Seções 6, 7 e 8 propõe o gerenciamento e a monitoração dos requisitos de recursos humanos, materiais e medições e métodos respectivamente.

Por meio de pesquisa bibliográfica, observou-se que entre os vinte e cinco processos que devem ser controlados pelo PBQP-H, os maiores geradores de resíduo são os processos de aplicação de revestimento de reboco e assentamento de blocos cerâmicos.

Desta forma, este trabalho, aliando as causas de um processo propostas por Ishikawa e as diretrizes do PBQP-H estudou as influências das causas: método, matéria-prima e mão-de-obra, na geração de resíduos nos processos de aplicação de revestimento de reboco e assentamento de blocos cerâmicos. Para efeitos de pesquisa avaliou-se o revestimento de reboco interno e externo, em áreas secas e úmidas com dois tipos de argamassa, uma com controle industrial, considerada positiva, e outra, semi industrializada, com adição de cimento no canteiro de obra, considerada negativa. Os blocos cerâmicos, bem como a mão-de-obra foram avaliados, quanto a sua qualidade, pelos mestres de obra e engenheiros das empresas participantes da pesquisa.

O Quadro 15 apresenta a instrumento de coleta de dados utilizado na pesquisa de campo.

Quadro 15 - Planilha de coleta de dados

CONSTRUTORA						Data:	
Nome da Edificação						Área (m ²)	
Endereço							
Cidade:						Estado:	
Possui algum tipo de certificação:		Sim		Não			
Qual	Sistemas de gestão da qualidade - ISO 9001						
	Sistemas de gestão ambiental - ISO 14001						
	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H						
	Sistemas de gestão da saúde e segurança do trabalhador - OHSAS 18001						
	Sistemas de gestão da segurança do alimento - ISO 22000						
Sistema de gestão da qualidade não certificado							
Serviço avaliado							
Fator de produção em estudo (Avaliação = +1 ou -1)		Mão-de-obra		Matéria-prima		Método	
Nome do profissional							

Quant. de Serviço (m ² ou m ³)	Área da peça /pavimento (m ²)	Retirado (Baldes)	Volume/Peso do resíduo										Data da coleta	
			Peso (kg)											Tara (kg)

Fonte: Instrumento de coleta de dados

A partir da decisão de pesquisar os três fatores de produção com influência direta na geração de problema utilizou-se o instrumento de coleta de dados apresentado no Quadro 15. Observa-se no instrumento os seguintes registros que são extremamente importantes para análise da pesquisa:

a) construtora – identificação da construtora participante da pesquisa, vale salientar que as construtoras que fizeram parte da pesquisa foram as três maiores da cidade de Criciúma;

b) data – dia do início da pesquisa;

c) nome da edificação – nome do edifício pesquisado;

d) área – área total da edificação;

e) cidade – nome da cidade onde a edificação está localizada;

f) estado – estado ao qual pertence a cidade;

g) possui algum tipo de certificação – identifica a construtora ou obra certificada em programas da qualidade. A partir dessa

informação foi possível classificar o trabalhador como tendo conhecimento do método, pois as empresas certificadas devem ter o procedimento operacional implantado;

h) serviço avaliado – identificação do serviço analisado;

i) fator de produção – avalia-se o fator de produção que irá ser avaliado bem como se estabelece uma nota para o funcionário em acordo com o mestre de obras e engenheiro responsável técnico da obra;

j) nome do profissional – nome do funcionário responsável pelo serviço;

k) quantidade de serviço (m^2 ou m^3) – aponta-se aqui a quantidade de serviço que foi realizada durante o período da coleta de dados;

l) área da peça ou pavimento (m^2 ou m^3) – área do apartamento ou peça onde foi realizado o serviço;

m) volume/peso do resíduo – identificou-se neste item a quantidade de baldes, de vinte litros, retirado de resíduo da obra, o peso de cada balde, e o peso de cada balde vazio;

n) data da coleta – dia em que se coletaram os dados.

Todos estes dados foram coletados, entre os meses de janeiro a maio de 2106, e utilizados quando se realizou a análise dos resultados.

A partir do levantamento em campo, foram identificados os dois tipos de resíduos (materiais) gerados nas empresas pesquisadas, e dos serviços constantes do SiAC a eles associados, foi utilizado planejamento experimental estatístico (DoE) tipo fatorial completo ou fracionado para determinar qual tipo de serviço é o maior gerador de resíduos por tipo e quantidade.

Segundo Montgomery e Runger (2010), em análise estatística uma série de conceitos e notações deve ser empregada. Os fatores são as variáveis em estudo. Os níveis são os valores dados aos fatores. Tratamentos são as combinações dos fatores com todos os seus níveis. Variável de resposta é a propriedade ou o fenômeno que está sendo analisado, neste caso, o serviço associado ao SiAC que pode ou não gerar resíduo. Erro experimental é a variação ou flutuação de uma observação ou medida; é uma variável aleatória e não controlável.

Quando uma determinada propriedade é medida, e quando dados são coletados, há sempre uma variação de valores. Uma propriedade medida nunca é absoluta, é inerente a toda medição uma variação em torno de um valor central. Esta flutuação é devida a fatores não controláveis e inevitáveis, chamados de erros experimentais (MONTGOMERY e RUNGER, 2010).

No presente trabalho optou-se por um projeto fatorial do tipo 2^k , três fatores analisados variados em dois níveis cada, formando um planejamento fatorial completo. Para os dois principais tipos de resíduos gerados nos canteiros de obras e determinados na etapa de levantamento em campo, foram associados os serviços segundo o PBQP-H, que mais geram estes resíduos. Estes serviços foram considerados os fatores principais, para cada tipo de resíduo, sendo seus níveis: a não execução (-1), execução parcial (0) ou completa execução do serviço (+1), segundo o PBQP-H. O objetivo desta etapa foi mapear os processos que devem ser controlados segundo o PBQP-H.

Assim, a Tabela 5, apresenta a matriz que estabelece a relação entre resíduo gerado e qualidade do serviço prestado.

Tabela 5 - Matriz de serviços x fatores de produção

Qualidade/linha	Fatores de produção		
	Mão-de-obra	Método	Matéria-prima
F1	-	-	-
F2	-	-	+
F3	-	+	-
F4	-	+	+
F5	+	-	-
F6	+	-	+
F7	+	+	-
F8	+	+	+

Fonte: Matriz ANOVA

A Tabela 5 apresentou as possíveis variações para os fatores de produção. Para o fator de produção “mão-de-obra” a avaliação positiva “+” ou negativa “-” foi estimada pelos profissionais das construtoras pesquisadas: mestre de obras e o corpo técnico de engenheiros. Para o fator de produção “método” a avaliação foi realizada em função da certificação da construtora, se a construtora é certificada pelo PBQP-H, considerou-se “+” senão, considerou-se “-”. Para o fator de produção “material” a avaliação foi realizada de acordo com a qualidade percebida pelos profissionais que executam o processo, pedreiros, os mestres de obra e o corpo técnico de engenheiros.

3.2 FORMATAÇÃO DOS DADOS

A seguir será apresentada a metodologia utilizada para formatação e análise dos dados qualitativos e quantitativos que foram coletadas durante a pesquisa.

3.2.1 Resíduos de construção – análise quantitativa

A tabulação dos dados coletados nos onze canteiros de obras das três maiores empresas de construção civil da cidade de

Criciúma, que estavam executando serviços de interesse da pesquisa, ou seja, a execução de alvenaria e revestimento de áreas secas e úmidas (reboco), foi realizada no aplicativo Microsoft Excel com o auxílio da ferramenta para análise de dados *Visual Basic for Application* (VBA), com a finalidade de inferir resultados qualitativos sobre a variável dependente (y), que é representada pela quantidade de resíduo por metro quadrado de obra (kg/m^2), a partir de estudos quantitativos.

A existência de correlação entre o número de repetições e a quantidade de resíduos gerados foi avaliada por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson. A investigação do quanto a repetição da atividade explica a geração de resíduos foi realizada por meio do cálculo da equação de regressão linear simples e do coeficiente de determinação. A avaliação da significância estatística dos modelos de regressões foi avaliada por meio da aplicação do teste ANOVA e a avaliação da significância estatística dos coeficientes angular e linear foram avaliadas por meio da aplicação do teste *t de Student*.

Os resultados que serão apresentados, no Capítulo 4, para as análises de regressões lineares foram classificados em seis grupos para o r^2 ajustado: nula, fraca, média, forte, fortíssima e perfeita, conforme pode ser observado no Quadro 17.

Quadro 16 - Classificação do coeficiente de correlação

Coefficiente	Correlação
$r = 0$	Nula
$0 < r \leq 0,30$	Fraca
$0,30 < r \leq 0,70$	Média
$0,70 < r \leq 0,90$	Forte
$0,90 < r \leq 0,99$	Fortíssima
$R = 1$	Perfeita

Fonte: Coutinho et.al. (2012)

O Quadro 17 mostra que quanto maior for o coeficiente de correlação, mais próximo de um, maior será a relação da variável independente x , sobre a variável dependente y . O Quadro 18 apresenta a classificação do coeficiente de correlação ajustado

Quadro 17 - Classificação do coeficiente de determinação ajustado

Coeficiente de determinação	Coeficiente de determinação ajustado (r^2_{ajustado})
$r^2_{\text{ajustado}} = 0$	Nula
$0 < r^2_{\text{ajustado}} \leq 0,09$	Fraca
$0,09 < r^2_{\text{ajustado}} \leq 0,49$	Média
$0,49 < r^2_{\text{ajustado}} \leq 0,81$	Forte
$0,81 < r^2_{\text{ajustado}} \leq 0,9801$	Fortíssima
$0,9801 < r^2_{\text{ajustado}} \leq 1$	Perfeita

Fonte: Coutinho et.al. (2012)

Para verificar a coerência e a lógica entre as variáveis explicativas e a variável explicada, geração de resíduo por área construída, utilizou-se o coeficiente de determinação r^2 , o coeficiente de determinação ajustado r^2_{ajustado} , e a análise de sensibilidade. O Quadro 18 mostra a inter-relação entre o coeficiente de correlação e o coeficiente de correlação ajustado.

O valor de r^2 mede a variabilidade da função linear nas várias observações efetuadas para a variável y , por meio da equação de regressão pelas variáveis x_1, x_2, \dots, x_k . Não se pode afirmar que o r^2 significa obrigatoriamente que o modelo de regressão seja considerado bom. A adição de uma variável ao modelo sempre irá promover uma mudança no valor de r^2 , independente de sua proximidade ou não do modelo proposto, do ponto de vista estatístico. Segundo Coutinho (2012, p. 248) “importante ressaltar que essa é a medida que expressa o poder de prever a variação da variável dependente y , quando se utilizam as variáveis x adotadas na construção do modelo”.

Segundo Devore (2011) o coeficiente de determinação ajustado ajusta de modo crescente a proporção da variação não-explicada, o que resulta em $r^2_{\text{ajustado}} < r^2$, isso se deve pela adição de uma variável no modelo, a razão $(n-1)/(n-k-1)$ será maior que um.

O modelo estatístico serviu de base para avaliar os dados coletados durante a pesquisa de campo. Para efeitos de pesquisa considerou-se o resíduo que é retirado da obra, aquele que fica agregado à obra não foi considerado.

Por meio da pesagem dos resíduos sólidos da construção civil em baldes de 20 litros, procurou-se identificar se existe alguma relação entre a geração de resíduos e os fatores de produção, mão-de-obra, método e matéria-prima.

A partir desta premissa elaborou-se uma planilha para análise dos dados que foram coletados, conforme modelo apresentado no Quadro 15. O Quadro 19 será utilizado no Capítulo 4 apresentar os dados coletados nos canteiros de obra, bem como os cálculos necessários para análise quantitativa.

Quadro 18 - Resultado da coleta de dados

Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação											
Edifício:		Nome da edificação											
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro								Fator em estudo:		Mão de Obra	
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria								Nível do fator			
Área do Serviço (m ²):	Área da Peça (m ²):	Baldes de Resíduos Retirados: Quantidade:	Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):						Peso Total do Resíduo (Kg):	Tara	Resíduo / área serviço (kg/m ²)	Data da coleta	Observações:
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)													
Somatório da área de serviço executado (m ²)													
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m ²)													
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m ² /h)													
Desvio padrão de resíduos / área de serviço													

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Primeiramente faz-se a identificação da obra e a construtora ou incorporadora responsável pela edificação. Durante a coleta de dados foram encontradas duas obras sob regime de

subempreitada global, de mão de obra. Subempreitada global, de mão de obra, acontece quando a construtora ou incorporadora terceiriza todos os serviços, no caso de mão de obra, ou toda a obra para uma empresa especializada.

Porém, nas demais obras pesquisadas, em número de nove, os subempreiteiros terceirizavam os serviços diretamente com a construtora. Este tipo de fornecedor de mão-de-obra é conhecido como subempreiteiro de serviços específicos ou subempreiteiros de pequenos serviços. Os subempreiteiros de serviços específicos terceirizam partes da obra, como: execução de alvenaria, reboco, assentamento de cerâmica, serviços de instalações elétricas e hidro sanitárias, entre outros.

Depois de caracterizar a construtora/incorporadora, procurou-se identificar o subempreiteiro, o fator de estudo avaliado, qualificando o fator como positivo “+1” ou negativo “-1” de acordo com: a habilidade e qualidade do serviço prestado pelo subempreiteiro, a implantação ou não de método de trabalho e por fim com a qualidade da matéria-prima. Vale salientar que a qualificação para estes três fatores de produção foi realizada com auxílio da equipe técnica da obra, na maioria dos casos o mestre de obras e o engenheiro. Para a qualificação da matéria-prima utilizou-se também a avaliação do pedreiro responsável pela execução do serviço.

Analisando o Quadro 19, supondo-se que a Construtora/Incorporadora seja a “Construtora B” o “Fator de estudo avaliado” a “mão-de-obra” e a qualificação tenha sido “+1”, pode-se observar que a quantidade média de resíduo gerado por este profissional para cada m² de obra produzido. Este resultado é obtido dividindo-se o “Peso total” em (kg) de resíduo gerado pela “área do serviço” em m².

A “área do serviço”, está relacionada ao serviço que foi executado pelo subempreiteiro medida com trena eletrônica, a medição era sempre acompanhada de um funcionário da obra, que auxiliava em todas as informações necessárias à pesquisa. A área da peça corresponde à área do piso de um apartamento ou de uma peça, onde o serviço estava sendo executado, essa área foi obtida no projeto arquitetônico

O equipamento utilizado para pesagem dos resíduos foi uma balança de gancho, portátil eletrônica de alta precisão com capacidade de 50 kg. O peso unitário do resíduo foi calculado descontando-se a tara, que é o peso do balde, utilizado para realização da pesagem. Em cada medição somava-se o peso total do resíduo.

Para se calcular o resíduo gerado/área do serviço em cada medição divide-se o peso total do resíduo pelo total da área do serviço. A média do resíduo gerado é calculada entre o somatório do peso total do resíduo dividido pelo somatório da área do serviço.

A produtividade foi obtida, pelo pesquisador, diretamente com a equipe técnica das empresas A, B e C. Este cálculo era realizado pelas Construtoras, por meio das medições que eram efetuadas mensalmente pelos engenheiros e mestres de obras, durante o período de realização da pesquisa. Para calcular a produtividade dividiu-se a medição total da área do serviço, pelas horas trabalhadas. O desvio padrão foi calculado sobre a média dos dados do peso dos resíduos coletado por metro quadrado de serviço executado.

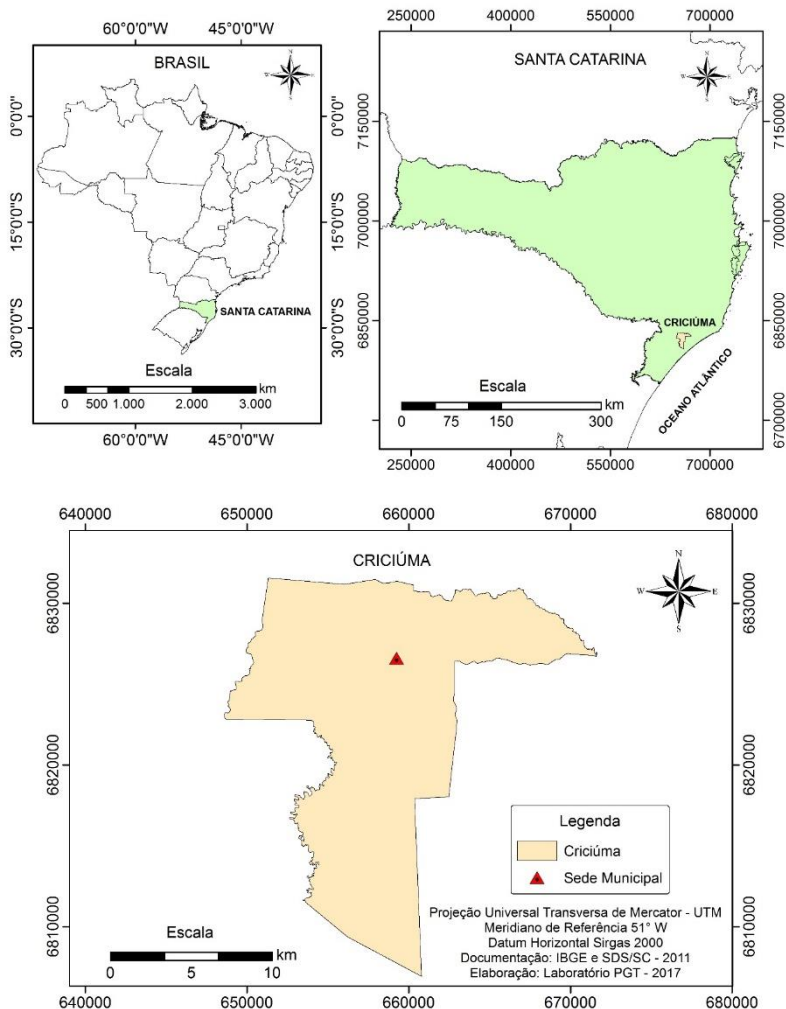
3.3 MUNICÍPIO PESQUISADO

O município de Criciúma, local onde realizou-se a pesquisa, está situado no estado de Santa Catarina, Sul do Brasil, na mesorregião do Sul Catarinense, microrregião da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC). Segundo as estatísticas do IBGE de 2016, a população estimada da Cidade é de 209.153 habitantes, quinta maior do estado e mais populosa da região sul. A cidade possui uma extensão territorial de 235,70 km² e densidade de 889,37 hab/km².

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da cidade é de 0.788 em 2010, está em 76º no Brasil, e 20º melhor avaliado em Santa Catarina. Criciúma, está em 8º lugar no número de empresas atuantes no estado. É considerada polo industrial em diversos setores produtivos, entre eles pode-se citar: a confecção, embalagens e descartáveis, setor metal mecânico, extração de carvão mineral, material gráfico, construção civil e as maiores redes de supermercados do estado. (IBGE, 2016)

A Figura 6, apresenta o mapa de localização do município de Criciúma.

Figura 6 - Mapa de localização de Criciúma



Fonte: Laboratório PGT – UNESC, 2017

Criciúma é uma das cidades no Estado de Santa Catarina que cresce todos os anos no mercado da construção civil, devido a qualidade no acabamento das obras executadas pelas empresas da cidade. Porém acredita-se que toda essa potencialidade tem reflexo de um

trabalho que começou há 25 anos, quando empresários se organizaram para formar uma entidade que defendesse os interesses do setor. (SINDUSCON, 2016)

A história apresentada, no site do Sinduscon, conta que no início, outubro de 1984, era apenas uma associação, onde se discutia os rumos do mercado, em 1987 tornou-se sindicato e com representatividade oficial. Atualmente o Sinduscon - Sindicato das Indústrias da Construção Civil e do Mobiliário de Criciúma e Região, possui mais 34 empresas associadas que atuam nas Regiões Carbonífera e de Araranguá e que empregam aproximadamente três mil profissionais.

A construção civil da região da AMREC é muito forte e representativa, quando comparada as demais regiões do estado, principalmente no que tange a ICCSE. Muitas empresas da região, além dos empreendimentos locais, constroem também em outras cidades, como Porto Alegre, Florianópolis, Tubarão, Içara, entre outras.

3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE CAPÍTULO

Este capítulo apresentou a metodologia da pesquisa adotada nesta tese e descreveu os objetos de estudos de caso. Procurou-se apresentar também o instrumento da pesquisa a forma de coleta de dados e a caracterização do município pesquisado. No próximo capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa de forma qualitativa e quantitativa, e as principais discussões sobre o assunto abordado.

CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No Capítulo 3 discutiu-se o método da pesquisa, a estratégia utilizada, o delineamento da pesquisa e a descrição das etapas envolvidas para construção deste trabalho. Além disso apresentou-se a relação entre as obras pesquisadas e o total de obras em execução na PMC com o objetivo de evidenciar a abrangência da pesquisa e o volume de resíduos gerados na cidade.

Neste Capítulo serão apresentados os resultados que foram encontrados durante a realização dos estudos de casos. Por meio de métodos estatísticos observou-se a influência dos fatores de produção, mão-de-obra, método e matéria-prima na geração de resíduos.

Por fim, serão apresentados os resultados das entrevistas realizadas nos canteiros de obras, para identificar a origem, experiência de vida, entre outros aspectos, dos trabalhadores da ICCSE, objetivando verificar se existe uma preocupação com a geração de resíduos por parte destes trabalhadores.

4.1 BIBLIOMETRIA – CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Para responder às questões de pesquisa, bem como elucidar os objetivos e construir o conhecimento necessário para o entendimento teórico da pesquisa, primeiramente buscou-se a pesquisa tradicional em livros, teses, dissertações, artigos científicos. Após este aprofundamento teórico foi realizada pesquisa bibliométrica com objetivo de medir o conhecimento que está sendo construído sobre resíduos de construção civil e a sua geração no Brasil e em todo o mundo.

A princípio, utilizou-se os termos “*building*” e “*waste*”, e foram encontradas 6600 (seis mil e seiscentas) publicações. A partir desses termos principais, foram inseridos um a um, outros quatro termos, de interesse da pesquisa: “*root causes*” atingindo 377 (trezentos e setenta e sete) resultados; “*ishikawa*” obtendo doze resultados; “*process control*” resultando em 1062 (mil e sessenta e duas) publicações; e “*generation of waste*” gerando 1205 (mil duzentos e cinco) resultados. Dentre esses, fez-se uma filtragem minuciosa por meio de áreas de conhecimento, palavras-chave e tipos de publicações e também por meio da leitura e análise dos resumos dos respectivos trabalhos.

Posteriormente, fez-se a aplicação de outras palavras-chave, sendo elas: “*root causes*”, “*ishikawa*”, “*generation of waste*” e “*process control*”, e em seguida, foram aplicados os filtros conforme apresentado no Quadro 20.

Quadro 19 - Filtro das palavras chave

Triagem	Eliminados	Total
Primeira pesquisa	-	6600
Aplicação de palavras-chave	3956	2644
Publicações fora do tema	2616	28

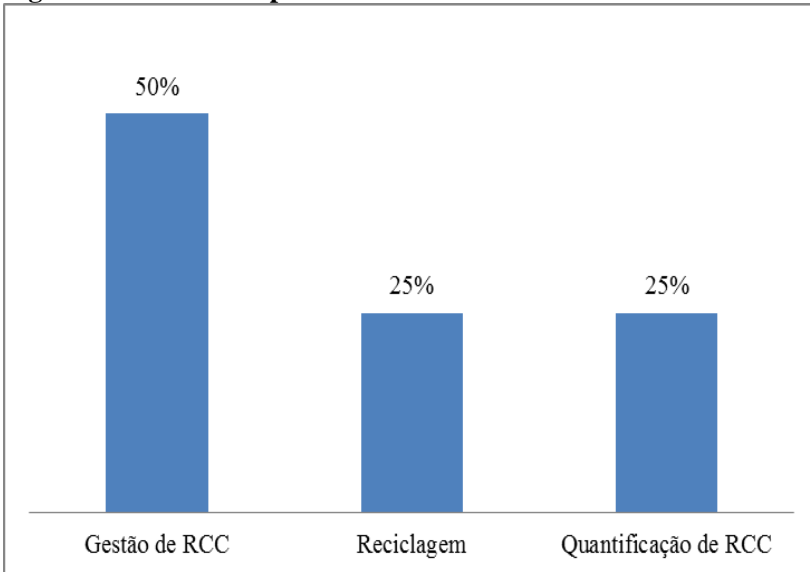
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Na posse dos 28 periódicos que tratam da amostra final do estudo, procurou-se identificar:

- Quais assuntos explorados pelas publicações,
- Quais as publicações com maior relevância,
- Quais os tipos de documento mais utilizados para publicação e;
- A evolução/crescimento das produções acerca do tema ao longo do tempo.

Quanto aos tópicos mais abordados, a gestão de RCC (resíduos de construção civil) é predominante, com 50% das publicações. E em seguida, destacam-se reciclagem e quantificação de RCC, com 25% cada. Conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 - Assuntos explorados



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A publicação de maior relevância, de acordo com a classificação das bases de dados, é “*Identification of waste types and their root cause in Green-Building Project Delivery Process*”, que identifica e classifica os tipos de resíduos de construção e suas principais causas raiz observadas na construção de projetos sustentáveis. No Quadro 21, podem-se observar as cinco publicações mais relevantes.

Quadro 20 - Principais títulos encontrados relacionados com a geração de resíduos

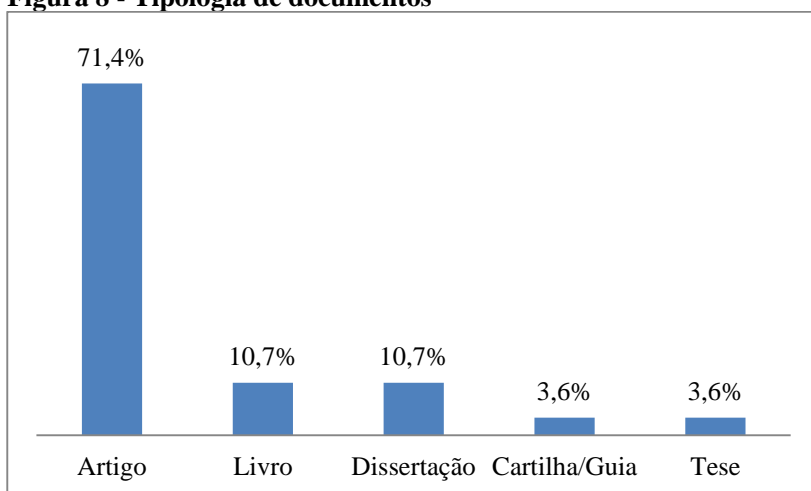
Título da publicação	Autor	Ano
<i>Identification of waste types and their root cause in Green-Building Project Delivery Process</i>	Senem Seyis, Esin Erge, Emilio Pizzi	2015

Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras	Patricia Pereira de Abreu Evangelista, Dayana Bastos Costa, Viviana Maria Zanta	2010
Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras	Joel Vieira Baptista Junior, Celso Romanel	2013
<i>On the effectiveness in implementing a waste management plan method in construction</i>	Vivian W.Y. Tam	2007
O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos	Luiz Carlos Brasil de Brito Mello, Sérgio Roberto Leusin de Amorim	2009

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Quanto aos tipos de documentos utilizados, predominam os artigos com 71,4% dos que foram analisados, seguidos de 10,7% de livros e também as dissertações. Por fim, estão cartilhas/guias e também as teses, ambos com 3,6%, como podem ser observados na Figura 8.

Figura 8 - Tipologia de documentos

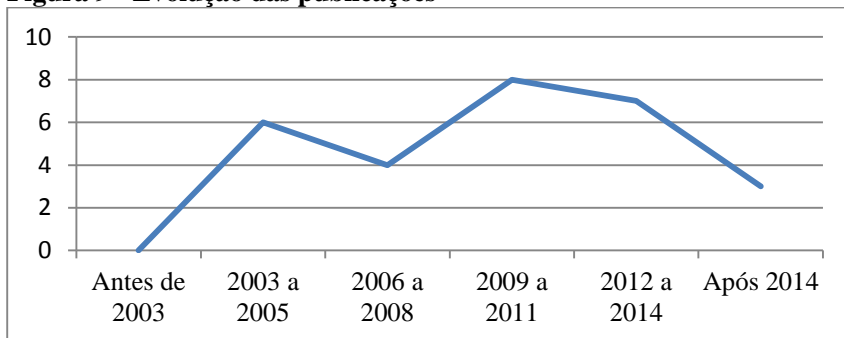


Fonte: Autor

A primeira publicação relacionada aos temas “building” e “waste”, a qual foi encontrada nessa base de dados, se deu no ano de 2003

e trata-se da busca por soluções aos depósitos irregulares de resíduos de construção civil em ruas e lotes públicos. A Figura 9 mostra a evolução das publicações ocorridas entre os anos 2003 e 2014

Figura 9 - Evolução das publicações



Fonte: elaborado pelo autor (2016)

Nota-se que o maior número de publicações ocorreu entre os anos de 2009 a 2011, com oito artigos relacionados, com a geração de resíduos de construção civil.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES DA PESQUISA DE CAMPO

Para participar da pesquisa procurou-se identificar as construtoras pertencentes à ICCSE que possuíam maior volume de obra em construção, que solicitaram alvará de construção no período de março de 2014 e fevereiro de 2015. Nesta fase, primeiramente, foram identificados na Prefeitura Municipal de Criciúma (PMC) a área total das obras em execução no município, e as empresas de construção civil com maior volume de obras.

A Tabela 6 apresenta o resumo dos alvarás de obras expedidos pela PMC no período de março de 2014 a fevereiro de 2015.

Tabela 6 - Alvarás expedidos pela PMC

Área por faixa	Área total por faixa (m ²)	Quantidade de obras por faixa	% Área	% Quantidade	Média Área/Quantidade
Até 200 m ²	63.944,24	762	18,65%	75,97%	83,92
De 201 até 400 m ²	34.861,76	123	10,17%	12,26%	283,43
De 401 até 600 m ²	18.487,88	38	5,39%	3,79%	486,52
De 601 até 800 m ²	14.485,83	22	4,22%	2,19%	658,45
De 801 até 1000 m ²	14.238,40	17	4,15%	1,69%	837,55
Acima de 1000 m ²	196.936,59	41	57,42%	4,09%	4.803,33
Total	342.954,70	1.003	100%	100%	343,99

Fonte: Prefeitura Municipal de Criciúma (2015)

Na coluna “Área por faixa” procurou-se identificar as obras que receberam licenciamento de construção na PMC, subdivididas por área licenciada para construção. Vale salientar que na coluna “Área por faixa” estão relacionadas com a área total do imóvel a ser executado.

Observa-se que apesar da grande quantidade de obras licenciadas na faixa de até 200 m², 762 obras, o percentual em relação a área total, 18,65%, é baixo. Por outro lado, pode-se perceber que apesar da pequena quantidade de obras licenciadas na faixa de “Acima de 1.000 m²”, 41 obras, o percentual em relação à área total é bastante significativo, 57,42%, em relação ao total. A pesquisa de campo foi realizada nas obras com área superior a 1.000 m², por estas representarem o percentual bastante significativo em relação às obras licenciadas para construção em Criciúma. A Tabela 7 apresenta a relação de obras acima de 801 m², cujos proprietários são pessoas jurídicas da ICCSE. As obras licenciadas até fevereiro de 2015 foram iniciadas até janeiro de 2016, época do início da pesquisa.

Tabela 7 - Relação de construtoras e áreas em construção

Pessoa Jurídica	Áreas (m ²)
Construtora A	29.187,98
Construtora B	36.760,01
Construtora C	45.202,92
Construtora D	28.711,82
Construtora E	5.566,26
ÁREA TOTAL	145.428,99

Fonte: Prefeitura Municipal de Criciúma (2015)

As edificações em execução pertencentes as três maiores construtoras totalizam 52,63% da área total das obras acima de 801 m² em execução na cidade, isto representa uma área total de 111.150,91 m². Considerando-se que o *modus operandi* é o mesmo nas construtoras, este volume de obras é bastante representativo no volume total de obras da cidade que é 342.954,70 m². A Tabela 8 apresenta o volume de obras das construtoras, objeto da pesquisa.

Tabela 8 – Empresas pesquisadas (três maiores construtoras em volume de licenciamento de obras)

Construtoras	Área de obras licenciadas (m ²)
A	29.187,98
B	36.760,01
C	45.202,92
ÁREA TOTAL	111.150,91
% EM RELAÇÃO A OBRAS DA ICCSE ACIMA DE 801 m²	52,63%

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A identificação das empresas com maiores volumes de obras, pertencentes à ICCSE, foi realizada por meio de pesquisa na Divisão de Planejamento Físico e Territorial (DPFT) da Prefeitura Municipal de Criciúma, a fim de apresentar aos gestores o objetivo e o instrumento da pesquisa. Na ocasião buscou-se também a identificação das obras onde os serviços de interesse do pesquisador estavam sendo

executados. Vale salientar que os serviços a serem pesquisados são, de acordo com a revisão bibliográfica, aqueles maiores geradores de resíduos em obras de construção civil do subsetor de edificações. Nesta etapa foram selecionadas, também, as empresas que adotam e não adotam o PBQP-H em suas obras.

De posse da anuência do corpo técnico das empresas, e identificação das obras objeto da pesquisa, foram realizadas reuniões, com os mestres de obras, para apresentar e discutir os objetivos, os instrumentos de pesquisa e os melhores horários para coleta de dados. Na pesquisa de campo foram realizadas visitas semanais às obras das três construtoras. A coleta dados ocorreu entre os meses de janeiro e junho de 2016 nas obras das três maiores construtoras da cidade de Criciúma.

O Quadro 21 apresenta o cronograma de coleta de dados nas obras das Construtoras que fizeram parte da pesquisa. Primeiramente testou-se o instrumento de pesquisa em uma obra da Construtora B e, posteriormente iniciou-se as visitas às obras das outras construtoras.

Quadro 21 - Coleta de dados e serviços avaliados

OBRAS	CONSTRUTORAS			
	A		B	
1	Início	Final		
	14/mar	20/mai		
	Serviço avaliado: reboco e execução de alvenaria			
2	Início	Final		
	13/abr	10/jun		
	Serviço avaliado: reboco e execução de alvenaria			
3			Início	Final
			11/jan	25/jan
	Descartado			
4			Início	Final
			11/jan	04/mar
	Serviço avaliado: reboco			
5			Início	Final
			11/jan	04/mai
	Serviço avaliado: reboco e execução de alvenaria			
6			Início	Final
			12/fev	10/mar
	Serviço avaliado: reboco e execução de alvenaria			
7			Início	Final
			25/fev	24/mai
	Serviço avaliado: reboco e execução de alvenaria			
8			Início	Final
			15/jan	23/mai
	Serviço avaliado: reboco e execução de alvenaria			
9			Início	Final
			12/fev	10/mar
	Serviço avaliado: reboco e execução de alvenaria			
10			Início	Final
			15/fev	22/fev
	Descartado			
11			Início	Final
			15/fev	22/fev
	Descartado			

Fonte: Coleta de dados da pesquisa

As coletas de dados foram realizadas semanalmente. Em muitos casos ocorreram duas ou mais vezes por semana dependendo dos serviços avaliados, dos funcionários avaliados, e a conclusão das etapas. As obras em que ocorreu a coleta de dados foram somente aquelas que possuíam um ou os dois serviços avaliados, reboco e execução de blocos cerâmicos, em andamento. Vale salientar que nas obras pesquisadas os pedreiros que executavam tais serviços eram subempreiteiros de pequenos serviços, contratados pelas construtoras e trabalhavam como tarefeiros, com os direitos trabalhistas e sociais pagos pela empresa. Somente a obra 7 era terceirizada por empreitada global. Este tipo de empreitada acontece quando a construtora, ou incorporadora, terceiriza toda a obra para um único subempreiteiro.

Nesta fase observaram-se alguns comportamentos, dos subempreiteiros, mestres de obras e engenheiros, que vale destacar:

a) com exceção das obras 2 e 11, todos os demais mestres de obras mostraram grande interesse na pesquisa;

b) todos os mestres de obras prontamente destacaram, com a permissão do engenheiro da obra, algum trabalhador, ajudante de obras, para acompanhar o pesquisador na pesagem dos resíduos, com exceção da obra 11;

c) a obra 1, por ser composta de dezesseis blocos, possuía em seu canteiro de obras um engenheiro residente, que durante a coleta de dados acompanhava o pesquisador e fazia a programação para coleta de dados;

d) o engenheiro, responsável técnico da obra 1, solicitou que fosse realizada a coleta de dados de resíduo gerado pelo reboco de

gesso, que não faz parte da pesquisa, porém coletou-se o dado, em algumas das visitas;

e) na obra 2 encontrou-se, inicialmente, uma forte resistência por parte do empreiteiro de execução de alvenaria, com preocupação de atrasar o serviço. Porém após conversa com o mestre de obras foi destacado um ajudante para auxiliar na pesagem dos resíduos;

f) as obras 3, 10 e 11, foram descartadas devido ao fato de que os serviços de reboco que estavam sendo executados eram muito pontuais, ficando dessa forma difícil comparar com as outras obras;

g) na obra 5 os subempreiteiros de reboco interno criaram uma espécie de disputa para ver quem gerava menos resíduo, algumas vezes ficavam além do período para deixar o menos de resíduo possível nos “cochos de argamassa”. Nesta mesma obra o subempreiteiro de execução de alvenaria dizia que caprichava muito quando ia cortar um tijolo para não inutilizar, pois o transporte até o local de trabalho dele, 7º 8º e 9º pavimento, era muito demorado, fazendo com ele ficasse parado;

Juntamente com a coleta de dados realizada para pesagem dos resíduos de execução de alvenaria e reboco foram identificados o perfil e a história de vida profissional dos trabalhadores, na função de pedreiro, na indústria da construção civil, subsetor edificações. Para tanto realizou-se uma entrevista com esses trabalhadores verificando, seus nomes, idade, profissão, escolaridade, sexo, procedência. Procurou-se também identificar os motivos que o levaram a trabalhar na ICCSE, quem foi seu primeiro mestre profissional, se era isso mesmo que eles queriam para trabalhar, o que eles pensam da quantidade de resíduo gerado, e por fim perguntou-se o que seria a cidade ideal para eles.

4.2 AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS

Os resultados que serão apresentados, para as análises de regressões lineares foram classificados em seis grupos para o r^2 ajustado: nula, fraca, média, forte, fortíssima e perfeita, conforme pode ser observado no Quadro 17 e 18.

Para entender as causas que mais influenciam na geração do resíduo na ICCSE, pesquisou-se individualmente três fatores de produção: mão-de-obra, matéria-prima e método, nos serviços de execução de alvenaria e reboco. Estes fatores de produção foram escolhidos a partir do estudo de Kaoru Ishikawa sobre as causas do processo, em consonância com as exigências do PBQP-H que propõe o gerenciamento e registro de dados destas causas.

O Quadro 22 apresenta os serviços pesquisados e as causas estudadas para identificar se existe ou não influencia na geração de resíduo nos processos.

Quadro 22 - Canteiros de obra pesquisados

Local da pesquisa de campo	Serviços pesquisados/Fator de produção (qualidade do fator)											
	Execução de alvenaria						Execução do reboco					
	Mão de obra		Método		Matéria prima		Mão de obra		Método		Matéria prima	
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Construtora A				x						x		
Construtora B		x					x	x	x		x	
Construtora C	x		x		x	x						x

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O quadro 22 mostrou os canteiros de obras das Construtoras A, B e C onde foram realizadas as pesquisa de campo. Pode-se observar que a Construtora B e C foram as que tiveram o maior número de canteiros de obra pesquisados, por serem empresas que não possuem o

PBQP-H implantado. A Construtora B, por possuir o PBQP-H foi considerada como a única construtora que tem um método de execução de serviços controlado. Foi possível verificar durante a pesquisa que há um interesse muito grande em manter o controle dos processos nos canteiros de obra, desta empresa.

A seguir serão descritos os resultados encontrados após a realização da análise descritiva simples, de correlação e regressão linear simples entre o número de vezes que os funcionários executaram as atividades de execução de alvenaria e reboco, bem como a geração de resíduo a partir dessas atividades.

4.2.1 Execução de alvenaria

A alvenaria é responsável pela delimitação dos espaços entre as peças de uma construção, bem como a divisão entre as unidades de apartamentos de um pavimento. Os tipos de alvenaria, mais utilizados pela ICCSE do Brasil, são: alvenaria estrutural e alvenaria de vedação. A principal diferença entre elas é que a alvenaria estrutural serve como estrutura da obra, e a alvenaria de vedação suporta apenas o seu peso próprio. A seguir serão apresentados os fatores de produção estudados na pesquisa.

4.2.1.1 Fator de produção: mão de obra

Em todas as obras pesquisadas a avaliação da qualidade do serviço prestado pelo subempreiteiro foi realizada pela equipe técnica da empresa, que era composta pelo engenheiro e mestre de obras. Avaliou-

se a mão de obra do serviço, execução de alvenaria, atribuindo sinais positivo (+) e negativo (-) dependendo da qualidade do serviço. Quando o serviço prestado pelo subempreiteiro era de melhor qualidade o fator em estudo recebia sinal “+”, caso contrário “-”.

a. Nível do fator: negativo

O Quadro 23 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de alvenaria por um profissional com a qualidade do fator de produção negativa (-1). O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras, foi de 25 de fevereiro a 24 de maio de 2016. A construtora, a qual este serviço pertencia era a Construtora “C”, que não possuía a certificação da qualidade.

Quadro 23 - Serviço execução de alvenaria com a qualidade do fator de produção mão de obra, com nível de fator negativo (-1)

Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação																
Edifício:		Nome da edificação																
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro				Fator de produção em estudo:		Mão de Obra										
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria				Nível do fator		-										
Área do Serviço (m²):	Área da Peça (m²):	Baldes de Resíduos Retirados:	Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):					Peso Total do Resíduo (Kg):	Tara	Resíduo / área serviço (kg/m²)	Data da coleta	Observações:						
		Quantidade:	19,70	19,70	19,80	17,30	19,60						18,50					
87,5	162,88	45	19,70	19,70	19,80	17,30	19,60	18,50	848,00	9,69	10/mar	Inicialmente as pesagens dos resíduos eram feitas semanalmente, para evitar o acúmulo de resíduo em um apartamento. Porém ao final do período de coleta de dados, nesta obra, o engenheiro permitiu que fosse realizada uma única pesagem para um apartamento						
			14,60	18,00	21,70	16,70	15,80	21,00										
			17,30	20,00	22,70	22,00	18,50	19,00										
			18,00	23,00	16,50	16,70	18,00	22,00										
			18,00	22,50	16,50	16,70	18,00	22,00										
			17,00	21,30	22,00	18,00	18,40	22,90										
			14,60	15,00	19,70	15,80	16,00	18,30										
			21,00	19,00	19,20													
			17,00	18,60	19,00	17,30	17,00	16,50										
			20,00	15,20	15,10	14,60	16,70	18,10										
99,85	162,88	47	17,30	18,20	18,90	15,50	16,30	17,40	854,90	8,56	17/mar							
			21,80	14,80	19,70	18,00	19,00	18,20										
			19,70	17,00	16,40	18,00	16,90	17,00										
			17,80	17,30	18,30	18,90	18,90	20,20										
			18,30	18,40	17,00	19,60	21,40	20,80										
			23,20	21,40	19,20	21,00	18,00											
			20,30	17,60	17,60	18,50	20,10	19,00										
			21,00	20,80	17,40	18,30	18,50	18,70										
			20,60	18,00	16,90	16,70	20,25	19,05										
			17,90	17,40	17,60	17,80	19,00	17,20										
134,90	162,88	60	18,30	18,20	16,90	16,80	18,30	19,50	1.214,19	9,00	28/mar							
			21,00	17,00	18,20	17,30	21,30	18,80										
			17,00	18,60	19,00	18,00	19,00	18,20										
			17,30	18,20	14,70	17,30	20,00	17,90										
			18,00	19,00	18,20	18,90	21,00	18,50										
			17,30	17,00	18,20	17,30	18,20	20,70										
			16,70	16,80	17,90	18,60	21,00	17,90										
			17,30	20,00	17,00	18,00	19,00	18,20										
			20,00	18,00	18,00	17,30	18,20	14,70										
			18,20	18,90	17,30	18,00	21,00	19,00										
52,45	162,88	27	22,30	17,00	16,70	18,60	16,00	15,70	474,40	9,04	01/abr							
			15,00	16,00	9,00													
			18,70	16,30	16,10	18,70	17,00	17,90										
			19,70	17,00	16,40	18,00	16,90	17,00										
			18,40	16,10	15,00	18,70	14,90	17,20										
			17,30	19,80	16,10	16,20	17,30	17,30										
			17,30	18,20	21,70	18,30	16,50	17,90										
			18,60	19,00	15,60	17,20	18,90	16,80										
			16,40	17,00	17,00	18,00	17,80	16,30										
			19,20	18,70	22,30	16,30	17,30	15,40										
187,35	162,88	95	17,40	19,00	17,30	17,30	18,60	21,30	1.652,11	8,82	27/abr							
			18,70	17,60	18,20	18,20	17,30	17,20										
			21,00	19,70	19,10	20,00	18,30	20,00										
			18,30	19,00	17,90	17,40	19,00	17,00										
			18,90	18,60	15,30	17,30	19,70	16,80										
			19,20	17,00	17,30	18,00	16,90	17,00										
			20,70	19,30	18,60	17,00	17,50	16,70										
			16,00	19,80	8,00													
			Somatório de peso de resíduo gerado (kg)										5.043,61					
			Somatório da área de serviço executado (m²)										562,05					
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)							8,97											
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m³/h)							3,60											
Desvio padrão de resíduos / área de serviço							0,37											

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

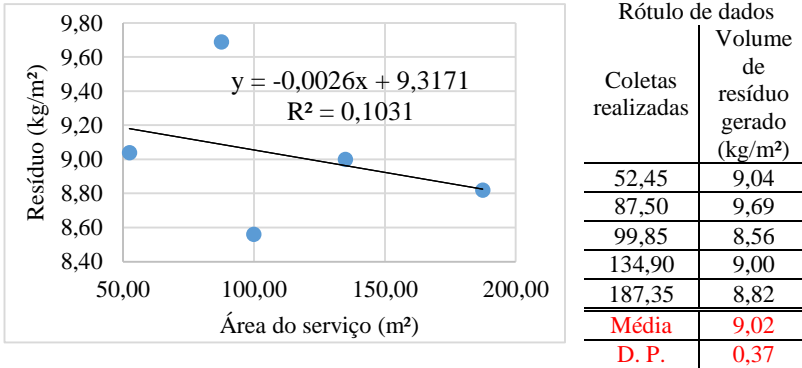
Observa-se no Quadro 23 que o volume de resíduo gerado pelo subempreiteiro e retirado da obra foi de 5.040,21 kg de resíduo em

uma área de 562,05 m² de execução de alvenaria. O valor médio da geração do resíduo foi de 8,97 kg/m².

A composição deste resíduo era de fragmentos de blocos cerâmicos e argamassa de assentamento. Vale salientar que a quantidade de resíduo apresentada no trabalho de Andrade et al, 2001 era de 15,6 kg/m² para este tipo de resíduo, muito além da quantidade observada nesta obra, que tem a qualidade da mão de obra avaliada como negativa. Isto se deve ao fato de que a pesquisa foi realizada na etapa de execução de alvenaria de paredes, e não foram considerados os serviços de pequeno porte, como: execução de *shafts*, execução de chaminés, execução de escadarias, execução de sacadas, ente outros, que produzem mais resíduos devido ao fato de serem serviços em pequenos locais e em pequenas quantidades. A pesquisa não levou em consideração, também, os resíduos gerados, pela quebra das paredes, para execução das instalações elétricas e hidro sanitárias, por não ser de interesse preeminente.

A Figura 10 mostra a correlação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, no caso em que a qualidade da mão de obra foi avaliada como negativa “-1”.

Figura 10 - Relação entre a área de alvenaria executada e o volume de resíduo gerado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (- 0,1031), mostra que para o serviço de execução de alvenaria, por um profissional, cuja qualidade do fator de produção foi avaliada como negativa, não existe uma relação linear entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida. Observa-se que a média de resíduo gerado por este profissional é de 9,02 kg/m² de execução de alvenaria e o desvio padrão (D.P.) é de 0,37. A Tabela 9 apresenta a análise estatística para o coeficiente de determinação “r²” e r²_{ajustado}.

Tabela 9 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estatística de regressão								
R múltiplo	0,321118216							
R-Quadrado	0,103116909							
R-quadrado ajustado	-0,195844121							
Erro padrão	0,457881416							
Observações	5							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	0,0723138	0,072314	0,344918	0,598279227			
Resíduo	3	0,6289662	0,209655					
Total	4	0,70128						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	9,317065798	0,5425406	17,17303	0,00043	7,590459451	11,04367214	7,590459451	11,04367214
Variável X 1	-0,002624907	0,0044695	-0,5873	0,598279	-0,016848763	0,011598949	-0,016848763	0,011598949

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os valores “ r^2 ” e o $r^2_{ajustado}$ foram respectivamente 0,10312, representando uma fraca correlação para o coeficiente de determinação, e -0,19584 evidenciando desta forma que existe uma correlação média para o $r^2_{ajustado}$, pois o valor ficou no intervalo $0,09 < r^2_{ajustado} \leq 0,49$, segundo Coutinho *et al.* (2012). Outro indicativo que este modelo não explica a variável y é o valor do fator de significação ser maior que 0,5.

Messeguer em 1991 apresentou como características da ICC o fato de esta apresentar produtos únicos com pouca ou nenhuma repetição e mão-de-obra de baixa qualificação. Acrescentadas a estas características, em 1993 Souza, registrou que a complexidade dos processos de produção dificulta seu controle. Amorim (1995) e Rocha, Lima Jr (1993), tentaram complementar a lista de Messeguer e Souza, quando mostraram em suas pesquisas que o uso de técnicas simples para organizações complexas eram também características da ICC que comprometiam a qualidade e a produtividade dos canteiros de obra. Por fim o SEBRAE em 2005 elaborou um perfil para construção civil e apresentou novas características para o setor como a existência de

diversos problemas quanto ao cumprimento de normas técnicas e padronização e pouca atualização nos aspectos tecnológicos e de gestão, quando comparados aos padrões dos países desenvolvidos. A partir destes fatos consegue-se mostrar o porquê de o modelo não ser explicado pela variável.

b. Nível do fator positivo

O Quadro 24 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de alvenaria por um profissional com a qualidade do fator de produção positivo. O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras, da Construtora B, foi de 11 de janeiro a 23 de março de 2016.

Quadro 24 - Serviço execução de alvenaria: fator de produção mão de obra, com nível de fator positivo (+1)

Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação														
Edifício:		Nome da edificação														
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro					Fator de produção em estudo:			Mão de Obra						
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria					Nível do fator			-						
Área do Serviço (m²)	Área da Peça (m²)	Resíduos retirados da obra		Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):					Peso Total do Resíduo (kg):	Tara (kg):	Resíduo /área serviço (kg/m²)	Data da Coleta:	Observações:			
		Quantidade														
110	48,50	16	18,20	19,00	20,00	21,00	22,00	22,00	332,35	0,55	3,02	21/jan	Blocos de cerâmica produzida na Cerâmica Felisbino, com dimensões de (19x19x9,5) cm. Nas paredes internas, desta obras, não era utilizada argamassa no sentido vertical da alvenaria, ou no topo do tijolo cerâmico.			
			24,00	22,00	20,00	19,00	24,00	20,00								
			21,15	20,00	20,00	20,00										
107	60,50	21	15,60	16,30	18,00	20,40	20,40	20,30	412,90	0,55	3,86	01/fev		Blocos de cerâmica produzida na Cerâmica Felisbino, com dimensões de (19x19x9,5) cm. Nas paredes internas, desta obras, não era utilizada argamassa no sentido vertical da alvenaria, ou no topo do tijolo cerâmico.		
			19,30	17,90	20,70	20,60	22,70	20,80								
			20,30	19,70	20,80	20,60	22,90	25,30								
107	60,50	24	21,40	21,00	13,20	20,30	21,00	18,80	485,60	0,55	4,54	05/fev			Blocos de cerâmica produzida na Cerâmica Felisbino, com dimensões de (19x19x9,5) cm. Nas paredes internas, desta obras, não era utilizada argamassa no sentido vertical da alvenaria, ou no topo do tijolo cerâmico.	
			17,60	20,80	19,10	20,40	17,80	18,80								
			22,20	19,60	22,20	22,80	21,70	17,60								
220	96,00	35	17,09	18,34	15,14	18,24	20,04	18,84	634,20	0,55	2,88	17/fev				Blocos de cerâmica produzida na Cerâmica Felisbino, com dimensões de (19x19x9,5) cm. Nas paredes internas, desta obras, não era utilizada argamassa no sentido vertical da alvenaria, ou no topo do tijolo cerâmico.
			18,34	16,34	18,54	14,44	18,64	17,94								
			17,24	17,94	19,74	18,64	17,84	18,24								
			22,44	20,94	23,14	18,09	18,84	19,74								
			15,74	20,64	18,84	20,74	20,24	18,94								
			19,24	16,74	16,84	13,24	8,24									
110	48,50	14	17,10	18,00	15,80	20,30	21,80	20,50	264,90	0,55	2,41	26/fev	Blocos de cerâmica produzida na Cerâmica Felisbino, com dimensões de (19x19x9,5) cm. Nas paredes internas, desta obras, não era utilizada argamassa no sentido vertical da alvenaria, ou no topo do tijolo cerâmico.			
			21,40	18,70	19,60	20,70	19,20	19,10								
			16,80	15,90												
110	48,50	16	21,80	20,00	20,00	21,20	21,60	20,80	328,58	0,55	2,99	04/mar		Blocos de cerâmica produzida na Cerâmica Felisbino, com dimensões de (19x19x9,5) cm. Nas paredes internas, desta obras, não era utilizada argamassa no sentido vertical da alvenaria, ou no topo do tijolo cerâmico.		
			23,70	18,70	22,80	22,40	21,60	22,00								
			22,20	23,00	19,70	15,80										
107	60,50	23	14,30	13,70	15,60	15,00	16,20	13,80	398,60	0,55	3,73	18/mar			Blocos de cerâmica produzida na Cerâmica Felisbino, com dimensões de (19x19x9,5) cm. Nas paredes internas, desta obras, não era utilizada argamassa no sentido vertical da alvenaria, ou no topo do tijolo cerâmico.	
			15,00	19,40	19,90	20,70	17,90	21,20								
			18,30	18,80	22,80	21,50	18,40	19,90								
			20,30	17,80	17,40	14,50	6,20									
107	60,50	23	23,20	18,70	19,20	22,60	19,90	19,80	452,20	0,55	4,23	23/mar				Blocos de cerâmica produzida na Cerâmica Felisbino, com dimensões de (19x19x9,5) cm. Nas paredes internas, desta obras, não era utilizada argamassa no sentido vertical da alvenaria, ou no topo do tijolo cerâmico.
			21,20	20,30	21,20	20,90	17,30	19,20								
			20,00	16,50	17,70	20,30	18,40	21,20								
			22,40	24,20	20,10	16,90	11,00									
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)								3.309,33								
Somatório da área de serviço executado (m²)								978,00								
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)								3,38								
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m²/h)								2,50								
Desvio padrão de resíduos / área de serviço								0,69								

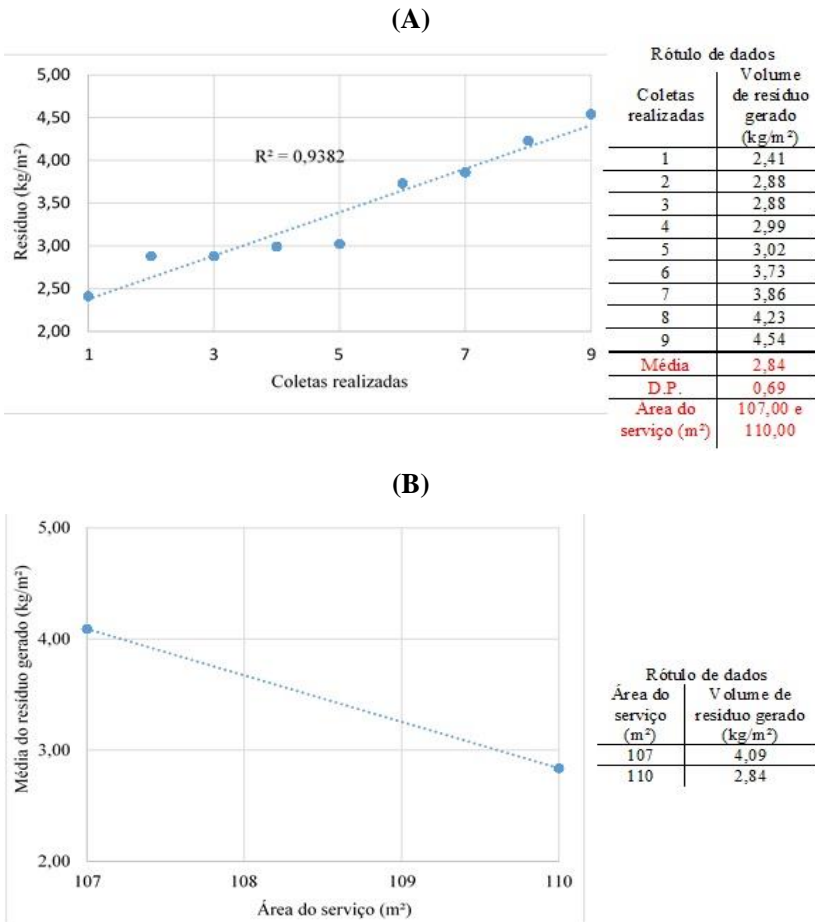
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no Quadro 24 que o volume total de resíduo gerado, e retirado da obra, pelo subempreiteiro foi de 3.309,33 kg em uma área de 978,00 m² de execução de alvenaria. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de 3,38 kg de resíduo por m². Se comparado com o subempreiteiro que teve sua qualidade apontada como negativa por sua equipe técnica, com média de 8,97kg/m², vê-se uma diferença de 5,59 kg de resíduo por m² de serviço executado.

A Figura 11A mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas e a Figura 11B mostra a

correlação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área e, no caso em que a qualidade da mão-de-obra foi avaliada como “+1”.

Figura 11 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção mão de obra com fator de qualificação positivo



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, da Figura 11 (A) (0,9382), mostra que para o serviço de execução de alvenaria, por um profissional cuja qualidade do fator de produção foi avaliada como positiva, existe uma forte relação entre a quantidade de resíduo gerado por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida. Observa-se também que quando os pontos não se dispõem exatamente em uma reta, mas em comparação com a variabilidade global de “y”, os desvios da reta dos mínimos quadrados são pequenos, caracterizam a regressão linear de fortíssima intensidade. A média de geração de resíduo é igual a $2,84 \pm 0,69$ kg/m².

Na comparação entre as médias dos volumes de resíduos, para as áreas de 107 m² e 110 m², se observa que para maiores áreas o volume de resíduo gerado é menor. Isto significa que, no caso estudado, para o serviço de execução de alvenaria, por um profissional, cuja qualidade foi avaliada como positiva, a correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida é inversamente proporcional. Quanto maior for a área de serviço menor será a quantidade de resíduo gerado.

A Tabela 10 apresenta a análise estatística para o coeficiente de determinação “r²” e r²_{ajustado}, para o serviço de execução de alvenaria, para o fator de produção mão-de-obra.

Tabela 10 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,968631001
R-Quadrado	0,938246016
R-quadrado ajustado	0,929424019
Erro padrão	0,191156256
Observações	9

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	1	3,886215	3,886215	106,3530113	1,7457E-05
Resíduo	7	0,255785	0,036540714		
Total	8	4,142			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	2,120833333	0,138871801	15,27187899	1,24326E-06	1,792453706	2,449212961	1,792453706	2,449212961
Variável X 1	0,2545	0,024678167	10,31275964	1,7457E-05	0,196145409	0,312854591	0,196145409	0,312854591

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebeu-se a existência de uma correlação positiva entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,93824$, considerada por Coutinho *et al.* (2012), como fortíssima. O modelo de regressão linear simples gerado revelou que o modelo ($p = 1,7457 \times 10^{-5}$), o coeficiente angular ($p = 0,066$) e o coeficiente linear da reta ($p < 0,001$) são estatisticamente significativos.

Outro fator importante foi o resultado obtido por meio do cálculo do coeficiente de determinação r^2 , que revelou que cerca de 94% da variabilidade na geração de resíduo é explicada pela repetição da atividade realizada pelo funcionário, enquanto que os outros 6% são explicados por outros fatores que não foram contemplados no modelo apresentado.

c. Comparativo entre os níveis de fatores de produção: mão de obra

A Tabela 11 mostra os dados, de geração de resíduo, por profissional de fator de qualidade positivo e negativo, e extrapola estes valores para o volume total de obras das empresas “A”, “B” e “C”.

Tabela 11 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção mão de obra, para o serviço de execução de alvenaria

Construtora	Volume de obra licenciadas	Média da geração de resíduo (kg/m ²)		Volume total de resíduo gerado	
		Nível do fator +1	Nível do fator -1	Fator +1	Fator -1
A	29.187,98	3,38 (Construtora B)	8,97 (Construtora C)	98.655,37	261.816,18
B	36.760,01			124.248,83	329.737,29
C	45.202,92			152.785,87	405.470,19
Total de resíduo gerado				375.690,07	997.023,66

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se que é bastante significativa a relação entre geração de resíduo e a qualidade do serviço da mão de obra, chegando a uma diferença aproximada de 165% a menos quando se tem um profissional, que possui o fator de produção mão-de-obra, qualificado como positivo.

4.2.1.2 Fator de produção: método

A avaliação negativa foi atribuída para as empresas que não possuem o PBQP-H, pois neste caso considerou-se que as empresas não possuem procedimentos operacionais padrão, que teoricamente, garantiriam o padrão do serviço ou o método implantado.

a. Nível do fator: negativo

O Quadro 25 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de alvenaria para avaliar o método utilizado pelo profissional com a qualidade do fator de produção negativa. O período de observação e coleta de dados, deste e outros serviços, neste canteiro de obras, da Construtora C, foi de 19 de fevereiro a 11 de março de 2016.

Quadro 25 – Serviço de execução de alvenaria: fator de produção método, com nível de fator negativo (-1)

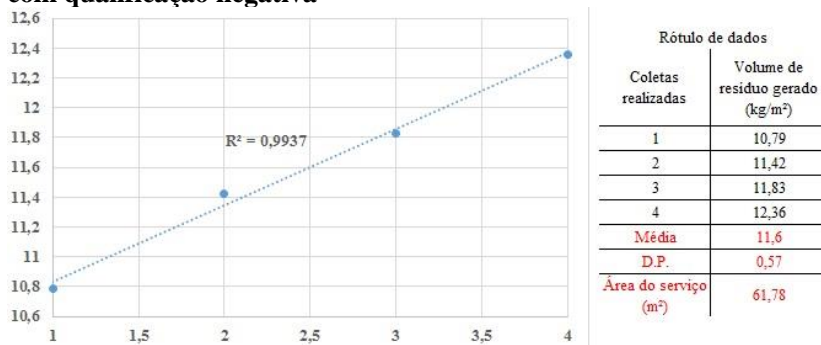
Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação												
Edifício:		Nome da edificação												
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro					Fator de produção em estudo:				Método			
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria					Nível do fator				-			
Área do Serviço (m²):	Área da Peça (m²):	Baldes de Resíduos Retirados:		Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):				Peso Total do Resíduo (kg):	Tara	Resíduo / área serviço (kg/m²)	Data da coleta	Observações:		
		Quantidade:												
61,78	38,70	35		19,80	22,40	19,70	20,10	21,40	731,10	0,54	11,83	19/fev		
				22,50	21,80	20,90	21,40	23,60						22,50
				20,10	20,30	22,00	23,40	20,70						21,60
				20,80	21,40	21,10	20,80	22,50						23,60
				20,80	20,20	21,40	24,60	21,50						22,10
				21,40	22,70	23,60	22,20	12,60						
				21,00	22,20	23,40	23,00	18,90						21,90
				21,40	21,20	24,00	23,40	21,00						22,80
61,78	38,70	35		21,50	21,20	24,50	24,50	23,80	763,59	0,60	12,36	26/fev		
				22,40	21,70	26,00	23,70	21,70						22,70
				22,40	21,00	25,60	24,20	21,50						22,70
				21,80	21,00	24,50	24,30	15,00						
				21,90	20,90	24,90	24,90	21,90						22,70
				22,00	21,00	26,20	24,60	21,80						22,70
61,78	38,70	33		22,10	20,80	24,40	25,40	21,80	705,60	0,60	11,42	04/mar		
				21,70	19,80	21,80	19,80	22,00						19,70
				23,00	21,00	21,00	19,80	21,70						21,50
				22,40	20,40	17,10								
				22,50	21,00	19,70	22,10	21,70						23,70
				22,60	20,50	20,70	23,10	22,40						19,80
				22,70	20,37	21,00	22,70	18,90						21,70
61,78	38,70	32		22,80	20,30	18,90	21,70	19,90	666,50	0,60	10,79	11/mar		
				22,91	20,24	21,40	21,30	20,00						23,10
				23,01	20,18									
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)								2.866,79						
Somatório da área de serviço executado (m²)								247,12						
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)								11,60						
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m²/h)								1,40						
Desvio padrão de resíduos / área de serviço								0,58						

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no Quadro 25 que o volume total de resíduo gerado, pelo subempreiteiro foi de 2.866,79 kg em uma área de 247,12 m² de execução de alvenaria. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de $11,60 \pm 0,58$ kg/m². A produtividade informada pela construtora foi de 1,40 m²/h.

A Figura 12 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para o fator de produção método, no caso em que a qualidade do método foi considerada negativa “-1”.

Figura 12 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção mão de obra com qualificação negativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,9937), mostra que para o serviço de execução de alvenaria, por um profissional, cuja qualidade do fator de produção método foi avaliado como negativa, existe uma forte correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

A Tabela 12 apresenta a análise estatística para o coeficiente de determinação r^2 e $r^2_{ajustado}$, para o serviço de execução de alvenaria, para o fator de produção método.

Tabela 12 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estatística de regressão								
R múltiplo	0,99685632							
R-Quadrado	0,99372252							
R-quadrado ajustado	0,99058378							
Erro padrão	0,06434283							
Observações	4							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	1,31072	1,31072	316,5990338	0,003143683			
Resíduo	2	0,00828	0,00414					
Total	3	1,319						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	10,32	0,07880355	130,95856	5,83034E-05	9,980935677	10,65906432	9,980935677	10,65906432
Variável X 1	0,512	0,02877499	17,79323	0,003143683	0,388191214	0,635808786	0,388191214	0,635808786

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observou-se na Tabela 12 que o subempreiteiro, ao realizar o serviço de execução de alvenaria em uma área de 61,78 m² apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a $11,60 \pm 0,57$ kg/m². Percebeu-se também, a existência de uma correlação positiva entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,9937$, considerada por Coutinho *et al.* (2012) como perfeita.

O modelo de regressão linear simples, para a área de 61,78 m², revelou que o fator de significância é de ($p = 0,0031$), o coeficiente angular ($p = 0,031$) e o coeficiente linear da reta, $p < 0,001$, mostrando que o modelo é estatisticamente significativo.

Outro fator importante foi o resultado obtido por meio do cálculo do coeficiente de determinação r^2 , que revelou que cerca de 99 % da variabilidade na geração de resíduo é explicada pela repetição da atividade realizada pelo funcionário, enquanto que os outros 1% são explicados por outros fatores que não foram contemplados no modelo apresentado.

b. Nível do fator: positivo

O Quadro 26 apresenta os dados obtidos para a avaliação do método, no serviço de execução de alvenaria. Neste caso considera-se que a qualidade do fator de produção foi positiva, porque a Construtora estudada, Construtora “A”, tinha o sistema da qualidade PBQP-H implantado, isto caracteriza que a empresa adota um procedimento para a execução dos serviços. O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras foi de 18 de janeiro a 11 de abril de 2016.

Quadro 26 - Serviço execução de alvenaria: fator de produção método, com nível de fator positivo (+1)

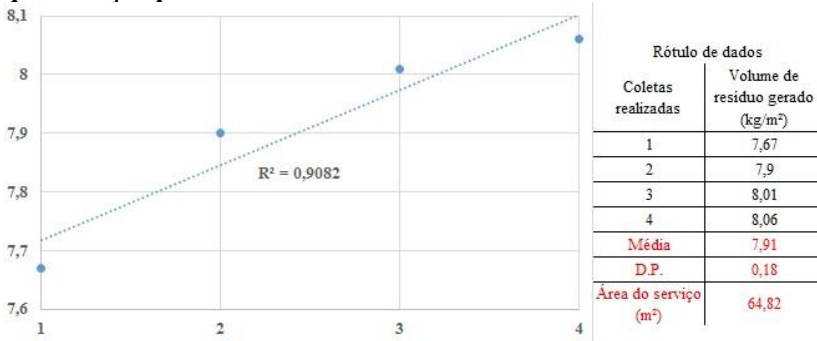
Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação												
Edifício:		Nome da edificação												
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro								Fator em estudo:			Método	
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria										Nível do fator		+
Área do Serviço (m ²):	Área da Peça (m ²):	Balde de Resíduos Retirados: Quantidade:	Peso dos Baldes Retirados /por unidade (Kg):						Peso Total do Resíduo (Kg):	Tara	Resíduo / área serviço (Kg/m ²)	Data da coleta	Observações:	
			25,90	22,10	19,20	19,80	14,50	16,70						
64,82	36,70	27	21,30	22,80	19,60	23,80	22,90	496,86	0,54	7,67	18/mar			
			20,30	24,10	18,90	10,80	16,90						17,80	
			20,80	20,00	13,90	15,30	15,60						18,10	
			15,40	17,70	14,50									
			18,40	21,70	22,30	21,40	22,40						18,70	
64,82	36,70	27	21,70	22,50	21,70	21,40	24,20	519,06	0,54	8,01	28/mar	Tijolo cerâmica felisbino - Tijolos de 11,5x19x19 cm		
			21,60	21,30	22,00	21,60	17,20						18,70	
			20,00	21,40	22,30	21,00	22,40						21,30	
			18,70	8,40										
			19,80	17,90	21,40	21,10	19,80						21,30	
64,82	36,70	26	19,90	18,70	21,90	21,00	19,10	522,49	0,54	8,06	04/abr			
			21,70	21,30	21,40	22,00	19,80						22,80	
			21,40	19,80	21,80	20,80	17,70						22,80	
			14,70	24,00										
			17,00	23,00	21,80	21,00	17,70						25,00	
64,82	36,70	26	21,00	24,00	23,80	23,20	21,00	511,79	1,54	7,90	11/abr			
			17,00	23,00	22,40	22,00	29,70						23,10	
			23,00	17,80	22,00	21,30	21,00						18,00	
			21,90	13,00										
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)								2.050,19						
Somatório da área de serviço executado (m²)								259,28						
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)								7,91						
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m²/h)								1,90						
Desvio padrão de resíduos / área de serviço								0,18						

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no Quadro 26 que o volume total de resíduo gerado, pelo subempreiteiro foi de 2.050,19 kg para uma área de 259,28 m² de execução de alvenaria. Observa-se no Quadro 26 que o subempreiteiro ao realizar o serviço de execução de alvenaria em uma área de 64,82 m² apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a 7,91 ± 0,18 kg/m². A produtividade informada pela construtora foi de 1,90 m²/h.

A Figura 13 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para o fator de produção método, no caso em que a qualidade foi considerada positiva “+1”.

Figura 13 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção método com qualificação positiva



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,9082), mostra que para o serviço de execução de alvenaria, por um profissional, cuja qualidade do fator de produção “método” foi avaliada como positiva, existe uma fortíssima correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

A Tabela 13 apresenta a análise estatística para o coeficiente de determinação r^2 e $r^2_{ajustado}$, para o serviço de execução de alvenaria, para o fator de produção método.

Tabela 13 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção método, qualificado como positivo

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estatística de regressão								
R múltiplo	0,95299737							
R-Quadrado	0,90820399							
R-quadrado ajustado	0,86230599							
Erro padrão	0,06434283							
Observações	4							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	0,08192	0,08192	19,78744	0,047002628			
Resíduo	2	0,00828	0,00414					
Total	3	0,0902						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	7,59	0,07880355	96,315454	0,0001078	7,250935677	7,929064323	7,250935677	7,929064323
Variável X1	0,128	0,02877499	4,4483075	0,0470026	0,004191214	0,251808786	0,004191214	0,251808786

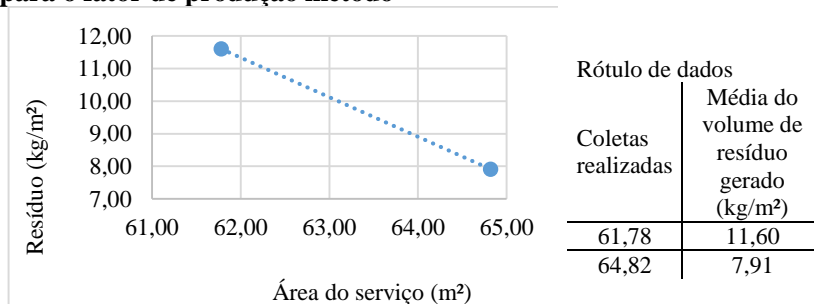
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebeu-se analisando a Tabela 13, a existência de uma correlação positiva entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,9082$, considerada por Coutinho *et al.* (2012) como fortíssima.

O modelo de regressão linear simples, para a área de 64,82 m², revelou que o fator de significância é de ($p = 0,047$), o coeficiente angular ($p = 0,0001$) e o coeficiente linear da reta, $p < 0,001$, caracterizando desta forma que o modelo é estatisticamente significativos.

Outro fator importante foi o resultado obtido por meio do cálculo do coeficiente de determinação r^2 , que revelou que cerca de 91 % da variabilidade na geração de resíduo é explicada pela repetição da atividade realizada pelo subempreiteiro, enquanto que os outros 9% são explicados por outros fatores que não foram contemplados no modelo apresentado. A Figura 14 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o volume de resíduo por m².

Figura 14 - Relação entre a média do volume de resíduo gerado para o fator de produção método



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se que quando se estuda o fator de produção método, a quantidade média de geração de resíduo para o nível de fator

de qualidade positivo é de 7,91 kg/m² e para o nível de fator da qualidade negativo a quantidade passa a ser de 11,60, aproximadamente 45% a mais.

**c. Comparativo entre os níveis de fatores de produção:
método**

A Tabela 14 mostra o volume de resíduo gerado, por profissional quando o nível de fator de qualidade é positivo e negativo.

Tabela 14 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção método, para o serviço de execução de alvenaria

Construtora	Volume de obra licenciadas	Média da geração de resíduo (kg/m ²)		Volume total de resíduo gerado (kg)	
		Nível do fator +1	Nível do fator -1	Fator +1	Fator -1
A	29.187,98	7,91 (Construtora C)	11,6 (Construtora A)	230.876,92	338.580,57
B	36.760,01			290.771,68	426.416,12
C	45.202,92			357.555,10	524.353,87
Total de resíduo gerado				879.203,70	1.289.350,56

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Quando se extrapolam os valores obtidos no estudo, onde as três maiores construtoras estudadas possuem aproximadamente 50% do volume de obra em execução na cidade de Criciúma, obtém-se uma diferença percentual de 46,65%. Isso significa 410.146,86 kg de resíduo, ao se dividir por 13 m³, ou 13.000 kg, que é a carga máxima permitida para um caminhão *truck*, tem-se algo em torno de 32 caminhões de resíduo sólido de construção civil, andando pelas ruas da cidade, somente devido à diferença da qualidade do fator de produção “método”.

4.2.1.3 Fator de produção: matéria prima

Para avaliar o nível do fator de produção, matéria prima empregada na execução da alvenaria das obras utilizou-se dois fornecedores, que possuíam matérias primas de diferentes qualidades. O nível do fator foi qualificado pelos pedreiros, mestres de obra e engenheiros como positiva (+1) a cerâmica de melhor qualidade e negativa (-1) a de qualidade inferior.

a. Nível do fator: negativo

O Quadro 27 apresenta os dados obtidos para a avaliação da matéria prima, no serviço de execução de alvenaria. Neste caso considera-se a qualidade do fator de produção negativa, em função da avaliação realizada, com a equipe técnica da obra. O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras foi de 11 de abril a 02 de maio de 2016. A construtora objeto dessa etapa da pesquisa foi a Construtora C.

Quadro 27 - Serviço de execução de alvenaria: fator de produção matéria prima, com nível de fator negativo (-1)

Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação												
Edifício:		Nome da edificação												
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro					Fator de produção em estudo:			Matéria prima				
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria					Nível do fator							
Área do Serviço (m²):	Área da Peça (m²):	Baldes de Resíduos Retirados:		Peso dos Baldes Retirados / por unidade (Kg):						Peso Total do Resíduo (kg):	Tara	Resíduo / área serviço (kg/m²)	Data da coleta	Observações:
		Quantidade:												
106,80	172,00	42	16,50	22,10	22,10	24,60	24,00	24,90	852,36	0,57	7,98	11/abr		
			22,00	13,40	22,20	17,00	14,60	19,60						
			21,10	18,80	20,40	18,40	24,80	23,70						
			17,50	20,10	20,90	22,90	22,10	24,30						
			21,20	18,80	21,60	19,40	10,60	18,10						
			24,90	22,50	22,50	24,30	25,70	25,30						
			21,50	22,70	22,20	19,90	18,90	18,20						
106,80	172,00	40	20,60	22,70	22,10	23,30	23,70	23,10	798,10	0,57	7,47	18/abr	Cerâmica A (9,5x19x19)	
			22,80	23,20	23,20	23,90	22,80	21,80						
			19,40	18,90	21,70	17,80	17,10	16,90						
			17,90	16,60	22,70	16,90	17,10	15,20						
			15,70	19,30	21,40	21,80	21,00	23,40						
			19,90	20,70	21,50	19,80	24,00	21,30						
			17,80	18,70	19,80	23,40								
106,80	172,00	38	16,60	19,90	21,80	22,70	21,80	22,00	773,45	0,57	7,24	25/abr		
			24,00	23,10	22,00	21,90	21,80	24,00						
			17,80	19,00	21,80	21,60	22,80	21,80						
			20,00	21,00	22,70	23,40	24,00	19,70						
			21,80	18,70	18,00	21,40	25,00	23,70						
			13,40	20,30	22,10	17,40	20,00	17,50						
			15,80	22,80										
106,80	172,00	39	21,80	21,60	22,80	17,80	23,40	16,90	791,97	0,57	7,42	02/mai		
			21,20	18,80	21,60	19,40	21,70	18,10						
			20,60	22,70	22,10	23,30	23,70	23,10						
			21,40	21,80	21,80	18,70	18,00	19,30						
			19,90	20,70	21,50	19,80	20,00	17,50						
			22,70	21,80	19,40	23,40	24,00	19,70						
			19,80	21,40	21,00									
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)								3.215,88						
Somatório da área de serviço executado (m²)								427,20						
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)								7,53						
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m²/h)								2,50						
Desvio padrão de resíduos / área de serviço								0,32						

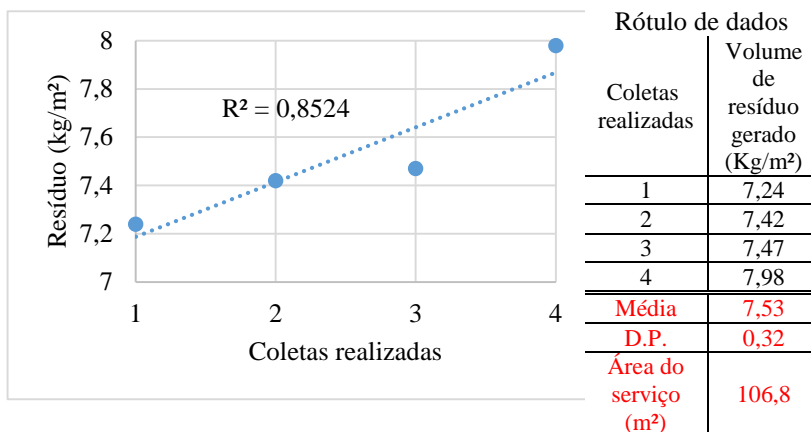
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O Quadro 27 mostra que o volume total de resíduo gerado, pelo subempreiteiro foi de 3.215,88 kg para uma área de 427,20 m² de execução de alvenaria. Observa-se no Quadro 27 que o subempreiteiro ao realizar o serviço de execução de alvenaria em uma área de 106,80 m² apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a $7,53 \pm 0,32$ kg/m². A produtividade informada pela construtora foi de 2,50 m²/h.

A Figura 15 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para o fator de produção matéria

prima, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada negativa.

Figura 15 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção matéria prima com qualificação negativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,8524), mostra que para o serviço de execução de alvenaria, por um profissional cuja qualidade do fator de produção “matéria-prima” foi avaliada como negativa, existe uma forte correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

A Tabela 15 apresenta a análise estatística para o coeficiente de determinação r^2 e $r^2_{ajustado}$, para o serviço de execução de alvenaria, para o fator de produção matéria-prima.

Tabela 15 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção matéria-prima de obra qualificada como positiva

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estatística de regressão								
R múltiplo	0,92322965							
R-Quadrado	0,85235299							
R-quadrado ajustado	0,77852948							
Erro padrão	0,14938206							
Observações	4							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	0,257645	0,257645	11,545821	0,076770348			
Resíduo	2	0,04463	0,022315					
Total	3	0,302275						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	6,96	0,18295491	38,04216	0,0006903	6,172808546	7,747191454	6,172808546	7,747191454
Variável X1	0,227	0,06680569	3,3979142	0,0767703	-0,060441677	0,514441677	-0,060441677	0,514441677

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebe-se a existência de uma correlação positiva entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,85$, considerada por Coutinho *et al.* (2012) como forte.

O modelo de regressão linear simples, para a área de 106,80 m^2 , revelou que o fator de significância é de ($p = 0,076$), o coeficiente angular ($p = 0,0001$) e o coeficiente linear da reta, $p > 0,005$, caracterizando desta forma a significância do modelo.

Outro fator importante foi o resultado obtido por meio do cálculo do coeficiente de determinação r^2 , que revelou que cerca de 78 % da variabilidade na geração de resíduo é explicada pela repetição da atividade realizada pelo subempreiteiro, enquanto que os outros 22% são explicados por outros fatores que não foram contemplados no modelo apresentado.

b. Nível do fator: positivo

O Quadro 28 apresenta os dados obtidos para a avaliação do fator de produção matéria-prima, com nível de fator positivo no

serviço de execução de alvenaria. O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras, foi de 02 a 19 de junho de 2016. A coleta de dados para este serviço foi realizada na Construtora C.

Quadro 28 - Serviço de execução de alvenaria: fator de produção matéria prima, com nível de fator positivo (+1)

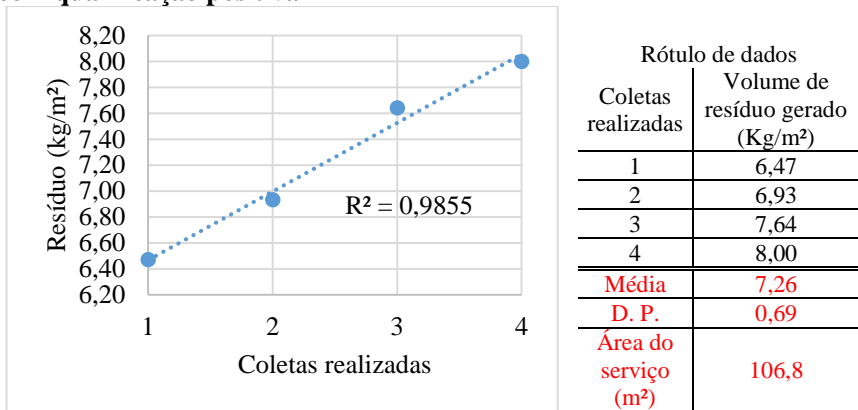
Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação											
Edifício:		Nome da edificação											
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro				Fator de produção em estudo:			Matéria prima				
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria				Nível do fator			+				
Área do Serviço (m²):	Área da Peça (m²):	Balde de Resíduos Quantidade:	Peso dos Baldes Retirados /por unidade (Kg):						Peso Total do Resíduo	Tara	Resíduo / área serviço	Data da coleta	Observações:
			21,80	21,50	20,00	22,40	21,30	20,80					
106,8	172,00	38	18,50	16,10	17,70	24,10	18,60	17,40	691,17	0,59	6,47	02 jun	Cerâmica B (9,5x19x19)
			17,70	17,80	17,80	19,10	19,60	16,50					
			18,70	17,60	18,30	15,50	20,30	22,50					
			21,80	20,80	20,90	20,40	23,10	23,10					
			19,00	18,70	18,10	19,70	18,40	18,20					
			9,60										
			23,50	22,80	21,80	22,00	21,50	18,90					
			17,40	20,10	20,10	22,10	21,90	22,70					
19,80	15,40	21,30	17,40	18,50	18,10								
22,90	24,30	24,60	25,50	22,40	18,90								
21,80	18,90	19,80	23,60	21,80	18,40								
24,30	20,20	21,10	22,80	23,20	20,70								
21,70	20,50	21,00	22,30	18,00	13,20								
18,60	19,70	20,80	19,40	19,90	17,10								
20,00	19,60	22,00	21,80	20,40	21,00								
21,30	18,80	22,40	23,50	21,70	21,10								
18,90	19,90	21,40	22,30	20,70	20,20								
18,30	25,30	19,10	16,80	23,00	19,00								
24,70	23,10	22,30	18,50	19,80	22,00								
17,90	18,60	19,00	23,10	17,20									
24,70	23,10	21,40	22,30	20,70	19,70								
21,40	22,30	20,70	20,20	19,40	20,30								
21,00	18,90	19,90	21,40	22,30	20,70								
22,00	23,40	19,10	23,70	24,10	18,30								
20,10	22,70	21,70	24,20	19,90	18,40								
19,30	21,00	19,80	18,60	21,00	22,30								
20,30	22,00												
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)								3.102,26					
Somatório da área de serviço executado (m²)								427,20					
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)								7,26					
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m²/h)								2,90					
Desvio padrão de resíduos / área de serviço								0,69					

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O Quadro 28 mostra que o volume total de resíduo gerado, pelo subempreiteiro, cuja qualidade do nível de produção matéria-prima foi considerada positiva, foi de 3.102,26 kg para uma área de 427,20 m² de execução de alvenaria. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de $7,26 \pm 0,69$ kg/ m². A produtividade informada pela construtora foi de 2,90 m²/h.

A Figura 16 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para o fator de produção matéria-prima, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada positiva.

Figura 16 - Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção matéria prima com qualificação positiva



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,9856), mostra que para o serviço de execução de alvenaria, por um profissional cuja qualidade do fator de produção “matéria-prima” foi avaliada como positiva, existe uma fortíssima correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

A Tabela 16 apresenta a análise estatística para o coeficiente de determinação r^2 e $r^2_{ajustado}$, para o serviço de execução de alvenaria, para o fator de produção matéria-prima.

Tabela 16 - Análise estatística para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção matéria prima de obra, qualificado como positivo

RESUMO DOS RESULTADOS									
Estatística de regressão									
R múltiplo	0,99278096								
R-Quadrado	0,98561404								
R-quadrado ajustado	0,97842105								
Erro padrão	0,10124228								
Observações	4								
ANOVA									
	gl	SQ	MQ	F	F de significação				
Regressão	1	1,4045	1,4045	137,02439	0,00721904				
Resíduo	2	0,0205	0,01025						
Total	3	1,425							
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%	
Intersecção	5,935	0,12399597	47,86446	0,0004362	5,401488411	6,468511589	5,401488411	6,468511589	
Variável X 1	0,53	0,04527693	11,705742	0,007219	0,335189112	0,724810888	0,335189112	0,724810888	

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

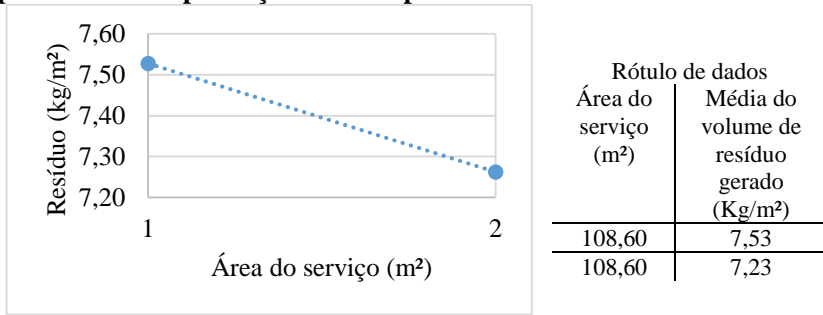
Percebe-se a existência de uma correlação positiva entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,98$, considerada por Coutinho *et al.* (2012) como fortíssima.

O modelo de regressão linear simples, para a área de 106,80 m², revelou que o fator de significância é de ($p = 0,0072$), o coeficiente angular ($p = 0,0004$) e o coeficiente linear da reta, $p < 0,05$, caracterizando desta forma a significância do modelo.

Outro fator importante foi o resultado obtido por meio do cálculo do coeficiente de determinação r^2 , que revelou que cerca de 97 % da variabilidade na geração de resíduo é explicada pela repetição da atividade realizada pelo subempreiteiro, enquanto que os outros 3% são explicados por outros fatores que não foram contemplados no modelo apresentado.

A Figura 17 mostra a comparação entre a geração de resíduo em função da matéria-prima, de acordo com a classificação realizada pelos pedreiros, mestre de obras e engenheiros. Para tanto calculou-se a média nos dois casos.

Figura 17 - Relação entre a média do volume de resíduo gerado para o fator de produção matéria prima



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se que quando se estuda o fator de produção matéria prima, a quantidade média de geração de resíduo para o nível de fator de qualidade positivo é de 7,23 kg/m² e a quantidade média para o nível de fator da qualidade negativo de 7,53.

c. Comparativo entre os níveis de fatores de produção: matéria prima

A Tabela 17 mostra o volume de resíduo gerado, por profissional, quando o nível do fator de qualidade é positivo ou negativo, para o fator de produção matéria-prima.

Tabela 17 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção matéria prima, para o serviço de execução de alvenaria

Construtora	Volume de obra licenciadas	Média da geração de resíduo (kg/m ²)		Volume total de resíduo gerado (kg)	
		Nível do fator +1	Nível do fator -1	Fator +1	Fator -1
A	29.187,98	7,26	7,53	211.904,73	219.785,49
B	36.760,01	(Construtora C)	(Construtora C)	266.877,67	276.802,88
C	45.202,92			328.173,20	340.377,99
Total de resíduo gerado				806.955,61	836.966,35

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Quando se extrapolam os valores obtidos no estudo, para o volume de obras das três maiores construtoras da cidade de Criciúma, obtém-se uma diferença percentual de 3,72%, ou 30.010,75 kg de resíduo, a mais durante a execução das obras em construção por estas Construtoras.

d. Comparativo entre os níveis de fatores de produção: mão de obra, método, matéria prima

A Tabela 18 apresenta a compilação para os três fatores de produção, mão de obra, método e matéria prima, quando os níveis dos fatores são avaliados positiva (+1) e negativamente (-1).

Tabela 18 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima, para o serviço de execução de alvenaria

Construtora	Volume de obra licenciadas	Fator de produção avaliado	Média da geração de resíduo (kg/m ²)		Volume total de resíduo gerado (k g)	
			Nível do fator +1	Nível do fator -1	Fator +1	Fator -1
A	29.187,98	Mão de obra	3,38	8,97	98.655,37	261.816,18
B	36.760,01	Método	7,91	11,6	290.771,68	426.416,12
C	45.202,92	Matéria prima	7,26	7,53	328.173,20	340.377,99
Total	111.150,91				717.600,25	1.028.610,28

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A Tabela 18 apresentou os volumes de resíduos gerados nos canteiros de obras das Construtoras A, B e C, para o serviço de execução de alvenaria. O volume total do resíduo gerado calculou-se multiplicando o total dos volumes das obras licenciadas, pelas três construtoras, entre os meses de março de 2014 a fevereiro de 2015 (111.150,91), pelos percentuais dos volumes de obras pelos os três níveis de fatores positivos e negativos, para as três construtoras. Observando-se os níveis dos fatores de produção positivos para mão-de-obra, método e matéria-prima, o volume total de resíduo gerado é de 717.600,13 kg e quando o nível do fator é negativo o volume gerado é de 1.028.610,28 kg, que constitui uma diferença de 311.010,03 kg, ou 43,34% de resíduo de alvenaria a mais, para ser descartado na cidade de Criciúma.

4.2.2 Execução do reboco

O reboco, é uma argamassa de cal, areia, cimento e água, auxilia na impermeabilização e/ou acabamento das paredes e estrutura das obras da indústria da construção civil, pode ser aplicado em uma camada ou em duas, dependendo do acabamento exigido em projeto. O reboco estudado na pesquisa foi do tipo industrializado e semi-industrializado. A seguir serão apresentados os fatores de produção estudados, para o serviço de reboco, nas três maiores construtoras da cidade de Criciúma.

4.2.2.1 Fator de produção: mão de obra.

Os dois casos apresentados para comparação da geração de resíduo de mão de obra, no serviço de reboco, foram realizados nas obras da Construtora B, que no momento da coleta de dados foi a que mais possuía este tipo de serviço em execução. Vale salientar que esta empresa, Construtora B, foi a primeira a participar do projeto, servindo de piloto para as demais obras, que participaram da pesquisa

a. Nível do fator: negativo

As pesquisas de campo, desta tese, iniciaram no dia 03 de janeiro de 2016, porem até o dia 21, foram realizados ajustes no instrumento de pesquisa com o auxílio do mestre de obras e o aprendizado tácito que aconteceu naqueles dias que antecederam a coleta de dados. Desta forma foi a partir do dia 21 de janeiro que se começou de fato a coleta de dados.

O Quadro 29 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de reboco por um profissional com fator de produção com a qualidade negativa (-1). O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras foi de 21 de janeiro a 25 de março de 2016.

Quadro 29 – Serviço de execução de reboco: fator de produção mão de obra, com nível de fator negativo (-1)

Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação												
Edifício:		Nome da edificação												
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro					Fator de produção em estudo:					Mão de Obra		
Serviço Avaliado:		Execução de reboco					Nível do fator					-		
Área do Serviço (m ²)	Área da Peça (m ²)	Resíduos retirados da obra		Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):						Peso Total do resíduo (kg)	Tara (kg)	Resíduo / área serviço (kg/m ²)	Data da Coleta:	Observações:
		Quantidade												
240	60,50	15	24,60	27,70	26,90	25,60	24,90	24,60	381,30	0,54	1,59	21/jan		
			28,40	27,30	26,80	21,60	27,80	26,90						
			23,30	25,80	27,20									
240	60,50	16	25,20	24,20	23,60	25,50	23,70	27,40	393,96	0,54	1,64	05/fev		
			24,00	27,90	29,00	25,50	23,80	23,40						
			23,70	23,40	24,50	27,80								
240	60,50	23	24,00	24,20	23,60	27,00	25,80	24,80	582,48	0,54	2,43	04/mar		
			25,20	24,80	25,40	23,60	27,20	26,00						
			26,40	27,60	27,50	27,30	23,00	25,40						
189	48,5	9	26,00	24,80	20,70	24,70	24,20	23,20	210,84	0,54	1,12	08/mar		
			23,10	24,20	24,80									
189	48,50	9	25,40	23,50	26,80	26,80	26,90	25,70	234,64	0,54	1,24	18/mar		
			28,00	27,50	28,90									
189	48,50	10	24,70	25,10	27,60	26,50	24,90	25,50	247,20	0,54	1,31	25/mar		
			25,60	23,00	26,70	23,00								
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)									2.050,42					
Somatório da área de serviço executado (m²)									1.287,00					
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)									1,59					
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m²/h)									7,50					
Desvio padrão de resíduos / área de serviço									0,43					

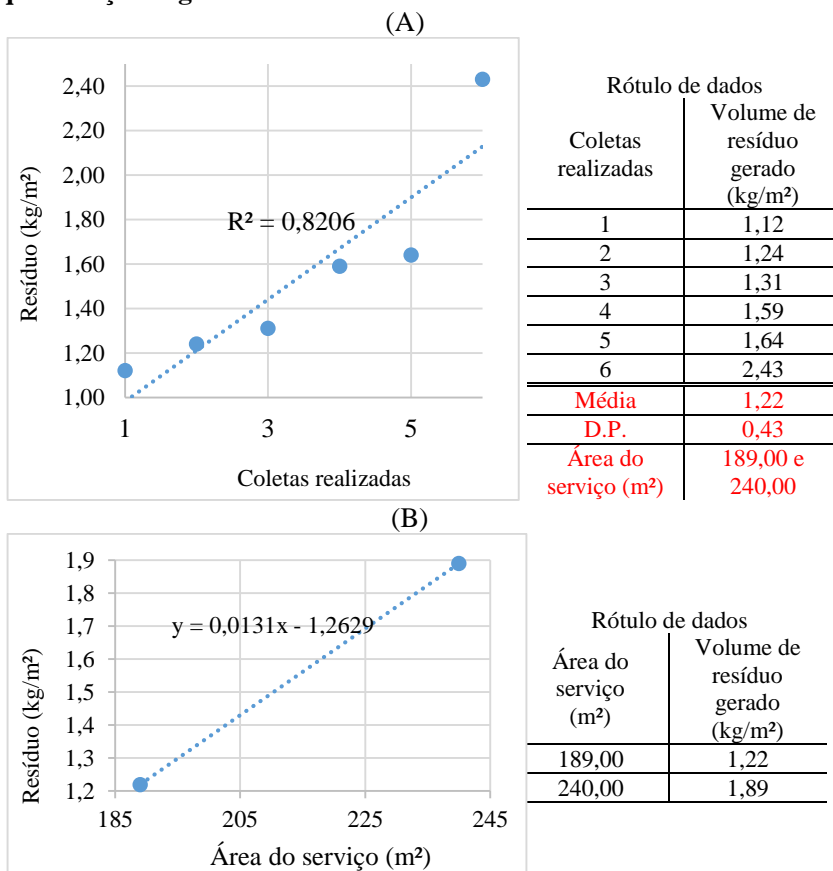
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no quadro 29 que o volume total de resíduo gerado pelo subempreiteiro e retirado da obra foi de 2.050,42 kg de resíduo em uma área de 1.287,00 m² de execução de reboco. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de 1,59 ± 0,43 kg/m². A produtividade informada pela construtora foi de 7,50 m²/h.

A Figura 18A mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas e a Figura 18B, mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o

fator de produção mão-de-obra, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada negativa.

Figura 18 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção mão de obra com qualificação negativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,8206), mostra que para o serviço de execução de reboco, por um profissional cuja qualidade do fator de produção “mão-de-obra” foi avaliada como

negativa, existe uma forte correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

Observa-se na Figura 18 (A), que o subempreiteiro ao realizar o serviço de execução de reboco para as áreas de 189,00 m² e 240,00 m² apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a $1,22 \pm 0,43$ kg/m². Percebeu-se também, a existência de uma correlação forte entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,82$. Pode-se observar também o $r^2_{\text{ajustado}} = 0,78$ caracterizando a correlação forte, conforme considera Coutinho *et al.* (2012).

A Figura 18 (B) apresenta a comparação entre as médias dos volumes de resíduos, para as áreas de 189,00 m² e 240,00 m². Isto significa que, no caso estudado, para o serviço de execução de reboco, por um profissional cuja qualidade foi avaliada como negativa, a correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida é diretamente proporcional. Quanto maior for a área de serviço maior será a quantidade de resíduo gerado.

A Tabela 19 mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o fator de produção mão-de-obra, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada negativa.

Tabela 19 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estatística de regressão								
R múltiplo	0,90586541							
R-Quadrado	0,82059215							
R-quadrado ajustado	0,77574018							
Erro padrão	0,22438487							
Observações	6							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	0,92115571	0,9211557	18,295568	0,012874902			
Resíduo	4	0,20139429	0,0503486					
Total	5	1,12255						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	0,752	0,20889095	3,5999648	0,0227589	0,172025747	1,331974253	0,172025747	1,331974253
Variável X 1	0,22942857	0,05363824	4,2773319	0,0128749	0,080504931	0,378352212	0,080504931	0,378352212

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O modelo de regressão linear simples para as áreas de 189,00 m² e 240,00 m², revelou que o fator de significância é de ($p = 0,023$), o coeficiente angular ($p = 0,013$) e o coeficiente linear da reta, $p < 0,05$, caracterizando a significância do modelo.

Outro fator importante foi o resultado obtido por meio do cálculo do coeficiente de determinação r^2 , que revelou que cerca de 82 % da variabilidade na geração de resíduo é explicada pela repetição da atividade realizada pelo subempreiteiro, enquanto que os outros 18% são explicados por outros fatores, como as características da ICC, que não foram contemplados no modelo apresentado.

b. Nível do fator: positivo

O Quadro 30 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de reboco por um profissional com fator de produção com a qualidade positiva (+1). O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras, foi de 26 de fevereiro a 29 de março de 2016. Vale salientar que esta empresa foi a primeira a participar

do projeto, servindo de piloto para as demais obras, que participaram da pesquisa, como já mencionado.

Quadro 30 - Serviço de execução de reboco: fator de produção mão de obra, com nível de fator (+1)

Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação											
Edifício:		Nome da edificação											
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro								Fator de produção em estudo:		Mão de Obra	
Serviço Avaliado:		Reboco								Nível do fator:		+	
Área do Serviço (m ²):	Área da Peça (m ²):	Resíduos retirados da obra	Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):						Peso Total do resíduo (Kg):	Tara (Kg):	Resíduo / área serviço (Kg/m ²):	Data da Coleta:	Observações:
			Quantidade										
189,00	48,9	9	22,80	23,20	21,80	23,30	23,00	24,30	187,84	0,64	0,99	26/fev	A medição onde a tara é zero, deve-se ao fato de que a balança foi tarada antes da pesagem dos resíduos
			22,30	24,70	8,20								
240,00	60,5	7	25,80	25,40	23,80	23,30	22,90	17,80	157,02	0,64	0,65	04/mar	
240,00	60,5	5	22,50						122,00	0,00	0,51	08/mar	
240,00	60,5	8	24,60	24,00	23,90	25,20	24,30		181,68	0,54	0,76	14/mar	
			23,70	7,80									
240,00	60,5	4	24,40	23,60	25,20	26,20			97,24	0,54	0,41	18/mar	
189,00	48,5	4	27,50	26,00	24,10	10,40			85,84	0,54	0,45	18/mar	
189,00	48,5	5	25,70	24,60	25,40	23,80	15,40		112,20	0,54	0,59	23/mar	
189,00	48,5	7	25,70	26,20	25,70	25,30	26,60	24,70	162,22	0,54	0,86	29/mar	
			11,80										
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)									1.106,04				
Somatório da área de serviço executado (m ²)									1.716,00				
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m ²)									0,64				
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m ² /h)									5,50				
Desvio padrão de resíduos / área de serviço									0,19				

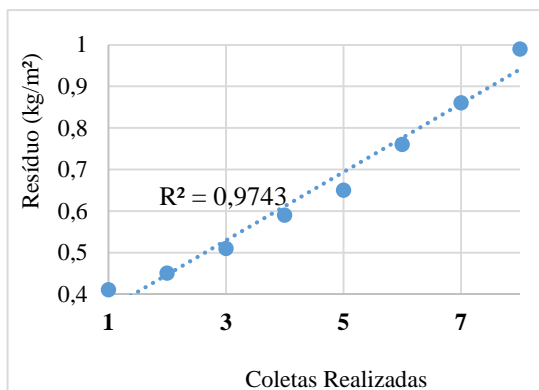
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no quadro 30 que o volume total de resíduo gerado pelo subempreiteiro e retirado da obra foi de 1.106,04 kg de resíduo em uma área de 1.716,00 m² de execução de reboco. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de 0,64 kg de resíduo por m². A produtividade deste subempreiteiro, informada pela construtora, foi de 5,50 m²/h de reboco.

A Figura 19A mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas e a Figura 19B mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o fator de produção mão-de-obra, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada positiva.

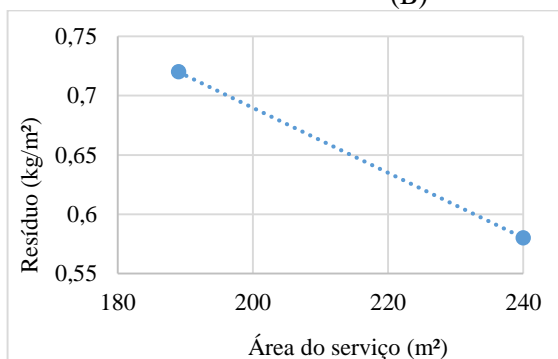
Figura 19 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção mão de obra com qualificação positiva

(A)



Rótulo de dados	
Coletas realizadas	Volume de resíduo gerado (kg/m²)
1	0,41
2	0,45
3	0,51
4	0,59
5	0,65
6	0,76
7	0,86
Média	0,64
D.P.	0,19
Área do serviço (m²)	189,00 e 240,00

(B)



Rótulo de dados	
Área do serviço (m²)	Volume de resíduo gerado (kg/m²)
189	0,72
240	0,58

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,9743), mostra que para o serviço de execução de reboco, por um profissional cuja qualidade do fator de produção “mão-de-obra” foi avaliada como

positiva, existe uma fortíssima correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

Observa-se na Figura 19 (A), que o subempreiteiro ao realizar o serviço de execução de reboco para as áreas de 189,00 m² e 240,00 m² apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a $0,65 \pm 0,19$ kg/m². Percebeu-se também, a existência de uma correlação fortíssima entre a repetição da atividade de execução de reboco e a geração de resíduo, $r^2 = 0,974$, pode-se observar valor do $r^2_{\text{ajustado}} = 0,970$, caracterizando também a correlação fortíssima, conforme considera Coutinho *et al.* (2012).

A Figura 19 (B) apresenta a comparação entre as médias dos volumes de resíduos, para as áreas de 189,00 m² e 240,00 m². Isto significa que, no caso estudado, para o serviço de execução de reboco, por um profissional, cuja qualidade foi avaliada como negativa, a correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida é diretamente proporcional. Quanto maior for a área de serviço menor será a quantidade de resíduo gerado.

A Tabela 20 mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o fator de produção mão-de-obra, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada positiva.

Tabela 20 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como positivo

RESUMO DOS RESULTADOS										
Estatística de regressão										
R múltiplo	0,98707784									
R-Quadrado	0,97432266									
R-quadrado ajustado	0,97004311									
Erro padrão	0,03538339									
Observações	8									
ANOVA										
	gl	SQ	MQ	F	F de significação					
Regressão	1	0,2850381	0,2850381	227,6691	5,34228E-06					
Resíduo	6	0,0075119	0,001252							
Total	7	0,29255								
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%	25,0%	75,0%
Interseção	0,28178571	0,02757051	10,220546	5,114E-05	0,214323098	0,349248331	0,214323098	0,349248331	74253	
Variável X 1	0,08238095	0,00545978	15,088708	5,342E-06	0,069021364	0,095740541	0,069021364	0,095740541	52212	

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O modelo de regressão linear simples para as áreas de 189,00 m² e 240,00 m² revelou que o fator de significância é de ($p = 5,11 E-05$), o coeficiente angular ($p = 5,34 E-06$) e o coeficiente linear da reta, $p < 0,05$, caracterizando desta forma a significância do modelo.

Outro fator importante foi o resultado obtido por meio do cálculo do coeficiente de determinação r^2 , que revelou que cerca de 97 % da variabilidade na geração de resíduo é explicada pela repetição da atividade realizada pelo subempreiteiro, enquanto que os outros 3% são explicados por outros fatores, como as características da ICC, que não foram contemplados no modelo apresentado.

c. Comparativo entre os níveis dos fatores de produção: mão de obra

A Tabela 21 mostra o volume de resíduo gerado, por profissional quando o nível do fator de qualidade é positivo e negativo, para o fator de produção mão-de-obra.

Tabela 21 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção mão de obra, para o serviço de execução de reboco

Construtora	Volume de obra licenciadas	Média da geração de resíduo (kg/m ²)		Volume total de resíduo gerado (kg)	
		Nível do fator +1	Nível do fator -1	Fator +1	Fator -1
A	29.187,98	0,64 (Const. B)	1,59 (Const. B)	18.680,31	46.408,89
B	36.760,01			23.526,41	58.448,42
C	45.202,92			28.929,87	71.872,64
Total de resíduo gerado				71.136,58	176.729,95

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Quando se extrapolam os valores obtidos no estudo, para o volume de obras das três maiores construtoras da cidade de Criciúma, obtém-se uma diferença percentual de 148,44%, ou 105.593,36 kg de resíduo a mais durante a execução das obras em construção por estas construtoras.

4.2.2.2 Fator de produção: Método

Da mesma forma como aconteceu com o serviço de assentamento de tijolos ou alvenaria, a avaliação negativa foi atribuída para as empresas que não possuem o PBQP-H, pois neste caso considerou-se que as empresas não possuem procedimentos operacionais padrão, que teoricamente, garantiriam o padrão do serviço ou o método implantado.

a. Nível do fator: negativo

O Quadro 31 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de reboco por um profissional com fator de produção método,

com a qualidade negativa (-). O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras foi de 10 de março a 12 de março de 2016. Vale salientar que o serviço avaliado para este fator de produção foi o reboco externo, que faz parte do rol de serviços estudados, onde o resíduo gerado por estes subempreiteiros é maior devido a que nas condições de trabalho nada é reaproveitado.

Quadro 31 - Serviço de execução de reboco: fator de produção método, com nível de fator negativo (-1)

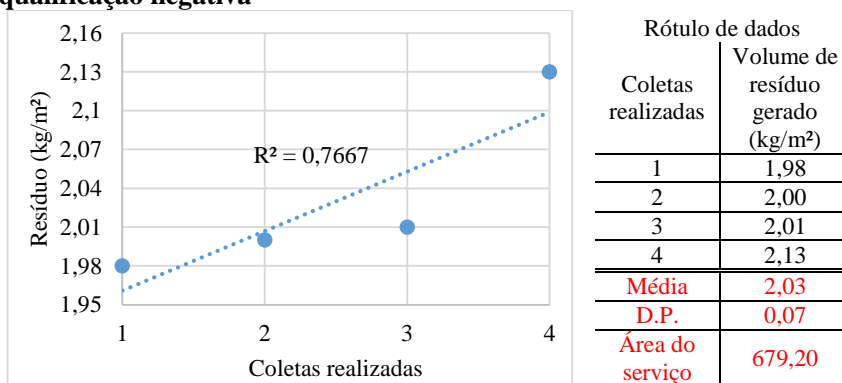
Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação												
Edifício:		Nome da edificação												
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro		Fator de produção em estudo						Método				
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria				Nível do fator								
Área do Serviço (m ²)	Área da Peça (m ²)	Resíduos retirados da obra		Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):						Peso Total do resíduo (kg)	Tara (kg)	Resíduo / área serviço (kg/m ²)	Data da Coleta:	Observações:
		Quantidade												
679,20	169,8	56		25,20	24,80	23,60	24,70	23,50	23,50	1.361,22	2,00	18/abr		
				24,70	24,30	25,00	24,60	24,60	24,10					
				24,20	26,40	23,80	23,90	23,90	23,30					
				24,40	24,70	25,60	25,30	25,30	24,90					
				25,30	24,80	26,20	25,00	26,50	25,70					
				26,00	25,00	24,50	24,30	26,40	26,10					
				24,80	24,90	25,20	26,10	23,90	24,60					
				25,10	25,30	25,70	25,00	24,00	23,60					
				23,70	24,20	25,00	24,80	26,00	25,30					
				24,80	27,60									
679,20	169,8	56		24,20	24,60	24,80	25,40	25,80	25,60	1.366,07	2,01	25/abr		
				24,80	24,60	26,10	25,40	25,83	26,40					
				24,60	24,30	26,00	24,30	25,40	25,10					
				23,70	24,90	25,40	25,30	26,10	25,30					
				23,80	24,90	21,90	25,60	26,30	25,80					
				24,60	24,80	26,60	25,70	25,40	26,00					
				24,50	24,60	24,70	24,00	26,61	26,31					
				24,50	24,67	26,84	24,90	25,80	26,70					
				24,30	24,50	25,40	26,50	26,00	25,90					
				24,50	12,00									
679,20	169,8	59		24,20	24,50	24,60	24,80	24,70	24,30	1.447,69	0,58	26/abr		
				24,10	24,30	24,70	24,80	24,00	24,50					
				24,10	24,50	25,00	25,10	24,80	24,90					
				24,10	24,40	24,70	24,70	24,90	24,10					
				24,10	24,50	24,90	24,70	25,10	24,50					
				24,10	25,30	25,40	23,90	25,30	24,90					
				23,90	24,40	24,80	25,30	24,70	24,90					
				23,90	23,90	24,90	25,40	25,30	25,10					
				23,90	24,60	25,00	24,30	24,60	24,30					
				24,70	24,30	26,10	25,00	18,90						
				24,10	25,30	25,20	25,30	24,40	25,20					
				23,90	24,50	26,40	26,70	25,80	26,30					
	23,90	24,30	25,30	23,80	24,40	25,30								
679,20	169,8	56		23,90	25,80	25,90	26,30	24,80	25,30	1.347,33	1,98	03/mai		
				24,90	25,30	25,30	24,30	22,70	22,80					
				24,00	24,50	23,30	25,30	24,80	23,80					
				24,10	24,10	25,30	25,30	24,20	25,30					
				24,10	24,60	23,50	25,30	24,50	23,30					
				24,10	24,20	24,20	24,00	24,10	24,60					
				22,50	25,40									
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)									5.522,31					
Somatório da área de serviço executado (m²)									2.716,80					
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)									2,03					
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m²/h)									1,90					
Desvio padrão de resíduos / área de serviço									0,07					

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no Quadro 31 que o volume total de resíduo gerado pelo subempreiteiro e retirado da obra foi de 5.522,31 kg em uma área de 2716,80 m² de execução de reboco. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de 2,03 kg de resíduo por m². A produtividade, deste subempreiteiro, informada pela construtora foi de 1,90 m²/h.

A Figura 20 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para o fator de produção método, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada negativa.

Figura 20 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção método, com qualificação negativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,7664), mostra que para o serviço de execução de reboco, por um profissional cuja qualidade do fator de produção “método” foi avaliada como positiva, existe uma forte correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

Observa-se na Figura 20, que o subempreiteiro ao realizar o serviço de execução de reboco para a área de 679,20 m² apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a 2,03 ± 0,07 kg/m².

A Tabela 22 mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o fator de produção método, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada negativa.

Tabela 22 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como negativo

RESUMO DOS RESULTADOS									
Estatística de regressão									
R múltiplo	0,875595036								
R-Quadrado	0,766666667								
R-quadrado ajustado	0,65								
Erro padrão	0,040124805								
Observações	4								
ANOVA									
	gl	SQ	MQ	F	F de significação				
Regressão	1	0,01058	0,01058	6,571429	0,124404964				
Resíduo	2	0,00322	0,00161						
Total	3	0,0138							
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	inferior 95,0%	Superior 95,0%	
Interseção	1,915	0,0491426	38,968188	0,000658	1,703556245	2,126443755	1,70355624	2,126443755	
Variável X 1	0,046	0,0179444	2,5634798	0,124405	-0,031208343	0,123208343	-0,03120834	0,123208343	

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebeu-se também, por meio da Tabela 22, a existência de uma correlação forte entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,77$. Pode-se observar também o $r^2_{ajustado} = 0,65$ caracterizando, também a correlação forte, conforme considera Coutinho *et al.* (2012).

O modelo de regressão linear simples gerado revelou que o fator de significância é de ($p = 0,025$), o coeficiente angular ($p = 0,1245$) e o coeficiente linear da reta ($p > 0,05$), caracterizando que o modelo não é estatisticamente significativo para o nível de confiança de 95% ou para o erro amostral de 5%.

Isto pode ocorrer, segundo Amorim (1995) e Mello (2007), por que a ICC possui suas particularidades, entre elas pode-se apontar: trabalhadores com baixa qualificação, pouco interesse das pequenas e médias empresas em melhorar o nível de qualificação dos empregados, baixo investimento das empresas em pesquisa e desenvolvimento, ausência de investimentos e conhecimento das empresas em técnicas de pré-fabricação, modularização, gerenciamento e implantação de sistemas

e ferramentas de TI, pouca utilização de sistemas de planejamento do trabalho e altas taxas de desperdício de materiais e retrabalho.

b. Nível do fator: positivo

O Quadro 32 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de reboco por um profissional com fator de produção método, com a qualidade positiva (+). O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras foi de 18 de abril a 03 de maio de 2016.

Quadro 32 - Serviço de execução de reboco: fator de produção método, com nível de fator positivo (+1)

Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação											
Edifício:		Nome da edificação											
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro					Fator de produção em estudo			Método			
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria					Nível do fator			+			
Área do Serviço (m²)	Área da Peça (m²)	Resíduos retirados da obra	Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):						Peso Total do resíduo (kg)	Tara (kg)	Resíduo / área serviço (kg/m²)	Data da Coleta:	Observações:
			Quantidade										
313,76	62,75	30	24,20	25,50	24,60	23,40	20,90	26,00	697,00	0,60	2,22	25/mar	Observa-se variadas áreas de serviços, pois neste caso utilizou-se deferentes áreas para avaliar os resíduos gerados
			25,70	24,90	24,10	26,00	22,20	25,30					
			24,00	25,10	23,70	23,00	22,80	24,30					
			24,70	24,20	20,10	20,80	26,50	23,20					
			26,80	26,00	20,60	20,40	25,00	21,00					
			20,00	27,70	19,50	26,60	24,30	19,60					
354,78	88,69	40	23,00	23,60	23,80	23,60	22,60	21,60	905,80	0,70	2,55	07/abr	Observa-se variadas áreas de serviços, pois neste caso utilizou-se deferentes áreas para avaliar os resíduos gerados
			24,50	24,00	23,90	24,00	21,80	23,40					
			24,20	22,90	21,50	25,00	24,00	24,80					
			22,50	23,00	21,80	23,80	20,20	22,50					
			23,90	23,20	24,80	24,50	22,80	25,00					
			25,00	24,60	23,30	23,00							
276,00	92,00	21	22,20	20,00	24,50	23,00	26,20	20,60	452,50	0,70	1,64	16/mar	Observa-se variadas áreas de serviços, pois neste caso utilizou-se deferentes áreas para avaliar os resíduos gerados
			21,70	22,50	25,20	20,20	20,90	22,20					
			21,00	20,70	22,10	21,90	25,00	18,50					
			21,80	22,00	25,00								
			20,60	21,80	21,80	22,00	24,90	22,40					
			23,80	23,70	24,00	21,60	22,50	22,70					
250,56	62,64	18	23,80	23,60	25,00	24,30	25,00	25,80	404,70	0,70	1,62	31/mar	Observa-se variadas áreas de serviços, pois neste caso utilizou-se deferentes áreas para avaliar os resíduos gerados
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)								2.460,00					
Somatório da área de serviço executado (m²)								1.195,10					
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)								2,06					
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m³/h)								2,40					
Desvio padrão de resíduos / área de serviço								0,46					

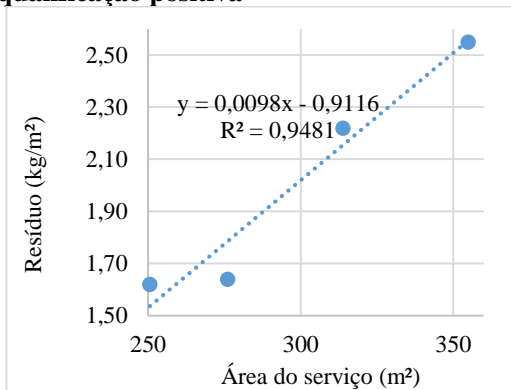
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no quadro 32 que o volume total de resíduo gerado pelo subempreiteiro e retirado da obra foi de 2.460,00 kg de resíduo em uma área de 1.195,10 m² de execução de reboco. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de 2,06 kg de resíduo por m². A produtividade informada pela construtora foi de 2,40 m²/h.

Vale salientar que este foi o único, em toda pesquisa, caso que o nível de fator +1 gerou mais resíduo do que o nível de fator -1, ou seja, o método não influenciou na geração de resíduo como se esperava.

A Figura 21 mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o fator de produção método, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada positiva.

Figura 21 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção método, com qualificação positiva



Rótulo de dados	
Coletas realizadas (m ²)	Volume de resíduo gerado (kg/m ²)
250,56	1,62
276,00	1,64
313,76	2,22
354,78	2,55
Média	2,06
D.P.	0,46

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,9481), mostra que para o serviço de execução de reboco, por um profissional cuja qualidade do fator de produção “método” foi avaliada como positiva,

existe uma forte correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

Ao verificar a equação da reta percebe-se que a partir da análise da curva de tendência, a geração de resíduo mínimo para área cada metro quadrado (m^2) construído é de aproximadamente 0,01 kg podendo ser acrescida de 0,91 kg/m^2 , para o fator de produção método com a qualidade do nível de fator positiva.

A Figura 21 mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o fator de produção método, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada positiva.

Observa-se na Tabela 23, que o subempreiteiro ao realizar o serviço de execução de reboco para as áreas entre 62,64 e 88,69 m^2 apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a $2,06 \pm 0,46 kg/m^2$.

Tabela 23 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como positivo

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estatística de regressão								
R múltiplo		0,97372574						
R-Quadrado		0,94814182						
R-quadrado ajustado		0,92221273						
Erro padrão		0,12726844						
Observações		4						
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	0,59228049	0,5922805	36,566721	0,026274259			
Resíduo	2	0,03239451	0,0161973					
Total	3	0,624675						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	-0,9116383	0,48691425	-1,872277	0,2020516	-3,006661251	1,183384586	-3,006661251	1,183384586
Variável X 1	0,00977036	0,00161572	6,0470423	0,0262743	0,002818454	0,01672226	0,002818454	0,01672226

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebeu-se também, por meio da Tabela 23, a existência de uma correlação fortíssima entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,95$. Pode-se observar também

o $r^2_{\text{ajustado}} = 0,92$ caracterizando a correlação fortíssima, conforme considera Coutinho *et al.* (2012).

O modelo de regressão linear simples gerado revelou que o fator de significância é de ($p = 0,026$), o coeficiente angular ($p = 0,026$) e o coeficiente linear da reta ($p < 0,001$), desta forma pode-se afirmar que o modelo apresentado é estatisticamente significativo.

Outro fator importante foi o resultado obtido por meio do cálculo do coeficiente de determinação r^2 , que revelou que cerca de 95 % da variabilidade na geração de resíduo é explicada pela repetição da atividade realizada pelo subempreiteiro, enquanto que os outros 5% são explicados por outros fatores, como as características da ICC, que não foram contemplados no modelo apresentado.

c. Comparativo entre os níveis dos fatores de produção: Método

A Tabela 24 mostra o volume de resíduo gerado, por profissional quando o nível do fator de qualidade é positivo e negativo, para o fator de produção método.

Tabela 24 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção mão de obra, para o serviço de execução de reboco

Construtora	Volume de obra licenciadas	Média da geração de resíduo (kg/m ²)		Volume total de resíduo gerado (kg)	
		Nível do fator +	Nível do fator -	Fator +	Fator -
A	29.187,98	2,03	2,06	59.251,60	60.127,24
B	36.760,01			74.622,82	75.725,62
C	45.202,92			91.761,93	93.118,02
Total de resíduo gerado				225.636,35	228.970,87

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Quando se extrapolam os valores obtidos no estudo, para o volume de obras das três maiores construtoras da cidade de Criciúma, obtém-se uma diferença percentual de 1,47%, ou 3.334,53 kg de resíduo, relativamente pequena, durante a execução das obras em construção por estas Construtoras, no momento em que a qualidade do fator de produção método muda de negativa para positiva. Vale salientar que neste caso o subempreiteiro de pequenos serviços que não possui o método implantado gera menos resíduo.

4.2.2.3 Fator de produção: Matéria prima

A matéria-prima do reboco tipo massa única, que é utilizado pelas construtoras de Criciúma, objeto da pesquisa, é constituída por agregado miúdo ou areia natural quartzosa, cal, para dar trabalhabilidade à mistura, cimento e água.

A pesquisa foi realizada com dois tipos de argamassa a estabilizada ou industrializada, que vem totalmente pronta e deve aplicada em 36 horas no máximo, considerada como matéria prima com fator de qualidade positivo (+1) e a semi-industrializada, que é uma mistura de areia fina e cal, considerada para efeitos de pesquisa como matéria prima de fator de qualidade negativo (-1). Estas argamassas foram classificadas desta forma pelo corpo técnico das empresas pesquisadas, pelos mestres de obras e subempreiteiros de pequenos serviços.

a. Nível do fator: negativo

O Quadro 33 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de reboco por um profissional com fator de produção matéria prima, com a qualidade negativa (-1). O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras foi de 10 de março a 12 de abril de 2016.

Quadro 33 - Serviço de execução de reboco: fator de produção matéria prima, com nível de fator negativo (-1)

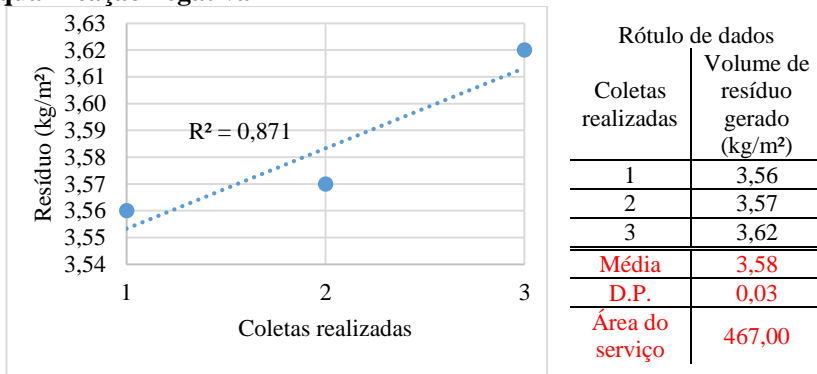
Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação																	
Edifício:		Nome da edificação																	
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro		Fator de produção em estudo				Matéria prima											
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria		Nível do fator				-											
Área do Serviço (m²)	Área da Peça (m²)	Resíduos retirados da obra		Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):				Peso Total do resíduo (kg)	Tara (kg)	Resíduo / área serviço (kg/m²)	Data da Coleta:	Observações:							
		Quantidade																	
467,00	73	20,00	22,60	20,60	19,30	20,00	20,70	1.661,23	0,68	3,56	10/3								
		23,50	22,30	24,60	23,90	24,60	21,80												
		21,70	23,30	22,50	24,60	23,50	22,90												
		23,90	21,70	23,30	22,30	22,30	22,50												
		25,00	23,60	21,50	23,60	23,60	22,70												
		24,00	24,20	24,00	21,40	24,10	24,20												
		23,60	21,20	22,30	23,00	19,80	21,70												
		21,80	26,80	22,80	22,20	24,20	25,20												
		22,20	25,00	23,90	24,00	22,80	15,30												
		24,90	23,90	25,00	22,90	23,60	25,90												
		24,70	27,00	24,80	27,20	26,80	25,00												
		24,00	26,20	26,60	26,40	22,20	27,70												
		27,80																	
		467,00	76	21,40	20,70	20,60	21,70						21,80	22,70	1.691,60	0,68	3,62	22/3	
				23,50	22,30	21,40	23,90						22,00	20,90					
				19,80	22,90	23,70	22,40						23,40	22,90					
21,90	21,60			22,70	22,40	21,00	23,70												
24,80	22,10			23,70	22,00	23,80	22,40												
21,80	24,90			23,10	22,00	23,70	25,70												
21,70	23,00			21,90	23,40	21,00	22,10												
22,70	25,70			25,00	24,10	24,20	23,90												
23,50	23,80			22,40	21,90	21,70	19,90												
21,80	22,50			24,60	21,80	22,00	24,20												
25,00	21,90			25,80	22,60	22,70	21,80												
21,80	22,90			23,80	23,90	24,00	26,80												
26,90	27,20			27,00	18,70														
467,00	77			22,70	23,80	24,60	22,30	20,60	23,80	1.668,79	0,68	3,57	12/4	14,15					
				23,10	23,90	22,30	22,20	21,10	21,80										
				23,50	20,80	20,80	22,20	20,10	23,00										
		20,90	23,10	24,70	23,10	21,90	22,70												
		19,90	20,20	19,90	22,10	22,80	20,60												
		21,90	23,80	24,80	21,40	22,70	21,30												
		20,90	21,50	25,00	22,00	24,10	24,20												
		22,40	24,00	25,00	21,80	22,60	24,10												
		21,90	23,00	21,80	21,90	21,80	21,40												
		22,50	23,10	24,00	20,90	22,00	20,90												
		20,40	22,10	25,31	21,87	22,75	24,42												
		21,80	22,60	20,90	18,90	22,00	20,80												
		23,90	21,30	20,80	21,70	26,00													
		Somatório de peso de resíduo gerado (kg)							5.021,61										
		Somatório da área de serviço executado (m²)							1.401,00										
		Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m²)							3,58										
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m²/h)							4,68												
Desvio padrão de resíduos / área de serviço							0,03												

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no Quadro 33 que o volume total de resíduo gerado pelo subempreiteiro e retirado da obra foi de 5.021,61 kg em uma área de 1401,00 m² de execução de reboco. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de 3,58 kg de resíduo por m². A produtividade deste subempreiteiro, informada pela construtora, foi de 4,68 m²/h.

A Figura 22 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para o fator de produção matéria-prima, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada negativa.

Figura 22 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção matéria prima, com qualificação negativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,871), mostra que para o serviço de execução de reboco, por um profissional cuja qualidade do fator de produção “matéria-prima” foi avaliada como negativa, existe uma forte correlação entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida.

Observa-se na Figura 22 que o subempreiteiro, ao realizar o serviço de execução de reboco para as áreas 106,78 m² apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a 3,58 ± 0,03 kg/m².

A Tabela 25 mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o fator de produção matéria-prima, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada negativa.

Tabela 25 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção matéria prima, qualificado como negativo

RESUMO DOS RESULTADOS									
Estatística de regressão									
R múltiplo	0,9332565								
R-Quadrado	0,8709677								
R-quadrado ajustado	0,7419355								
Erro padrão	0,0163299								
Observações	3								
ANOVA									
	gl	SQ	MQ	F	F de significação				
Regressão	1	0,0018	0,0018	6,75	0,233908049				
Resíduo	1	0,0002667	0,0002667						
Total	2	0,0020667							
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%	
Interseção	3,5233333	0,0249444	141,24757	0,004507	3,206384901	3,840281765	3,206384901	3,840281765	
Variável X 1	0,03	0,011547	2,5980762	0,233908	-0,116718614	0,176718614	-0,116718614	0,176718614	

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebeu-se também, por meio da Tabela 25, a existência de uma correlação forte entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,87$. Pode-se observar também o $r^2_{ajustado} = 0,74$ caracterizando a correlação forte, conforme considera Coutinho *et al.* (2012).

O modelo de regressão linear simples gerado revelou que o fator de significância é de ($p = 0,23$) e o coeficiente linear da reta ($p > 0,05$), caracterizando que o modelo não é estatisticamente significativo para o nível de confiança de 95% ou para o erro amostral de 5%.

b. Nível do fator: positivo

O Quadro 34 apresenta os dados obtidos para o serviço de execução de reboco por um profissional com fator de produção matéria prima, com a qualidade positiva (+1). O período de observação e coleta de dados deste e outros serviços, neste canteiro de obras, foi de 07 de março a 19 de abril de 2016.

Quadro 34 - Serviço de execução de reboco: fator de produção matéria prima, com nível de fator positivo (+1)

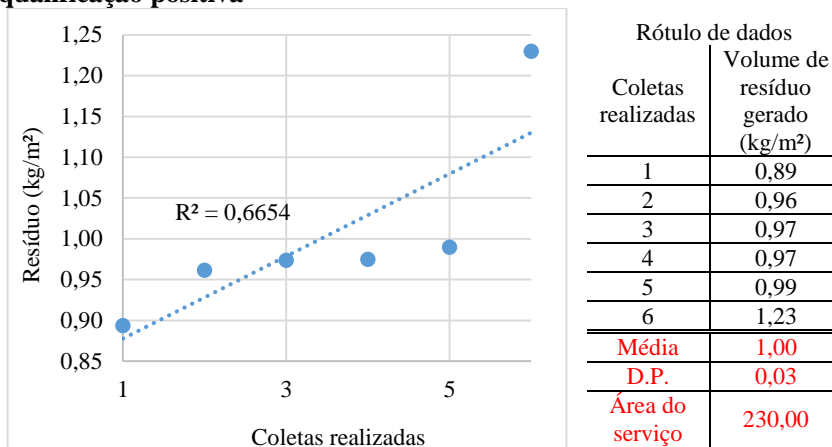
Construtora		Nome da construtora/incorporadora responsável pela edificação												
Edifício:		Nome da edificação												
Subempreiteiro:		Nome do subempreiteiro					Fator de produção em estudo:					Matéria prima		
Serviço Avaliado:		Execução de alvenaria					Nível do fator					+		
Área do Serviço (m ²)	Área da Peça (m ²)	Resíduos retirados da obra		Peso dos Baldes Retirados /por unidade (kg):						Peso Total do resíduo (kg)	Tara (kg)	Resíduo / área serviço (kg/m ²)	Data da Coleta:	Observações:
		Quantidade												
230		13	23,90	25,40	21,70	22,10	23,70	22,60	282,88	0,54	1,23	7/3		
			23,00	23,00	20,40	24,30	22,70	19,80						
			17,30											
230		10	22,90	21,80	21,70	22,30	26,30	24,60	227,60	0,65	0,99	18/3		
			20,60	26,50	23,30	23,00								
			22,15	23,90	23,20	22,20	23,70	24,60						
230		10	21,00	21,70	20,20	25,00			221,15	0,65	0,96	28/3		
			22,50	24,40	22,80	22,60	21,40	25,80						
			24,00	23,70	22,10	21,10								
230		10	21,00	22,70	21,20	22,60	25,40	22,10	223,90	0,65	0,973	8/4		
			24,50	22,80	23,30	25,10								
			22,90	23,90	22,20	24,20	23,70	26,80						
230		9	23,70	21,90	22,10				224,20	0,65	0,975	19/4		
			24,50	22,80	23,30	25,10								
			22,90	23,90	22,20	24,20	23,70	26,80						
Somatório de peso de resíduo gerado (kg)								1.385,28						
Somatório da área de serviço executado (m ²)								1.380,00						
Média: quantidade de resíduo gerado por área construída (kg/m ²)								1,00						
Produtividade: quantidade de alvenaria produzida por hora trabalhada (m ² /h)								11,14						
Desvio Padrão dos dados								0,12						

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observa-se no Quadro 34 que o volume total de resíduo gerado pelo subempreiteiro e retirado da obra foi de 1.385,28 kg em uma área de 1380,00 m² de execução de reboco. A média de resíduo gerado por este subempreiteiro é de aproximadamente 1,00 ± 0,12 kg/ m². A produtividade, deste subempreiteiro, informada pela construtora foi de 11,14 m²/h.

A Figura 23 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para o fator de produção matéria prima, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada positiva.

Figura 23 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para o fator de produção matéria-prima, com qualificação positiva



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,6654), mostra que para o serviço de execução de reboco, por um profissional cuja qualidade do fator de produção “matéria-prima” foi avaliada como positiva, existe uma correlação média entre a geração de resíduo por metro quadrado e a quantidade de serviço produzida. Observa-se na Figura 23, que o subempreiteiro ao realizar o serviço de execução de reboco para área de 230,00 m² apresentou, em média, uma geração de resíduo igual a 1,00 ± 0,03 kg/m².

A Tabela 26 mostra a relação entre a área de serviço executado e a geração de resíduo por área, para o fator de produção matéria-prima, no caso em que a qualidade do nível do fator foi considerada positiva.

Tabela 26 - Análise estatística, do reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para o fator de produção mão de obra, qualificado como positivo

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estatística de regressão								
R múltiplo	0,817545							
R-Quadrado	0,66838							
R-quadrado ajustado	0,585474							
Erro padrão	0,07535							
Observações	6							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	0,0457729	0,0457729	8,06198105	0,046897888			
Resíduo	4	0,0227105	0,0056776					
Total	5	0,0684833						
	Coefficiente:	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	0,822667	0,070147	11,727751	0,00030236	0,627907341	1,017425992	0,62790734	1,017425992
Variável X 1	0,051143	0,0180121	2,8393628	0,04689789	0,001133279	0,101152435	0,00113328	0,101152435

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebeu-se, por meio da Tabela 26, a existência de uma correlação forte entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,67$. Pode-se observar também o $r^2_{ajustado} = 0,58$ caracterizando a correlação média, conforme considera Coutinho *et al.* (2012).

O modelo de regressão linear simples gerado revelou que o fator de significância é de ($p = 0,047$), o coeficiente angular ($p = 0,047$) e o coeficiente linear da reta ($p < 0,05$), caracterizando que o modelo é estatisticamente significativo para o nível de confiança de 95% ou para o erro amostral de 5%.

c. Comparativo entre os níveis de fatores de produção: matéria prima

A Tabela 27 mostra o volume de resíduo gerado, por profissional, quando o nível do fator de qualidade é positivo e/ou negativo, para o fator de produção matéria-prima.

Tabela 27 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para o fator de produção matéria prima, para o serviço de execução de reboco

Construtora	Volume de obra licenciadas	Média da geração de resíduo (kg/m ²)		Volume total de resíduo gerado (kg)	
		Nível do fator +	Nível do fator -	Fator +	Fator -
A	29.187,98	1,00 (Const. B)	3,58 (Const. C)	29.187,98	104.492,97
B	36.760,01			36.760,01	131.600,84
C	45.202,92			45.202,92	161.826,45
Total de resíduo gerado				111.150,91	397.920,26

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Quando se extrapolam os valores obtidos no estudo, para o volume de obras das três maiores construtoras da cidade de Criciúma, obtém-se uma diferença percentual de 258%, ou 286.769,35 kg de resíduo, a mais durante a execução das obras em construção por estas construtoras.

d. Comparativo entre os níveis de fatores de produção: mão de obra, método, matéria prima

A Tabela 28 apresenta a compilação para os três fatores de produção, mão-de-obra, método e matéria-prima, quando os níveis dos fatores são avaliados positiva e negativamente.

Tabela 28 - Comparativo entre a qualidade dos níveis de fatores para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima, para o serviço de execução de reboco

Construtora	Volume de obra licenciadas	Fator de produção avaliado	Média da geração de resíduo (kg/m ²)		Volume total de resíduo gerado (kg)	
			Nível do fator (+1)	Nível do fator (-1)	Fator (+1)	Fator (-1)
A	29.187,98	Mão de obra	0,64	1,59	18.680,31	46.408,89
B	36.760,01	Método	2,06	2,03	75.725,62	74.622,82
C	45.202,92	Matéria prima	1	3,58	45.202,92	161.826,45
Área Total	111.150,91	Total de resíduo gerado			139.608,85	282.858,16

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A Tabela 28 apresentou os volumes de resíduos gerados nos canteiros de obras das Construtoras A, B e C, para os serviços de execução de reboco. O volume total do resíduo gerado calculou-se multiplicando os volumes das obras licenciadas, entre os meses de março de 2014 a fevereiro de 2015 (111.150,91 m²), pelos percentuais dos volumes de obras pelos os três níveis de fatores positivos e negativos, para as três construtoras. Observando-se os níveis dos fatores de produção positivos para mão-de-obra, método e matéria-prima, o volume total de resíduo gerado é de 139.608,85 kg e quando o nível do fator é negativo o volume gerado é de 282.858,16 kg, que constitui uma diferença de 143.249,31 Kg, ou 102,61% de resíduo de reboco a mais, para ser descartado na cidade de Criciúma.

4.2.3 Análise geral dos fatores de produção

A análise geral dos fatores de produção, mão de obra, método e matéria prima, apresentará a influência destes fatores na geração de resíduos para os serviços de execução alvenaria de e execução de reboco

4.2.3.1 Avaliação geral dos fatores de produção para o serviço de execução de alvenaria utilizando o modelo VBA

Para a quantidade de resíduo gerado de alvenaria, a análise de variância não pode ser realizada, pois o erro associado à quantidade de resíduo gerada resultou nulo ($MQ_{\text{erro}} = 0$), o que significa que os fatores de produção, para este caso, não seguem uma distribuição normal, pré-requisito para a ANOVA para planejamento experimental fatorial. Desta forma, este resultado não será analisado por ANOVA. Assim para análise deste serviço para o utilizou-se o modelo VBA do Excel.

A Tabela 29 mostra a relação entre os fatores de produção, Mão de obra (MO), Método (ME) e Matéria prima (MP) para a geração de resíduo para o serviço de execução da alvenaria, nos canteiros de obra pesquisados.

Tabela 29 - Resumo geral: geração de resíduo de alvenaria

Fator de produção	Área (m ²)	Volume de resíduo por área (kg/m ²)	Média de volume de resíduo gerado	Produtividade (m ² /h)	Desvio padrão
MO (-1)	52,45	9,04	8,97	3,60	0,37
	87,50	9,69			
	99,85	8,56			
	134,90	9,00			
	187,35	8,82			

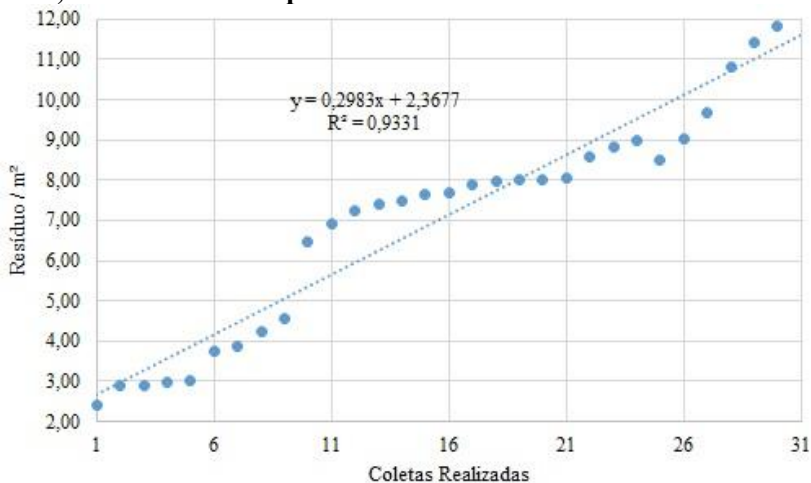
MO (+1)	107 e 110	2,41	3,39	2,50	0,69
		2,88			
		2,88			
		2,99			
		3,02			
		3,73			
		3,86			
		4,23			
4,54					
ME (-1)	61,78	10,79	11,60	1,40	0,58
		11,42			
		11,83			
		12,36			
ME (+1)	64,82	7,67	7,91	1,90	0,18
		7,90			
		8,01			
		8,06			
MP (-1)	106,8	7,24	7,53	2,50	0,32
		7,42			
		7,47			
		7,98			
MP (+1)	106,8	6,47	7,26	2,90	0,69
		6,93			
		7,64			
		8,00			

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A Tabela 29 apresentou o resumo dos resíduos gerados pelos fatores de produção estudados, entre eles destacou-se: a média e o desvio padrão. Observa-se que quando se estuda os fatores de produção o que menos contribui para geração de resíduo é a mão-de-obra, em segundo lugar a matéria-prima e em terceiro o método. Pode-se observar, também que o funcionário que mais gera resíduo é o que tem a maior produtividade, quando se considera a quantidade de reboco por hora como medida de produtividade.

A Figura 24 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para os fatores de produção estudados.

Figura 24 – Relação entre a área de execução de alvenaria e o volume de resíduo gerado, para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,9331), mostra a correlação fortíssima existente entre a área de execução de alvenaria e a geração de resíduo para o serviço de execução de reboco.

A Tabela 30 mostra a relação entre a área de serviço executado, assentamento de alvenaria, e a geração de resíduo por área, para os fatores de produção estudados.

Tabela 30 - Análise estatística, processo de assentamento de alvenaria, para o coeficiente de determinação ajustado para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estatística de regressão								
R múltiplo	0,96455987							
R-Quadrado	0,93037574							
R-quadrado ajustado	0,92788916							
Erro padrão	0,74703506							
Observações	30							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	208,803523	208,8035226	374,158701	9,72133E-18			
Resíduo	28	15,6257188	0,558061385					
Total	29	224,429241						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	2,41230444	0,28503284	8,463250924	3,3388E-09	1,828441133	2,996167738	1,828441133	2,996167738
Variável X 1	0,29640449	0,01532346	19,34318228	9,7213E-18	0,265015801	0,327793172	0,265015801	0,327793172

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebeu-se, por meio da Tabela 30, a existência de uma correlação fortíssima entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,93$. Pode-se observar também o $r^2_{\text{ajustado}} = 0,927$ caracterizando a correlação fortíssima, conforme considera Coutinho *et al.* (2012).

O modelo de regressão linear simples gerado revelou que o fator de significância é de ($p = 9,72E-18$), o coeficiente angular ($p = 0,047$) e o coeficiente linear da reta ($p < 0,05$) caracterizando que o modelo é estatisticamente significativo para o nível de confiança de 95% ou para o erro amostral de 5%. Isto mostra a correlação existente entre a geração de resíduo e a área de trabalho produzida nos três fatores de produção.

4.2.3.2 Avaliação geral dos fatores de produção para o serviço de execução de reboco utilizando o modelo VBA

A Tabela 31 mostra a relação entre os fatores de produção a geração de resíduo para o serviço de execução da alvenaria.

Tabela 31 – Resumo geral: geração de resíduo de reboco

Fator de produção	Área (m ²)	Volume de resíduo por área (kg/m ²)	Média de volume de resíduo gerado	Produtividade (m ² /h)	Desvio padrão
MO (-1)	189,00 e 240,00	1,12 1,24 1,31 1,59 1,64 2,43	1,59	7,50	0,43
MO (+1)	189,00 e 240,00	0,41 0,45 0,51 0,59 0,65 0,76 0,86 0,99	0,64	5,50	0,19
ME (-1)	250,56 276,00 313,76 354,78	1,62 1,64 2,22 2,55	2,06	2,40	0,46
ME (+1)	679,20	1,98 2,00 2,01 2,13	2,03	1,90	0,07
MP (-1)	467,00	3,56 3,57 3,62	3,58	4,58	0,03
MP (+1)	230,00	0,89 0,96 0,97 0,97 0,99 1,23	1,00	11,14	0,12

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

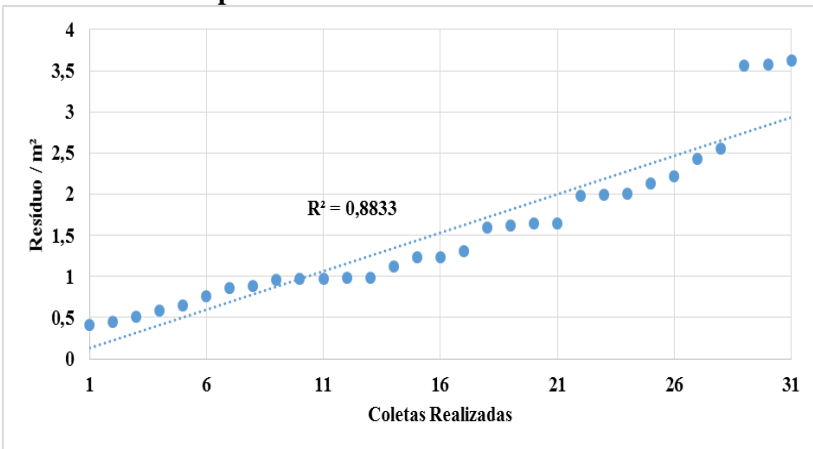
A Tabela 31 apresentou o resumo do resíduo de reboco gerado pelos fatores de produção mão de obra, matéria prima e método. Observa-se que o fator de produção matéria prima é o que gera maior quantidade de resíduo quando se estuda os fatores de produção e o que

menos contribui para geração de resíduo é a mão-de-obra, e em segundo lugar o método.

Vale salientar que quanto melhor a qualidade da matéria prima, menor a quantidade de resíduo gerado quando o serviço avaliado é o reboco.

A Figura 25 mostra a relação entre a geração de resíduo por área e o número de coletas realizadas, para o serviço de execução de reboco.

Figura 25 - Relação entre a área de execução de reboco e o volume de resíduo gerado, para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O valor do coeficiente de determinação, (0,8833), mostra a correlação forte existente entre a área de execução de alvenaria e a geração de resíduo para o serviço de execução de reboco.

Tabela 32 – Análise estatística, do processo de reboco, para o coeficiente de determinação ajustado para os fatores de produção mão de obra, método e matéria prima

RESUMO DOS RESULTADOS								
Estadística de regressão								
R múltiplo	0,939814588							
R-Quadrado	0,88325146							
R-quadrado ajustado	0,879225648							
Erro padrão	0,314207053							
Observações	31							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	1	21,66021488	21,66021488	219,39711	4,64802E-15			
Resíduo	29	2,863056089	0,098726072					
Total	30	24,52327097						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intersecção	0,035677419	0,115653752	0,308484754	0,759918639	-0,200861063	0,272215902	-0,200861063	0,272215902
Variável X 1	0,093455645	0,006309429	14,81205961	4,64802E-15	0,080551413	0,106359877	0,080551413	0,106359877

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Percebeu-se, por meio da Tabela 32, a existência de uma correlação forte entre a repetição da atividade de execução de alvenaria e a geração de resíduo, $r^2 = 0,88$. Pode-se observar também o $r^2_{ajustado} = 0,88$ caracterizando a correlação fortíssima, conforme considera Coutinho *et al.* (2012).

O modelo de regressão linear simples gerado revelou que o fator de significância $p = 4,65 \text{ E-}18$, o coeficiente angular $p = 0,047$ e o coeficiente linear da reta $p < 0,05$ caracterizando que o modelo é estatisticamente significativo para o nível de confiança de 95% ou para o erro amostral de 5%. Isto mostra a correlação existente entre a geração de resíduo e a área de trabalho produzida nos três fatores de produção.

4.2.3.3 Avaliação geral dos fatores de produção para o serviço de execução de reboco utilizando o modelo ANOVA

Para a quantidade de resíduo de reboco gerado, a análise de variância pode ser realizada, pois o erro associado à quantidade de resíduo gerada resultou nulo ($MQ_{\text{erro}} \neq 0$), o que significa que os fatores

de produção, para este caso, não seguem uma distribuição normal, pré-requisito para a ANOVA para planejamento experimental fatorial. Desta forma, este resultado não será analisado por ANOVA. Assim para análise deste serviço para o utilizou-se o modelo VBA do Excel.

A partir do planejamento fatorial completo tipo 2^k, apresentado Tabela 33, foram estudados 8 cenários dos fatores de produção. Par tal combinou-se os níveis de qualidades positivo “+” e negativo “-” de cada fator, mão-de-obra, método e matéria-prima.

A Tabela 33 apresenta os dados de reboco que serão utilizados na formação da matriz experimental 2³.

Tabela 33 - Fatores de produção: médias e produção

Fatores de produção						
	Mão de obra		Método		Matéria prima	
Qualificação dos fatores	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Média (kg/m ²)	1,59	0,64	2,06	2,03	3,58	1,00
Desvio Padrão	0,30	0,70	0,91	1,56	0,18	0,40
Produção (h/m ²)	0,13	0,18	0,42	0,53	0,09	0,21
Produção (m ² /h)	7,50	5,50	2,40	1,90	4,68	11,14

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Para compor a Tabela 34, matriz experimental, utilizou-se os dados de Média de geração de resíduos por área e as médias de produção de reboco por área, apresentados na Tabela 33.

Para a mão-de-obra o nível positivo ou negativo foi determinado pela equipe técnica de cada obra. Para o método, nível positivo se a construtora possui PBQP-H implantado ou em implantação, e negativo se não possui. Para matéria-prima, nível positiva quando era totalmente industrializada ou estabilizada e negativa se semi-industrializada.

Como já mencionado, cada fator de estudo (fator de produção) foi variado em seu nível mínimo e máximo, ou seja, qualidade positiva ou negativa, resultando assim em uma matriz experimental tipo 2^3 , três fatores a dois níveis (máximo e mínimo), resultando assim em 8 cenários nos canteiros de obras, conforme descrito na Tabela 34.

Tabela 34 - Matriz experimental 2^3 para os fatores de produção e resultados médios para quantidade de resíduo produzido para reboco e alvenaria

Cenário	M.O.	Mét.	M.P.	R _{reb.} (kg/m ²)	Prod _{reb.} (m ² /h)	R _{alv.} (kg/m ²)	Prod _{alv.} (m ² /h)
1	-1	-1	-1	2,41	4,86	9,37	2,5
2	-1	-1	1	1,55	7,01	9,28	2,3
3	-1	1	-1	2,40	4,69	8,14	2,67
4	-1	1	1	1,54	6,85	8,05	2,47
5	1	-1	-1	2,09	4,19	7,5	2,13
6	1	-1	1	1,23	6,35	7,41	1,93
7	1	1	-1	2,08	4,03	6,27	2,3
8	1	1	1	1,22	6,18	6,18	2,1

Nota: M.O. é o fator mão-de-obra; Mét. é o fator método; M.P. é o fator matéria-prima; R_{alv.} é a quantidade de resíduo de alvenaria (kg/m²); Prod_{alv.} é a produção de alvenaria (m²/h); R_{reb.} é a quantidade de resíduo de reboco (kg/m²); Prod_{reb.} é a produção de reboco (m²/h).

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O efeito de cada cenário de construção, em função dos níveis dos fatores de produção, é discutido nas seções seguintes para a quantidade de resíduo gerado de reboco. Para a quantidade de resíduo gerado de reboco, resultados mostrados na Tabela 35, a análise de variância não pode ser realizada, pois o erro associado à quantidade de resíduo gerada para reboco resultou nulo ($MQ_{\text{erro}}=0$), conforme apresenta a Tabela 35. Isso significa que os fatores de produção, para este caso, não seguem uma distribuição normal, pré-requisito para a ANOVA para planejamento experimental fatorial. Desta forma, este resultado não será analisado por ANOVA.

Tabela 35 - Tabela Análise de variância (ANOVA) para a quantidade produzida de resíduo de reboco (kg/m²)

Produção de reboco (m ² /h)	SQ	v	MQ	F	p	r ²	r ² ajustad o
Mão-de-obra	0,20480	1	0,20480				
Método	0,00020	1	0,00020				
Matéria-prima	1,47920	1	1,47920				
Erro	0,00000	4	0,00000				
SQ _{total}	1,68420	7					

Nota: SQ= somas quadráticas; v= variância ou grau de liberdade; MQ= médias quadráticas; F= probabilidade (fator de Fisher); p= confiabilidade; r²= ajuste do modelo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Buscou-se fazer uma análise na produção realizada e o resíduo gerado para verificar se, nas obras pesquisadas, existia alguma relação entre a geração de resíduo e a produtividade dos trabalhadores da ICCSE, nestas obras. A Tabela 36 apresenta a análise de variância para a produção de reboco, em metro quadrado por hora.

Tabela 36 - Análise de variância (ANOVA) para a produção de reboco (m²/h)

Produção de reboco (m ² /h)	SQ	v	MQ	F	p	r ²	r ² ajus t
Mão-de-obra	0,88	1	0,88445	70756,0	0,00	1	0,99
Método	0,05	1	0,05445	4356,0	0,00		
Matéria-prima	9,28	1	9,28805	743044,	0,00		
Erro	0,00	4	0,00001				
SQ _{total}	10,2	7					

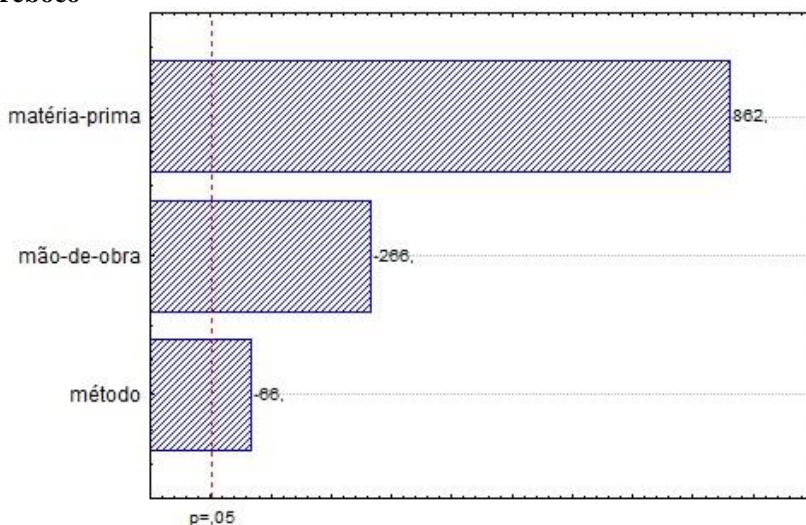
Nota: SQ= somas quadráticas; v= variância ou grau de liberdade; MQ= médias quadráticas; F= probabilidade (fator de Fisher); p= confiabilidade; r²= ajuste do modelo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Ao se analisar os resultados apresentados na Tabela 36, observa-se a alta confiabilidade dos resultados para os três fatores de produção, mão-de-obra, método e matéria-prima: o fator F para os três fatores é muito significativo, indicando uma confiabilidade dos resultados obtidos de 100%, totalmente significativa para a análise do efeito dos fatores de produção em estudo sobre a produção de reboco nas obras avaliadas. Porém as interações entre os fatores de produção não foram significativas.

A Figura 26 apresenta o diagrama de Pareto para a produção de reboco. O diagrama de Pareto é um gráfico de barras que ordena a frequência com que ocorrem os eventos. Sua maior utilidade é facilitar a visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes do planejamento.

Figura 26 - Diagrama de Pareto para o serviço de execução de reboco



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Pode-se perceber que todos os fatores de produção apresentam alta confiabilidade para a produção de reboco, 100%. Pelo gráfico de Pareto, o fator matéria-prima aumenta a produção de reboco, pois seu coeficiente é positivo. Isto significa dizer que quanto melhor for a qualidade da matéria-prima, maior será a produção de reboco. Tanto o método utilizado quanto a qualidade da mão-de-obra têm efeito contrário à matéria-prima, pois apresentam coeficiente negativo. Ou seja, quanto melhor o método utilizado, ou quanto mais qualificada a mão-de-obra, menor será a produção de reboco em m^2/h .

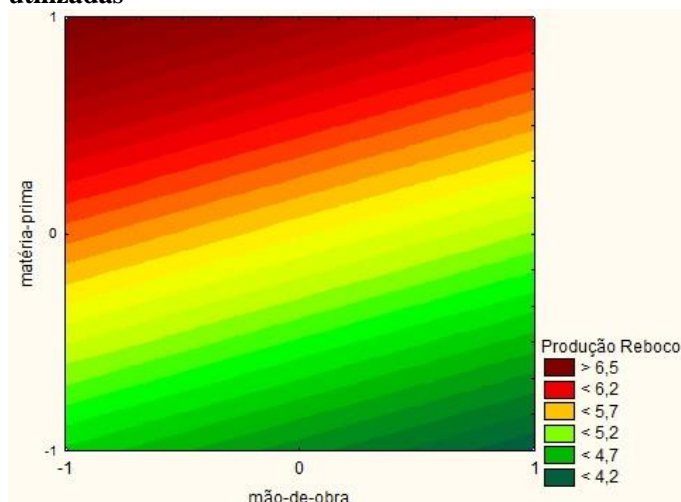
A Figura 27 apresenta o gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco em função da mão-de-obra e da matéria-prima. A superfície de resposta é uma ferramenta matemática muito útil no estudo de otimização de processos onde há influência de vários fatores simultaneamente. No gráfico de superfície de resposta observa-se que a produção de reboco aumenta conforme se aumenta a qualidade da matéria-prima (material industrializado ou semi industrializado) e conforme se diminui a qualidade da mão-de-obra, ou seja, quando se utiliza mão-de-obra não qualificada. Deve-se ressaltar o forte ajuste do modelo, com r^2 igual a 1,0 e $r^2_{ajustado}$ igual a 0,999 para todos os gráficos de superfície de resposta analisados.

Neste caso, o aumento da produção de reboco em m^2/h não significa dizer que houve um aumento de produtividade de reboco, que seria produzir reboco, em m^2/h , em quantidade e com qualidade.

A Figura 27 apresenta o gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco em função da mão-de-obra e do método. Observa-se que a produção de reboco aumenta conforme se diminui a qualidade do método, construtoras sem PBQP-H, e conforme se diminui

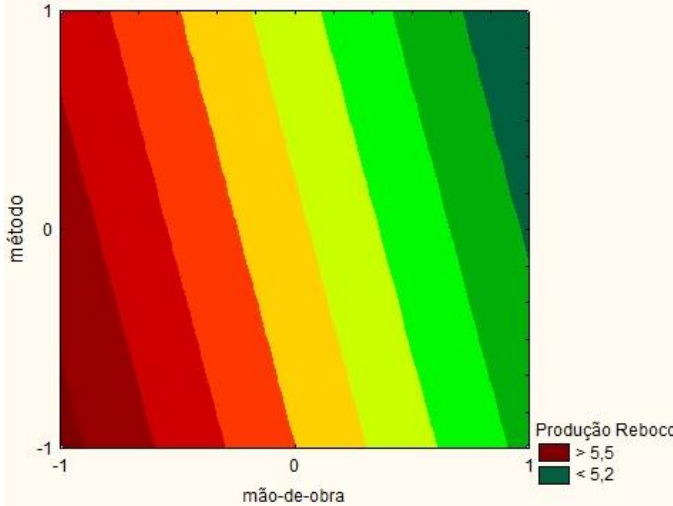
a qualidade da mão-de-obra, de positivo para negativo. Esta análise corrobora a anterior, pois se a construtora não tem método adequado, ou política da qualidade para produzir, e se a qualidade do fator mão-de-obra é negativa, há um aumento na produção em m^2/h de reboco, mas isto não significa que esta produção tem qualidade, pois está gerando mais resíduo de reboco.

Figura 27 - Gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco (m^2/h) em função da matéria-prima e da mão-de-obra utilizadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

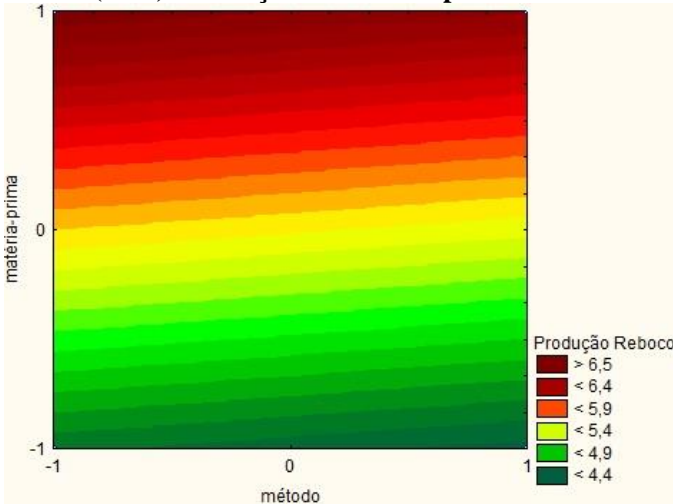
Figura 28 - Gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco (m²/h) em função da mão-de-obra e do método utilizados



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A Figura 29 apresenta o gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco em função da matéria-prima e do método.

Figura 29 - Gráfico de superfície de resposta para a produção de reboco (m²/h) em função da matéria-prima e do método utilizados



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Neste caso a produção de reboco é quase constante com a qualidade do método (construtoras com ou sem PBQP-H), pois a matéria-prima tem influência muito maior na produção de reboco do que o método utilizado, ver diagrama de Pareto para a produção de reboco, Figura 24. Desta forma, se a qualidade da matéria-prima for boa, ou seja, reboco industrializado, independentemente da qualidade do método a quantidade produzida de reboco será elevada.

4.2.3.4 Análise geral: execução de alvenaria e reboco

Observa-se que quando se estudou os fatores de produção o que menos contribuiu para geração de resíduo é a mão-de-obra, em segundo ou terceiro lugar estão método e matéria-prima. Segundo, Campos (1992), a melhoria da produtividade de uma empresa só pode ser aumentada por meio de dois fatores internos, a melhoria do *hardware* e a melhoria do *software*. O *hardware* está presente nos equipamentos e materiais e o *software* nas pessoas e nos métodos de trabalho. Para melhorar os métodos de trabalho e as pessoas é necessário melhorar os *humanware*, é necessário realizar o aporte de conhecimento.

Observou-se nos casos de execução de alvenaria e reboco, que a mão-de-obra é o fator que tem maior fator de significância na geração do resíduo de construção civil, desta forma pode-se afirmar, sem sombra de dúvidas, que no momento em que se qualificar a mão de obra irá diminuir-se a geração de resíduos na ICCSE. Outro fator importante a se considerar é o método, pois qualificando-se a mão-de-obra, irá qualificar-se o método de trabalho, pois ambos fazem parte do *humanware*.

Campos afirma que investir no *humanware*, serve para qualquer organização humana desde uma pequena empresa até grandes empresas ou até mesmo uma nação. “Não se pode economizar em educação. Estas deveriam ser prioridades de qualquer organização, sejam empresas ou nações.” (CAMPOS, 2014, pag.5)

4.4 PROPOSTAS DE MELHORIA

A qualidade e a produtividade são consideradas fatores chave para a competitividade empresarial e uma das maiores preocupações dos setores produtivos, em maior ou menor escala. Ao longo do tempo a qualidade foi definida com conceitos muito amplos e muitas vezes holístico, e até hoje é fator de sucesso para as empresas. A nova forma de ver a qualidade para a ICCSE se deu no início da década de 1990 com criação do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade, cujo um dos principais objetivos é a redução de perdas e desperdícios para o setor e conseqüentemente a redução dos resíduos.

Para tanto quando se fala em redução de resíduos não se pode esquecer a qualificação da mão-de-obra, que é o principal fator de produção em processos produtivos. Desta forma pode-se citar como propostas de melhoria:

- divulgar os resultados obtidos para as construtoras envolvidas na pesquisa, bem como os sindicatos de construção existentes no estado de Santa Catarina, com o objetivo de conscientizá-los para o problema;

- melhorar o planejamento nos canteiros de obra.

Algumas vezes o pesquisador não pode realizar a pesquisa, pois ao chegar no canteiro de obras o mestre de obras ou o responsável pela coleta havia descartado o resíduo, não estava no canteiro de obras;

- a preocupação dos mestres de obra, apesar de toda a explicação sobre a pesquisa, em relação ao resíduo gerado se isso lhe causaria algum tipo de problema com a empresa;

- propor a criação de grupos de melhorias nas empresas, com objetivo de padronizar e melhorar os processos de execução dos serviços;

- monitorar a geração de resíduos por meio de aplicativos e informar aos técnicos , com objetivo de minimizar a geração;

- intensificar o monitoramento nos processos de maior geração de resíduos;

- apresentar os trabalho para os subempreiteiros e trabalhadores das empresas de construção civil da região e do estado, a fim de conscientiza-los sobre os problemas que são causados pelos resíduos gerados por ICCSE;

- incentivar os empresários a criar escolas formais para os trabalhadores, com o objetivo de melhorar o conhecimento técnico e a qualidade de vida;

- melhorar a qualidade de vida da cidade de Criciúma por meio do investimento na qualidade de vida dos trabalhadores da ICCSE.

Para melhorar a qualidade das obras diminuir a geração de resíduos primeiramente deve-se melhorar a qualidade da mão-de-obra, visto que quem faz a qualidade dos produtos não são máquinas, nem

matérias-primas, nem os equipamentos, e sim as pessoas envolvidas nos processos.

4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo procurou mostrar os resultados obtidos com a pesquisa de campo realizada nos canteiros de obra, das três maiores construtoras da cidade Criciúma. Conseguiu-se mostrar, por meio de modelos estatísticos, a influência dos fatores de produção mão-de-obra, método e matéria-prima na geração de resíduos de construção civil, na ICCSE. Buscou-se também entender, o fator de produção, mão-de-obra dos trabalhadores que fizeram parte da pesquisa.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O encaminhamento teórico conceitual foi o primeiro resultado gerados pela pesquisa. Foram percorridas fontes de bibliografias, sobre o “estado de direito”, para entender os direitos sociais e direitos sobre moradia do cidadão brasileiro; estudou-se profundamente os resíduos sólidos gerados pelo homem, bem como viu-se que a geração de resíduos da ICC é um grave problema que precisa ser revisto e entendido, para então promover-se a criação de novas políticas públicas; viu-se também que a qualidade do processo influencia diretamente na geração de resíduo. Mostrou-se o que o Brasil tem feito para gerenciar a qualidade das obras com a apresentação do PBQP-H que exige de empresas que pleiteiam financiamento público a adesão ao programa.

A revisão bibliográfica mostrou os processos maiores geradores de resíduos, segundo pesquisa realizada por Andrade (2001), o assentamento de alvenaria e a execução de reboco são os processos maiores geradores de resíduos na Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações (ICCSE). A partir desta revisão buscou-se associar estes processos, aos processos que devem ser obrigatoriamente controlados, segundo a norma do SiAC do PBQP-H, objetivando iniciar a pesquisa de campo, para iniciar o processo de discussão dos fatores de produção que seriam estudados. Por meio da associação dos fatores de produção propostos por Ishikawa, (mão-de-obra, método, matéria-prima, máquinas, medidas e meio ambiente) elegeu-se os fatores de produção mão-de-obra, método, matéria-prima, para o estudo, por fazerem parte das exigências de monitoramento do PBQP-H.

Após realizada a revisão bibliográfica, procurou-se o setor de projetos e obras da Prefeitura Municipal de Criciúma (PMC) para identificar o volume de obras licenciadas, para selecionar as empresas que fariam parte da pesquisa de campo. A seleção das empresas se deu em função do volume de obras licenciadas entre os meses de março de 2014 a fevereiro de 2015. As três maiores empresas, da ICCSE, foram identificadas, após isso realizou-se reuniões com os gerentes e proprietários para autorização do início da pesquisa de campo e permissão de entrada nos canteiros de obra. Vale salientar que o volume de obra das três maiores empresas de construção civil da cidade de Criciúma representa 52,63% das licenças expedidas naquele período.

Foram estudados os dois tipos de resíduos de maior volume, a saber, resíduo de alvenaria e resíduo de reboco. Observou-se também os fatores de produção, mão-de-obra, método e matéria-prima, que influenciam diretamente no processo de produção, e conseqüentemente na geração destes resíduos.

O processo de execução de alvenaria é o processo que mais gera resíduo na ICCSE, nos canteiros de obras das três maiores empresas do município de Criciúma, corroborando com o trabalho de Andrade, (2001). Para processo de execução de alvenaria, o volume de resíduo teve uma variação de 2,41 a 12,36 kg/m² quando se variou os fatores de produção. Observou-se que quando a mão-de-obra é considerada boa pelo corpo técnico das empresas, engenheiros e mestres de obra, a geração de resíduos é a menor de todas quando comparado com os outros fatores de produção. No caso da execução de alvenaria o fator de produção que mais influencia na geração do resíduo é o método.

Quando se compara os fatores de produção com qualificação negativa e os fatores de produção com a qualificação positiva, para o serviço de execução de alvenaria, tem-se os seguintes resultados, a projeção para os fatores de produção com qualificação positiva o volume de resíduo gerado é de 717.600,25 kg e para fatores de produção com qualificação negativa o volume de resíduo gerado é de 1,028610,28 kg. A diferença entre os dois é de 311.010,03 kg ou 43 % a mais na geração de resíduo, quando os fatores de produção são considerados negativos.

No caso da execução do reboco esta diferença é de 143.289,31 kg ou 102 %, vale salientar que o fator de produção que mais contribuiu para esta diferença foi a matéria-prima, visto que quando a matéria-prima utilizada foi a industrializada, considerada positiva, o profissional reduziu quase o triplo no volume de resíduo.

Somando-se as diferenças, dos dois serviços avaliados, execução de alvenaria e execução de reboco, tem-se o volume de resíduos gerados 58,65% a mais quando se compara a qualidade dos fatores positivos e negativos.

Por meio da análise da pesquisa executada, foi observado também que os trabalhadores de mais idade e menor grau de escolaridade possuem um olhar mais amplo e percebem que todo resíduo pode ser evitado, mesmo aqueles que possuem maior acesso à educação não se atém a esses fatores, no entanto, essa associação foi estatisticamente significativa. E pode-se perceber também que nenhuma das alternativas sugere a solução da causa e sim das consequências, pensa-se em resolver o problema do resíduo gerado e não as causas da geração de resíduos.

O uso dos conceitos sobre gestão da qualidade e geração de resíduos são fatores importantes para a produtividade de uma empresa. Deve-se permanentemente trabalhar com a melhoria da qualidade de vida do trabalhador, visto que esta ação irá certamente diminuir a geração de resíduos. No entendimento dos pensadores da qualidade, Juran, Deming, Feigenbaum, Ishikawa e Campos, a qualidade de um produto ou processo só aumentará quando aumentarmos a qualidade da mão-de-obra envolvida nos processos

Ao investigar a relação dos fatores de produção na geração de resíduos sólidos em processos produtivos da Indústria da Construção Civil Subsetor Edificações, pode-se verificar que há uma grande variação na geração de resíduos quando os fatores de produção variam de mais qualificados para menos qualificados, podendo em alguns casos triplicar o volume de resíduo gerado.

Como sugestões para trabalhos futuros aponta-se:

- o estudo dos demais fatores de produção propostos por Ishikawa, a fim de verificar a influência na geração de resíduos;
- estudar outros serviços geradores de resíduos, suas causas e fatores de produção;
- estudar as obras de menor área e comparar com este estudo, a fim de analisar as diferenças;
- propor um estudo da geração de resíduo de construção civil, a partir das obras licenciadas, juntamente com a prefeitura, objetivando planejar o descarte de resíduos sólidos da ICCSE para os próximos anos;

- criar um portal para auxiliar o gerenciamento do descarte de resíduos sólidos da ICCSE, em convenio com as prefeituras da região da AMREC.

REFERÊNCIAS

ABELPRE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Resíduos Sólidos: Manual de boas práticas no planejamento.

ABIKO, A.K.; et al. **O futuro da construção civil no Brasil.** Resultado de um estudo de prospecção tecnológica da cadeia produtiva da construção habitacional. Escola Politecnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. PCC – USP. 2003.

AMORIM, S. R. L. **Tecnologia, Organização e Produtividade na Construção.** 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 1995.

AMORIM, S. R. L.. **Inovações tecnológicas nas edificações: papéis diferenciados para construtores e fornecedores.** Niterói, RJ. 1999.

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte **Metodologia para capacitação e implantação de sistema de gestão da qualidade em escala nacional para profissionais e construtoras baseado no PBQP-H e em Educação à Distância/** Paulo Henrique Laporte Ambrozewicz. Florianópolis, 2003.

ANASTÁCIO, Assis Francisco. **Proposta de uma sistemática para estruturar uma rede logística reversa de distribuição para o sistema de coleta, processamento e recuperação de resíduos da construção civil** – o caso do município de Curitiba. Porto Alegre, 2003. 109 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 2003.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à Metodologia do trabalho científico.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ÂNGULO, Sergio G.; JORDAN, Sergio E.; JHON, Vanderley M. **Desenvolvimento sustentável e reciclagem de resíduos na construção civil.** Artigo. p. 43 - 56. In: Anais do IV Seminário “Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil”. IBRACON: São Paulo, Junho 2001.

AUGUSTO, M. H. O. **Políticas públicas, políticas sociais e políticas de saúde:** algumas questões para reflexão e debate. *Tempo Social*, v. 1, n. 1, p. 7, 1989.

AZEVEDO, Sérgio. **A crise da política habitacional:** dilemas e perspectivas para o final dos anos 90. In.

AZEVEDO, Sérgio de; ANDRADE, Luis Aureliano G. de (orgs.). **A crise da moradia nas grandes cidades** – da questão da habitação à reforma urbana. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.1996.

BACCELLI, Luca. **Maquiavel, a tradição republicana e o Estado de Direito** in *O Estado de Direito. História, teoria, crítica*. Pietro Costa e Danilo Zolo (orgs.) São Paulo: Martins Fontes, 2006.

BALTHAZAR, R. A. **Adequação de um modelo de custeio para as obras da empresa Basecom Construções Civis Ltda.**, localizada em Criciúma-SC. Monografia apresentada para obtenção do grau de Especialista em Docência do Ensino Superior, do curso de Pós-Graduação, da Universidade do Extremo Sul Catarinense., Criciúma. 2011.

BARBOSA, M. A. C. et al. **Nem só de debates epistemológicos vive o pesquisador em administração:** alguns apontamentos sobre disputas entre paradigmas e campo científico? *Cad. EBAPE.BR*, 11 (4), 636-651. (2013)

BARRETO, A. F.. **Curso de direito tributário municipal**. São Paulo: Saraiva, 2009.

BARROS JUNIOR, J.. **Estatística. Proteção**. Novo Hamburgo: MPF Publicações Ltda, n. 126, jun. 2002.

BAUMHARDT, Eduardo Oscar. **Sistemática para a operacionalização de conceitos e técnicas da Construção Enxuta**. 2002. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC/UNISC, Florianópolis.

Costa D.B. et. al (Coordenação) **Elaboração de Casos de Inovação na Construção Civil**. Universidade Federal da Bahia-UFBA. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. 2011

_____. **Elaboração de Casos de Inovação na Construção Civil.** Universidade Federal da Bahia - UFBA. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. 2014

COUTINHO L. S. A. L. et al. **Modelagem do tempo de execução de obras civis:** estudo de caso na Universidade Federal do Pará. Revista: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 243-256, jan./mar. 2012.

BENETTI, H.P..**Avaliação do Pbqp-h em empresas de construção no sudoeste do Paraná.** Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil. Universidade de Federal de Santa Catarina. Dissertação. 2006

BERRY, L. e PARASURAMAN, A. **Serviços de marketing:** competindo através da qualidade. São Paulo: Maltese, 1995.

BEHRING, E. R. e BOSCHETTI, I.. **Política Social:** fundamentos e história. 3. ed.- São Paulo: Cortez, 2007

BOBBIO, N.. **A Era dos Direitos.** Trad. Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Campus, 1992

_____. **Igualdade e liberdade.** 3ªed. Tradução por Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Ediouro, 1997.

_____. **A era dos direitos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Programa brasileiro de prospectiva tecnológica industrial:** estudo prospectivo da cadeia produtiva da construção civil. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://mdic.gov.br>>. Acesso em: 30 de jan. 2015.

Bruyne, P., Herman, J., & Schoutheete, M. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais:** os polos da prática metodológica. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

BURCKHART G, SCHULTE PA, ROBINSON C, Sieber WK, VOSSNAS P, RINGEN K. **Job tasks, potential exposures, and health risks of labourers employed in construction industry.** Am J Ind Med. 1993

Burrell, G., & Morgan, G. **Sociological paradigms and organisational analysis: elements of the sociology of corporate life.** Burlington: Ashgate. 2005.

CARDOSO, O. R. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho.** Florianópolis, 1981. 41 p. Monografia (Engenharia de Segurança do trabalho). Fundação do Ensino de Engenharia em Santa Catarina, UFSC, 1981.

CADEMARTORI, S. **Estado de Direito e Legitimidade: uma abordagem garantista.** Livraria do Advogado: Porto Alegre, 1999

CAMPOS, V. F.. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1999.

CAMPOS, V. F.. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Belo Horizonte. Editora Falconi, 2014.

CANOTILHO, J. J. G.. **Direito Constitucional e Teoria da Constituição.** 4 ed., Coimbra: Almedina, 2003

CARAVANTES, Geraldo R., CARAVANTES, Claudia, BJUR, Wesley. **Administração e qualidade: a superação dos desafios.** São Paulo: Makron Books, 1997.

COSTA, D.B. **Programa de Inovação Tecnológica Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC,** 2011

CROSBY, **Cutting the cost of quality.** Industrial Education Institute. 1967

_____, P. **Princípios absolutos da liderança.** São Paulo: Makron Books, 1999.

_____, P. **Quality is free.** New York: McGraw Hill, 1979.

_____, **Qualidade é Investimento.** New York: McGraw-Hill. (1986)

DALCUL, A. L. P. da C. **Estratégia de prevenção de acidentes de trabalho na construção civil: Uma abordagem integrada construída a partir de diferentes atores sociais.** Tese do Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRGS. Porto Alegre, 2001

DENALDI, R. **Políticas de urbanização de favelas: evolução e impasses.** 2003. Tese de Doutorado (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2003

DENZIN, N. K., & LINCOLN, Y. S. (2006). **A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa.** In N. K. Dezin & Y. S. Lincoln. (2006). O planejamento da pesquisa qualitativa - teorias e abordagens. Porto Alegre: Artmed.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências.** São Paulo, Cengage e learning, 2011.

EUROPEAN MONITORING CENTRE ON CHANGE, Site:
Acessado em fevereiro de 2015

FARAH, M.F.S. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional.** 1992. 297 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992.

FERREIRA FILHO, M. G. **Princípios fundamentais do direito constitucional:** o estado da questão no início do século XXI, em face do direito comparado e, principalmente, do direito positivo brasileiro. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

FIX, M.; ARANTES, P. F. **Minha Casa, Minha Vida:** uma análise muito interessante. 2009.

FÓRUM DE COMPETITIVIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, Jaguaré, SP. **Documento Fórum Construção Versão Final (03). Necessidades de ações de desenvolvimento tecnológico na produção da construção civil e da construção habitacional.** Jaguaré, SP: MCT, 29/09/2000, 21 p. Disponível em:
<http://www.mct.gov.br/sobre/noticias/2000/10_10.htm>

Fundação Vanzolini Site acessado em Janeiro de 2015

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional por amostragem de domicílios.** <http://www.ibge.br>

GARVIN, D. A. **Gerenciando a Qualidade:** a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GOMES, A. A.; **Metodologia para implantação do PBQP-H em empresas construtoras no Noroeste Fluminense:** um estudo de caso. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção, MG, 2003.

GOMES, R.C.G. **A Postura das Empresas Construtoras de Obras Públicas da Grande Florianópolis em Relação ao PBQP-H.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação. 2007

GOBE, A. C. et al. **Gerência de produtos.** São Paulo: Saraiva, 2004.

GRÖNROOS, Christian. **Marketing:** gerenciamento e serviços. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

GUIMARÃES FILHO, L.P. **Programação de atividades para subempreiteiros de pequenos serviços:** proposta baseada em estudo de caso. Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2003

GUIMARÃES, Valeska N. **Planejamento Estratégico de Novas Tecnologias de Produção:** Uma proposta de compatibilização de estratégias e inovações. In: Encontro Anual da ANPAD (XVI): 1996. Canela). Anais Salvador: ANPAD,1926, v.2 pág. 228-237

HABITARE. **Construção e Meio Ambiente** / Editores Miguel Aloysio Sattler [e] Fernando Oscar Ruttkay Pereira. — Porto Alegre : ANTAC, 2006. — (Coleção Habitare, v. 7)

HELENE, Paulo R. L, SOUZA, Roberto de. **Controle de qualidade na indústria da construção civil.** In: Tecnologia de edificações São Paulo: Pini, 1988.

HENRIQUE, W.; DRIABE, S. M. **Políticas públicas e gestão da crise: um balanço da literatura internacional.** Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Núcleo de Estudos em Políticas Públicas – NEPP. Caderno nº 01, março 1987.

ISHIKAWA, K. **What is Total Quality Control? The Japanese Way.** Prentice Hall, 1985

JANUZZI U. A.; VERCESI C. **Sistema de gestão da qualidade na construção civil:** um estudo a partir da experiência do PBQP-H junto as empresas construtoras da cidade de Londrina. Revista Gestão Industrial, 2010. Ponta Grossa /PR

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil –** contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

JULKOVSKI, M. A. **Política Habitacional Brasileira: trajetória de uma política de exclusão.** Disponível em <<http://br.monografias.com/trabalhos3/politica-habitacional-brasileira-exclusao/politica-habitacional-brasileira-exclusao.shtml>>.

JURAS I. A. G. M. **Destino dos resíduos sólidos e legislação sobre o tema.** Câmara dos Deputados Praça dos 3 Poderes Consultoria Legislativa Anexo III - Térreo Brasília - DF

KAUCHAKJE, S. K. S. **Solidariedade e expressão jurídica:** valores políticos de vereadores sobre direitos sociais Opinião Pública, v. 18, n. 2, p. 28. 2012

KOSKELA, L.; SACKS, R.; ROOKE, J. **A brief history of the concept of waste in production.** Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 2012

LAFER, C.. **A reconstrução dos direitos humanos:** um diálogo com o pensamento de Hannah Arendt. São Paulo: Companhia das Letras, 1991-1999.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LERÍPIO, Alexandre de Ávila. **GAIA - Um método de gerenciamento de aspectos e impactos ambientais**. Florianópolis: UFSC, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina)

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota, 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookmann Editora, 2005.

LIMA JUNIOR, J.R. **Qualidade na Construção Civil: conceitos e referencias**. São Paulo, EPUSP, 1993. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP; Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/120).

LIMA, J. A. R.. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção civil reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. Dissertação de Mestrado. 249 p.; Escola de Engenharia de São Carlos/USP,1999

MACHADO D. Q. et al. **O Modelo Metodológico Quadripolar de Bruyne, Herman e Schoutheete e as Pesquisas Qualitativas de Fenômenos Sociais**. Revista: Investigação Qualitativa em Ciências Sociais. 2016. [file:///C:/Users/engprod/Downloads/952-3757-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/engprod/Downloads/952-3757-1-PB%20(1).pdf). Acessado em agosto de 2016

MAINES, A. **Ideia e o contexto de mudanças na indústria de construção civil - requisitos do projeto SiAC e as concepções dos dirigentes de empresas construtoras do município de Balneário de Camboriú – SC**. Tese (Doutorado PPGEP) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

MARICATO, E. **Brasil 2000: qual planejamento urbano?** Cadernos IPPUR, Rio de Janeiro, Ano XI, n. 1 e 2, p. 113-130, 1997.

MARSHALL, T.H. **Cidadania, classe social e status**. Rio de Janeiro: Zahar, 1967.

MEIRA, L. C. C.; QUINTELLA, R.H. **Relacionamento clientes-fornecedores sob a ótica da Qualidade: um estudo em construtoras baianas** Participantes do pbqp-h/qualiop. ENTAC. São Paulo, 2004

MELLO, L. C. B. B.; de AMORIM, S. R. L. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos.** Produção, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009

MENDES, A. **Indicadores de acidentes de trabalho na fabricação de embalagem de plástico – estudo de caso.** Monografia de Pós-Graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, 2004.

MENEZES, J.C.D.; GOMES, M. L. D. **Ações em direção à qualidade – estudo comparativo entre empresas construtoras com e sem certificação de qualidade.** XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção – SC, 2004

MESSEGUER, Á. G. **Controle e garantia da qualidade na construção.** Sinduscon -SP/PROJETO. São Paulo. 1991.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Site acessado em março de 2015

MOLLER, C. **Personal Quality: the basis of all other quality.** TMI: Istambul, 1987.

MONTGOMERY e RUNGER MOREIRA, J. C. et al. **Estatística aplicada a probabilidade.** São Paulo: Atlas, 2010.

MOTOYAMA, S. (org.). **Tecnologia e industrialização no Brasil: uma perspectiva histórica.** São Paulo: UNESP, 1994

MOTTA, L. D. **A questão da habitação no Brasil: políticas públicas, conflitos urbanos e o direito à cidade.** Grupo de Estudos em Temáticas Ambientais (GESTA/UFMG). 2011

NASCIMENTO, S. **Interpretação do direito previdenciário.** São Paulo: Quartier Latin, 2007

NBS CONSULTING GROUP. Site acessado em fevereiro de 2015

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO (OECD) – Departamento Estatístico da

Comunidade Europeia. Manual de Oslo: Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica. 1997

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO (OECD) – **Departamento Estatístico da Comunidade Europeia. Manual de Oslo:** Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica. 2004

OHASHI, E. A. M.; MELHADO, S. B. **A importância dos indicadores de desempenho nas empresas construtoras e incorporadoras com certificação ISO 9001:2000.** In: ENTAC, 10. - CLACS, 1., 2004, São Paulo. *Anais...* 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, O. J.; MELHADO, S. B.. **Nova Norma ISO 9000 Versão 2000.** In: Gestão da Qualidade: tópicos avançados. Oliveira, Otávio J.(Org.) – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

OLIVEIRA, N. A. S.. **A percepção dos resíduos sólidos (lixo) de origem domiciliar, no Bairro Cajuru-Curitiba-PR:** um olhar reflexivo a partir da educação ambiental. Dissertação Mestrado, 2006

OHNO,T; - **O sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala, Ed. Bookman, Porto Alegre, 1997

PAGNONCELLI, D.; VASCONCELLOS FILHO, P. **Sucesso empresarial planejado.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992

PAIVA, M.S.; SALGADO, M. S.. **Treinamento das equipes de obras para implantação de sistemas da qualidade.** XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - MG, 2003

PALADINI, E. P.. **Gestão da qualidade:** teoria e prática. Segunda Edição. São Paulo: Atlas, 2010.

PALIARI, J. C. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios.** 1999. 473 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PBQP-H Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Geral. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

_____. **Regimento do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SiQ-Construtoras).** Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqph/SIQ/Itens_requisitos_SIQ2012.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2015.

_____. **Versão 2000.** Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqph/SiQ_versao2012.htm>. Acesso em: 06 jan. 2015.

_____. **Regimentos Geral e Específico, Referenciais Normativos D, C, B e A, e Requisitos Complementares do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC).** Completo. Disponível em: <http://www2.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_siacc.php>. Acesso em: 4 fev. 2012.

PECHMAN, Robert M.; RIBEIRO, Luiz C. de Queiroz. **O que é questão da moradia.** Coleção Primeiros Passos, n°92. São Paulo: editora Brasiliense. 1983

PGQP. Site do programa Gaúcho da Qualidade e Produtividade.
Acessado em fevereiro de 2015

PHILIPPI JR A. Agenda 21 e resíduos sólidos. São Paulo, SP. In: Anais do RESID'99 - Seminário sobre Resíduos Sólidos; ABGE, 1999. p. 15-25

PICCHI, F. A. **Sistemas de qualidade:** uso em empresas de construção de edifícios. 1993. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993.

PINHEIRO, V. C. **Estatística. Proteção.** Novo Hamburgo: MPF Publicações Ltda, n. 126, p. 96-100, jun. 2002.

PIOVESAN, F.; VIEIRA, R. S. **“Justiciabilidade dos direitos sociais e econômicos no Brasil: desafios e perspectivas”.** Revista IberoAmericana de Filosofia Política y Humanidades v. 8, n° 15, p. 128-146, abril 2006.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo, 1999. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

REIS, P. F. **Análise dos impactos da implementação de sistemas de gestão da qualidade nos processos de produção de pequenas e médias empresas de construção de edifícios.** 1998. 255 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

RINGEN K, SEEGAL JL, WEEKS JL. Construcción.
<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/tomo3.htm>

ROBLES JR., A. **Custos de qualidade:** uma estratégia para a competição global. São Paulo: Atlas, 1996.

SAHOO, A.K.; SINGH, N.K.; SHANKAR, R.; TIEARI, M.K. **Lean philosophy:** Im plementation in a forging company, International Journal of Advance Manufacturing Technology. London, 2008, p. 125-131.

SALEM, O.; SOLOMON, J.; GENAIDY, A.; LUEGRING, M. **Site Implementation and Assessment of Construção enxuta Techniques.** Construção enxuta Journal, Volume 02, Issue 02, 2005.

SANTANA, E. D. e PIFFER M. I. **Desburocratização da Administração pública:** uma Experiência na área de ensino Superior. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção – PR. 2007.

SANTOS, G. G. D. **Análise e Perspectivas de Alternativas de Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos:** o Caso da Incineração e da Disposição em Aterro / Guilherme Garcia Dias dos Santos. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

SAPATA, S. M. M. **Diagnóstico e proposta para gerenciamento do resíduo da |construção civil do município de Maringa – PR.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC. Florianópolis, 2002.

SARLET, I. W. **A eficácia dos direitos fundamentais**. 8ªed. rev. atual. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2007.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO À MICRO E PEQUENA EMPRESA – MINAS GERAIS – SEBRAE – MG. **Minas Gerais. Perfil Setorial da Construção Civil**. 2005. Disponível em <http://www.sebrae-mg.com.br>.

SEN, Amartya Sen. **Desenvolvimento como liberdade**. Trad. Laura Teixeira Motta. Revisão técnica Ricardo Doniselli Mendes. 5ª impressão. São Paulo: Companhia da Letras, 2000.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. **Lean Manufacturing: context, practice bundles, and performance**. *Journal of Operations Management*, v.21, p. 129-149, 2003.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas**, Ed. Bookman, Porto Alegre, 1996

SILVA, A. S. F. da. **Avaliação de práticas e performance da manufatura enxuta, via benchmarking, para diagnóstico da indústria de confecções**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

SILVA, E. L. da. **Elaboração de trabalhos acadêmicos: normas dicas e erros comuns**. Florianópolis: Ed. Do autor. 2016

SILVA, G. G. M. P.. **Implantando a manufatura enxuta: Um método estruturado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2009.

SILVA, G. G. M. P.. **Linhas de montagem e estratégias competitivas: Estudo de múltiplos casos**. Florianópolis, SC, 2013. 309 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

SILVA, J. A. da. **Curso de direito constitucional positivo**. 28ed. rev. atual. São Paulo: Malheiros, 2007.

SLACK, N.. **Administração da produção**. Ed. compacta São Paulo: Atlas, 2006. 747 p.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, Coordenadoria de Planejamento Ambiental;

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO SINDUSCON-SP – Comitê de Meio Ambiente do SindusCon-SP. **Resíduos da Construção Civil e o estado de São Paulo**. 2012

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 1997. 335 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica USP, São Paulo, 1997.

SOUZA, Sérgio Iglesias Nunes. **Direito à moradia e de habitação** – Análise comparativa e suas implicações teóricas e práticas com os direitos da personalidade. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2004.

SOUZA, U.B.L. et al., **Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito**. *Qualidade na Construção*, v.2, n.13, p.10 -15, 1998.

SOUZA. U. B. L.; PALIARI J. C.; AGOPYAN V.; ANDRADE A. C. **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. *Revista: Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./dez. 2004.

STOBE, Luciane A. F. **O direito social de moradia viabilizado pela vinculação da receita Tributária**. [dissertação] Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Jurídicas. Programa de Pós-Graduação em Direito. Florianópolis, SC, 2011.

TAGUCHI, Genichi. **Introduction to quality engineering: designing quality into products and processes**. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1986.

The Solid Waste Association of North America, Site acessado em janeiro de 2015

Themelis N.J., Ulloa P.A. (2007). **Methane generation in landfills**. Renewable Energy, vol. 32, pp. 1243-1257.

TRIPODI, T; FELLIN, P.; MAYER, H. **Análise da pesquisa social**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1981.

VILLELA, F. F. **Indústria da construção civil e reestruturação produtiva**: novas tecnologias e modos de socialização construindo o intelecto coletivo (“general intellect”). 2007. Tese (Doutorado em Sociologia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

_____. **O Admirável Mundo Novo do Trabalho na Indústria da Construção Civil. História Social** (UNICAMP). , v.14/15, p.307 - 323, 2009.

WIGINESCKI, B.B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo**: um estudo de caso Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná, 2009

WOLKMER, Antonio Carlos; LEITE, José Rubens Morato (Org.). **Os novos direitos no Brasil**: natureza e perspectivas: uma visão básica das novas conflituosidades jurídicas. São Paulo: Saraiva, 2003.

WOMACK, J.P., JONES D.T., **A mentalidade enxuta nas empresas – Lean Thinking**. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 2003.