



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

JONAS DA SILVA BEZERRA

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
CANTEIROS DE OBRAS EM CIDADES DO NORDESTE DO BRASIL**

Recife, PE
2015



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

JONAS DA SILVA BEZERRA

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
CANTEIROS DE OBRAS EM CIDADES DO NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Profa. Dra. Kalinny Lafayette

Recife, PE
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco – Recife

B574a Bezerra, Jonas da Silva
Análise dos custos de resíduos da construção civil em canteiro de obras em cidades do nordeste do Brasil/ Jonas da Silva Bezerra. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2015. 96 f.

Orientadora: Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette
Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2015.

1. Resíduo da construção civil 2. Custos 3. Gestão de resíduos 4. Gestão da qualidade. - Dissertação I. Lafayette, Kalinny Patrícia Vaz (orient.) II. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. IV. Título.

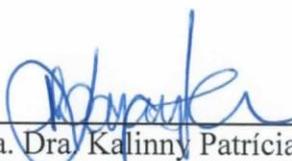
CDD: 628.4

JONAS DA SILVA BEZERRA

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
CANTEIROS DE OBRAS EM CIDADES DO NORDESTE DO BRASIL**

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora:



Profa. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette
Universidade de Pernambuco - UPE

Examinadores:



Profa. Dra. Simone Rosa da Silva
Universidade de Pernambuco - UPE



Profa. Dra. Karina Cordeiro de Arruda Dourado
Instituto Federal de Pernambuco

Recife, PE
2015

*“O lápis, o esquadro, o papel; o
desenho, o projeto, o número: o
engenheiro pensa o mundo justo,
mundo que nenhum véu encobre.”*

Poema *O engenheiro* – João Cabral
de Melo Neto

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me abençoou muito para chegar até aqui na conclusão de mais uma etapa. Por me dar o maior dos presentes, que é a vida, e pelas pessoas especiais que colocou em meu caminho.

A minha mãe e a minha avó, Iracilda e Eulina, por serem a base para o meu desenvolvimento como pessoa, por me mostrarem o caminho correto e sempre estarem ao meu lado com amor e dedicação.

Aos meus irmãos, Junior e Jaime, por serem a minha referência, me educando e orientando. Por sempre estarem comigo nos momentos mais difíceis e felizes da minha vida. Ao meu pai, José, pela contribuição e incentivo na minha formação.

A minha eterna namorada Adelyn, sempre incentivadora e com muita paciência, sem reclamar do tempo que deixei de passar ao seu lado, para me dedicar ao trabalho. Pela confiança, que me deu força para completar esta jornada.

Aos meus amigos Daiany Santos, Alexandre Demétrio, Denise Ribeiro, Luiz Augusto e Gaby Carvalho pela grande ajuda e o apoio no desenvolvimento do trabalho.

A todo o corpo docente que faz parte do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, principalmente as professoras Simone Rosa e Emília Rabbani, pelo incentivo acadêmico e por acreditarem no meu potencial como futuro mestre.

À minha orientadora, professora Kalinny Lafayette, pela atenção e confiança, pelos ensinamentos transmitidos e a dedicação. Principalmente por ter acreditado em mim e ter dado todo o apoio e a orientação necessário para esta pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

A indústria de construção civil é parte importante no desenvolvimento econômico e social do país. Por outro lado, é um setor que vem gerando graves impactos ambientais, devido à intensa exploração dos recursos naturais, em sua maioria não renováveis, e ao não reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados pelo setor, mesmo com políticas que regulamentam os resíduos da construção civil (RCC). Este trabalho tem como objetivo analisar os custos econômicos decorrentes da gestão do RCC em canteiros de obras em cidades do nordeste, e os impactos destas despesas na produção e lucratividade das construções. Para isso, foi realizado um levantamento de dados em noventa e oito empreendimentos, com ênfase em aspectos relativos ao gerenciamento de resíduos, como o custo unitário na destinação, que é a base para a elaboração do gasto total, e a partir desses resultados são realizadas as relações dos custos com as etapas construtivas; classificação dos RCC e área construída da obra. A partir da análise das informações coletadas foi constatado que a maior parte dos custos com o RCC está presente na fase de acabamento, enquanto a etapa de fundação é a que apresenta menores despesas. Além disso, os resíduos gerados fazem parte predominantemente da Classe A, aqueles que podem ser reaproveitados como agregado, entretanto, não é feita uma segregação correta na obra, o que aumenta a sua despesa. Os gastos com resíduos relativos à área construída indicaram que não existe uma proporcionalidade com a geração de resíduos. Foi verificada ainda a ineficiência dos sistemas de gestão de resíduos, devido ao não cumprimento de algumas práticas, apesar da maioria das construções serem certificadas por programas de gestão da qualidade (ISO 9001). Uma das formas mais simplificada de mitigar os custos seria a aplicação de uma gestão eficiente associada a treinamentos dos funcionários, pois o desenvolvimento do profissional traz a conscientização sobre produto utilizado.

Palavras-chave: Resíduos de Construção Civil, Custos, Gestão de Resíduos, Gestão de Qualidade.

ABSTRACT

Construction industry is an important part in economic and social development of the country. On the other hand, it is a sector that is generating serious environmental impacts due to intensive exploitation of natural resources, most of them are non-renewable and it's due to reuse of solid waste generated by the sector, even with policies governing the construction waste (CW). This research aims to analyze the economic costs accruing from the construction waste management on construction sites in northeastern cities, and the impact of these expenses in the production and profitability of the construction. For this, we conducted a data collection in ninety-eight enterprises, with emphasis on aspects of waste management, such as the unit cost in the allocation, which is the basis for the preparation of total spending, and from these results are held relative costs of the construction phases; classification of CW and building area of work. From the analysis of the information collected it was found that most of the costs of the CW is present in the finishing phase, while the foundation stage is the one with lower expenses. Furthermore, part of the waste generated are predominantly Class A, however, those which can be reused as aggregate, they have not a correct segregation made in the work, which increases their expense. Spending on waste on the building area indicated that there is no proportionality the waste generation. It was also verified the inefficiency of waste management systems due to non-compliance of some practices, although most of the constructions are certified by quality management programs (ISO 9001). One of the simpler ways to mitigate the costs would be the application of efficient management associated with training of employees, for the professional development brings awareness about product used.

Keyword: Construction Waste, Costs, Waste Management, Quality Management

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública
APP	Áreas de Proteção Permanentes
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EMLURB	Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana
IPEA	Instituto de Pesquisa Aplicada
ISSO	International Organization for Standardization
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional
PGRCC	Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PGIRCC	Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil
PIB	Produto Interno Bruto
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos da Construção Civil
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SIAC	Sistema de Avaliação de Conformidade
USEPA	United States Environmental Protection Agency
USGBC	United States Green Building Council

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Resíduos da construção civil.....	16
Figura 1.2	Falta de planejamento no armazenamento.....	17
Figura 1.3	Dispositivos de acondicionamento do RCC.....	17
Figura 2.1	Geração de lixo.....	22
Figura 2.2	Resíduo despejado em local público.....	24
Figura 2.3	Diretrizes do PGIRCC.....	26
Figura 2.4	Resíduos de Classe A.....	27
Figura 2.5	Resíduos de Classe B.....	28
Figura 2.6	Resíduos Classe D.....	28
Figura 2.7	Principais pontos trazidos pelo PNRS.....	29
Figura 2.8	Pontos de geração de resíduo.....	31
Figura 2.9	RCC disposto em locais indevidos.....	32
Figura 2.10	Resíduos gerados nas obras.....	34
Figura 2.11	Indícios de impactos econômicos.....	38
Figura 2.12	Fatores que influenciam a Gestão do RCC.....	39
Figura 2.13	Fatores de interesse na gestão da qualidade.....	41
Figura 2.14	Betoneira utilizada no empreendimento.....	44
Figura 2.15	Nível de influência do custo na construção civil.....	46
Figura 3.1	Fluxograma da pesquisa.....	52
Figura 3.2	Representação dos intervalos das obras analisadas para a relação dos custos quanto à área construída.....	57
Figura 3.3	Representação das relações de etapas construtivas para a determinação dos custos.....	58
Figura 3.4	Quantidade das obras analisadas para a relação dos custos quanto à classificação do RCC.....	59
Figura 4.1	Esquema do custo em relação à área construída.....	63
Figura 4.2	Custo do RCC em obras com área construída até 7.500 m ²	63
Figura 4.3	Custo do RCC em obras com área construída entre 7.500 m ² a 10.000m ²	64
Figura 4.4	Custo do RCC em obras com área construída entre 10.000 m ² a 12.000m ²	65
Figura 4.5	Custo do RCC em obras com área construída entre 12.000 m ² a 15.000m ²	66
Figura 4.6	Custo do RCC em obras com área construída entre 15.000 m ² a 17.000m ²	67
Figura 4.7	Custo do RCC em obras com área construída entre 17.000 m ² a 20.000m ²	68
Figura 4.8	Custo do RCC em obras com área construída entre 20.000 m ² e 30.000m ²	69
Figura 4.9	Custo do RCC em obras com área construída acima de 30.000 m ² ..	70
Figura 4.10	Esquema dos custos em relação a etapa construtiva.....	71
Figura 4.11	Relação do custo do resíduo quanto à etapa construtiva. a) Obras nº 1 a nº 15; b) Obras de nº16 a nº 27.....	74
Figura 4.12	Retrabalho na etapa de acabamento.....	75
Figura 4.13	Custo do RCC na Fundação.....	76
Figura 4.14	Custo do RCC na Estrutura.....	77
Figura 4.15	Custo do RCC no Acabamento.....	78

Figura 4.16	Esquema dos custos em relação à classificação.....	79
Figura 4.17	Custo do resíduo Classe A nas obras.....	80
Figura 4.18	Custo do resíduo de madeira nas obras.....	81
Figura 4.19	Custo do rejeito nas obras.....	82
Figura 4. 20	Caçamba com entulho contaminado (Rejeito) da Obra B.....	83
Figura 4. 21	Custo do resíduo do saco de cimento nas obras.....	84
Figura 4. 22	Distribuição quanto à área construída.....	85
Figura 4. 23	Distribuição quanto à etapa construtiva.....	85
Figura 4. 24	Histograma das amostras de RCC quanto à classificação.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Grau de biodegradabilidade dos resíduos.....	21
Tabela 4.1	Planilha de custos unitários de destinação do RCC.....	61
Tabela 4.2	Planilha de custos em relação à etapa construtiva.....	71
Tabela 4.3	Continuação da planilha de custos em relação à etapa construtiva.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Geração de Resíduo nas etapas construtivas.....	31
Quadro 2.2	Classificação dos custos.....	43

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Justificativa.....	18
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 Objetivo Geral	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.3 Estrutura da Dissertação	19
2.0 REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).....	21
2.2 Resíduos da Construção Civil (RCC).....	22
2.2.1 Definição dos resíduos da construção civil	22
2.2.2 Aspectos legais dos resíduos da construção civil	24
2.2.3 Geração e composição do resíduo	30
2.2.4 Impactos ambientais gerados pelos RCC	34
2.2.5 Impactos econômicos	37
2.2.6 Gestão integrada dos resíduos da construção civil	38
2.3 Sistemas de Gestão	40
2.3.1 Gestão da Qualidade	41
2.4 Custos na Construção Civil	42
2.4.1 Tipos de Custo	42
2.4.1.1 Custo unitário e custo total	43
2.4.1.2 Custos diretos e indiretos.....	44
2.4.1.3 Custos fixos e variáveis	45
2.4.2 Custos nas etapas da construção.....	46
2.4.3 Custos dos resíduos em relação a sua classificação	47
2.4.4 Custos das obras em relação às áreas construídas	48
2.4.5 Orçamento em obras	49
3.0 METODOLOGIA.....	51
3.1 Delineamento da pesquisa	533
3.1.1 Identificação dos custos.....	54
3.1.2 Especificações dos materiais e métodos.....	555
3.2 Técnicas para coleta de dados	53

3.3 Análise dos dados	56
3.3.1 Relação do custo quanto à área construída da edificação.....	56
3.3.2 Relação do custo quanto à etapa construtiva	57
3.3.3 Relação do custo quanto à classificação do resíduo	59
3.4 Representatividade	59
4.0 RESULTADOS	61
4.1 Levantamentos de dados.....	61
4.2 Análise de custos do RCC gerado	62
4.2.1 Etapas construtivas	62
4.2.2 Classificação do resíduo	70
4.2.3 Área construída.....	79
4.3 Análise Estatística.....	84
5.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	8787
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICE A	94
APÊNDICE B	96

CAPÍTULO I

Este capítulo apresenta as considerações iniciais sobre os resíduos da construção civil, aspectos e a importância do tema, a fim de compreender a problemática adotada para o desenvolvimento do trabalho. O capítulo também descreve a justificativa, os objetivos gerais e específicos e a estrutura da dissertação.

1.0 INTRODUÇÃO

A construção civil possui papel de destaque no cenário econômico do país, pois nos últimos anos, o setor pode ser considerado um dos mais produtivos (SILVA *et al.*, 2014). Isso vem sendo proporcionado pelo aquecimento do mercado imobiliário, através do interesse das pessoas em buscar investimentos seguros e duradouros, além das alternativas de financiamentos que tornam os imóveis mais acessíveis.

As empresas do setor da construção civil têm apresentado um grande interesse em instrumentos que proporcionem melhores desempenhos em curtos períodos de tempo, sem que ocorra o comprometimento da qualidade e da conformidade em relação às necessidades dos clientes, não ocorrendo o aumento nos custos.

Os sistemas de gestão promovem um diferencial quando implantados, tendo em vista que conseguem proporcionar uma melhor organização interna, aumento da eficiência produtiva e a diferenciação do mercado, devido à notoriedade advinda da certificação (COUTO *et al.*, 2014). Essa diferença, na construção civil, possui grande relevância, já que o setor é considerado por muitos como tradicional e conservador, e que por isso, sua mão de obra geralmente possui baixa capacitação, proporcionando serviços com pouca qualidade.

Os programas de gerenciamento implantados no setor foram desenvolvidos por acadêmicos e profissionais da construção civil tendo como base os requisitos da norma ISO 9001 (International Organization for Standardization), o Sistema de Avaliação de Conformidade (SiAC) no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional (PBQP-H).

A ISO 9001, uma das primeiras certificações usadas na construção, auxilia no gerenciamento por meio de documentação de relatórios e registros para garantir a existência de um controle que promove a organização de seu negócio, objetivando que os recursos sejam utilizados com eficiência (AFONSO *et al.*, 2014).

Dentro do aspecto ambiental, o PBQP-H, em 5 de dezembro de 2012, inseriu os indicadores de sustentabilidade (geração de resíduos, consumo de água e consumo de energia) em uma tentativa de pressionar as construtoras a aplicar diretrizes ambientais (BRASIL, 2012).

A geração dos resíduos da construção civil (RCC) (Figura 1.1) reforça que apesar do setor ter grande destaque na indústria brasileira e na economia nacional, também é um dos principais consumidores dos recursos naturais (ZANUTTO, 2012).

Figura 1.1- Resíduos da Construção Civil.



Fonte: Autor (2015).

Mostra também que a falta de planejamento proporciona a utilização de uma grande quantidade e variedade de materiais de construção, que, na maioria das vezes, são desperdiçados e transformados em resíduos (Figura 1.2). Guedes (2013) explica que a geração de RCC pode ser considerada consequência dessas deficiências do planejamento, já que as obras precisaram se adequar e antecipar a conclusão das atividades de construção. Essa ausência de definição das etapas e atividades produziram perdas e desperdícios.

Figura 1.2-Falta de planejamento no armazenamento.



Fonte: Autor (2015).

Para evitar a elevação dos custos da produção devido às perdas com geração de resíduos, Guedes (2013) ainda enfatiza ser necessário implantar a gestão e o gerenciamento dos RCC nos canteiros de obras. Gerir os diversos recursos utilizados durante as etapas construtivas permite reduzir, e até mesmo eliminar, a geração dos resíduos, administrando aqueles que não puderam ser tratados. Isto implica em uma redução drástica de tempo e dinheiro, locados para transporte e deposição de tais resíduos.

Com a introdução de ferramentas de controle, como é o caso dos sistemas de gestão, os resíduos gerados nas obras são evidenciados com o propósito de criar soluções que possam restringir sua geração. Além do que, a implantação da gestão do RCC possibilita a conscientização dos funcionários para o serviço determinado, eliminando assim um possível gerador (Figura 1.3).

Figura 1.3 - Dispositivos de acondicionamento do RCC.



Fonte: Autor (2015).

O controle dos custos na implantação desses sistemas tem grande importância, uma vez que a mensuração proporciona benefícios no processo. Ademais, ele é a base para análise do gerenciamento da obra, ou seja, os gastos que não foram orçados para a sua execução, tornando-se assim chave fundamental, para índices que serão usados na construção de novas planilhas orçamentárias em empreendimentos futuros.

Baseando-se neste cenário, percebe-se que para um aumento na produtividade das construções, bem como na lucratividade dos empreendimentos, o sistema de gerenciamento dos resíduos pode ser indispensável, principalmente na elaboração de ferramentas de controle.

A análise desse estudo tem por intuito o levantamento de dados acerca do atual cenário econômico em que se encontram as construtoras atuantes na RMR, sob o aspecto da gestão do RCC nos canteiros de obras, envolvendo as principais etapas do processo construtivo (fundação, estrutura e acabamento).

1.1 Justificativa

Nos últimos anos, várias modificações vêm acontecendo no panorama do mercado nacional e principalmente no setor da construção civil, tais como a competitividade das construtoras e o surgimento de consumidores mais exigentes, promovendo elevados níveis de qualidade dos produtos.

As certificações implementadas atualmente garantem às construtoras que elas tenham destaque no mercado econômico, uma vez que o aumento na sua eficiência está atrelado à organização interna. Isso acarreta o diferencial necessário para tornar o produto final competitivo.

Em contrapartida, a gestão dos resíduos da construção civil, tradicionalmente empregada nas construções, que cumpre com alguns propósitos como a identificação da geração dos resíduos, de um modo geral, não se faz eficaz, uma vez que as informações registradas são pouco aproveitadas pelos responsáveis por efetivar as decisões.

Diante deste contexto, a pesquisa se faz necessária porque mostra outro ponto de vista acerca desses registros, analisando através da perspectiva econômica a geração do RCC nos canteiros

de obras e apresentando análises em diferentes cenários. Os resultados da pesquisa poderão servir como indicador para o controle dos desperdícios gerados nas construções, facilitando a identificação de materiais e/ou serviços ineficientes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar economicamente os custos referentes à gestão do RCC nos canteiros de obra, com o intuito de fazer um levantamento de dados acerca do atual cenário em que se encontram as construtoras no nordeste brasileiro.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Identificar os custos unitários localizados nos contratos das construtoras com as usinas de beneficiamento e/ou aterros sanitários;
2. Determinar os gastos com o resíduo gerado em cada obra a partir da identificação do volume de RCC encontrado nos formulários de controle;
3. Comparar as despesas com os resíduos entre as obras nas etapas construtivas de fundação, estrutura e acabamento e identificar a etapa de maior custo;
4. Avaliar os gastos das obras de acordo com a classificação do RCC;
5. Relacionar os custos dos resíduos com as áreas construídas das obras, abordando os gastos entre as construções.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação apresenta informações relevantes sobre a importância da análise econômica da geração do RCC nos canteiros de obras, mostrando a precariedade das informações acerca deste tema. Evidencia que a ocorrência dos desperdícios dos materiais pode influenciar na qualidade do processo construtivo.

O estudo está disposto em cinco capítulos: o primeiro apresenta a **INTRODUÇÃO** desta pesquisa, na qual são identificados aspectos gerais sobre o tema, sua justificativa, bem como seus objetivos e a estrutura da mesma.

O segundo capítulo aborda o **REFERENCIAL TEÓRICO**, contendo a revisão da literatura necessária para o desenvolvimento do trabalho, abordando a influência dos Resíduos da Construção Civil no meio ambiente, na qualidade da construção e na economia do setor.

A **METODOLOGIA** aplicada na realização da pesquisa está descrita no terceiro capítulo, que aborda os parâmetros necessários para a identificação e análise econômica do custo com a geração dos resíduos da construção civil.

No quarto capítulo são caracterizados os **RESULTADOS** do estudo, a partir da identificação dos dados coletados dos resíduos gerados além da sua análise.

São relatadas no quinto capítulo, as **CONCLUSÕES** da pesquisa, onde é feita as considerações finais da dissertação bem como as sugestões complementares.

CAPÍTULO II

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados os principais temas relacionados aos resíduos da construção civil: definição, aspectos legais, geração, impactos e sistemas de gerenciamento. São apresentados também, os custos com o RCC na construção civil, evidenciando os tipos de gastos e suas relações com as etapas construtivas, a tipologia do material desperdiçado e o porte do empreendimento.

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

A norma brasileira NBR 10.004 (ABNT, 2004) conceitua o RSU como sendo resíduos que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição podendo estar no estado sólido e semissólido. A USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) define os resíduos como materiais que vão desde o lixo doméstico aos descartes das industriais e que contêm uma complexidade na sua substância (PAZ, 2014).

Em relação ao grau de biodegradabilidade, segundo Beltrame (2012), os resíduos podem ser caracterizados de acordo com a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Grau de biodegradabilidade dos resíduos.

Categoria	Exemplos
Facilmente degradáveis (FD)	Restos de Comida, sobras de cozinha, folhas, capim, cascas de frutas, animais mortos e excrementos.
Moderadamente degradáveis (MD)	Papel, papelão, e outros produtos celulósicos.
Difícilmente degradáveis (DD)	Trapo, couro, pano, madeira, borracha e cerâmica.
Não-degradáveis (ND)	Incluem vidros, metais, plásticos, pedras, terra e outros.

Fonte: Adaptado de Beltrame (2012).

Conforme Santo *et al.* (2014), o descaso e a falta de interesse por parte dos governantes, além da grande extração de recursos naturais e de sua má utilização, propicia um modelo de sistema ambiental pouco eficaz e que, por muitas vezes, possibilita manobras que burlam a efetivação das leis. É evidente para toda a população a quantidade de entulho nos canteiros de obras ou ainda nas calçadas, ruas etc., o que promove um meio ambiente degradado.

Segundo o Abramovay (2013), a geração de lixo (Figura 2.1) aumenta ano após ano, isso tanto em termos absolutos como em per capita. Mesmo com o aumento no número de aterros sanitários, 40% do volume total dos resíduos produzidos é despejado em lixões ou em aterros controlados, sendo essa proporção muito mais alta nas regiões Norte e Nordeste.

Figura 2.1 - Geração de lixo.



Fonte: Autor (2015).

As indústrias também têm uma grande parcela de responsabilidade quanto aos problemas ambientais vivenciados na sociedade nos tempos atuais, e isso é devido, dentre outros motivos, aos seus avanços técnicos e econômicos. A falta de responsabilidade ambiental das empresas causa uma diminuição grosseira dos recursos naturais que já se encontram, em muitos casos, escassos.

2.2 Resíduos da Construção Civil (RCC)

2.2.1 Definição dos resíduos da construção civil

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) conceitua os resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p. 1).

A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 2002 restringe o conceito dos resíduos para o setor da construção civil onde estes materiais:

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (CONAMA, 2002, p.1).

Guedes (2013) identifica os resíduos como materiais que têm origem no processo produtivo e são, geralmente, inutilizáveis. O Instituto de Pesquisa Aplicada – IPEA – relata que em muitas cidades brasileiras, o RCC representa um grave problema, isso devido a sua deposição irregular que acarreta aspectos negativos de ordem estética, ambiental e de saúde pública (Figura 2.2).

Figura 2.2 - Resíduo despejado em local público.



Fonte: Autor (2015).

2.2.2 Aspectos legais dos resíduos da construção civil

A conscientização no Brasil sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos tem crescido nos últimos anos, principalmente no que se refere ao RCC, pelo grande volume gerado diariamente. Atualmente existem normas, leis, projetos de leis e resoluções que conceituam, classificam e dão diretrizes para a gestão desses resíduos sólidos (FARIAS, 2014).

A NBR 100004 (2004) considera três classes para os resíduos sólidos urbanos: os perigosos (classe I), os não inertes (Classe II-A) e os inertes (Classe II-B), especificando a caracterização a partir do potencial ambiental ou à saúde humana (resíduos classe I) e das condições de potabilidade da água em ensaios de solubilidade dos resíduos (classe II-A e II-0B). Desta forma sua classificação esta descrita da seguinte maneira:

- Classe I: denominados como perigosos, são aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, podem apresentar riscos à saúde e ao meio ambiente. São caracterizados por possuírem uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

- Classe II: são denominados de resíduos não perigosos, estes são subdivididos em duas classes: classe II A e classe II B.

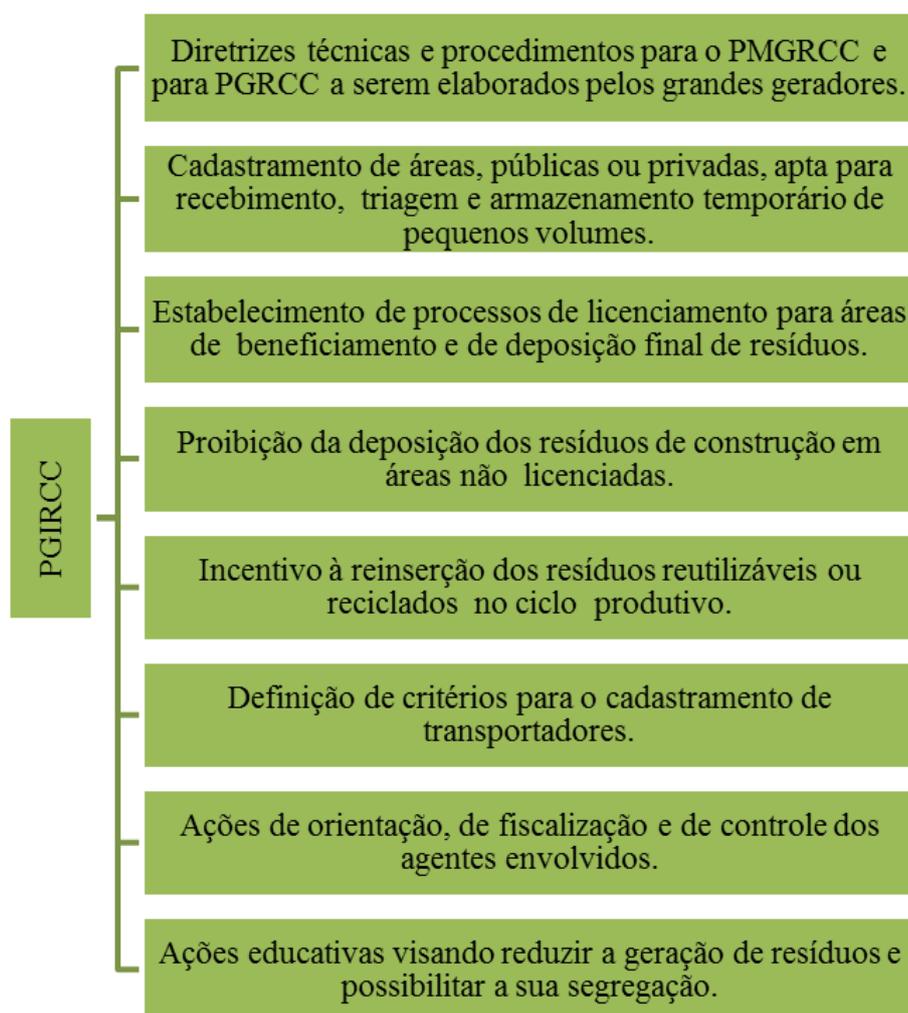
- Classe II-A: nomeados como não inertes, podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

- Classe II-B: são aqueles considerados inertes, ou seja, na temperatura ambiente não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto aos relacionados com o aspecto como cor, turbidez, dureza e sabor.

Estabelecida em 5 de julho de 2002, a resolução nº 307 do CONAMA surgiu diante de uma necessidade, pois o RCC não era identificado de modo claro entre os resíduos qualificados nas normas técnicas de referência. A definição de resíduos sólidos urbanos da NBR 10004 referia-se ao conjunto de resíduos que resultam de várias atividades, todavia, não era mencionada, explicitamente, a atividade da construção civil como geradora de resíduos.

A Resolução determina responsabilidades para os municípios, como a elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil (PGIRCC), que incorpora o programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil e os Projetos de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (PGRCC). Por isso, esta resolução é considerada como o principal marco regulatório para a gestão dos RCC. A Figura 2.3 descreve as diretrizes discriminadas no PGIRCC.

Figura 2.3 - Diretrizes do PGIRCC.



Fonte: Adaptado de Albuquerque (2015).

Esta resolução garante certas responsabilidades para os setores públicos e privados, como o de implantar projetos de gestão sustentável e eficiente do RCC, sua triagem em canteiros de obras, o transporte cadastrado além de áreas licenciadas para o manejo, reciclagem e destinação (ANGULO *et. al.*, 2011). Vale salientar que o poder público deve disponibilizar locais apropriados para a destinação dos resíduos, como aterros sanitários, além de orientar as empresas que possuem dificuldades na implantação de programas de gerenciamento. Assim também deve orientar as empresas que possuem dificuldades na implantação de programas de gerenciamento.

Quanto à classificação pela resolução, segundo Guerra (2009), os resíduos são caracterizados pelo potencial de reutilização ou reciclagem dos resíduos (classes A e B), as atividades que tornam possível sua revalorização (classe A – construção civil – e classe B – outras

atividades), a periculosidade dos resíduos (classe D) e a não periculosidade associada à impossibilidade de revalorização (classe C).

Com o passar dos anos, outras resoluções alteraram a Resolução nº 307, classificando o amianto como resíduos perigosos (Resolução nº348 de 2004), modificando o gesso que era classificado como resíduo de classe C e ser tornou resíduo classe B (Resolução nº431, 2011) e alterando alguns dos seus artigos (Resolução nº 448, 2012). A atual classificação fica estabelecida da seguinte forma:

- Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. Ex: solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto. A Figura 2.4 apresenta os resíduos classe A provenientes de materiais cerâmicos.

Figura 2.4 - Resíduos de Classe A.



Fonte: Autor (2015).

- Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações. Ex: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, gesso, etc (Figura 2.5).

Figura 2.5 - Resíduos de Classe B.



Fonte: Moura (2013).

- Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.
- Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção. Ex: tintas, solventes, óleos, etc. (Figura 2.6).

Figura 2.6 - Resíduos Classe D.

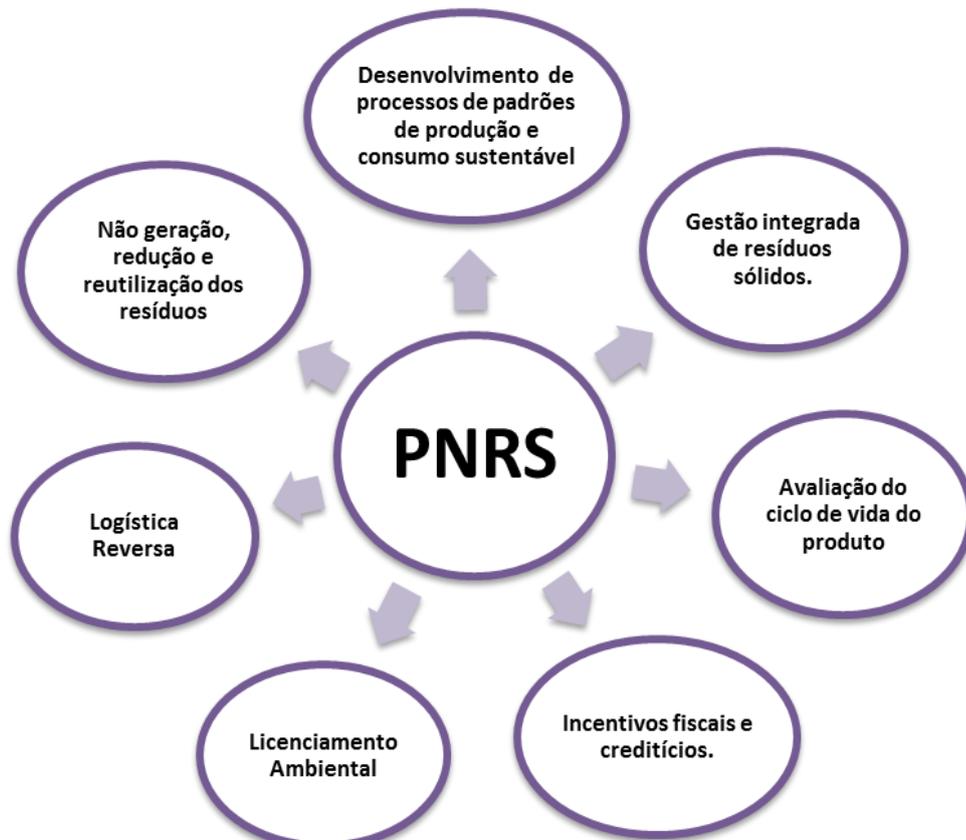


Fonte: Secan (2014).

As resoluções e normas tiveram reflexos também no estado de Pernambuco e, mais especificamente, em Recife. No dia 04 de janeiro de 2005 foi elaborada a Lei 17.072 que estabelece diretrizes e critérios para a elaboração do Programa de Gerenciamento do Resíduo da Construção Civil. A Lei também descreve: a definição do grande gerador; a proibição da disposição de RCC em volume superior a 100 litros para a coleta domiciliar; a elaboração do projeto de gerenciamento do RCC; a criação de instalações para o recebimento dos resíduos.

A gestão dos resíduos ganhou maior visibilidade no cenário nacional com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no dia 02 de agosto de 2010, sendo uma oportunidade de mudar a perspectiva futura em relação aos resíduos sólidos urbanos. Também em 2010, a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) foi revisada, ficando em acordo com a PNRS. Dentre os pontos trazidos pelo plano, os principais estão apresentados na Figura 2.7.

Figura 2.7 - Principais pontos trazidos pelo PNRS.



Fonte: Adaptado de Inojosa (2010).

No documento da PERS revisado, os resíduos de construção foram dissociados da classificação de resíduos sólidos urbanos e para o estado ficou a responsabilidade da elaboração do Plano Estadual de RSU com vigência de quatro anos.

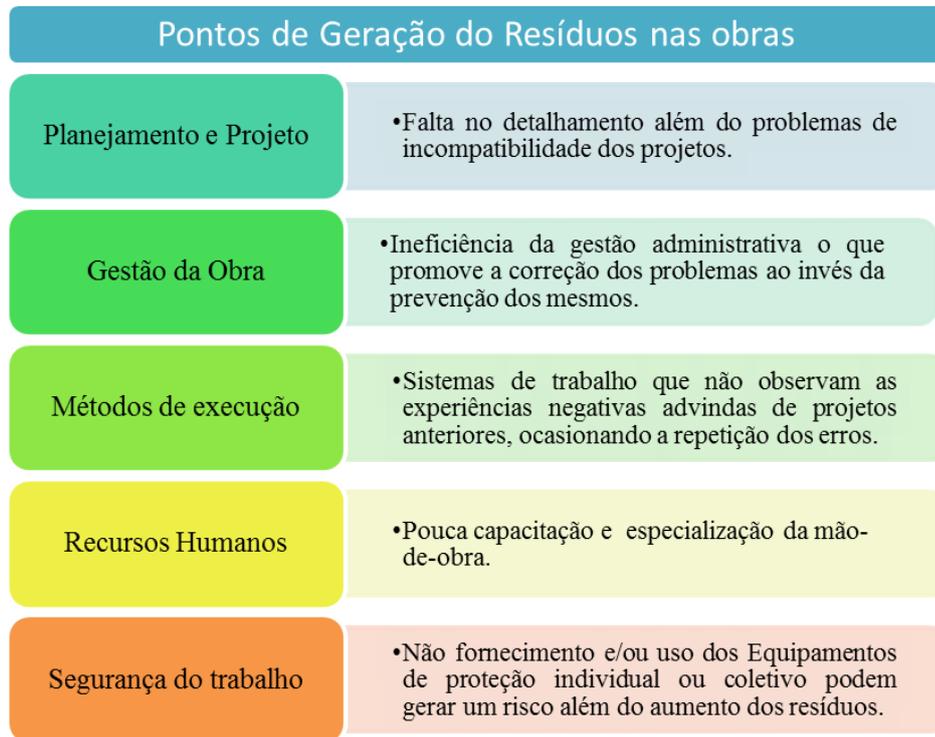
Desde o dia 04 de agosto de 2014, a política tem caráter obrigatório, ou seja, todos os estados e municípios devem se organizar para garantir a funcionalidade da política envolvendo, principalmente, o ciclo de vida dos produtos, a coleta seletiva e a logística reversa. Guedes (2013) descreve que a política garante as seguintes objeções aos resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

2.2.3 Geração e composição do resíduo

O elevado desperdício de materiais é uma das principais características do setor da construção, com isso, várias discursões foram realizadas a fim de criar maneiras que possibilitem o combate de tal resíduo (GROHMANN, 2014). Nas grandes cidades, a ausência de locais apropriados para a devida destinação dos resíduos resulta na frequente deposição em terrenos baldios, rios e córregos, ou até mesmo em ruas e praças.

Os fatores que influenciam na geração dos resíduos estão diretamente relacionados à produtividade deficiente nas etapas do processo da construção civil, pois a falta de organização no armazenamento dos materiais, assim como na execução dos serviços, resulta em um aumento constante do RCC. Grohmann (2014) ainda afirma que o desperdício está presente do planejamento do edifício até no seu uso e manutenção. A Figura 2.8 apresenta os principais pontos de origem da geração do RCC nas obras.

Figura 2.8 - Pontos de Geração de Resíduo.



Fonte: Adaptado de Grohmann (2014).

A geração de RCC está presente em todas as fases do processo da construção civil, onde o mesmo varia em relação ao seu volume e composição. O Quadro 2.1 apresenta a composição dos resíduos quanto à etapa do processo construtivo.

Quadro 2.1 - Geração de Resíduo nas etapas construtivas.

Etapas	Tipo de resíduos da construção civil gerado
Fundação	Solo, material rochoso, resíduos vegetais e de demolição.
Estrutura	Areia, brita, argamassa, cal, cimento, concreto, madeira, sucata de ferro, blocos, laminados, tijolos.
Acabamento	Apara de tubulação PVC e fibrocimento, argamassa, tubulação de concreto, material de rejunte, vedação, fios de cobre, conduíte, pisos e azulejos, piso de madeira, argamassa, colas, borrachas, granitos, lasca de alumínio de mármore e vidro, pastilha, tacos, peças de fixação, placas de gesso, tintas, vernizes, seladores e texturas.

Fonte: Autor (2015).

Os resíduos da construção civil não reagem quimicamente pelo fato de serem inertes, mas possuem a desvantagem de serem pesados e de grande volume, gerando impactos caso sejam depositados em locais indevidos (Figura 2.9).

Figura 2.9 - RCC Disposto em locais indevidos.



Fonte: Autor (2015).

As características do RCC impulsionam sua deposição clandestina nos grandes centros urbanos, onde são gastos milhões por mês com o recolhimento pelas companhias de limpeza públicas. Sendo isso o resultado da falta de fiscalização por parte do poder público e falta de consciência do gerador, responsável legalmente pelo RCC gerado (EVANGELISTA, 2010).

Nas construções antigas já se verificava a geração de grande quantidade de resíduo mineral. Atualmente, a indústria causa impactos em todos os seus processos, isso quer dizer que desde a fabricação dos materiais, construção e manutenção, até demolição do empreendimento muitos resíduos são gerados (PATRICIO *et al.*, 2013). A investigação é uma alternativa bastante válida, pois permite quantificar e qualificar o volume de resíduo gerado.

Viana (2009) menciona as irregularidades no processo construtivo, que ocasionam o desperdício e geram resíduos, implicando na redução da disponibilidade de materiais. Um

erro na dosagem no traço da argamassa pode acarretar um desperdício desnecessário, assim como o seu descarte (entulho), promovendo custos na obra.

Na União Europeia (UE), a geração de RCD se diferencia entre os países componentes, pois as concentrações de resíduos sólidos urbanos variam de 25 a 70%, deixando evidente que a preocupação com a geração do RSU, mesmo em países desenvolvidos, ainda não é encarada como prioridade para alguns.

Em termos de geração de RCC, são quantificados dois a três bilhões de toneladas de resíduos de construção civil, sendo na União Europeia cerca de 500 milhões com média de 480kg/hab/ano (MÁLIA, 2013). No Brasil, estima-se que são geradas cento e doze mil toneladas de RCC por dia, sendo o índice de 0,584 kg/hab/dia (ABRELPE, 2013).

Esta verificação levou ao desenvolvimento de várias pesquisas sobre a geração de RCC nos municípios brasileiros. Segundo Marques Neto e Schalch (2010), a cidade de São Paulo, que possui uma das maiores densidades populacionais, cerca de duzentos mil habitantes, é uma das capitais que mais gera RCC (aproximadamente 380 t/dia) com uma geração per capita de 1,93 kg/hab/dia. Olinda, apesar de não ser uma capital, possui uma geração de 221,35 t/dia com um per capita de 0,57kg/hab/dia (FALCÃO, 2011).

As edificações são grandes contribuintes dos resíduos gerados, conforme Mália (2013), onde, em edifícios com estrutura de concreto armado, a geração está entre 44 e 115 kg/m². A heterogeneidade quanto ao seu tamanho e forma, sua inércia em grande parte do volume (entre de 40 e 85% do volume total), são propriedades que tornam o material pouco valorizado, sendo associado a Resíduos Sólidos Urbanos.

Figueiredo (2013) afirma que este setor é considerado um dos maiores geradores de resíduos (Figura 2.10), que corresponde a 60% do resíduo sólido urbano (RSU). Marques (2013) descreve que várias discussões sobre questões ambientais são promovidas, uma vez que o desperdício dos materiais existe, automaticamente admite-se que os recursos naturais também não estão sendo bem aproveitados. Para Santo *et al.* (2014), a gestão adequada de quaisquer resíduos sólidos, para a minimização de sua geração, além de regularidade quanto à disposição final é um desafio, e na construção civil não é diferente.

Figura 2.10 - Resíduos gerados nas obras.



Fonte: Autor (2015).

2.2.4 Impactos ambientais gerados pelos RCC

Uma das maiores preocupações mundiais atualmente é a preservação do meio ambiente, e isso independe do desenvolvimento econômico do país. Elevados níveis de poluição ambiental são resultantes principalmente da ação antrópica agindo por diferentes formas, dentre eles, o descarte de resíduos domésticos, industriais, eletrônicos, entre outros (SILVESTRE, 2012).

O impacto ambiental é conceituado como sendo qualquer alteração dos agentes no meio ambiente, podendo ser causado por qualquer forma de matéria ou energia, que resulta direta ou indiretamente das atividades humanas (MACHADO, 2012). Os impactos podem influenciar de maneira negativa vários seguimentos da sociedade, como: a saúde, segurança, bem-estar da população; atividades sociais e econômicas; biota; condições estéticas e sanitárias ambientais e também a própria qualidade dos recursos ambientais.

Na construção civil o impacto ao meio ambiente se perpetua ao longo da sua cadeia produtiva. No processo de ocupação da terra, percebe-se a extração de recursos naturais com a limpeza do terreno, onde, em muitos casos, os mesmos não são reutilizados no corpo físico da obra. A partir desse início, há uma sequência de extração e uso de matérias-primas que se estendem até a fase final na obra. Com isso, os estragos são observados no ar, no clima, no solo, na fauna, na flora, nos rios e lençóis freáticos (MESQUITA, 2012).

Quanto à extração dos recursos naturais não renováveis, que são constantemente utilizados pela indústria da construção civil, seja na forma de matéria-prima ou para a geração de energia, se for observada de maneira contínua percebe-se que, a possibilidade de extinção destes recursos se torna cada dia mais real, à medida que vêm sendo usados sem o planejamento adequado.

A fabricação dos materiais utilizados na construção civil também causa danos ao meio ambiente. Isso se deve, entre outros fatores, ao gasto de grande quantidade de energia associado à extração de recursos naturais no processo de fabricação do produto. É difícil acreditar a princípio que a produção da cerâmica vermelha promova danos ao meio ambiente, já que ela é feita a base de argila, uma matéria-prima abundante na natureza. Entretanto, as indústrias de cerâmica gastam muito em energia e em outros recursos naturais, causando assim grandes impactos.

Em relação ao cimento e a cal, suas produções envolvem processos químicos, como a calcinação do calcário, que lançam uma grande parcela de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, bem como a destinação de parte das substâncias químicas no meio ambiente.

Fernandes (2014) afirma que são difundidos 590 kg de CO₂ para cada tonelada de cal hidratada, e que este número consiste em mais de 6% do total de CO₂ gerado pelo Brasil. Salientando que o índice de dióxido de carbono mais que dobrou entre 1950 e 1980 com a participação do cimento.

O setor da construção civil também utiliza em grande quantidade os agregados, estando seu consumo variando entre 1 e 8 toneladas/habitante ao ano. Somente as fábricas de cimento e argamassa do Brasil extraem cerca de 220 milhões de toneladas de agregados naturais. Com isso, percebe-se que as fontes de matéria-prima de alguns produtos estão próximas da extinção.

A geração de resíduos em conjunto com poucas políticas públicas que disciplinam e ordenam os fluxos da destinação dos resíduos da construção civil nas cidades, junto à falta de compromisso dos geradores no manejo e, principalmente, os destinos dos resíduos provocam

vários impactos, como o despejo em rios e córregos, ocupação de vias e logradouros públicos, degradação da paisagem urbana, obstrução dos sistemas de drenagem, dentre outros.

A partir disso, Abramovay (2013) estabelece dois cenários destrutivos, pois, se por um lado montanhas de lixo evoluem em locais impróprios, o que contamina a água e o solo, por outro lado, não se tem investimentos econômicos na reciclagem devido à abundância em matéria prima. O mesmo ainda descreve a relação destrutiva entre a sociedade e o ecossistema, pois, mesmo que os lixões e aterros representem uma forma mais adequada de disposição, os lixões já estão banidos segundo a PNRS, enquanto os aterros são problemáticos por seu custo e pelo espaço que ocupam.

Além dos fatores já citados, uma das principais fontes para o progresso dos impactos é a falta de educação ambiental, que também se configura como necessária para o desenvolvimento ambiental, com enfoque na participação do ser humano no processo de construção de uma sociedade sustentável. Lima (2013) mostra que a reciclagem do RCC é uma opção para economizar os recursos naturais utilizados, além de ser uma possibilidade de diminuição nos custos de construção e no volume final dos resíduos.

Neste cenário, o conceito de sustentabilidade foi ganhando mais força nos últimos anos, e isso se deve principalmente ao aumento de consciência da população atrelado à preocupação com o futuro do meio ambiente. Silva (2009) descreve que o termo “comunidade sustentável” é referente a uma comunidade que possa atender suas próprias necessidades sem minimizar as oportunidades de gerações futuras.

O dano ambiental presente na paisagem atual também pode ser considerado um fator de conscientização, pois toda lesão intolerável causada diretamente por ação antrópica no meio ambiente é compreendido como agressão ao ambiente. Através do conhecimento do desenvolvimento sustentável, a indústria da construção civil tem a consciência dos efeitos negativos sobre o meio ambiente, para a importância da gestão de resíduos (TAM, 2014).

Nesse modelo, os problemas ambientais enfrentados pelo planeta são de conhecimento geral da população. A busca desenfreada pelo lucro ou o consumismo exagerado atual ignora totalmente as consequências de extinção dos recursos naturais, parecendo esquecer que esses recursos, muitas vezes, não são renováveis ou demandam um longo tempo para sua utilização.

Nas áreas de preservação permanentes (APP), os resíduos muitas vezes fazem parte da paisagem, e estas áreas são de extrema importância pela função ambiental conforme o código florestal (Lei 4.771/1995). Assim, estas áreas devem ser preservadas e protegidas (SILVA e FERNANDES, 2012).

Ainda segundo estes autores, a implantação de uma gestão adequada para a redução dos impactos ambientais provenientes dos RCC, traz ganhos nos três pilares da sustentabilidade: o econômico, na comercialização do RCC para construção de novos empreendimentos; o social, gerando novas frentes de trabalho, e o ambiental, com a limpeza e menor impacto com a deposição nas APP.

A preocupação com a geração dos resíduos da construção civil também afeta o aspecto socioeconômico, pois, segundo Albuquerque (2015), quanto mais baixo o padrão dos imóveis maior é o acúmulo de RCC em suas proximidades. Vale salientar que os geradores de baixa renda, responsáveis por pequenas obras e reformas, não possuem recursos para exercer a prática de coleta seletiva.

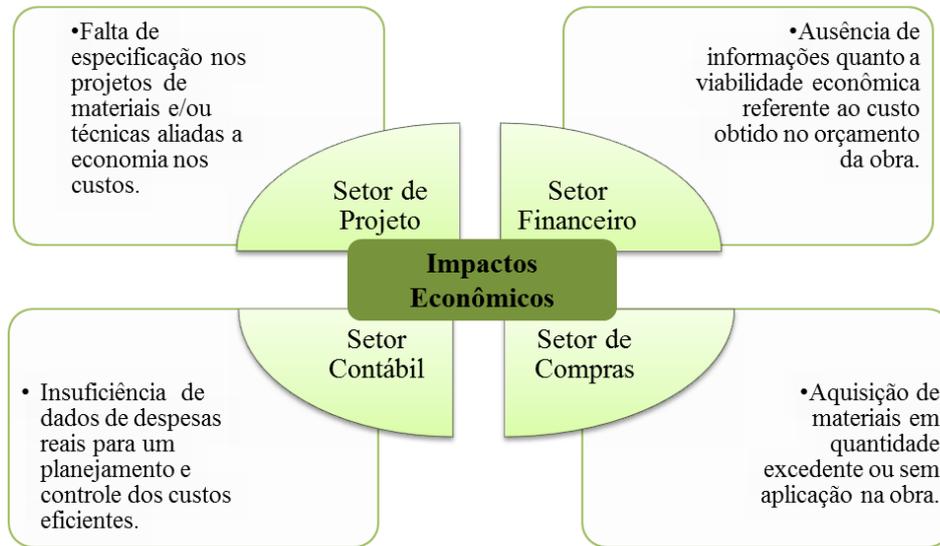
2.2.5 Impactos econômicos

A cadeia produtiva da construção civil, também denominada como *construbusiness* comporta parte considerável da geração de emprego e renda em relação aos setores industriais, o que pode ser justificado por sua dimensão que engloba segmentos que vão desde a extração da matéria prima, confecção dos materiais e sua comercialização, até a construção em si, além de reparos e reformas (BEZERRA, 2013).

Estima-se que a construção civil também é a principal contribuinte na economia dos custos com a geração do RCC, pois os resíduos possuem uma contribuição significativa dentro economia para este setor, que equivale a cerca de 40%.

Os impactos econômicos dos resíduos gerados podem ter origem em vários segmentos da construção, como pode ser observado na Figura 2.11.

Figura 2.11 - Índícios de impactos econômicos.



Fonte: Autor (2015).

Com isso, percebe-se que políticas de gestão bem implementadas nas empresas não só garantem a produtividade dos serviços como também a diminuição no impacto econômico trazido pela geração do RCC.

2.2.6 Gestão integrada dos resíduos da construção civil

A gestão dos resíduos da construção civil, de acordo com United States Green Building Council (USGBC), consiste em transferir e/ou direcionar materiais da construção, demolição e reforma para o ciclo de manufatura, doação, reaproveitamento e/ou reuso. As práticas de gestão dos RCC são ferramentas benéficas, pois minimizam os custos de transporte e movimentam a economia local, independente de ser em macro ou micro escala (ALBUQUERQUE, 2015).

Entre as iniciativas que devem ser tomadas e que ajudam na geração e destinação racional dos entulhos de obras, é possível citar: separação de materiais recicláveis, contratação de transportadoras regulamentadas, e a deposição dos materiais não recicláveis em aterros sanitários próprios.

Além do impacto ambiental, a gestão ineficiente dos resíduos de construção civil também gera custos para as construtoras e para a sociedade em geral. A reutilização de certos

materiais que iriam ser descartados diminui os gastos com transporte, e pode gerar fontes alternativas de entrada de capital para os empreendimentos, diminuindo assim o seu custo total, tanto para o executor da obra, quanto para o cliente a qual ela se destina.

A gestão dos resíduos de construção civil é uma obrigação tanto do poder público, quanto das empresas privadas que atuam no setor (CONAMA, 2002). Entre as iniciativas que devem ser tomadas e que ajudam na geração e destinação racional dos entulhos de obras, é possível citar: separação de materiais recicláveis, contratação de transportadoras regulamentadas, e a deposição dos materiais não recicláveis em aterros sanitários próprios (Figura 2.12).

Figura 2.12 - Fatores que influenciam a Gestão do RCC.



Fonte: Adaptado de Albuquerque (2015).

Alguns estudos foram realizados para estimar a quantidade de RCC gerados pela construção civil no Brasil (VIANA, 2009; EVANGELISTA, 2010; PATRICIO, 2013). Nas obras de construção, o índice variou entre 0,05 e 0,15 ton/m², já na área de reformas, os dados são mais imprecisos, mas estima-se que o índice gire em torno de 0,47 ton/m² (ANGULO *et al.*, 2011).

A quantificação da geração de RCC é indispensável no processo de gestão dos resíduos de construção. Prever estes números antes de cada etapa da obra é de fundamental importância para estimar a quantidade e o tamanho das caçambas de coleta dos entulhos, a melhor forma de transporte destes dejetos, e os custos referentes a estes processos. Também é importante saber o quanto de material será utilizado nas fases da obra, como por exemplo, tintas, solventes, madeira, etc., para prevenir possíveis desperdícios (NAGALLI *et al.*, 2013).

2.3 Sistemas de Gestão

O avanço do mercado permite a inclusão de tecnologias que desafiam e refinam os profissionais. Para o aprimoramento, manter uma estratégia tecnologicamente estruturada, bem como, os treinamentos submetidos, possibilita um ambiente inovador acarretando o crescimento do processo (OLIVEIRA, 2010). Os sistemas ISO aplicados na construção, além do uso de filosofias como o programa 5S e a construção enxuta, trazem o diferencial às empresas.

Conforme Machado (2012), a busca por métodos ideais para a gestão administrativa tem promovido o aparecimento de muitas alternativas para ajustar e tornar mais eficaz as relações do profissional com boa parte das metas diárias. Em relação à estrutura organizacional, inicialmente as tarefas eram mais específicas e não se dava importância sobre o processo como um todo.

Ao decorrer do tempo, as estruturas organizacionais das empresas foram se modernizando e se encarregaram de distribuir a autoridade das chefias, proporcionando maior responsabilidade para os membros da empresa, estes sim, com maior domínio e compreensão da produção. Com isso, os sistemas de gestão estão se tornando cada vez mais ferramentas fundamentais para a eficiência dos processos.

Os sistemas de gestão são ferramentas gerenciais que contribuem para a melhoria do desempenho das empresas em relação às questões de qualidade, meio ambiente, entre outros, sendo atualmente uma necessidade fundamental para as organizações, para os trabalhadores e para a sociedade como um todo (OLIVEIRA, 2010).

2.3.1 Gestão da Qualidade

De acordo com Carvalho (2012), a qualidade pode ser entendida como um processo de melhoria contínua dos serviços, envolvendo mudanças organizacionais dentro de uma empresa. Para haver a mudança é preciso ter conhecimento e saber aplicar os instrumentos, pois eles ajudam os gestores a identificar e tomar medidas para resolver os problemas. A Figura 2.13 apresenta os fatores que impulsionam o interesse da construção civil em obter esta prática de gestão.

Figura 2.13 - Fatores de interesse na gestão da qualidade.



Fonte: Autor (2015).

A ISO 9001, uma das primeiras certificações usadas na construção, auxilia no gerenciamento por meio da documentação de relatórios e a aplicação de registros. Ela garante a existência de um controle para a organização administrar seu negócio utilizando seus recursos com eficiência (FRAGA, 2011).

No entanto, a construção civil absorveu tardiamente os fundamentos e técnicas da gestão da qualidade em relação aos outros setores industriais, tendo em vista que a forma de organização dos serviços é mais complexa. Existe uma grande quantidade de insumos, fornecedores, além de diversas etapas do processo construtivo (fundação, estrutura e acabamento), o que gera certa dificuldade na efetiva implementação dessa forma de gestão, já

que esta foi estruturada para atender a tipologia da indústria de produção seriada, em que as atividades são repetitivas (BEZERRA, 2013).

2.4 Custos na Construção Civil

O custo pode ser considerado, em termos práticos, a soma dos insumos (mão-de-obra, materiais e equipamentos) necessários à realização da obra ou serviço, além das atividades que não se relacionam diretamente à produção durante um prazo pré-estabelecido.

Outro aspecto positivo importante para a determinação dos custos é que em operações de intervenção, decisão do procedimento de execução ou para previsão dos meios financeiros necessários, os métodos de estimação dos custos auxiliam para o melhor controle e planejamento. Contudo, esse sistema deve passar sempre por pesquisas constantes, pois, segundo Azevedo (2013), a falta de aperfeiçoamento faz com que a indústria da construção civil seja conhecida pelos atrasos nos seus procedimentos.

Um dos principais objetivos para os custos serem empregados é o controle para a redução de desperdícios. No entanto, o mesmo apresenta outras vantagens como a medição, avaliação do desempenho e ação corretiva em casos que a ineficiência é detectada. De certa forma, o controle em determinado processo faz da identificação dos custos um padrão ou uma expectativa de desempenho.

Para controlar o custo são essenciais três diretrizes: produção de estimativas; elaboração de valores retrospectivos e a projeção dos custos. Com isso, o processo de controle envolve o cálculo da variação entre dois valores: um apurado no presente e outro estimado. No setor construção civil, o cálculo se faz com a composição dos custos, a partir de uma base de dados utilizada pelas empresas de grande porte.

2.4.1 Tipos de Custo

Como as atividades da construção civil possuem peculiaridades, é necessária sua distinção em relação ao custo em cada insumo. O desembolso também se aplica em períodos diferentes, tornando esse processo ainda mais detalhado. Os gastos da mão de obra tem seu valor dentro

do mês da realização da atividade, haja vista que, em grande parte das empresas, o pagamento da mão de obra é realizado pelo critério de medição do que foi produzido.

Já os custos dos materiais podem ser dados em meses anteriores, no mês da execução ou em meses seguintes, através de pagamentos parcelados ou não, dependendo da forma que foi acordado entre as partes. Para a realidade da construção civil, esforços estão sendo feitos para estabelecer uma definição mais detalhada. O quadro 2.2 apresenta algumas formas de caracterizar os tipos de custos.

Quadro 2.2 - Classificação dos custos.

Classificação	Tipos (Custo)	Definição
Quanto à abrangência	Total	valor necessário para produzir a totalidade de um serviço ou obra.*
	Unitário	valor necessário para produção de uma unidade de serviço.*
Quanto à facilidade de Atribuição	Diretos	são aqueles que são imediatamente imputados ao projeto, estando presente no custo de produção, sendo eles derivados aos recursos que são utilizados para a realização do projeto.*
	Indiretos	são todos aqueles que embora não façam parte diretamente dos custos de produção, são essenciais para a realização do projeto.*
Quanto à natureza da construção	Fixos	São valores permanentes.**
	Variáveis	São aqueles cujo valor depende do volume da construção.**

Fonte: * Marques de Jesus (2008).

** Sousa (2012).

2.4.1.1 *Custo unitário e custo total*

Os custos unitários são utilizados como base para a elaboração dos custos em todo processo construtivo. Eles são calculados conforme disposto na NBR 12721 (ABNT, 2005), em cumprimento à Lei nº4.591/64, e correspondem aos valores dispostos em unidades utilizadas na construção para os diversos padrões estabelecidos pela Norma.

A composição unitária de serviços é o ponto de partida para a elaboração dos insumos, ou seja, materiais, mão de obra e os encargos sociais. Além dos insumos, fazem parte das composições os índices de consumo unitário, de materiais e os índices de produtividade unitária da mão de obra (COIMBRA, 2010).

Para as determinações do custo unitário de cada serviço e do custo total efetuam-se operações aritméticas. Uma vez verificado os custos dos serviços, tem-se o custo de cada etapa construtiva e, conseqüentemente, o custo total da obra.

Para calcular o custo total da obra, somam-se os custos dos serviços ou itens principais da obra. O tempo dedicado a essas atividades faz com que, cada vez mais, o engenheiro se familiarize com o método, de modo que o senso comum o leve a avaliar a ordem de grandeza dos resultados dos cálculos, indicando que procedimentos devem ser adotados para se aproximar ainda mais dos custos totais reais.

2.4.1.2 Custos diretos e indiretos

Os orçamentos dos empreendimentos, de um modo geral, distinguem os custos em diretos e indiretos. São considerados como custos diretos, os gastos relativos aos insumos do corpo físico da obra, como os materiais, equipamentos (Figura 2.14), mão de obra, entre outros. Já os custos indiretos, são aqueles relativos à administração, ao financeiro e aos impostos. Vale salientar que a categorização dos custos de construção civil pode variar, pois depende da perspectiva do orçamento e do contrato.

Figura 2.14 - Betoneira utilizada no empreendimento.



Fonte: Autor (2015).

A determinação dos custos diretos está inserida em levantamentos quantitativos com base em projetos, utilizando composições de custos referentes às atividades de transformação da obra. Essas composições são disponibilizadas em softwares orçamentários baseados em consumo médio de insumos levantados nas obras com um acréscimo de um percentual de perda. Ressaltando que os dados do software são informações pouco transparentes e que os valores podem variar dependendo da região.

Quanto aos custos indiretos, são utilizadas taxas percentuais conhecidas como Benefício e Despesas Indiretas (BDI). Para muitos contratantes, a importância destes tipos de gastos tem aumentado, mas sua estimativa tem sido muito difícil devido à falta de métodos mais aplicáveis para a construção civil. Na sua maioria, os custos indiretos dependem do prazo de produção, isso porque sua estimativa leva em conta o tempo que a obra emprega os recursos da empresa (AZEVEDO, 2013).

2.4.1.3 Custos fixos e variáveis

A respeito dos custos variáveis, correspondem a diferença temporal que pode haver entre o tempo em que um recurso é utilizado no canteiro (gasto) e o tempo em que o mesmo é pago aos fornecedores (desembolso). É possível afirmar que alguns custos diretos são também variáveis, partindo do princípio que os dois gastos fazem parte do corpo físico da construção.

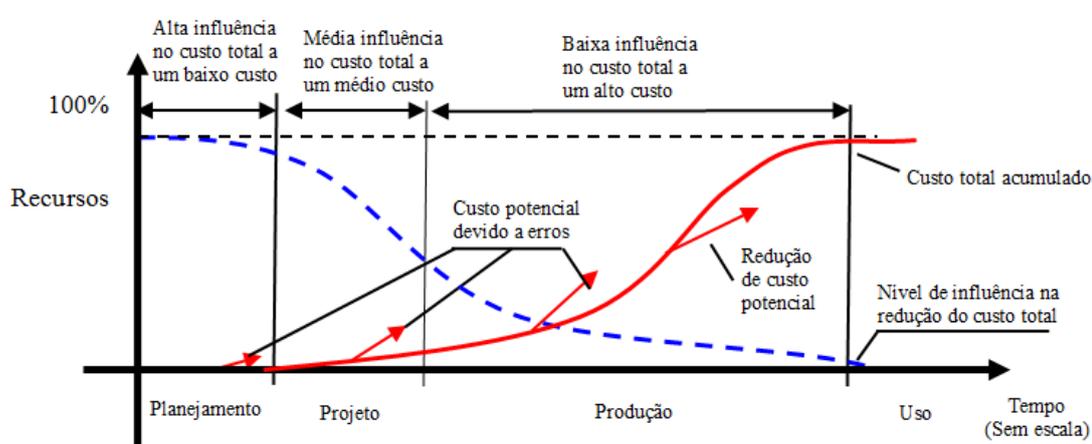
Gravina (2014) afirma que os custos fixos são despesas permanentes que não dependem do porte da obra, na sua maioria os custos indiretos são fixos. No entanto, alguns custos diretos são fixos, como em caso de mobilização de equipamentos, bem como existem custos indiretos que são variáveis, alguns impostos e taxas.

A influência do prazo da obra deve ser considerada para entender que tanto os custos fixos quanto os variáveis dependem desse condicionante. Assim, o gasto de uma atividade não pode ser associado somente à despesa de seus insumos. É necessária uma análise da influência do prazo da atividade no custo final do empreendimento, visando considerar também os custos fixos da obra.

2.4.2 Custos nas etapas da construção

Em um empreendimento, os custos são elaborados em etapas específicas, ou seja, do planejamento até a fase de execução, mas existem distinções no nível de influência no custo em cada etapa (Figura 2.15), sendo a etapa de planejamento a que possui maior influência no seu custo total, ou seja, se nesta etapa todos os custos forem levados em consideração haverá uma redução do valor final.

Figura 2.15 - Nível de influência do custo na construção civil.



Fonte: Bezerra (2013).

Com o andamento do processo construtivo a influência na redução do custo total do empreendimento tende a ser baixa, isso acontece devido a fatores como o aumento do custo de investimento, além de decisões erradas estabelecidas em etapas iniciais.

Um dos métodos mais utilizados para a cotação dos custos é através dos projetos, principalmente os mais específicos que proporcionam o melhor detalhamento do mesmo (SOUSA, 2012). A partir dessa definição, é realizado o monitoramento do empreendimento e a avaliação de suas implicações em relação ao prazo final. Isto pode ser definido como sistema de gestão de custos na construção civil, cabendo a este sistema o desenvolvimento dos custos e prazos (MINARI JUNIOR, 2009).

Nas fases iniciais existem técnicas para reduzir os custos, como a busca por materiais de valores mais econômicos que, associados a um projeto arquitetônico, contribuem para a eficiência nas etapas seguintes. Diante disso, algumas empresas utilizam a negociação com os

fornecedores, resultando em parcerias na tentativa de diminuir os custos, promovendo a construção das obras através do poder de barganha maior.

As práticas gerenciais podem ser outra forma bastante eficaz na redução dos custos, através da diminuição no desperdício dos materiais, bem como no gerenciamento dos resíduos da construção civil, além do remanejamento da mão de obra.

Normalmente, o cliente tem certo conhecimento sobre o preço do empreendimento que, em geral, fica identificado no formulário do contratado e é resultado de uma estimativa dos custos e do lucro. Todavia, na contratação existe uma informação mínima acerca dos projetos e da produção para a elaboração da estimativa do preço. Deste modo, a composição do preço é influenciada pelo conhecimento do contratado, por preços de mercado e pela necessidade de ser competitivo no caso de concorrência entre empresas.

2.4.3 Custos dos resíduos em relação a sua classificação

Mais da metade dos resíduos gerados na construção civil são considerados como classe “A” pela Resolução nº 307 (ROCHA, 2014). Ou seja, os custos atribuídos ao RCC estão atrelados principalmente às sobras de concreto, alvenaria, argamassa, entre outros.

Vale salientar que materiais básicos, como as argamassas, possuem alta variabilidade nos valores de perdas, havendo obras com desempenhos louváveis, ou seja, com gastos mínimos desse tipo de resíduo. No entanto, há situações preocupantes, cujo principal aspecto é o aumento nas camadas de argamassas durante a execução, seguido da variabilidade da dosagem (BERTOL, 2013).

Os gastos relativos ao desperdício do concreto ou de blocos de alvenaria, que são materiais utilizados diretamente no serviço em execução, possuem valores menores para as perdas, que acontecem devido a quantitativos equivocados, no caso do concreto ou projetos mal elaborados, no caso dos blocos.

Algumas construtoras já perceberam que iniciativas como o reaproveitamento de materiais que geram resíduo classe “A” nas obras, podem ser lucrativas e benéficas para a empresa,

uma vez que contribui como uma ação sustentável, além de diminuir o custo dos resíduos gerados.

Os resíduos Classe B, compostos por materiais como plásticos, papéis, metais e etc., possuem potencial para reciclagem, pois a gestão promove a triagem deste tipo de RCC e posteriormente a comercialização em cooperativas de reciclagem. A venda dos resíduos Classe B garante para as obras certos ganhos financeiros quanto a sua destinação, bem como seu transporte, uma vez que a cooperativa se responsabiliza pela separação e a destinação dos resíduos fora do canteiro de obras (PASCHOALIN FILHO, 2014).

Entre os resíduos Classe B, a madeira apresenta-se predominante em quase todo o período da obra e por isso ela pode ser o resíduo com maior despesa em relação a sua destinação. Tal fato pode estar correlacionado ao andamento das obras, uma vez que a maior parte dos resíduos de madeira é gerada durante a fase de execução das fôrmas das estruturas, ficando muitas vezes contaminado com o concreto, inviabilizando assim sua reciclagem.

Os resíduos Classe C e D devem ser destinados de acordo com suas respectivas normas técnicas. Diante disso, a única alternativa para a diminuição das despesas com os resíduos gerados seria através dos controles com a aplicação dos materiais durante o processo construtivo.

2.4.4 Custos das obras em relação à área construída

A área construída pode ser um parâmetro relevante na elaboração dos custos de um empreendimento, pois, conforme Gonçalves (2011), um acréscimo do número de pavimentos e/ou do número de torres afetaria o prazo da obra, promovendo um aumento significativo nos gastos.

A influência da área construída no custo do empreendimento se apresenta em todo o processo construtivo. Nas estruturas, o quantitativo de gastos com o volume de aço, bem como o de concreto, é determinado tendo como base a área construída em função da altura do edifício.

Serviços como instalações hidráulicas de alguns tipos de obras, têm despesa mais claramente identificada quando relacionada à sua área construída, pois o maior peso dos gastos está no sistema de controle a incêndio, além dos sistemas hidráulicos de climatização.

2.4.5 Orçamento em obras

A estimativa de custos é realizada por meio da elaboração do orçamento. O mesmo é definido como uma técnica que envolve a identificação, descrição, quantificação e análise dos itens, com o objetivo de aperfeiçoar o rendimento dos recursos físicos e monetários à disposição da empresa (SOUSA, 2012), ou seja, a determinação dos gastos indispensáveis para o cumprimento do projeto.

Em um empreendimento, o orçamento é um fator crítico para empresas construtoras, uma vez que os desvios podem inviabilizar a sequência de execução ou diminuir o lucro do produto final. O orçamento disponibiliza ao empreendedor informações iniciais para que o mesmo tenha um detalhamento que possibilite um estudo determinado do empreendimento. Isso faz com que o orçamento seja um instrumento fundamental para o planejamento e acompanhamento dos custos da obra.

Conforme Santos (2009), o orçamento possibilita a determinação da viabilidade técnico-econômica do empreendimento, o cronograma físico-financeiro da obra e os relatórios para acompanhamento. Vale ressaltar que, com a competitividade do mercado, os empreendimentos necessitam de um estudo maior da obra, ou seja, desde o projeto, para se determinar a viabilidade inicial e o retorno financeiro do dinheiro a ser investido, até a determinação dos valores reais obtidos através do acompanhamento dos processos.

Para a confecção do orçamento, é importante verificar os documentos legais, como os editais de licitações, em caso de obras públicas, como também os contratos firmados entre os interessados. Além das características que o orçamento deve apresentar, são elas: especificidade, temporalidade e aproximação, descritas na sequência (MARQUES DE JESUS, 2008).

- Especificidade: clima, preço dos insumos locais, oferta de equipamentos, alíquotas de impostos, disponibilidade de recursos humanos, etc.;

- Temporalidade: Variações dos custos dos insumos e nas taxas, impostos, encargos sociais e trabalhistas e a evolução dos métodos construtivos;

- Aproximação: o orçamento que apresenta maior aproximação, ou seja, com a margem de erro menor, possibilita um balanço melhor do investimento.

Outros fatores a serem considerados são os processos necessários para a elaboração do orçamento, são eles: os estudos condicionantes; a composição de custos e o fechamento do orçamento (MARQUES DE JESUS, 2008). O projeto executivo é a base para o início do processo de cálculo do orçamento, pois, no mesmo, está contido especificações do empreendimento (memoriais descritivos). Logo, percebe-se que quanto maior o detalhamento das peças técnicas do orçamento, mais precisos e fundamentados será.

CAPÍTULO III

3.0 METODOLOGIA

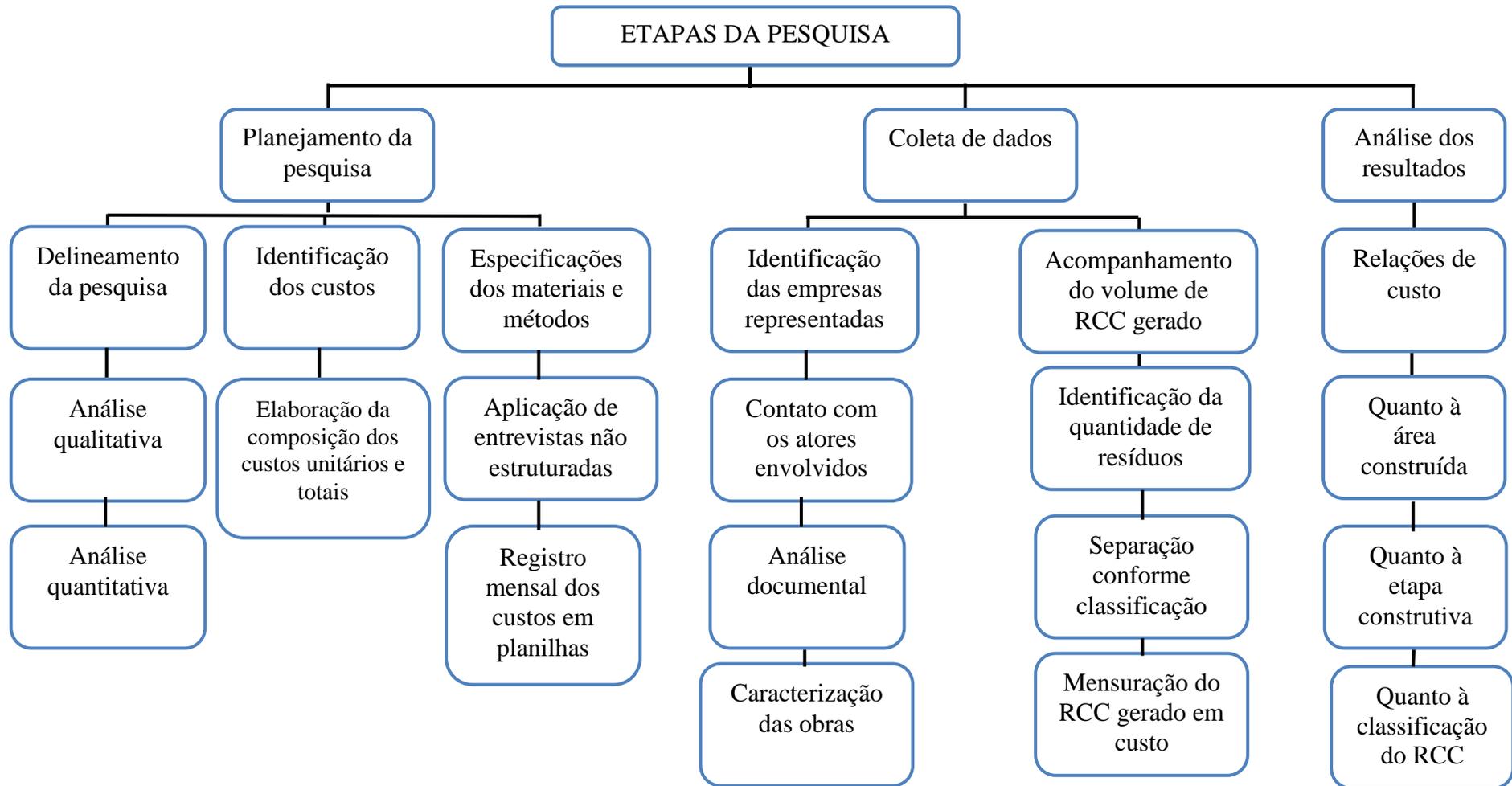
Este capítulo apresenta a metodologia adotada, com o propósito de atingir os objetivos descritos para o desenvolvimento da pesquisa. O estudo descreve a caracterização da pesquisa, técnicas para coleta e análise de dados, as relações dos custos, assim como sua representatividade.

Na primeira fase, foi realizado o planejamento da pesquisa com o delineamento do problema a partir de métodos qualitativo e quantitativo. Na sequência, foram identificados os custos utilizados com a elaboração da sua composição através dos gastos unitários. Foram especificados os materiais e métodos, como a aplicação de entrevistas não estruturadas, além da definição de planilhas de controle dos resíduos gerados.

A coleta de dados realizou-se na segunda fase, onde houve a identificação do resíduo gerado, a caracterização das obras, determinação da área construída e identificação de outros requisitos como: se a empresa possui certificação e o período de conclusão do empreendimento. Foi feito também o acompanhamento do volume gerado através da análise documental com os formulários de controle de RCC, além do orçamento das obras.

Na terceira fase, foram analisados os custos dos resíduos gerados em relação à sua área construída, à etapa construtiva e à classificação dos resíduos. O fluxograma apresentado na Figura 3.1 sintetiza o delineamento da pesquisa com a sequência das etapas adotadas.

Figura 3.1 - Fluxograma da pesquisa.



Fonte: Autor (2015).

3.1 Delineamento da pesquisa

Esta pesquisa foi elaborada em caráter exploratório, pois permite uma maior familiaridade com o tema, visto que este ainda é pouco conhecido, pouco explorado. Nesse sentido, é necessário aprimorar ideias, descobrir intuições e, posteriormente, construir hipóteses. Assim, foram seguidos dois caminhos que se complementam:

a) Qualitativo: com base em levantamento de informações através de entrevistas não estruturadas, ou seja, perguntas abertas, de modo que se possa explorar mais amplamente determinada questão. Além desse levantamento, a revisão da literatura foi importante para conhecer as principais deficiências encontradas no custo dos resíduos gerados nas obras.

A análise qualitativa, comumente associada a análise interpretativa, representa uma etapa fundamental na evolução do trabalho, pois ela exerce um papel vital na rápida transmissão de grandes quantidades de informações entre os diferentes elementos de um grupo. Entretanto, o fato de não utilizar o rigor numérico, não significa que as análises qualitativas sejam meras especulações subjetivas (VIEIRA; ZOUAIN, 2006).

É uma metodologia mais flexível que permite explorar seus aspectos com mais profundidade. Sua função é de aprimorar a complexidade dos fenômenos e processos capazes de serem analisados.

Além de fatos, processos particulares e específicos de grupos delimitados, o método qualitativo de investigação tem seus limites, dessa maneira, quanto mais complexo for o fenômeno sob a investigação, maior deverá ser o esforço para se chegar a uma quantificação adequada.

b) Quantitativo: com base em levantamento de dados numéricos, a partir de pesquisas junto às empresas e aos grandes geradores, os dados quantitativos visam esclarecer a importância da problemática dos RCC na realidade das regiões analisadas. A combinação das técnicas quantitativas e qualitativas torna uma pesquisa mais forte e reduz os problemas de adoção exclusiva de um desses grupos.

Teixeira (2010) propõe o emprego da expressão “triangulação simultânea” para o uso ao mesmo tempo de métodos quantitativos e qualitativos. O autor ressalta que, na fase de coleta de dados, a interação entre os dois métodos é reduzida, mas, na fase de conclusão eles se complementam. O cruzamento de informação possibilita explicar o que eventualmente não converge, a partir de outras fontes ou ângulos de visão e confirmar mais seguramente o que converge.

Desta forma, a pesquisa é classificada como um estudo exploratório, por tratar uma questão ainda pouco discutida no âmbito da construção civil – análise de custo decorrentes da geração de entulhos em função da falta de planejamento – e descritivo, por compilar informações encontradas em diversas situações, acerca dos procedimentos técnicos de execução de serviços em canteiros de obras.

3.1.1 Identificação dos custos

O custo adotado como base para a análise econômica do RCC foi o de destinação, pois esse tipo de gasto pode ser identificado mais facilmente nas obras, tendo em vista que as legislações vigentes determinam que os grandes geradores necessitem controlar seus resíduos e destiná-los em locais apropriados. Outro aspecto relevante seria o valor expressivo desta destinação, pois os volumes de resíduos são constantes em todo processo construtivo.

Para a elaboração dos custos totais com a geração dos resíduos, foram identificados os custos unitários a partir dos orçamentos das obras analisadas, que foram disponibilizados pelos responsáveis técnicos da construtora.

Através da composição dos custos unitários, assim como a coleta do quantitativo de resíduos gerados, obtidos nos formulários de controle de resíduos das obras, foram elaborados os gastos totais em relação ao grau de contaminação do resíduo Classe A, além dos resíduos oriundos da madeira, saco de cimento e os que possuem um conjunto de materiais diversos depositados sem separação, denominados rejeitos. Neste caso os valores foram denominados conforme a equação 1:

$$C = A \times V$$

Equação 1

Onde:

C = Custo analisado.

A = Quantidade do resíduo analisado por obra (tonelada).

V = Custo unitário do resíduo (R\$/tonelada).

3.1.2 Especificações dos materiais e métodos

Foram realizadas entrevistas não estruturadas (Apêndice A) com o setor de qualidade da empresa para obter informações acerca dos métodos construtivos, características da construção e nível de controle dos custos dos resíduos da obra. Associado a isso, também nas obras houve um acompanhamento mensal do volume dos resíduos gerados com o objetivo de caracterizar de forma mais eficiente o conteúdo amostral.

3.2 Técnicas para coleta de dados

O ponto de partida para elaboração da coleta de dados se deu através da identificação de empresas que possuíam boa representação no mercado da construção, além do controle do RCC gerado em seus empreendimentos. Após esta identificação, foi definido um planejamento preliminar visando: o contato com os atores envolvidos, desenvolvimento de planilhas para análise documental e trabalhos de campo.

A pesquisa foi realizada em 98 obras de cinco empresas de construção civil com certificação ISO 9001, sendo 78 obras localizadas na Região Metropolitana do Recife (RMR) e 20 obras situadas em outros estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte). Ressaltando que todas atendem a um padrão pré-estabelecido: obras verticais, com finalidade residencial e empresarial e que foram concluídas recentemente ou que estão ainda em execução. Vale salientar que 10% das obras analisadas foram concluídas, e 90% ainda se encontram em andamento. Os dados dos resíduos coletados foram do período de janeiro de 2010 a abril de 2015.

As coletas dos dados foram realizadas qualitativa e quantitativamente, sendo necessárias para uma completa mensuração dos resíduos, evidenciando cenários como: o custo unitário da

destinação em usina de beneficiamento e aterro sanitário; relação dos gastos de RCC com as etapas do processo construtivo; custo quanto à classificação do resíduo; gastos do resíduo em relação à área construída da edificação, etc.

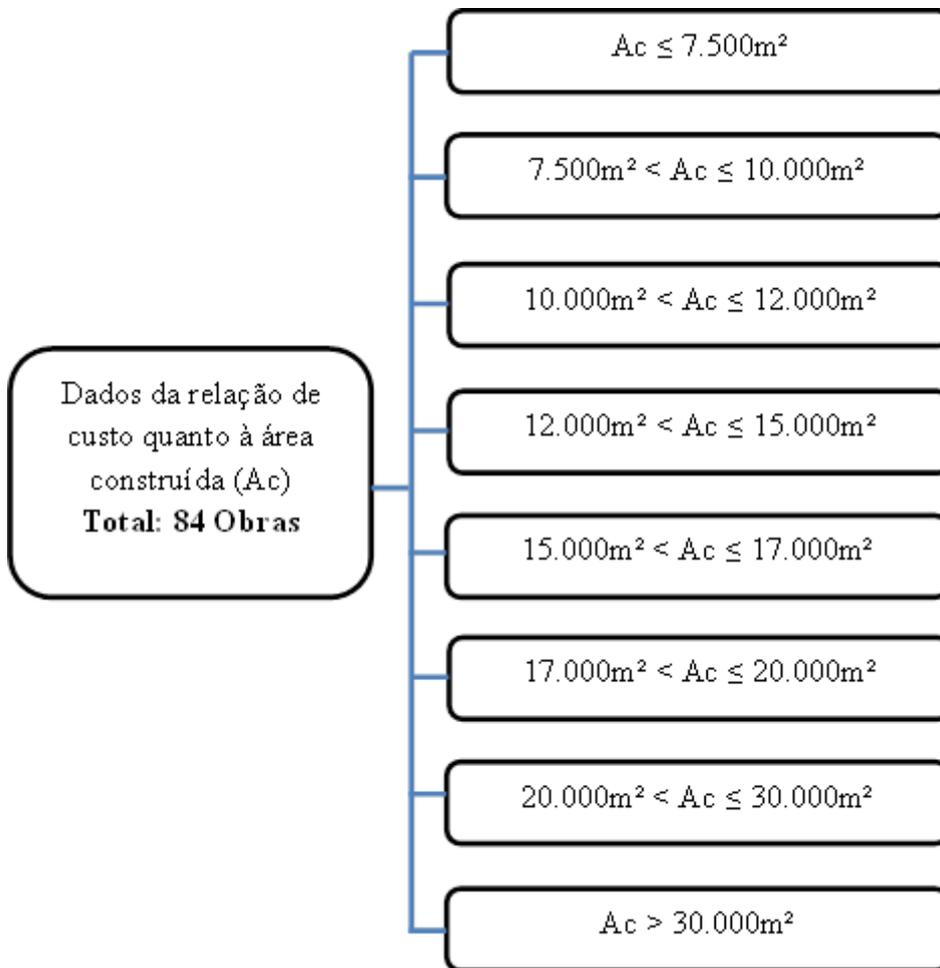
3.3 Análise dos dados

Para a análise de custo com a geração dos resíduos considerou-se que estas despesas são classificadas como custos diretos, pois fazem parte do corpo físico da obra. Da mesma forma, os gastos não poderiam ser considerados fixos, pois em cada obra têm-se especificidades que interferem no volume dos resíduos que ela vai produzir, sendo desta maneira o custo do RCC considerado também como variável.

3.3.1 Relação do custo quanto à área construída da edificação

Como as obras presentes na pesquisa possuem diferentes valores de área construída, estas foram identificadas em intervalos de área construída, determinados através da identificação do maior e do menor valor de área construída entre as obras. Na sequência, foram elaborados os intervalos de modo que houvesse uma distribuição equilibrada entre o número de obras inseridas em cada um deles. A Figura 3.2 mostra os intervalos de área construída que foram identificados em oitenta e quatro obras, a fim de serem realizadas análises considerando esta característica.

Figura 3.2 – Representação dos intervalos das obras analisadas para a relação dos custos quanto à área construída.



Fonte: Autor (2015)

*Ac: Área Construída

3.3.2 Relação do custo quanto à etapa construtiva

Na relação dos gastos quanto às etapas do processo construtivo, os custos de fundação, estrutura e acabamento foram identificados com a finalidade de verificar qual possui maior geração do RCC, além de comparar as despesas com os resíduos nas obras em cada processo.

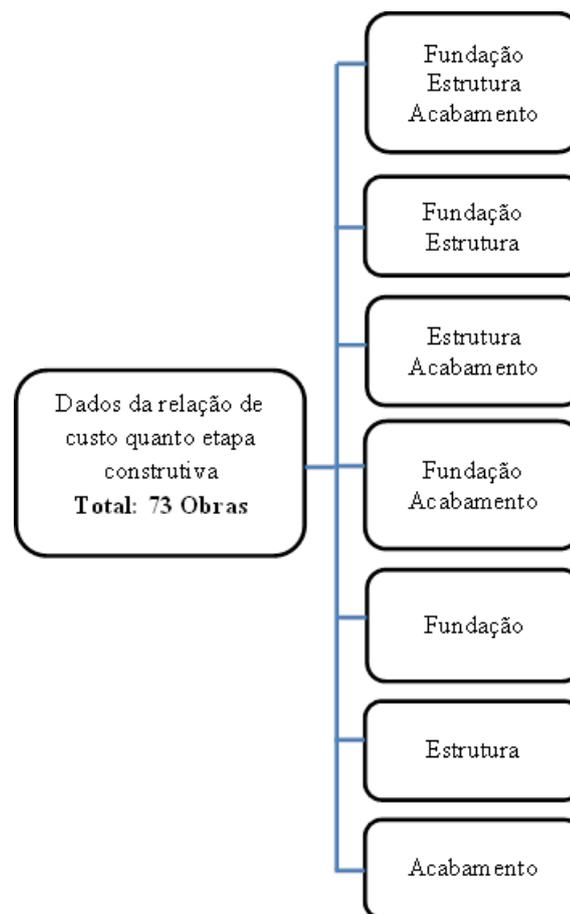
Na fase de fundação, foram consideradas as despesas oriundas do RCC obtido nas escavações, fundação do empreendimento, entre outros. Na fase de estrutura, foram atribuídas as análises dos gastos na execução propriamente da estrutura, elevação da alvenaria, contrapiso, parte da

aplicação das instalações. Na fase de acabamento, foram considerados os revestimentos das paredes, piso, montagem das esquadrias e a execução dos acabamentos elétricos e hidráulicos.

Foram selecionadas inicialmente, dentre o número total de 98 obras, apenas aquelas que possuíam dados nas três etapas construtivas, resultando em setenta e três obras. A partir desses valores, foi identificada a etapa que apresentou o maior custo.

Posteriormente, foram utilizados os dados das demais obras que não apresentaram os dados das três etapas construtivas, estas apresentaram apenas valores de uma ou duas etapas, através disso foi feita a análise do custo com o resíduo isolado em cada etapa e para assim obter o delineamento da mesma. A Figura 3.3 apresenta os cenários de análise dos custos do resíduo gerado em relação à etapa construtiva.

Figura 3.3 – Representação das relações de etapas construtivas para a determinação dos custos.



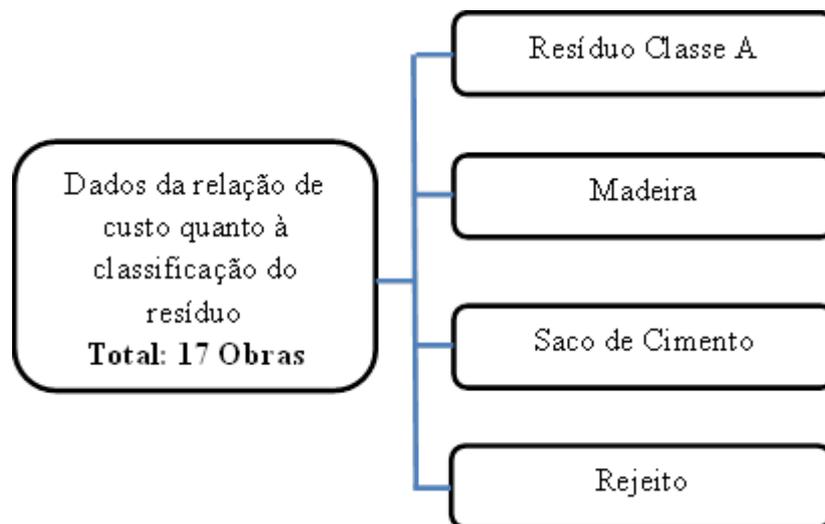
Fonte: Autor (2015).

3.3.3 Relação do custo quanto à classificação do resíduo

Devido às características particulares da construção civil dentro de cada obra, onde o RCC apresenta uma heterogeneidade muito particular, fez-se necessária uma análise detalhada para determinação de sua composição. Com isso, foram elaborados gráficos para a análise do custo em relação à classificação dos resíduos.

Para esta análise foram descritos os seguintes tipos de resíduos: metralha (resíduos classe A), madeira, rejeito e saco de cimento, pois estes possuíam relevância em relação a sua geração. Na sequência, foram selecionadas apenas as obras que possuíam dados em mais de uma categoria com o intuito de fazer uma análise comparativa entre as classes, como apresenta a Figura 3.4.

Figura 3.4 – Representação da relação dos custos quanto à classificação do RCC.



Fonte: Autor (2015).

3.4 Representatividade

Na determinação da representatividade dos dados foram feitas análises estatísticas, através da identificação da margem de erro presente no método de intervalo de confiança para a média de uma distribuição normal com variância conhecida, baseado em Montgomery (2006), descrito na Equação 2. Vale salientar que este método foi utilizado por se tratar de uma técnica já aplicada na engenharia.

$$E = z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Equação 2

Onde:

Z = Desvio do valor médio que aceitamos para alcançar o nível de confiança desejado.

σ = Desvio padrão.

n = Tamanho da amostra.

E = Margem de erro ou erro de estimativa.

Através da determinação do erro de estimativa ou da margem de erro, é possível avaliar se as amostras analisadas são satisfatórias do ponto de vista estatístico. Para isso, os valores encontrados das amostras devem possuir um erro de estimativa próximo de 5% (ou 0,05), tendo em vista que para uma melhor representatividade admitiu-se uma probabilidade de acerto (nível de confiança) próximo de 95%.

Para avaliar a representatividade da amostra na relação dos gastos do RCC com a área construída foram calculadas a média e o desvio padrão, levando em conta os valores das áreas, com um tamanho de amostra de 84 obras. Na etapa construtiva foi identificado em cada uma das setenta e três obras, o número de etapas informadas para a obtenção da média e do desvio. Nos dois cenários, foi determinado o valor de 1,96 para o desvio do valor médio (z), já que o nível de confiança foi de 95%.

Quanto à classificação do resíduo, a amostra é inferior a 30, impossibilitando a determinação direta pela margem de erro. Desta forma, para avaliar sua representatividade, analisou-se apenas se a forma de um histograma estabelecido pelos seus dados amostrais tem semelhança com a curva de distribuição normal padrão.

Vale salientar que nos casos em que quantidade da amostra é superior a 30, a distribuição de probabilidade do evento aproxima-se da distribuição normal e com isso será satisfatória, independente da forma da amostra, adequando-se ao teorema do limite central (MONTGOMERY,2006).

CAPÍTULO IV

4.0 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos através do levantamento de dados e análises do custo do resíduo gerado em relação à etapa construtiva, classificação do resíduo e tipologia da obra.

4.1 Levantamentos de dados

A partir das entrevistas, foi possível caracterizar as obras, identificar a localização, finalidade, área total construída, número de pavimentos (tipo e vazado), período de início e conclusão da obra, tempo de cada etapa construtiva (fundação, estrutura e acabamento) e os meses onde houveram registros de RCC gerado (Apêndice B).

Foram coletados dados referentes aos contratos com as usinas de beneficiamento de 98 obras. Nos contratos estavam presentes os valores unitários da destinação do RCC, bem como algumas observações referentes à variação do custo quanto ao grau de contaminação, para o recebimento de resíduos classe A. Para compor a planilha de custos unitários, foram obtidos dados de duas empresas, conforme descrita na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Planilha de custos unitários de destinação do RCC.

Construtora	Tipo de Destinação	Descrição	Preço Unit.(R\$/t)	Grau de Contaminação
Empresa 1	Usina de Beneficiamento	Metralha/concreto (Classe A)	27,50	Até 10%
		Material Escavado (Classe A)	30,00	Até 10%
		Metralha (Classe A)	35,00	10% a 40%
		Papel e Plástico (Classe B)	55,00	-
		Madeira (Classe B)	70,00	-
	Aterro	Rejeito	50,00	Acima de 40%
Empresa 2	Usina de Beneficiamento	Resíduo Classe A	18,75	Até 10%
		Gesso, Papel e Plástico (Classe B)	55,00	-
		Madeira (Classe B)	70,00	-
	Aterro	Rejeito	50,00	Acima de 10%

t = toneladas.

Fonte: Autor (2015).

Na Tabela 4.1, foram identificados os custos totais da destinação do RCC da empresa 1, obtidos através de três custos unitários (R\$ 27,50; R\$ 30,00; e R\$35,00) que variavam pelo grau de contaminação do resíduo Classe A. Reforçando que os custos dos resíduos de gesso (R\$ 55,00) e madeira (R\$ 70,00) não possuem distinção quanto a contaminação em seus valores unitários fixos, por isso foram considerados os mesmos para todos os casos.

Os dados evidenciados na Tabela 4.1 serviram como base para todas as análises, salientando que foi adotado para os resíduos classe A o valor unitário com o maior percentual de contaminação (entre 10% e 40%), pois esse valor é o que mais se aproxima do valor real encontrado nas obras. Uma vez que o valor apresentado foi equiparado aos valores de resíduos gerados relatados pelos responsáveis das obras durante a entrevista não estruturada.

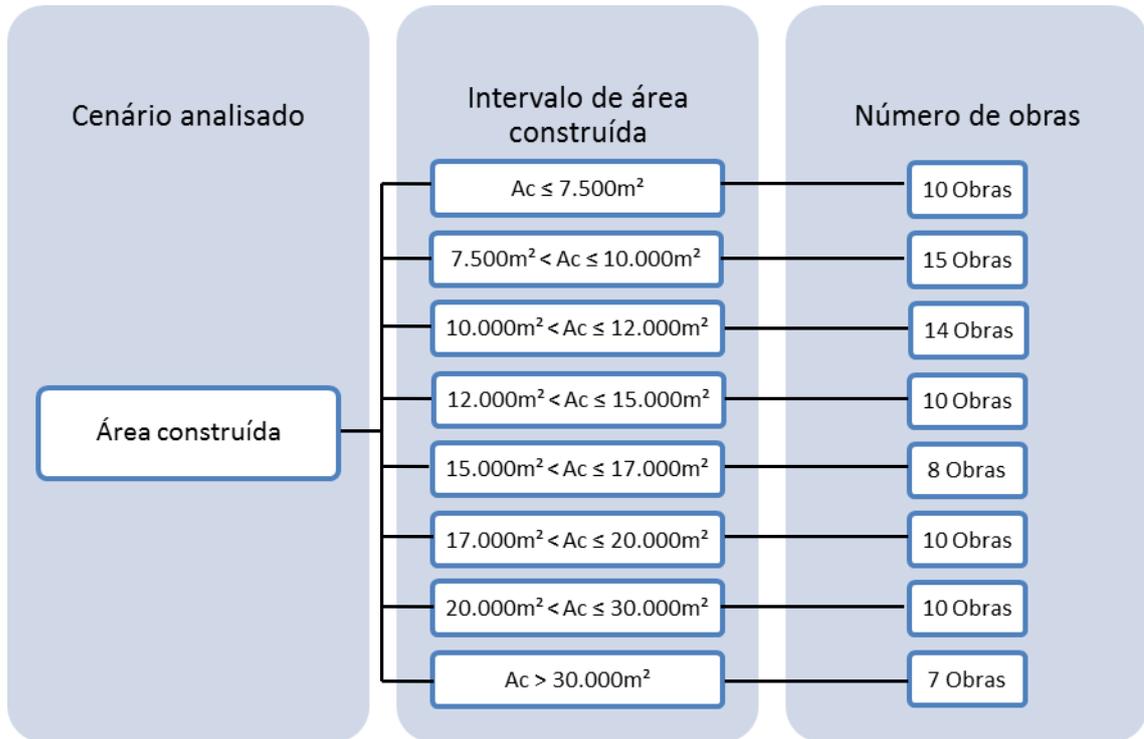
A partir da determinação dos custos unitários do RCC, foram elaborados os gastos totais dos resíduos, contribuindo assim na determinação das perdas em todo processo construtivo, bem como no valor final de venda do imóvel.

4.2 Análise de custos do RCC gerado

4.2.1 Área construída

Nesta análise, oitenta e quatro obras foram classificadas por sua área construída, ou seja, as obras foram separadas em intervalos de área próximas de 7.500m², 10.000m², 12.000m², 17.000m², 20.000m², 30.000m² e acima de 30.000m², cujo esquema está representado na Figura 4.1. As demais obras não disponibilizaram informações referentes à sua área.

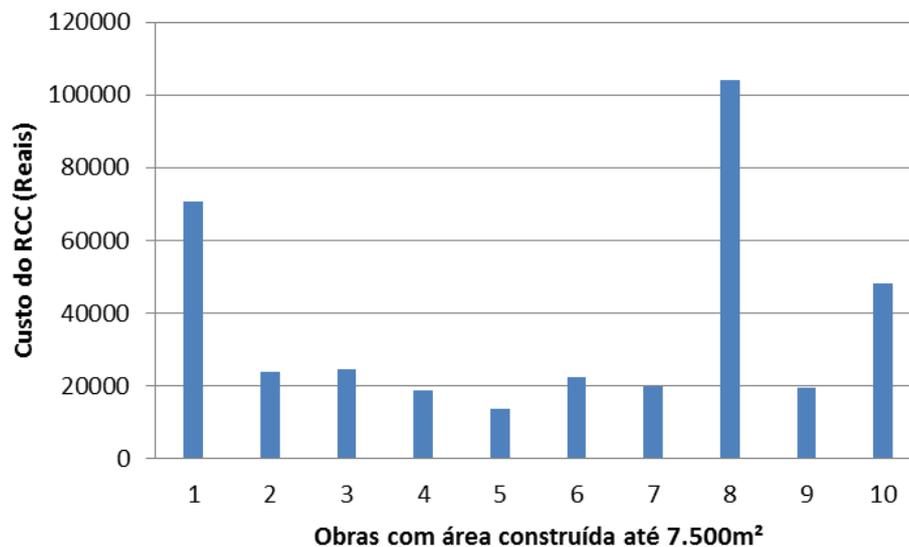
Figura 4.1 – Esquema do custo em relação a área construída.



Fonte: Autor (2015).

Inicialmente a análise foi realizada em empreendimentos com área construída com até $7.500m^2$, como mostrado na Figura 4.2, percebeu-se áreas com medidas próximas do limite de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) em 70% das obras, favorecendo a comparação entre as obras durante a análise.

Figura 4.2 - Custo do RCC em obras com área construída até $7.500m^2$.



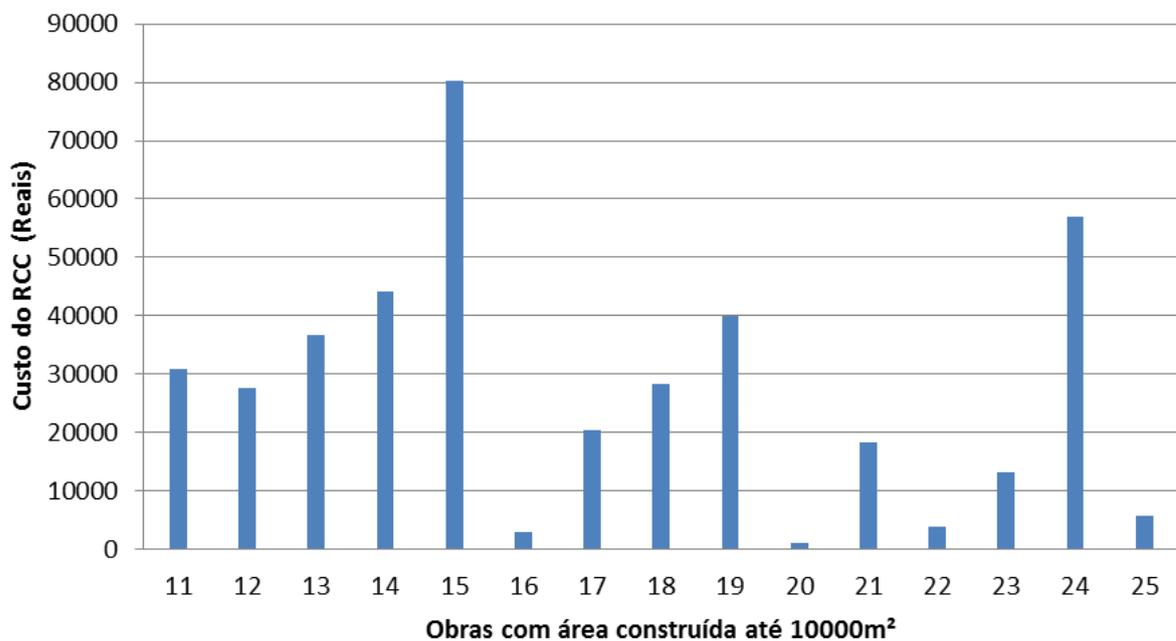
Fonte: Autor (2015).

Na Figura 4.2, observa-se que, com exceção as obras 1, 8 e 10 que tiveram despesas superiores a R\$ 40.000,00 (Quarenta mil reais), nas demais os valores ficaram em torno R\$ 20.000,00 (vinte mil reais), podendo caracterizar uma certa regularidade na geração dos resíduos em obras com áreas construídas próximas a 7.500m².

Se as obras forem relacionadas ao tempo total a serem construídas, percebe-se que a obra que apresentou o custo mais baixo (obra n° 5) foi uma das obras que forneceu o período mais longo (35 meses). Se esta análise abranger as outras obras, também vai ser observado que as obras com a execução em menor prazo possuem maior custo na geração do RCC. Com isso, entende-se que, com o tempo mais curto, as obras tendem a acelerar os serviços sem um acompanhamento eficiente, o que acarreta no aumento nos índices de resíduo.

A Figura 4.3 fornece a relação de custos em obras com área construída entre 7.500 m² e 10.000 m². Este cenário evidencia valores bem diferentes que variam de R\$ 80.325,00 (obra n° 15) à R\$ 1.172,00 (obra n° 20). Isso mostra que o aumento na área construída começa a ter certa influência positiva ou negativa no gerenciamento do resíduo.

Figura 4.3 - Custo do RCC em obras com área construída entre 7.500 m² a 10.000 m².

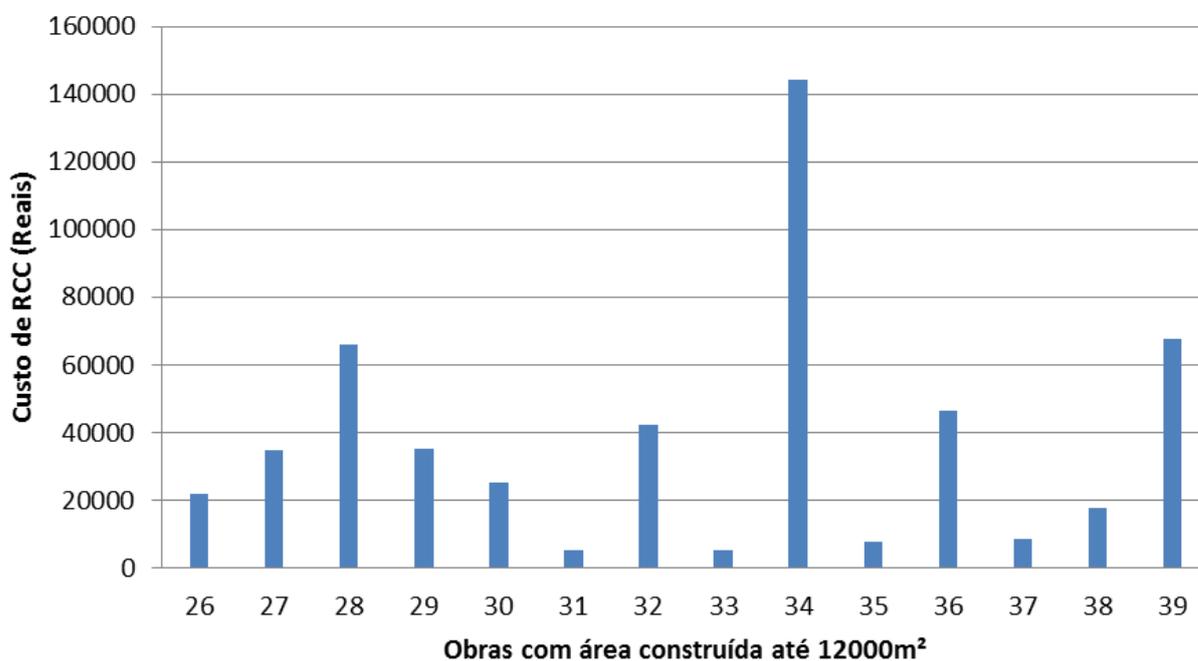


Fonte: Autor (2015).

Nesta relação de custo, percebe-se que para as obras com esse intervalo de área construída, nem sempre um tempo de execução mais extenso garante à obra um gerenciamento do RCC mais eficaz. A obra nº 15 foi a que alcançou o maior custo (R\$ 80.000,00), tendo um período de execução de 42 meses, além disso, as obras possuem algumas especificidades que auxiliam na diminuição, como o uso de alvenaria de blocos cerâmicos, que geralmente não provocam o aumento do resíduo por serem mais resistentes que o tijolo cerâmico convencional.

Cerca de 28% das obras (nº 16, nº 20, nº 22 e nº 25) tiveram despesas abaixo de R\$ 10.000,00 (dez mil reais). A obra nº 20 foi a que possuía uma quantidade de dados da geração dos resíduos durante todo o processo construtivo, superior em relação às demais (com tempo de conclusão de 25 meses). O empreendimento aplicou uma gestão de resíduos eficaz, além de utilizar tecnologias de revestimentos mais produtivas, como a utilização da pasta de gesso para o revestimento interno. A relação dos gastos com RCC nas obras com áreas construídas entre 10.000 m² a 12.000 m² foi representada na Figura 4.4.

Figura 4.4 - Custo do RCC em obras com área construída entre 10.000m² a 12.000 m².



Fonte: Autor (2015).

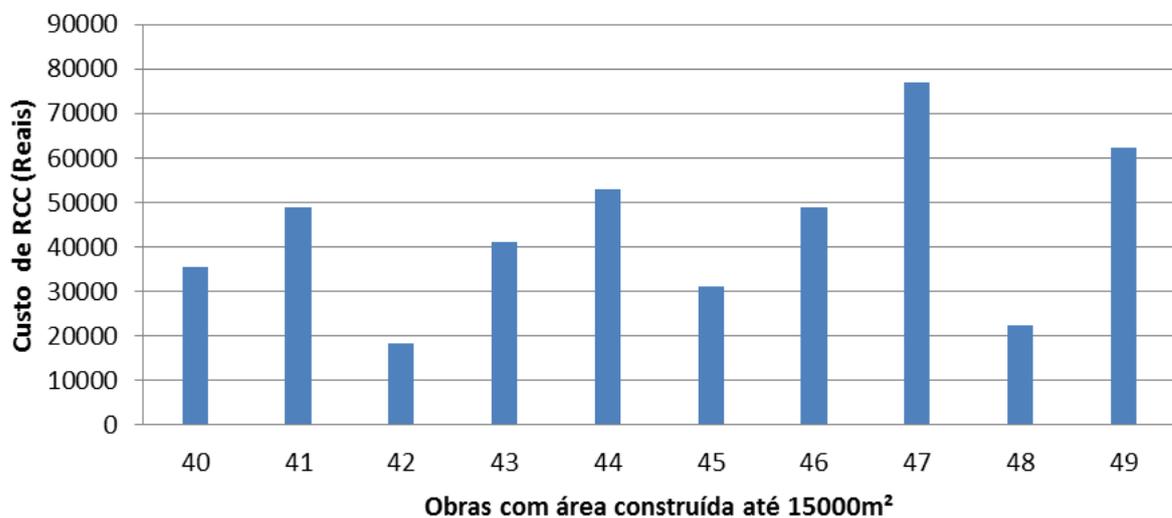
Percebe-se na Figura 4.4 que ainda persiste certa variação nos valores, o que reforça a falha no gerenciamento do RCC com o aumento da área construída, consequência devido, principalmente, a falta de acompanhamento técnico dos projetos durante a produção. Sabendo

que, conforme Minari Junior (2009), a partir do projeto são definidos todos os detalhamentos para o monitoramento do empreendimento.

Por outro lado, dentre as obras analisadas, a obra nº 34 gerou um custo relativamente significativo (R\$ 144.112,50), sendo comparado quando o segundo maior valor que corresponde à obra nº 39 (R\$ 67.462,50). O custo apresentado da obra nº 34 está cerca de 100% acima do que foi apresentado na obra nº 39. O que evidencia, em relação as obras citadas, que a área construída pode não ser um fator contribuinte para a geração dos resíduos, tendo em vista que a diferença entre as áreas se encontra em torno de hum mil metros quadrados.

A Figura 4.5 apresenta os valores correspondentes ao custo para as obras com área construídas entre 12.000 m² a 15.000 m². Com o aumento da área construída, percebe-se que para analisar as possíveis variações de custo é necessário caracterizar a etapa de projeto, além do dimensionamento do empreendimento.

Figura 4.5 - Custo do RCC em obras com área construída entre 12.000m² a 15.000 m².



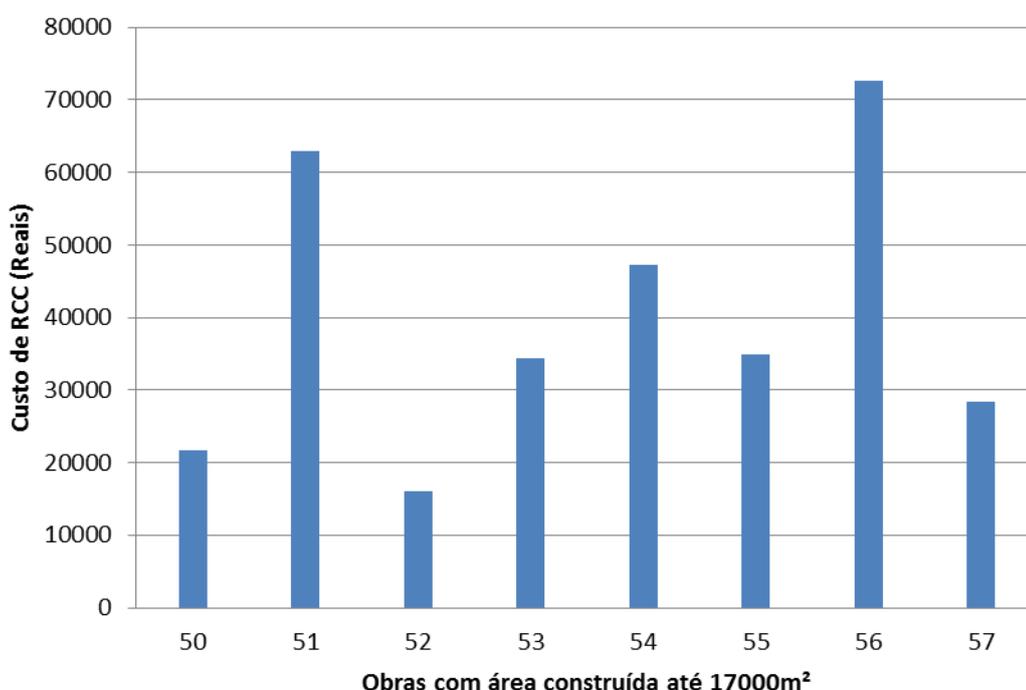
Fonte: Autor (2015).

A partir dos dados da Figura 4.5, nota-se que 66% das obras apresentam custos acima de R\$ 40.000,00 (quarenta mil reais). As principais evidências foram os erros de compatibilização de projetos nos serviços finais. Essas obras passaram cerca de quatro anos para serem concluídas, sendo a fase de acabamento correspondente a 40% do período total, comprovando

que neste intervalo de área construída as obras tendem a ter maiores dificuldades na finalização.

Além de erros na fase de acabamento, as ferramentas de gestão atreladas ao porte da obra, como as documentações para a condução dos serviços, podem desencadear despesas não calculadas, tendo em vista que podem ser elaboradas de forma que, ao invés de proporcionar a produtividade do serviço, ocasiona o impedimento de resoluções simples advindo de sua burocratização. A Figura 4.6 apresenta os resultados de custo para as obras com área construída entre 15.000 m² e 17.000 m².

Figura 4.6 - Custo do RCC em obras com área construída entre 15.000 m² a 17.000 m².

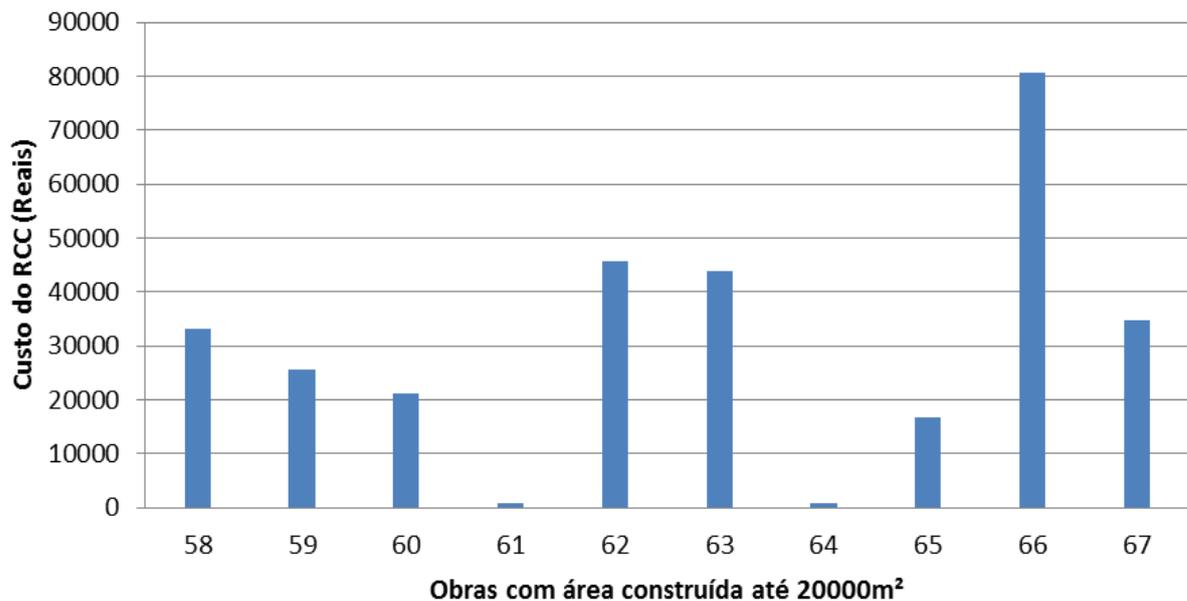


Fonte: Autor (2015).

A Figura 4.6 expressa valores de custos entre R\$ 20.000,00 e R\$ 50.000,00 em 62% das obras. As obras nº 51 e nº 56 apresentaram valores um pouco acima das outras obras (R\$ 63.000,00 e R\$ 72.633,00 respectivamente), devido principalmente às reformas que foram realizadas próximo ao período de entrega, o que possibilitou um acúmulo de resíduos atrelado a uma má qualidade no produto final. Entretanto, isso é uma contradição, já que todas as obras analisadas possuem ISO 9001, e uma de suas diretrizes seria, segundo Fraga (2011), a organização interna utilizando seus recursos com eficiência.

De modo geral, os custos evidenciados neste cenário também podem ser justificados pela falta de equipamentos, além de técnicas mais apropriadas às características de cada obra. Se o equipamento estiver apropriado para o determinado e, em contrapartida, a mão de obra não tiver o treinamento necessário, os gastos com os resíduos podem ser ainda evidenciados. A Figura 4.7 identifica as obras com área construída entre 17.000 m² a 20.000 m².

Figura 4.7 - Custo do RCC em obras com área construída entre 17.000m² a 20.000 m².

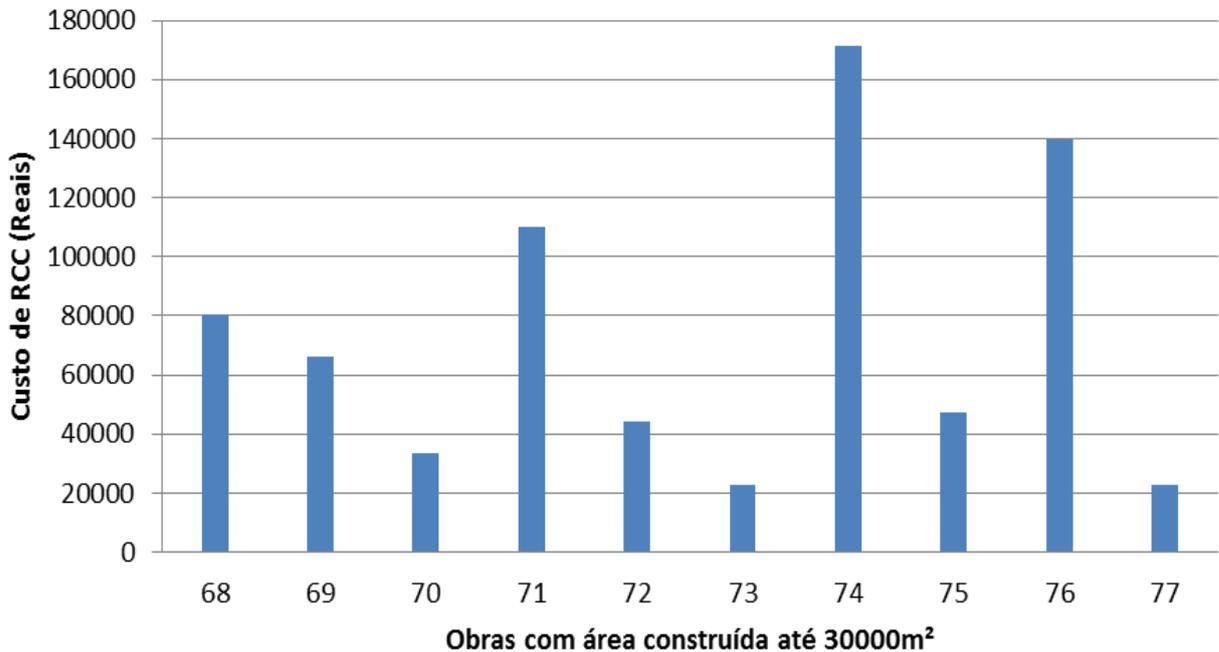


Fonte: Autor (2015).

A Figura 4.7 mostra os custos entre R\$ 20.000,00 e R\$50.000,00 que corresponde a 60% das obras e com períodos de conclusão de aproximadamente 40 meses. Com isso, tem-se dois aspectos que favorecem o aumento do custo na geração do RCC. O primeiro aspecto é a má qualificação da mão de obra, partindo do princípio de que com o aumento da área construída existe um crescimento no recrutamento de profissionais, que na maioria das vezes não passam por qualificação adequada executando os procedimentos de forma inadequada.

O segundo aspecto a ser levado em consideração é que, em obras com esse porte, a importância dada aos resíduos é mínima, tendo em vista que o sistema organizacional das obras, na maioria das vezes, torna a fiscalização mais burocrática com o uso de formulários e tabelas que não são levados em consideração para a melhoria dos serviços, inviabilizando assim, a gestão dos resíduos como descreve Grohmann (2014). A Figura 4.8 revela os custos das obras área construída entre 20.000 m² e 30.000 m².

Figura 4.8 - Custo do RCC em obras com área construída entre 20.000 m² e 30.000 m².

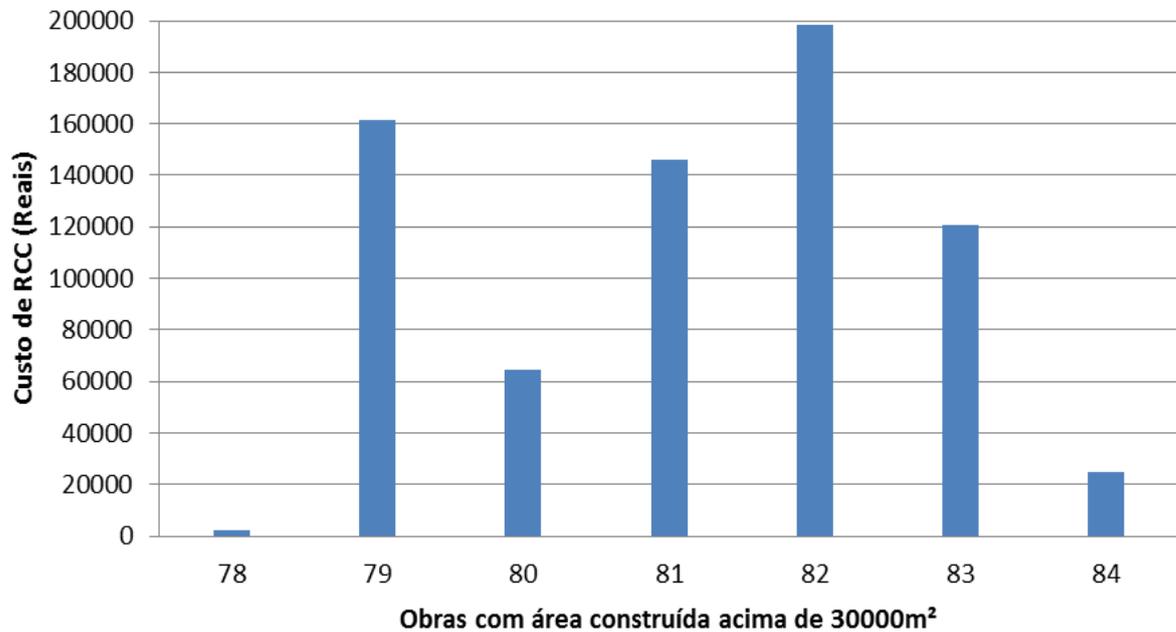


Fonte: Autor (2015).

A Figura 4.8 mostra resultados de custos dos resíduos bem diferenciados entre as obras (custos entre R\$20.000,00 e R\$ 140.000,00), podendo indicar uma mudança quanto à valorização da gestão dos resíduos, pois, obras com áreas construídas entre 20.000 e 30.000m² são consideradas de médio a grande porte. Isso pode ocasionar um certo descaso no gerenciamento do RCC, porém, Albuquerque (2015) descreve que a prática da gestão integrada dos resíduos beneficia a redução dos custos independente do tamanho do empreendimento.

A Figura 4.9 identifica os custos do RCC em obras com área construída acima de 30.000 m², sendo a obra nº 84 a que possui a maior área construída (99.092m²) e um dos menores valores que se encontra em torno de 20.000 reais. No entanto, obras com esse porte caracterizam-se pelo aumento em elementos essenciais na construção que são, fundamentalmente, os materiais e mão de obra. A falta de gerenciamento desses fatores podem causar impactos econômicos expressivos.

Figura 4.9 - Custo do RCC em obras com área construída acima de 30.000 m².



Fonte: Autor (2015).

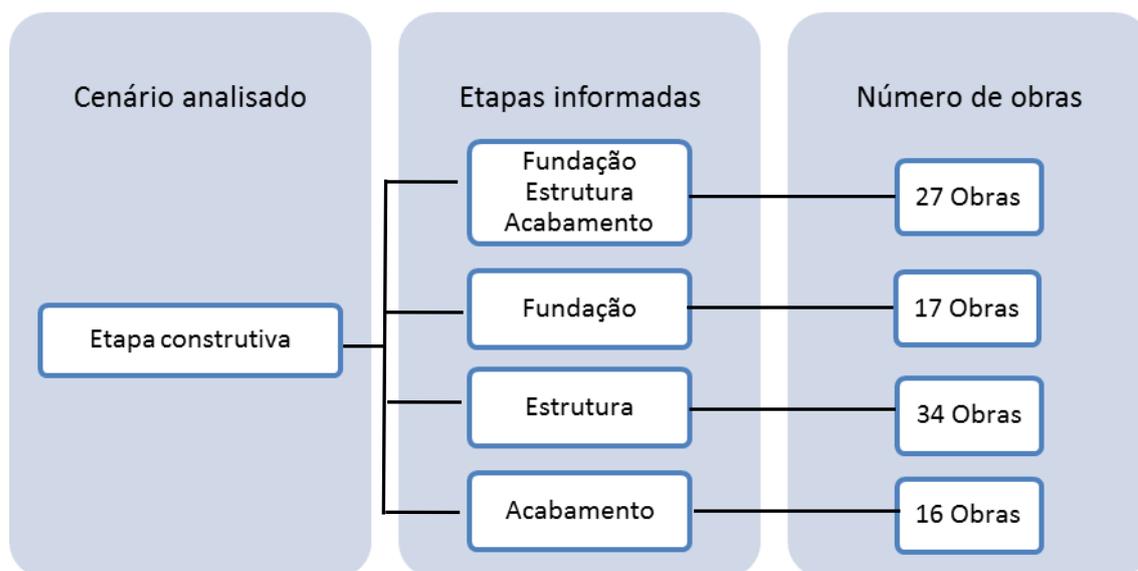
Na Figura 4.9, identificam-se despesas altas (acima de R\$100.000,00) em 57% das obras. Isso acontece devido à ausência de cultura de reaproveitamento do resíduo, pois obras de grande porte operam com sistemas mais específicos e setorizados, podendo causar falha na solução de questões mais simples, que poderiam ser resolvidas facilmente.

A terceirização neste cenário também pode ser considerada um problema, e a maioria das construtoras que trabalham na região de estudo geralmente terceirizam serviços mais pontuais como as instalações elétricas e hidráulicas. Em obras que possuem áreas construídas expressivas, como na Figura 4.9, existe a necessidade da atuação da terceirização na maior parte dos serviços, dificultando o gerenciamento dos resíduos da construção civil por conta das questões burocráticas que, de certa forma, interferem na boa prática da gestão.

4.2.2 Etapas construtivas

Com relação às despesas da destinação do resíduo durante as etapas do processo construtivo, a Figura 4.10 mostra o esquema da separação das obras em relação às etapas que foram informadas.

Figura 4.10 – Esquema dos custos em relação à etapa construtiva.



Fonte: Autor (2015).

A Tabela 4.2 mostra os valores correspondentes em cada obra, além dos valores em relação à fundação, estrutura e acabamento. Do total de noventa e oito obras, foram utilizadas a princípio vinte e sete obras, pois as mesmas possuíam dados de resíduos gerados nas três etapas.

Tabela 4.2 – Planilha de custos em relação à etapa construtiva.

Obra (nº)	Área Construída (m²)	Custo por etapa (Reais)/ Percentual do resíduo coletado por etapa					
		Fundação	PRCEF* (%)	Estrutura	PRCEE** (%)	Acabamento	PRCEA *** (%)
2	3738,75	673,20	33	5.161,20	67	27.307,50	100
6	6225,93	660,00	150	6.270,00	118	17.490,00	100
9	6861,11	4.125,00	-	10.670,00	-	24.475,00	-
10	7099,33	448,80	100	2.917,20	50	30.965,00	100
11	7705,66	451,00	33	6.062,10	50	16.610,00	156
14	7886,40	4.114,00	100	10.285,00	150	29.826,50	89
19	9212,66	4.284,50	-	7.892,50	-	25.256,00	-
26	10072,18	1.127,50	67	5.186,50	58	6.985,00	67
29	10230,00	561,00	-	6.737,50	-	27.692,50	-
30	10525,87	2.805,00	71	3.135,00	100	11.440,00	83
40	12023,00	2.805,00	-	9.350,00	-	23.320,00	-

*PRCEF= Percentual de resíduo coletado na etapa de fundação;** PRCEE= Percentual de resíduo coletado na etapa de Estrutura;***PRCEA= Percentual de resíduo coletado na etapa de Acabamento.

Fonte: Autor (2015)

Tabela 4.3 – Continuação da planilha de custos em relação à etapa construtiva.

Obra (nº)	Área Construída (m²)	Custo por etapa (Reais)/ Percentual do resíduo coletado por etapa					
		Fundação	PRCEF*	Estrutura	PRCEE**	Acabamento	PRCEA *** (%)
41	12630,00	192,50	20	5.280,00	69	14.135,00	63
44	13439,24	676,50	-	6.765,00	-	28.413,00	-
46	14062,10	4.712,40	80	9.424,80	107	28.957,50	123
51	15219,84	5.186,50	100	2.931,50	78	45.787,50	161
58	17212,76	225,50	-	4.059,00	-	23.677,50	-
59	17399,77	1.567,50	43	9.872,50	80	8.302,80	63
67	19370,23	192,50	50	8.745,00	88	10.546,80	50
69	25957,80	3.157,00	-	9.020,00	-	55.473,00	-
71	26569,84	2.480,50	-	18.265,50	-	73.738,50	-
72	27218,45	11.396,00	100	45.356,85	100	109.329,55	100
73	28480,00	5.142,50	11	56.567,50	100	109.432,40	107
75	28493,66	3.157,00	88	10.373,00	100	13.970,00	80
78	30070,73	2.029,50	-	20.520,50	-	183.106,00	-
82	47574,67	4.735,50	-	60.659,50	-	162.811,00	-
83	97900,00	448,80	20	8.302,80	57	66.660,00	106
84	99091,68	6.314,00	100	28.413,00	100	60.197,50	100

*PRCEF= Percentual de resíduo coletado na etapa de fundação; ** PRCEE= Percentual de resíduo coletado na etapa de Estrutura; ***PRCEA= Percentual de resíduo coletado na etapa de Acabamento.

Fonte: Autor (2015)

Com exceção da obra nº 59, a Tabela 4.2 mostra que todas as obras apresentaram o maior custo na fase de acabamento, pois é a etapa com o maior detalhamento no processo construtivo. Quatro dessas obras (nº 72, nº 73, nº 78 e nº 82) tiveram valores acima de R\$ 100.000,00 (cem mil reais), isso foi causado pela tecnologia empregada no acabamento que, por sua vez, pode promover o aumento no desperdício, além de possibilitar problemas na execução dos serviços que geralmente são identificados nesta fase.

É importante ressaltar que os tipos de revestimentos empregados nas obras podem sofrer possíveis alterações durante o processo construtivo, ou seja, tijolos cerâmicos podem dar lugar a blocos de concreto, e pinturas texturizadas podem ser substituídas por placas cerâmicas, gerando um custo ainda mais variável na geração RCC.

Diante disso, percebe-se que em relação ao acabamento, deve-se ter extremo cuidado na quantificação e no planejamento dos serviços ligados a esta fase, sendo necessária a fiscalização contínua nas obras, de modo a se verificar a real possibilidade de aproveitamento dos resíduos gerados.

Na etapa de fundação, apesar de apresentar valores menores que no processo de acabamento, apenas 37% das obras tiveram despesas abaixo de R\$ 1.000,00 (hum mil reais). A obra nº 72 apresentou o custo de R\$ 11.396,00 (onze mil trezentos e noventa e seis reais), obtendo o maior gasto nesta etapa construtiva, o que corresponde a aproximadamente seis vezes o valor gasto nas obras (nº 41 e nº 67) e que apresentaram o menor custo R\$192,50 (cento e noventa e dois reais e cinquenta centavos).

As obras nº 41 e nº 67 apresentaram uma despesa baixa, porém não apresentaram registros durante toda a execução da fundação o que indica que o custo real da geração de RCC foi bem maior. Já o valor da obra nº 72 pode ser justificada pela variação da área construída das obras, tendo em vista que a mesma possui área de 27218,45m², enquanto as outras obras que apresentaram menor valor possuem dimensões abaixo de 20.000m².

Com relação à estrutura, a maioria das obras evidenciaram gastos medianos, ou seja, os valores não foram superiores aos custos no acabamento ou inferiores às despesas na fundação, tendo em vista que mais de 90% das obras possuem como solução para esta etapa o concreto armado, que por sua vez tem uma execução mais simples, favorecendo a redução da geração dos resíduos.

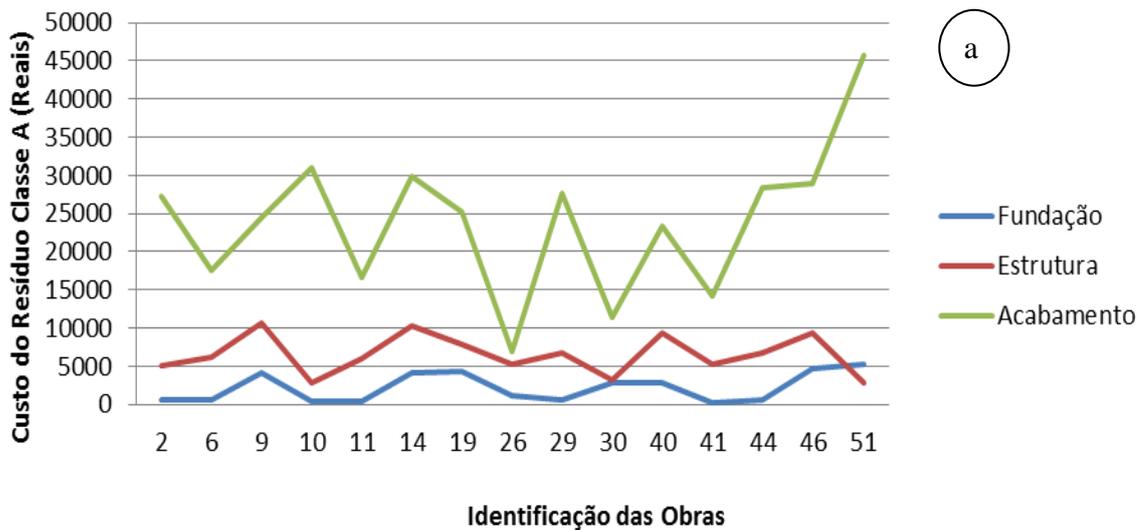
Todavia, três obras tiveram resultados diferenciados. O valor da geração de RCC encontrado na obra nº 59, na fase de estrutura, está acima do seu gasto na fase de acabamento. Já a obra nº 51 demonstra despesas menores que na fundação, identificando que mesmo a tecnologia sendo básica, está sujeita a falhas, muitas vezes ocasionadas pela falta na fiscalização da concretagem atrelada a uma má execução.

Nas obras com altos valores na geração do RCC, a atenção principal está na execução das peças, já que a estrutura mais utilizada é o concreto armado e para sua aplicação é necessário

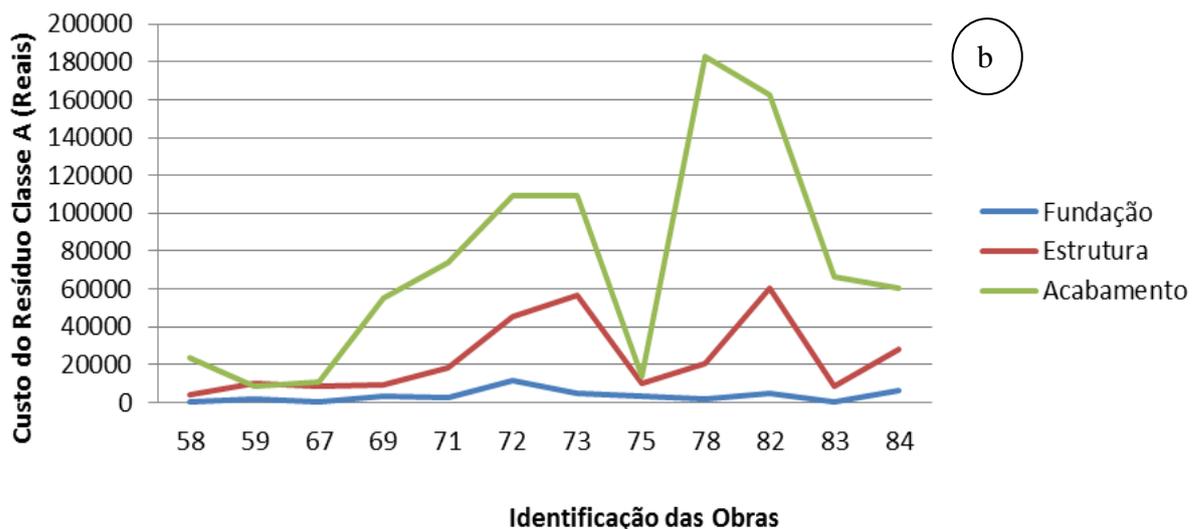
fôrmas, além das dobras das barras de aço e da fabricação do concreto, o que requer um maior número de funcionários e/ou maior tempo de execução, sendo assim, a preocupação com os custos que podem ser gerados pelos resíduos nesta etapa se torna secundária.

Para observação mais clara das tendências dos gastos com RCC, a Figura 4.11 ilustra a relação do custo do resíduo da construção civil com a sua etapa construtiva.

Figura 4.11 - Relação do custo do resíduo quanto à etapa construtiva.



Fonte: Autor (2015)



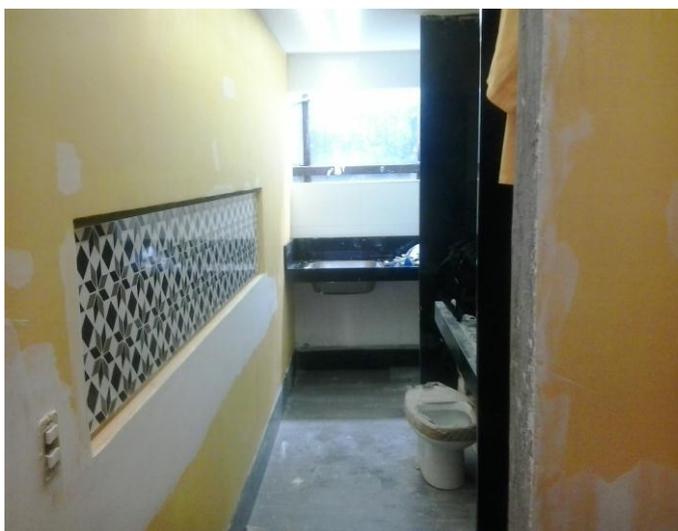
Fonte: Autor (2015)

Através da Figura 4.11 (a e b), constata-se a tendência dos baixos valores na fase de fundação, o que pode caracterizar um tipo de fundação com pouca geração de RCC ou uma gestão eficiente dos resíduos. Relacionando os custos com a área construída, percebe-se que as obras

com maiores dimensões não estão entre as que possuem custo alto. Isto evidencia um sistema de gestão que busca melhores alternativas aos problemas relacionados aos resíduos, tornando assim organizado, eficiente e com menor desperdício.

Em contrapartida, as obras com menor área construída mostram que a falta de planejamento dos gestores representa um alto nível de desperdício dos materiais, tendo em vista que nas etapas construtivas deveriam estar previstas a quantidade necessária de material para a execução dos serviços, pois os espaços já estão todos definidos e alinhados. A falta de compatibilização de projetos e o índice de retrabalho, principalmente no acabamento (Figura 4.12), foram os principais motivos que resultaram em dados tão elevados.

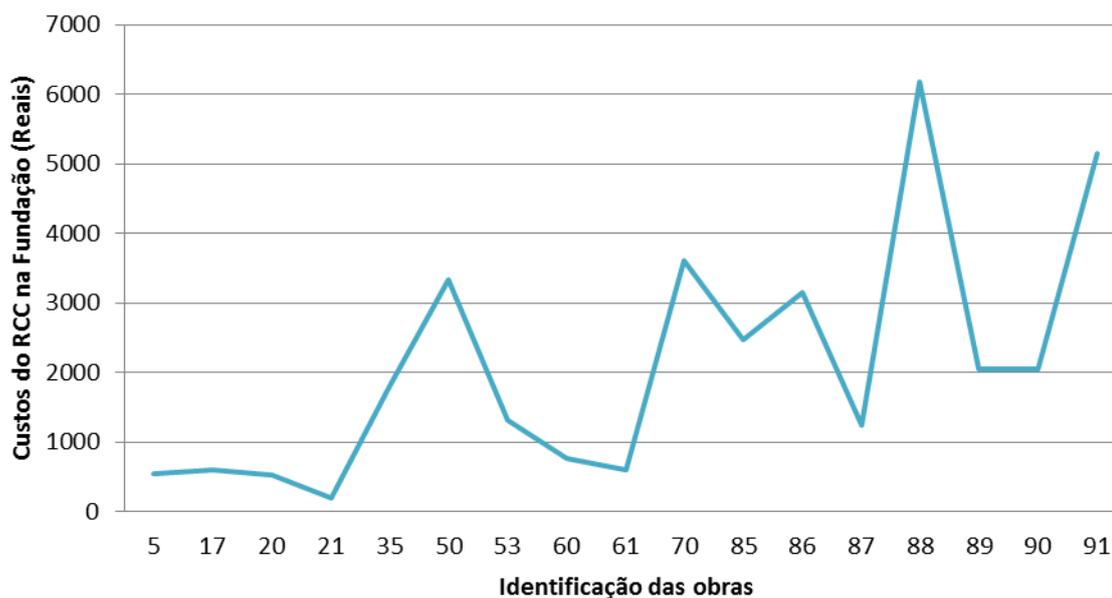
Figura 4.12 - Retrabalho na etapa de acabamento.



Fonte: Autor (2015).

Partindo desse princípio, fica clara a necessidade de um controle mais contínuo, ou seja, em todas as etapas para a identificação das fontes de geração do RCC. Para evidenciar o descaso no controle, foram observadas nas sessenta e sete obras que não possuíam informações das três etapas construtivas, ou seja, as obras apresentaram valores em pelo menos uma etapa. A Figura 4.13 apresenta as obras que possuem informações referentes aos gastos na fase de fundação.

Figura 4.13 - Custo do RCC na Fundação.



Fonte: Autor (2015).

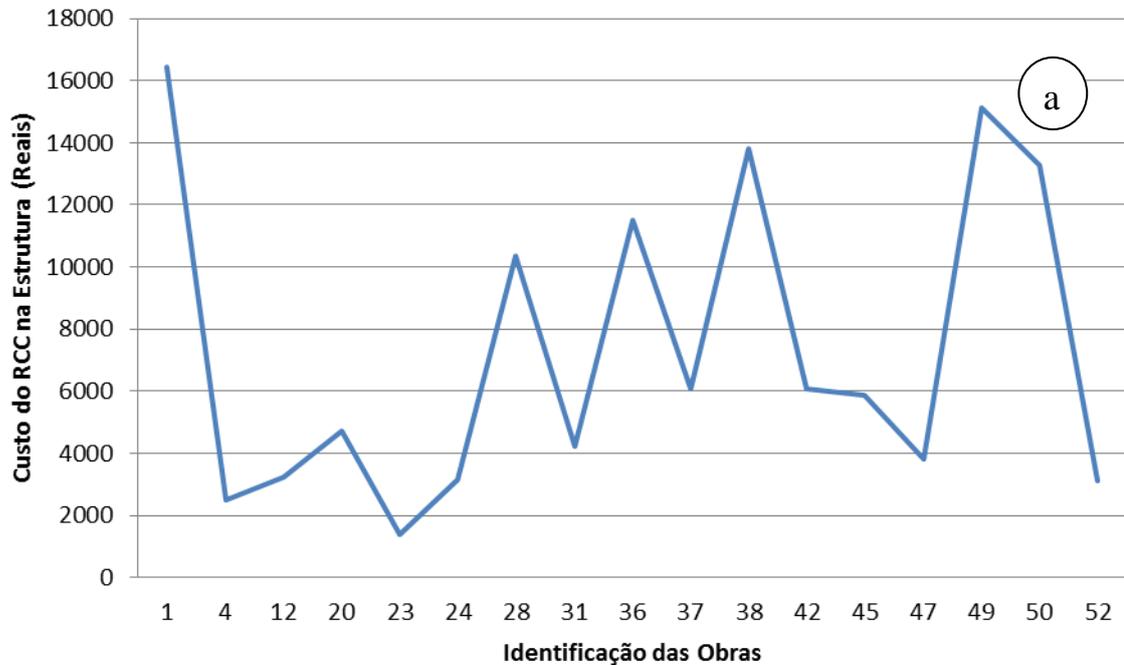
Na Figura 4.13, percebem-se algumas despesas excessivas, que podem ser provenientes das diferenças dos aspectos construtivos nos tipos de fundação, pelo tempo de duração da mesma ou pela mão de obra não capacitada para a aplicação da tecnologia. A quantidade de elementos do sistema de fundação, que servem como base para a execução dos pilares, bem como os seus tamanhos, também são parâmetros que devem ser considerados.

Em fundações superficiais, obras cuja solução da fundação é o melhoramento do solo, geralmente possuem um grande volume de RCC, devido à extração do solo natural e ao período de execução. As soluções de sapatas, blocos, radiers, entre outros, também garantem a existência de resíduos nos processos de escavação, nivelamento e execução.

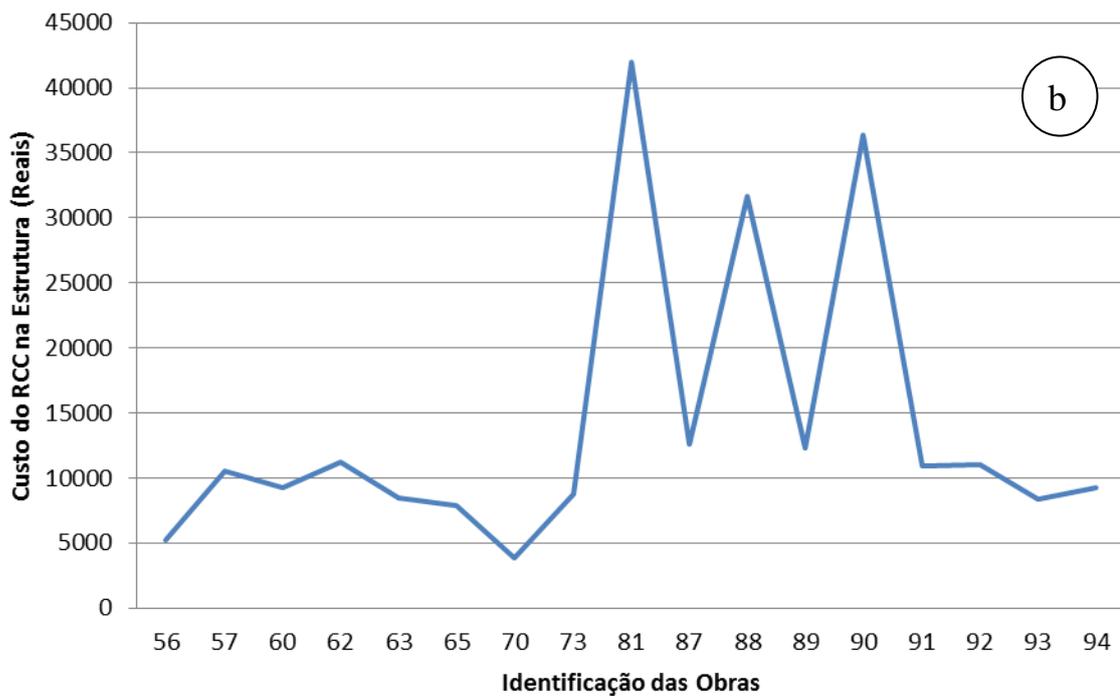
As fundações profundas, apesar de possuírem valores de geração RCC nas escavações mais reduzidos em sua maioria, também promovem custo em seu processo de execução. A utilização de estacas pré-moldadas podem promover resíduos oriundos das peças que se quebram durante seu transporte ou na sua execução. A hélice contínua, tecnologia mais utilizada atualmente nas fundações profundas, é uma exceção, uma vez que possui como desvantagem possibilitar um aumento na geração do RCC.

Na etapa de estrutura, houve um maior número de obras contempladas (trinta e quatro obras). Isto pode ser devido aos tipos de materiais envolvidos que por serem considerados mais nobres, há um maior controle quando comparado com a fase anterior, (Figura 4.14 (a e b)).

Figura 4.142 - Custo do RCC na Estrutura.



Fonte: Autor (2015).



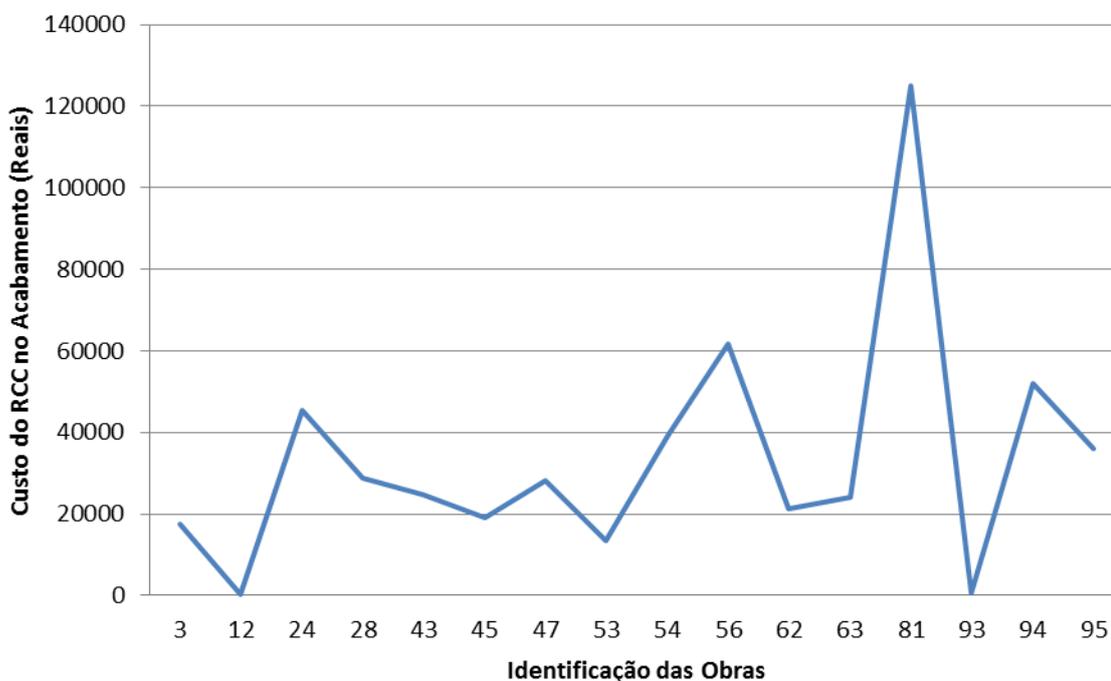
Fonte: Autor (2015).

Na Figura 4.14 (a e b), constata-se que em 59% das obras a alteração de valores é menor em relação ao observado em outras etapas, ficando as mesmas com despesas entre 5.000,00 a 15.000,00 reais, o que pode identificar o desperdício dos materiais, como também diminuição na geração do RCC devido a menor variação de serviços.

Foi verificado que o controle na fase de estrutura garante a obra determinar de forma mais detalhada os custos dos materiais envolvidos, além da eficiência na seleção dos mesmos. Isso acarreta na redução dos desperdícios, pois materiais de boa qualidade são fatores essenciais para conclusão do serviço, confirmando o que descreve Azevedo (2013), que o custo quando bem empregado possibilita, dentre outros fatores, a redução do RCC.

A Figura 4.15 mostra o custo na etapa de acabamento. É importante ressaltar que algumas obras analisadas neste estudo ainda não tinham sido concluídas, por isso esses dados podem sofrer algumas alterações.

Figura 4.153 - Custo do RCC no acabamento.



Fonte: Autor (2015).

Na Figura 4.15, percebe-se que a obra nº 81 possui valores totais de RCC bastante expressivos (acima de R\$ 100.000,00). Isso pode ser justificado, pois, o preparo das argamassas para o

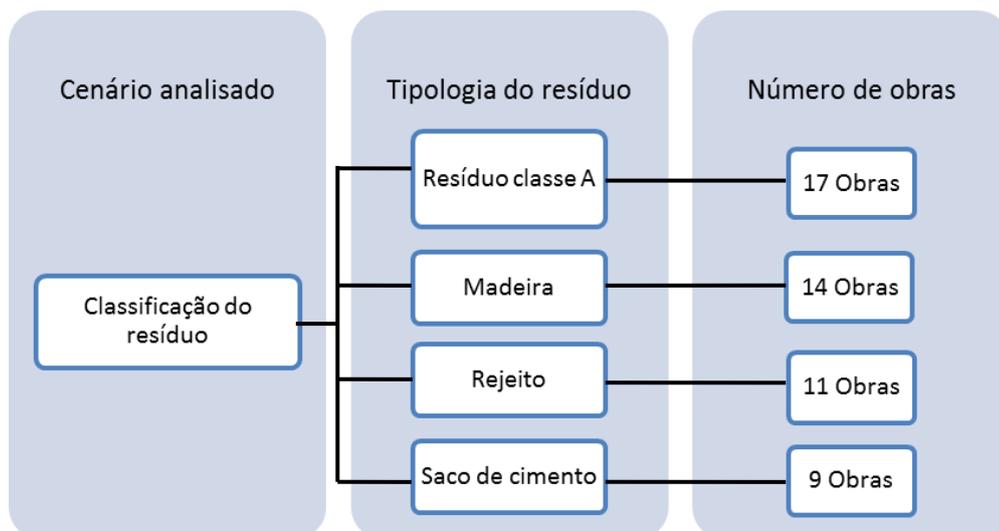
revestimento foi realizado por meio do sistema tradicional, cujas proporções estão estimadas através de um traço padrão, no entanto, o armazenamento dos materiais não é realizado de modo eficaz, aumentando o custo de maneira significativa, pois o acondicionamento irregular dos sacos de cimento, bem como o mau dimensionamento das baias para o armazenamento da areia, pode caracterizar uma fonte de geração de RCC.

Ao analisar os valores encontrados, verifica-se que em boa parte das obras houve má adaptação de planos de gerenciamento de resíduos, não respeitando as particularidades de cada canteiro. Isto é novamente perceptível na fase de acabamento e não tão notório nas fases de fundação e estrutura, em que o desperdício dos materiais usados pode ser mitigado na própria obra.

4.2.3 Classificação do resíduo

Foram relacionadas para esta análise 17 obras, pois as mesmas apresentaram os dados de custo conforme a classificação dos resíduos (Figura 4.16). Com relação às demais obras, as informações do quantitativo eram generalizadas, ou seja, não possuíam identificação por classes ou existia apenas o registro de resíduos classe A.

Figura 4.16 – Esquema dos custos em relação à classificação.

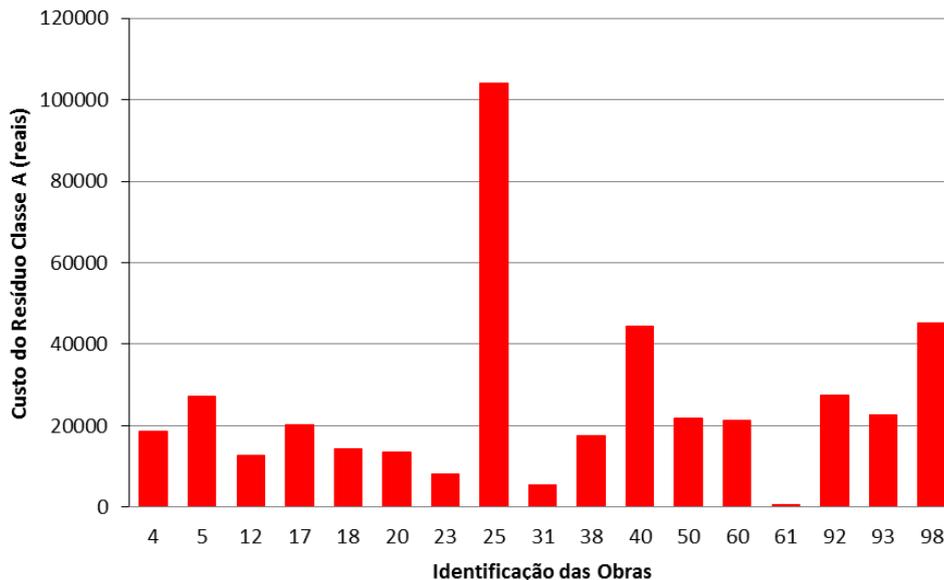


Fonte: Autor (2015).

A Figura 4.17 apresenta despesas com os resíduos Classe A. Este tipo de resíduo contempla os seguintes materiais: solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos (tijolos,

blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto. Faz-se necessário enfatizar que mais de 90% das obras apresentam registros desse tipo de resíduo, confirmando a predominância dos resíduos classe A descrita na pesquisa de Rocha (2014), quando informa que mais da metade dos resíduos gerados possuem esta classificação.

Figura 4.17 - Custo do resíduo Classe A nas obras.



Fonte: Autor (2015).

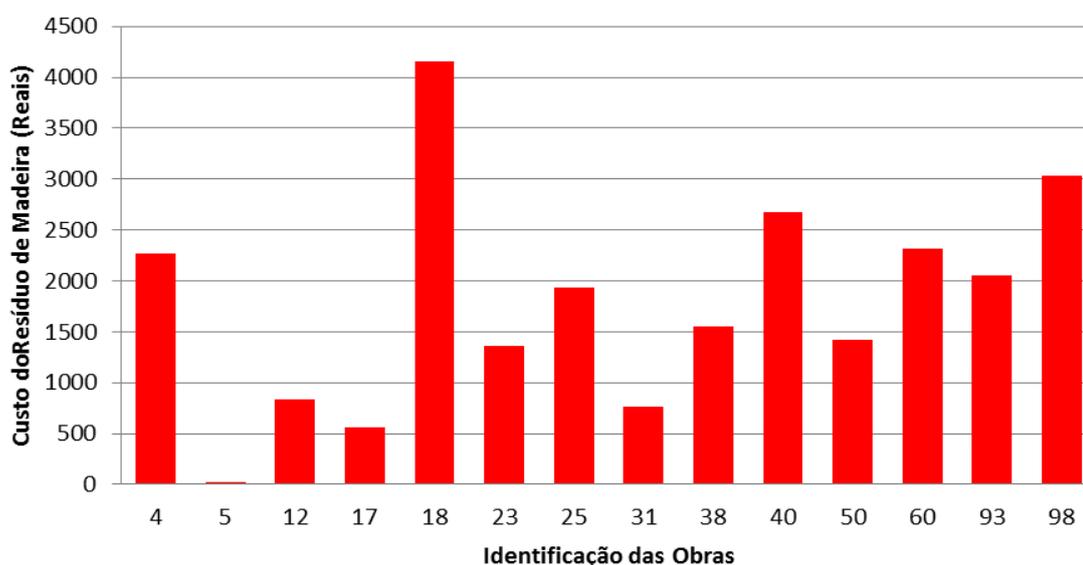
A partir da Figura 4.17, percebe-se que, em 59% das obras, os gastos pela geração do resíduo classe A são superiores a R\$ 20.000,00 (vinte mil reais), sendo possivelmente justificado pelo fato deste resíduo ter em sua composição materiais como argamassa, areia, cerâmicas, concretos, pedras, tijolos, etc. Por isso esses resíduos estão mais condicionados ao desperdício durante a execução, o que evidencia Bertol (2013) quando caracteriza os erros que acontecem na aplicação da argamassa, blocos cerâmicos e do concreto.

A obra nº 25 apresentou um custo com resíduo classe A acima de R\$ 100.000,00 (cem mil reais), valor este que possui destaque em relação aos gastos das obras apresentadas na Figura 4.6, o que pode expressar uma possível falha na elaboração dos projetos, bem como em sua execução. Salientando que se os custos forem bem discriminados nas etapas de planejamento ou projeto, conforme relatado por Bezerra (2013), o controle dos serviços durante sua execução seria maior, evitando os desperdícios, situação que possivelmente não aconteceu na obra nº 25.

As obras que apresentaram valores abaixo dos R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) podem indicar um planejamento mais criterioso quanto aos projetos em sua elaboração e execução, possibilitando a redução na geração de resíduos.

Os gastos com os resíduos de madeira também foram relacionados, pois este material possui certa representação no setor da construção, como relatado por Paschoalin Filho (2014), tendo em vista que as estruturas de concreto armado são moldadas geralmente em formas compostas por peças de madeira serrada na forma de vigas, caibros, pranchas e tábuas. A Figura 4.18 apresenta valores referentes a esta relação do custo dos resíduos de madeira, sendo utilizado em quatorze obras que possuíram registro desta tipologia.

Figura 4.18 - Custo do resíduo de madeira nas obras.



Fonte: Autor (2015).

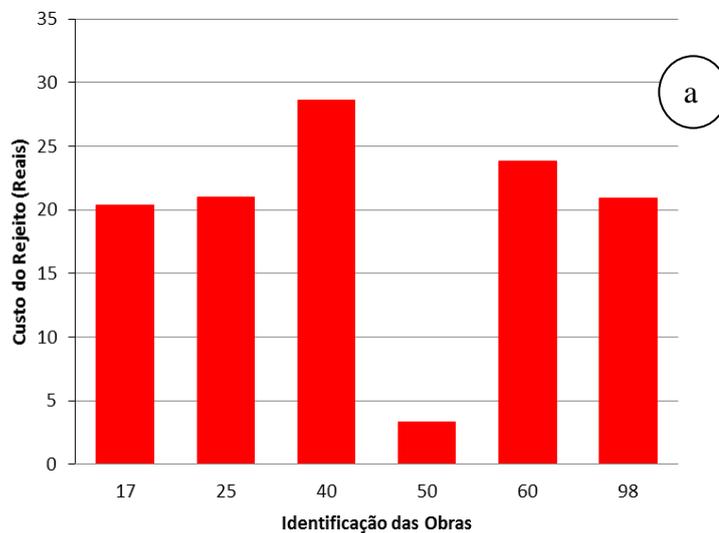
A obra nº 18 apresentou um valor acima de quatro mil reais, o que para este tipo de resíduo é um indício da ineficiência em sua utilização. Cerca de 40% das obras apresentaram valores acima de R\$ 2.000,00 (dois mil reais), enquanto o restante das obras, com exceção das obras nº 25 e nº 38, apresentaram valores abaixo de R\$ 1.500,00 (hum mil e quinhentos reais), o que pode indicar a reutilização da madeira.

Outro aspecto que pode ser uma evidência para o valor baixo dos resíduos de madeira é que, muitas vezes, esse RCC está contaminado com pregos, grampos, parafusos, dobradiças, cimento, argamassa, etc., e a sua destinação passa, quase sempre, pela eliminação como

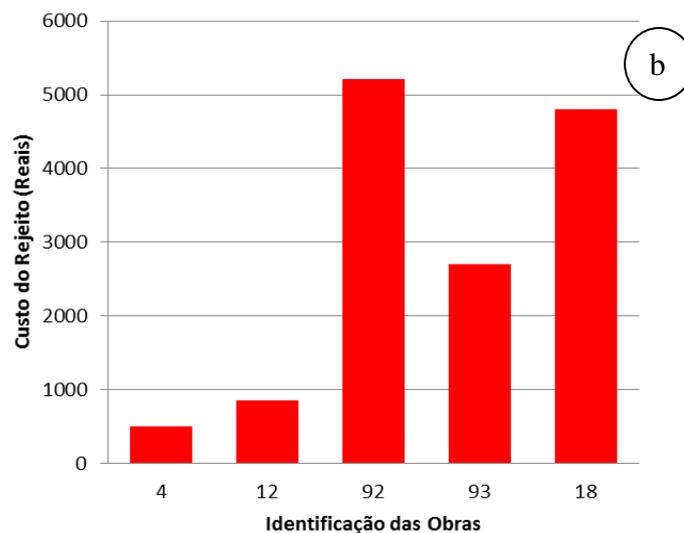
rejeito. As tecnologias envolvendo a remoção de contaminantes são relativamente de simples separação, todavia, requer tempo e mão de obra para aplicação das técnicas, tornando este tipo de prática não atrativa para as obras.

Os gastos obtidos pela quantidade de rejeito foram identificados na Figura 4.19 (a e b). Seus valores podem ser um indicativo da falta de aplicação quanto à segregação dos resíduos que, conseqüentemente, aumenta o custo da destinação, já que o processo de reciclagem é mais oneroso que o beneficiamento do resíduo classe A, ou até mesmo a reciclagem de um material segregado.

Figura 4.19 - Custo do rejeito nas obras.



Fonte: Autor (2015).



Fonte: Autor (2015).

A partir da Figura 4.19 (a e b), constatou-se que houve uma oscilação significativa, tendo as obras nº 18 e nº 92 os valores mais altos (acima de quatro mil reais). Outro aspecto a ser considerado é que onze das dezessete obras apresentaram dados de geração de rejeito (Figura 4.20), reforçando a desatenção quanto à correta separação dos resíduos.

Figura 4.20 – Caçamba com entulho contaminado (Rejeito) na Obra.

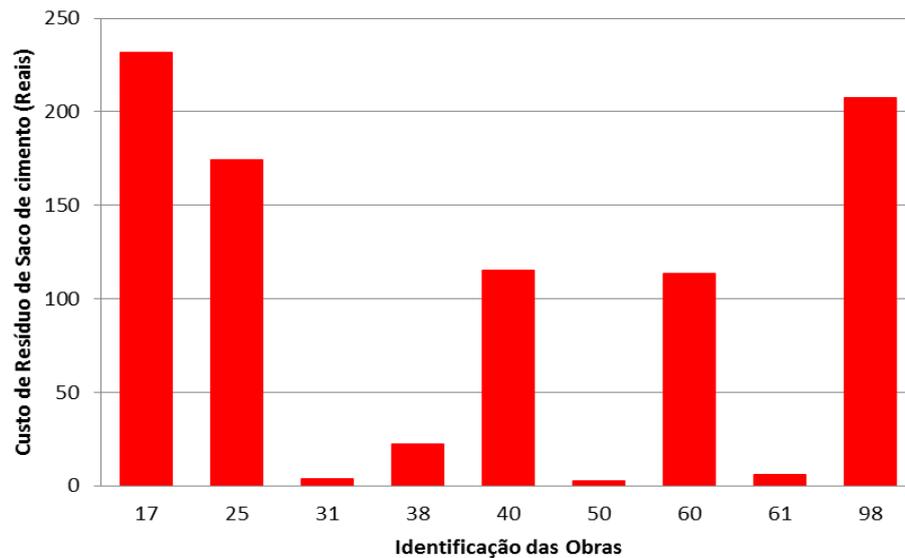


Fonte: Autor (2015).

Nota-se que como não existe um acompanhamento tão efetivo no processo de gerenciamento dos resíduos, conseqüentemente os valores estão cada vez mais elevados, já que a destinação dos rejeitos no aterro sanitário acarreta uma despesa mais onerosa e evidencia um descaso no monitoramento até de produtos que já possuem sistema de recolhimento pelo fabricante, como é o caso do cimento, o que minimizaria os gastos desnecessários.

A Figura 4.21 apresenta os custos relativos dos resíduos oriundos do saco de cimento. Estes foram identificados em nove obras que não desenvolvem a prática de recolhimento com o fornecedor mesmo apresentando certificação ISO 9001.

Figura 4.21 - Custo do resíduo do saco de cimento nas obras.



Fonte: Autor (2015).

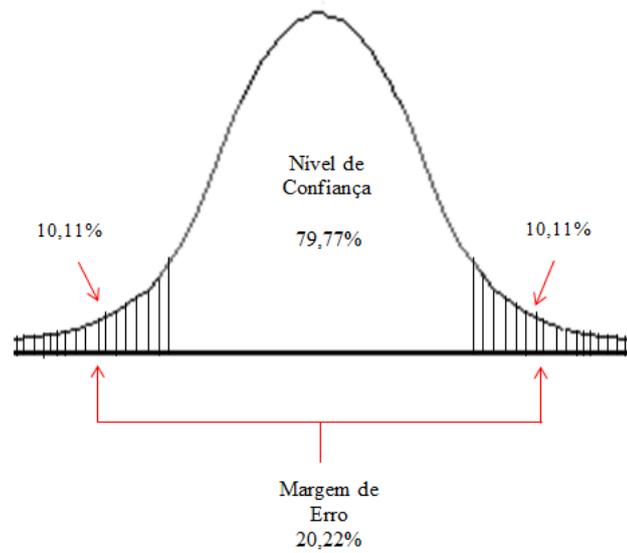
Através da Figura 4.21, observa-se custos variáveis, bem comum quando se avalia o resíduo por sua classificação, com as obras nº 17 e nº 98 apresentando valores acima de R\$ 200,00 (duzentos reais), o que pode revelar certa segregação dos resíduos, haja vista que as mesmas tiveram valores baixo de rejeito. As obras nº 31, nº 50 e nº 61 apresentaram valores abaixo de R\$ 50,00 (cinquenta reais) por estarem no início do seu processo construtivo.

Os custos encontrados para os resíduos de saco de cimento demonstraram valores baixos em relação aos outros tipos de RCC, todavia, essa despesa poderia não ser levada em consideração, uma vez que a responsabilidade pelo recolhimento do resíduo é do fornecedor, o que não geraria custos para a obra. Outro aspecto seria que esse tipo de RCC não pode ser reciclado por se tratar de um material contaminado, devendo ser destinado em aterros sanitários.

4.3 Análise Estatística

Através da determinação do erro de estimativa, foi constatado que as análises de custo relativas à área construída apresentaram o percentual de 20,22%, valor este alto em relação ao que foi admitido (5%). A Figura 4.22 mostra a distribuição para o cenário de área construída.

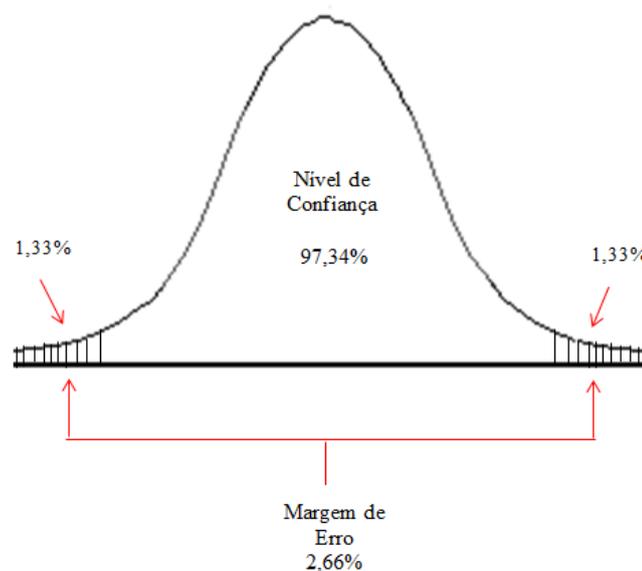
Figura 4.22 – Distribuição quanto à área construída.



Fonte: Autor (2015).

No entanto, diante da relação total de obras, o valor foi pouco relevante, indicando que o conteúdo amostral possui representatividade, dado que, se forem feitas as análises com amostras aleatórias em 80% dos casos serão encontrados valores semelhantes do ponto de vista estatístico. Na análise dos gastos quanto à etapa construtiva, a margem de erro correspondeu a 2,66% com um nível de confiança de 97,34% como evidencia a Figura 4.23.

Figura 4.23 – Distribuição quanto à etapa construtiva.

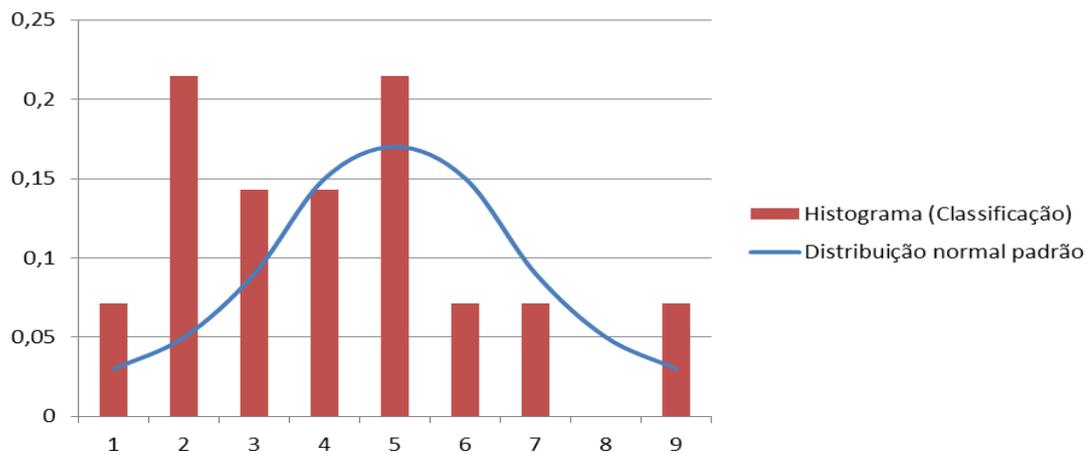


Fonte: Autor (2015).

A Figura 4.23 apresenta um nível de confiança ainda mais relevante, tendo em vista que o índice de confiança utilizado foi de 95% de probabilidade. Vale salientar que quanto menor o erro padrão mais o conteúdo amostral se faz satisfatório.

Para a análise das amostras que informam o custo quanto à classificação do RCC, a Figura 4.24 apresenta o histograma desenvolvido com os dados desse cenário.

Figura 4.24 – Histograma das amostras de RCC quanto à classificação.



Fonte: Autor (2015).

Conforme a Figura 4.24, a avaliação dos dados quanto à classificação do RCC revelou que o histograma da distribuição de probabilidade não se assemelhou com a distribuição normal, impossibilitando a realização de uma análise de representatividade pelos métodos utilizados nos dois casos anteriores.

No entanto, a análise se faz significativa, tendo em vista a ausência de estudos ligados à classificação do RCC com essas características. O resultado apresentado pode servir como parâmetro para futuras pesquisas que abordem esse cenário.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

O foco das grandes construtoras ainda é o cumprimento de prazos das obras, desprezando, muitas vezes, as políticas de gestão que possam transformar a realidade dos desperdícios gerados. Foi verificado que, mesmo as noventa e oito obras apresentando a ISO 9001, ou seja, possuindo sistemas de gestão da qualidade, as mesmas se mostram ineficientes em sua aplicação, já que as certificações para a maioria das empresas só representam uma finalidade comercial, deixando de lado o sistema gerencial que a qualidade propõe.

Observou-se que as legislações estabelecidas em torno dos resíduos da construção são vistas pelas construtoras como obrigação, não percebendo o poder que as políticas ligadas ao RCC possuem para transformar as obras, sendo indicador para o desempenho da obra e a qualidade dos serviços executados.

Quanto aos custos unitários, verificou-se a dificuldade de fornecimento de informações sobre o mesmo, o que comprova a falta de um dos princípios básicos da gestão da qualidade, a transparência. Além disso, os custos identificados só foram os de destinação. Sabe-se que os resíduos não só promovem gastos na sua destinação, mas no seu transporte, nos custos indiretos relacionados (taxas e impostos), treinamento dos funcionários, entre outros.

Outros aspectos importantes são os dados fornecidos quanto ao grau de contaminação quanto aos tipos básicos de resíduos, como o classe A, o que indica a falta de cuidado na correta segregação, proporcionando aumento nas despesas.

Avaliando a geração do RCC em relação às etapas construtivas, foi verificado que, embora algumas obras tenham apresentado maiores gastos com a geração em etapas como fundação e estrutura, estas representaram exceções, pois a grande maioria dos empreendimentos apresentaram maiores custos na etapa de acabamento, confirmando o que cita a literatura quando aponta esta etapa como a maior geradora de resíduos.

A falta da aplicação de uma gestão dos resíduos foi um fator relevante quanto à classificação, pois foi identificado que a maioria das obras apresentou resíduos classe A em valores

discrepantes, bem como de resíduos com grau de contaminação significativo. Verificou-se que os resíduos da madeira, que poderiam ser reutilizados ou até vendidos sem gerar gastos para os empreendimentos, são despesas para algumas obras. Da mesma forma acontece com os sacos de cimento, cuja responsabilidade é do fornecedor. O percentual significativo de rejeito presente em as obras confirma a má aplicação das políticas ligadas ao RCC.

Os gastos com resíduos relativos à área construída indicaram que não existe uma proporcionalidade, ou seja, nem sempre os valores de geração de resíduos aumentam em relação a sua área construída. A aplicação do gerenciamento, o tipo de tecnologia empregada, o treinamento dos funcionários, entre outros, são os principais causadores das despesas com os resíduos gerados. Salientando que para as obras que apresentaram um grande porte (acima de 30000 m² de área construída), o sistema de setorização empregada provoca o descaso e/ou burocratização do gerenciamento do RCC.

Apesar da análise dos custos dos resíduos ser realizada de modo distinto entre as construtoras, por conta de suas políticas divergentes, notou-se em todo o estudo os altos valores com a geração do RCC, evidenciando a não efetivação dos planejamentos estabelecidos pelas construtoras, bem como a falha nas fiscalizações nas etapas dos serviços.

Um modo para obter formas para mitigar estes números elevados seria promover treinamentos de qualidade para os funcionários nas obras. O desenvolvimento do profissional acelera sua capacidade em conscientização do produto que utiliza em relação a sua utilização no meio em que trabalha.

Outro ponto a ser levado em consideração seria a atuação mais eficiente dos responsáveis das obras, pois são eles quem estimula a prática da gestão da qualidade, bem como a gestão dos resíduos da construção civil. Sabe-se que políticas como essas são instigadas por quem está à frente do empreendimento.

Em relação à representatividade dos dados percebeu-se que apesar de ser considerado ainda um número pequeno em relação à quantidade total de obras existentes no nordeste, estes valores são de fundamental importância amostral, com exceção da análise quanto à classificação, apresentando baixos percentuais de erros mesmo diante das dificuldades de acesso às informações junto às empresas privadas.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004a.

_____. **NBR 12.721: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios**. Rio de Janeiro, 2005.

ABRAMOVAY, R.; SPERANZA, J. S.; PETITGAND, C. **Lixo zero: gestão de resíduos para uma sociedade mais próspera**. Instituto Ethos. São Paulo, 2013.

AFONSO P. P.; RIBEIRO, F. A. B. S.; SOUZA, L. H. F.; CUNHA, D. A. I. C. **Sustentabilidade Ambiental no Setor da Construção Civil: Comparação das medidas adotadas por construtoras do Município de Uberlândia, MG**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte, 2014.

ALBUQUERQUE, D. M. S. **Impacto Socioambiental da Deposição Irregular dos Resíduos da Construção e Demolição na Cidade do Recife**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Pernambuco. Recife, 2015.

ANGULO, S.C.; TEIXEIRA, C.E.; CASTRO, A.L.; NOGUEIRA, T.P. **Resíduos de construção e demolição: validação de métodos de quantificação**. Eng Saint Ambient, v. 16, n.3, p. 299-306. Jul./set. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos 2013**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/download_2008.php>. Acesso em: 04/06/14.

AZEVEDO, R. C.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. T. O.; FRANÇA, L. A.; JUNGLES, A.E.; ENSSLIN, S. R. **Modelo para avaliação de desempenho: aplicação em um orçamento de uma obra de construção civil**. Produção, v.23, n. 4, p. 705-722, out./dez. 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria nº 582 de 5 de dezembro de 2012. **Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2012. Disponível em <www.cidades.gov.br/pbqp-h>. Acesso em: 04/06/14.

BRASIL. 2002. Resolução CONAMA Nº **307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº. 136. 17 de julho de 2002.

_____. 2004. Resolução CONAMA Nº **348**, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA Nº 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 17 de agosto de 2004.

_____. 2011. Resolução CONAMA N° 431, de 24 de maio de 2011. Altera a Resolução CONAMA N° 307, de 05 de julho de 2002, reclassificando o resíduo de gesso para Classe B. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 24 de maio de 2011.

BELTRAME, T. F.; LHAMBY, A. R.; NUNES, A. S.; SCHIMIDT, A. S. **Diagnósticos dos Resíduos Gerados e Viabilidade de Implantação da Coleta Seletiva em um Município do Rio Grande do Sul/RS**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia, 2012.

BERTOL, C. A.; RAFFLER, A.; SANTOS, J.P. **Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras**. 2013. 77 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia de produção civil) – Departamento acadêmico de construção civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

BEZERRA, J. S. S. **Desenvolvimento de um sistema de planilhas de planejamento, gestão de serviços e controle de custos em obras de construção civil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013.

CARVALHO, A. M. O. **Gestão da Qualidade nos Serviços Assistenciais Públicos**. Revista Inovação, Teresina, v. 1, n. 1, p. 52-70, jan./jun. 2012.

COIMBRA, C. M. **Indicadores paramétricos de custos aplicados a edifícios multifamiliares: O custo unitário básico representativo**. Dissertação de Mestrado em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

COUTO, M. H. G.; CASTRO, A. C.; RODRIGUES, F. L. C.; CAMPOS, P. C. **Análise dos processos de gestão da qualidade e da logística: um estudo de caso na cooperativa de laticínios em Bom Despacho-MG**. VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG – Campus Bambuí, 2014.

EVANGELISTA, P. P. A. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010.

FALCÃO, N.C.B. **Diagnóstico da situação atual dos resíduos da construção civil no município de Olinda**. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em construção civil). Escola Politécnica de Pernambuco. Universidade de Pernambuco. Recife, 2011.

FARIAS, I. P. **Proposta de modelo de gestão de resíduos de construção civil para a zona leste da cidade de Teresina-PI**. Tese (Doutorado em geografia). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2014.

FERNANDES, A. V. B.; AMORIM, J. R. R. **Concreto sustentável aplicado na construção civil**. Cadernos de Graduação, v. 2, n. 1, p. 79-104, Março. 2014.

FIGUEIREDO, A.; ROJO, C. A.; BERTOLINI, G. R. F. **Formulação de estratégias competitivas por meio de análise de cenários na construção civil**. Produção, v. 23, n. 2, p. 269-282, abr./jun. 2013.

FRAGA S.V. **A Qualidade na Construção Civil: Uma Breve Revisão Bibliográfica do Tema e a Implementação da ISO 9001 em Construtoras de Belo Horizonte**. Monografia

do Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

GONÇALVES, C. M. M. **Método para gestão do custo da construção no processo de projeto de edificações.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

GROHMANN, M. Z. **Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART302.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2014.

GUEDES, G. G.; FERNANDES, M. Gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil no Distrito Federal. **Universitas Gestão e TI**, v. 3, n.1, p. 39-50, jan./jun. 2013.

GUERRA, J. S. **Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações.** Dissertação de Mestrado em Construção Civil. Universidade de Pernambuco. 105p. Recife, 2009.

GRAVINA, E. B. **Reflexos da ampliação da área útil dos ambientes no custo final de uma edificação residencial.** Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Univates. Lajeado, 2014.

INOJOSA, F. C. P. **Gestão de Resíduos da Construção e Demolição: A Resolução CONAMA 307/02 no Distrito Federal.** 2010. 225p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília.

LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. **Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE).** Eng Sanit Ambient. v.18 n.2. abr/jun 2013. 169-176. 2013.

MACHADO, S.S. **Gestão da Qualidade / Simone Silva Machado.** - - Inhumas: IFG; Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria. 92 p. 2012.

MÁLIA, M.; BRITO, J.; PINHEIRO, M.D.; BRAVO, M. **Construction and demolition waste indicators.** Waste management & Research, v.31, n.3, p.241-255, 2013.

MARQUES, O. B.; OLIVEIRA, R. M. S.; PICANÇO, A. P. **Resíduos de Construção civil: Geração e alternativas para reciclagem em um canteiro de obras de pequeno porte.** Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 2, p. 143-156, mar./abr. 2013.

MARQUES DE JESUS, C. R. **Análise de Custos para Reabilitação de Edifícios para Habitação.** 128p. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

MARQUES NETO, J.C.; SCHALCH,V. **Diagnóstico ambiental para gestão sustentável dos resíduos de construção e demolição.** In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 13, 2010. Anais... Figueira da Foz, Portugal. 2010.

MESQUITA, A. S. G. **Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina, Piauí.** Revista Holos.v.2, p.58-65, 2012.

MINARI JR., C.F. **Influência do custo da produção no fluxo de caixa de obras de edificações.** 2009. 131f. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Carlos, São Carlos, 2009.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros.** 4ª Edição. Editora LTC, 2006.

MOURA. **Mais de 300 cargas de lixo coletadas no Dia D.** Disponível em:<http://revistaexpressiva.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html > Acesso em: 27/05/2014.

NAGALLI, A.; NAZÁRIO, P. L.; DA SILVA, F. C. F.; CASTRO, A. P. V. **Computational system for construction waste management.** In: XIV International Waste Management and Landfill Symposium. Sardinia, 2013.

OLIVEIRA, B. F.; FREITAS, M. C. D.; HOFACKER, A.; GHEBAUER, F.; MENDES JÚNIOR, R. Um Modelo de Avaliação do Grau de Aplicação de Ferramentas Lean em Empresas Construtoras: O Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR). **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, v. 2, n. 2, p. 156-174, dez. 2010.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; DUARTE, E. B. L.; LUZ, E. G. **Valorização dos resíduos de construção civil classe B gerados durante as obras de um edifício comercial localizados na cidade de São Paulo.** Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. 2014.

PATRICIO, S. M. R.; FIGUEIREDO, S. S.; BEZERRA, I. M. T.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. **Blocos solo-cal utilizando resíduo da construção civil.** Cerâmica, v. 59, n. 349, p. 27-33, mar. 2013

PAZ, D. H. F. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Canteiros de Obras de Edificações Urbanas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco. Recife, 2014.

ROCHA, V. G.; CANCIO, E. P.; PROENÇA, R. R. **Gestão e Reuso de Resíduos Classe A.** XIII Seminário Estudantil de Produção Acadêmica. Unifacs, 2014.

SANTO, J. O.; BATISTA, O. H. S.; SOUZA, J. K. S.; LIMA, C. T.; SANTOS, J. R.; MARINHO, A. A. **Resíduos da Indústria da Construção Civil e o Processo de Reciclagem para Minimização dos Impactos Ambientais.** Caderno de Graduação. v. 1, n. 1, p. 73-84, maio de 2014.

SANTOS, A. P. L.; WITICOVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M.; SCHEER, S. **A Utilização do BIM em Projetos de Construção Civil.** Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, v.1, n. 2, p. 24-42, dez. 2009.

SECAN. **Protestos em MG e PR contra Resíduos Tóxicos Perigosos**. Disponível em: <http://secan2009.blogspot.com.br/2009_11_01_archive.html>. Acesso em: 27/05/2014

SILVA, C. A. R. **Estudo do agregado reciclado de construção civil em misturas betuminosas para vias urbanas**. Dissertação de Mestrado em engenharia geotécnica. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

SILVA, A. S.; BARBOSA, D. S.; SACRAMENTO, I. G.; JESUS, T. J. M.; MACEDO FILHO, M. D. M. **Gestão dos Resíduos Sólidos Gerado pelo Setor da Construção Civil (Construtoras) em Aracaju**. Caderno de Graduação, v.2, n. 1, p. 137-144, março. 2014.

SILVA, V. A.; FERNANDES, A. L. **Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Uberaba-MG**. Revista Sociedade e Natureza, v. 24, n. 2, p. 333-344, 2012.

SILVESTRE, E. F.; NEPOMUCENO, V. **Custos ambientais da construção civil em Patos de Minas: impactos e perdas financeiras**. Perquirere, v.9, n. 1, 195-211, julho, 2012.

SOUSA, P. A. R. **Gestão de Projectos – Modelo para gestão e controlo de obras de construção civil**. 2012. 118f. Dissertação de Mestrado. Universidade da Madeira. Funchal, 2012.

TAM, V.W.; LI, J.; CAI, H. System dynamic modeling on construction waste management in Shenzhen, China. **Waste Management & Research**. v. 32.n. 5, p. 441 –453. 2014.

TEIXEIRA, J. C.; ANTONIALI, L. M.; NASCIMENTO, M. C.R. Perfil de Estudos em Administração que utilizaram triangulação metodológica: uma análise dos anais do Enanpad de 2007 a 2009. XIII Semead. 2010.

VIANA, K. S. C. L. **Metodologia Simplificada de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Canteiro de Obras**. 2009. 179f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2009.

VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. **Pesquisa Qualitativa em Administração**. Rio de janeiro: FGV, 2006.

ZANUTTO, T.D. **Diagnóstico para subsidiar a gestão de resíduos da construção civil na cidade de São Carlos-SP**.167f. Dissertação de Mestrado em Construção Civil. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

APÊNDICE A – Modelo de entrevista não estruturada

Entrevista Não Estruturada

- Nome da Obra:

- Nome da Construtora:

- Qual o tipo da Obra (Finalidade)?

- Qual a área construída do empreendimento?

-Qual é o período total da obra estipulado no orçamento?

- Quais são os períodos planejados para as etapas de fundação, estrutura e acabamento?

- Qual foi a tecnologia construtiva em cada etapa (fundação, estrutura e acabamento)?

-O empreendimento possui quantos pavimentos (vazado e tipo)?

- O empreendimento faz separação do RCC?

- A obra possui os registros de destinação de resíduos?

- Em relação a classificação do RCC, como é feito seu controle?

APÊNDICE B – Caracterização das obras

IDENTIFICAÇÃO DAS OBRAS																		
Identificação das obras (nº)	Localização da obra	Finalidade	Área construída (m²)	Nº de pavimentos tipo	Nº de pavimentos Vazados	Data de início da obra	Data de término da obra	Período de execução das obras (meses)	Período da fundação (meses)	Período de coleta fundação (meses)	Percentual de coleta (%)	Período de estrutura (meses)	Período de coleta estrutura (meses)	Percentual de coleta (%)	Período de acabamento (meses)	Período de coleta acabamento (meses)	Percentual de coleta (%)	Fase atual da obra
1	Recife	Residencial	2660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Recife	Residencial	3.739	19	-	jan/10	mai/12	28	6	2	33	6	4	67	17	17	100	Concluída
3	Recife	Residencial	4.962	-	-	jan/10	set/12	32	9	-	-	11	-	-	13	-	-	Concluída
4	Recife	Residencial	6.031	14	1	mar/12	out/14	31	5	-	-	11	9	82	15	9	60	Acabamento
5	Recife	Residencial	6.127	24	2	ago/12	jul/15	35	5	4	80	16	13	81	12	5	42	Acabamento
6	Recife	Residencial	6.226	20	-	set/09	mar/13	43	4	6	150	11	13	118	12	12	100	Concluída
7	Natal	Residencial	6400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Recife	Residencial	6.861	18	1	jul/10	nov/12	28	6	3	50	10	10	100	18	12	67	Concluída
9	Recife	Residencial	7.059	13	1	jun/08	mai/11	35	5	-	-	8	4	50	12	13	108	Concluída
10	Recife	Residencial	7.099	16	1	jan/11	dez/13	36	1	1	100	10	5	50	25	25	100	Finalizada
11	Recife	Residencial	7.706	22	-	mar/10	jul/12	28	3	1	33	8	4	50	9	14	156	Concluída
12	Recife	Residencial	7.734	23	2	mar/12	jun/14	27	3	-	-	9	6	67	13	13	100	Acabamento
13	Recife	Residencial	7.796	27	-	nov/12	abr/16	42	4	-	-	11	-	-	12	3	25	Estrutura
14	Recife	Residencial	7.886	22	1	jan/12	jul/14	30	5	5	100	6	9	150	19	17	89	Acabamento
15	Recife	Residencial	7.994	31	2	mar/13	ago/16	42	6	-	-	18	-	-	17	-	-	Estrutura
16	Natal	Residencial	8212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Recife	Residencial	8.318	14	2	jan/12	fev/14	25	6	2	33	7	7	100	13	9	69	concluída
18	Recife	Residencial	8.735	20	1	nov/11	jan/16	51	1	-	-	22	-	-	24	-	0	-
19	Recife	Residencial	9212,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Recife	Residencial	9.355	22	2	mar/12	abr/14	25	4	1	25	10	10	100	11	6	55	Acabamento
21	Recife	Residencial	9.407	37	2	jun/12	mai/15	35	4	1	25	15	11	73	27	4	15	-
22	Recife	Residencial	9460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Recife	Residencial	9.461	15	2	abr/12	mai/15	38	5	-	-	11	4	36	15	11	73	Acabamento
24	Recife	Residencial	9465	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Recife	Residencial	9614	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	Recife	Residencial	10.072	29	-	out/10	set/12	23	3	2	67	12	7	58	9	6	67	-
27	Natal	Residencial	10187	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Recife	Residencial	10.216	28	-	dez/10	set/12	21	-	-	-	10	10	100	11	11	100	-
29	Recife	Residencial	10230	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Recife	Residencial	10.526	32	-	set/11	abr/14	31	7	5	71	11	11	100	12	10	83	Acabamento
31	Recife	Residencial	10.728	28	1	out/12	mai/15	31	5	-	-	11	8	73	7	-	-	-
32	Recife	Residencial	10823	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Recife	Residencial	10847	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	Salvador	Residencial	10884	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	Recife	Residencial	11.000	28	-	mar/13	fev/16	36	7	5	71	13	5	38	13	-	-	Estrutura
36	Natal	Residencial	11490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	Recife	Residencial	11.608	28	4	set/12	ago/15	35	8	-	-	15	9	60	12	0	0	Estrutura
38	Recife	Residencial	11.667	33	3	jan/11	abr/15	52	9	-	-	28	17	61	16	-	-	-
39	Salvador	Residencial	11922,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	Recife	Residencial	12023	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Recife	Residencial	12.630	36	1	dez/10	ago/14	-	5	1	20	16	11	69	19	12	63	Acabamento
42	Recife	Residencial	12.650	36	-	jan/10	abr/12	27	4	2	50	19	4	74	5	4	80	Concluída
43	Recife	Empresarial	13.082	16	1	jul/12	fev/14	19	-	-	-	-	-	-	19	14	74	-
44	Recife	Residencial	13439	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	Recife	Residencial	13603,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	Recife	Residencial	14.062	28	-	abr/10	out/13	43	5	4	80	14	15	107	17	21	124	Finalizada
47	Natal	Residencial	14300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	Fortaleza	Residencial	14984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	Natal	Residencial	14998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	Recife	Residencial	15.207	44	1	jun/12	out/14	28	7	4	57	10	10	100	13	2	15	Acabamento
51	Recife	Residencial	15.220	32	-	abr/09	dez/11	32	6	6	100	14	11	79	13	21	162	Concluída
52	Natal	Residencial	15519	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	Recife	Residencial	15.573	15	-	set/11	dez/13	27	6	5	83	10	15	150	10	-	-	Acabamento
54	Recife	Residencial	15.615	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	Concluída
55	Recife	Residencial	15.778	38	-	abr/11	jan/15	46	3	-	-	15	5	33	21	17	81	Acabamento
56	Fortaleza	Residencial	16536,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	Recife	Residencial	16.650	29	-	mai/12	abr/15	36	5	-	-	13	7	54	14	6	43	Acabamento
58	Recife	Residencial	17212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	Recife	Residencial	17.400	34	1	jul/10	abr/14	46	7	3	43	15	12	80	19	12	63	Acabamento
60	Recife	Residencial	17.614	33	-	dez/11	set/14	34	7	2	29	12	11	92	16	4	25	Acabamento
61	Recife	Residencial	17.646	20	1	nov/12	ago/15	33	10	1	10	11	-	-	15	-	-	Estrutura
62	Recife	Residencial	17.682	33	2	mai/09	ago/13	52	3	-	-	18	14	78	18	24	133	-
63	Recife	Residencial	17.750	32	-	jul/10	dez/13	42	5	-	-	16	13	81	15	12	80	Concluída
64	Maceio	Residencial	18276	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	Recife	Residencial	18.597	34	-	ago/11	mai/15	46	3	-	-	15	12	80	18	4	22	Acabamento
66	Salvador	Residencial	18875	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	Recife	Residencial	19.370	34	1	jul/10	abr/14	46	6	3	50	17	15	88	20	10	50	Acabamento
68	Fortaleza	Residencial	21038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	Recife	Residencial	25957,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	Recife	Residencial	25957,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	Recife	Residencial	26569,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	Recife	Residencial	27.218	74	-	set/11	jul/14	34	6	6	100	9	9	100	20	20	100	Acabamento
73	Recife	Residencial	28.005	74	1	abr/11	abr/14	37	9	1	11	11	11	100	15	16	107	Acabamento
74	Maceio	Residencial	28480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	Recife	Residencial	28.494	23	-	jan/10	ago/12	31	9	8	89	15	15	100	10	8	80	-
76	Fortaleza	Residencial	29446	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	Paulista	Residencial	29600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
78	Recife	Residencial	30070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
79	natal	Residencial	33283	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	Recife	Residencial	37233,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
81	Natal	Residencial	40558	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	Recife	Residencial	47574	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83	Recife	Residencial	97.900	29	-	jan/11	jan/14	37	5	1	20	14	8	57	17	18	106	Finalizada
84	Recife	Residencial	99.092	22	-	mai/09	mai/12	37	8	8	100	16	16	100	13	13	100	Concluída
85	Recife	Residencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	Recife	Residencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
87	Recife	Residencial	-	22	1	jan/12	jul/14	30	6	6	100	11	11	100	-	6	-	Acabamento
88	Recife	Residencial	-	42	1	abr/12	-	-	5	5	100	9	9	100	-	11	-	Acabamento
89	Recife	Empresarial	-	17	1	abr/12	-	-	5	5	100	8	8	100	-	12	-	Acabamento
90	Recife	Residencial	-	52	1	jul/12	-	-	5	5	100	9	8	89	-	9	-	Acabamento
91	Recife	Empresarial	-	17	1	jan/13	-	-	5	5	100	9	9	100	-	2	-	Acabamento
92	Recife	Residencial	-	25	1	out/11	abr/14	30	12	6	50	11	8	73	8	3	37,5	Acabamento
93	Recife	Residencial	-	30	1	ago/10	set/14	50	9	-	-	18	15	83	22	15	68	-
94	Natal	Residencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	Recife	Residencial	-	31	-	abr/11	fev/15	47	6	-	-	15	9	60	14	12	86	Acabamento
96	Recife	Residencial	-	-														