



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE
HABITAÇÕES POPULARES HORIZONTAIS: ESTUDO
DE CASO**

ROSEANE DORNELLES TELES

São Leopoldo, Fevereiro de 2015.

ROSEANE DORNELLES TELES

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE
HABITAÇÕES POPULARES HORIZONTAIS: ESTUDO
DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf Gonzalez

Banca examinadora: Prof^a. Dra. Luciana Londero Brandli
Prof^a. Dra. Andréa Parisi Kern

São Leopoldo, Fevereiro de 2015.

T269a

Teles, Roseane Dornelles.

Análise da geração de resíduos de construção e demolição em obras de habitações populares horizontais : estudo de caso / Roseane Dornelles Teles. – 2015.

100 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2015.

"Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf Gonzalez."

1. Habitação popular. 2. Resíduos de construção e demolição. 3. Quantificação de resíduos de construção. I. Título.

CDU 624

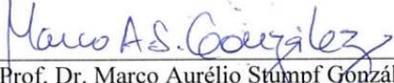
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecário: Flávio Nunes – CRB 10/1298)

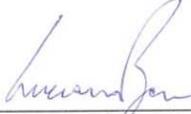
ROSEANE DORNELES TELES

**"ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO
E DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE HABITAÇÕES POPULARES
HORIZONTAIS: ESTUDO DE CASO"**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Gerenciamento de Resíduos, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

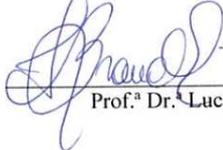
Aprovada em 25 de março de 2015


Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf González
Orientador – UNISINOS


Prof.^a Dr.^a Luciana Paulo Gomes
Coordenadora do PPGEC-UNISINOS

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dr.^a Andrea Parisi Kern – UNISINOS


Prof.^a Dr.^a Luciana Londero Brandli - UPF

Dedico àquele que mora no meu coração...

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf González pela dedicação e pela confiança, à Coordenadora do PPGE/UNISINOS, Prof^a. Dra. Luciana Paulo Gomes, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

Aos órgãos de fomento à pesquisa, CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e funcionários do PPGE/UNISINOS, pela competência, disponibilidade e dedicação, principalmente à Prof^a. Dra. Marlova Piva Kulakowski, grande incentivadora desde os tempos da Graduação.

Aos membros da Banca, pelo aceite ao convite e pela disponibilidade para avaliar e contribuir para a melhoria deste trabalho e do meu aprendizado.

Aos colegas da turma do Mestrado em Engenharia Civil da UNISINOS, pelas parcerias nos trabalhos, pelas confraternizações e pela amizade.

Ao Escritório de Arquitetura e Engenharia pela colaboração com informações para a presente pesquisa. Também, ao bolsista de iniciação científica Matheus Gabriel Dilly pela contribuição para a pesquisa acontecer.

Aos meus familiares, pelo incentivo aos estudos e por celebrar minhas conquistas. Ao meu amor Rodrigo Erhart, pelo companheirismo e paciência, por estar sempre ao meu lado, ouvindo, opinando, apoiando e, principalmente por compartilhar meus sonhos.

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que possam ter contribuído, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

FONTES DE FINANCIAMENTO DA PESQUISA

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior - CAPES



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	JUSTIFICATIVA	24
1.2	OBJETIVOS	24
1.2.1	<i>Objetivo geral.....</i>	<i>24</i>
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	<i>24</i>
1.3	ESTRUTURA DA PESQUISA	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1	PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA (MCMV).....	28
2.2	A GERAÇÃO DE RESÍDUOS E A CONSTRUÇÃO CIVIL.....	29
2.2.1	<i>A Resolução Conama nº 307/2002</i>	<i>30</i>
2.2.2	<i>A geração e a composição do RCD.....</i>	<i>31</i>
2.2.3	<i>O projeto de habitação popular e a geração de resíduos.....</i>	<i>33</i>
2.2.4	<i>O RCD e as perdas na construção civil.....</i>	<i>37</i>
2.2.5	<i>A medição dos resíduos e seus principais métodos</i>	<i>39</i>
2.2.6	<i>Orçamentos.....</i>	<i>43</i>
2.2.7	<i>O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)</i>	<i>44</i>
2.2.8	<i>O Custo Unitário Básico (CUB).....</i>	<i>46</i>
3	MÉTODO DE PESQUISA	49
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	49
3.2	ETAPAS DO ESTUDO.....	50
3.2.1	<i>Descrição das Habitações Populares típicas estudadas</i>	<i>50</i>
3.2.2	<i>Coleta de dados</i>	<i>53</i>
3.2.3	<i>Tratamento dos dados</i>	<i>56</i>
4	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	59
4.1	IDENTIFICAÇÃO QUALITATIVA DO RCD.....	59
4.2	IDENTIFICAÇÃO QUANTITATIVA DO RCD	61
4.3	ORÇAMENTO E CUSTO REALIZADO	63
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESÍDUOS GERADOS	65
4.4.1	<i>Modelo Exploratório</i>	<i>70</i>
5	CONCLUSÃO.....	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
	APÊNDICES	81
	ANEXOS	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de RCD segundo a Resolução Conama nº 307/2002 e suas alterações.	30
Tabela 2 – Origens e causas da geração de resíduos de construção.	34
Tabela 3 – Estudos relacionados à quantificação de RCD.	42
Tabela 4 – Projetos de residências unifamiliares, de acordo com o SINAPI.	45
Tabela 5 – Projetos padrões de residências unifamiliares de acordo com a NBR 12721:2006	46
Tabela 6 – Principais Características das Habitações em estudo.	51
Tabela 7 – Análise qualitativa dos resíduos conforme Resolução CONAMA 307/2002.	59
Tabela 8 – Resíduos classificados conforme Resolução CONAMA 307/2002.	61
Tabela 9 – Resíduos convertidos em volume (m ³).	62
Tabela 10 – Descrição dos custos estimados das obras das habitações em estudo.	63
Tabela 11 – Custos relacionados às áreas construídas das obras.	65
Tabela 12 – Variáveis quantitativas de projeto.	66
Tabela 13 – Estatística descritiva da amostra.	66
Tabela 14 – Variáveis utilizadas no modelo exploratório.	70
Tabela 15 – Resultados do modelo exploratório.	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Composição típica dos resíduos sólidos urbanos (média de 11 municípios).....	32
Figura 2: À esquerda Projeto Vila Maria Zélia (1919) e à direita Projeto COHAB/SC (2001)	33
Figura 3: Mesmo possuindo a mesma área construída ($A_1=A_2$), a opção de projeto mais alongada implica em maior área de fachada.....	36
Figura 4: A Cadeia da Construção Civil.....	38
Figura 5: Histórico do Desenvolvimento do SINAPI.....	45
Figura 6: Síntese das Etapas da Pesquisa.	50
Figura 7: Planta Baixa da Habitação A	52
Figura 8: (a) Fachada principal da Habitação A (b) Imagem da Habitação A durante a obra .	52
Figura 9: Ficha de Análise Qualitativa dos RCD das obras	53
Figura 10: Recipiente utilizado para medição de RCD.	54
Figura 11: Caixa confeccionada para acondicionamento do RCD.....	54
Figura 12: Ficha de acompanhamento para coleta de dados das obras	56
Figura 13 – Gráfico da quantidade de resíduos gerados.....	61
Figura 14 – Gráfico da quantidade de resíduos gerados por classes.	62
Figura 15 – Gráfico da quantidade de resíduos gerados por tipo de terreno.	63
Figura 16 – Gráfico do custo orçado e realizado nas habitações.....	64
Figura 17 – Volume de resíduos x área construída. (a) Todas as obras; (b) Sem a obra B.....	67
Figura 18 – Gráfico do Índice de geração de RCD x área total construída. (a) Todas as obras; (b) Sem a obra B.	68
Figura 19 – Gráfico variável densidade de paredes internas.	69
Figura 20 – Gráfico variável índice econômico de compactidade. (a) Todas as obras; (b) Sem a obra B.	70

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BNH – Banco Nacional de Habitação

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento

CEF – Caixa Econômica Federal

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CUB – Custo Unitário Básico

FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

FJP – Fundação João Pinheiro

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IeC – Índice Econômico de Compacidade

PIB – Produto Interno Bruto

PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida

RCD – Resíduo de Construção e Demolição

SFH – Sistema Financeiro da Habitação

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

UE – União Europeia

UNISINOS – UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS

RESUMO

TELES, R.D. **Análise da geração de resíduos de construção e demolição em obras de habitações populares horizontais: estudo de caso.** São Leopoldo, 2015. 100 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo. 2015.

Em razão da quantidade significativa de resíduos gerados pelo setor da construção civil e pelo crescimento da produção de habitações populares, torna-se importante a determinação das quantidades de resíduos gerados neste segmento, para melhorar o gerenciamento dos resíduos e minimizar as perdas neste tipo de empreendimento. Sendo assim, o estudo tem como principal objetivo analisar a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) das construções de habitações populares horizontais. Foi proposta uma metodologia de medição dos resíduos. Em seguida foram realizados levantamentos de dados em obras de habitações populares nos municípios de Ivoti e Lindolfo Collor. Depois de obtidos esses dados e identificados os resíduos conforme as Classes da Resolução 307/2002 do CONAMA, efetuou-se análise qualitativa e quantitativa, examinando posteriormente a influência das características de projeto das edificações na geração de resíduos. Como resultado, foi obtido um total de 3,16 m³ de resíduos em média nas seis obras de habitações populares, com uma taxa média de 0,054 m³/m². Através da análise dos projetos das obras estudadas verificou-se que as características de projeto como área total construída (m²), densidades de paredes internas (m/m²), índice econômico de compactidade (%) e custo de construção (R\$) podem influenciar na geração de RCD. Também na análise dos custos percebeu-se que a utilização do CUB no processo orçamentário seria mais apropriada para a realidade das obras em estudo do que o SINAPI, adotado nos estudos de financiamento. Por fim, pode-se afirmar que a metodologia proposta é viável para o segmento estudado e permite a quantificação dos resíduos de forma razoavelmente simples.

Palavras-chave: Habitação popular; resíduos de construção e demolição; quantificação de resíduos de construção.

ABSTRACT

TELES, R.D. **Analysis of generation of construction and demolition waste of horizontal social housing works: a case study.** São Leopoldo, 2015. 100 p. Dissertation (Master Degree in Civil Engineering) – Post Graduate Civil Engineering Program, Unisinos, São Leopoldo, Brasil.

Due to the significant amount of waste generated by the construction sector and the increased production of affordable housing, it is important to determine the quantities of waste generated in this segment, to improve waste management and minimize losses in this type of venture. Therefore, this study's main objective is to analysis the waste created thro the procesugs of construction and demolition (CDW) of the constructions of horizontal social housing. Was proposed one waste measurement methodology. Then we performed a data surveys in affordable housing works in the municipalities of Ivoti and Lindolfo Collor. After obtaining this data and waste identified as classes of Resolution 307/2002 of CONAMA, we performed qualitative and quantitative analysis, identifying later the influence of design features buildings in waste generation. As a result, it was obtained a total of 3.16 m³ of waste on average in the six works of dwellings popular, with a rate of 0.054 m³/m². Through the analysis of projects studied the work it was found that the design features as Total built area (m²), internal walls densities (m / m²), economic index of compactness (%) and construction cost can influence the generation of CDW. Also the cost analysis it was noted that the use of CUB in the budget process would be more appropriate to the reality of the works studied than SINAPI, adopted in studies of financing. Finally, it can be said that the proposed methodology is feasible for the studied segment and allows quantification of Waste fairly easily.

Key-words: Social housing; construction and demolition waste; waste quantification.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil se caracteriza como um dos principais consumidores de recursos naturais, e o uso racional destes recursos se faz necessário para a produção de empreendimentos mais sustentáveis. Conforme Moro (2011), vários autores afirmam que a sustentabilidade consiste em produzir bens com menor impacto ambiental visando preservar o ambiente, inclusive para as gerações futuras. A sustentabilidade estrutura-se através de três fatores: econômico, ambiental e social, visando a racionalização de recursos, a redução da geração de resíduos e a melhoria de qualidade de vida (PORTO, 2009). Com o possível esgotamento dos recursos naturais, há uma mudança de comportamento em relação ao meio ambiente também na construção civil, desde a preocupação nas etapas de projeto, na escolha de materiais - levando-se em conta seu ciclo de vida, a contratação de mão de obra local, até a minimização da geração de resíduos (PORTO, 2009).

O setor que vem apresentando maior destaque na construção civil é o de habitações populares, voltadas ao mercado de baixa renda. O déficit habitacional alcança 5,792 milhões de unidades (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014). De acordo com dados da Fundação João Pinheiro (FJP) grande parte deste déficit se dá em função da inadequação da habitação às necessidades da família. Os dados do déficit habitacional são gerados com base na análise de resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de domicílios (Pnad) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A FJP estima o déficit habitacional e a inadequação de moradias (FJP, 2007). As expressivas contribuições de investimento neste setor do mercado imobiliário, devidas, principalmente, ao programa do governo federal Minha Casa Minha Vida (MCMV), combinado com o déficit estimado, indica a atividade neste segmento.

Segundo o Construbusiness (2012), a indústria da construção civil corresponde a 8% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional, sendo o 4º maior setor gerador de empregos. A cada R\$ 1 milhão empregado na construção, 70 pessoas são empregadas. Também é considerada uma grande geradora de resíduos, tanto na construção civil informal quanto na formal. Quando se fala em resíduos, pensa-se em desperdício de materiais e, conseqüentemente, em perdas. As perdas na construção civil são, com freqüência, associadas unicamente aos desperdícios de materiais. Porém, as perdas são muito mais que este conceito e devem ser interpretadas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores às necessárias na produção da

habitação (FORMOSO *et al.*, 1997). Portanto, as perdas incluem tanto os resíduos quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

A construção de novos empreendimentos ou mesmo a manutenção necessária às edificações existentes encontra-se fundamentada em um fluxo constante de materiais, vinculado à extração das matérias-primas, seu transporte, processamento, utilização e por fim ao descarte, que pode vir a ser substituído pelo reaproveitamento ou reciclagem do resíduo. A cada etapa deste ciclo são produzidos impactos ambientais, inclusive pela geração destes resíduos, e avalia-se que entre a metade e três quartos dos materiais extraídos da natureza retornem como resíduos em um período de um ano (MATTHEWS, 2000). Os resíduos de construção e demolição - RCD constituem-se, portanto, em um problema ambiental significativo, e sua redução deve ser planejada desde a elaboração do projeto.

A medição destes resíduos se modifica em razão da atividade de construção e manutenção e de acordo com as práticas e procedimentos construtivos adotados em cada empreendimento, estimando-se uma geração de 500 Kg/hab ao ano no Brasil (PINTO, 1999), incluídas as perdas ocorridas durante o processo. O gerenciamento de RCD no país é regulamentado pela Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e suas alterações, através das quais se estabelece que grandes geradores devam instituir a gestão de resíduos em seus empreendimentos, incluindo a separação em diferentes classes.

No contexto mundial, existe uma elevada participação dos RCD na geração total de resíduos sólidos. Um exemplo seria a União Europeia (UE), onde são gerados mais de 500 milhões de toneladas de resíduos anualmente, representando entre 25% a 30% de todos os resíduos produzidos (MÁLIA *et al.*, 2011). Segundo Dias, (2013) diversos autores como Katz; Baum (2010) de Israel, Wang; Jingkuang (2012) da China e Terry (2004) da Austrália afirmam que houve aumento significativo na geração de resíduos nos últimos vinte anos e este se justifica pelo aumento do nível sócio-econômico da população.

Um aspecto que dificulta a medição ou quantificação dos resíduos é a deposição ilegal de RCD que colabora para a degradação ambiental e sobrecarrega os sistemas de drenagem urbana, além de facilitar a proliferação de vetores e onerar o Poder Público Municipal quando da sua remoção. A ausência de sistemas de gestão por grande parte das construtoras e de locais formais de destinação na maioria dos municípios brasileiros contribui para esta prática. A adoção destes sistemas, incluindo a minimização da geração de resíduos e sua separação em classes é deste modo, um condicionante para a maior sustentabilidade de

um empreendimento, viabilizando a reciclagem e a destinação legal (PINTO; GONZALEZ, 2005).

O Brasil possui o desafio de proporcionar moradia à sua população menos favorecida. O Governo Federal, através do Programa Minha Casa Minha Vida, está financiando as habitações populares com o intuito de diminuir ou mesmo acabar com o déficit habitacional até o ano de 2022 (Construbusiness, 2012). Juntamente com o aumento das execuções de obras no país, também houve o aumento da geração de resíduos provenientes da construção civil.

Segundo Fernandes (2003), a habitação desempenha três funções: social, ambiental e econômica. Como função social, tem de abrigar a família e é um dos fatores do seu desenvolvimento. Segundo Abiko (1995), a habitação passa a ser o espaço ocupado antes e após as jornadas de trabalho, acomodando as tarefas primárias de alimentação, descanso, atividades fisiológicas e convívio social. Assim, entende-se que a habitação deve atender os princípios básicos de habitabilidade, segurança e salubridade.

O atual governo propõe, através de programas habitacionais, permitir o acesso à habitação. Em especial, considera-se a produção social da moradia para a população com renda familiar de 0 a 3 salários mínimos no valor nacional. O governo brasileiro propõe diminuir consideravelmente o déficit habitacional da moradia com ênfase no setor de habitações populares, que alcança hoje a marca de mais de 5,792 milhões de unidades (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014). Os programas possibilitam à sociedade participar do processo desde a escolha de como e onde morar até a execução propriamente dita das edificações, por intermédio de investidores ou construtores, porém sempre sob a tutela do Estado, representado pela Caixa Econômica Federal (CEF).

Através desse contexto, percebe-se que a redução de impactos gerados pela indústria da construção civil é urgente. Na maioria das vezes, existe a preocupação em reciclar o resíduo gerado e nem tanto na não geração. Dias (2013) menciona que a própria legislação cita que os grandes ou pequenos geradores devem ter como objetivo a não geração de resíduos em seus processos. De acordo com Mália *et al.* (2013), mais estudos com o intuito de quantificar a geração de resíduos são necessários e bem vindos, visto que a maioria dos estudos propõe a reciclagem e não a redução do consumo de recursos naturais não renováveis e a minimização dos impactos causados pela disposição final dos resíduos gerados durante o processo de produção.

1.1 JUSTIFICATIVA

A quantidade de resíduos gerados nas obras de habitações populares não é conhecida. O conhecimento dessas quantidades geradas é um dos principais passos para a minimização da geração de resíduos, bem como o reaproveitamento e a reciclagem desses, o que pode ajudar a baixar custos das construções direta ou indiretamente.

O desafio desta Dissertação de Mestrado é quantificar resíduos durante a execução de obras residenciais horizontais, investigando a influência do projeto arquitetônico. Vários estudos propõem metodologias para a quantificação de resíduos gerados como Pinto (1999), Formoso *et al.* (2002), Mália *et al.* (2013), Dias (2013) mais recentemente, entre outros que se basearam nestes para propor seus estudos. No entanto, no que tange a tipologia de obra a ser estudada, frequentemente são edificações verticais e a relação entre a influência do projeto e a geração de resíduos é pouco abordada nos estudos de métodos quantitativos.

Este estudo tem como principal objetivo analisar a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) em obras de habitações populares horizontais (residências unifamiliares térreas) e contribuir para o planejamento de ações para a minimização da geração de resíduos seja pela academia ou pelos órgãos públicos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) de obras horizontais de habitações populares.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Identificar e quantificar os resíduos de construção e demolição (RCD) gerados em obras de habitações populares horizontais.
- Analisar a influência das características das habitações populares estudadas na geração do RCD.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

Esse trabalho possui cinco capítulos. No primeiro capítulo, descreve-se inicialmente uma introdução onde é apresentado o contexto no qual o tema está inserido e uma breve apresentação do problema da geração de resíduo na construção civil. A

justificativa que enfatiza o problema da habitação popular no Brasil e sobre o desafio da quantificação de resíduos. Por fim apresenta os objetivos, geral e específicos.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica contemplando aspectos históricos, participação do governo federal, processos de planejamento no setor e discussões sobre habitação popular, o programa MCMV e a geração de resíduos no cenário da construção civil.

O terceiro capítulo faz referência à metodologia a qual apresenta a caracterização do estudo, demonstrando os projetos envolvidos na quantificação dos resíduos. Posteriormente, identifica as etapas do estudo, descrevendo as habitações populares típicas a serem estudadas, como ocorrerá a coleta de dados e, enfim, o tratamento dos dados.

O quarto capítulo traz a apresentação, discussão e análise dos resultados. O quinto capítulo apresenta as conclusões do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os problemas de qualidade das moradias destinadas às classes menos favorecidas datam dos tempos da escravidão, onde o que importava era que esta garantisse aos senhores a impossibilidade de fuga de seus escravos. As primeiras construções destinadas aos escravos são descritas como casebres de taipá, cobertos de palha. Estas foram transformando-se em construções que se aproximavam cada vez mais a uma prisão, com uma única porta e com as janelas dotadas de grades. Com a abolição da escravatura, em 1888, as antigas senzalas ganham uma porta nos fundos e janelas na frente. Aos poucos as senzalas viraram vilas operárias e a moradia passou a ter sala, um quarto e uma cozinha, a cobertura de telha e as paredes de alvenaria (BONDUKI, 1998).

De acordo com Bonduki (1998), entre 1889-1930, as iniciativas tomadas pelos governos da República Velha são praticamente nulas. A partir de 1930, no governo de Getúlio Vargas, cresce a ocupação dos espaços urbanos através da migração das populações do campo para as cidades, acontecem os primeiros indícios da produção popular da moradia.

As primeiras iniciativas públicas de produção de moradias com fim social ocorreram através dos Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAP's), durante o Estado Novo (1937-1945). Apesar de importante para a tentativa de resolução do déficit habitacional do país na época, não conseguiu incluir a parcela da população com rendimentos inferiores a três salários mínimos (AZEVEDO; ANDRADE, 1982).

Em 1946, foi criado o primeiro órgão federal para a construção de moradias, a Fundação da Casa Popular (FCP), que visava o atendimento a população que não participava do mercado formal de trabalho. Proporcionou a aquisição ou construção de moradia própria, em zona urbana ou rural, além de representar o primeiro esforço do governo com o déficit habitacional. O projeto se extinguiu em 1960, por falta de interesse do governo e má administração dos recursos (RODRIGUES, 1991).

Segundo Freitas (2004), em 1964, foi criado o Banco Nacional de Habitação (BNH), marcando uma nova fase na política habitacional federal, sendo uma iniciativa inédita que garantia fonte de recursos permanente e tinha como objetivo principal estimular a construção de habitações populares e financiar a aquisição da casa própria. O BNH teve como objetivo principal dar sustentabilidade ao sistema de crédito habitacional, através do Fundo de

Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), financiando a produção de moradias (FREITAS, 2004).

Segundo Maricato (1987), a intenção do Sistema Financeiro da Habitação (SFH) era diminuir os investimentos a fundo perdido, impedindo a descapitalização do sistema através da criação de uma base sustentável para o financiamento. A gestão dos recursos e decisões era centralizada – o Governo Federal que tomava as decisões – logo raras foram as realizações de Governos Municipais ou Estaduais na área de habitação.

O financiamento priorizava o produtor, no caso as construtoras, e não o usuário final, sendo assim houve queda no custo da unidade habitacional, pois era interesse das construtoras obter lucro e a qualidade do espaço urbano foi esquecida, assim iniciando uma ruptura entre arquitetura e moradia popular (FREITAS, 2004).

O BNH foi extinto em 1986, tendo sido incorporado à Caixa Econômica Federal (CEF), que assumiu o compromisso de manter seu conjunto de atribuições (MORO, 2011). De acordo com Moro (2011), entre 1986 a 2000, a CEF manteve alguns modelos de menor expressão através de financiamento direto. Além destas linhas de crédito, normalmente vinculadas a índices de correção monetária e taxas de juros que tornaram difícil o acesso a recursos para habitações populares, alguns modelos de participação popular vinculados a projetos governamentais em nível municipal, com a participação da CEF e do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), disponibilizaram recursos para a moradia da população com menor poder aquisitivo.

2.1 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA (MCMV)

O Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) teve início em março de 2009, no governo de Luis Inácio Lula da Silva, com uma meta ambiciosa de construir um milhão de moradias. Este programa tem como objetivo financiar imóveis (terreno e construção), para a população com renda de até três salários mínimos nacional e também para a população com renda entre 03 e 10 salários mínimos nacional (CAIXA, 2009).

Ainda, conforme CAIXA (2009), o interessado no programa não pode ter qualquer imóvel quitado ou em financiamento no seu nome. Seu Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) pode ser utilizado no financiamento como recurso próprio, desde que não tenha sido utilizado para quitação de prestação ou financiamento a partir de maio de 2005. É preciso ter o nome limpo, ou seja, não fazer parte da lista de devedores no SPC, Serasa, Banco Central e outros órgãos financeiros.

A casa, construção ou apartamento podem ser pagos em até 30 anos, tendo 100% do valor financiado. A parcela mensal deve comprometer, no máximo, 20% do valor da renda da família. E, ainda existe a possibilidade do proponente ser beneficiado com um subsídio do Governo Federal entre R\$ 2.000,00 e R\$ 17.000,00, o qual possui variação dependendo da sua renda familiar, porém esta deverá ser menor que três salários mínimos (CAIXA, 2009).

Em 2011 é lançada a segunda fase do Programa MCMV, com o objetivo de, em quatro anos, financiar dois milhões de unidades, com investimentos previstos de mais de R\$ 70 bilhões até 2014 (BRASIL, 2011).

De acordo com CBIC (2013), a indústria da construção destaca-se sob o ponto de vista econômico no Brasil, possuindo desempenho significativo, devido ao desenvolvimento do Programa MCMV. Este considerado como o programa mais importante na política habitacional já lançada no país, foi decisivo para que o setor atingisse níveis recordes de geração de emprego e renda.

Através de estudos da Fundação Getúlio Vargas com parceria do Sinduscon São Paulo, estima-se que a contratação de 300 mil moradias da faixa 1 do Programa, até R\$ 1600,00, seria suficiente para responder, pela geração de 400 mil postos de trabalho, pela arrecadação de tributos em torno de R\$ 4,6 bilhões e pela movimentação de R\$ 15,7 bilhões na economia brasileira (CBIC, 2013).

2.2 A GERAÇÃO DE RESÍDUOS E A CONSTRUÇÃO CIVIL

O aquecimento do setor da construção civil a partir do Século XX, gerado por uma explosão demográfica, tornou-se um grave problema, aumentando a geração de RCD, com isso ocasionando impactos ao meio ambiente (AMADEI *et al.*, 2011).

Conforme Amadei *et al.* (2011) a gestão de RCD ganhou maior espaço após a Segunda Guerra Mundial em consequência da reconstrução da Europa, onde existem países que recuperam quase todo o RCD gerado, como por exemplo a Holanda, que recicla cerca de 90% de todo seu RCD.

De acordo com Gunther (2000), durante a ECO-92 e a definição da Agenda 21, destacou-se a necessidade urgente da execução de um sistema de gestão de resíduos. Diante deste problema, uma possível solução é a reciclagem de resíduos, pois a construção civil chega a consumir até 75% de recursos naturais, assim possuindo grande potencial na utilização destes resíduos (JOHN, 2000; LEVY, 1997; PINTO, 1999).

2.2.1 A Resolução Conama nº 307/2002

A Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) refere-se aos resíduos de construção civil no Brasil, estabelecendo critérios e procedimentos para a gestão de RCD (CONAMA 307, 2002).

A gestão de resíduos de um empreendimento deve apresentar a estimativa da geração de resíduos e a comprovação da destinação final adequada para cada classe, discriminando os provenientes de demolições, de cortes e escavações e da construção, identificando o local de triagem, prestadores do serviço e equipamentos de acondicionamento para transporte e descrevendo os fluxos no próprio canteiro (CONAMA 307, 2002).

De acordo com CONAMA 307 (2002), o resíduo de construção civil é classificado conforme demonstrado na Tabela 1, devendo ser previstas, portanto, áreas específicas para cada classe no canteiro de obras.

Tabela 1 – Classificação de RCD segundo a Resolução Conama nº 307/2002 e suas alterações.

Classificação	Destinação
<p>I - CLASSE A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregado, tais como:</p> <p>a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;</p> <p>b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassa e concreto;</p> <p>c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios) produzidas nos canteiros de obras.</p>	<p>Reuso ou reciclagem na forma de agregado, ou encaminhamento a aterro de resíduo da construção, dispostos de modo a permitir utilização ou reciclagem futura.</p>
<p>II - CLASSE B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel e papelão, metais, vidros, madeiras, e gesso.</p>	<p>Reuso e reciclagem ou destinação para áreas de armazenamento temporário, dispostos de modo a permitir utilização ou reciclagem futura.</p>
<p>III - CLASSE C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/ recuperação, tais como: sacos de cimento, lâ de vidro.</p>	<p>Armazenamento, transporte e destinação conforme as normas técnicas específicas.</p>
<p>IV - CLASSE D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.</p>	<p>Armazenamento, transporte e destinação conforme as normas técnicas específicas.</p>

Fonte: Resoluções Conama e suas alterações, entre outras bibliografias, com adaptações da autora.

A gestão adequada de RCD se faz necessária, uma vez que para cada classe devem ser realizados procedimentos específicos e verificada a destinação adequada. Deve

seguir a diretriz estabelecida pela Resolução 307/2002 Conama, baseada nos princípios de redução, reutilização e reciclagem (AMADEI *et al.*, 2011). A separação de resíduos quando realizada na obra possibilita melhor remoção e encaminhamento, garantindo qualidade e isenção de contaminantes, reduzindo custos por beneficiamento ou remoção, permitindo a identificação de pontos de desperdício e a melhor organização do canteiro e, por fim, viabilizando a reciclagem.

Segundo Amadei *et al.* (2011), os resíduos depositados irregularmente causam uma série de problemas ambientais, como enchentes, proliferação de vetores nocivos à saúde, fechamento parcial de vias e deterioração do ambiente urbano. Vários são os impactos que os RCD geram em diversas áreas:

- Ambiental: ocupação de áreas naturais em baixadas, terrenos desocupados e fundos de vale, bloqueio de rios e córregos que são responsáveis pela drenagem superficial das águas;
- Social: existe classe social de gestores e coletores, grandes ou pequenos, responsáveis pelo RCD e que não possuem conhecimento técnico necessário para a preservação sanitária e ambiental;
- Sanitário: a deposição irregular do RCD prejudica o saneamento local;
- Visual: a paisagem local fica comprometida;
- Econômico: altos custos para a gestão corretiva dos RCD.

A geração de RCD pode possuir diversas causas e ocorrer desde a fase do projeto, estágio em que se desenvolve o produto e que decisões importantes devem ser tomadas - como tipos de materiais a serem utilizados, formato da edificação, entre outras - até a fase de execução da obra. A fim de reduzir ou não gerar resíduos é necessário intervir na origem do problema (DIAS, 2013).

2.2.2 A geração e a composição do RCD

Até meados do século passado não se ouvia falar em RCD, pois não havia indicadores para a ocorrência de perdas na construção civil e pouco se mensurava sobre a intensidade da geração de resíduos, porém notava-se o montante de resíduos acumulados nos ambientes urbanos. No Brasil, é possível afirmar a significância das perdas na construção e quantificar a geração dos RCD, demonstrando sua supremacia na composição dos Resíduos Sólidos Urbanos (AMADEI *et al.*, 2011).



Figura 1: Composição típica dos resíduos sólidos urbanos (média de 11 municípios)

Fonte: (PINTO, 2004)

O resíduo é gerado em vários momentos do ciclo de vida das construções, desde a fase de construção (canteiro de obras), fase de manutenção e reformas e demolições (JOHN; AGOPYAN, 2000).

Pinto (1999) afirma que, nos padrões construtivos nacionais, a intensidade da perda seja entre 20 e 30% da massa total de materiais, dependendo do patamar tecnológico do executor. A etapa de construção gera resíduos devido às perdas nos processos construtivos (AMADEI *et al.*, 2011).

A composição de RCD está ligada às diversas características das construções, reformas ou demolições e do momento de coleta da amostra, referente à fase da obra (CARNEIRO, 2005). De acordo com Ângulo; John (2006) os RCD no Brasil são compostos predominantemente por materiais inorgânicos não metálicos.

De acordo com Karpinsk (2009) a composição do RCD em sua maioria contém materiais de baixa periculosidade tendo seu impacto gerado, entretanto também pode haver presença de material orgânico, produtos químicos tóxicos e de embalagens diversas que podem acumular água e facilitar a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças. O autor ainda aponta que cerca de 80% dos RCD são potencialmente recicláveis no próprio setor da construção civil, com a possibilidade de aproveitamento no local onde é gerado.

No Brasil a composição média de RCD é expressa por 63% de argamassa, 29% de concreto e blocos, 1% de material orgânico e 7% de materiais diversos (MONTEIRO, 2001).

2.2.3 O projeto de habitação popular e a geração de resíduos

A habitação popular está passando por um processo de miniaturização. Os ambientes estão cada vez mais integrados, não há privacidade, a área íntima e área social estão muito próximas. Tem-se a impressão de volta para a Idade média, onde não havia privacidade, conforto e a mínima preocupação com mobiliário, as famílias eram enormes e os empregados habitavam a mesma casa, que possuía dois cômodos, um para refeição e lazer e o outro para o descanso, e todos, independente da idade, comiam e dormiam juntos (PALERMO *et al.*, 2007).

Ainda de acordo com Palermo *et al.* (2007), existe redução na área dos banheiros, por ser um ambiente oneroso. Quando existe, a área de serviços é definida como um tanque sob cobertura, no lado externo da edificação. A redução da área útil também pode ser definida pela maior proximidade entre a área íntima e a área social e pela ausência de circulações (corredores).

A Figura 2 ilustra este processo de miniaturização da habitação popular, ao longo dos anos.

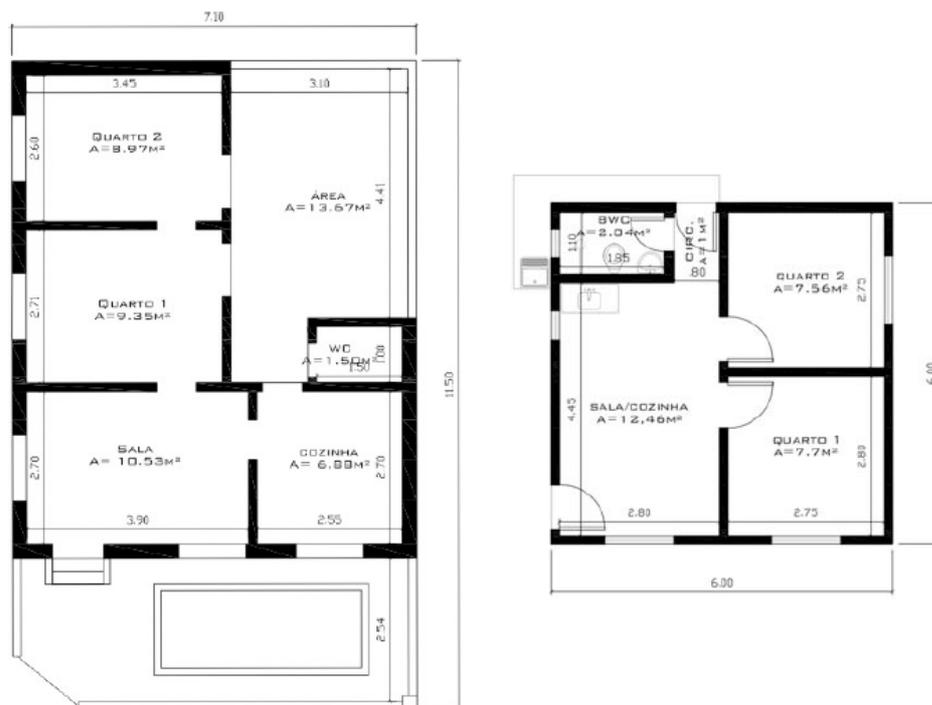


Figura 2: À esquerda Projeto Vila Maria Zélia (1919) e à direita Projeto COHAB/SC (2001)

Fontes: Bonduki (1998) e Palermo *et al.* (2007)

De acordo com Abiko (1995), a função primordial da habitação é abrigo. Apesar de todas as tecnologias, disponibilidade e inovações dos materiais, a função da habitação

continua sendo a mesma: proteger o homem de intrusos e intempéries. Assim, habitação é necessidade básica do ser humano, assim como alimentação e vestuário. Através do estudo da evolução da habitação no Brasil, pode-se refletir que a habitação popular, com seus espaços insuficientes, impõe pouca funcionalidade e restringe as pessoas do convívio familiar (LEITE, 2006).

Sendo o foco a geração de soluções arquitetônicas mais apropriadas, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos de avaliação que, utilizados como ferramenta de concepção, possam assegurar padrões de projeto que tenham suporte em características quantitativas e qualitativas (PALERMO *et al.*, 2007).

O espaço arquitetônico é intencional diante do fato social. Quando se conhece a maneira como uma comunidade vive, podem-se projetar espaços com os quais ela se identifique. Assim, entende-se que o espaço é o mediador das relações sociais e atua sobre elas, na proporção em que sugere, facilita, dificulta e até condiciona os acontecimentos (MALARD *et al.*, 2006).

Segundo Sattler (2007), a habitação popular raramente é projetada, praticamente o mesmo modelo de habitação é reproduzido de norte a sul do país e, em sua grande maioria, as unidades habitacionais são destinadas às unidades familiares, independente se a família é composta por duas ou dez pessoas ela recebe a mesma habitação.

De acordo com Tzortzopoulos; Formoso (1999) a fase de projeto influencia na eficiência e na qualidade do produto final. Decisões tomadas na etapa de concepção e projeto definirão desde gastos de produção até aumento de qualidade do produto final, evitando desperdícios e, conseqüentemente, evitando a geração de resíduos (MÁLIA *et al.*, 2011).

Os resíduos são gerados em consequência de mudanças no projeto ocasionadas durante a execução da obra (OSMANI, 2011). Segundo Costa (1999) para evitar que ocorram essas alterações no projeto durante a obra deve haver uma melhor comunicação entre os diferentes profissionais envolvidos no processo. A geração de resíduos está relacionada a diversos problemas na gestão do empreendimento, como: desconsideração do projetista com a dimensão dos produtos utilizados, falta de informação do projetista, tipos e dimensões dos produtos não se enquadram no projeto (TAM *et al.*, 2007). A Tabela 2 apresenta origens e causas da geração de resíduos da construção de acordo com Osmani *et al.* (2008).

Tabela 2 – Origens e causas da geração de resíduos de construção.

Origem do resíduo	Causa da geração
Contratual	Erros no caderno de encargos; Documentos incompletos no início do contrato de construção.
Projeto	Alterações de projeto; Desenho e detalhes complexos; Erros em desenhos de detalhes da construção; Especificação inadequada; Falhas de coordenação e comunicação.
Aquisição de materiais	Erros no pedido de compras (não conformidade com as especificações); Superestimação das quantidades de materiais; Erros do fornecedor.
Transporte	Danos causados durante o transporte; Dificuldade de acesso ao local da construção por parte dos veículos; Proteção deficiente dos materiais durante a descarga dos mesmos; Métodos ineficientes de descarga.
Gestão e planeamento do canteiro	Falta de um plano de gestão de resíduos no local; Planeamento indevido para as quantidades de materiais necessárias; Atraso no repasse de informações sobre as dimensões e quantidades dos materiais a serem utilizados; Falta de controle do material no canteiro de obras; Falta de fiscalização.
Armazenamento de material	Local inadequado para armazenamento levando a danos ou deterioração; Método impróprio de armazenamento; Materiais armazenados distantes do ponto de aplicação.
Manuseio de materiais	Materiais fornecidos sem embalagem; Método de armazenamento inadequado, exigindo o transporte até o ponto de aplicação; Manipulação inadequada do material.
Operação do canteiro de obras	Acidentes devido à negligência; Materiais e produtos não utilizados; Mau funcionamento de equipamentos; Falta de habilidade profissional; Utilização de materiais errados, resultando em sua eliminação; Pressão para cumprir o cronograma da obra; Falta de ética no trabalho.
Resíduos	Resíduos provenientes de processos de aplicação, como superdimensionamento da quantidade de argamassa; Sobras após o corte de materiais; Resíduos provenientes do corte de formas específicas; Acondicionamento inadequado.
Outros	Tempo; Vandalismo; Roubo.

Fonte: Osmani *et al.* (2008)

Mesmo não havendo consumo de materiais na etapa da concepção do projeto, a forma arquitetônica também exerce influência na geração de resíduo, podendo definir o futuro consumo de materiais por metro quadrado na obra a ser executada (SOUZA; DEANA, 2007). Através da Figura 3 percebe-se que maiores e menores compacidades podem influenciar na quantidade de revestimento de fachada, aumentando assim a geração de resíduos.

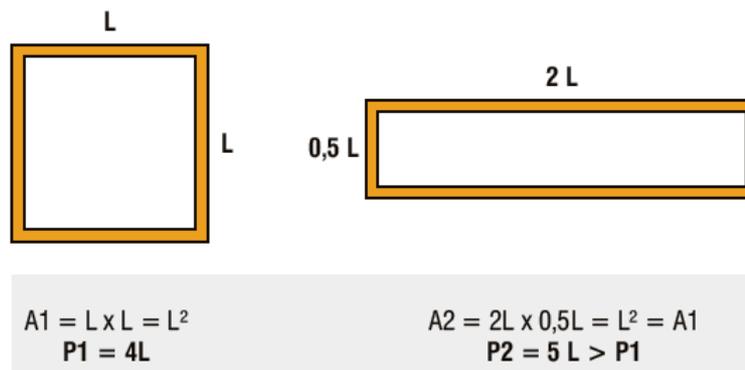


Figura 3: Mesmo possuindo a mesma área construída ($A_1=A_2$), a opção de projeto mais alongada implica em maior área de fachada

Fonte: (SOUZA; DEANA, 2007)

Relacionado à forma da edificação, o Índice de Compacidade (IC) foi definido na década de 70, sendo pioneiro em analisar o custo das decisões arquitetônicas e características geométricas das edificações (ROSSO, 1978). O IC é definido como a relação percentual que existe entre o perímetro de um círculo de igual área do projeto e o perímetro das paredes exteriores do projeto, conforme a Equação 1:

$$Ic = \frac{2\sqrt{Ap \cdot \pi}}{Pp} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Ic = índice de compacidade

Ap = superfície do projeto

Pp = perímetro das paredes do projeto

Mascaró (2010) incorporou ao IC o número de arestas e perímetros curvos de fachadas, pensando no maior custo de execução, denominando como Índice Econômico de Compacidade (IeC), conforme Equação 2:

$$Iec = \frac{2\sqrt{Ap \cdot \pi}}{Pep} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

IeC = índice econômico de compacidade

Ap = superfície do projeto

Pep = perímetro econômico de projeto

Por incorporar arestas e curvas, o Pep da Equação 2 é calculado separadamente, pela Equação 3, e seu resultado aplicado na equação do IeC.

$$Pep = Ppr + 1,5Ppc + \frac{nA}{2} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

Ppr = perímetro das paredes exteriores retas

Ppc = perímetro das paredes exteriores curvas

nA = número e arestas das fachadas

De acordo com Mascaró (2010), o índice máximo de compacidade é 100 e equivale a um projeto de planta circular, num projeto quadrado o índice chega a 88,5%, logo, quanto mais próximo de 88,5% esteja o índice de compacidade de um projeto, os custos de construção serão menores e, conseqüentemente sofrerá menos perdas.

Diversos autores como Trajano (1989), Losso (1995), Assumpção (1996), Solano (2002) e Schneck (2013), vêm estudando as relações geométricas e suas possíveis implicações com o objetivo de desenvolver parâmetros para auxiliar na fase de concepção de projeto.

Com base nos fatores citados anteriormente, percebe-se a importância da etapa de projeto na geração de resíduos em uma construção e a relevância da pesquisa na busca de soluções que diminuam a geração (DIAS, 2013).

2.2.4 O RCD e as perdas na construção civil

O resíduo é um tipo de perda, porém o conceito de perdas engloba muito mais que o desperdício de materiais, as perdas podem ser definidas como qualquer ineficácia que incida na utilização de equipamentos, materiais, mão de obra e investimentos em quantidades superiores às necessárias à produção da edificação (FORMOSO *et al.*, 2002).

A redução das perdas de materiais traz como benefício à redução do consumo de recursos naturais e, conseqüentemente, a redução dos resíduos (PALIARI *et al.*, 2001).

Estudos realizados demonstram que o gerenciamento de resíduos em obras reduz os custos de deposição, melhorando a organização do canteiro e os processos produtivos,

sendo economicamente viável. Mesmo que não haja condições legais de destinação nos municípios, a separação em diferentes classes possibilita o reuso da fração mineral em aterros para correção de nível, em outra área ou no próprio canteiro. De acordo com Lima (2009), o conhecimento do volume gerado de RCD é imprescindível no seu processo de gerenciamento dentro do canteiro de obras.

A Figura 4 representa a cadeia da construção civil que, segundo CONAMA 307 (2002), é um conjunto de processos que compõe uma parte expressiva dos resíduos gerados derivados dos processos de construção, manutenção, reforma e demolição.

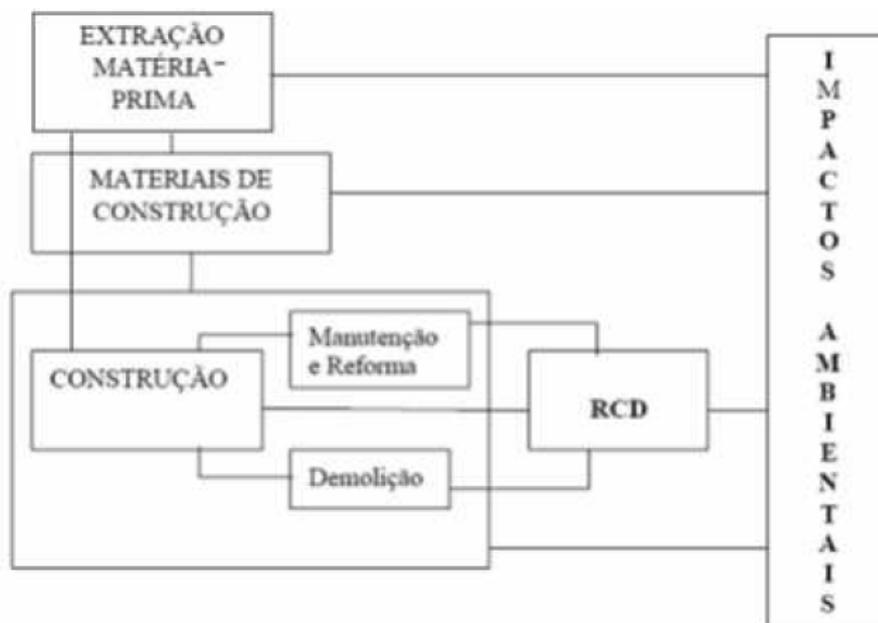


Figura 4: A Cadeia da Construção Civil

Fonte: Put apud **Schneider (2003)**

Estima-se que o RCD compõe entre 41% a 70% de todo o resíduo urbano no Brasil, onde a geração de RCD varia de 230 kg/hab até 660 kg/hab (JOHN, 2000). Segundo Mália *et al.* (2011), na União Europeia (UE) são gerados mais de 500 milhões de toneladas anuais de resíduos, o que representa cerca de 25% a 30% de todos os resíduos gerados.

No contexto mundial, de acordo com o Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat) – é a organização estatística da comissão europeia que produz dados estatísticos para a UE e promove a harmonização dos métodos estatísticos entre os Estados-membros – é possível perceber que nos últimos anos houve um grande esforço em mudar o panorama da prevenção e gestão de resíduos na UE, concluindo-se que nos últimos dez anos a deposição de resíduos em aterros passou de 60% para 41%, assim havendo um aumento da importância das formas alternativas de tratamento de resíduos (GONÇALVES, 2011).

2.2.5 A medição dos resíduos e seus principais métodos

As ações com foco na melhoria da geração de resíduos devem acontecer nas várias etapas do processo de produção da obra, envolvendo distintos agentes da cadeia produtiva, destacando sempre medidas para a redução da geração de resíduos, reutilização ou reciclagem, bem como a sua deposição adequada (SOUZA *et al.*, 2004). O primeiro passo para a eficácia do gerenciamento dos RCD é a realização, no contexto municipal, de um amplo diagnóstico sobre a sua geração, principalmente através da identificação do volume total gerado e suas características e propriedades (ABREU *et al.*, 2008). O autor ainda explana que a estimativa da quantidade gerada ao longo do tempo é de extrema importância na organização da estrutura necessária para gerir o processo e realizar a reutilização ou reciclagem dos resíduos.

No contexto mundial, pode-se citar que o desafio da UE é recuperar 70% do RCD gerado até 2020. Diversos estudos revelam que uma grande barreira é a falta de dados (LLATAS, 2011). Um estudo recente nos Estados Unidos indica que a quantidade real de resíduo gerado é desconhecida (COCHRAN; TOWNSEND, 2010). A Espanha, mesmo com o atual Plano Nacional de Resíduos da Construção reconhece que não foi possível determinar a geração anual de resíduos, devido à falta de estatísticas confiáveis (GOVERNO ESPANHOL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

No Brasil o trabalho realizado por Pinto (1999) tem grande importância e repercussão até os dias de hoje e estimulou vários estudos como Sardá (2003), Marques; Fehr (2007), Abreu *et al.* (2008), Oliveira (2008) e Brönstrup *et al.* (2010). A pesquisa do autor é uma proposta de metodologia para gestão dos RCD estabelecendo a soma de três indicadores: quantidade de resíduos provenientes de edificações novas, quantidade de resíduos provenientes de reformas, ampliações e demolições removidas de forma regular e quantidade de resíduos removidos de deposições irregulares pela gestão pública municipal.

A estimativa da geração de resíduos em construções novas é feita através de levantamento dos registros de aprovação de projetos junto à prefeitura municipal com suas respectivas áreas construídas, onde sobre o valor de área construída anual foi aplicado o indicador, que foi estabelecido através de levantamento de dados em pesquisa em diversas regiões brasileiras, cujo indicador obtido foi de 150 kg/m².

De acordo com Pinto (1999) e Pinto; Gonzalez (2005) a tarefa de quantificação é um desafio no país, onde uma importante fonte na geração dos RCD são os geradores

informais, que podem representar uma fração considerável dos RCD gerados em um município e para os quais, dados estatísticos estão indisponíveis.

Outros estudos foram realizados no Brasil com o intuito de quantificar a geração de RCD, entre eles Souza *et al.* (2004) e Careli (2008). Através desses estudos foram obtidas gerações de RCD por unidade de área, em m², de edificações verticais, variando de 0,050 até 0,150 t/m² (ÂNGULO *et al.*, 2011).

No método de quantificação de RCD proposto por Katz; Baum (2010) foi proposto um modelo para prever o fluxo de resíduos na construção do início ao fim da fase de produção, permitindo identificar a quantidade de resíduos e seus constituintes. O trabalho foi desenvolvido a partir de estudo de caso em Israel envolvendo dez obras de edifícios residenciais com características típicas do país e em diferentes estágios de execução.

O acompanhamento foi feito semanalmente durante oito meses para se obter a quantidade de resíduos produzidos nas etapas de sistema estrutural, de acabamento inicial e de acabamento final. Os estudos de caso “in loco” basearam-se em observações semanais em cada obra, onde o observador coletava informações quanto ao volume total da caçamba coletora, o seu grau de enchimento, e o volume relativo, em porcentagem, de uma lista de componentes de resíduos. Também houve registro fotográfico de cada visita técnica, juntamente com a identificação da fase da construção. Foram cerca de 700 observações para coleta de informações.

Servindo de base, a pesquisa de campo, para o desenvolvimento de um modelo empírico de estimativa com base estatística de modo a produzir uma ferramenta que permite prever as quantidades de resíduos gerados na construção de novos edifícios residenciais auxiliando na avaliação do fluxo de resíduos nas construções.

Por fim os pesquisadores concluíram que quantidades menores foram geradas durante as fases iniciais da construção e houve aumento significativo na fase final. Nas fases iniciais, grande parte dos resíduos é de material reciclável enquanto ao final da construção as quantidades totais de resíduos aumentam, todavia a proporção do material reciclável diminui. O modelo desenvolvido pode ajudar os gestores no rastreamento das quantidades de resíduos retiradas do local, proporcionando assim indicação de qualquer desperdício anormal no decorrer das atividades. A quantidade total de resíduos gerados durante a construção de edifícios residenciais foi estimada em 0,2 m³/m² (KATZ; BAUM, 2010).

Sáez *et al.* (2012) propõe seu método de quantificação utilizando o método criado por Katz; Baum (2010) para quantificar a geração de RCD na construção de novos edifícios na Espanha. O estudo foi realizado em cinco etapas:

1. Identificação da construção típica da região: elaborada através de dados de publicações estatísticas nacionais, observou-se que no período entre 2001 e 2005 a maioria das construções foi de novos edifícios residenciais.
2. Características dos projetos analisados: foco em projetos de edifícios residenciais de pequenas e médias empresas, com características de construção similares a fim de obter resultados comparáveis.
3. Determinação das etapas de construção: as etapas consideradas no estudo foram de terraplanagem e estrutura, paredes exteriores, internas e coberturas, molduras de esquadrias, sistema elétrico, de ar-condicionado, hidráulico, aquecimento, proteção contra incêndio, energia solar, elevadores, vidros, decoração e mobiliários urbanos.
4. Cálculo dos resíduos gerados na execução das construções: o volume de resíduos gerados em cada uma das etapas estabelecidas foi baseado no banco de dados do Instituto de Tecnologia da Catalunha, BEDEC - ITeC (2010) que fornece a quantificação, tanto em peso (kg) como em volume (m³).
5. Desenvolvimento de um modelo empírico para estimar as quantidades de resíduos em relação aos diversos tipos de resíduos e, também às fases das construções: foram determinados três indicadores, o indicador i1 permite a estimativa do volume do total de RCD gerado na construção, o indicador i2 permite uma estimativa de cada tipo de RCD gerado no local e o indicador i3 relaciona o volume (m³) de RCD gerado por fase de construção para a superfície total construída em metros quadrados.

Foram excluídos deste estudo materiais definidos no catálogo europeu de resíduos como solos e rochas não contaminados com substâncias perigosas, pois não são considerados como resíduos na Diretiva 2008/98/CE (SÁEZ *et al.*, 2012).

Ainda de acordo com Sáez *et al.* (2012), uma variedade de autores desenvolveram novas metodologias para quantificar os RCD, a Tabela 2 mostra um resumo dos estudos anteriores que determinam estimativas de geração de RCD em obras.

Tabela 3 – Estudos relacionados à quantificação de RCD.

Autor	Ano	País	Tipo de Projeto de Construção	Quantificação de RCD	Conclusões
Bossink and Brouwers*	1996	Holanda	Residencial	Porcentagem por peso	1-10% dos materiais de construção entregues na obra tornou-se resíduo (em peso)
Pinto, T. P.	1999	Brasil	Residencial	kg/m ²	150 kg/m ²
Maña I Reixach et al.	2000	Espanha	Residencial e Não Residencial	m ³ /m ² sem solo	0,125m ³ /m ² de área construída
Souza, V. B.	2005	Brasil	Residencial (Habitação Popular)	kg/m ²	89,68kg/m ² de RCD gerado
Cochran et al.	2007	Estados Unidos	Residencial e Não Residencial	Porcentagem por peso	Porcentagem da composição dos resíduos em oito frações
Tam et al.	2007	Hong Kong	Residencial e Não Residencial	Nível de desperdício em% para quatro diferentes tipos de resíduos	Habitação privada: 13,28%
Kofowole et al.*	2009	Tailândia	Residencial e Não Residencial	kg/m ²	Residencial: 21,38% Não Residencial: 18,99%
Solís-Guzmán et al.	2009	Espanha	Construção e Demolição	m ³ /m ² de acordo com três tipos de resíduos por unidade de construção. Incluído solo	Nova construção: 0.3076 m ³ /m ² Demolição: 1.2676 m ³ /m ²
Amnon Katz et al.	2010	Israel	Residencial	De acordo com o estágio do processo construtivo	Um terço do total de resíduos produzidos são gerados durante as fases iniciais do processo de construção
Llatas*	2011	Espanha	Residencial	m ³ /m ² dos três tipos de resíduo. Solo é considerado	0,1388 m ³ /m ²
Dias	2013	Brasil	Residencial	m ³ /m ²	0,1286 m ³ /m ²

Fonte: Adaptado de Sáez *et al.* (2012); * Apud Sáez *et al.* (2012)

No estudo de Souza (2005), específico sobre habitação popular, para atingir a taxa calculada foram quantificados os RCD gerados em 50 unidades habitacionais de 44,52m² cada e obteve-se um volume de 3,10m³ por unidade habitacional e massa unitária média de 1.288kg/m³, obteve-se o valor de 89,68kg/m². Em se tratando de habitação popular, a geração de RCD pode variar muito, pois as variedades e quantidades de material utilizadas nestas obras são bem menores que as utilizadas em obras de prédios, por exemplo, já que nas

habitações populares não há fôrmas, laje de forro, revestimento cerâmico, gesso, calçadas, áreas comuns, entre outros serviços que não são executados (SOUZA, 2005).

Os autores que trabalharam com kg/m² utilizaram o volume de resíduo gerado por unidade habitacional em m³, multiplicado pela massa estimada para as habitações, executadas predominantemente por processos convencionais e, posteriormente dividindo pela área da unidade habitacional, assim alcançando a taxa de geração de resíduo de construção.

2.2.6 Orçamentos

A determinação dos gastos necessários para a realização de um empreendimento, através de quantitativos, conforme um plano de execução previamente estabelecido é como se pode definir um orçamento (LIMMER, 1997). O principal fator para o sucesso de um projeto é o planejamento, onde o orçamento é um dos passos iniciais para a sua confirmação. O orçamento proporciona todas as ferramentas necessárias para a viabilidade do empreendimento (FÉLIX; DARÉ, 2011).

De acordo com Kern (2005) o orçamento de obra, normalmente produzido nas primeiras fases do empreendimento e de suma importância, é um documento básico referente aos custos de um empreendimento.

Nos empreendimentos habitacionais financiados pela CEF, os projetos são menos complexos, porém devem atender os requisitos estipulados pela financeira. A liberação de recursos está associada ao cronograma físico-financeiro, aprovado pela CEF. Após o fim de cada etapa da obra, fiscais fazem vistorias para medição da produção e posterior liberação das parcelas do pagamento. Assim, o lucro da construtora depende do custo final do empreendimento (KERN, 2005).

De acordo CAIXA (2014), orçamento é definido como a identificação, descrição, quantificação, análise e atribuição de valor para a mão de obra, equipamentos, materiais, impostos, custos, riscos, lucro desejado para previsão do preço final do empreendimento. Onde custo representa todo gasto envolvido na produção do empreendimento e preço é o valor final pago pelo contratante ao contratado (CAIXA, 2014).

Segundo CAIXA (2014) pode-se classificar o orçamento em:

- Estimativa de custos: quando se adota índices específicos conhecidos no mercado para avaliação de viabilidade econômica do empreendimento, utilizando como base custos históricos e comparação com projetos similares.

- Orçamento preliminar: quando se quantifica os serviços mais expressivos do empreendimento, mais detalhado que a estimativa de custos.
- Orçamento discriminado ou detalhado: quando é elaborado com composições de custo e vasta pesquisa de preços dos insumos. Produzido a partir de especificações detalhadas e composições de custos específicas. Tem a finalidade de chegar ao valor mais próximo possível do custo real, assim depende de um projeto detalhado e especificações para o levantamento preciso de quantitativos.

O sistema utilizado pela Caixa Econômica Federal juntamente com o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para a orçamentação de seus empreendimentos é o SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, porém um sistema de referência bastante utilizado nos orçamentos da construção civil é o CUB – Custo Unitário Básico, publicado pelos sindicatos da indústria da construção civil dos estados (MENDONÇA, 2012).

2.2.7 O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)

O extinto BNH – Banco Nacional de Habitação – implantou, em 1969, o SINAPI com a finalidade de suprir as informações sobre os custos da construção civil relativos a projetos habitacionais e de índices que considerassem o comportamento desses custos (CAIXA, 2014). O IBGE ficou encarregado de produzir mensalmente os preços dos insumos e salários da construção civil (IBGE, 2013). A administração do SINAPI ficou sob responsabilidade da Caixa Econômica Federal após a extinção do BNH.

A partir de 2003, quando foi publicada a LDO – Lei de Diretrizes Orçamentárias, o SINAPI tornou-se referência oficial do Governo Federal para os custos das obras públicas executadas com recursos do OGU – Orçamento Geral da União (CAIXA, 2014).

Em 2009, o Banco Referencial do SINAPI torna-se a principal fonte de consulta pública de custos da construção civil, pois a Caixa Econômica federal passa a publicar na internet os serviços e custos (CAIXA, 2014).

Visando maior transparência e certeza nas definições e indicadores de cada serviço, além de atualizar as referências existentes, em 2013, inicia o processo de aferição das composições do Banco Referencial do SINAPI. Também em 2013 é criado o Decreto

Presidencial 7983/2013 que estabelece critérios e regras para a elaboração de orçamentos (CAIXA, 2014). A Figura 5 demonstra breve histórico do desenvolvimento do SINAPI.

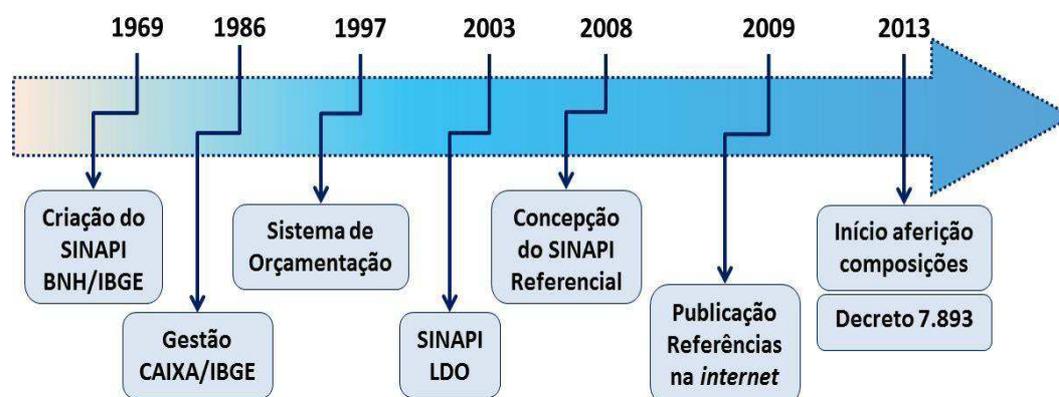


Figura 5: Histórico do Desenvolvimento do SINAPI

Fonte: CAIXA (2014)

Na Tabela 4 são apresentados os projetos padrões habitacionais disponíveis no SINAPI, apresentando suas principais características, padrões e áreas construídas (CAIXA, 2014).

Tabela 4 – Projetos de residências unifamiliares, de acordo com o SINAPI

Projeto	Descrição	Dormitórios	Área Equi. (m ²)	Padrões
CP1-1Q30	Casa geminada, com 1 pavimento, fundação baldrame, composta de: sala, quarto, circulação, cozinha e banheiro.	1	29,70	Normal, Baixo e Mínimo
CP.1-2Q40	Casa com 1 pavimento, fundação baldrame, composta de: sala, 2 quartos, circulação, banheiro e cozinha.	2	40,65	Normal, Baixo e Mínimo
CP.1-2Q46	Casa com 1 pavimento, fundação baldrame, composta de: varanda, sala, 2 quartos, circulação, banheiro, cozinha.	2	46,15	Normal, Baixo e Mínimo
CP.2-3Q56	Casa geminada, com 2 pavimentos, fundação baldrame. primeiro pavimento: sala, 1 quarto e cozinha. segundo pavimento: 2 quartos, circulação e banheiro.	3	56,50	Normal, Baixo e Mínimo
CR.1-2Q62	Casa com 1 pavimento, fundação baldrame, composta de: varanda, sala, 2 quartos, circulação, banheiro, cozinha, área de serviço, quarto e WC de empregada.	2	61,86	Normal, Baixo e Mínimo
CR.1-3Q104	Casa com 1 pavimento, fundação baldrame, composta de: varanda, sala, 3 quartos, circulação, banheiro, lavabo, cozinha, área de serviço, quarto e wc de empregada.	3	103,90	Alto, Normal e Baixo

CR.1-4Q122	Casa com 1 pavimento, fundação baldrame, composta de: varanda, sala, 4 quartos, circulação, 2 banheiros, cozinha, área de serviço, quarto e WC de empregada.	4	122,25	Alto, Normal e Baixo
CR.2-2Q81	Casa geminada, com 2 pavimentos e edícula, fundação baldrame. primeiro pavimento: sala e cozinha. segundo pavimento: 2 quartos, circulação e banheiro. área útil (1+2): 55,39m ² . edícula: área de serviço, quarto e wc de empregada.	2	80,72	Normal, Baixo e Mínimo

Fonte: CAIXA (2014)

De acordo com SINAPI (2015), o custo nacional da construção, por metro quadrado, fechou dezembro de 2014 em R\$ 913,32, em janeiro de 2015 foi para R\$ 915,22, sendo R\$ 498,35 relativo aos materiais e R\$ 416,87 à mão de obra. O custo para a região Sul ficou em R\$ 929,21. Em 2013, quando os orçamentos foram enviados para aprovação do financiamento junto a CEF, o valor médio do SINAPI nacional estava em R\$ 888,72 e para a região Sul em R\$ 907,38.

2.2.8 O Custo Unitário Básico (CUB)

O CUB foi criado em 1964 através da Lei Federal 4.591, inicialmente para servir como parâmetro na determinação dos custos dos imóveis, porém, ao longo dos anos, conquistou o caráter de indicador de custo da construção civil (SINDUSCON- MG, 2007).

De acordo com SINDUSCON- MG (2007) o CUB possui um aparato legal através da Lei 4.591/64 e também possui aparato técnico através da ABNT NBR 12721:2006, que conceitua o CUB como o custo por metro quadrado de construção dos projetos-padrões considerados. O cálculo do CUB dos projetos padrões se dá pelo somatório dos custos unitários dos vários insumos que compõem os lotes básicos dos referidos projetos multiplicados pelas respectivas quantidades (MENDONÇA, 2012).

Na Tabela 5 são apresentados os projetos padrões habitacionais da NBR 12721:2006, com suas principais características, padrões e áreas equivalentes.

Tabela 5 – Projetos padrões de residências unifamiliares de acordo com a NBR 12721:2006

Projeto	Descrição	Dormitórios	Área Equi. (m ²)	Padrões
R1 - B	Residência unifamiliar padrão baixo: 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque.	2	51,94	Baixo
R1 - N	Residência unifamiliar padrão normal: 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).	3	99,47	Normal
R1 - A	Residência unifamiliar padrão alto: 1 pavimento, 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel).	4	210,44	Alto
RP1Q	Residência unifamiliar popular: 1 pavimento, 1 dormitório, sala, banheiro e cozinha.	1	39,56	Popular

Fonte: NBR 12721 (2006)

De acordo com SINDUSCON - RS (2015) o custo da construção R1-B, por metro quadrado, em fevereiro de 2015 está em R\$ 1.180,49. Em 2013, quando os orçamentos foram enviados para aprovação do financiamento junto a CEF, o valor médio do CUB nacional estava em R\$ 1.050,21 e para a região Sul em R\$ 1.110,31 (CBIC, 2013).

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O método aplicado na pesquisa foi o estudo de caso, que, para Yin (2005), é um modo de pesquisa empírica que analisa um acontecimento atual incluso no contexto real, utilizando diferentes fontes de evidências, conseqüentemente não sendo totalmente claras as fronteiras entre o acontecimento e o contexto. O estudo de caso tem como finalidade entender o acontecimento que é objeto do estudo e ao mesmo tempo compreender seus elementos fundamentais, gerando assim novos conhecimentos.

O estudo de caso pode ter diversos objetivos, como: analisar situações da vida real onde os limites não estão claramente definidos, conservar o caráter unitário do objeto investigado, explicar a situação do cenário em que está sendo feita determinada investigação, elaborar hipóteses ou desenvolver teorias e justificar as variáveis causais de determinado acontecimento em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (GIL, 2002).

A pesquisa foi desenvolvida a partir de agosto de 2013 através da seleção dos projetos a serem estudados e da busca de referências bibliográficas relacionadas ao tema. A síntese da pesquisa está expressa na Figura 6. Posteriormente são apresentadas e caracterizadas as obras selecionadas para o estudo, durante as cinco etapas de execuções das edificações foram coletados os dados referentes à geração de resíduos nos canteiros de obras. Paralelamente, as obras foram analisadas economicamente.

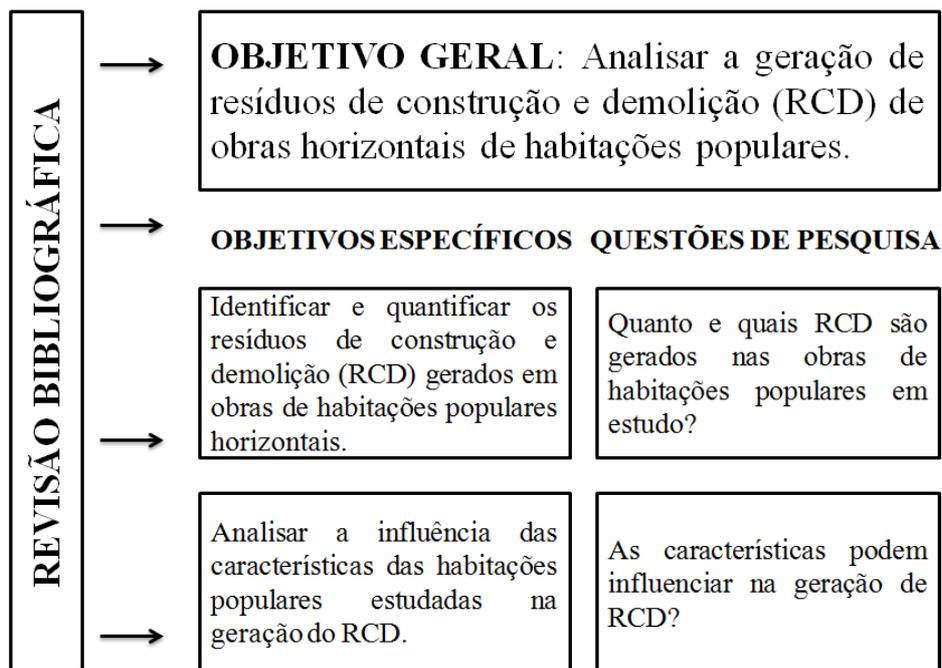


Figura 6: Síntese das Etapas da Pesquisa.

3.2 ETAPAS DO ESTUDO

O estudo possui três etapas: a descrição das habitações populares típicas estudadas, a coleta de dados e o tratamento dos dados. A seguir são descritas as etapas do estudo.

3.2.1 Descrição das Habitações Populares típicas estudadas

Os projetos das habitações populares nas quais o estudo foi desenvolvido foram obtidos junto a um Escritório de Arquitetura e Engenharia de Ivoti que atua no mercado de edificações residenciais há 11 anos. Três delas estão situadas na cidade de Ivoti e três na cidade de Lindolfo Collor, todas estão inseridas no Programa do Governo Federal MCMV. A totalidade de proprietários utilizou o Fundo de Garantia por tempo de Serviço (FGTS) como recurso próprio.

Embora os proprietários se enquadrem no Programa do Governo Federal MCMV, na verdade o perfil dos usuários não é de baixa renda, pois em todos os casos foi utilizada a renda de apenas um morador da residência para efetuar o financiamento e receber subsídio do Governo Federal. Em geral, verificou-se que a renda familiar ultrapassava três salários mínimos.

A Tabela 6 descreve as principais características das habitações em estudo.

Tabela 6 – Principais Características das Habitações em estudo.

Obra	Cidade	Área (m ²)	Estrutura	Fundação	Telha	Forro	Piso	Terreno
A	Ivoti	40,30	Concreto Armado	Sapata	Cerâmica Esmaltada	PVC	Cerâmico	Inclinado
B	Ivoti	61,97	Concreto Armado	Sapata	Cerâmica Esmaltada	PVC	Cerâmico	Inclinado
C	Ivoti	65,02	Concreto Armado	Sapata Corrida	Cerâmica Esmaltada	Laje	Cerâmico	Plano
D	Lindolfo Collor	56,17	Concreto Armado	Sapata Corrida	Cerâmica Natural	PVC	Cerâmico	Plano
E	Lindolfo Collor	60,60	Concreto Armado	Sapata Corrida	Fibrocimento 6mm	Laje	Cerâmico	Plano
F	Lindolfo Collor	69,00	Concreto Armado	Sapata Corrida e Sapata	Concreto Plana	Laje	Cerâmico	Inclinado

As habitações em estudo possuem áreas semelhantes. Duas delas possuem apenas um dormitório e quatro possuem dois dormitórios. De acordo com o Código de Obras do Município de Ivoti as exigências para habitação popular são diferenciadas das demais edificações. Sendo a primeira e única edificação do proprietário, o primeiro dormitório pode possuir no mínimo 9,00 m² e os demais 7,50 m², a sala de estar e jantar integradas com a cozinha devem possuir no mínimo 15,00 m². Já o Código de Obras do Município de Lindolfo Collor não possui diferença nas exigências para habitação popular, porém o Departamento de Planejamento Urbano aceita o projeto se as áreas não forem muito menores, como no caso da Habitação D, que possui um dormitório de 11,19m² e não 12,00m², conforme exigência do Código de Obras do município. A seguir apresenta-se uma das habitações em estudo. As demais estão no Anexo A.

As Figuras 7 e 8 apresentam a Habitação A, que conta com 40,30m², é localizada na cidade de Ivoti e servirá de moradia para um casal. A habitação possui terreno inclinado, assim foi construída suspensa, sobre pilares e possui laje de entrepiso. As paredes da divisa lateral e a frontal possuem fechamento com pedras de arenito. Além da Habitação A, as Habitações B e F também foram construídas suspensas e possuem lajes de entrepiso.

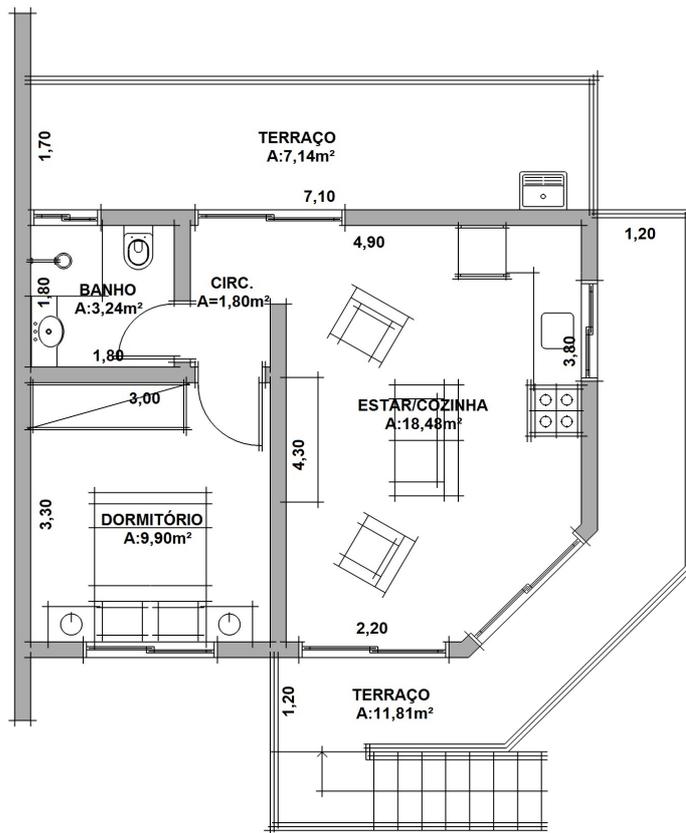
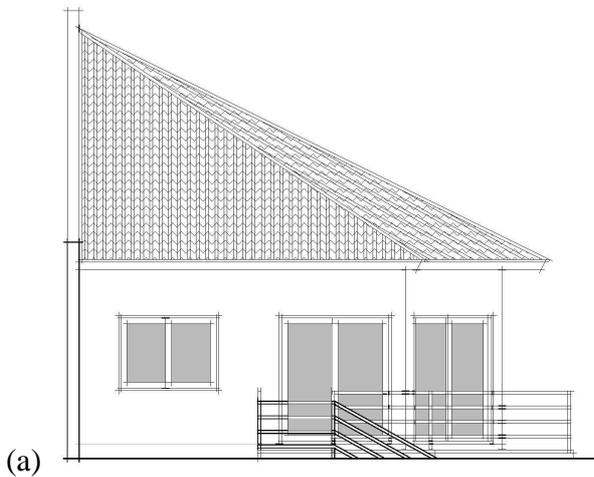


Figura 7: Planta Baixa da Habitação A



(a)



(b)

Figura 8: (a) Fachada principal da Habitação A (b) Imagem da Habitação A durante a obra

3.2.2 Coleta de dados

A coleta de dados possui dois propósitos. O primeiro é identificar qualitativamente o RCD gerado durante a execução das obras, isto é, identificar os materiais que compõem os resíduos, caracterizando-os conforme a classificação da Resolução CONAMA 307/2002, através da identificação das classes de resíduos. A Figura 9 foi utilizada para o controle dos diferentes tipos de materiais utilizados nas obras.

<p>UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGEC PESQUISA: QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) EM OBRAS DE HABITAÇÕES POPULARES HORIZONTAIS: ESTUDO DE CASO.</p> <p>Mestranda: Roseane Dornelles Teles</p> <p>Orientador: Marco Aurélio Stumpf Gonzalez</p> <p>Construtor: Obra: Área construída: Descrição da obra: Início da obra: Término (Efetivo/Previsto):</p> <p style="text-align: center;"><u>Análise Qualitativa dos RCD</u></p>			
Fase da Obra	Descrição	Resíduo Gerado	Classificação CONAMA 307/2002

Figura 9: Ficha de Análise Qualitativa dos RCD das obras

Fonte: Adaptado de Costa (2012)

O segundo propósito consiste na medição de resíduos gerados durante a execução das obras. Tendo em vista o porte das obras e para facilitar a medição, o volume de RCD gerado na obra foi mensurado através de recipientes de latas de tinta com um volume de 0,018 m³ (Figura 10).



Figura 10: Recipiente utilizado para medição de RCD.

Outra forma de coleta foi através de caixas produzidas em parceria com os construtores das obras. Foram disponibilizadas duas caixas por obra com dimensões de 1,00m x 1,00m x 0,80m, com o propósito de acondicionar os resíduos gerados (Figura 11). Uma das caixas foi utilizada para coleta de madeiras, sacos de cimentos, materiais plásticos (sobras de tubulações de PVC, embalagens e forro de PVC) e a outra para sobras de argamassa, resíduos de blocos cerâmicos, telhas e telhas (no caso de obras com laje de cobertura e de entrepiso). A execução das caixas utilizou 5 tábuas, facilitando a análise do percentual de volume contido na caixa em cada momento (cada tábua representa 20% do volume).



Figura 11: Caixa confeccionada para acondicionamento do RCD.

Outro fator importante é a dimensão do resíduo gerado para a medição. Foi utilizado um critério para evitar os vazios na quantificação dos mesmos: as dimensões máximas aceitas para blocos cerâmicos e telhas foram de 0,15m x 0,05m. Sendo maiores que estas dimensões, os materiais foram quebrados para um melhor acondicionamento nos recipientes utilizados para a medição. Já no caso das madeiras, peças até 1,00m foram depositadas nas caixas e as que ultrapassaram esta dimensão foram quantificadas por número de peças. Os resíduos provenientes de escavações e terraplanagem não foram contabilizados neste estudo.

Para o melhor entendimento sobre a quantidade de materiais mensurados e melhores visualizações, comparações, entre outros fatores, os resíduos de classe C e classe D foram convertidos em metros cúbicos (m³). A conversão dos resíduos de classes C e D foi realizada de forma empírica, através de medições utilizando os recipientes de latas de tintas com o volume conhecido de 0,018 m³ (Figura 10) e as caixas com o volume conhecido de 0,8 m³ (Figura 11).

Os resíduos classe C foram encontrados somente sacos de cimento, observou-se que quatro sacos de cimento de 50 kg amassados cabem em uma lata de tinta, assim o volume foi calculado pela Equação 4.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ m}^3 &= 222 \text{ sacos de cimento, logo} \\
 x \text{ m}^3 &= 130 \text{ sacos de cimento} \\
 222 \cdot x &= 130 \cdot 1 \\
 x &= 0,585 \text{ m}^3
 \end{aligned}
 \tag{Equação 4}$$

Os resíduos de classe D foram embalagens de tintas de 3,6 e 18 litros, embalagens de solvente de 1litro e latas de espuma de poliuretano. Estes foram encontrados nas obras, colocando as embalagens umas dentro das outras (menores dentro das maiores) para diminuir o índice de vazios, e posteriormente acondicionando nas caixas de madeira, quantificando visualmente o volume aproximado em metros cúbicos. As caixas foram confeccionadas com cinco tábuas, facilitando a análise do percentual do volume contido na mesma, cada tábua representando 20% do volume. Por exemplo, a obra de habitação B, possuía 39 embalagens e, visualmente completou uma caixa com as embalagens, assim completando 100% da caixa, gerando 0,8 m³ de resíduos de classe D.

Os dados foram coletados mensalmente nos canteiros de obras pela mestranda, no período de dezembro de 2013 a outubro de 2014, conforme os cronogramas (no Anexo B) das obras enviados para a Caixa Econômica Federal.

Para o registo dos dados e acompanhamento da quantidade de RCD gerado em cada obra, foi criada uma ficha de acompanhamento de obra, utilizada ao longo de todo o cronograma de execução da construção (Figura 12).

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS		
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL -		
PPGEC		
PESQUISA: QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E		
DEMOLIÇÃO (RCD) EM OBRAS DE HABITAÇÕES POPULARES		
HORIZONTAIS: ESTUDO DE CASO.		
Mestranda: <u>Roseane Dornelles Teles</u>		
Orientador: <u>Marco Aurélio Stumpf Gonzalez</u>		
Construtor:		
Obra:		
Área construída:		
Descrição da obra:		
Início da obra:		Término (Efetivo/ Previsto):
<u>Geração de RCD</u>		
Data	Quantidade descartada	Unidade

Figura 12: Ficha de acompanhamento para coleta de dados das obras

Fonte: Adaptado de Costa (2012)

Parte da coleta de dados inclui o estudo dos orçamentos das obras das habitações, os orçamentos foram executados pela mestranda, assim como os projetos, os quais são personalizados. Foram considerados para análise os valores orçados a os valores dos terrenos, assim como os custos totais financiados. A partir destes dados foram estudadas as diferenças entre os orçamentos do processo de financiamento das obras das habitações populares.

3.2.3 Tratamento dos dados

O tratamento dos dados foi realizado através de análise estatística, utilizando modelo similar ao proposto por Dias (2013), através de regressão linear. Também possui o

objetivo de correlacionar os resultados dos diferentes comportamentos por modelos matemáticos, verificando assim os fatores que intervêm no comportamento de variáveis de resposta. Os seguintes critérios foram adotados:

- Variável dependente: através da definição das obras de habitação popular, foi organizado um banco de dados para cada obra em estudo. A quantidade de resíduos gerada é a variável dependente e sua coleta ocorreu durante a execução das obras, sendo medida em m³.
- Variáveis independentes: são as variáveis quantitativas do estudo e estão relacionadas às características do projeto arquitetônico, são elas:
 - área total construída, obtida através da planilha de áreas do projeto arquitetônico;
 - densidade de paredes internas da habitação (m/m²), que corresponde ao comprimento de paredes internas em alvenaria incluindo os pilares, dividido pela área da habitação;
 - índice econômico de compacidade (IeC): relação entre as paredes externas que envolvem a habitação e a superfície da mesma, de acordo com o item 2.2.3, utilizando as Equações 2 e 3;
 - custos realizados: correspondem aos custos realizados na execução de cada obra em R\$/m².

A partir destas variáveis realizaram-se as análises estatísticas com o objetivo de descrever a relação entre a variável dependente (Y), quantidade de resíduo gerada e as variáveis independentes (x), neste caso as características que demonstraram possível influência sobre a geração do RCD. O modelo pode ser representado pela Equação 5.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \dots + \beta_k X_{k,i} + \varepsilon \quad \text{Equação 5}$$

Y_i = variável dependente para a *i-ésima* obra;

X_i = variáveis independentes para a *i-ésima* obra;

β = coeficientes parciais de regressão

ε = erro

Da mesma forma que no estudo de Dias (2013) a amostra obtida é considerada pequena. A análise de regressão utilizou as variáveis coletadas que apresentaram influência sobre a variável dependente (Y). O nível de significância foi estabelecido em $\alpha = 0,05$ e foram analisados os coeficientes de determinação (R^2), a análise de variância (F) e as variáveis explicativas (t). Ao fim do estudo propõe-se um modelo exploratório com os dados coletados.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos na realização do estudo. A apresentação do capítulo é realizada em quatro partes, equivalentes às três etapas do estudo.

4.1 IDENTIFICAÇÃO QUALITATIVA DO RCD

A análise qualitativa do RCD durante a execução das obras de habitações populares possui o objetivo de caracterizar os resíduos conforme a classificação da Resolução 307/2002 do CONAMA, identificando os materiais que compõem os resíduos. A Tabela 7 apresenta os resíduos por habitação.

Tabela 7 – Análise qualitativa dos resíduos conforme Resolução CONAMA 307/2002.

Obra	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
A	Blocos cerâmicos	Forro de PVC	Sacos de cimento	Latas de tinta
	Telhas cerâmicas esmaltadas	Tubulações PVC		Latas de solvente
	Tabelas cerâmicas	Fios elétricos		Espuma de poliuretano
	Argamassa	Madeiras (pinus e compensado)		Latas de espuma de poliuretano
	Pedras de arenito	Vidros		Rolos de pintura
	Piso cerâmico	Lixas de papel		
	Vigotas	Papel (embalagens)		
	Arame recozido			
	Aço			
B	Blocos cerâmicos	Forro de PVC	Sacos de cimento	Latas de tinta
	Telhas cerâmicas esmaltadas	Tubulações PVC		Latas de solvente
	Tabelas cerâmicas	Fios elétricos		Rolos de pintura
	Argamassa	Madeiras (pinus e compensado)		Espuma de poliuretano
	Pedras de arenito	Vidros		Latas de espuma de poliuretano
	Piso cerâmico	Lixas de papel		
	Vigotas	Papel (embalagens)		
	Arame recozido			
	Aço			
C	Blocos cerâmicos	Tubulações PVC	Sacos de cimento	Latas de tinta
	Telhas cerâmicas	Fios elétricos		Latas de solvente
	Tabelas cerâmicas esmaltadas	Madeiras (pinus e compensado)		Rolos de pintura
	Argamassa	Vidros		Espuma de poliuretano
	Pedras de arenito	Lixas de papel		Latas de espuma de poliuretano
	Piso cerâmico	Papel (embalagens)		
	Vigotas	Arame recozido		
	Aço			
D	Blocos cerâmicos	Forro de PVC	Sacos de cimento	Latas de tinta
	Telhas cerâmicas	Tubulações PVC		Latas de solvente
	Tabelas cerâmicas	Fios elétricos		Espuma de poliuretano
	Argamassa	Madeiras (pinus e compensado)		Latas de espuma de poliuretano
	Pedras de arenito	Vidros		Rolos de pintura
	Piso cerâmico	Lixas de papel		
		Papel (embalagens)		
	Arame recozido			

		Aço	
E	Blocos cerâmicos Telhas fibrocimento Tabelas cerâmicas Vigotas Argamassa Pedras de arenito Piso cerâmico	Tubulações PVC Fios elétricos Madeiras (pinus e compensado) Madeiras de forro Vidros Lixas de papel Papel (embalagens) Arame recozido Aço	Sacos de cimento Latas de tinta Latas de solvente Espuma de poliuretano Latas de espuma de poliuretano Rolos de pintura
F	Blocos cerâmicos Telhas de concreto Tabelas cerâmicas Vigotas Argamassa Pedras de arenito Piso cerâmico	Tubulações PVC Fios elétricos Madeiras (pinus e compensado) Vidros Lixas de papel Papel (embalagens) Arame recozido Aço	Sacos de cimento Latas de tinta Latas de solvente Espuma de poliuretano Latas de espuma de poliuretano Rolos de pintura

Através da Tabela 7 é possível verificar que as maiores parcelas dos materiais são pertencentes às classes A e B, de resíduos reutilizáveis ou recicláveis e resíduos recicláveis para outras destinações (CONAMA 307, 2002), assim demonstrando que grande parcela dos resíduos gerados tem possibilidade de reutilização ou reciclagem.

Também é verificada a presença de resíduos de Classe C, neste caso os sacos de cimento, de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 são resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.

Os resíduos de Classe D, considerados perigosos, também possuem considerável representação na análise, assim percebe-se a necessidade de um tratamento diferenciado desde o acondicionamento até a destinação dos mesmos, com a finalidade de evitar contaminações do solo e das águas e, principalmente, acidentes de trabalho.

Ainda sobre a destinação dos resíduos, é importante salientar que todos os resíduos coletados nas obras foram destinados ao depósito do construtor das mesmas. O depósito fica no município de Lindolfo Collor e não possui licença para armazenamento dos mesmos. Normalmente, segundo o construtor, os resíduos gerados nas obras são utilizados como aterro (Classe A e parte dos resíduos da Classe B) na própria obra ou em outra que

necessite de nivelamento do terreno, recolhidos por carroceiros (Classe D) e coletados pelo poder público juntamente com o resíduo doméstico¹.

4.2 IDENTIFICAÇÃO QUANTITATIVA DO RCD

A quantidade de resíduos coletados durante a execução das seis obras em estudo tem como objetivo identificar os volumes de resíduos gerados. A Figura 13 apresenta o gráfico da quantidade de resíduos gerados por habitação.

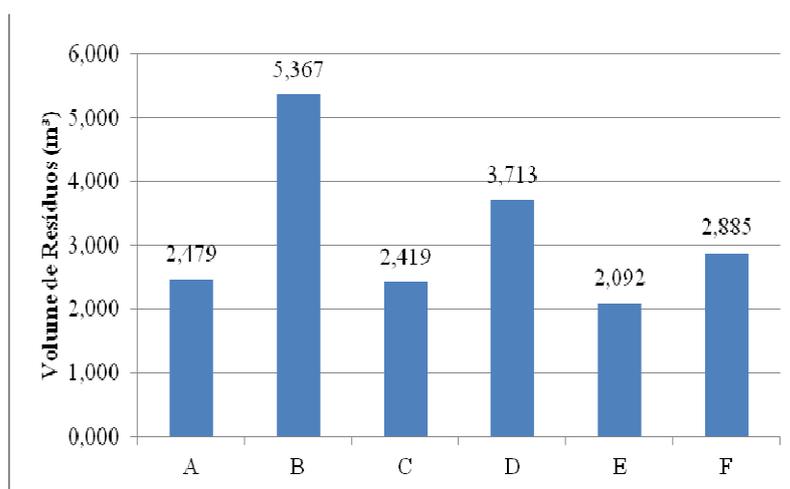


Figura 13 – Gráfico da quantidade de resíduos gerados.

A Tabela 8 apresenta os resíduos quantificados de acordo com a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 307/2002.

Tabela 8 – Resíduos classificados conforme Resolução CONAMA 307/2002.

Obra	Classe A (m³)	Classe B (m³)	Classe C (sacos)	Classe D (embalagens)*
A	0,774	0,640	130	24
B	0,432	3,460	150	39
C	0,549	0,643	157	25
D	0,585	1,960	125	30
E	0,189	0,555	175	28
F	0,630	1,067	184	17

* Estão sendo contabilizadas embalagens metálicas de 0,5L, 1L, 3,6L e 18L

Como descrito no capítulo 3 (item 3.2.2), para a melhor compreensão sobre a quantidade de materiais mensurados nesse estudo, os resíduos de classe C e classe D foram convertidos em metros cúbicos (m³), conforme a Tabela 9.

¹Os resíduos não recicláveis dos municípios de Ivoti e Lindolfo Collor são encaminhados para o aterro sanitário de Minas do Leão e, como o município de Lindolfo Collor possui uma Central de Reciclagem, o resíduo reciclável é destinado para a mesma (Anexo C).

Tabela 9 – Resíduos convertidos em volume (m³).

Obra	Classe A (m³)	Classe B (m³)	Classe C (m³)	Classe D (m³)	Total de Resíduos (m³)	m³/m²
A	0,774	0,640	0,585	0,480	2,479	0,061
B	0,432	3,460	0,675	0,800	5,367	0,087
C	0,549	0,643	0,707	0,520	2,419	0,037
D	0,585	1,960	0,568	0,600	3,713	0,066
E	0,189	0,555	0,788	0,560	2,092	0,034
F	0,630	1,067	0,828	0,360	2,885	0,041
TOTAIS	3,159	8,325	4,151	3,320	18,955	

O gráfico apresentado na Figura 14 demonstra a quantidade de resíduos gerados na execução das obras e está representado nas classes conforme a Resolução CONAMA 307/2002. Através do gráfico, percebe-se uma maior geração de resíduos de Classe B comparada às demais classes. Principalmente na habitação B, que gerou grande quantidade de resíduos de Classe B, sobretudo madeira, a explicação para o ocorrido é que a obra encontra-se em terreno inclinado, o que ocasionou a construção de um porão aberto com mais de três metros de altura de pé-direito e consumiu grande quantidade de madeira para as fôrmas, gerando o resíduo.

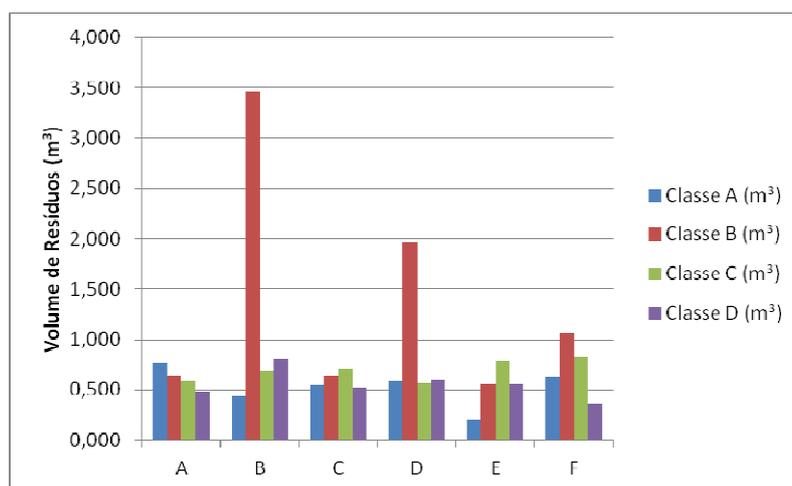


Figura 14 – Gráfico da quantidade de resíduos gerados por classes.

As habitações A, B e F foram executadas em terrenos inclinados, porém na habitação A em grande parte do porão houve fechamento com pedras de arenito (pedras grês), mesmo possuindo uma altura de 2,60m. Já na habitação F, o terreno era pouco inclinado, gerando uma altura de 1,00m. A Figura 15 apresenta o gráfico da quantidade de resíduos gerados em função do tipo de terreno.

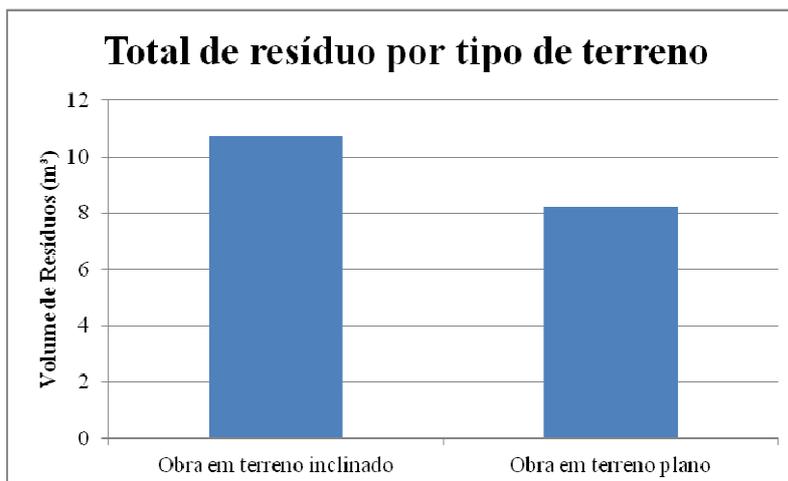


Figura 15 – Gráfico da quantidade de resíduos gerados por tipo de terreno.

Nos terrenos inclinados, as três obras executadas geraram um total de 10,731m³ de RCD, enquanto nos terrenos planos, as três obras executadas geraram 8,224m³ de RCD. Assim, se percebe que mesmo as obras construídas em terrenos inclinados possuindo área inferior às obras construídas em terrenos planos (totais construídos de 171,27m² e 181,79m², respectivamente), as maiores incidências de RCD gerados foram nas obras de terrenos inclinados.

4.3 ORÇAMENTO E CUSTO REALIZADO

O orçamento, sendo uma ferramenta de controle importante, juntamente com o cronograma de execução de obra são pontos fundamentais para a organização dos empreendimentos. A Tabela 10 demonstra os custos da construção conforme realizado.

Tabela 10 – Descrição dos custos estimados das obras das habitações em estudo.

Obra	Custo da Construção conforme Orçamento (R\$)	Custo Terreno (R\$)	Custo Total Financiador (R\$)	Custo da Construção conforme realizado (R\$)
A	40.000,00	68.000,00	108.000,00	44.500,00
B	60.000,00	65.000,00	125.000,00	64.300,00
C	60.000,00	85.000,00	145.000,00	68.000,00
D	58.000,00	32.000,00	90.000,00	53.500,00
E	55.000,00	31.000,00	86.000,00	57.800,00
F	65.000,00	25.000,00	90.000,00	72.400,00

A Figura 16 apresenta o gráfico comparativo dos custos orçados e dos custos realizados nas obras de habitações populares.

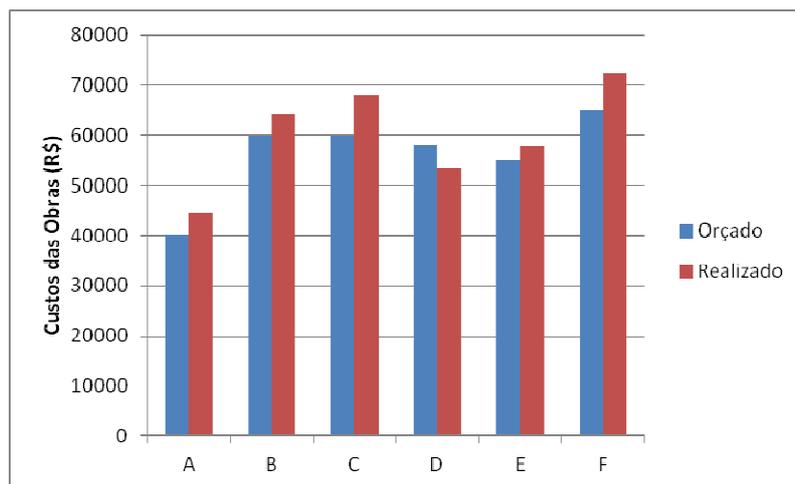


Figura 16 – Gráfico do custo orçado e realizado nas habitações.

As obras de habitação A, B, C, E e F gastaram em valores globais, materiais e mão de obra, entre 7 e 12% a mais em suas obras.

Na obra da habitação E o valor orçado ficou bastante aproximado do valor realizado. A justificativa para o ocorrido é de que a obra foi executada pelo pai do proprietário, com ajuda do próprio proprietário na execução da obra aos finais de semana, esta também foi a única obra com duração de seis meses, conforme cronograma enviado e aprovado pela CEF.

Na obra de habitação D ocorreu que o valor orçado ficou menor que o custo realizado. A justificativa para o ocorrido é que o proprietário optou por financiar o valor total concedido pela CEF, mesmo sabendo que gastaria menos para a execução da obra, através de orçamento prévio com o construtor, o proprietário queria que “sobrasse” um valor para fechamento do terreno e compra de móveis. O valor orçado ficou em R\$ 58.000,00 para a execução de uma obra de 56,17 m², garantindo um valor de R\$ 1.032,58/m², porém a obra foi executada por R\$ 952,46/m² e sobrou um valor de R\$ 4.500,32.

A Tabela 11 apresenta os dados referentes aos custos das habitações, relacionados com suas áreas construídas, também apresenta o valor orçado para encaminhamento na CEF comparando o valor SINAPI (R\$ 907,38/m²), o valor do CUB/R1-B (R\$ 1.110,31/m²) com o custo realizado na obra, todos referentes ao ano de 2013.

Tabela 11 – Custos relacionados às áreas construídas das obras.

Obra	Área construída (m ²)	Valor Unitário Orçado R\$/m ²	Custo Unitário Realizado R\$/m ²
A	40,30	992,55	1.104,21
B	61,97	968,21	1.037,59
C	65,02	922,79	1.045,83
D	56,17	1.032,58	952,46
E	60,60	907,59	953,79
F	69,00	942,02	1.049,27

A partir da Tabela 11 ficam perceptíveis que na maioria das obras os custos realizados são maiores que os orçados. Somente na obra de habitação D o valor orçado é maior que o custo realizado, utilizando em torno de 10% a mais no valor orçado em relação às demais habitações. A justificativa para esta ocorrência é de que o proprietário aproveitou para financiar um valor maior do que seria gasto na obra, prevendo outros gastos ao término da obra, como nivelamento, cercamento do terreno e compra de móveis.

Percebe-se também, que mesmo a CEF utilizando os índices do SINAPI para realização dos orçamentos que integram o processo de financiamento, os custos realizados assemelham-se mais aos valores do CUB, o que ocorre na maioria das obras financiadas pela CEF.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESÍDUOS GERADOS

Para a análise estatística dos resíduos gerados, a partir do levantamento de dados obtidos durante a execução das seis obras em estudo, a quantidade de resíduos gerados em cada obra é identificada como variável dependente e os dados relacionados às características dos projetos, como área total construída (m²), densidade de paredes internas (m/m²), índice econômico de compacidade (%) e o custo realizado (R\$/m²), são as variáveis independentes. Após a organização dos dados obtidos, foram gerados gráficos para investigar as relações entre os RCD e as características dos projetos das obras de habitação. Na Tabela 12 encontram-se as variáveis independentes quantitativas relacionadas às características dos projetos.

Tabela 12 – Variáveis quantitativas de projeto.

Obra	Forma	Área Construída (m ²)	Volume Total de Resíduos Gerados (m ³)	IeC (%)	Densidade de Paredes	m ³ /m ² (Resíduo/Área)
A		40,30	2,479	40,83	0,522	0,062
B		61,97	5,367	70,72	0,704	0,087
C		65,02	2,419	78,78	0,767	0,037
D		56,17	3,713	79,16	0,852	0,066
E		60,60	2,092	70,71	0,805	0,035
F		69,00	2,885	71,10	0,729	0,042

A Tabela 13 apresenta a análise estatística descritiva dos dados coletados onde se observam os valores mínimos e máximos de cada uma das variáveis em estudo, as médias, desvio padrão e o coeficiente de variação das mesmas.

Tabela 13 – Estatística descritiva da amostra.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação
Área Total	6	40,30	69,00	58,8433	10,0515	17,1%
IeC	6	0,408	0,792	0,6855	0,1415	20,6%
Densidade de paredes internas	6	0,522	0,852	0,7298	0,1147	15,7%
Volume de RCD (m ³)	6	2,092	5,367	3,1605	1,2168	38,5%
Geração média (m ³ /m ²)	6	0,034	0,086	0,0541	0,0203	37,5%

Os valores de geração de resíduos por metro quadrado variam entre 0,034 m³/m² e 0,086 m³/m² e sua média ficou em 0,054 m³/m². Esta média destaca-se quando comparada

com outros estudos, pois se assemelha ao estudo de Pinto (2004) e Souza (2005) que encontraram $0,051 \text{ m}^3/\text{m}^2$ e $0,066 \text{ m}^3/\text{m}^2$, respectivamente, em seus estudos.

A seguir apresentam-se gráficos de dispersão dos dados quantitativos versus os resíduos quantificados com o objetivo de visualizar uma possível relação de causa e efeito entre eles.

No gráfico da Figura 17 (a) é possível visualizar o aumento do volume de resíduos em função da área construída. Como a obra B possui maior geração de resíduos quando comparada com as demais obras, o gráfico foi refeito sem a obra B (b). Na Figura 17 (b) observa-se que a geração de resíduos se tornou mais linear quando consideradas as obras A, C, D, E e F, pois os volumes de resíduos gerados se assemelham.

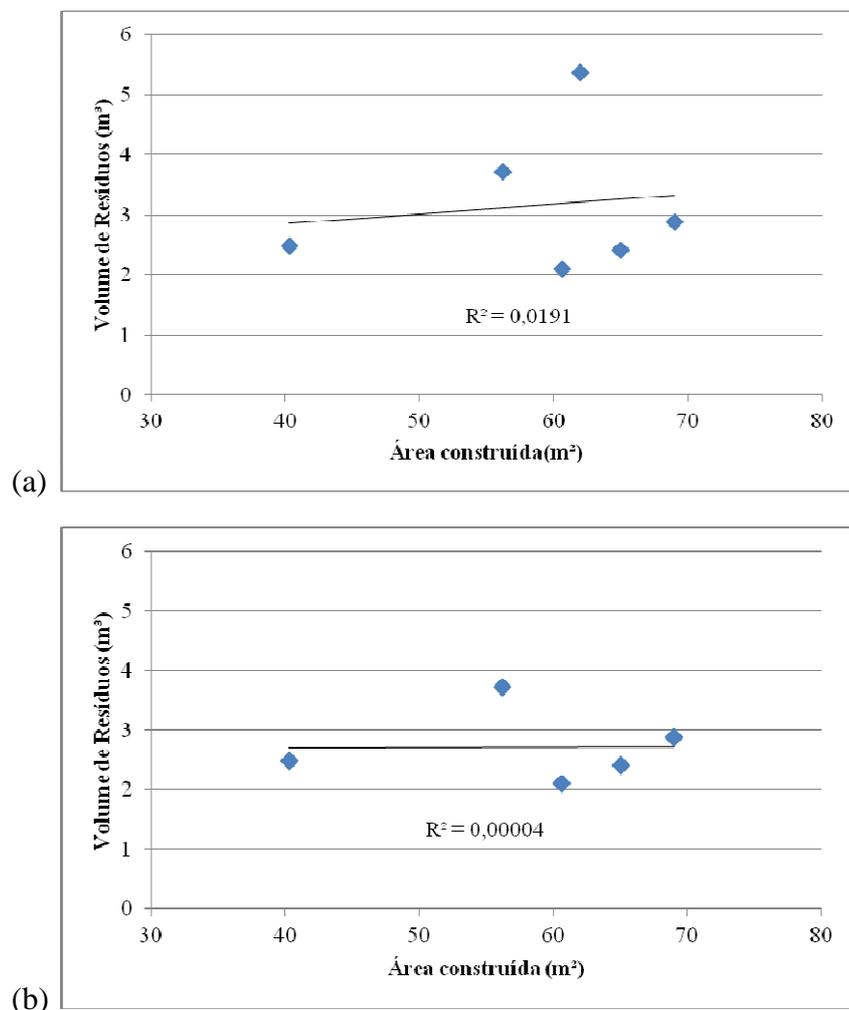


Figura 17 – Volume de resíduos x área construída. (a) Todas as obras; (b) Sem a obra B.

Já o gráfico da Figura 18, que apresenta a variável índice de geração de RCD (m^3/m^2), em relação à área total construída (m^2), na medida que a área total construída aumenta, observa-se a queda do índice de geração de RCD, o que pode se justificar pela

semelhança entre os projetos das obras de habitação. Novamente retirada a obra B e o gráfico foi refeito e a queda do índice de geração de RCD foi ainda maior.

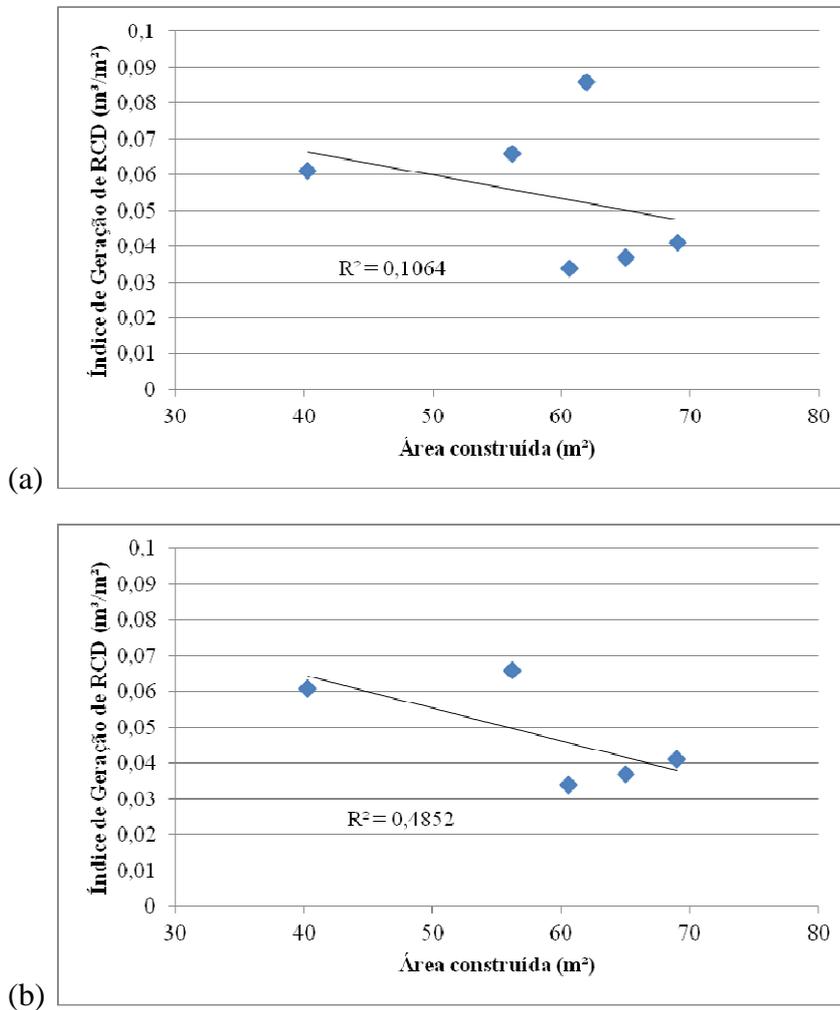


Figura 18 – Gráfico do Índice de geração de RCD x área total construída. (a) Todas as obras; (b) Sem a obra B.

A Figura 19 apresenta o gráfico de densidade de paredes internas, no qual se observa que quanto maior a densidade de paredes internas, maiores são as quantidades de resíduos gerados.

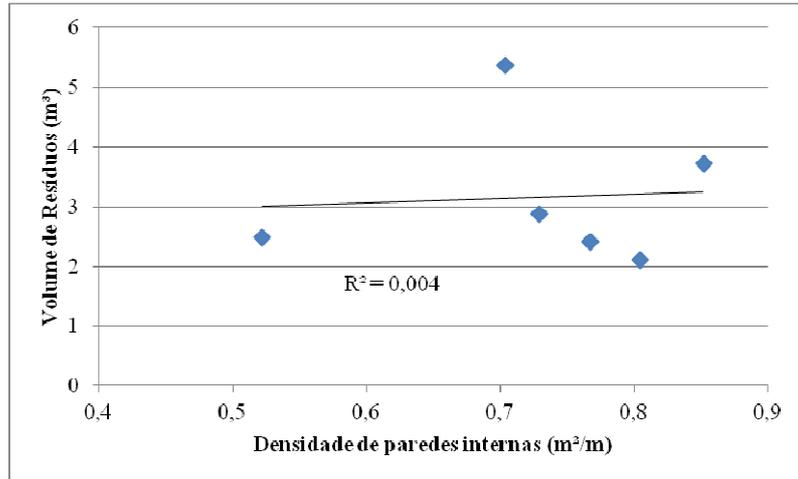
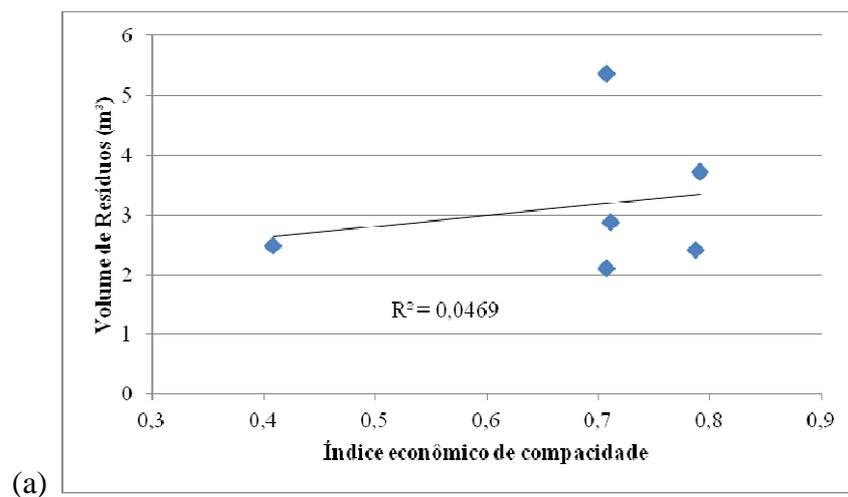


Figura 19 – Gráfico variável densidade de paredes internas.

No gráfico da Figura 20 pode-se visualizar um pequeno aumento do volume de resíduos em consequência do aumento do índice econômico de compacidade (IeC). Quanto maior o índice econômico de compacidade, menores deveriam ser os custos e, conseqüentemente, menores as perdas. Analisando a obra com custo mais elevado, a obra A, que não gerou quantidade expressiva de resíduos, possui o índice econômico de compacidade mais baixo, pois apresenta mais recortes e ângulos, e mesmo possuindo área inferior às demais habitações, possui um IeC de 40,83% , valor que pode ser considerado baixo, diferenciando cerca de 40 pontos quando comparado com os demais projetos. É importante salientar que as perdas englobam muito mais que desperdícios de materiais.



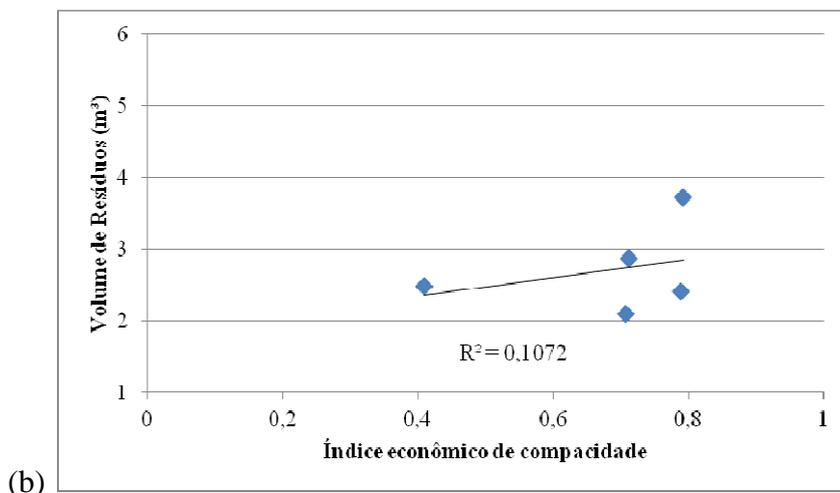


Figura 20 – Gráfico variável índice econômico de compactidade. (a) Todas as obras; (b) Sem a obra B.

A falta de modulação num projeto pode ocasionar a quebra de peças para a adequação geométrica, o que pode gerar resíduos, algo que poderia ser evitado num melhor planejamento de projeto.

4.4.1 Modelo Exploratório

As variáveis consideradas nesse estudo tem o intuito de descrever a relação entre a variável dependente, quantidade de resíduos medidos nas obras, e as variáveis independentes, área total construída – AT (m²), densidade de paredes DP (m/m²), Índice econômico de compactidade – IeC (%) e os custos realizados – CR (R\$/m²). A Tabela 14 apresenta as variáveis utilizadas no modelo exploratório.

Tabela 14 – Variáveis utilizadas no modelo exploratório.

Variável Dependente		Variáveis Independentes			
Obra	Resíduos (m ³)	AT (m ²)	DP (m/m ²)	IeC (%)	CR (R\$/m ²)
A	2,479	40,30	0,522	40,83	1.104,21
B	5,367	61,97	0,704	70,72	1.037,59
C	2,419	65,02	0,767	78,78	1.045,83
D	3,713	56,17	0,852	79,16	952,46
E	2,092	60,60	0,805	70,71	953,79
F	2,885	69,00	0,729	71,10	1.049,27

Foram exploradas diversas formas alternativas para o modelo. A alternativa de melhor desempenho estatístico, considerando o coeficiente de determinação (R²), a análise de variância do modelo (F) e as variáveis explicativas (t), foi a apresentada na Tabela 15.

Tabela 15 – Resultados do modelo exploratório.

Variáveis	coeficiente	t	Significância (%)
DP	-81,55	-2,26	15,00
IeC	0,43	2,36	14,00
CR	-0,07	-2,04	18,00
Constante	105,18	2,12	17,00

A variável área total construída apresentou nível de significância elevado (maior que 78 %) e foi removida. O modelo atingiu um coeficiente de determinação $R^2 = 0,738$ e as significâncias dos regressores ficaram entre 14 e 18%. A análise de variância indicou $F=1,88$.

O coeficiente de determinação indica que o modelo explica aproximadamente 74% das variações ocorridas na variável dependente (resíduos medidos nas obras). A significância calculada para os regressores indica que as variáveis apresentam um nível de erro menor que 20%, o que pode ser considerado adequado, tendo em vista as características da amostra coletada. O modelo também pode ser apresentado em formato de equação (Equação 6):

$$\text{Resíduos Totais} = 105,18 - 81,55.DP + 0,434.IeC - 0,07.CR$$

Equação 6

Os estudos encontrados na literatura foram desenvolvidos para obras verticais. Confrontando a Equação (6) com o estudo de Dias (2013), verifica-se que existem diversas diferenças, principalmente nas características das obras estudadas, mas em seu estudo, para o modelo final também foi desconsiderada a variável independente área total construída e seu coeficiente de determinação (R^2) ficou em 0,69.

Tendo em vista as limitações do presente estudo (localização das obras em dois municípios e quantidade de dados), o modelo apresentado deve ser visto como exploratório, e estudos adicionais devem ser realizados para aprimorar o modelo.

5 CONCLUSÃO

A partir da quantificação de seis obras de habitações populares horizontais, esse estudo investigou a influência de várias características do projeto arquitetônico na geração de RCD. Também caracterizou esses RCD quantificados de acordo com a Resolução nº 307/2002 do CONAMA.

O objetivo principal desse trabalho foi o de analisar a geração de resíduos de construção e demolição em obras de habitações populares horizontais. Este objetivo foi desdobrado em objetivos secundários. O primeiro deles foi identificar e quantificar os resíduos de construção e demolição (RCD) gerados em obras de habitações populares horizontais, nesta primeira etapa o resíduo foi quantificado para as seis obras de habitação popular em estudo e estimado num total de 3,16 m³ de resíduos em média, com uma taxa de 0,054 m³/m², de forma similar ao relatado na literatura.

Também nesta etapa foram identificados os resíduos através da Resolução 307/2002 do CONAMA, onde foi possível verificar que as maiores parcelas dos materiais são pertencentes às Classes A (resíduos reutilizáveis ou recicláveis) e B (resíduos recicláveis para outras destinações), assim demonstrando que grande parcela dos resíduos gerados tem possibilidade de reutilização ou reciclagem. Concluindo-se que o maior volume de resíduos gerados foram os de Classe B, principalmente resíduos de madeira. Cabe salientar que os resíduos de Classe D, considerados perigosos, necessitam de um tratamento diferenciado como acondicionamento, transporte e destinação adequados, com a finalidade de evitar contaminações de solos e águas, assim como acidentes de trabalho.

O segundo objetivo foi o de analisar a influência das características das habitações populares estudadas na geração do RCD. Nesta segunda etapa, através de análise estatística, onde a quantidade de resíduos gerados em cada obra foi identificada como variável dependente e os dados relacionados às características do projeto, como área total construída (m²), densidade de paredes internas (m/m²), índice econômico de compacidade – IeC (%) e o custo realizado (R\$/m²), como variáveis independentes, verificou-se que houve aumento do volume de resíduos em função da área total construída, na medida que a área total construída aumenta há queda do índice de geração de RCD, a variável densidade de paredes pouco influenciou na geração de resíduos, a variável IeC influenciou negativamente, pois quanto maior o índice, mais volume de resíduo foi gerado.

A partir da análise estatística optou-se em criar um modelo exploratório com o banco de dados levantado das obras de habitações populares, a fim de explorar os dados e contribuir com futuras pesquisas na área habitacional, ampliando a quantidade de dados para aprimorar o modelo. O modelo explica aproximadamente 74% das variações ocorridas na variável dependente (resíduos gerados em cada obra) com um nível de erro menor que 20% para habitações populares horizontais.

Por fim, este estudo alcançou seus objetivos contribuindo para um planejamento de ações para a minimização da geração de resíduos. Através das inúmeras obras de habitações populares executadas pelo país, devido ao alto investimento do Governo Federal com o PMCMV, percebe-se que o planejamento de ações se faz urgente, beneficiando a população menos favorecida e, principalmente, o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. São Paulo, SP: EPUSP, 1995.
- ABREU, A. G.; BERNARDES, A.; PRIETTO, P.D.M.; THOMÉ, A. Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS. **Ambiente Construído, Porto Alegre - RS**, jul. 2008. v. 8, n. n^o 3, p. 65 – 67.
- AMADEI, D. I.; MENEGUETTI, K.S.; PEREIRA, J.A.; SOUZA, R.A.. A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. **NUPEM**, Agost/Dezembro de. 2011. v. 3, n. 5.
- ÂNGULO, S. C.; CASTRO, A.L.; NOGUEIRA, T.P.; TEIXEIRA, C.E.. Resíduos de construção e demolição:avaliação de métodos de quantificação. **Eng. Sanit. Ambiental**, jul. 2011. v. 16, n. n. 3, p. 299–306.
- ÂNGULO, S. C.; JOHN, V. **Requisitos para execução de aterros de resíduos de construção e demolição**. São Paulo, SP: EPUSP, 2006. 12p. - (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/436)
- ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil: Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios**. São Paulo, SP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia).
- AZEVEDO, S. DE; ANDRADE, L. A. G. DE. **Habitação e poder: fundação da casa popular ao banco nacional da habitação**. Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 1982.
- BONDUKI, N. **As origens da habitação social no Brasil.Arquitetura Moderna, Lei do Inquilinato e Difusão da Casa Própria**. São Paulo, SP: Estação Liberdade, 1998.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 14 fev. 2015.
- BRÖNSTRUP, M. E. ; KERN, A. P.; KULAKOWSKI, M. P.; GONZÁLEZ, M. A. S.; FLACH, C. E. Diretrizes para implantação de um sistema de gerenciamento de RCD para o município de Gramado, RS. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010, Canela. **Anais... XIII Entac**. Porto Alegre: ANTAC, 2010. v. 1. p. 1-8
- CAIXA Econômica Federal. **SINAPI - Manual de Metodologias e Conceitos**. _Disponível em: <www.caixa.gov.br>. Acesso em 14 fev. 2015.
- _____. **Programa Minha Casa Minha Vida**.Disponível em: . Acesso em: 6 jan. 2014.
- CARELI, E. D. **A Resolução CONAMA n. 307/2002 e as novas condições para a gestão dos resíduos de construção e demolição**. São Paulo, SP: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2008. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil).

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife.** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2005. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Urbana).

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil, 2013. Disponível em:<www.cbic.org.br>. Acesso em: 1 fev. 2014.

COCHRAN, K. M.; TOWNSEND, T. G. Estimating construction and demolition debris generation using a materials flow analysis approach. **Waste Management**, USA, 2010. p. 2247 – 2254.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307 de 05 de julho de 2002. Ministério do Meio Ambiente.

ConstruBusiness 2012 - 10º Congresso Brasileiro da Construção. **Competitividade Sustentável na Cadeia da Construção.** São Paulo - 03 de Dezembro de 2012.

COSTA, A. L. **Perdas na construção civil: uma proposta conceitual e ferramentas para prevenção.** Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul -UFRGS, 1999. Dissertação de Mestrado.

COSTA, R. V. G. DA. **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa.** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2012. Dissertação de Mestrado.

DIAS, M. F. **Modelo para estimar a geração de resíduos na produção de obras residenciais verticais.** São Leopoldo, RS: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2013. Dissertação de Mestrado.

FÉLIX, D.; DARÉ, M. E. Comparativo de custo orçado versus realizado para residências unifamiliares do Litoral Norte do RS. UNESC - Santa Catarina, 2011. p. 15.

FERNANDES, M. **Agenda habitat para municípios.** IBAM, RIO DE JANEIRO.

FJP - Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil.** Belo Horizonte: Convênio PNDU/Ministério das Cidades, 2008. Disponível em: <www.fjp.mg.gov.br>. Acesso em: 12 dez. 2013.

FORMOSO, C. T.; CESARE, C.; LATELME, E. M. V.; SOIBELMANN, L. Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. **Revista da Escola de Engenharia da UFRGS**, 1997. v. 25, n. 2, p. 45–53.

FORMOSO, C. T.; SOIBELMANN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E.L. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. **Journal of Construction Engineering and Management**. July/August, 2002.

FREITAS, E. L. H. DE. **Como qualificar conjuntos habitacionais populares.** Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - PUC - Campinas, 2004. Dissertação de Mestrado.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

GONÇALVES, J. C. G. **Indicadores para o Cálculo de Resíduos nos Planos de Prevenção e Gestão, e sua aplicação prática.** Lisboa, Portugal: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - ISEL, 2011. Dissertação de Mestrado.

ESPANHA - Ministério do Meio Ambiente, 2009.

GUNTHER, W. M. . **Minimização de resíduos e educação ambiental.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. **Anais...** Curitiba - PR, 2000.

JOHN, V.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de Resíduos da Construção.** In: SEMINÁRIO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES. USP. **Anais...**

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo, SP. Brasil: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000. Tese (Doutorado).

KARPINSK, L. A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil : uma abordagem ambiental.** Porto Alegre, RS: ediPUCRS, 2009.

KATZ, A.; BAUM, H. A Novel Methodology to Estimate the Evolution of Construction Waste in Construction Site. **Journal of Waste Management**, 2010. p. 353–358.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo para o planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção civil.** Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul -UFRGS, 2005. Tese (Doutorado).

LEITE, L. C. R. **Avaliação de Projetos habitacionais: determinando a funcionalidade da moradia social.** São Paulo, SP, 2006.

LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização com agregados para argamassas e concretos.** São Paulo, SP. Brasil: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo., 1997. Dissertação de Mestrado.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** Série de publicações temáticas do CREA-PR, 2009.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro, RJ, 1997.

LLATAS, C. A. A model for quantifying construction waste in projects according to the European wast list. **Waste Management**, 2011. p. 1261–1276.

LOSSO, I. R. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custo: estudo de caso em uma empresa de construção.** Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 1995. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção).

MALARD, M. LÚCIA *et al.* **Avaliação pós-ocupação, participação de usuários e melhoria de qualidade de projetos habitacionais: uma abordagem fenomenológica.** Belo Horizonte, MG: CIDADE, 2006. v. 1.

MÁLIA, M. A. B.; BRITO, J. DE; BRAVO, M. Construction and demolition waste indicators. **Waste Management & Research**, 2013.

MÁLIA, M.; BRITO, J. DE.; BRAVO, M. Indicadores de resíduos de construção e demolição para construções residenciais novas. *Ambiente construído*, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 117-130, jul./set. 2011.

MARICATO, E. **Política habitacional no regime militar - do milagre brasileiro à crise econômica.** Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 1987.

MARQUES, R. B.; FEHR, M. Resíduos Da Construção Civil Em Araguari-MG: Do Diagnóstico À Proposta De Um Modelo Gerencial Proativo. Universidade Federal de Uberlândia - SP. **IV Encontro Nacional e II Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis.** Campo Grande, MS., nov. 2007.

MASCARÓ, J. L. **O custo das decisões arquitetônicas.** 5ª edição ed. Porto Alegre, RS: Masquatro, 2010.

MATTHEWS, E. ET. AL. **The weight of nations: material outflows from industrial economies.** Washington, DC: World Resources Institute, 2000.

MENDONÇA, E. C. G. DE. Emprego dos custos unitários de projetos padrões na avaliação de imóveis: comparativo entre o CUB e o SINAPI. **Especialize IPOG - Revista online**, Maio. 2012. p. 22.

FJP - Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações. **Ministério das Cidades - Nota Técnica Déficit Habitacional no Brasil anos 2011 e 2012.** Belo Horizonte, MG, 2014.

MONTEIRO, J. H. P. **Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** IBAM, RIO DE JANEIRO, 2001.

MORO, P. R. P. **Avaliação de programas de habitação de interesse social com análises de critérios de desempenho - estudo de caso em São Leopoldo, RS.** São Leopoldo, RS: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2011. Dissertação de Mestrado.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721. NBR 12721 – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios: Procedimento.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 91 p. . 2006, p. 91.

OLIVEIRA, D. M. **Desenvolvimento de Ferramenta Para Apoio à Gestão de Resíduos de Construção e Demolição Com Uso de Geoprocessamento: caso Bauru, SP.** São Carrlos, SP: Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2008. Dissertação de Mestrado.

OSMANI, M. Construction Waste. **Waste -A Handbook for Management.** Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University LE11 3TUUnited Kingdom: Elsevier, 2011, p. 207 – 218.

OSMANI, M.; GLASS, J.; PRICE, A. D. F. Architects' perspectives on construction waste reduction by design. **Waste Management.**, 2008. p. 1147 – 1158.

PALERMO, C.; MORAIS, G.; COSTA, M. **Habitação Social: uma visão projetual**. In: IV COLÓQUIO DE PESQUISAS EM HABITAÇÃO “COORDENAÇÃO MODULAR E MUTABILIDADE”, 4., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EAUFMG, 2007.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L.; ANDRADE, A. C. **Estudo sobre consumo de argamassas de revestimento interno e externonos canteiros de obras**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** Fortaleza: UFC/ UFF, 2001.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, SP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. Tese (Doutorado).

PINTO, T. P. **Resíduos da Construção Civil – Nova legislação permite rápido avanço para normas técnicas e novas soluções**. In: ASSEMAE. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2004.

PINTO, T.P; GONZÁLEZ, J.L.R. Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Volume 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília : CAIXA, 2005.

PORTO, M. **O processo de projeto e a sustentabilidade na produção da arquitetura**. São Paulo, SP: C4, 2009.

RODRIGUES, A. M. **Moradia nas cidades brasileiras: habitação e especulação, o direito à moradia e os movimentos populares**. São Paulo, SP: Contexto, 1991.

ROSSO, T. **Aspectos geométricos do custo das edificações**. Simpósio sobre barateamento da construção habitacional. Trabalho nº 83. Salvador, mar., 1978._

SÁEZ, P. V.; MERINO, M. DEL R.; PORRAS-AMORES, C. Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain. **Waste Management & Research**, 2012. p. 137 – 146.

SARDÁ, M. C. **Diagnóstico do resíduo da construção civil gerado no município de Blumenau – SC: potencialidades de uso em obras públicas**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. Dissertação de Mestrado.

SATTLER, M. A. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis**. Porto Alegre, RS: ANTAC, 2007. v. 8.

SCHNECK, E. R. **Tipo arquitetônico em empreendimentos habitacionais de interesse social: impactos ambientais, diferenças no custo e em quesitos de habitabilidade**. São Leopoldo, RS: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2013. Dissertação de Mestrado.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública).

SINDUSCON- MG. **Custo Unitário Básico (CUB/m²): principais aspectos**. Minas Gerais, 2014._

Sindicato das Indústrias da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul - SINDUSCON - RS. Disponível em: <www.sinduscon-rs.com.br>. Acesso em: 21 fev. 2015.

SOLANO, R. S. **Análise Econômica de Projeto Habitacional**. In: IN: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre, RS, 2002.

SOUZA, U. E. L., PALIARI, J.C., AGOPYAN, V., ANDRADE, A.C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Revista Ambiente Construído**. Outubro/Dezembro. 2004. v. 4, n. n^o 3, p. 33 – 46.

SOUZA, U. E. L.; DEANA, D. F. **Levantamento do Estado da Arte: Consumo de Materiais**. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável Projeto Finep 2386/04. . Acesso em: 19 fev. 2014.

SOUZA, V. B. **Avaliação da Geração de Entulho em Conjunto Habitacional Popular – estudo de caso**. Uberlândia, MG: Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, 2005. Dissertação de Mestrado.

TAM, V. W. Y.; SHEN, L. Y.; TAM, C. M. Assessing the levels of material wastage affected by sub-contracting relationships and projects types with their correlations. **Building and Environment**., Oxford, 2007. p. 1471 –1477.

TERRY, M. **Waste minimization in the construction and demolition industry**. Sydney: Faculty of Engineering, University of Technology, Sydney, 2004. Thesis of Bachelor of Civil & Environmental Engineering.

TRAJANO, I. **Análise da Distribuição da Distribuição Percentual de Custos dos Serviços de Edifícios Habitacionais**. In: IN: 90 ENEGEP. **Anais...**Porto Alegre, RS. UFRGS, 1989.

TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T. **Modelo de gestão do processo de desenvolvimento de produto na construção habitacional**. Porto Alegre, RS, 1999. v. 2.

WANG, Y.; JINGKUANG, L. A case-study of critical success factors for construction and demolition waste management: The Pearl River Delta Region of China. 2012.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 3^a ed ed. Porto Alegre: Bookmann, 2005.

APÊNDICES

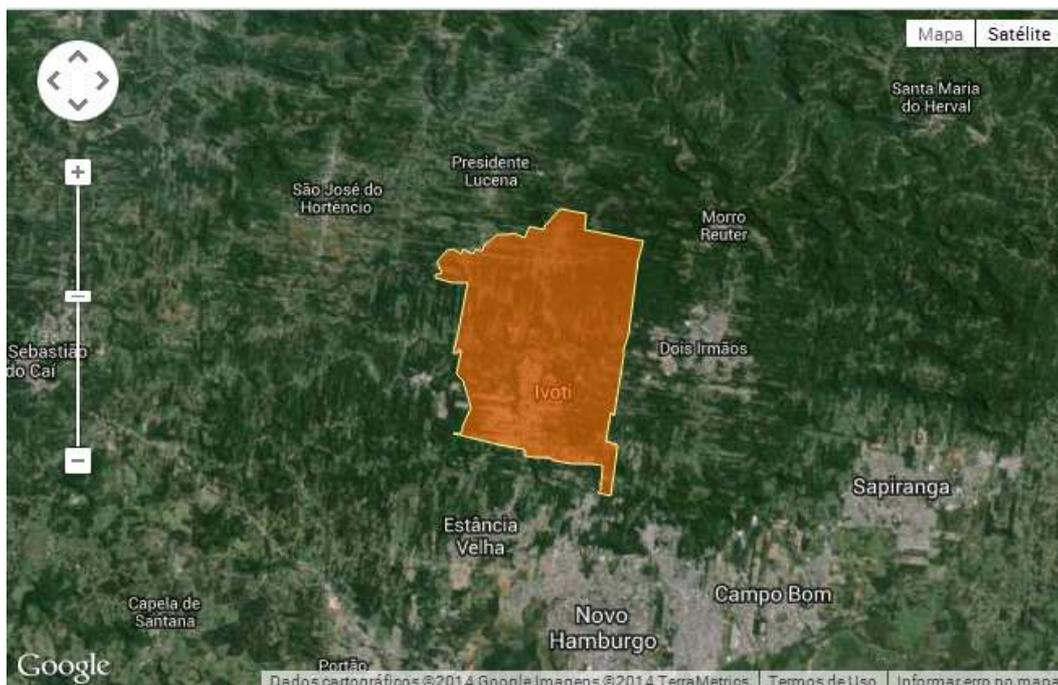
APÊNDICE A - APRESENTAÇÃO DAS CIDADES DO ESTUDO

A cidade de Ivoti

A cidade de Ivoti cresce em torno de seus 63,151 Km² desde 19 de outubro de 1964, data de sua emancipação. Situa-se a leste no Rio Grande do Sul, a uma distância de 55 quilômetros de Porto Alegre, capital do Estado. Tem como principais atividades a indústria couro-calçadista, alimentos, rações, sucos, bem como hortifruti, flores e laticínios. Conforme (“BRASIL. IBGE.”, 2013) possui 19.874 habitantes.

Inicialmente a região era habitada por indígenas, constituindo o que os arqueólogos chamam de Tradição Umbu. Pela ação de bandeirantes paulistas surgiram estradas embrenhadas na mata e a região passou a ser percorrida no século XVIII por tropeiros, passando a fazer parte da rota do gado nos estados do sul.

Inserida no processo de colonização do país, Ivoti recebeu em torno de 1826 diversas famílias de origem germânica, vindas em maioria da região do Hunsrück, na atual Alemanha, que se instalaram nos 48 lotes de terra distribuída ao longo do Arroio Feitoria.



Localização da Cidade de Ivoti

Fonte: Google Maps (2014)

Na época, a região era conhecida como Berghanschneiss, Picada dos Berghan, pois essa foi uma das primeiras famílias que foram morar em Ivoti.

Aos poucos, a colônia foi crescendo e o entroncamento das Picadas com a estrada passou a servir como entreposto comercial, onde os agricultores podiam trocar seus sacos de milho, feijão e aipim por produtos que não dispunham nas casas como tecidos, tamancos de madeira, louças, entre outros, além de poder negociar com tropeiros.

Percebeu-se a necessidade da construção de uma ponte sobre o Arroio Feitoria, pois o fluxo de pessoas na área já era grande. Em 1855 essa ponte foi construída com verba enviada por Dom Pedro II, daí seu nome Ponte do Imperador.

Porém, na medida em que a região prosperava, identificava-se um problema que afetava a economia local: o Arroio Feitoria, fonte de vida para as famílias, transformava-se em transtorno com as chuvas de inverno, arrastando consigo boa parte do que as famílias haviam conquistado. Aos poucos, os moradores ribeirinhos foram morar nas áreas mais altas da cidade, dando origem ao atual centro do município.

Em 1867, Berghanschneiss passou a chamar-se Bom Jardim e era ainda distrito de São Leopoldo. Mais tarde, em 1938, surgia Ivoti, remetendo ao tupi-guarani "ipoti-catu", que significa flor, identificando a cidade com uma de suas tradições: o plantio de flores em frente às casas, formando jardins multicoloridos.

A cidade de Lindolfo Collor

O município de Lindolfo Collor, antes chamado Picada Capivara, está situado a 6km da cidade de Ivoti. De acordo com o ("BRASIL. IBGE.", 2013) a população de Lindolfo Collor é de 5.227 habitantes numa área de 32,991 Km².

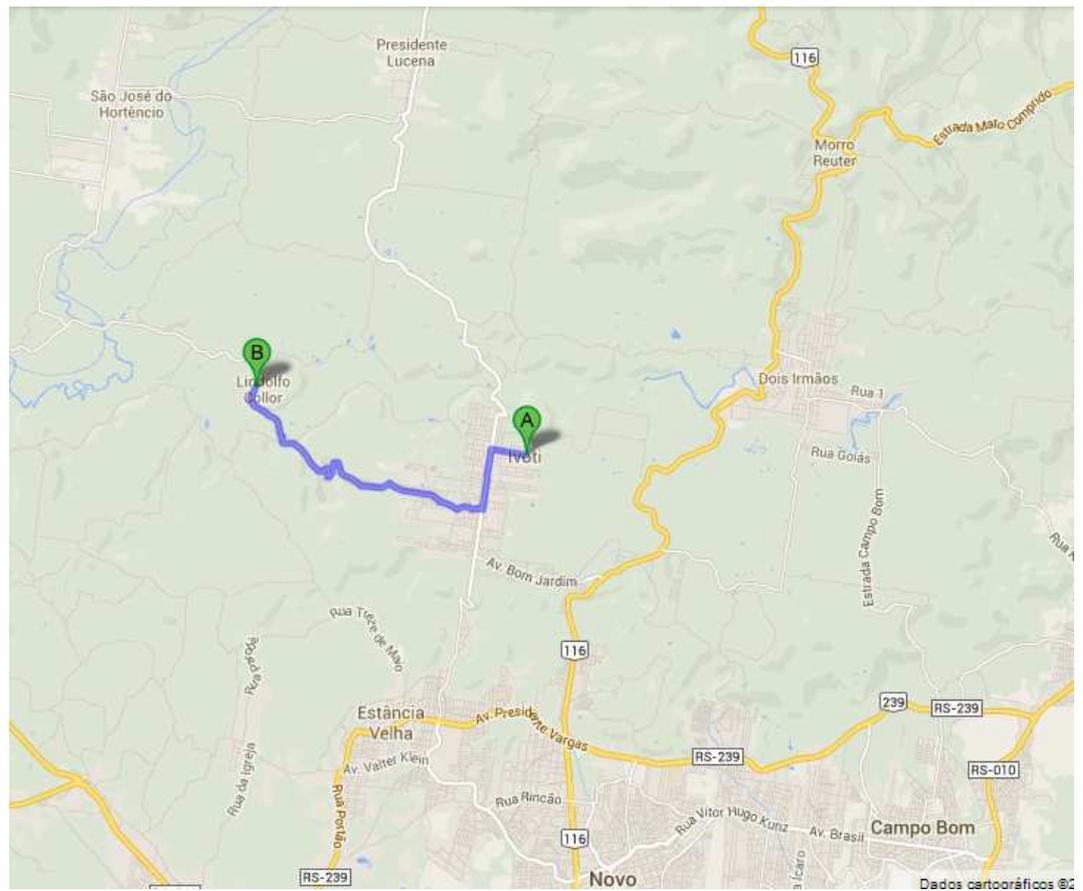
A antiga sede municipal era tipicamente alemã, por isso a história desta cidade se insere no contexto de toda a colonização alemã no Rio Grande do Sul.



Localização da Cidade de Lindolfo Collor

Fonte: Google Maps (2014)

Segundo moradores mais antigos, havia na região grande número de capivaras, na época da colonização, o que teria motivado o nome da localidade 'Picada Capivara'. Ao emancipar-se, a comunidade adotou o então nome de Lindolfo Collor, para homenagear um ilustre conterrâneo, Ministro do Trabalho de Getúlio Vargas e responsável pela introdução das Leis Trabalhistas no Brasil nos anos 30.

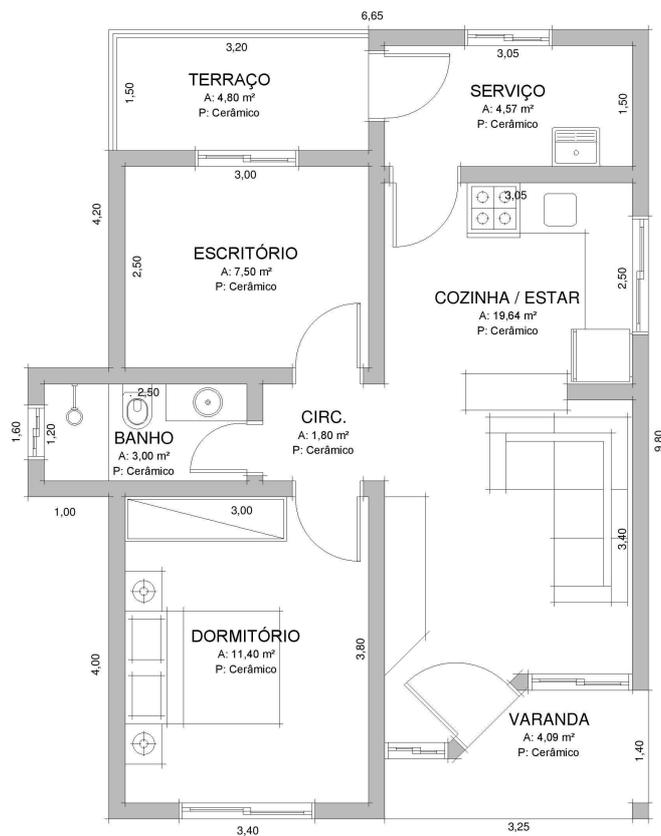


Mapa de localização das cidades de Ivoti e Lindolfo Collor

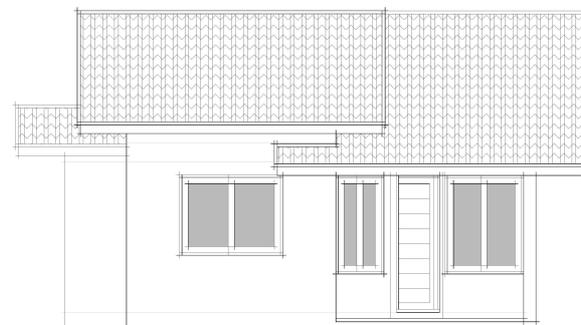
Fonte: Google Maps (2014)

ANEXOS

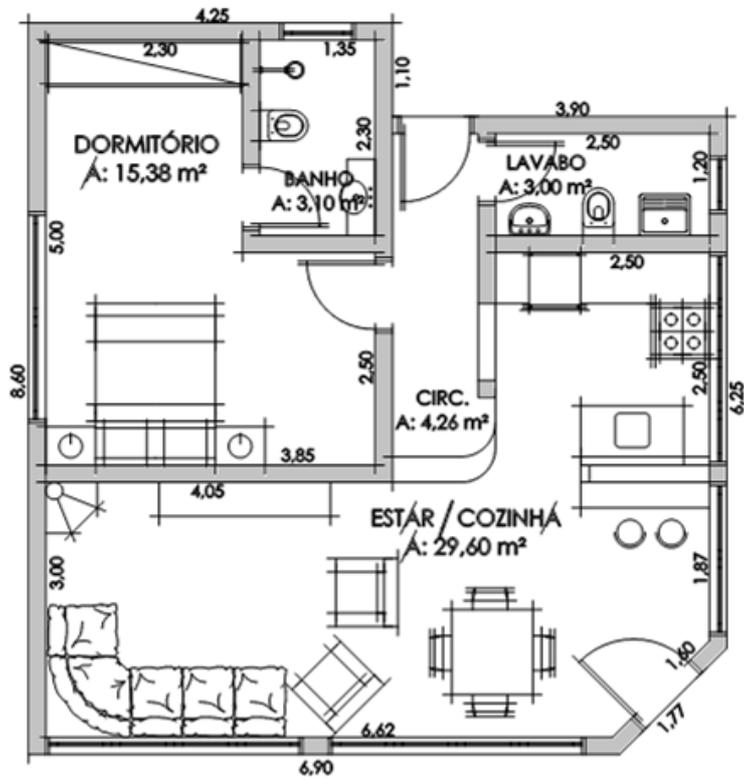
ANEXO A - HABITAÇÕES POPULARES ESTUDADAS



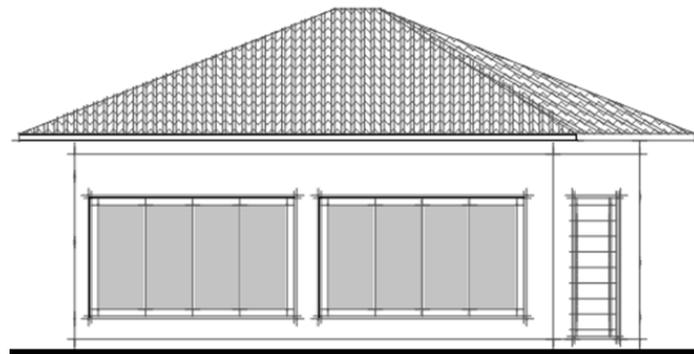
Planta Baixa da Habitação B



Imagens da fachada principal da Habitação B



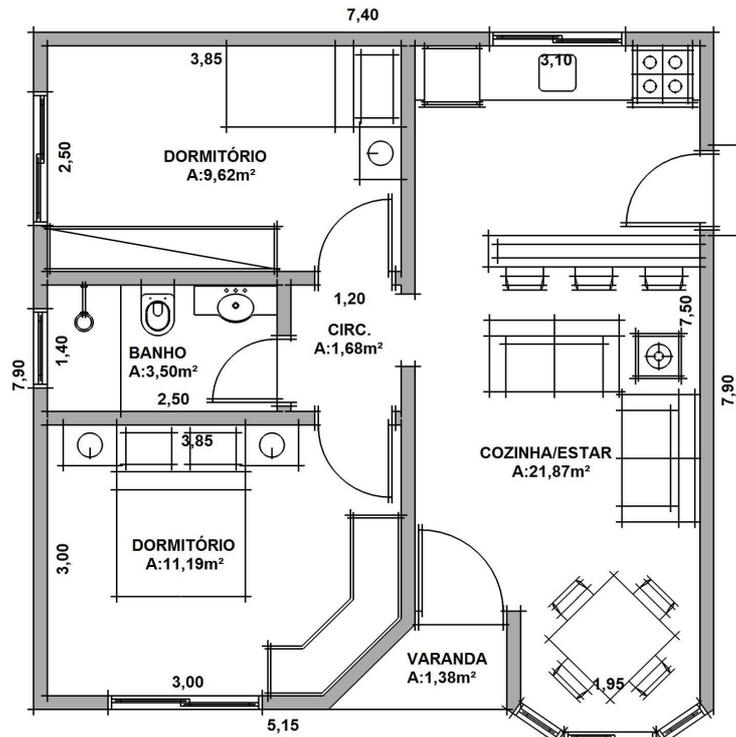
Planta Baixa da Habitação C



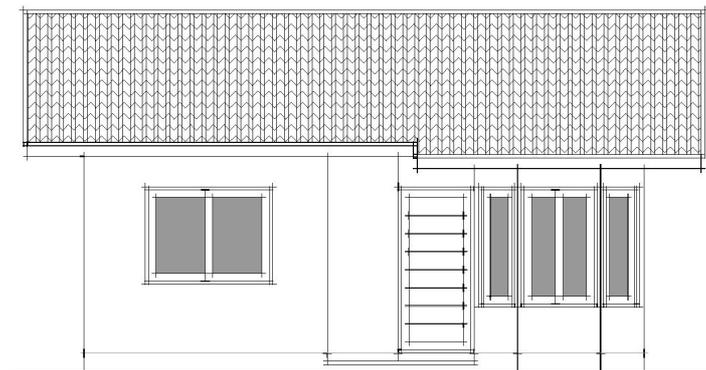
Fachada Principal da Habitação C



Imagem da Habitação C durante a obra



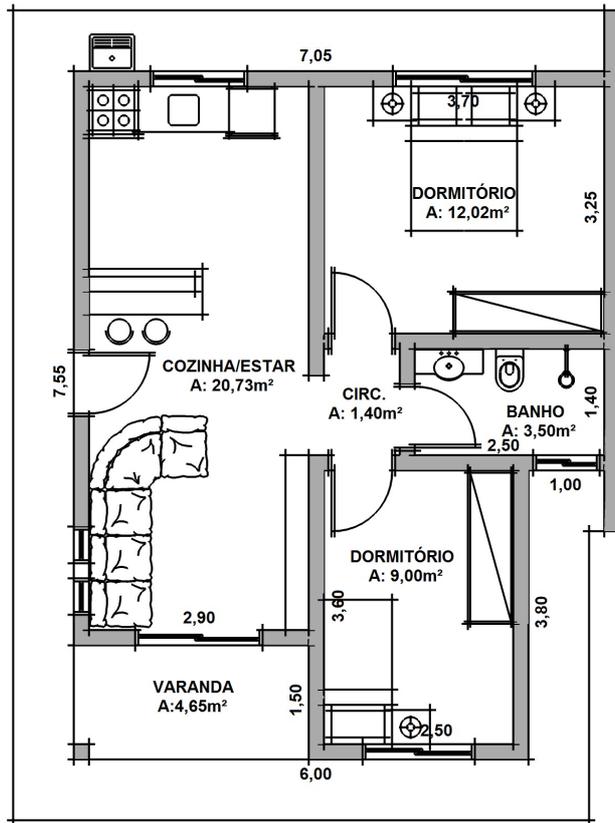
Planta Baixa da Habitação D



Fachada Principal da Habitação D



Imagem da Habitação D durante a obra



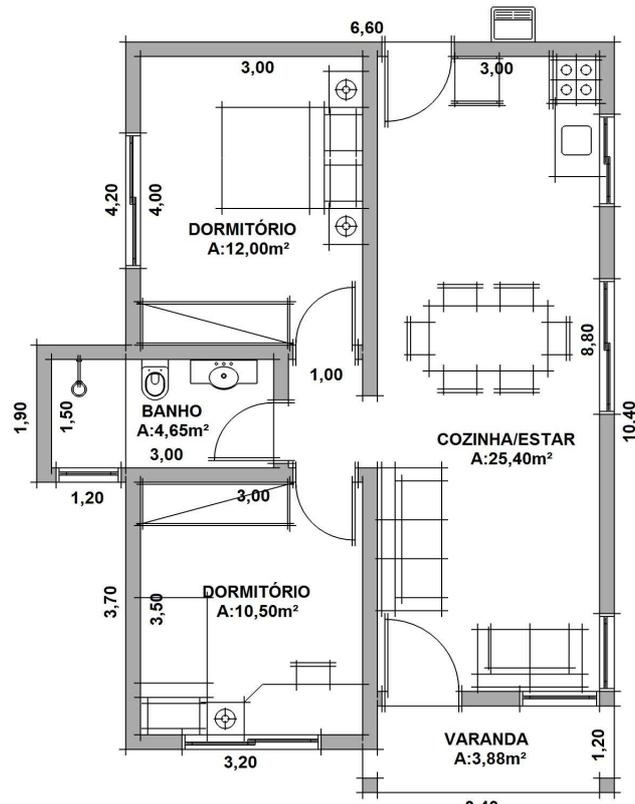
Planta Baixa da Habitação E



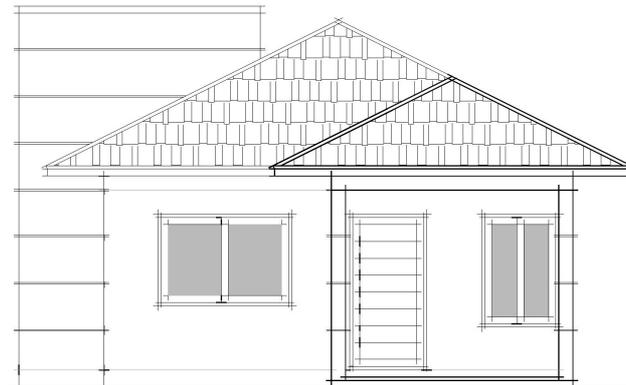
Fachada Principal da Habitação E



Imagem da Habitação E durante a obra



Planta Baixa da Habitação F



Fachada Principal da Habitação F



Imagem da Habitação F durante a obra

ANEXO B - CRONOGRAMAS

Obra A:

DISCRIMINAÇÃO DE SERVIÇOS	VALOR DOS SERVIÇOS (R\$)	PESO %	EXECUTAR %	SERVIÇOS A EXECUTAR															
				MES - 1		MES - 2		MES - 3		MES - 4		MES - 5		MES - 6		MES - 7			
				SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%		
SERV. PRELIMINARES/GERAIS	R\$720,64	1,80		100,00	100,00														
INFRA-ESTRUTURA	R\$4.905,63	12,26		100,00	100,00														
SUPRA-ESTRUTURA	R\$1.360,00	3,40				100,00	100,00												
PAREDES E PAINÉIS																			
alvenarias	R\$4.222,12	10,56		50,00	50,00	50,00	100,00			100,00									
esquadrias metálicas	R\$388,55	1,47								100,00									
esquadrias de madeira	R\$2.532,41	6,33								100,00									
ferragens	R\$145,02	0,36								100,00									
vidros	R\$777,87	1,94										100,00							
COBERTURA																			
telhados	R\$4.773,36	11,93				100,00	100,00			100,00									
impermeabilizações	R\$154,04	0,39		100,00	100,00					100,00									
tratamentos																			
REVESTIMENTO																			
revestimentos internos	R\$2.703,94	6,76						100,00	100,00										
azulejos	R\$510,65	1,28								100,00									
revestimentos externos	R\$3.773,95	9,43								100,00									
forros	R\$865,68	2,16								100,00									
pinturas	R\$3.827,13	9,57								50,00	50,00	50,00	100,00						
especiais																			
PAVIMENTAÇÃO																			
madeiras																			
cerâmicas	R\$1.607,76	4,02								100,00									
cimentados																			
contrapisos																			
rodapés, soleiras e peitoris	R\$149,65	0,37								100,00									
pavimentações especiais	R\$196,61	0,49								100,00									
INSTALAÇÕES																			
elétrica	R\$2.700,00	6,75		15,00	15,00	45,00	60,00	35,00	85,00	4,00	99,00	1,00	100,00						
hidráulica	R\$1.260,00	3,15		5,00	5,00	40,00	45,00	50,00	85,00	4,00	99,00	1,00	100,00						
sanitária	R\$1.260,00	3,15		5,00	5,00	40,00	45,00	50,00	85,00	4,00	99,00	1,00	100,00						
elevadores/mecânicas																			
aparelhos	R\$384,07	0,96											100,00	100,00					
COMPLEMENTAÇÕES																			
calafete/limpeza																			
ligações e habite-se	R\$181,02	0,45											100,00	100,00					
outros	R\$400,00	1,00											100,00	100,00					
	R\$40.000,00	100,00				21,06	21,06	26,17	47,22	12,27	59,50	31,23	90,73	9,27	100,00				100,00

Obra B:

DISCRIMINAÇÃO DE SERVIÇOS	VALOR DOS SERVIÇOS (R\$)	PESO %	EXECUTAR %	SERVIÇOS A EXECUTAR																
				MES - 1		MES - 2		MES - 3		MES - 4		MES - 5		MES - 6		MES - 7				
				SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%			
SERV. PRELIMINARES/GERAIS	R\$1.283,34	3,14		100,00	100,00															
INFRA-ESTRUTURA	R\$4.812,48	8,02		100,00	100,00															
SUPRA-ESTRUTURA	R\$2.361,70	3,94				50,00	50,00	100,00												
PAREDES E PAINÉIS																				
alvenarias	R\$4.274,85	7,12						100,00	100,00											
esquadrias metálicas																				
esquadrias de madeira	R\$6.993,23	11,66										100,00								
ferragens	R\$178,92	0,30										100,00								
vidros	R\$914,16	1,52												100,00						
COBERTURA																				
telhados	R\$9.242,40	15,40																		
impermeabilizações	R\$701,11	1,17		20,00	20,00			20,00	80,00	100,00				100,00						
tratamentos																				
REVESTIMENTO																				
revestimentos internos	R\$4.996,30	8,33						50,00	50,00	50,00				100,00						
azulejos	R\$1.036,54	1,73												100,00						
revestimentos externos	R\$2.725,25	4,54												100,00						
forros	R\$2.737,62	4,56												100,00						
pinturas	R\$4.817,17	8,03															100,00	100,00		
especiais																				
PAVIMENTAÇÃO																				
madeiras																				
cerâmicas	R\$1.914,16	3,19												100,00						
cimentados																				
contrapisos																				
rodapés, soleiras e peitoris	R\$243,09	0,41												100,00						
pavimentações especiais	R\$98,94	0,16						100,00	100,00					100,00						
INSTALAÇÕES																				
elétrica	R\$4.500,00	7,50		15,00	15,00	50,00	65,00	15,00	80,00	9,00	89,00	10,00	99,00	1,00	100,00					
hidráulica	R\$2.100,00	3,50		9,00	9,00	10,00	19,00	10,00	29,00	20,00	49,00	50,00	99,00	1,00	100,00					
sanitária	R\$2.100,00	3,50		9,00	9,00	10,00	19,00	10,00	29,00	20,00	49,00	50,00	99,00	1,00	100,00					
elevadores/mecânicas																				
aparelhos	R\$344,07	0,57																		
COMPLEMENTAÇÕES																				
calafete/limpeza																				
ligações e habite-se	R\$281,02	0,47																		
outros	R\$743,84	1,24																		
	R\$60.000,00	100,00				13,15	13,15	6,58	19,73	16,02	35,75	26,18	61,93	26,09	88,02	11,98			100,00	

Obra C:

DISCRIMINAÇÃO DE SERVIÇOS	VALOR DOS SERVIÇOS (R\$)	PESO %	EXECUTAR %	SERVIÇOS A EXECUTAR															
				MÊS - 1		MÊS - 2		MÊS - 3		MÊS - 4		MÊS - 5		MÊS - 6		MÊS - 7			
				SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%		
SERV. PRELIMINARES/GERAIS	R\$921,19	1,54		100,00	100,00														
INFRA-ESTRUTURA	R\$5.247,21	8,75		100,00	100,00														
SUPRA-ESTRUTURA	R\$7.098,50	11,83				100,00	100,00												
PAREDES E PAINÉIS																			
alvenarias	R\$4.267,87	7,11		100,00	100,00			100,00											
esquadrias metálicas	R\$1.503,54	2,51							100,00										
esquadrias de madeira	R\$4.196,16	6,99								100,00									
ferragens	R\$156,39	0,26									100,00								
vidros	R\$1.507,71	2,51										100,00							
COBERTURA																			
telhados	R\$6.552,81	10,92				100,00	100,00												
impermeabilizações	R\$160,75	0,27		100,00	100,00			100,00											
tratamentos																			
REVESTIMENTO																			
revestimentos internos	R\$6.983,75	11,64						100,00	100,00										
azulejos	R\$933,48	1,56								100,00									
revestimentos externos	R\$3.459,59	5,77						100,00	100,00										
forros																			
pinturas	R\$4.122,43	6,87										100,00							
especiais																			
PAVIMENTAÇÃO																			
madeiras																			
cerâmicas	R\$1.710,32	2,85								100,00									
cimentados																			
contrapisos	R\$1.095,93	1,83								100,00									
rodapés, soleiras e peitoris	R\$290,04	0,48										100,00							
pavimentações especiais	R\$343,53	0,57											100,00						
INSTALAÇÕES																			
elétrica	R\$3.840,00	6,40		15,00	15,00	40,00	55,00	15,00	70,00	25,00	95,00	5,00	100,00						
hidráulica	R\$1.920,00	3,20		5,00	5,00	30,00	35,00	30,00	65,00	30,00	95,00	5,00	100,00						
sanitária	R\$1.920,00	3,20		5,00	5,00	30,00	35,00	30,00	65,00	30,00	95,00	5,00	100,00						
elevadores/mecânicas																			
aparelhos	R\$697,14	1,16										100,00							
COMPLEMENTAÇÕES																			
calafete/limpeza																			
ligações e habite-se	R\$291,68	0,49										100,00							
outros	R\$790,00	1,30										100,00							
	R\$60.000,00	100,00				18,94	18,94	27,23	46,17	22,11	68,29	16,17	86,46	13,54	100,00			100,00	100,00

Obra D:

DISCRIMINAÇÃO DE SERVIÇOS	VALOR DOS SERVIÇOS (R\$)	PESO %	EXECUTAR %	SERVIÇOS A EXECUTAR																
				MÊS - 1		MÊS - 2		MÊS - 3		MÊS - 4		MÊS - 5		MÊS - 6		MÊS - 7				
				SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%	SIMPL.%	ACUM.%			
SERV. PRELIMINARES/GERAIS	R\$2.737,39	4,72		100,00	100,00															
INFRA-ESTRUTURA	R\$7.120,89	12,28		100,00	100,00															
SUPRA-ESTRUTURA	R\$3.390,00	5,84				100,00	100,00													
PAREDES E PAINÉIS																				
alvenarias	R\$4.354,23	7,51		100,00	100,00			100,00												
esquadrias metálicas																				
esquadrias de madeira	R\$5.245,60	9,04						100,00	100,00											
ferragens	R\$186,27	0,32								100,00										
vidros	R\$712,82	1,23										100,00								
COBERTURA																				
telhados	R\$7.273,27	12,54				100,00	100,00													
impermeabilizações	R\$229,46	0,40		100,00	100,00			100,00												
tratamentos																				
REVESTIMENTO																				
revestimentos internos	R\$4.608,81	7,95						100,00	100,00											
azulejos	R\$663,00	1,14								100,00										
revestimentos externos	R\$2.811,60	4,85						100,00	100,00											
forros	R\$2.276,40	3,92																		
pinturas	R\$3.568,54	6,15								100,00										
especiais																				
PAVIMENTAÇÃO																				
madeiras																				
cerâmicas	R\$1.570,76	2,71								100,00										
cimentados																				
contrapisos	R\$1.002,53	1,73								100,00										
rodapés, soleiras e peitoris	R\$311,69	0,54										100,00								
pavimentações especiais	R\$335,52	0,58											100,00							
INSTALAÇÕES																				
elétrica	R\$3.770,00	6,50		20,00	20,00	10,00	30,00	25,00	55,00	40,00	95,00	5,00	100,00							
hidráulica	R\$2.262,00	3,90		15,00	15,00	10,00	25,00	30,00	55,00	40,00	95,00	5,00	100,00							
sanitária	R\$2.262,00	3,90		15,00	15,00	10,00	25,00	30,00	55,00	40,00	95,00	5,00	100,00							
elevadores/mecânicas																				
aparelhos	R\$298,57	0,51										100,00								
COMPLEMENTAÇÕES																				
calafete/limpeza																				
ligações e habite-se	R\$334,60	0,58										100,00								
outros	R\$674,04	1,16										100,00								
	R\$58.000,00	100,00				27,37	27,37	19,81	47,18	27,85	75,04	14,61	89,65	10,35	100,00			100,00	100,00	

ANEXO C

NOTÍCIA SOBRE A DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DOS MUNICÍPIOS DE IVOTI E LINDOLFO COLLOR

Notícias

17/12/2013

Município firma parceria para gestão de resíduos sólidos

O Município de Ivoti assinou nesta segunda-feira, dia 16 de dezembro, convênio com Lindolfo Collor e Presidente Lucena buscando implementar um Plano Intermunicipal de Gestão Compartilhada de Resíduos Sólidos. O documento regulamenta uma parceria que já existia desde 2009 para a destinação do lixo doméstico dos três municípios.



Os resíduos sólidos coletados nas cidades são destinados para uma Central de Reciclagem em Lindolfo

Collor. De lá, o lixo não reciclável segue para aterro sanitário em Minas do Leão. O procedimento se manterá com o acordo, que apenas regulamenta a situação. O objetivo é tentar reduzir custos, além de ajudar a melhorar a qualidade do meio ambiente. A secretária de Saneamento e Meio Ambiente de Ivoti, Ninon Frota, lembrou que um dos próximos projetos envolve a instalação de uma balança na Central de Reciclagem, para que se tenha dados precisos sobre a quantidade de lixo produzida em cada município e quanto deste montante é efetivamente reciclado.

A secretária também se preocupa com o consumo cada vez maior da população. "O custo com o recolhimento e destinação do lixo é repassado aos moradores", explicou Ninon. Por isso, a comunidade deve "se preocupar em produzir menos lixo, mais limpo e reciclado". Para Ivoti, esta é uma oportunidade de implantar novamente a coleta seletiva. O prefeito Arnaldo Kney afirmou que estava apenas aguardando a assinatura do convênio para começar a trabalhar no retorno da separação do lixo. A proposta é que o resíduo seletivo seja coletado duas vezes por semana. "A comunidade estava acostumada com a coleta seletiva, porém não se deu continuidade à prática", explicou.

O documento foi assinado pelos prefeitos dos três municípios: Arnaldo Kney, de Ivoti; Alceu Heinle, de Lindolfo Collor; e Rejane Stoffel, de Presidente Lucena. Também participaram do encontro o promotor de Justiça de Ivoti, Charles Emil Machado Martins; a secretária de Saneamento e Meio Ambiente de Ivoti, Ninon Rose Frota; a procuradora do Município de Ivoti, Mariana Appel Klein; o assessor jurídico de Lindolfo Collor, Itamar Brescovit; e o assessor jurídico de Presidente Lucena, Tomás Rost.

Notícia sobre a destinação dos resíduos na região

Fonte: www.ivoti.rs.gov.br (2015)